



Bright ideas.
Sustainable change.

Tikkurilan terveys- ja perhekeskuksen asemakaavan ilmastovaikutusten arviointi

Vantaan ja Keravan hyvinvointialue

ALUSTAVA RAPORTTI 19.9.2024



Sisältö

- Johdanto
- Ilmastovaikutusten arviointi
- Johtopäätökset
- Lähteet

Johdanto

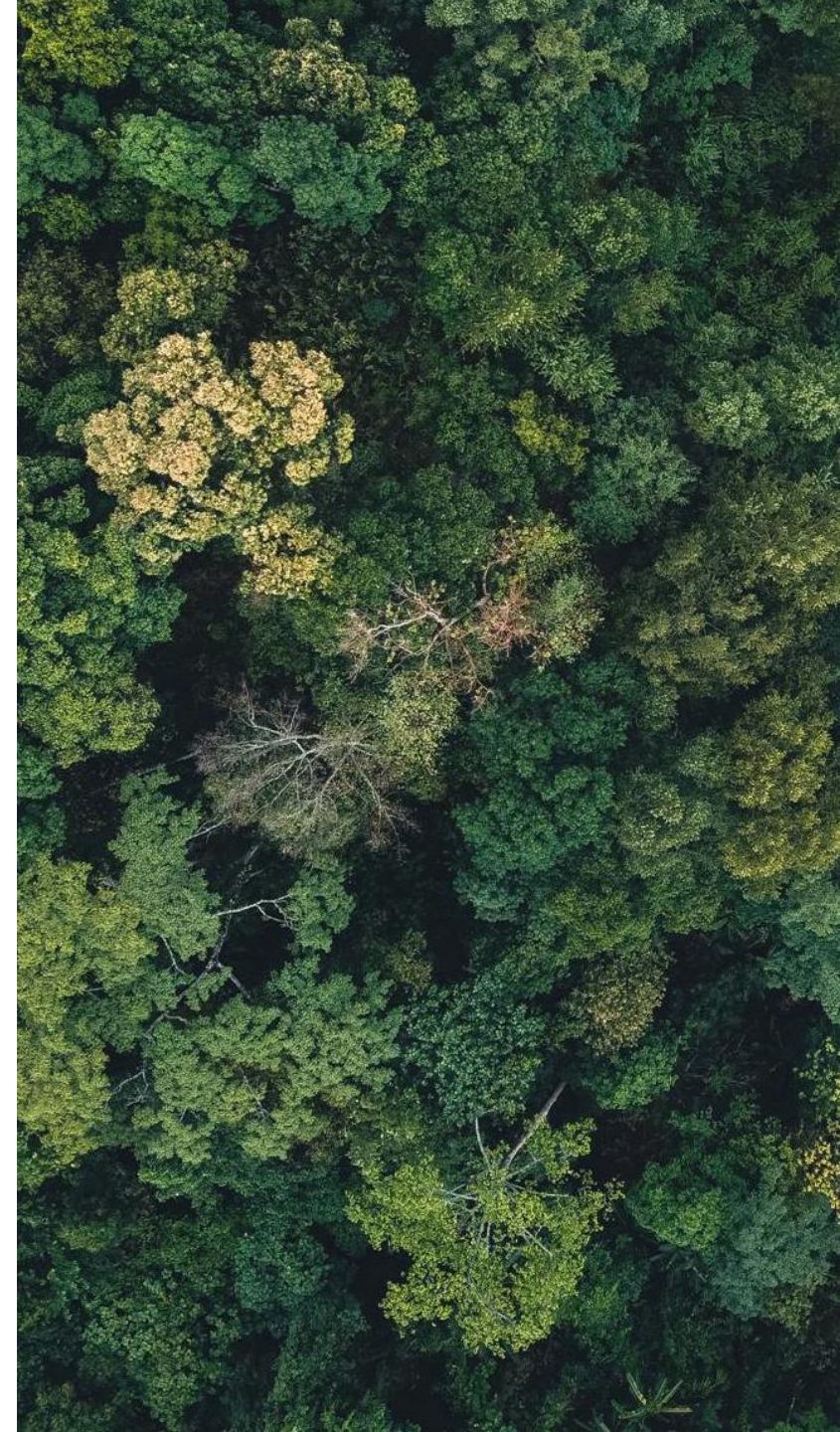
Työn tavoitteena oli arvioida Tikkurilassa Vantaalla sijaitsevan alueen asemakaavamuutoksen toteuttamisen ilmastovaikutuksia rakennusten rakentamisen sekä hiilinielujen ja hiilivarastojen muutoksen osalta. Alueelle on asemakaavamuutoksen myötä suunnitteilla uusi terveys- ja perhekeskus. Tavoitteena oli tuoda esiin merkittävimpiä tekijöitä, joita toteuttamalla voidaan edistää vähähiilisyyttä asemakaavamuutoksen toteutuksessa. Tämä varhaisessa vaiheessa tapahtuva vaikutusten arviointi tukee kestävien ja ekologisten valintojen tekemistä ja työn tuloksia voidaan hyödyntää asemakaavan toteutuksessa rakentamisesta syntyvien päästöjen vähentämiseksi.

