

Hiilineutraalisuusselvitys

Muuran kaupunkikylät 2 - asemakaavamuutos 002533



Kuva 1: Havainneasemapiirustus / JKMM Arkkitehdit Oy

P3020-103
16.10.2023

ESIPUHE

Hiilineutraalisuusselvityksen kohteena on Muuran kaavamuutoshankkeessa keskustan länsipuoli (Sydäntalvi) sekä itäinen osa viereisestä Talvikylästä. Alueelle on suunniteltu asumista sekä kerrostaloihin liittyvät liiketilat ja pysäköintiratkaisut. Tarkastelut perustuvat tyyppiarvoilla laskettaviin maankäytön muutoksen, olemassa olevien rakennusten purkamisen, uudisrakennusten, liikenteen, infran ja energiankulutuksen hiilijalanjälkiin ja hiilikädenjälkiin. Alueen hiilijalanjälkeä pyritään pienentämään, ja laskelmiin perustuen tarkastellaan mahdollisuudet edistää hiilineutraaleja suunnitteluratkaisuja koko alueella.

Selvityksen tavoitteena on tunnistaa tässä hankkeessa tutkittavien aihealueiden osalta toimenpiteitä, joilla edistetään hiilineutraalisuutta ja määritellä tavoitteita tukevia ohjauskeinoja kuten asemakaavamääräyksiä tai maankäyttösopimusehtoja.

Yhteyshenkilöinä Green Building Partnersilla ovat olleet Juhani Huuhtanen ja Kaisa Yli-Paunu.

Yhteystiedot:

Juhani Huuhtanen
Johtava asiantuntija
+358 41 434 1284
juhani.huuhtanen@raksystems.fi

Kaisa Yli-Paunu
Asiantuntija
+358 45 169 1404
kaisa.yli-paunu@raksystems.fi

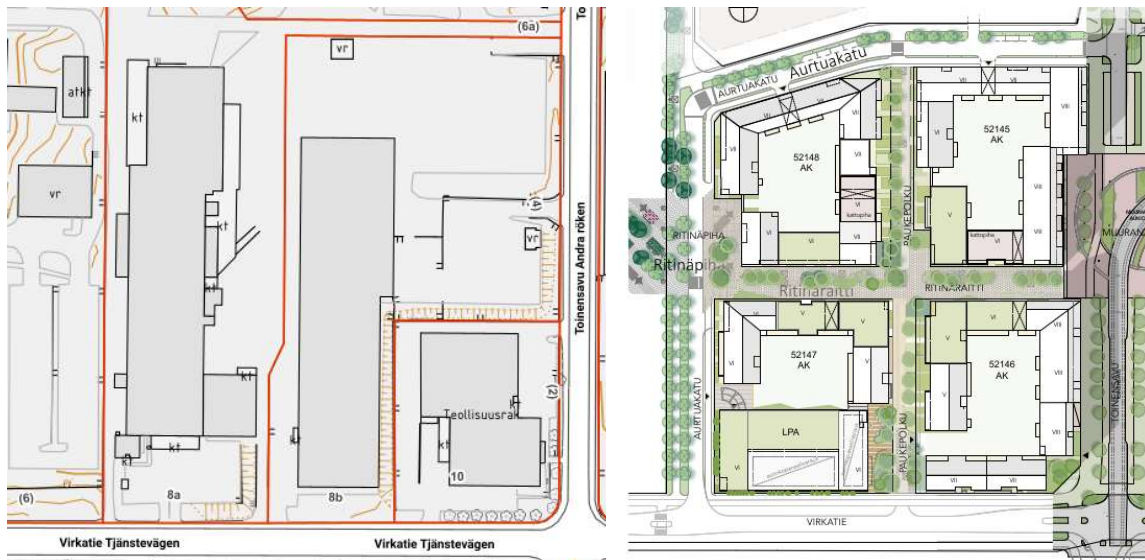
SISÄLLYSLUETTELO

1. HANKKEEN KAAVA-ALUEEN KUVAUS.....	4
2. RAJAUKSET, LÄHTÖTIEDOT JA KÄYTETYT TYÖKALUT	4
3. BUSINESS AS USUAL (BAU)	5
4. MINIMISKENAARIO (MIN).....	9
5. OLEMASSA OLEVIENTEN RAKENNUSTEN PURKAMINEN	11
6. UUDISRAKENNUSTEN ELINKAARI (A1-A5, B4, B6, C).....	12
6.1. TYÖMAA (A5).....	14
6.2. KAUPUNKIKUVAAN VAIKUTTAVA HIILIJALANJÄLJEN OHJAUS	14
6.3. RAKENNUSMATERIAALIT (ELINKAAREN VAIHEET A1-A3).....	14
6.4. ILMASTONKESTÄVÄ RAKENTAMINEN	15
6.5. MUUNTOJOUSTAVUUS JA PURETTAVAKSI RAKENTAMINEN	16
6.6. KÄYTTÖVAIHEEN ENERGIAEHIKKUUS	17
6.7. KÄYTTÖVAIHEEN MAALÄMPÖ	18
6.8. AURINKOPANEELIT	19
6.9. YHTEENVETO KÄYTTÖVAIHEEN ENERGIARATKAISUISTA	20
7. LIIKENNE	20
7.1. POLKUPYÖRÄPAIKAT	20
7.2. AUTOPAIKAT	21
8. JOHTOPÄÄTÖKSET	22
8.1. JOHTOPÄÄTÖKSET	22
8.2. OHJAUSKEINOT: ASEMAKAAVAMÄÄRÄYKSET JA MAANKÄYTTÖSOPIMUSEHDOT	23

1. Hankkeen kaava-alueen kuvaus

Hankealue sijaitsee Vantaalla Virkatien ja Toisen savun risteyksessä. Pohjoiseen ja itään alue rajoittuu vanhan teollisuusalueen pihateihin. Asemakaavamuutos kattaa uudet asuinkerrostalokorttelit 52145–52148 sekä katu- ja aukioalueet. Kaavamuutokseen sisältyy lisäksi viereinen yleisten rakennusten kortteli, johon on tulossa koulu, päiväkoti ja liikuntahalli. Y-tonttia ei tutkita tässä selvityksessä. Selvitys koskee JM Suomi Oy:n kehittämiä ja Sagax Finland AB:n omistamia asuinkerrostalokortteleita, jotka ovat osa Muuran alueen Sydäntalvi- ja Talvikortteleita. Tarkasteltavan alueen pinta-ala on noin 4,5 ha, mittausta perustuu havainneasemapiirustukseen 9.10.2023.

Alue on kaavoitettu asuinkäyttöön, 52145: 17900 k-m², 52146: 16220 k-m², 52147: 7300 k-m² ja 52148: 14950 k-m². Asuinkerrostalot yhteensä 56 370 k-m². Asuinkerrostaloihin toteutetaan lisäksi pieni määrä liiketiloja. Liiketiloja ei ole huomioitu erillisinä tässä tarkastelussa, niiden pienen määrän vuoksi, minkä lisäksi liiketilat on rakennettu asuinkerrostalojen yhteyteen, jolloin merkittävimmät rakenteet vastaavat asuinkerrostalojen rakenteita. Alueella on lisäksi erillinen pysäköintitalo (6-krs) korttelissa 52147. Pysäköintitalon pinta-alana on laskelmassa käytetty noin 14 200 m².



Kuva 2 Vasen: nykytila / Vantaan karttapalvelu, oikea: havainneasemakuva JKMM Arkkitehdit Oy

Alueella sijaitsee tällä hetkellä varasto- ja logistiikkarakennuksia yhteensä noin 21 750 k-m². Olemassa olevia rakennuksia on kaksi teollisuuden tuotantorakennusta sekä yksi lämmin varastorakennus.

2. Rajaukset, lähtötiedot ja käytetyt työkalut

LCA-laskenta on tehty olemassa olevien rakennusten purulle, uudisrakennuksille, liikenteelle, infralle, energiankulutukselle ja maaperälle/kasvillisuudelle. Laskennan tulokset esitetään

business-as-usual (BAU) ja minimiskenaariolle (MIN). Kategoriakohtaisissa tarkasteluissa esitetään myös vaihtoehtoisia skenaarioita tarpeen mukaan.

Laskennan lähtötietoina on käytetty:

- Asemakaavaluonnos 052600 ja kaavaselostus, 23.8.2022 Vantaan Kaupunki
- Muura Konsepti, 2020 Vantaan Kaupunki
- Liikennetiedot Muura, ennuste 2050, Vantaan Kaupunki
- Havainneasemapiirustus Muura JM Suomi, 9.10.2023 JKMM Arkkitehdit Oy
- Muuran kunnallistekninen yleissuunnitelma, suunnitelmaselostus, 22.3.2022 Destia
- Virkatie 8 pohja- ja leikkauspiirustukset, rakenneselvitykset, 20.9.1994 Arkkitehtitoimisto Erat Oy
- Virkatie 10 pohja- ja leikkauspiirustukset, 12.8.2004 Harri Halsti Oy
- Rekisteri- ja sijaintitiedot kartta.vantaa.fi

Laskennassa on käytetty Raksystems Green Building Services asemakaavataso LCA-laskentatyökalua. Työkalu perustuu diplomityöhön *Guidance for Neighbourhood Level Life Cycle Assessment – Possibilities to affect greenhouse gas emission levels in neighbourhood early-phase planning*, 22.2.2023 Raksystems Insinööritoimisto Oy (Yli-Paunu). Laskentatyökalun kehityksessä on hyödynnetty muun muassa Helsingin kaupungin raporttia Helsingin asemakaavojen vähähiilisuuden arviointimenetelmästä (HAVA), SYKE:n ylläpitämän KEKO Kaavoituksen ekolaskuri lähtöarvoja, CO2data.fi lähtöarvoja sekä Ympäristöministeriön raporttia liikennetarpeen arvioinnista maankäytön suunnittelussa.

- Helsingin asemakaavojen vähähiilisuuden arviointimenetelmä (HAVA), 31.5.2021 Helsingin kaupunki (Linden & al.) ja Sitowise Oy (Puurunen & al.)
- KEKO Kaavoituksen ekolaskuri, SYKE, ymparisto.fi
- Rakentamisen ja infrarakentamisen päästötietokannat, SYKE, co2data.fi
- Liikennetarpeen arviointi maankäytön suunnittelussa, 27/2018, Ympäristöministeriö (Kalenoja & al.)

3. Business as usual (BAU)

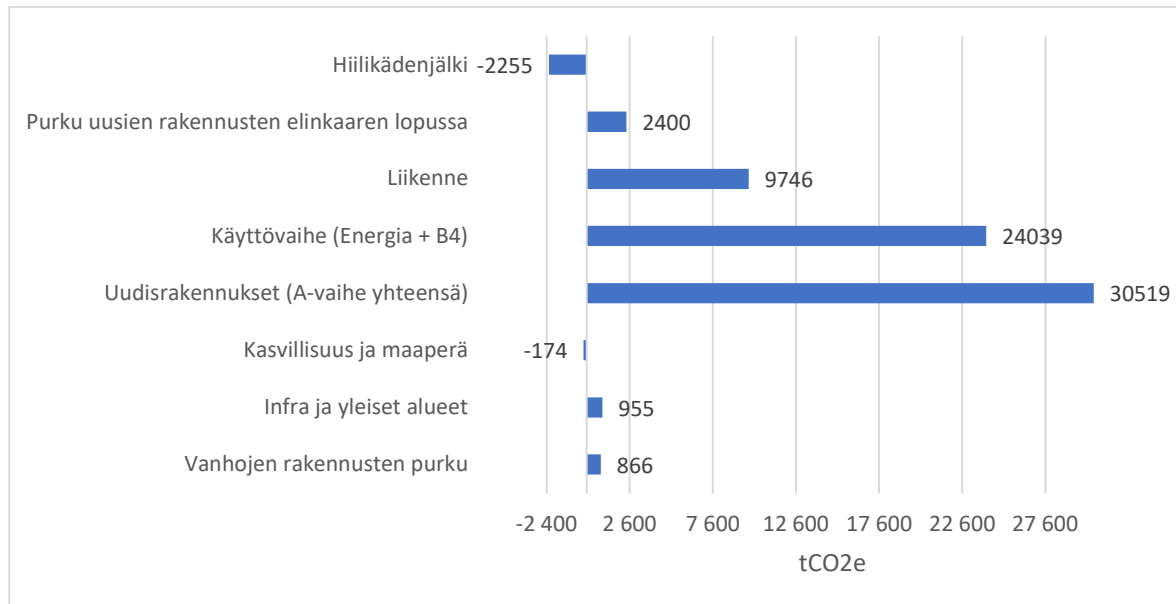
BAU skenaarion hiilijalanjälki 50 vuodelle on noin 68 351 000 kg CO₂e.

Yleiset hiilijalanjäljen raportoinnin tunnusluvut:

- Per k-m² per vuosi 24 kg CO₂e
 - Laskettu asuinkerrostalojen kerrosalan perusteella
 - Suurimmat osatekijät: asuinrakennukset 13 kg CO₂e ja energia 7 kg CO₂e
- Per asukas per vuosi 1 091 kg CO₂e
 - Laskettu asuntojen kerrosalan perusteella, 45 k-m² per hlö
- Per työpaikka per vuosi --- kg CO₂e

- o Alueella ei ole toimistoja tai erillisissä rakennuksissa olevia liiketiloja

Alla olevassa kuvassa on esitetty hiilijalanjäljen ja hiilikädenjäljen jakautuminen kategorioittain 50 vuoden aikana.



Kaavio 1 BAU hiilijalanjälki ja hiilikädenjälki 50 vuotta

BAU skenaarion oletuksista:

Esirakentaminen

Esirakentamiseen luetaan yleensä mukaan maaston muotoilu (kaivu, louhinta, täytöt), maapohjan vahvistaminen tai keventäminen, alueellisen vakavuuden parantaminen, PIMA puhdistukset, vesialueiden ruoppaus ja täyttö, olemassa olevien rakennusten ja rakenteiden purkaminen sekä johtosiirrot ja tukimuurit. Alueen maaperä on rakennetun alueen täytemaata ja alueella on olemassa olevia rakennuksia. On arvioitu, että alueella ei tarvitse tehdä merkittäviä maaston muotoiluja, maapohjan vahvistuksia jne. maaperään liittyviä toimia.

Selvitystä laadittaessa on tiedossa, että alueella on PIMA-riski. Alueella on ollut toimintaa, josta on voinut aiheutua maa-alueiden pilaantumista. Selvitystä laadittaessa tarkempia tutkimuksia PIMA-riskeistä ei ollut tehty. Mikäli alueelta myöhemmässä vaiheessa löytyy PIMA-alueita, tulee niiden kunnostuksen hiilijalanjälki laskea siinä vaiheessa. Maaperän kunnostukselle voidaan laskea hiilijalanjälkipäästöt, kun kunnostettavan maamassan määrä ja pilaantuneen massan vastaanottopaikka ovat selvillä. Lisäksi, mikäli myöhemmässä vaiheessa tunnistetaan muita merkittäviä esirakentamisen päästöjä, tulee hiilijalanjälkipäästöt laskea erikseen tarkemmilla lähtötiedoilla, kuin mitä tässä kohtaa on ollut käytössä.

Infra ja yleiset alueet

Alueen infrarakentamiseen on laskettu mukaan uudet autokadut, jalankulku- ja pyöräilykadut, aukiot sekä rakennetut viheralueet. Päästöt on laskettu KEKO-laskurin oletusarvoilla (kg

CO₂e/m²). Muu infra on laskettu lisäämällä edellä esitettyihin päästöihin 1 % päästöjä. Lisäystapa noudattaa samaa käytäntöä kuin KEKO ja HAVA-laskurit. Laskelmassa ei ole huomioitu ratikan rakentamisesta aiheutuvia päästöjä alueella, koska ratikkahankkeen päästöohjaus tehdään osana raidehanketta, eikä se näin ollen sisälly alueen ohjauksen piiriin.

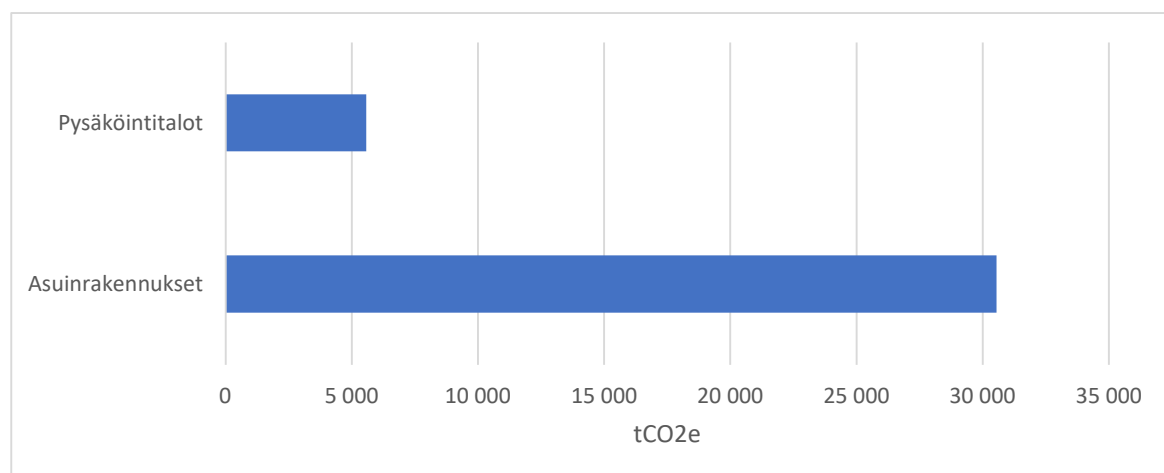
Maaperän ja kasvillisuuden hiilivarastot

Laskennassa tarkastellaan rakentamisen vuoksi hävitettävät viheralueet sekä säilytettävät ja rakennettavat viheralueet. Maaperän ja kasvillisuuden hiilivarastojen merkitys on pieni, kun rakennetaan alueelle, jossa on jo aiemmin ollut rakennuksia. Tarkastelu olisi oleellisempi, mikäli rakennettaisiin aiemmin luonnontilaiselle alueelle. Kategoria on säilytetty tässä laskelmassa, jotta suuruusluokka muihin kategorioihin verrattuna tulee ilmi. Laskelmassa käytetyt päästökertoimet hiilivarastolle ja hiilinielulle ovat yhtenevät HAVA 2021 raportissa esitettyjen lukujen kanssa.

Rakennukset ja tontit

Tontit sisältävät korttelialueiden pihat, jotka on laskettu vastaavalla ominaispäästöllä kuin rakennetut viheralueet (KEKO).