Tarkastelun tuloksena saatiin tietoon asemakaavamuutoksen toteuttamisen ilmastovaikutukset, jotka kuvaavat alueen rakentamisesta syntyvien päästöjen mittaluokkaa karkealla tasolla rakennusten ja hiilivarastojen muutoksen osalta. Muita asemakaavamuutoksen toteuttamisen ilmastoon vaikuttavia osa-alueita ei arvioitu laskennallisesti, mutta niitä tuotiin selvityksessä esiin laadullisesti. Tarkkojen ilmastovaikutusten arviointi voidaan tehdä asemakaavahankkeen myöhemmissä vaiheissa suunnitelmien pohjalta.

Työtä on ohjannut Vantaan ja Keravan hyvinvointialueen Tilakeskuksesta Mervi Savolainen ja työn ovat toteuttaneet Ramboll Finland Oy:ltä Pirita Meskanen, Petra Oksa, Olivia Kuronen ja Valtteri Kainila.

Arviointimenetelmät ja aineistot

- Tarkastelussa tehtiin laskennallinen arvio rakennusten elinkaaren aikaisista ilmastovaikutuksista huomioiden rakentaminen, esirakentamisen ja rakennusten käytön aikaiset päästöt. Laskennallinen arvio on toteutettu rakennusten elinkaarivaikutusten laskentaan tarkoitetulla One Click LCA –ohjelmistolla¹ ja tulokset on esitetty hiilidioksidiekvivalenteina (CO_2e). Hiilidioksidiekvivalentti on kasvihuonekaasujen yhteismitta, jolla kuvataan merkittävimpien kasvihuonekaasujen ilmastoa lämmittävää vaikutusta. Laskennallisesti arvioitiin myös alueen hiilinielujen ja –varastojen muutokset. Lisäksi työssä on esitetty laadullinen arvio koskien muita asemakaavan toteuttamiseen liittyviä ilmastovaikutuksia, ottaen huomioon energian, liikenteen ja maamassat.
- Työ perustuu asemakaavan nykyisessä suunnitteluvaiheessa tuotettuihin suunnitteluaineistoihin, kuten massoittelu- ja pihaluonnoksiin sekä kaavoitusmateriaaleihin.
- Työssä laskettiin kolme erilaista hiilineutraalisuuskenaariota terveys- ja perhekeskusrakennusten toteuttamiselle: A) BAU (Business As Usual), B) Keskivertovaihtoehto ja C) Vähähiilinen vaihtoehto. Skenaarioiden kuvaus on esitetty yksityiskohtaisemmin arvioinnin yhteydessä.
- Elinkaaren ulkopuolisten hyötyjen osalta tarkasteltiin laskennallisesti tontin hiilinieluja ja –varastoja. Niiden arvioinnissa huomioitiin suunnitteludokumentteihin merkityt puiden poistot sekä istutukset. Lisäksi rakennusten katoille on suunniteltu yhteensä noin 1000 m² viherkattoja, joiden istuttaminen lisää alueen monimuotoisuutta ja vaikuttaa positiivisesti ilmastoon sitoen hiiltä.
- Puiden hiilinielujen laskennassa käytettiin Rambollin kasvillisuuden hiilensidonnän arviointityökalua, sekä i-Tree Eco –ohjelmistosta³ saatavia hiilensidonnän referenssiarvoja tervalepälle. Viherkattojen kasvillisuus oletettiin niittymäiseksi kasvillisuudeksi, joiden vaikutukset laskettiin kirjallisuudesta saaduilla referenssiarvoilla^{4,5}.
- Lisäksi laadullisesti on arvioitu energian, liikenteen, esirakentamisen ja maamassojen vaikutuksia karkealla tasolla perustuen referenssiaineistoihin ja tutkimuslähteisiin.
- Päästöarviointi on tehty ympäristöministeriön rakennusten arviointimenetelmän mukaisesti (YM, 2022).