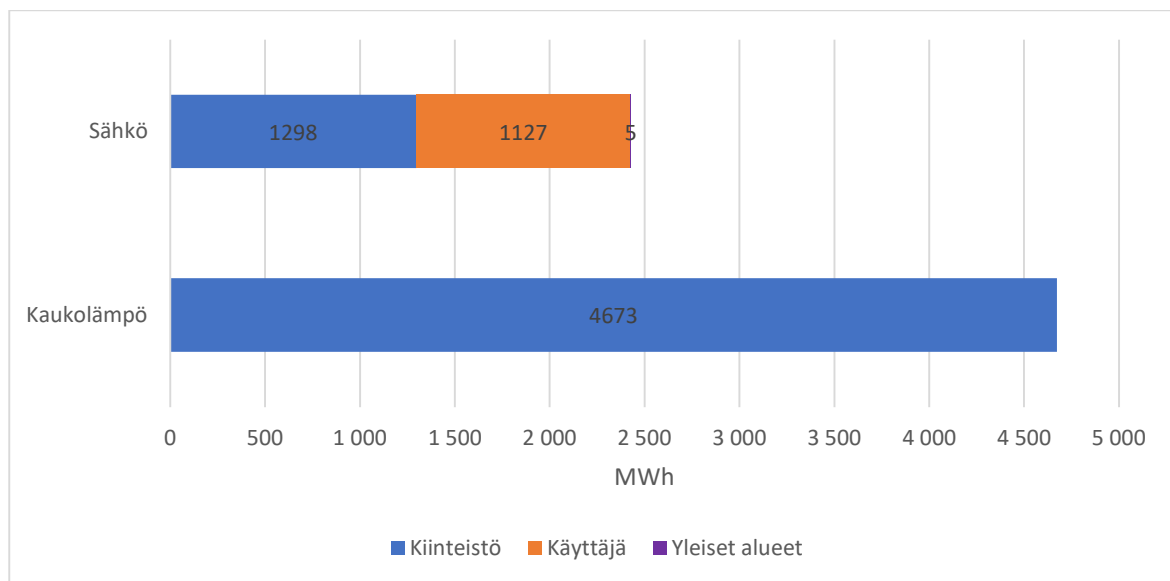
Rakennusten perustukset on arvioitu toteutettavaksi paaluperustuksina kaikissa rakennuksissa. Paalujen keskimääräinen pituus on 5 m, mikä perustuu tietoon, että alueella pintamaan (0–1 m) alla on noin 2–9 m paksu kerros savea tai silttiä. Savi ja siltti kerrosten alla ovat hiekka ja sora kerrokset ja niiden alla pohjamoreeni ja kalliopinta. Paalujen mitoitus perustuu Haahtela 2008 määrälaskentaohjeeseen. Laskelmassa käytetyt rakennustyyppikohtaiset ominaispäästöt asuinkerrostaloille ja pysäköintitaloille perustuvat Green Building Partners Oy:n aiemmin tekemiin rakennusten hiilijalanjälki ja hiilikädenjälki laskelmiin, joiden perusteella on arvioitu keskimääräiset ominaispäästöt rakennustyypeille. Lähtötietona käytetyt laskelmat ovat olleet todentavia laskelmia perustuen lupasuunnitelmavaiheeseen tai rakennuksen valmistumisen jälkeen käytössä olleisiin tietoihin. Laskelmat on tehty noudattaen Ympäristöministeriön rakennusten hiilijalanjäljen arviointimenetelmää.



Kaavio 2 Rakennusten päästöjakauma rakennustyypeittäin BAU

Energiankulutus

Laskelmassa käytetyt rakennustyyppikohtainen energiankulutus asuinkerrostaloille vastaa uudisrakennusten määräystasonmukaista lämmön ja sähkönkulutusta. Pysäköintitaloille ei ole olemassa määräystasoa, joten laskelmassa on käytetty arvioita keskimääräisestä kylmästä pysäköintitalosta, jonka sähkönkulutus on 10,0 kWh/m², v. Ominaispäästökertoimina on käytetty Ympäristöministeriön skenaarion mukaisesti kaukolämmölle 61,8 g CO₂e/kWh ja sähkölle 52,3 g CO₂e/kWh.



Kaavio 3 Käyttövaiheen vuotuinen lämmön- ja sähkönkulutus alueella BAU

Liikenne

Liikenteen määrän arviointia varten saatiin Vantaan kaupungin liikennetietoennuste vuodelle 2050, jossa Aurtuankadun ja Joukkoliikennekadun yhteenlaskettu henkilöautoliikenne KAVL2050 on 3 788. Liikennemäärä arvioitiin myös perustuen Ympäristöministeriön ohjeeseen liikennetarpeen arvioinnista maankäytön suunnittelussa, jolloin keskimääräiseksi arkiliikennemääräksi saatiin 1 289 KAVL. Laskentatapavertailun perusteella Ympäristöministeriön ohjeenmukaisen laskennan todettiin antavan alueelle sopiva liikennemääräennuste, koska tutkittavien kortteleiden osuus alueen liikenteestä vastannee noin kolmasosaa alueen katujen liikennemäärästä.

Laskelmassa käytetty matkamäärä asuinkerrostaloille on henkilöautoilla 834 matkaa/v/100 k-m² ja joukkoliikenteellä 371 matkaa/v/100 k-m². Joukkoliikennematkoista puolet on oletettu tehtäväksi raideliikenteellä. Laskelmassa käytettiin arviota matkojen keskipituuksista alueella, käytetyt arviot ovat henkilöautomatkoille 15 km ja joukkoliikenteelle 8 km. Laskelmassa käytetty päästökerroin bensa-autoille on 55,9 g CO₂e/hkm perustuen EU-alueen uusien autojen raja-arvoon 95 g/km vuonna 2020 ja oletukseen että keskimääräinen täyttöaste on 1,7 henkilöä. Sähköautoille käytetty päästökerroin on 6,2 g CO₂e/hkm perustuen arvioon

energiankulutuksesta 20 kWh/100 km, Ympäristöministeriön päästökertoimeen sähkölle sekä täyttöasteeseen 1,7.

Joukkoliikenteelle on käytetty oletusta, että raideliikenteestä ei aiheudu hiilidioksidipäästöjä ja linja-autoliikenteen sähköistyminen noudattaa LVM ennustetta 2020 ja puhtaiden ajoneuvojen direktiiviä. Oletuksilla saadaan päästökertoimeksi 4,4 g/hkm, oletuksella että linja-autojen keskimääräinen täyttöaste on 18 matkustajaa kaupunkiliikenteessä. Käytetyt päästökertoimet vastaavat HAVA:ssa käytettyjä kertoimia.

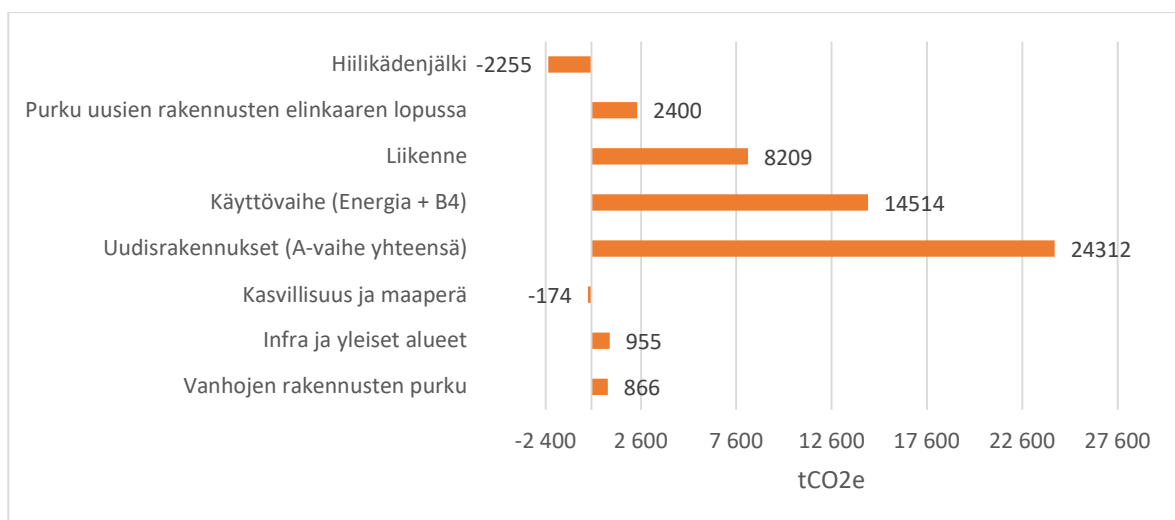
Laskelmassa on huomioitu asemakaavan suunnitteluratkaisujen vaikutukset vähentämällä liikenteen elinkaaripäästöjä seuraavasti: eriytetty pysäköinti 7,2 % sekä sähköautojen latausmahdollisuudet 5,2 %. Arvio perustuu Helsingin kaupungin raporttiin *Kohti hiilineutraalia kaupunkia – millä on merkitystä* (2020) tietoihin. Päästövähennys on vastaava, kuin mitä on käytetty HAVA:ssa.

4. Minimiskenaario (MIN)

MIN skenaarion hiilijalanjälki 50 vuodelle on noin 51 083 000 kg CO₂e.

- Per k-m² per vuosi 18 kg CO₂e
 - Laskettu asuin kerrostalojen kerrosalan perusteella
 - Suurimmat osatekijät: asuinrakennukset 11 kg CO₂e ja energia 4 kg CO₂e
- Per asukas per vuosi 816 kg CO₂e
 - Laskettu asuntojen kerrosalan perusteella, 45 k-m² per hlö
- Per työpaikka per vuosi --- kg CO₂e
 - Alueella ei ole toimistoja tai erillisissä rakennuksissa olevia liiketiloja

Alla olevassa kuvassa on esitetty hiilijalanjäljen ja hiilikädenjäljen jakautuminen kategorioittain 50 vuoden aikana.



Kaavio 4 MIN hiilijalanjälki ja hiilikädenjälki 50 vuotta

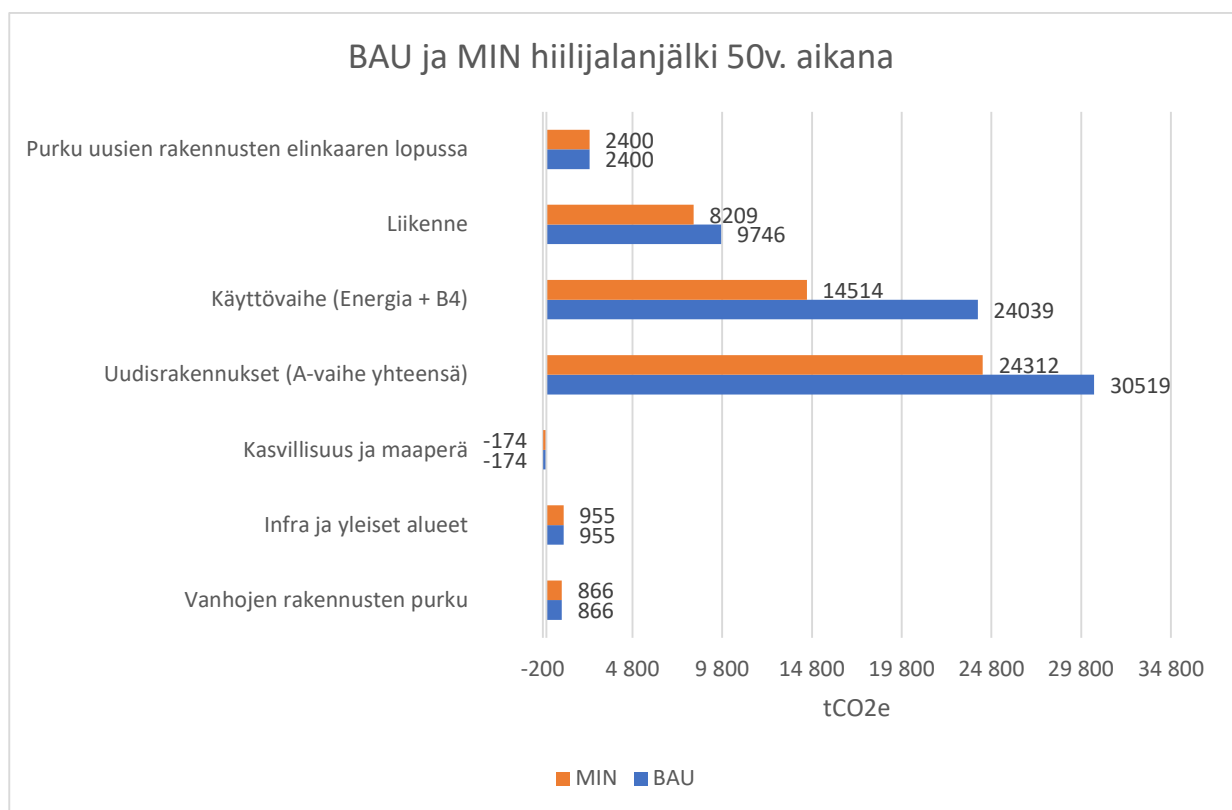
Minimiskenaariossa on huomioitu työmaan lämmöntuotanto lämpöpumpuilla (maalämpö ja/tai ilma-vesilämpöpumppu), rakennusmateriaalivalinnat betonirunkoisille rakennuksille, käytönaikainen energia sisältäen a-energialuokan, maalämmön hyödyntämisen sekä aurinkopaneelit. Liikenteelle on laskettu sähköautojen käytön edistämisen vaikutukset. Vähennystoimilla saavutetaan 17 268 tCO₂ (-25 %) vähennys 50 vuoden elinkaaren aikana.

Päästövähennyksen muodostuminen:

- Työmaan lämmöntuotto lämpöpumpuilla: -1 197 tCO₂e
- Rakennusmateriaalit: best practice betoni (BPB) -ratkaisut: -5 010 tCO₂e
 - Asuintalot -4 177 tCO₂e
 - Pysäköintitalo -833 tCO₂e
- Käytönaikainen energiatehokkuus A-energialuokka: päästövähennys -3 524 tCO₂e
- Lämmöntuotanto osin maalämmöllä käyttövaiheessa: -5 102 tCO₂e
- Aurinkopaneelit potentiaaliselvityksen mukaisesti käyttövaiheessa: -899 tCO₂e
- Sähköautojen käytön edistäminen: -1 537 tCO₂e

MIN skenaarion tarkempi laskenta ja päästövähennyksien muodostuminen on kuvattu luvuissa 6. Uudisrakennusten elinkaari sekä 7. Liikenne.

Alla olevassa kuvaajassa on esitetty BAU ja MIN skenaarioiden hiilijalanjäljen muodostuminen osa-alueittain.



Kaavio 5 BAU ja MIN skenaarioiden CO₂e päästöt 50 vuoden elinkaaren aikana

Alla olevassa taulukossa on esitetty hiilijalanjäljen ja hiilikädenjäljen arvot osa-alueittain sekä BAU ja MIN vaihtoehtojen ero prosenteissa.

Taulukko 1 BAU ja MIN hiilijalanjäljet ja hiilikädenjäljet 50 v. aikana osa-alueittain sekä muutos osa-alueittain

	BAU (tCO₂e)	MIN (tCO₂e)	Ero %
<i>Vanhojen rakennusten purku</i>	866	866	0 %
<i>Infra ja yleiset alueet</i>	955	955	0 %
<i>Kasvillisuus ja maaperä</i>	-174	-174	0 %
<i>Uudisrakennukset (A-vaihe yhteensä)</i>	30519	24312	-20 %
<i>Käyttövaihe (Energia + B4)</i>	24039	14514	-40 %
<i>Liikenne</i>	9746	8209	-16 %
<i>Purku uusien rakennusten elinkaaren lopussa</i>	2400	2400	0 %
<i>Hiilikädenjälki</i>	-2255	-2255	0 %
Yhteensä	68351	51083	-25 %

5. Olemassa olevien rakennusten purkaminen

Olemassa olevien rakennusten materiaalien hyödyntäminen

Alueella on nykytilassa kolme rakennusta:

- Teollisuuden tuotantorakennus, Virkatie 8 / 1970 / 11 187 k-m²
- Teollisuuden tuotantorakennus, Virkatie 8b / 1978 / 7 267 k-m²
- Lämminvarasto, Virkatie 10 / 1971 / 3 293 k-m²

Rakennukset on rakennettu vuosina 1970–1978 ja niiden laajuus on yhteensä 21 747 k-m². Olemassa olevat rakennukset vastaavat kerrosneliöissä noin 38 % uudisrakennusten kerrosneliöistä. Teollisuus- ja varastokäyttö ovat hyvin erilaisia käyttötarkoituksia kuin alueelle suunniteltu kerrostaloasuminen. Piha-alueet on nykytilassa asfaltoitu.

Virkatie 8:sta oli käytettävissä rakenneselvitys, josta merkittävimmät rakenteet ovat:

- Ulkoseinät: Siporex-elementit, muovipinnoitettu teräspoimulevy
- Sokkeli: sileävalettu tai hienotelattu betoni
- Väliseinät: Siporex-elementit, osastoivat tiiliseinät, kalkkiahiekkatiili, teräsbetoni
- Alapohjat: imubetonilaatta
- Lattiat: betonilaatat
- Välipohjat: Siporex-elementit, muototeräsrunko
- Yläpohjat: muototeräsrunko

Alueella on nyt melko vähän rakennuksia, joista materiaalia voisi uusiokäyttää. Merkittävin hyödyntämismahdollisuus on betonielementtien hyödyntäminen ja teräksenkierrätys. Mahdollisuudet käyttää kuorielementtejä tai kantavia seinäelementtejä maanpaineisiin tai

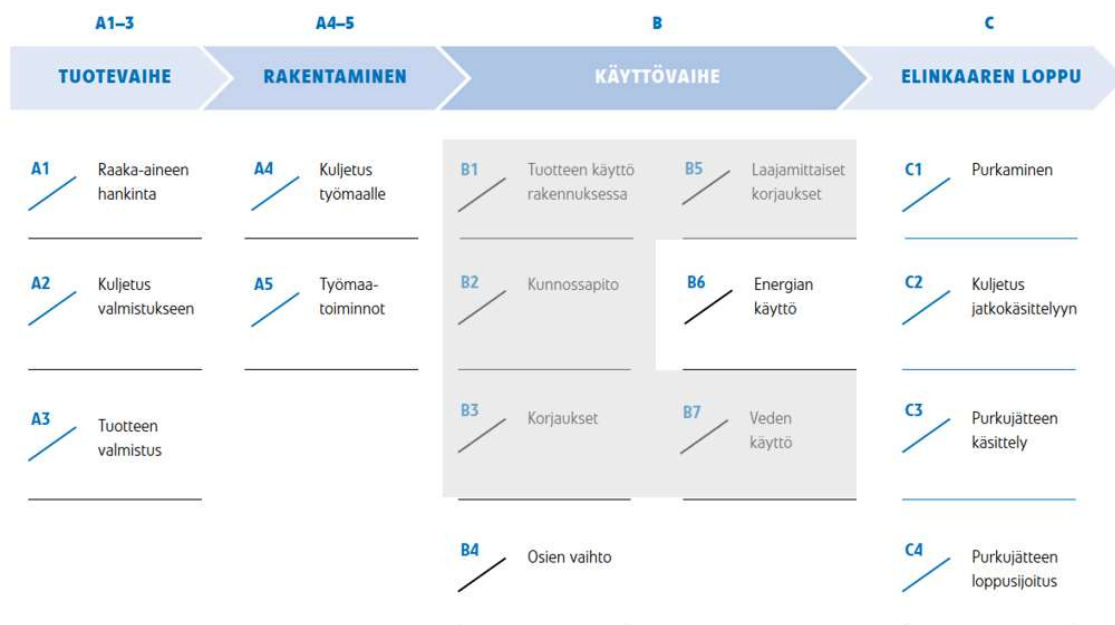
aluerakenteiden tukimuureina tulee selvittää, mutta hyödyntäminen ei ole mahdollista kaikissa tapauksissa. Siporex-elementit eivät välttämättä sovellu purkuun ja uusiokäyttöön kokonaisina elementteinä. Elementtien hyödyntäminen kokonaisina olisi hyödyllisempää, kuin elementtien murskaus ja murskeen käyttö täyöissä.