Ilmastovaikutusten arviointi

Vantaan asemakaavaan heijastuvat ilmastositoumukset ja -strategiat

Kansainvälinen taso:

Pariisin ilmastopimus: Pariisin ilmastopimuksen tavoitteena on pitää maapallon keskilämpötilan nousu selvästi alle kahdessa asteessa suhteessa esiteolliseen aikaan ja pyrkiä toimiin, joilla lämpeneminen saataisiin rajattua alle 1,5 asteen.

EU 2050: Vuoteen 2030 mennessä tavoitteena on vähentää kasvihuonekaasupäästöjä vähintään 40 prosenttia vuoden 1990 päästötasosta. Tavoitteena kasvihuonekaasupäästöjen leikkaamisesta 80 prosentilla vuoteen 2050 mennessä.



Suomi 2035:

Suomi on hiilineutraali vuonna 2035 ja hiilinegatiivinen nopeasti sen jälkeen.



Hiilineutraali Uusimaa 2030:

Tiekartan tavoitteena on edistää maakunnan ilmastotyötä ja edelläkävijyyttä sekä tukea maakunnan siirtymää kohti hiilineutraalia yhteiskuntaa.



Vantaan strategia:

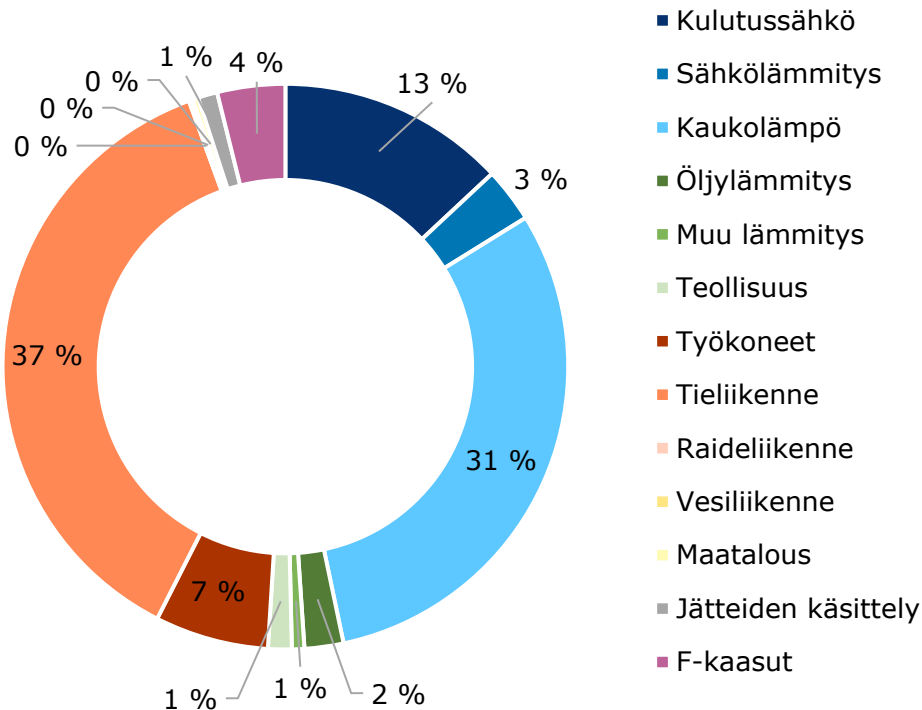
Osana Hinku-verkostoa (hiilineutraalit kunnat) Vantaan kaupunki on asettanut tavoitteekseen olla hiilineutraali vuonna 2030. Samalla se on sitoutunut vähentämään kasvihuonekaasupäästöjään 80 % vuoden 1990 tasosta. Strategisena kärkenä Vantaan kaupunki keskittyy rakentamisen energiatehokkuuden sekä kaupunkirakenteen kehittämiseen huomioimalla tilojen käytön, joukkoliikenteen parantamisen sekä kestävät hankinnat. Ympäristötyön keskiössä ovat kiertotalous, uusiutuva energia sekä ympäristövastuullisesti toimivat asukkaat ja yritykset.