Väliavarastointi

Kyseessä on melko laaja hankealue, jossa on sen vuoksi mahdollista varastoida syntyvää materiaalia paikan päällä, mikäli rakentamisen vaiheistuksessa huomioidaan tarve mahdolliselle väliavarastoinnille. Vaiheistussuunnitelma ei ollut saatavilla selvitysvaiheessa.

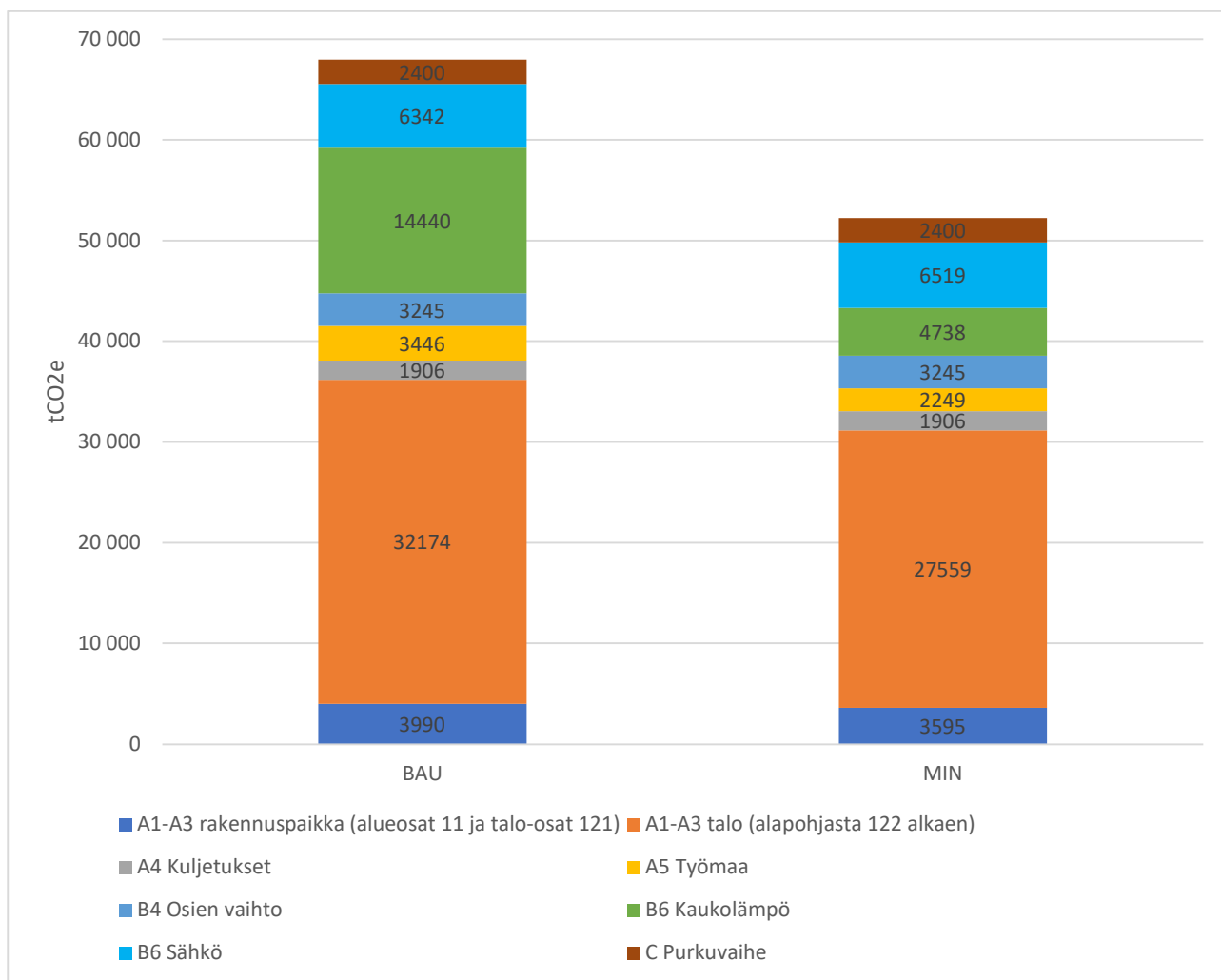
6. Uudisrakennusten elinkaari (A1-A5, B4, B6, C)

Rakennusten elinkaaren hiilijalanjälki kuvaa rakennuksen aiheuttamia kasvihuonekaasupäästöjä 50 vuoden tarkastelujakson aikana. Elinkaaren hiilijalanjälki kuvaa aiheutuneet päästöt rakentamisesta (A-vaihe), käytöstä (B-vaihe) ja purkamisesta (C-vaihe).



Kuva 3 Elinkaaren vaiheet EN-standardin mukaisesti. Harmaalla korostettu vaiheet, joita ei huomioida YM-tarkastelussa

Alla olevassa kuvaajassa on esitetty rakennusten päästöt elinkaaren vaihejaolla YM-tarkastelun mukaisesti.



Kaavio 6 Rakennusten päästöt LCA-laskennan vaihejaon mukaan 50 v. aikana

Alla olevassa taulukossa on esitetty hiilijalanjäljen arvot vaihejaon mukaan sekä BAU ja MIN vaihtoehtojen ero prosenteissa.

Taulukko 2 BAU ja MIN rakennusten hiilijalanjäljet 50 v. aikana LCA-laskentavaiheittain sekä muutos laskentavaiheittain

	BAU (tCO ₂ e)	MIN (tCO ₂ e)	Ero (%)
A1-A3 rakennuspaikka (alueosat 11 ja talo-osat 121)	3990	3595	-10 %
A1-A3 talo (alapohjasta 122 alkaen)	32174	27559	-14 %
A4 Kuljetukset	1906	1906	0 %
A5 Työmaa	3446	2249	-35 %
B4 Osien vaihto	3245	3245	0 %
B6 Lämmitys	14440	4738	-67 %
B6 Sähkö	6342	6519	3 %
C Purkuvaihe	2400	2400	0 %
Yhteensä	67941	52210	-23 %

6.1. TYÖMAA (A5)

Rakennusvaiheessa (A5) MIN skenaariossa on laskettu maalämpöä ja/tai ilma-vesilämpöpumppuja käyttävä työmaa koko alueelle. Työmaa on laskettu Raksystems Climate Solutions Oy GEOLLO -ratkaisun toimintaperiaatteella. Skenaariossa työmaan kaukolämmön, nestekaasun ja polttoöljyn käyttö on korvattu maalämpöjärjestelmän tarvitsemalla sähkönkulutuksella. Skenaariossa maalämpöratkaisu on laskettu koko hankealueelle, ratkaisu tuottaa 1 197 tCO₂e päästövähennyksen eli -35 % vähennyksen työmaan (A5) päästöissä.

Työmaakuljetuksissa ja maamassojen hyödyntämisessä ei ole eroa laskettujen skenaarioiden välillä. Laskelmassa ei ole huomioitu päästöttömien työmaiden kestävien hankintojen green deal -sopimusta. Työmaa ja kuljetukset (A4 ja A5) muodostavat noin 8 % uudisrakennusten päästöistä. Työmaan päästöistä lämmöntuotanto on vaikutukseltaan merkittävin, minkä vuoksi se on valittu tähän tarkasteluun. Päästöttömien työmaiden green dealia voidaan käyttää tässä esitetyn lämmöntuotannon lisäksi päästövähennyksenä työmaalla tai vaatia erityisesti työmailla, joilla lämpöpumppujen hyödyntäminen ei ole mahdollista.

6.2. KAUPUNKIKUVAAN VAIKUTTAVA HIILIJALANJÄLJEN OHJAUS

Kaupunkikuvallisesti hiilijalanjälkeä ohjattaessa tulee huomioida

- Katot
 - Hiilijalanjäljen näkökulmasta harjakatto on tasakattoa parempi vaihtoehto. Harjakatto mahdollistaa puurunkoiset, puhallusvillaeristetyt katot
 - Kevytsora tasakatto 100 kgCO₂e/m²
 - Puhallusvilla harjakatto alle 20 kgCO₂e/m²
- Julkisivut
 - Tiilimuuraus on yleisesti suuripäästöinen julkisivuverhoustratkaisu
 - Vähähiilisillä (biokaasu) tiilillä on mahdollista pienentää hiilijalanjälkeä
 - Tiilimuuraus 39 kgCO₂e/m²
 - Biotiilet 33 kgCO₂e/m²
 - Lautaverhous 1 kgCO₂e/m²
- Parvekkeet
 - Parvekkeiden hiilijalanjälkeä voidaan ohjata pääosin rakennettavan määrän, koon ja vähähiilisen betonin käytön kautta

6.3. RAKENNUSMATERIAALIT (ELINKAAREN VAIHEET A1-A3)

Alueen kaupunkikuva huomioiden kehitettiin minimiskenaariota varten "best practice betoni" (BPB) ratkaisu (-14 %). Optimoinnilla pienennettiin hiilijalanjälkeä 71 kg CO₂e/k-m². Laskennassa huomioitiin alla esitetyt materiaaliratkaisut:

- Perustusten vihreä betonointi GWP.70-valmisbetoni (päästöt -30 %)

- | | |
|----------------------------------|---------------------------------------|
| ▪ Ontelolaatasto AP + VP + YP | vähähiilinen elementti |
| ▪ Kantavat väliseinät | vähähiilinen elementti |
| ▪ Ulkoseinien sisäkuorielementit | vähähiilinen elementti |
| ▪ Tiilimuuraus | tiilet valmistettu käyttäen biokaasua |
| ▪ Vesikatto | puhallusvillaeriste |

Perustuen asuinrakennuksen BPB-laskentaan pysäköintitalojen vähähiilisen betonin käytön päästövähennyspotentiaaliksi arvioitiin 53 kg CO₂e/m². Yllä esitetty lista optimoiduista rakenteista on yksi vaihtoehto toteutettavasta rakennuksesta. Esimerkiksi vähähiilisiä elementtejä voidaan vaihtaa paikallavalettavaan vähähiiliseen betoniin, ratkaisujen päästövähennys on samassa suuruusluokassa. Tarkastelu ei tuota kattavaa selvitystä käytettävistä rakenteista, vaan rakennusten tarkempi tarkastelu tulee tehdä toteutusvaiheessa. Tämän tarkastelun tarkoitus on osoittaa suuruusluokka, johon rakennusten hiilijalanjäljen tavoitetaso on perusteltua asettaa. Alueen tavoitetaso perusteella rakennusten raja-arvo voidaan asettaa pienemmäksi tai suuremmaksi kuin alustava laskelma ja toteuttaa alueelle sopivat rakenneratkaisut.

6.4. ILMASTONKESTÄVÄ RAKENTAMINEN

Ilmastoriskien ja haavoittuvuuden arviointi toteutettiin EU-taksonomian kriteeristön mukaisesti perustuen parhaisiin saatavilla oleviin ilmastoennusteisiin ja -malleihin sekä kohdekohtaisiin ominaisuustietoihin. Arvioinnin tuloksena tunnistettiin mahdolliset kohteelle kohdistuvat merkittävimmät fyysiset ilmastoriskit, joiden vähentämiseksi ehdotettiin suositeltuja toimenpiteitä. Tarkastelu on esitetty kokonaisuudessaan liitteessä 1, Ilmastoriskien ja haavoittuvuuden arviointi JM Muura.

Keskeisiä ilmastomuutoksen aiheuttamia riskejä kiinteistöille ovat:

- Keskilämpötilan nousu
- Lämpökuormituksen lisääntyminen
- Lämpötilan vaihteluiden lisääntyminen
- Akuuttien lämpö- tai kylmyysaaltojen lisääntyminen
- Rankkasateiden aiheuttamat hulevesitulvat
- Lisääntyvä rakennusten kosteusrasitus ja viistosaderasitus

Tarkasteltavien kohteiden osalta suunnitteluratkaisut ovat vielä avoinna, joten valintoja on mahdollista tehdä ilmastoriskit huomioiden. Kohteille esitetään seuraavia suosituksia ilmastomuutokseen sopeutumiseksi ja riskien vähentämiseksi:

Lämpötilaan liittyvät suositukset

- Toteutetaan vaaleita katto- ja seinäpintoja sekä pihakatteita, viherkattoja sekä muuta kasvillisuutta lämpösaarekeilmiön hillitsemiseksi.

- Mikäli lämpösaarekeilmiötä pystytään pienentämään, vaikuttaa se myös jäähdytystarpeeseen.
- Tutkitaan simuloinnein tulevaisuuden jäähdytystarve ja passiivisten auringonsuojausten lisäämistarve. Laskelmat ovat suositeltavaa tehdä vuoden 2050 säällä, ilmastoskenaarioilla RCP 6.0 ja RCP 8.5.
- Mikäli jäähdytystä ei toteuteta suoraan uudisrakennukseen, tulee jäähdytysjärjestelmille olla ainakin mietittynä varaukset.

Veteen liittyvät suositukset

- Tarkastellaan hulevesijärjestelmän kapasiteetin riittävyyttä myös tulevissa rankkasadeskenaarioissa (esim. 25 % suuremmilla sademäärillä). Tarkastetaan erityisesti tasakattojen vedenpoistokapasiteetti ja ylivuotoreitit.
- On suositeltavaa varautua hulevesijärjestelmän suurempiin mitoituksiin tai sen kasvattamiseen tulevaisuudessa.
- Selvitetään mahdollisuudet avoimen asfaltin tai muiden vastaavien vettä läpäisevien pintojen toteuttamiseksi läpäisemättömien asfalttipintojen sijaan.
- Julkisivujen pintamateriaalin valinta huomioiden viistosateen aiheuttama kosteusrasitus sekä pilvisyyden lisääntymisen aiheuttama hitaampi kuivuminen.

6.5. MUUNTOJOUSTAVUUS JA PURETTAVAKSI RAKENTAMINEN

Tavanomaisessa rakentamisessa asunnot toteutetaan kyseisen ajankohdan ja ensimmäisen käyttäjän tarpeisiin huomioimatta laajemmin muuntojoustavuutta. Asuntojen tilajärjestelyä voidaan kuitenkin kehittää esimerkiksi seuraavilla toimilla:

- Asuntojen tilajärjestelyt toteutetaan muunneltaviksi kaikkien kiintokalusteiden ja kuivien tilojen kevyidenväliseinien osalta. Muuntojoustavuus ei koske märkätiloja eikä keittiön kalusteseinää. Muiden tilojen osalta kevyidenväliseinien tulee olla myöhemmin purettavissa ilman merkittäviä taloteknisiä lisätoita, jolloin asunnon huonetiloja tulee voida tarvittaessa yhdistää.
- Isompien huoneiden, kuten olohuone, ikkunat tulee mitoittaa niin, että huone on mahdollista jakaa kahteen osaan käytönaikana rakennettavalla kevyellä väliseinällä.
- Asuntojen tilaratkaisujen muunneltavuutta parannetaan toteuttamalla kaikkien kiintokalusteiden taustojen seinät tasoitettuina ja pohjamaalattuina sekä ulottamalla lattiat kiintokalusteiden alle (keittiökaappeja lukuun ottamatta).
- Asuntoon toteutettava sauna tulee muunneltavaksi siten, että saunatilalle on mahdollistettu rakennusvaiheessa ja myöhemmin korjattuna vaihtoehtoinen käyttötarkoitus (esim. vaatehuoneena tai huoneeseen liittyvänä työtilana).

Tyypillisesti purettavuuden ja rakennusosien uudelleenkäytön huomiointi on taloudellisesti kannattavaa lyhytaikaisiksi, 15–40 vuoden käyttöjaksolle suunniteltujen rakennusten kanssa. Tyypillisiä rakennuksia ovat myymälärakennukset, varastorakennukset, päiväkodit ja

koulurakennukset, joiden osalta alueelliset ja taloudelliset muutokset saattavat olla nopeitakin. Hankealueella on vain pitemmän elinkaaren ajaksi suunniteltavia rakennuksia.

Purettavuuden peruseriaatteen ovat:

- Rakenteiden ja rakennusosien kokojen standardisointi ja moduulimitoitus
- Liitosten saavutettavuus ja avattavuus ilman rakenteen rikkomista
- Liitosten toteuttaminen pultti-, ruuvi- tai naulakiinnityksillä ilman kemiallisia kiinnityksiä
- Hankalasti purettavien liittorakenteiden välttäminen
- Valmisosien käytön edistäminen
- Taloteknisten järjestelmien erottaminen rakenteista
- Pintamateriaalien kestävyysparantaminen uudelleenkäyttökertojen lisäämiseksi

Muuntojoustavuudelle ja purettavaksi rakentamiselle ei ole tässä selvityksessä laskettu hiilijalanjälkiskenaariota, koska alueen rakennuskanta on pääosin asuinrakentamista, jonka elinkaari on vähintään useita kymmeniä vuosia ja laskelmaan rakennusten elinkaaren loppupuolella liittyy merkittäviä epävarmuustekijöitä.

6.6. KÄYTTÖVAIHEEN ENERGIATEHOKKUUS

Käytönaikaisen energiatehokkuuden vaikutusta tarkasteltiin laskemalla vaihtoehtoinen skenaario, jossa rakennusten e-luku laski määräystasosta a-energialuokan raja-arvoa vastaavalle tasolle.

- Vaikutus käyttövaiheen energiaan (B6) -17 %
 - Energiankulutus -1 195 MWh/a
 - Hiilijalanjälki -3 524 tCO₂e/50 v.

Keinoja energiatehokkuuden parantamiseen:

- Rakenteiden U-arvojen parantaminen, esim. ikkunat
- Jäteveden LTO lämpöpumppu
- Ilmanvaihdon LTO ja parannettu SFP
- Ilmavirtojen säätö
- Valaistustehojen säätö
- LKV-kiertojohtojen parempi eristys
- Vakiopaineventtiilit

Laskelmassa ei ole huomioitu vaikutuksia muihin päästöihin, jotka aiheutuvat esim. eristysmateriaalien ja talotekniikkaosien kasvaneista päästöistä A-energialuokan rakennuksessa. Nämä vaikutukset tuotevaiheen päästöihin ovat marginaalisia.