Vantaan kasvihuonekaasupäästöt

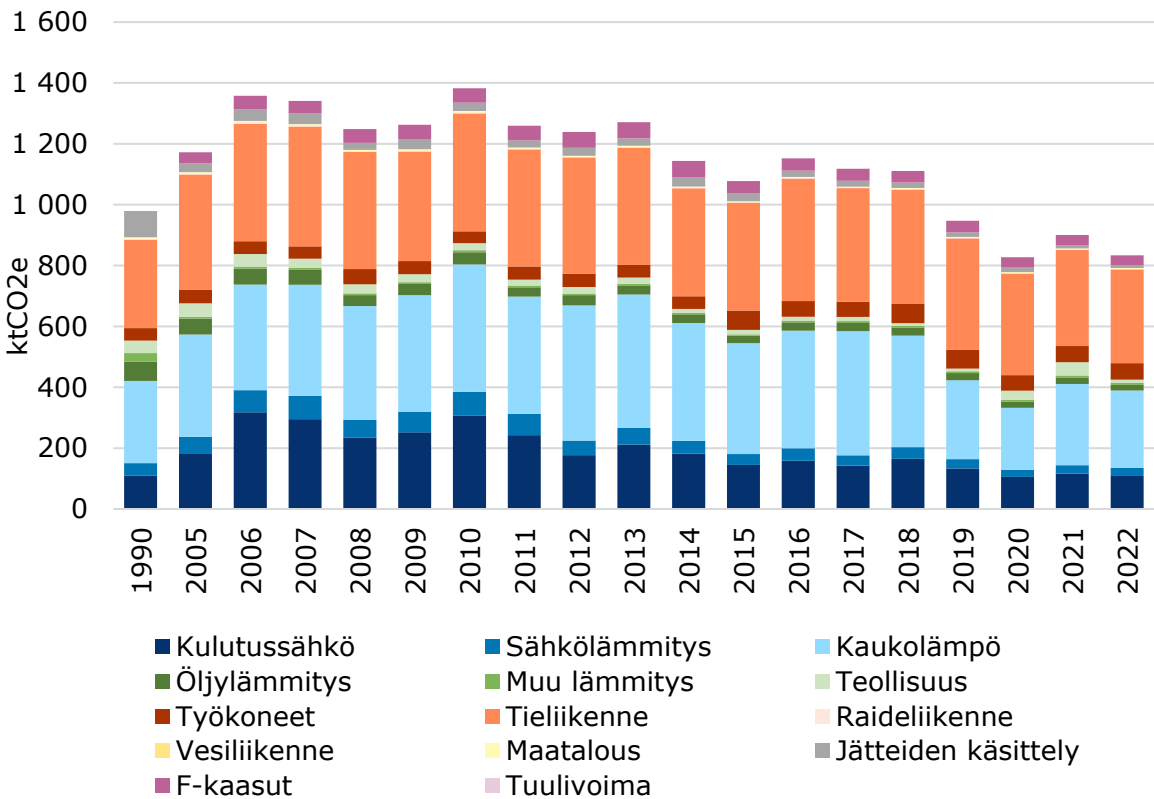
Suomen kasvihuonekaasupäästöistä suurin osa muodostuu tieliikenteestä, kaukolämmöstä, kulutussähköstä, sekä teollisuudesta ja maataloudesta. Uudellamaalla suurimmat päästölähteet ovat kaukolämpö, tieliikenne sekä kulutussähkö. Vantaalla suurimmat päästölähteet ovat tieliikenne (37 %) ja kaukolämpö (31 %).

Vantaan kokonaispäästöt vuonna 2022 olivat 833,8 kt CO₂e HINKU-laskentaperiaatteilla laskettuna. Vuodesta 2005 vuoteen 2022 Vantaan kokonaispäästöt ovat laskeneet 28,9 %. Yhteensä kokonaispäästöt ovat laskeneet 14,8 % vuosien 1990-2022 välillä.