6.7. KÄYTTÖVAIHEEN MAALÄMPÖ

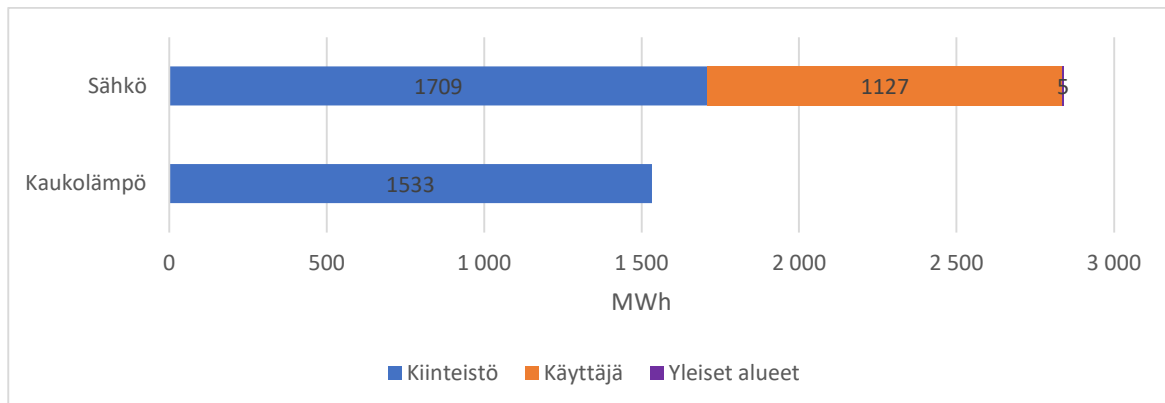
Alueelle tehtiin alustava maalämmön potentiaaliselvitys, jossa alueen energiapeiton potentiaaliksi todettiin 60 % (A-energiaratkaisu). Potentiaalissa laskettiin maalämpökentän ulottaminen myös asuinkortteleita ympäröiville jalankulku ja viheralueille. Mikäli kaivojen poraaminen on mahdollista vain asuinkortteleiden omilla tonteilla, energiapeitto on 29 % (a-energiaratkaisu). Tiiviisti rakennetuilla alueilla asuinkorttelin piha-alue jää melko pieneksi, mikä ei aina mahdollista maalämmön hyödyntämistä alueella. Maalämpökaivojen sijoittelu liitteenä olevassa havainnekuvassa on suuntaa antava. Alustavassa sijoittelussa on huomioitu katualueille rakennettavat lämpö-, sähkö, ja vesiputket. Sijoittelu on alustava ja havainnollistaa alueen potentiaalin, ei kaivojen tarkkoja sijainteja. Havainnekuva maalämpökentästä on esitetty liitteessä 2, Havainnekuvat uusiutuvan energiantuotannosta alueella JM Muura.

- Vaikutus käyttövaiheen energiaan A-energia + MLP (B6) -42 % (verrattuna BAU)
 - Energiankulutus -2 728 MWh/a
 - Hiilijalanjälki -8 626 tCO₂e/50 v.

Maalämpöskenaariossa ei ole tarkasteltu maalämpöjärjestelmän rakentamisesta tai lämpökaivojen porauksesta aiheutuvia päästöjä. Alkuvaiheen tarkastelussa nämä eivät ole suuruusluokkansa vuoksi oleellisia laskettavia, mutta myöhemmässä tarkemmassa tarkastelussa, jossa pyritään osoittamaan alueen todelliset päästöt tai hiilineutraalisuus, tulee näiden vaikutus huomioida.

Hankealue ei sijaitse pohjavesialueella, eikä tässä vaiheessa selvitystä ole tiedossa seikkoja, jotka estäisivät maalämmön toteuttamisen alueella, minkä vuoksi maalämpö on esitetty mahdollisena vaihtoehtona. Toteutusta varten tarvitaan kattavampi selvitys alueen olosuhteista. Maalämmön toteuttamista tulisi harkita erityisesti Virkatielle pohjoispuolella olevissa asuinrakennuksissa, korttelit 52147 ja 52146. On arvioitu, että Virkatien aiheuttama meluhaitta voi estää asuntojen tuulettamisen ikkunoita avaamalla. Mikäli asunnot eivät ole läpitalonhuoneistoja ja ainoa tuuletusmahdollisuus on etelänsuuntainen ikkuna Virkatielle, voi tuuletusmahdollisuus olla tulevaisuudessa riittämätön, vaikka meluhaittaa ei edes huomioitaisi. Maalämpöjärjestelmän toteutus mahdollistaa vapaajäähdytyksen kaivoista, ja lämmönsiirto maaperään kesällä tukee kaivojen toimintaa ja estää niiden jäähtymistä.

Alla olevassa kaaviossa on esitetty alueen käyttövaiheen energiankulutus skenaariossa, jossa on toteutettu a-energiatalot sekä yllä esitetty maalämpöjärjestelmä.



Kaavio 7 Käyttövaiheen vuotuinen kaukolämmön, lämmityssähkön sekä muun sähkön kulutus alueella MIN

6.8. AURINKOPANEELIT

Nykyisten suunnitelmien mukaan alueelle on tulossa aurinkopaneeleja pysäköintitalon katolle noin 8 % alueen kattopinta-alasta

- Tuotto 210 MWh/a
- Hiilijalanjälki -240 tCO₂e/50 v. (huomioiden myös aurinkopaneelien valmistuksesta tulevat CO₂e-päästöt)

Alueelle tehtiin alustava aurinkosähkön potentiaaliselvitys

- Vaikutus käyttövaiheen energiaan A-energia, MLP + AP (B6) -46 % (verrattuna BAU)
 - Tuotto 789 MWh/a
 - Hiilijalanjälki -899 tCO₂e/50 v. (huomioiden aurinkopaneelien valmistuksesta tulevat CO₂e-päästöt)

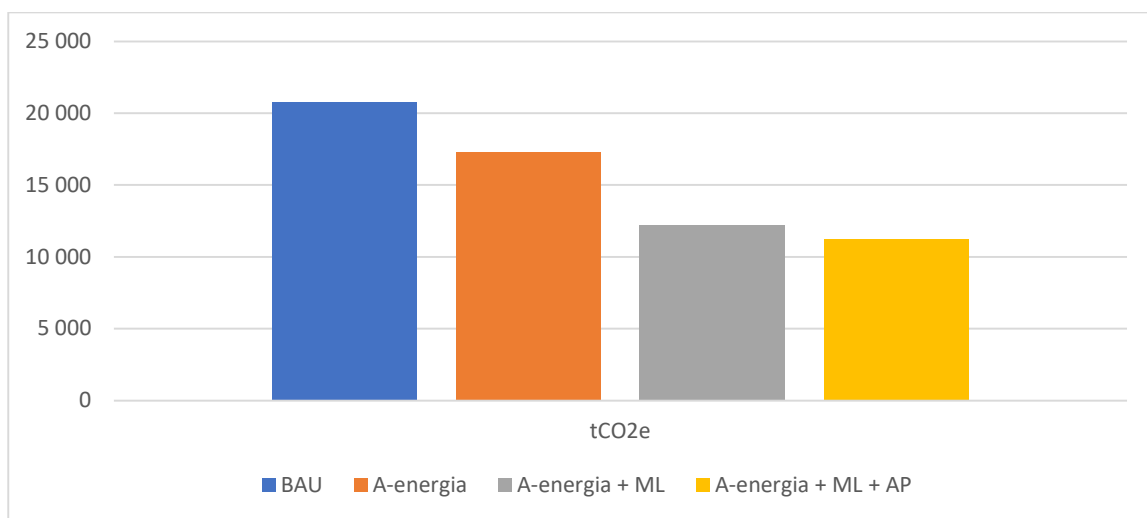
Aurinkopaneelien sijoituspaikoiksi tunnistettiin 40 % alueen kattopinta-alasta. Potentiaali laskettiin perustuen 30 % pinta-alaan, huomioiden tarve sijoittaa esim. ilmanvaihtokoneita rakennusten katoille. Havainnekuva aurinkopaneelien sijoittelusta on esitetty liitteessä 2, Havainnekuvat uusiutuvan energiantuotannosta alueella JM Muura. Kattopinta-ala sisältää itään, kaakkoon, etelään ja länteen suunnattuja harjakattoja sekä tasakattoja. Nämä katot ovat saavutettavan tuoton kannalta edullisimmat. Sopiviin ilmansuuntiin suunnatuista katoista tulee varmistaa, että nämä katot suunnitellaan riittävän vahvoiksi, jotta aurinkopaneelien asentaminen on mahdollista. Kattojen lisäksi erityisesti pysäköintitalon osalta tulisi pohtia mahdollisuutta hyödyntää myös julkisivuja aurinkopaneelien sijoittelussa ja pohtia mahdollisuuksia hyödyntää aurinkopaneelien sähköntuottoa sähköautojen lataamisessa kyseisessä pysäköintitalossa.

Aurinkopaneelien tarkempaa sijoittelua tehdessä tulee vielä tarkistaa, että tässä esitetyt sijainnit ovat sopivia muihin rakennuksiin nähden, eivätkä korkeammat rakennukset varjosta esim. sisäpihojen kattoja, joille aurinkopaneeleja olisi edullista sijoittaa. Harjakattojen kattokulmaa tulee pohtia myös suhteessa aurinkopaneelien tuottoon. Kesällä parempi sähköntuotto saadaan loivemmalla kattokulmalla, kun koko vuoden tuottoa optimoidessa

jyrkempi kattokulma on parempi. Vaihtoehto on myös pohtia, onko mahdollista toteuttaa paneeleja, joiden kulmaa voidaan säätää eri vuodenaikoina. Ennen aurinkosähköjärjestelmän mitoittamista tai kattokulmien määrittämistä tulee pohtia, miten aurinkosähkö pystytään hyödyntämään alueella parhaiten, tämä vaikuttaa siihen, millaista tuottoa kannattaa lähteä optimoimaan.

6.9. YHTEENVETO KÄYTTÖVAIHEEN ENERGIARATKAISUISTA

Alla olevassa kaaviossa on esitetty eri skenaarioiden vaikutus käyttövaiheen energiankulutuksen hiilijalanjälkeen (B6).



Kaavio 8 Eri energiaratkaisujen vaikutus alueen hiilijalanjälkeen 50 v. aikana

7. Liikenne

7.1. POLKUPYÖRÄPAIKAT

Asemakaavaluonnoksessa polkupyöräpaikkojen määräystaso on

- Asuminen 2 PP/asunto

Määräystasoa suositellaan harkittavaksi uudelleen, ja mahdollisuuksien mukaan kasvatettavaksi. Perheasunnoissa 2 PP/asunto on riittämätön ja paljon pyöräilevillä myös useamman kuin yhden polkupyörän omistaminen on mahdollista. Vaikka kalleimpia polkupyöriä usein säilytetään myös asunnoissa, tulisi pyrkiä tarjoamaan pysäköintimahdollisuudet, jotka ovat riittävän suuret, jotta ne eivät ruuhkaudu. Toteutettavan polkupyöräpaikka määrän tulisi vastata alueen liikennetavoitteita niin asumisen kuin työssäkäynninkin kannalta.

Luonnoksessa on myös määritelty, että paikkojen tulee olla helposti käytettäviä ja säältä suojattuja. Helppo käytettävyys tarkoittaa esimerkiksi

- PP sijoittaminen pihalle katoksiin

- PP sijoittaminen hyvin lukittuihin sisätiloihin joko rakennusten pohjakerroksissa tai pihavarastoissa, sekä helppokulkuisia reittejä (huomioiden esim. ovet) ulos pyörävarastoista
- Hyvät lukitusmahdollisuudet, runkolukitusmahdollisuus niin sisä-, kuin ulkotiloissa
- Selkeät ja turvalliset yhteydet pyöräilyreiteille säilytyspaikoista
- Pesu- ja huoltopiste
- Säilytystilat erikoispyörille kuten kuormapyörät

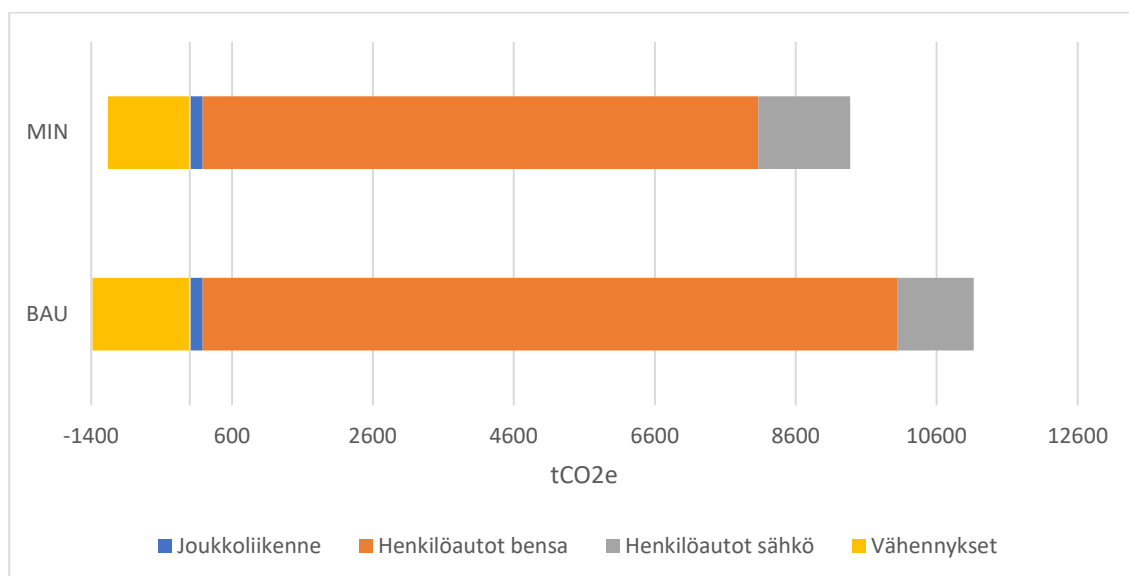
Pyöräpaikkoihin liittyville toimille ei ole laskettu hiilijalanjälkeen vaikuttavaa numeerista skenaariota, koska tavoitteiden toteutumiseen ja laskennassa käytettäviin lähtötietoihin sisältyy merkittäviä epävarmuuksia. Hyvä pyöräily- ja kävelyreittien suunnittelu tukee alueen ekologista, sosiaalista ja taloudellista kestävyyttä, ja tulisi huomioida tärkeänä osana alueen suunnittelua huolimatta hiilijalanjälkilaskennan epävarmuuksista.

7.2. AUTOPAIKAT

Alueen autopysäköinti on BAU skenaarion mukaisesti toteutettu eriytettynä pysäköintinä pysäköintitaloissa. Autopaikkamitoitukseen ei tässä skenaariotarkastelussa esitetä muutoksia. Asemakaavaluonnoksessa autopaikkojen määräystaso on

- Asuminen 1 AP/130 k-m² vähintään per 3 asuntoa
 - Vähennysmahdollisuus 15 %, jos nimeämättömät paikat
 - 1 vieraspaikka/1 500 k-m²
 - 1 AP/5 000 k-m² huolto- ja kotipalvelut (lyhyt)

Liikenteelle on laskettu skenario, jossa tarkastellaan sähköautojen käytön lisääntymistä niin, että sähköautoilla tehtyjen matkojen määrä tarkastelujakson aikana kasvaa 50 %:sta 60 %:iin. Skenaarion vaikutus hiilijalanjälkeen 50 v. aikana on 1 537 tCO₂e eli -16 %.



Kaavio 9 Alueen liikenteen päästöt 50 v. aikana BAU ja MIN skenaariossa

Skenaarion tarkoituksena on havainnollistaa sähköisen liikenteen päästövähennyspotentiaalia ja tarvetta kyetä vaikuttamaan liikennevalintoihin alueella, mikäli aluetta halutaan kehittää kohti hiilineutraaliutta. Mahdollinen toimenpide muutoksen aikaan saamiseksi on hitaiden latauspaikkojen toteuttaminen kaikkiin pysäköintitalon parkkipaikkoihin alusta alkaen. Skenaario sisältää merkittäviä epävarmuuksia niin päästökertoimen, matkalaskennan kuin autokannansähköistymisen osalta. Lisäksi omistajalla on rajalliset mahdollisuudet vaikuttaa rakennusten käyttäjien liikkumisvalintoihin. Liikenteen sähköistymiseen tarvittava tekniikka on kuitenkin olemassa, joten koska yksityisautoilu on alueella merkittävä päästölähde, tulee kaavavaiheessa pohtia myös keinoja liikenneratkaisujen päästöjen vähentämiseksi alueella.

Tehokkain tapa vähentää liikenteestä aiheutuvia päästöjä alueella on vähentää polttomoottoriajoneuvoliikenteen määrää esimerkiksi edistämällä kävelyä ja pyöräilyä tai julkisen liikenteen käyttöä. Alueella toteutettava eriytetyn pysäköinnin on arvioitu vähentävän ajoneuvoliikennettä alueella. Liikenteen optimoinnissa voidaan tutkia myös muita kuin suoraan käyttäjien liikkumisesta syntyvää liikennemäärää. Esimerkiksi jätteiden syväkeräyksellä voidaan vähentää roska-autojen tarvetta; syväkeräysastian kapasiteetti vastaa noin kahdeksaa jäteastiaa, jolloin tyhjennysvälit lyhenevät. Mikäli alueella löydetään useita keinoja, joilla liikennemäärää voidaan vähentää, voidaan saavuttaa merkittäviä hiilidioksidipäästövähennyksiä. Liikenteen vähentämisellä on myös muita etuja kuten meluhaitan väheneminen ja liikenteen sujuvoituminen.

8. Johtopäätökset

8.1. JOHTOPÄÄTÖKSET

Merkittävimmät hiilijalanjäljen osat ovat rakennukset ja tontit, energiankulutus sekä liikenne. Hankealue on asuin- ja palvelualue, joten ohjauksessa voidaan keskittyä yhden käyttötyyppin ohjaukseen.

Tarkastelun minimiskenaario sisältää päästövähennyksiä kolmessa kategoriassa

- A1-A5 Uudisrakennukset: lämpöpumppu työmaa, best practice betoni -ratkaisut materiaaleille asuintaloissa ja pysäköintitalossa / -20 %
- B6 Käyttövaiheen energia: A-energialuokka, maalämpö ja aurinkopaneelit / -40 %
- Liikenne: sähköautojen käytön edistäminen / -16 %
- Yhteisvaikutus elinkaaren hiilijalanjälkeen -25 %

Yksittäisenä toimenpiteenä maalämpöjärjestelmä tuottaa suurimman päästövähennyksen, mutta kaikilla lasketuilla päästövähennystoimilla on merkittävä vaikutus alueen hiilijalanjälkeen. Raportissa esitetyistä tuloksista tulkitessa tulee ymmärtää, että tulokset on laskettu alustavilla tiedoilla, jotka hankkeen tässä vaiheessa oli saatavilla. Laskennassa on käytetty lähtötietoina keskiarvoja ja laskennassa on tehty oletuksia ja yksinkertaistuksia. Laskenta ei näin ollen tuota tarkinta mahdollista tietoa alueen hiilijalan- ja hiilikädenjäljistä, vaan kuvaa suuruusluokkia, joita

eri päästölähteet tuottavat, sekä päästölähteiden kokoluokkia toisiinsa verrattuna. Tällainen tarkastelu tuottaa alustavat tulokset, joiden pohjalta tulee keskustella tavoitetasosta päästövähennyksille sekä keinoista, joilla tavoitteeseen päästään. Hankkeelle tulee tehdä jatkuvaa hiilijalanjälki- ja hiilikädenjälkiohjausta ja myöhemmässä vaiheessa eri osa-alueille tulee tehdä tarkemmat selvitykset pienempinä, esimerkiksi rakennuskohtaisina yksiköinä.

Selvityksen tuloksista tulee myös huomata, että vaikka minimiskenaariossa saavutetaan merkittävä 17 268 tCO₂e päästövähennys, alue ei ole hiilineutraali, vaikka toteutettaisiin kaikki esitetyt toimet, vaan alueellinen hiilineutraalius vaatii merkittävää jatkokehitystä. Laskelmassa alueen hiilikädenjälki on arvioitu perustuen aiempiin asuinkerrostalolaskelmiin noudattaen Ympäristöministeriön rakennusten hiilijalanjäljen arviointimenetelmän laskentaohjetta hiilikädenjäljelle. Hiilikädenjäljen optimointi tehdään usein hyödyntämällä merkittävästi puupohjaisia rakennusmateriaaleja alueella. Tarkastelussa ei ole laskettu minimiskenaariota puurakentamisella, koska merkittävää puurakentamista ei katsottu realistiseksi vaihtoehdoksi alustavien suunnitelmien perusteella. Toinen tapa optimoida hiilikädenjälkeä on materiaalien uudelleenkäyttö ja kierrätys. Rakennusten materiaalien hyödyntäminen elinkaaren lopussa on epävarmaa, riippuvaista sen aikaisesta tekniikasta sekä sisältää merkittävän kaksoislaskennanriskin. Todellisen kierrätys- ja uudelleenkäyttöasteen arviointi luotettavasti tässä vaiheessa on epävarmaa. Hiilikädenjäljen laskentaan aluerakentamisessa liittyy epävarmuuksia, minkä vuoksi tässä tarkastelussa on keskitytty rakennus- ja käyttövaiheen hiilijalanjäljen optimointiin. Elinkaaren alkuvaiheen optimointia tukee myös valtion asettama hiilineutraaliustavoite 2035. Myöhemmässä vaiheessa voi olla tarpeen tarkastella alueen hiilikädenjälkeä ja kompensatiomahdollisuuksia, mikäli hiilijalanjäljen leikkaukset eivät riitä mahdollistamaan alueen tavoitteita.

8.2. OHJAUSKEINOT: ASEMAKAAVAMÄÄRÄYKSET JA MAANKÄYTTÖSOPIMUSEHDOT

Asemakaavavaiheessa voidaan vaikuttaa esirakentamisen, infrarakentamisen, rakennusten ja tonttien, energiankulutuksen sekä liikenteen päästöihin. Esirakentamisen, infrarakentamisen ja liikenteen osalta suuremmat vaikutusmahdollisuudet ovat kuitenkin jo yleiskaavavaiheessa, jossa päätetään muun muassa toimintojen sijaintien ja alueiden rakennusmäärien päälinjat. Asemakaavavaiheessa mahdollisuudet vaikuttaa maaperän ja kasvillisuuden hiilivarastoihin ovat pienet.

Asemakaavavaiheen ohjauskeinoissa kannattaa keskittyä rakennusten ja tonttien sekä energiankulutuksen ohjaukseen suurimpien vaikutusmahdollisuuksien vuoksi. Hankealueella esi- ja infrarakentamisen päästöt olivat suhteessa uudisrakennusten A-vaiheeseen (BAU 45 %) sekä käyttövaiheeseen B4 ja B6 (BAU 35 %) päästöihin pienet, mutta liikenteen päästöt (BAU 14 %) olivat merkittävät, siksi myös liikenteen päästöjä tulisi mahdollisuuksien mukaan ohjata asemaakaavamääräyksillä ja maankäyttösopimusehdoilla.

Alla olevassa taulukossa on esitetty ehdotuksia asemakaavamääräyksiksi ja maankäyttösopimusehdoiksi, joilla voidaan edistää alueen vähähiilisyyttä. Ehdotukset eivät ole

valmiita määräyksiä, vaan esimerkkejä siitä, minkä kaltaisilla määräyksillä alueen vähähiilisyyttä voidaan ohjata. Ehdotuksista tulee käydä jatkokehityskeskustelua kaupungin ja omistajan välillä sopivien määräysten löytämiseksi.

Taulukko 3 Ehdotuksia asemakaavamääräyksiksi ja maankäyttö Sopimusehdoiksi

RAKENNUKSET	
Hiilijalanjalan raja-arvo	Asetetaan YM mukaisen laskennan perusteella raja-arvo rakennuksille, sis. vaiheet A1-5, B1-B4, B6 ja C1-C4. <i>Rakennuksen hiilijalanjalan tulee olla alle XX kgCO₂e / n-m², a</i> Mahdollisia arvoja esim. Helsingin kaupungin 16 kgCO₂e/nm², a, tai MIN skenaarion mukainen 14 kgCO₂e/nm², a tai <i>Hiilijalanjalan tulee olla alle XX kgCO₂e/asukas</i> Mahdollinen arvo esim. MIN skenaarion mukainen 660 Huom. kansallinen raja-arvo, joka tulee voimaan mahdollisesti 2025, ei ole vielä tiedossa. Kun kansallinen raja-arvo on tiedossa, on mahdollista ohjata alueita määräystasoa vähähiilisempään rakentamiseen.
Low carbon / vihreä betoni	<i>Betonirunkoisissa rakennuksissa tulee käyttää vähähiilistä betonia: Käytettävä vähähiilinen betoni on todennettava BY-vähähiilisyyyslaskurilla tai vastaavalla kolmannen osapuolen varmistamalla menetelmällä.</i> Kohteissa, joihin vähähiilinen betoni soveltuu, hiilijalanjälkeä voidaan ohjata paino%:ien ja/tai GWP.XX vähimmäistason kautta. Laskennassa käytetty GWP.70, vaatimusta mahdollista alentaa GWP.85. Hankkeen käynnistyessä myös GWP.55 voi olla saatavilla

	melko yleisesti, mutta tuotekehittelyyn liittyy epävarmuuksia.
Muuntojoustavuus	<i>Asunnot on suunniteltava niin, että ne ovat ilman suuria rakenteellisia muutoksia yhdistettävissä viereisiin asuntoihin.</i> <i>Asunnot on suunniteltava niin, että se sallii asuntojen sisäisen muunneltavuuden huonetiloja yhdistämällä tai lisäämällä.</i> Toteutus esim.: Asuntojen tilajärjestelyt toteutetaan muunneltaviksi kaikkien kiintokalusteiden ja kuivien tilojen kevyidenväliseinien osalta. Muuntojoustavuus ei koske märkätiloja eikä keittiön kalusteseinää. Muiden tilojen osalta kevyidenväliseinien tulee olla myöhemmin purettavissa ilman merkittäviä taloteknisiä lisätoita, jolloin asunnon huonetiloja tulee voida tarvittaessa yhdistää. Suurien huoneiden, kuten olohuone, tulee olla jaettavissa kevyellä väliseinällä. Ikkunamitoituksessa tulee huomioida jaettavuus.
Ilmastonkestävä rakentaminen	<i>Rakennusten suunnittelussa tulee huomioida ilmastonmuutoksen aiheuttamat muutokset rakennuksiin kohdistuvissa lämpökuormissa huomioiden ainakin keskilämpötilan nousun, lämpökuormituksen lisääntymisen sekä lämpötilanvaihteluiden lisääntymisen.</i> <i>Rakennusten julkisivuihin saa sijoittaa passiivisia aurinkosuojia.</i> <i>Vaaleiden katto- ja seinäpintojen osuus xx%</i> <i>Viheralueiden osuus xx%</i> <i>Asuinrakennuksiin tulee toteuttaa jäähdytys / Jäähdytysjärjestelmille tulee olla mietittynä varaukset rakennuksissa, joihin jäähdytystä ei toteuteta valmistumisvaiheessa.</i> <i>Rakennusten suunnittelussa tulee huomioida ilmastonmuutoksen aiheuttamat muutokset</i>

	<i>rakennuksiin kohdistuvissa sademäärissä huomioiden ainakin rankkasateiden lisääntyminen ja hulevesitulvat sekä lisääntyvä kosteusrasitus ja viistosaderasitus.</i> <i>Läpäisevät pinnat (esim. läpäisevä asfaltti ja viheralueet) pihalla xx % pinta-alasta.</i>
ENERGIA	
Uusiutuva energia: energiantuotto	<i>Asuinrakennusten energiantarve tulee osin tai kokonaan kattaa paikallisesti tuotetulla uusiutuvalla energialla. Uusiutuvan energiantuotanto voidaan toteuttaa rakennus- ja korttelikohtaisesti tai alueellisesti.</i> Laskennassa on arvioitu alueen energiantarve, mutta mikäli määräystaso halutaan asettaa siihen perustuvaksi, tulee ensin arvioida, mitkä tuotantomuodot ovat alueella varmasti toteutuskelpoisia ja onko maalämpökaivojen poraaminen tonttialueiden ulkopuolelle sallittua.
Uusiutuva energia: aurinkoenergia	<i>XX % idän - etelän - lännen välisistä katoista tulee suunnitella niin, että niille voidaan sijoittaa aurinkopaneeleja. xx% näiden kattojen pinta-alasta tulee sisältää aurinkopaneelivaraus valmistumisen yhteydessä (kattopollarien jne. sijoittelu niin, että aurinkopaneelien asentaminen on mahdollista ilman lisätöitä).</i> Esim. 5–30 %. Huom. ei toimi rakennuskohtaisena sellaisenaan. Tulee harkita ja suunnitella yhdessä korttelikohtaisen uusiutuvan energiantuotannon kanssa, mikäli päädytään aurinkosähköntuotantoon. <i>xx % rakennusten kiinteistösähköstä tulee kattaa paikallisesti tuotetulla uusiutuvalla energialla.</i> Suositeltu prosenttiluku 15–50 % välillä.
Uusiutuva energia: maalämpö	<i>Lämpöpumpujen käyttömahdollisuus työmaalla sekä asuinrakennusten lämmityksessä ja jäähdytyksessä alueella tulee selvittää.</i>

	Huom. pitää varmistaa, onko toteutus mahdollinen.
Energiatehokkuus	<i>Asuinrakennusten e-luvun tulee olla XX % määräystasoa parempi.</i> Voidaan ohjata esim. a-energialuokkaan -17 %. tai esim. -10 %.
LIIKENNE	
Sähköautot	<i>Kaikkiin pysäköintitalon autopaikkoihin toteutetaan hidaslatausmahdollisuus heti valmistumisvaiheessa.</i> <i>50 % pysäköintitalon autopaikoista toteutetaan hidaslatausmahdollisuus valmistumisvaiheessa.</i> <i>10 % pysäköintitalon autopaikoista toteutetaan vähintään 11 kW tehon lataus ja 10 % hidaslataus valmistumisvaiheessa.</i> Huom. yhden tai useamman asuinrakennuksen pysäköintitalojen osalta laki edellyttää pysäköinnin järjestämiseen tarkoitetun uuden pysäköintitalon toteutusta latauspistevalmiudella siten, että jokaiseen pysäköintipaikkaan voidaan myöhemmin asentaa latauspiste.
Polkupyöräpaikat	<i>Asuinrakennusten polkupyöräpaikkamitoituksessa on kiinnitettävä erityistä huomiota rakennuksiin, joissa on paljon perheasuntoja.</i> <i>Polkupyöräpaikkoja tulee sijoittaa lukittuihin sisätiloihin sekä katettuihin ulkotelineisiin. Kaikki polkupyöräpaikat tulee varustaa telineellä, jossa on runko- ja pyörälukitusmahdollisuus.</i> <i>Sisätiloissa tai ulkovarastoissa sijaitsevien polkupyöräpaikkojen käytettävyyden tulee varmistaa riittävän leveillä kulkureiteillä sekä helppokäyttöisillä ovilla.</i>



Kuva: JKMM Arkkitehdit Oy

JM Muura

JM Suomi Oy

P3020
16.10.2023

ESIPUHE

Tässä raportissa on arvioitu Vantaan Veromiehen kaupunginosaan Muuran alueelle suunnitteilla olevaan neljän asuinkerrostalokortteliin kohdistuvia ilmastonmuutoksen aiheuttamia fyysisiä riskejä, haavoittuvuutta ja mahdollisia suosituksia riskeihin varautumiseen. Työn lähtökohtana on Vantaan kaupungin vaatima hiilineutraalisuusselvityksen kohta "Ilmastokestävän rakentamisen toteutusmahdollisuudet".

Selvityksessä on mukailtu EU-taksonomian vaatimuksia ilmastoriskien tarkasteluun. Selvityksessä esitetyt näkemykset ja tulkinnot perustuvat tämänhetkiseen parhaimpaan saatavilla olevaan tietoon ja Raksystemsien asiantuntijoiden parhaaseen harkintaan ja osaamiseen.

Yhteyshenkilöt Raksystemsillä ovat olleet:

Noora Virta
Johtava asiantuntija, tiimipäällikkö
+358 40 771 1745
noora.virta@rakersystems.fi

Kaisa Nyberg
Asiantuntija
+358 40 827 6482
kaisa.nyberg@rakersystems.fi

Rakersystems
Vetotie 3
16100 Vantaa

SISÄLLYSLUETTELO

ESIPUHE	2
SISÄLLYSLUETTELO.....	3
1. YHTEENVETO.....	4
2. ILMASTORISKIEN JA HAAVOITTUVUUDEN ARVIOINTI	5
2.1. PROSESSI	5
2.2. KÄYTETTY ILMASTOENNUSTEDATA	5
3. KESKEISTEN FYYSISTEN ILMASTORISKIEN MÄÄRITTELY	7
3.1. LÄMPÖTILAAN LIITTYVÄT RISKIT	8
3.2. TUULEEN LIITTYVÄT RISKIT	10
3.3. VETEEN LIITTYVÄT RISKIT	11
3.4. MAAMASSOIHIN JA MAAPERÄÄN LIITTYVÄT RISKIT	14
4. ARVIOINTI JA SUOSITUKSIA KOhteILLE.....	16
4.1.1. PERUSTIEDOT	16
4.1.1. KESKEISIMMÄT FYYSISET ILMASTORISKIT	17
4.1.2. SUOSITUKSET ILMASTONMUUTOKSEEN SOPEUTUMISEEN	18
LÄHTEET	19

1. Yhteenveto

Tässä raportissa tarkasteltiin ilmastonmuutoksen aiheuttamia fyysisiä riskejä ja haavoittuvuutta sekä arvioitiin mahdollisia sopeutumisratkaisuja Vantaan Veromiehen kaupunginosaan Muuran alueelle suunnitteilla oleviin neljään asuinkerrostalokortteliin. Asuinkorttelien tonttnumerot ovat 52145, 52146, 52147 ja 52148. Kolmella tonteista on kahdeksan asuinkerrostaloa ja yhdellä tontilla on viisi asuinkerrostaloa sekä erillinen pysäköintitalo. Rakennukset ovat korkeudeltaan 5–8 kerroksisia. Kansilehdellä on esitetty havainne asemapiirustus tarkasteltavista kortteleista.

Lähtötietoina työssä käytettiin julkisia lähteitä ja ilmastoennusteita sekä kiinteistökohtaisia aineistoja ja suunnitelmia. Työ suoritettiin työpöytäkartoituksena, eikä tarkasteltavalla alueella ole käyty. Ilmastoriskien ja haavoittuvuuden arviointi toteutettiin Euroopan komission ohjeistuksen mukaisesti perustuen parhaisiin saatavilla oleviin ilmastoennusteisiin ja -malleihin sekä kohdekohtaisiin ominaisuustietoihin. Arvioinnin tuloksena tunnistettiin mahdolliset kohteelle kohdistuvat merkittävimmät fyysiset ilmastoriskit, joiden vähentämiseksi ehdotettiin suositeltuja toimenpiteitä.

Selvityksen perusteella alueelle kohdistuvat merkittävimmät ilmastoriskit liittyvät pääasiassa lämpötilaan ja veteen. 2050-luvulle mentäessä keskilämpötilan sekä vuorokauden ylimmän lämpötilan ennustetaan kasvavan huomattavasti. Näihin on hyvä varautua jo suunnittelussa kiinnittämällä huomiota julkisivujen ja kattojen väriytykseen sekä viheralueiden määrään lämpösaarekeilmiön vähentämiseksi. Myös auringonsuojauksilla, varjostuksilla sekä rakennuksen käyttötarkoituksella on vaikutusta tulevaisuuden jäähdytystarpeeseen.

Sademäärien, sadepäivien määrän, rankkasateiden voimakkuuden sekä suhteellisen kosteuden ennustetaan kasvavan aiheuttaen hulevesitulvariskin kasvua. Riskiä lisäävät rakennusten sijainti tiiviisti rakennetulla kaupunkialueella, jossa on runsaasti vettä läpäisemättömiä pintoja. Myös tasakatot lisäävät hulevesitulvariskien kasvua, mikäli hulevesijärjestelmien kapasiteetti ei ole riittävä. Lämpötilan ja veden aiheuttamat riskit voivat konkretisoitua kiinteistöissä vaikuttamalla käyttäjien viihtyisyyteen ja terveyteen sekä rakenteiden kestävyys, turvallisuuteen ja ulkonäköön. Taloudellisesti riskien konkretisoituminen voi näkyä muun muassa käyttö- ja ylläpitokustannusten kasvuna, korjaustarpeen lisääntymisenä ja tilojen vajaakäyttönä.

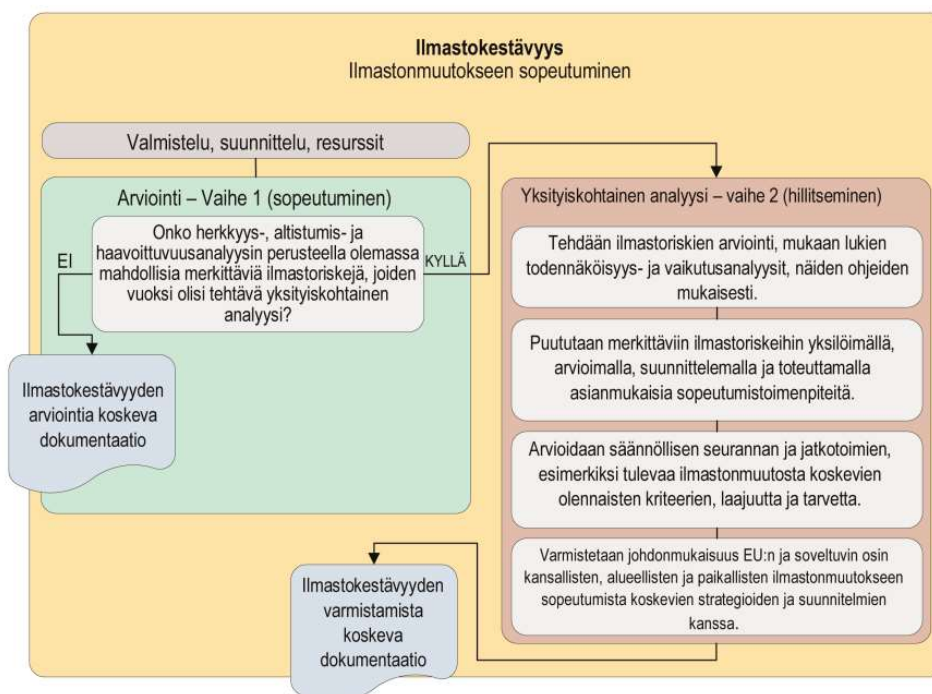
Selvityksen perusteella kohteille esitettiin suosituksia ilmastonmuutokseen sopeutumiseksi. Suosituksissa nousi esille mm. vaaleiden julkisivupintojen ja kattojen suosiminen, tulevaisuuden jäähdytystarpeen tarkastelu ja jäähdytykseen varautuminen sekä hulevesijärjestelmien kapasiteetin riittävyyden tarkastelu tulevaisuuden sademäärillä. Tarkemmat riskiarviot ja sopeutumisratkaisut on esitetty raportin kappaleessa 4.