Vantaan kasvihuonekaasupäästöt sektoreittain vuonna 2022



Vantaan kasvihuonekaasupäästöt 1990 & 2005–2022



Näkökulmia ja epävarmuuksia ilmastovaikutusten arviointiin

Arvioinnin epävarmuustekijät ja rajoitukset	Lähtöaineiston riittävyys	Vaikutusalueen kuvaus
• Alue kehitysvaiheessa • Työssä on tarkasteltu kolmea skenaariota, jotka perustuvat keskimääräisiin päästötietoihin vastaavista rakennuksista • Purkutyömaan päästöjä ei ole huomioitu skenaarioiden vertailuissa • Muut laskennan rajaukset on esitetty arvioinnin yhteydessä seuraavilla sivuilla	• Ei ole vielä tietoa, mistä materiaalit hankitaan – käytetään eurooppalaisia keskiarvoja • Rakennusten päästötiedot perustuvat nykyisen suunnitteluvaiheen tietoihin ja yleistykseen • Tiedossa on, että maaperä on vaikeasti rakennettavaa syvää pehmeikköä (Rakennettavuusselvitys). Arvioinnissa on tehty oletus perustamistavasta karkeiden päästöjen arvioimiseksi.	• Asemakaava-alueelle suunnitellulla terveys- ja perhekeskuksella tai sen toteuttamatta jättämisellä on vaikutuksia alueen käyttöön. Toteuttamisen seurauksena syntyy uutta toimintaa, tuotteiden, palveluiden ja työvoiman kysyntää. • Tässä arvioinnissa on huomioitu asemakaavan toteuttamisen vaikutuksia osittain rakennusten ja hiilinielujen ja –varastojen osalta. Todellisuudessa asemakaavan toteuttamisesta aiheutuu vaikutuksia ilmastolle myös mm. liikenteen ja liikkumisen, maa- ja esirakentamisen seurauksena.

Ilmastovaikutuksiin merkittävästi vaikuttavat tekijät

HIILEN SITOUTUMINEN



Kasvillisuuden poistolla on vaikutusta alueen luontoon ja hiilivarastoihin. Uudet, istutettavat puut sitovat hiiltä ja toimivat hiilinieluna, mutta eivät korvaa jo olemassa olevan luonnon poistumista.

LUONNONVAROJEN KÄYTTÖ



Rakennusmateriaalien, kuten betonin ja teräksen, valmistus tuottavat suuria määriä hiilidioksidipäästöjä. Näitä vaikutuksia voidaan pienentää suosimalla kierrätettyjä tai vähäpäästöisiä materiaaleja sekä suunnittelemalla resurssitehokkaita ja uusiutuvia materiaaleja käyttäviä rakennuksia.

ENERGIAN KÄYTTÖ



Useimmissa rakennuksissa käytönaikainen energiankulutus on suurin yksittäinen päästölähde. Vihreän sähkön käyttöönotolla tai käytön lisäämisellä on mahdollisuus vähentää näitä päästöjä huomattavasti.

Skenaarioiden kuvaus

Skenaariot



Työssä on arvioitu kolmea skenaariota. Vieressä on kuvattu skenaarioiden oletukset sekä kunkin skenaarion kokonaispäästövaikutus (YM 2022 -menetelmä).

Skenaarioiden avulla on tuotu esiin teemoja, joilla on vaikutusta asemakaavamuutoksen toteuttamisesta aiheutuviin ilmastoa lämmittäviin vaikutuksiin.

Seuraavilla sivuilla on kuvattu arviointia, työn rajoituksia ja oletuksia.

A) Business As Usual

- Rakentaminen toteutetaan tavalliseen tapaan päästönäkökulmaa mieltimättä
- Runko valubetonia
- Palkit ja pilarit terästä
- Ei vähähiilisiä materiaalivalintoja

**12,6 co₂e
/m²/vuosi**

B) Keskivertoratkaisu

- Tehdään muutamia helppoja valintoja vähähiilisyyden tueksi
- Runko betonielementeistä
- Palkit ja pilarit terästä, betonia ja puuta
- Ei varsinaisia vähähiilisiä materiaalivalintoja