2. Ilmastoriskien ja haavoittuvuuden arviointi

2.1. Prosessi

Tämän raportin ilmastoriskien ja haavoittuvuuden arviointiprosessi on toteutettu Euroopan komission syyskuussa 2021 julkaisemaa tiedonantoa ”Tekniset ohjeet infrastruktuurin ilmastokestävyyden varmistamisesta vuosina 2021–2027” mukaillen (Euroopan komissio, 2021). Ohjeen antama malli soveltuu hyvin rakennusten ilmastoriskien ja haavoittuvuuden tarkasteluun. Tarkempi kuvaus ohjeellisesta arviointiprosessista on esitetty kuvassa 1.

Yleisesitys ilmastomuutokseen sopeutumiseen liittyvästä prosessista ilmastokestävyyden varmistamisen osalta



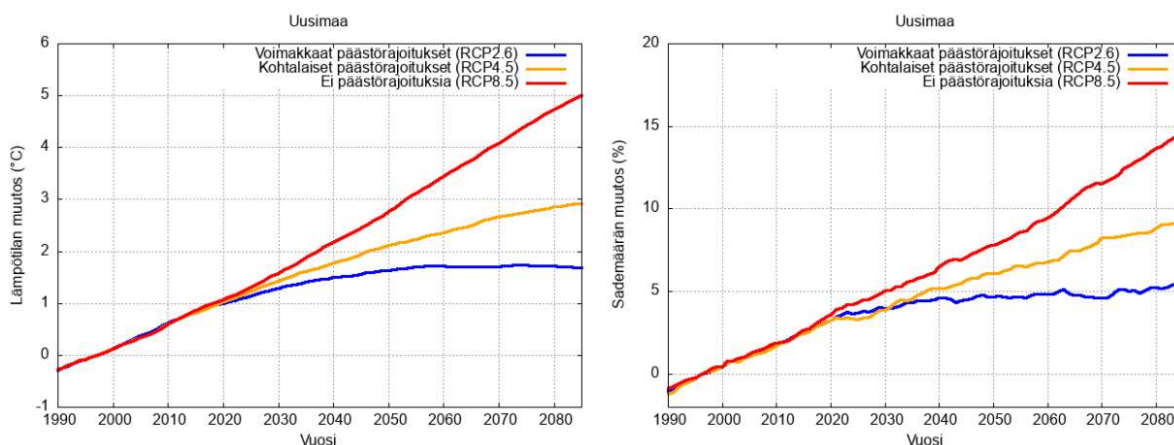
Kuva 1 Ilmastoriskien ja haavoittuvuuden arvioinnin prosessi

2.2. Käytetty ilmastoennustedata

EU-taksonomian kriteeristö velvoittaa, että ilmastoriskin ja haavoittuvuuden arviointi on suhteutettava taloudellisen toiminnan laajuuteen ja sen odotettuun elinkaareen. Kun kyse on uusien rakennusten rakentamisesta, on toiminnan odotettu elinkaari vähintään 50 vuotta. Yksittäisen rakennuksen käyttövaiheen elinkaari on yleisesti kuitenkin tätä huomattavasti pidempi. Toimintaa, jonka elinkaari on yli 10 vuotta, tulisi tarkastella korkeimman mahdollisen erottelutarkkuuden omaavilla ilmastoennusteilla, jotka vastaavat tarkasteltavan toiminnan elinkaarta. Näin ollen rakennus- ja kiinteistöalalla ilmastoriskin ja haavoittuvuuden arvioinnissa tulisi taksonomian kriteeristön mukaisesti hyödyntää korkeimman mahdollisen erottelutarkkuuden ilmastoennusteita nykyisissä tulevaisuuden skenaarioissa.

Nykyisillä tulevaisuuden skenaarioilla viitataan IPCC:n kasvihuonekaasujen pitoisuuksien mahdollisiin kehityskulkuihin (eng. Representative Concentration Pathway, RCP). IPCC:n viidennessä arviointiraportissa annettiin neljä mahdollista kehityskulkua: RCP 2.6, RCP 4.5, RCP 6.0 ja RCP 8.5. RCP 6.0 ja RCP 8.5. Näistä RCP 8.5 kuvaa skenaarioita, jossa päästöihin ei onnistuta tekemään merkittäviä vähennyksiä. Euroopan komission ”Tekniset ohjeet infrastruktuurin ilmastokestävyyden varmistamisesta vuosina 2021–2027” raportin mukaan on tarkoituksenmukaista käyttää RCP 6.0 ja RCP 8.5 skenaarioita 2100 vuoteen ulottuvissa ennustuksissa ja alustavissa arviointityyppisissä riskianalyseissa. (Euroopan komissio, 2021)

Tässä työssä käytetyt ilmastoennusteet pohjautuvat pääasiassa Suomen Ilmastopaneelin raporttiin ”Ilmastomuutokseen sopeutumisen ohjauskeinot, kustannukset ja alueelliset ulottuvuudet”. Raportissa arvioitiin eri RCP skenaarioiden kautta ilmastomuutoksen vaikutusta Suomen sekä tarkemmin Uudenmaan ilmastoon. Kuvassa 2 esitetään lämpötilan sekä sademäärien ennustetta eri RCP skenaarioilla vuoteen 2080 mennessä.



Kuva 2 Eri RCP skenaarioiden vaikutukset lämpötilaan ja sademääriin 2080 luvulle mentäessä

Lisäksi Ilmastopaneelin raportissa esitettiin useista lähteistä ja tutkimuksista koostuva kattava yhteenveto sää- ja ilmastotekijöiden muutoksia Uudellamaalla 2050-luvulle mentäessä. (Kuva 3).

++	Lisääntyy/kasvaa huomattavasti	+	Lisääntyy/kasvaa	/	Ei juurikaan muutosta	()	Muutos epävarma
--	Vähenee huomattavasti	-	Vähenee	*	Ei osata sanoa tai merkityksetön		
Uusimaa							
Muuttuja	Talvi	Kevät	Kesä	Syysy	Vuosi	1991-2020 ja 1981-2010 vertailu ja huomioita	
Keskilämpötila	++	++	+	++	++	Jakso 1991-2020 0,6°C lämpimämpi kuin 1981-2010.	
Sademäärä	+	+	/	+	+	Jakson 1991-2020 vuotuinen keskimääräinen sademäärä on likimain sama kuin 1981-2010.	
Termisen vuodenajan pituus	--	+	+	+	*	Talvi lyhenee >50 vuorokaudella 2050-luvulle mentäessä, muut vuodenajat pitenevät 10... 20 vrk:lla.	
Vuorokauden ylin lämpötila	++	++	+	++	++	Jakson 1991-2020 vuorokauden keskimääräinen ylin lämpötila on noin 0,5°C korkeampi kuin 1981-2010.	
Vuorokauden alin lämpötila	++	++	+	++	++	Jakson 1991-2020 vuorokauden keskimääräinen alin lämpötila noin 0,5°C korkeampi kuin 1981-2010.	
Pakkaspäivien määrä	-	--	-	--	--	Jaksolla 1991-2020 pakkaspäivien keskimääräinen vuosimäärä on vähentynyt noin 6 päivällä verrattuna 1981-2010.	
Lumi	--	--	*	--	--	Lumensyvyys vähentynyt noin 3 - 5 cm / vuosikymmen, ja pysyvän lumen esiintyminen myöhästynyt noin 4 vrk/vuosikymmen.	
Sadepäivien määrä	+	()	-	()	+	Suurta vuosien välistä vaihtelua.	
Rankkasateiden voimakkuus	+	+	+	+	+	Ilmastomuutoskerroin on vuorokausisateille 1,25–1,3 ja tuntisateille 1,35–1,5.	
Suhteellinen kosteus	+	/	/	/	+	Ei merkittävää havaittua muutosta.	
Tuulen nopeus	+	+	/	/	/	Ei merkittävää havaittua muutosta.	
Roudan määrä	--	--	*	*	--	Kantavan roudan aika talvisin on koko maassa vähentynyt n. 7 päivää per vuosikymmen.	

Kuva 3 Sää- ja ilmastoriskien muutokset Uudellamaalla 2050-luvulle mentäessä.

Suomen ilmastopaneelin kattavan raportin lisäksi työssä käytettiin julkisia lähteitä ja raportteja sekä avoimia paikkatietoaineistoja meritulva- ja hulevesiriskien sekä maaperään liittyvien riskien arvioimiseksi. Työssä hyödynnettiin Raksystems Oy:n asiantuntija-arvioita siitä, miten rakennuksen eri ominaisuudet vaikuttavat ilmastoriskien merkittävyyteen kohteissa. Arviointi toteutettiin riskienarvioinnin työpajana Raksystems Oy:n asiantuntijoiden kesken.

3. Keskeisten fyysisten ilmastoriskien määrittely

EU-taksonomiassa keskeiset tarkasteltavat ilmastoriskit on jaettu neljään kategoriaan: lämpötilaan, tuuleen, veteen sekä maamassoihin ja maaperään liittyviin riskeihin. Lisäksi riskit on luokiteltu kroonisiin ja akuutteihin riskeihin. Äkillisistä akuutteista riskejä ovat esim. voimakkaat sateet tai lämpöaallot ja pidemmän aikavälin kroonisia muutoksia ovat esim. lämpötilojen ja tuuliolojen muutokset. Kaikki EU-taksonomian delegoidussa asetuksessa esitetyt riskit eivät kuitenkaan kosketa rakennus- ja kiinteistöalaa Suomessa.

	Lämpötilaan liittyvät	Tuuleen liittyvät	Veteen liittyvät	Maamassoihin ja maaperään liittyvät
Krooniset	Lämpötilan muutokset (ilma, makea vesi, merivesi)	Tuuliolojen muutokset	Sadeolojen ja -tyyppien muutokset (vesisade, raekuurot, lumitai jäätävä sade)	Rannikon eroosio
	Lämpökuormitus		Sademäärien tai hydrologinen vaihtelu	Maaperän huonontuminen
	Lämpötilan vaihtelut		Valtamerten happamoituminen	Maaperän eroosio
	Ikiroudan sulaminen		Meriveden intruusio	Vettyneen rinnemaan valuminen
			Merenpinnan kohoaminen	
Akuutit			Vesistressi	
	Lämpöaalto	Hirmumyrsky, hurrikaani, taifuuni	Kuivuus	Lumivyöry
	Kylmyysaalto/halla/pakkanen	Myrsky (myös lumimyrsky, pöly- ja hiekkamyrsky)	Voimakas sade (vesisade, raekuurot, lumitai jäätävä sade)	Maanvyörymä
	Maastopalo	Pyörremyrsky	Tulva (rannikko-, joki-, hulevesi- ja pohjavesitulva)	Maansortuma
			Jäätikköjärven purkautuminen	

Kuva 4 Ohjeellinen luettelo yleisimmistä fyysisistä ilmatoriskeista, jotka olisi vähintään otettava huomioon ilmatorisken ja haavoittuvuuden arvioinnissa.

Tarkasteltavien kiinteistöjen keskeisiä ilmatoriskejä on arvioitu pääosin perustuen Vantaan, Helsingin ja Uudenmaan saatavilla oleviin parhaisiin ilmastoennusteisiin. Arvioinnissa on hyödynnetty Valtioneuvoston kanslian (2018) julkaisemaan raporttia "Sää- ja ilmatorismit Suomessa – Kansallinen arvio" sekä Helsingin kaupungin (2018) julkaisemaa raporttia "Sään ja ilmastonmuutoksen aiheuttamat riskit Helsingissä".

Keskeisiä kiinteistöille kohdistuvia ilmatoriskejä on esitetty riskikategorioittain alaluvuissa 3.1.–3.4.

3.1. Lämpötilaan liittyvät riskit

Lämpötilaan liittyvistä riskeistä keskeisimpiä ovat:

- keskilämpötilan nousu
- lämpökuormituksen lisääntyminen
- lämpötilan vaihteluiden lisääntyminen
- akuuttien lämpö- tai kylmyysaaltojen lisääntyminen

Ikiroudan sulaminen ei ole oleellinen ilmatorisken rakennus- ja kiinteistöalan näkökulmasta Suomessa. Ikiroutaa esiintyy jatkuvana, epäjatkuvana ja paikoittaisena Lapin pohjoisosissa palsaosilla ja korkeiden tuntureiden laella.

Läheisen sijainnin vuoksi Vantaata koskevat samat ilmatorismit lämpötilan osalta, kuin Helsinkiä, joten alla esitetty arvio lämpötilaan liittyvistä ilmastoskenaariosta Helsingissä v. 2050 mennessä (RCP8.5 päästöskenaariolla)

Krooniset	
Lämpötilan muutokset	Keskilämpötila nousee 3,4 astetta verrattuna 1971–2000

Lämpökuormitus	Lisääntyy. Talvi lyhenee > 50 vuorokaudella ja muut vuodenajat pitenevät 10–20 vuorokaudella. Lämpösaarekeilmiö korostuu kantakaupungissa.
Lämpötilan vaihtelut	Vuorokauden ylin ja alin lämpötila kasvavat merkittävästi
Ikiroudan sulaminen	Ei ikiroutaa. Yleisesti roudan määrä vähenee huomattavasti.
Akuutit	
Lämpöaalto	Lisääntyvät, riski helleaalloille kasvaa
Kylmyysaalto	Kylmyyden aiheuttamat riskit pienenevät
Maastopalo	Ei sijainnin vuoksi suurta vaikutusta.

”Sään ja ilmastonmuutoksen aiheuttamat riskit Helsingissä” -raportti nostaa lämpötilaan liittyvistä riskeistä esiin ilmastonmuutoksen aiheuttamat korkeammat ääri- ja keskilämpötilat kesällä. Riski konkretisoituu etenkin ilmastoimattomissa sisätiloissa. Valtioneuvoston kanslian (2018) raportti ”Sää- ja ilmastoriskit Suomessa – Kansallinen arvio” nostaa riskeihin kaupunkien lämpösaarekeilmiön. Lämpösaarekeilmiöön vaikuttavat etenkin rakennetun ympäristön ominaisuudet kuten kaupunkirakenteen pinta-ala ja tiiviys, viheralueet, vesistöt, liikenne ja energian käyttö. Myös ilmastonmuutoksen osuutta lämpösaarekeilmiöön on tutkittu, mutta vaikutuksista ei vielä ole riittävästi tietoa riskien arvioimiseksi. Lämpösaarekeilmiö vaikuttaa kuitenkin tuloilman lämpötilaan, jolla on suuri lämmittävä vaikutus rakennuksen sisälämpötilaan. Yleisesti ilmastonmuutoksen ennustetaan kuitenkin lisäävän rakennusten jäähdytystarvetta myös kaupunkirakenteen ulkopuolella ja jäähdytystarpeen uskotaan kasvavan jopa 5–6 kertaiseksi vuosisadan loppuun mennessä. Ilmatieteenlaitoksen selvityksessä osana EU:n rahoittamaa URCLIM-hanketta tutkittiin pääkaupunkiseudun lämpöolosuhteiden muutosta ilmastonmuutoksen (RCP 8.5 skenaario) sekä tiivistyvän kaupunkirakenteen takia. Selvityksen mukaan kohtalaisen kuumarasituksen tunnit kesällä lähes kaksinkertaistuvat ja ankaran kuumuusrasituksen tunnit yli kolminkertaistuvat 2050-luvulle mennessä. Kuumarasitus lisää erityisesti ikääntyneiden ja pitkäaikaissairaiden terveysriskejä, mutta nostaa myös rakennusten energiankulutusta jäähdytystarpeen kasvaessa. (HSY, 2022)

Työn ilmastoriskien- ja haavoittuvuuden arvioinnissa tarkasteltiin kohteen kykyä kestää nousevia lämpötiloja ja pitkittyvää kuumuusrasitusta tarkastelemalla rakennusten talo- ja rakennusteknisiä ominaisuuksia ja arvioimalla ominaisuuksien vaikutusta rakennuksen kykyyn sopeutua lämpötilaan liittyviin riskeihin. Lämpötilaan liittyvien riskien arvioinnissa tarkasteltiin seuraavia kiinteistön ominaisuuksia:

- Jäähdytysjärjestelmän laajennustarve
- Katon ja julkisivun väri

- c) Rakennusten aurinkosuojaus esim. sälekaihtimet ja lipat
- d) Suuret lasipinnat tai ikkunat erityisesti etelän suuntaan
- e) Kiinteistöjen varjostus naapurikiinteistöistä tai puista
- f) Lämpötilojen seuranta rakennusautomaatiossa
- g) Haavoittuvat käyttäjät rakennuksissa

3.2. Tuuleen liittyvät riskit

Ilmastoskenaarioiden perusteella keskimääräiset tuulennopeudet muuttuvat Vantaalla hyvin vähän. RCP8.5-skenaarion mukaisesti vuosisadan puoliväliin asti prosentuaalinen muutos keskimääräisissä tuulennopeuksissa on vain muutaman prosentin luokkaa. Tuuliolojen muutosta on vaikeampi ennustaa, kuin esimerkiksi lämpötilojen muutosta ja tästä syystä osa ilmastomalleista arvioi lähes 10 % kasvavia tuulennopeuksia, kun taas osa arvioi samansuuruista alenemista.

Krooniset	
Tuuliolojen muutokset	Ei merkittävää muutosta.
Akuutit	
Hirmumyrsky, hurrikaani, taifuuni	Ei relevanttia
Myrskyt (lumi ja hiekka)	Lumimyrskyt ja kinostuminen todennäköisesti vähenevät
Pyörremyrskyt	Ei relevanttia

Tuuleen liittyvistä riskeistä Suomessa ei esiinny hirmumyrskyjä, mutta pyörremyrskyjä eli trombeja havaitaan Suomessa etenkin maan itäosassa sekä eteläisillä ja lounaisilla merialueilla. Trombit voivat aiheuttaa vaurioita myös rakennuksille, mutta niiden vaikutuksia on vaikea ennustaa johtuen trombien lyhytikäisyydestä. Trombien esiintyvyys Suomessa on noin 14 kappaletta vuosittain ja ne ovat suurimmaksi osaksi voimakkuudeltaan F1-luokkaa tai heikompia. Tuuliolojen krooniset muutokset vaikuttavat meriveden pinnan nousuun (Ilmatieteenlaitos 2014).