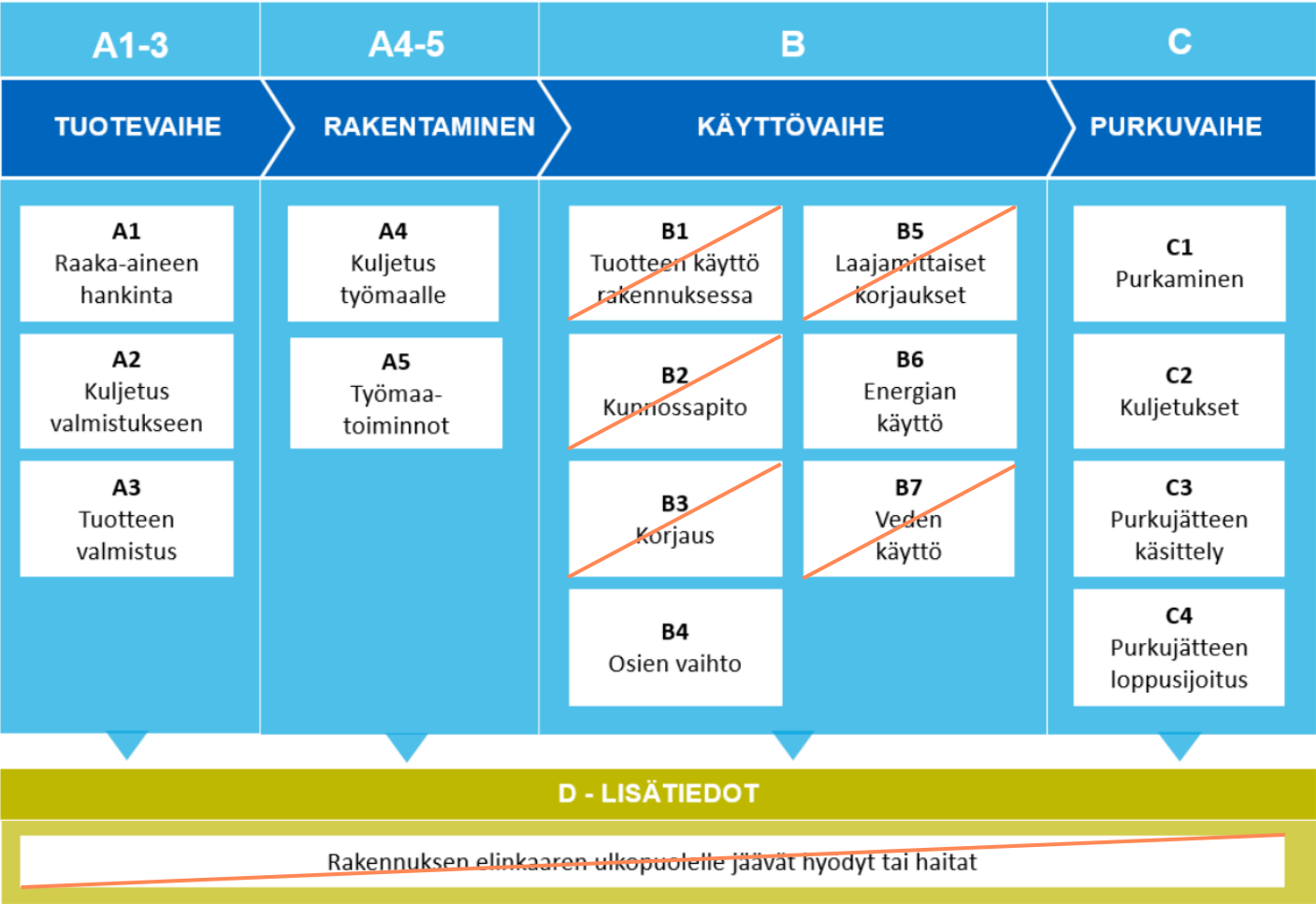
**11,8 co₂e
/m²/vuosi**

C) Vähähiilinen vaihtoehto

- Vähähiilisyyys keskeisenä prioriteettina, joka vaikuttaa rakentamisen ratkaisuihin
- Runko CLT-puusta
- Palkit ja pilarit puuta
- Vähähiilisiä materiaalivalintoja merkittävimmille materiaaleille (esim. betoni, teräs, ikkunat)

**9,9 co₂e
/m²/vuosi**

Elinkaaren vaiheet ja oletukset



Laskennan oletukset:

- Rakennusten elinkaareksi on oletettu 100 vuotta.
- Laskennassa on käytetty tyyppirakennuksena suomalaista toimistoa.
- Rakennusten yhteinen bruttopinta-ala on 21 900 m². Maanpäällisiä kerroksia on kahdeksan, maanalaisia lämmittämättömiä kerroksia kaksi ja rakennuksen korkeus on 42 m.
- Oletus on, että rakennuksen perustustyyppi on sokkeli- ja anturaperustus 20 m teräspaalutuksella.
- Rakentamisvaiheen päästöarviossa hyödynnettiin tyyppillistä rakentamisvaiheen skenaariota, joka sisältää arvion työmaa-aikaisesta energian ja veden käytöstä, jätteestä ja näihin liittyvistä kuljetuksista.
- Perustukset 20m teräsbetonipaalutus.
- Käyttövaiheen energian kulutuksen laskennassa on käytetty keskimääräistä Suomalaista verkkosähköä.
- Elinkaaren käytön jälkeisen purkamisen päästöjä ei huomioitu vertailussa.

Kuva: rakennushankkeen CEN/TC 350-standardiperheen mukainen elinkaarimalli (lähde: YM)

Rakennusten elinkaari päästöt

Päästöt on esitetty alla olevassa taulukossa 1. Vuosittaiset päästöt ovat neliömetriä kohden A-skenaariossa 12,8 kg CO₂e, B-skenaariossa 12,0 kg CO₂e ja C-skenaariossa 10,1 kg CO₂e. Skenaario A aiheuttaa 7 % suuremmat päästöt kuin skenaario B. Skenaarion C avulla on mahdollista välttää syntyviä päästöjä 2,7 kg CO₂e /m² vuodessa verrattuna skenaarioon A.

Mikäli laskettujen päästöjen arvioitaisiin kohdistuvan kokonaisuudessaan Vantaan kaupungin päästöiksi, kasvaisivat kaupungin vuoden 2022 päästöt noin 3 %.

Taulukko 1. Rakennuksen elinkaaren päästöt (kg CO₂e/m²/vuosi)

	A) Business As Usual	B) Keskiverto	C) Vähähiilinen
A-C Hiilijalanjälki yhteensä	12,8	12,0	10,1
A1-A5 Päästövaikutukset ennen käyttöä	6,4	5,6	3,7
B4 Rakennusosien vaihto	1,6	1,6	1,8
B6 Energiankulutus	4,3	4,3	4,3
C Päästövaikutukset käytön jälkeen	0,5	0,5	0,4



Hiilinielujen ja –varastojen muutos

Hiilinieluilla tarkoitetaan prosessia, joka poistaa hiiltä ilmakehästä. Tärkeimpiä hiilinieluja ovat metsät ja meret, joissa kasvit sitovat fotosynteesissä ilman hiilidioksidia biomassaksi. Hiilivarastot sen sijaan kuvaavat tätä biomassaan sitoutunutta hiiltä, joka ei ole vapaana ilmakehässä.

Koska Tikkurilan terveys- ja perhekeskuksen alue on jo tällä hetkellä rakennettua aluetta, voidaan olettaa, että asemakaavamuutoksen toteutuessa ei näin ollen poistu enää merkittäviä hiilivarastoja. Tontin nykytilanne on havainnollistettu viereisessä kuvassa. Asemakaavaselostuksessa todetaan, että hyväkuntoisia puita tulee säilyttää.

Hiilinielujen ja –varastojen muutosta asemakaavan toteutuessa on kuvattu alla olevassa taulukossa 2. Hiilinielua ja hiilivarastoa poistuu rakentamisen seurauksena yhteensä noin 240 kg CO₂e/vuosi. Tulokset on pyöristetty lähimpään kymmenen kerrannaiseen. Tuloksista on huomattava, että hiilinielu ja hiilivarasto ovat istutettavalla kasvillisuudella istutushetkellä hyvin pieniä ja hiilivarasto kasvaa vuosikymmenten saatossa. Varsinkin hiilivarasto kuvaa siis istutettavien puiden osalta tilannetta vuosien päästä.