Tuulivahinkoja syntyy, kun tuulen puuskat yltyvät yli 20 metriin sekunnissa. Tällaisia puuskia syntyy esimerkiksi ukkoskuurojen yhteydessä ja niitä voi olla useampana päivänä kesässä. Pahimmissa ukkospuuskissa tuulen nopeus voi yltyä jopa 50 m/s, mutta näitä esiintyy vain päivänä tai parina kesässä ja ne rajoittuvat hyvin pienikokoisille alueille. (Ilmatieteenlaitos 2021). Vaikka edellä mainittuja puuskia syntyy vain harvoin ja melko pienille alueille kerrallaan, on niihin kuitenkin varauduttava.

Talvisin on huomioitava lumen painosta aiheutuva kuorma katolla. Tasakatolta lumet eivät valu pois itseksään, jolloin katolle voi kertyä suuriakin määriä lunta kuormittamaan kattoja. Runsaslumisina talvina lumia voidaan joutua pudottamaan katolta, jottei kuormitus katolla kasva liian suureksi. Toisaalta taas vinokattojen alapuolella on otettava huomioon, ettei katolta

itseksään putoavat lumet aiheuta vaaraa ohikulkijoille. Vaikka lähihistoriassa onkin useita runsaslumisia talvia, ovat lumikuorman aiheuttamat riskit kuitenkin tulevaisuudessa todennäköisesti vähenemään päin, koska ilmastonmuutos aiheuttaa talvien leudontumista, mikä tarkoittaa vähälumisempia talvia.

Tuuleen liittyvien riskien arvioinnissa tarkasteltiin seuraavia kiinteistön ominaisuuksia:

- Tuulelle alttiit rakenteet ja rakennusten korkeus verrattuna ympäristöön
- Lumikuormalle alttiit paikat katolla (kinostuminen)
- Katolta tippuva lumi ja jää

3.3. Veteen liittyvät riskit

Keskeisimpiä veteen liittyviä tunnistettuja riskejä ovat:

- rankkasateiden aiheuttamat hulevesitulvat erityisesti kaupunkialueella, jossa on tiivis kaupunkirakenne ja paljon vettä läpäisemättömiä pintoja.
- Lisääntyvä rakennusten kosteusrasitus ja viistosaderasitus

Veteen liittyvistä riskeistä valtamerien happamoituminen, meriveden intruusio eli meriveden tunkeutuminen pohjaveteen ja jäätikköjärven purkautuminen eivät aiheuta merkittäviä riskejä rakennus- ja kiinteistöalalle Suomessa.

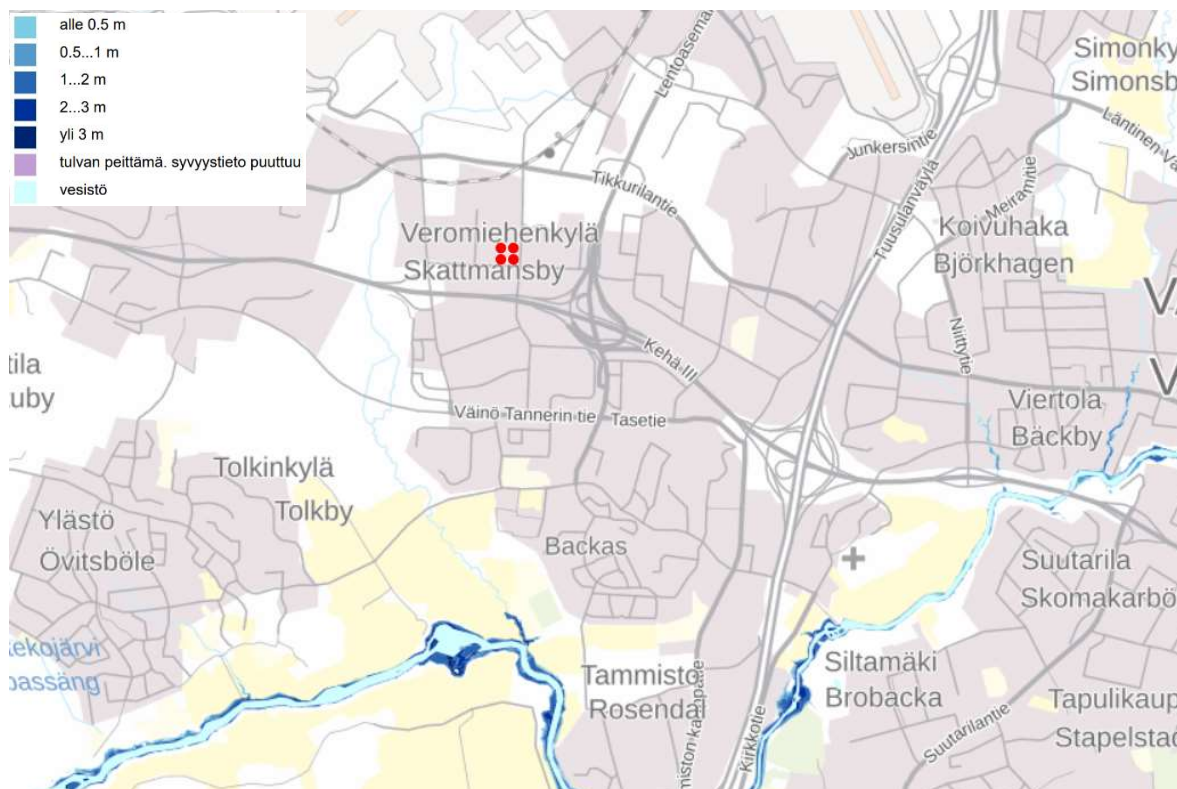
Arvio veteen liittyvistä ilmastoskenaariosta Vantaalla v. 2050 mennessä (RCP8.5 päästöskenaariolla)

Krooniset	
Sadeolojen ja -tyyppien muutokset	Vuonna 2050 sade tulee entistä enemmän vetenä myös talvella. Keskimääräinen sademäärä nousee 6,9–11 % verrattuna ajanjaksoon 1971–2000.
Valtamerten happamoituminen	Ei relevanttia
Meriveden intruusio	Ei relevanttia
Merenpinnan kohoaminen	Merivedenpinnan nousu 5–30 cm 2050 mennessä. Ilmastomuutoksen johdosta nouseva meriveden pinta lisää meritulvariskiä rannikolla jonkin verran.
Akuutit	
Kuivuus	Ei relevanttia
Voimakas sade	Rankkasateiden arvioidaan voimistuvan vuorokausisateen osalta noin 25–30 % ja tuntisateen osalta jopa 35–50 % vuoteen 2050 mennessä (jaksoon 1971–2000 verrattuna). Voimistuvien rankkasateiden seurauksena hulevesitulvariski Vantaalla todennäköisesti kasvaa
Tulvat	Nouseva meriveden pinta lisää meritulvariskiä jonkin verran.

	Hulevesitulvariski erityisesti kantakaupungissa. Vesistötulva Vantaalla aiheutuu rankkasateista ja lumen sulamisesta. Tulvivia vesistöjä ovat erityisesti Vantaanjoki, sen sivuhaarat, Keravanjoki ja pienet purot.
--	---

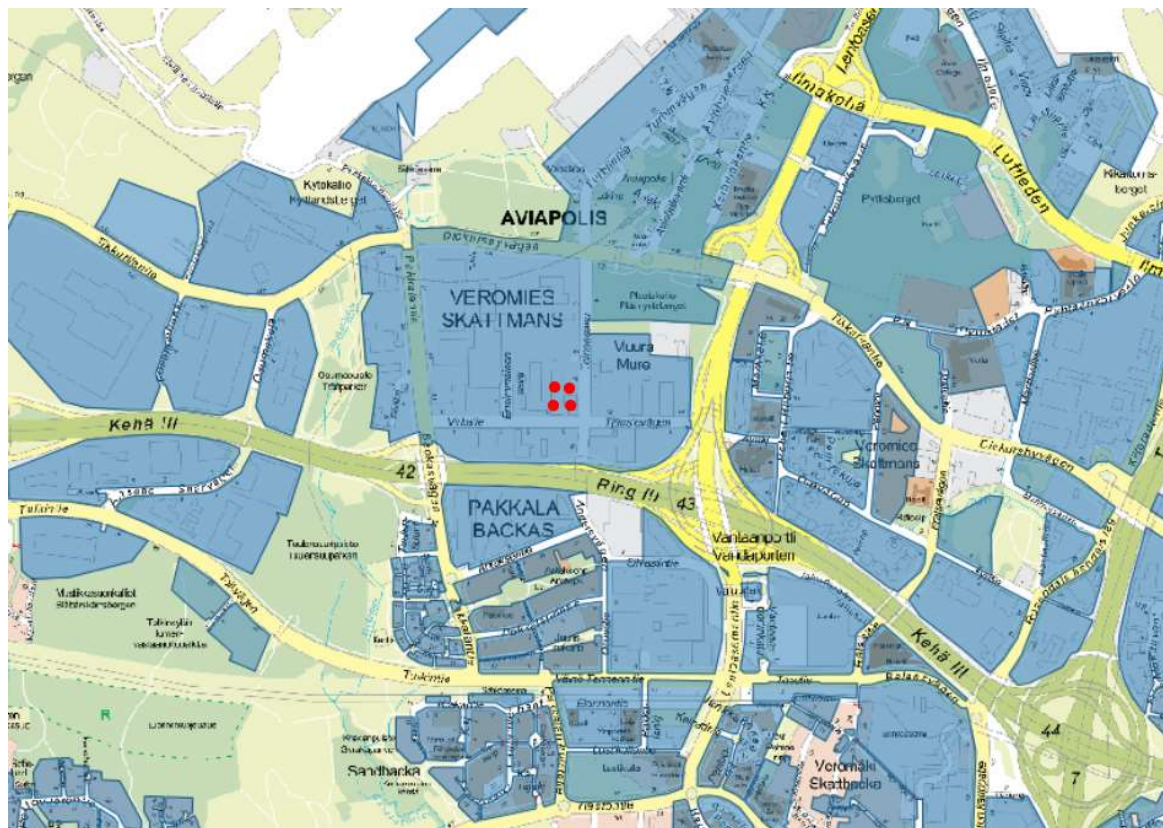
Veteen liittyvistä riskeistä rakennusten kosteusrasituksen odotetaan kasvavan ilmastonmuutoksen vaikutuksesta. Lisääntyvät kosteushaitat muodostavat riskin niin nykyiselle kuin tulevalle rakennuskannalle koko Suomessa. Riskien odotetaan lisääntyvän sateisuuden kasvaessa ja lumisateiden muuttuessa vesisateiksi. Rakenteiden kosteusrasituksen kasvu lisää mikrobien kasvua ja betonirakenteiden terästen korroosiota. Lisäksi rakennuksille veteen liittyvä ilmastoriski muodostuu sateisuuden ja tuulen yhteisvaikutuksesta lisääntyvästä viistosaderasituksesta. Viistosaderasitus kohdistuu etenkin rannikkoseutujen sekä korkeiden rakennusten julkisivuihin ja tulevaisuudessa rasituksen odotetaan kohdistuvan kasvavassa määrin myös erisuuntaisille seinäpinnoille etelä- ja länsijulkisivujen lisäksi. Viistosaderasituksen ennustetaan kasvavan eteläisessä Suomessa noin 31 %. Viistosaderasitus voi altistaa betonirakenteista rakennuskantaa pakkasrapautumiselle, jolloin ulkopintojen huoltoväli tai käyttöikä lyhenevät lisäten kunnossapidon kustannuksia. Myös ilmaston lämpenemisen takia lisääntyvä pilvisuus heikentää rakenteiden kuivumiskykyä, mikä yhdessä muiden veteen liittyvien riskien kanssa voi osaltaan edesauttaa kosteusvaurioiden syntyä. (Valtioneuvoston kanslia, 2018)

Kohteen meri- ja vesistötulvariskin arviointiin käytettiin SYKE:n avointa aineistoa tulvariskeistä. Veromieheen ei todettu kohdistuvan meritulvan riskiä, mutta vesistötulvan havaittiin kohdistuvan lähialueelle eri toistuvuustasoilla. Arvioinnissa päädyttiin käyttämään erittäin harvinaisen vesistötulvan (1/1000a) toistuvuustasoa, jotta yksittäisen kiinteistön riski voitiin määrittää riittävällä tarkkuudella. Esimerkiksi Ympäristöopas (2014) esittelee eri rakennustyypeille käytettäviä suuntaa antavia toistuvuustasoja, joita voidaan hyödyntää tulvariskin hallinnan suunnittelussa. Nykyilmastossa rakennusalueen tulvariskiä suositellaan tarkasteltavaksi toistuvuuksilla 1/100a – 1/250a (Ympäristöopas, 2014). Ilmastonmuutoksen myötä sademäärien ennustetaan kasvavan ja rankkasateiden voimistuvan, mikä lisää sadevesitulvariskiä. Lisäksi ilmastonmuutoksen arvioidaan lisäävän vesistötulvien riskiä myös talvisin. (SYKE, 2021). Verimiehen ja lähialueen rakennuksille kohdistuva tulvariski on esitetty kuvasta 4.



Kuva 5 Erittäin harvinaisen vesistötulvan, kerran tuhannessa vuodessa (1/1000a) vaikutusalue. Tarkasteltavat korttelit merkattu punaisilla pisteillä. Datan lähde: (SYKE, 2022)

Meri- ja vesistötulvan lisäksi hulevesitulvat voivat aiheuttaa riskejä rakennuksille. Vantaan hulevedet laskevat pääosin Vantaanjokeen ja Keravan jokeen. Tämän lisäksi Vantaalla on runsaasti rakennettuja ja ylläpidettäviä hulevesiviemäreitä. Viemärijärjestelmät sekä katurummut ovat todettu kuitenkin monin paikoin riittämättömiksi lisääntyvälle pintavalunnalle. Pintavaluntaa lisäävät tiivistyneet pientaloalueet sekä lisääntyneet logistiikka-alueet, joiden myötä myös kovat pinnat Vantaan alueella ovat lisääntyneet. Vantaan ja Veromiehen alueella ei kuitenkaan ole sekaviemäröintiä, joka osaltaan nostattaisi hulevesitulvan riskiä (ks. kuva 5). Tiivistyvän kaupungin ja voimistuvien rankkasateiden seurauksen hulevesitulvariski todennäköisesti kasvaa. Tässä työssä toteutettu kohdekohtainen hulevesitulvariski arvio perustuu Vantaan hulevesiohjelmaan sekä tarkasteluun kohteen ominaisuuksista (vettä läpäisevät pinnat, rakenteet, viemäröinti, haavoittuvat tilat kellarikerroksissa). (Vantaan kaupunki, 2023)



Kuva 6 Hulevesiviemäröntialueet Veromiehen alueella. Tarkasteltavat korttelit merkattu punaisilla pisteillä. (HSY, 2023)

Veteen liittyvien riskien arvioinnissa tarkasteltiin seuraavia kiinteistön ominaisuuksia:

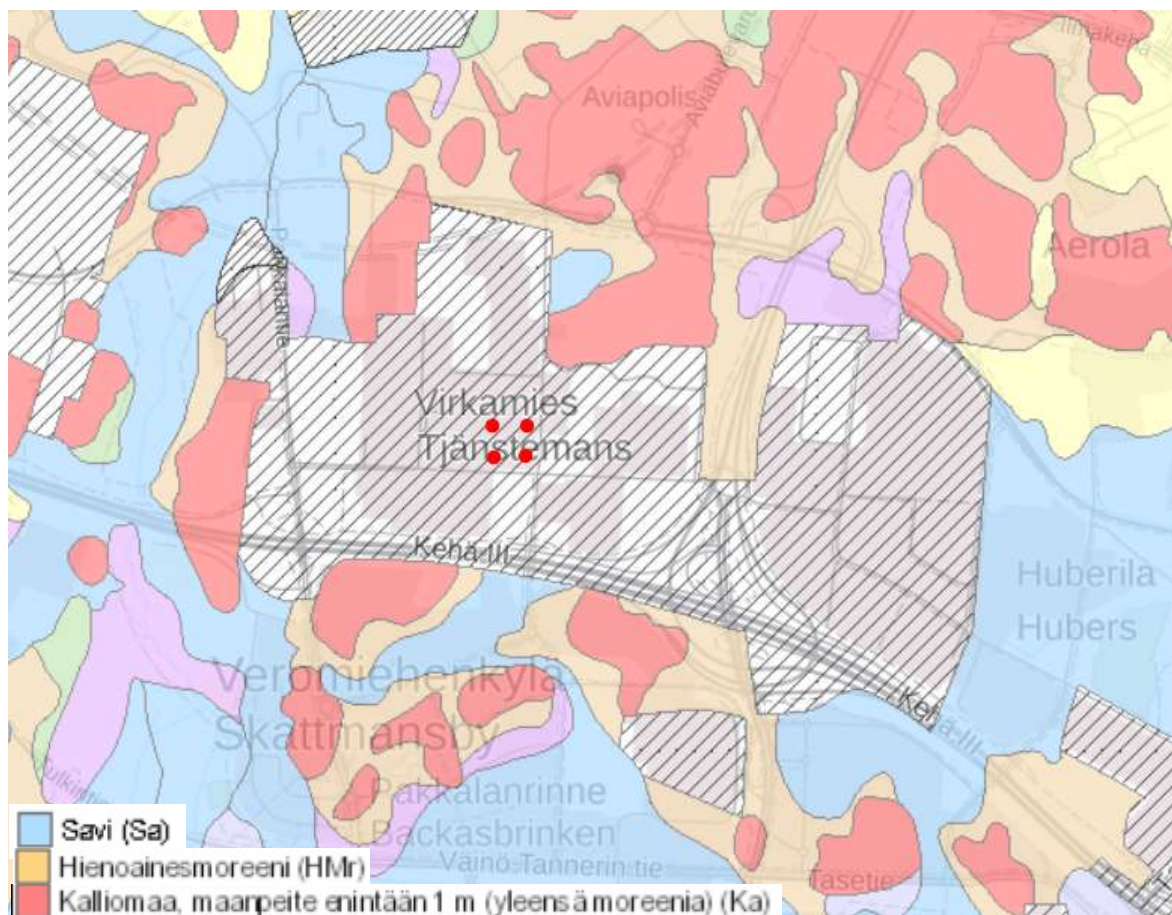
- Viheralueet ja vettä läpäisemättömät pinnat
- Meri- ja vesistötulvariskialueet 1/1000a
- Julkisivun materiaali
- Haavoittuvat tilat (konesalit, tekniset tilat) kellareissa
- Hulevesi- vai sekaviemäröntialueet
- Hulevesitulvan riskialue

3.4. Maamassoihin ja maaperään liittyvät riskit

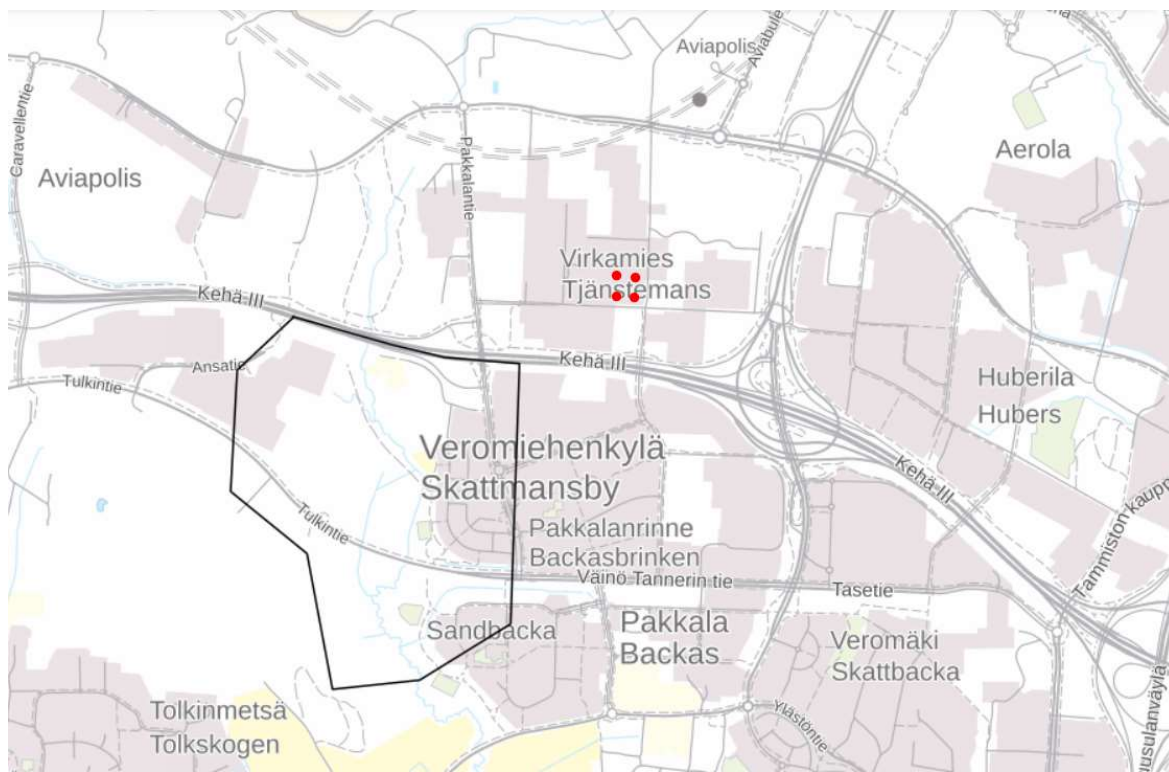
Maamassoihin ja maaperään liittyvistä riskeistä lumivyöryt ja maanvyörymät sekä rannikon eroosio eivät Suomessa tai Vantaalla ole suuremmissa mittakaavassa olennaisia riskejä rakennuksille, vaikka paikallisesti esimerkiksi hienolajitteisilla rantatörmillä ja jyrkänteillä sijaitsevat rakennukset voivat joutua vaaraan. Yleisesti ilmastonmuutos voi vaikuttaa maaperän ominaisuuksiin ja kantavuuteen. Muutokset maaperän kantavuudessa voivat johtua talviaikaisten lämpötilojen noususta sekä sateisuuden lisääntymisestä. Myös pitkittyvät kuivuusjaksot saattavat laskea pohjaveden pintaa, joka aiheuttaa maaperän ylimpien kerrosten kutistumista savikkoisilla alueilla.

Kohteen maaperä on kartoittamatonta, mutta ympäröivät alueet koostuvat suurimmaksi osaksi savesta, hienoainesmoreenista sekä kalliomaasta. Näin ollen maaperä koko Muuran alueella, on todennäköisesti sekoitus näistä. Kuvassa 6. on esitetty tarkemmin Muuran alueen ja sen ympäristön maaperäkartta, joka kertoo maaperäolosuhteista rakennuksen ja rakenteiden alueella sekä niiden alapuolisen maaperän osalta. Kartan avulla saa suuntaa antavan käsityksen maaperäolosuhteista tarkasteltavan kohteen ympäristössä. Rakennuksen läheisyydessä ei todettu olevan merkittäviä maastonmuotoja, joka voisi aiheuttaa maanvyörymien tai -sortumien riskiä.

Vaikka pohjavesialue onkin aivan Muuran alueen vieressä, on matkaa sen verran, ettei pohjavesialueen muutokset vaikuta maaperän kantavuuteen tai rakennusten perustuksiin. (kuva 7).



Kuva 7 Maaperäkartta. Tarkasteltavat korttelit merkattu punaisilla pisteillä. (Maanmittauslaitos, 2023)



Kuva 8 Pohjavesialue Muuran alueen lähistöllä. Tarkasteltavat korttelit merkattu punaisilla pisteillä. (Maanmittauslaitos, 2023)

Maaperään liittyvien riskien arvioinnissa tarkasteltiin seuraavia kiinteistön ominaisuuksia:

- Läheiset maastonmuodot
- Maaperän ominaisuudet

4. Arviointi ja suosituksia kohteille

4.1.1. Perustiedot

Tässä kappaleessa on arvioitu ilmastoriskiteemoittain korttelien ominaisuuksia ja kohteiden altistumista eri ilmastoriskeille alustavien lähtöoletusten perusteella.

Luokka	Kohteen ominaisuuksien tarkastelu	Arvioitu riskitaso
Lämpötila	Eteläisellä julkisivulla todennäköisesti jäädytys, muualla ei. Itäkorttelin julkisivulle on väri vaihtoehtoja vaaleista hieman tummempiin harmaan, valkoisen, sinisen ja violetin eri sävyissä. Länsikorttelin julkisivut ovat harmaan, vaalean beigen ja punaisen eri sävyissä. Kattojen väri ei tiedossa, mutta tasakatot viherkattoa. Ikkunoiden auringonsuojauksesta ei tietoa. Ikkunoita on kaikkiin suuntiin. Rakennukset ovat suhteellisen saman korkuisia keskenään, joten etelän puolen rakennukset varjostavat	Kohtalainen 

	korttelin muita rakennuksia. Kaavassa vaadittu suurten puiden kasvattamista varjostustarkoituksiin. Rakennuksissa mahdollisesti myös haavoittuvia käyttäjiä.	
Tuuli	Rakennukset eivät ole ympäristöön verrattuna kovin korkeita, eikä näin ollen ole riskialttiita tuulelle. Ei tiedossa, että olisi tulossa suuria tuulelle alttiita katoksia.	Pieni 
Vesi	Kaavassa vihertehokkuuden tavoiteluku korttelialueelle on 1,0. Kasvillisuutta suunniteltava kaavan mukaan niin piha-alueille, kuin viherkatoillekin. Lähiympäristössä on melko paljon läpäisemätöntä pintaa, mutta Muuran alueella on isoja puistoalueitakin. Ei merkittävää vesistötulvan riskiä. Julkisivumateriaali ei vielä tiedossa. Rakennusten ylimmät kerrokset ovat muuta ympäristöä korkeammalla, joten ne ovat suhteellisen alttiita viistosateelle ja sen myötä kosteusrasitukselle. Rakennuksissa on osin harjakatto ja osin tasakattoa. Hulevesien viivytys tulee toteuttaa kaavan mukaan kortteleittain.	Kohtalainen 
Maaperä	Tontilla ei ole erityisiä maastonmuotoja, vaan tontti on täysin rakennettu. Maaperä tontilla on todennäköisesti saven, hienoaainesmoreenin ja kalliomaan sekoitusta.	Pieni 

4.1.1. Keskeisimmät fyysiset ilmatoriskit

Keskeisimmät kohteelle tunnistetut fyysiset ilmatoriskit ovat:

- Lämpötilaan liittyvät riskit
 - o **Lämpösaarekeilmiö** – Värihalikoimassa on sekä vaaleita, että tummempia väri vaihtoehtoja julkisivuille, lisäksi katon väri ei ole tiedossa. Värimaailman olisi hyvä olla viherkattojen lisäksi vaalea lämpösaarekeilmiön vähentämiseksi. Näin rakennus ei varastoisi ylimääräistä lämpöä. Lisäksi tuloilmalla on lopulta suurempi lämmittävä vaikutus, kuin ikkunoiden kautta tulevalle auringon säteilyllä.
 - o **Jäähdytystarve lisääntyy** – Kohteissa ei oletettavasti ole jäähdytystä lukuun ottamatta Eteläisen julkisivun asuntoja. Tämä ei todennäköisesti ole riittävä ratkaisu tulevilla ilmastokenaarioilla, joten jäähdytystarpeeseen olisi hyvä ainakin varautua.
- Veteen liittyvät riskit
 - o Tasakatot lisäävät kosteusriskien mahdollisuutta, joten huolehdittava vedenpoiston oikeasta mitoituksella ja toimivuudesta, ettei vesi jää seisomaan katolle.
 - o Tontilla ja ympäröivällä alueella on jonkin verran kovia pintoja, hulevesien viivytys tulee kaavan mukaan toteuttaa erillisen suunnitelman mukaan. Hulevesisuunnitelmaa ei saatavilla, mutta mitoitukseseen tulee kiinnittää huomiota. Tulevilla ilmastokenaarioilla hulevesitulvariski kasvaa, mikäli kapasiteetti ei ole riittävä.
 - o Viistosateen aiheuttama kosteusrasitus julkisivuille ja lisääntyvän pilvisyyden aiheuttama kuivumisen hidastuminen.

4.1.2. Suositukset ilmastonmuutokseen sopeutumiseen

Tarkasteltavien kohteiden osalta suunnitteluratkaisut ovat vielä avoinna, joten valintoja on mahdollista tehdä ilmatoriskit huomioiden. Kohteille esitetään seuraavia suosituksia ilmastonmuutokseen sopeutumiseksi ja riskien vähentämiseksi:

Lämpötilaan liittyvät

- Toteutetaan vaaleita katto- ja seinäpintoja sekä pihakatteita, viherkattoja sekä muuta kasvillisuutta lämpösaarekeilmiön hillitsemiseksi.
 - o Mikäli lämpösaarekeilmiötä pystytään pienentämään, vaikuttaa se myös jäähdytystarpeeseen.
- Tutkitaan simuloinnin tulevaisuuden jäähdytystarve ja passiivisten auringonsuojausten lisäämistarve. Laskelmat ovat suositeltavaa tehdä vuoden 2050 säällä, ilmastoskenaarioilla RCP 6.0 ja RCP 8.5.
 - o Mikäli jäähdytystä ei toteuteta suoraan uudisrakennukseen, tulee jäähdytysjärjestelmille olla ainakin mietittynä varaukset.

Veteen liittyvät

- Tarkastellaan hulevesijärjestelmän kapasiteetin riittävyyttä myös tulevissa rankkasadeskenaarioissa (esim. 25 % suuremmilla sademäärillä). Tarkastetaan erityisesti tasakattojen vedenpoistokapasiteetti ja ylivuotoreitit.
 - o On suositeltavaa varautua hulevesijärjestelmän suurempiin mitoituksiin tai sen kasvattamiseen tulevaisuudessa.
- Selvitetään mahdollisuudet avoimen asfaltin tai muiden vastaavien vettä läpäisevien pintojen toteuttamiseksi läpäisemättömien asfalttipintojen sijaan.
- Julkisivujen pintamateriaalin valinta huomioiden viistosateen aiheuttama kosteusrasitus sekä pilvisyyden lisääntymisen aiheuttama hitaampi kuivuminen.

Lähteet

Euroopan komissio. (2021). Tekniset ohjeet infrastruktuurin ilmastokestävyyden varmistamisesta vuosina 2021–2027. <https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/23a24b21-16d0-11ec-b4fe-01aa75ed71a1/language-en>

Helsingin kaupunki. (2018). Sään ja ilmastomuutoksen aiheuttamat riskit Helsingissä. <https://www.hel.fi/static/liitteet/kaupunkiymparisto/julkaisut/julkaisut/julkaisu-06-18.pdf>

HSY. (2023). Huleveden viemärointialue. <https://www.hsy.fi/vesi-ja-viemarit/huleveden-viemarointialue/>

Ilmatieteen laitos. 2022. Energialaskennan testivuodet 2020. Viitattu 30.9.2022. <https://www.ilmatieteenlaitos.fi/energialaskenta-try2020>

Ilmatieteen laitos. 2022. Jäähdytyksen mitoituspäivät. Viitattu 30.9.2022. <https://www.ilmatieteenlaitos.fi/jaahdytyksen-mitoituspaivat>

Ilmatieteen laitos. (2021). Syöksyvirtaukset. <https://www.ilmatieteenlaitos.fi/syoksyvirtaukset>

Ilmatieteenlaitos. (2014). Väitös: Muutokset tuulioloissa ovat kasvattaneet vedenkorkeuden ääriarvoja Suomen rannikolla. <https://www.ilmatieteenlaitos.fi/tiedote/3091289>

Maanmittauslaitos. (2023). Paikkatietoikkuna. <https://kartta.paikkatietoikkuna.fi/>

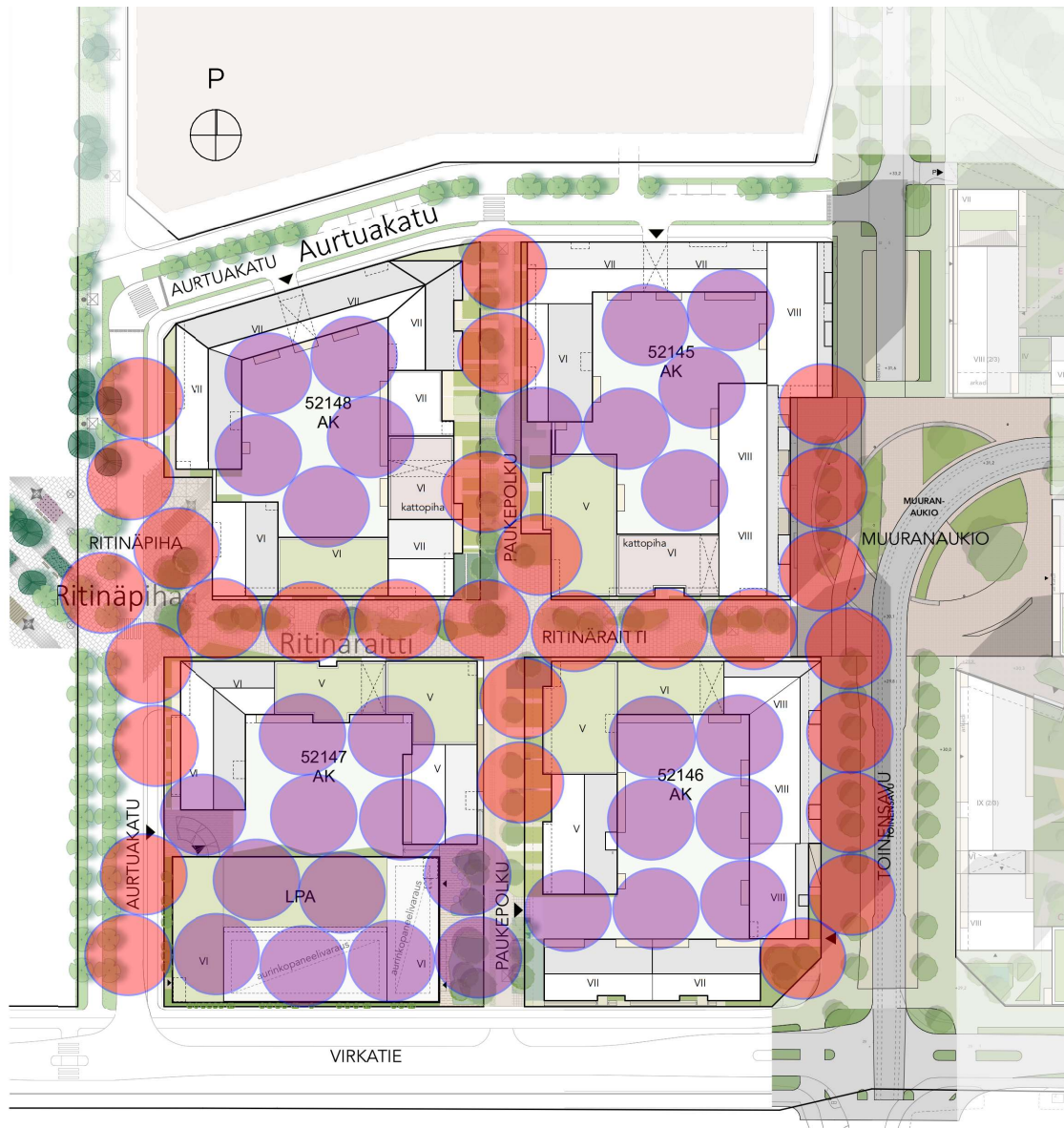
SYKE. (2021). *Tulvakartat auttavat riskien hallinnassa*. https://www.hel.fi/hel2/tietokeskus/data/dokumentit/HelLovesDev/2021_ilmastonmuutoksen_sopeutuminen/Mikko_Sane_Tulvakartat_v2_sis_Solaris_Ilmastomuutokseen_sopeutuminen.pdf

SYKE. (2022). *Tulvavaaravyöhykkeet, perusskenaariot*. Katsotavissa: <https://ckan.ymparisto.fi/dataset/tulvavaaravyohykkeet-perusskenaariot-flood-hazard-zones-basic-scenarios>

Valtioneuvoston kanslia. (2018). Sää- ja ilmastoriskit Suomessa – Kansallinen arvio. <https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/bitstream/handle/10024/161015/43-2018-Saa%20ja%20ilmastoriskit%20Suomessa.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Vantaan kaupunki. (2023). Vantaa Hulevesiohjelma. https://www.vantaa.fi/sites/default/files/document/Hulevesiohjelma_nettiin_0.pdf

Ympäristöopas. (2014). *Tulviin varautuminen rakentamisessa*. https://helda.helsinki.fi/bitstream/handle/10138/135189/YO_2014.pdf?sequence=1&isAllowed=y

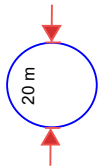


Alueen maalämmön tuotannon potentiaali

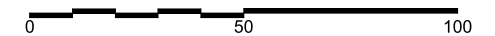
Liilat - tonttien alueet

Punaiset - kaupungin alueet

Kaivojen mitoitus, kaivoalueen säde 20m toiminnan varmistamiseksi



Kaupungin alueiden maalämpökaivojen asettelussa on alustavasti huomioitu katualueille rakennettavat lämpö-, sähkö- ja vesiputket





Rakennusten kattopinta-ala noin 14 730 m²

Aurinkopaneeleille hyvin soveltuva kattopinta-ala

- oranssit / itään: 1 371 m²
- keltaoranssi / kaakkoon: 188 m²
- keltainen / etelään: 738 m²
- vaaleanpunainen / länteen: 2 732 m²
- liila ja sininen / tasakatot: 1 299 m²

Yhteensä 6 328 m² (43 %)

Havainnekuvasa vihreiksi merkityjä viherkattoja, sekä ruskeiksi merkityjä kattopihoja ei ole sisällytetty potentiaaliseen pinta-alaan.

Tällä hetkellä aurinkopaneelivarausta on suunniteltu LPA-rakennuksen katolle (siniset) 1 123 m² (8 %)