Taulukko 2. Hiilinielujen ja –varastojen muutos

Muutos	Hiilinielu (kg CO ₂ e/vuosi)	Hiilivarasto (kg CO ₂ e/vuosi)
Puun poistot	-160	-80
Istutettavat ruukkupuut	+90	+40
Muut istutettavat puut	+320	+160
Viherkatot	+2 940	+640
Yhteensä	+3 190	+760



Energia

Suuri osa Tikkurilan terveys- ja perhekeskuksen elinkaaren päästöistä syntyy rakennusten käyttövaiheessa, jolloin päästöihin voidaan vaikuttaa valitsemalla ostoenergiaksi uusiutuvilla energianlähteillä tuotettua sähköä ja lämpöä. Päästöttömän energian käyttäminen pienentäisi huomattavasti elinkaaren päästövaikutuksia (30-40 %). Suomessa rakennukset kuluttavat noin 40 % käytetystä energiasta ja vastaavat noin 30 % hiilidioksidipäästöistä. Suurin osa tästä energiasta kuluu lämmitykseen, sillä kylmä ilmasto vaatii merkittävästi energiaa sisätilojen lämmittämiseen. Myös valaistus, jäähdytys, sekä sähköiset laitteet kuluttavat energiaa. Lisäksi energiatehokkuuden hallinta on tärkeä osa energiankulutuksesta aiheutuvien päästöjen hallintaa.⁶

Rakennuksen toteutuksessa on lisäksi mahdollista huomioida itse tuotettavan uusiutuvan energian integrointi esimerkiksi katolle asennettavien aurinkopaneelien muodossa.

Suunnitelmaluonnosten mukaan rakennuksen katot ovat pääasiassa etelään suuntautuvia viistokattoja. Suomessa aurinkopaneelien suositeltu asennussuunta on etelään, eli luonnokset tukevat paneelien asennusta. Ihanteellinen katon kaltevuus aurinkopaneeleille Suomessa on 30-45 astetta. Yhden paneelin pinta-ala on yleensä 1,6-2 m² ja nimellisteho 320-430 W_p, joka vastaa karkeasti noin 300-400 kWh vuodessa. Asennuksessa tulee kuitenkin jättää tilaa myös esimerkiksi katoille asennettaville lumiesteille, jonka lisäksi energiantuotantoon voivat vaikuttaa myös mahdollisista ympäröivistä rakennuksista aiheutuvat varjot. Kiinteiden aurinkopaneelien lisäksi voidaan asentaa myös aurinkoa seuraavia järjestelmiä tai esimerkiksi ikkunoihin integroituja paneelijärjestelmiä.⁷



Muut vaikutukset

Liikenne

Liikenteestä syntyy päästöjä sekä rakentamisen että käytön aikana ja niitä aiheuttavat useat eri toimijat ja osapuolet. Liikenteestä aiheutuviin ilmastovaikutuksiin vaikuttavat terveys- ja perhekeskuksen sijainti ja saavutettavuus, ympäröivä liikenneinfrastruktura, pysäköintipaikkojen määrä sekä käyttäjien etäisyys.

Koska keskuksen katutasoon on tarkoituksena varata tilaa kaupallisille liike- ja palvelutiloille, myös näiden käyttäjät sekä heidän liikkumisensa aiheuttavat alueella ilmastovaikutuksia rakennuksen käyttövaiheen aikana. Keskuksen otollinen sijainti ja hyvä saavutettavuus julkisella liikenteellä tukee ympäristöystävällisiä matkustustapoja, todennäköisesti vähentäen päästöjä.

Liikenteen päästöjä aiheutuu myös työntekijöiden työmatkoista. Näiden vähentämiseksi työntekijöitä voidaan kannustaa kestävään liikkumiseen esimerkiksi erilaisten työmatka- tai pyöräetujen sekä hyvien, lähellä sisäänkäyntiä sijaitsevien pyöräpysäköintipaikkojen avulla. Myös sähköautojen latauspisteiden asentaminen voi edistää sähköautojen käyttöä ja vähentää liikenteen päästöjä. Lisäksi tavaraliikenteen optimointi, kuten kuljetusten suunnittelu mahdollisimman tehokkaasti, voi vähentää päästöjen määrää.

Esirakentaminen ja maamassat

Esi- ja infrarakentamisen päästöillä voi olla merkittävä vaikutus rakennushankkeiden päästöihin. Ilmastovaikutuksia muodostuu maaperän kaivamisesta, tasoituksesta, perustustöistä sekä erityisesti maamassojen kuljetuksesta, jotka aiheutuvat esirakennusvaiheessa käytettävien, usein diesel-käyttöisten, raskaiden koneiden energiankulutuksesta.

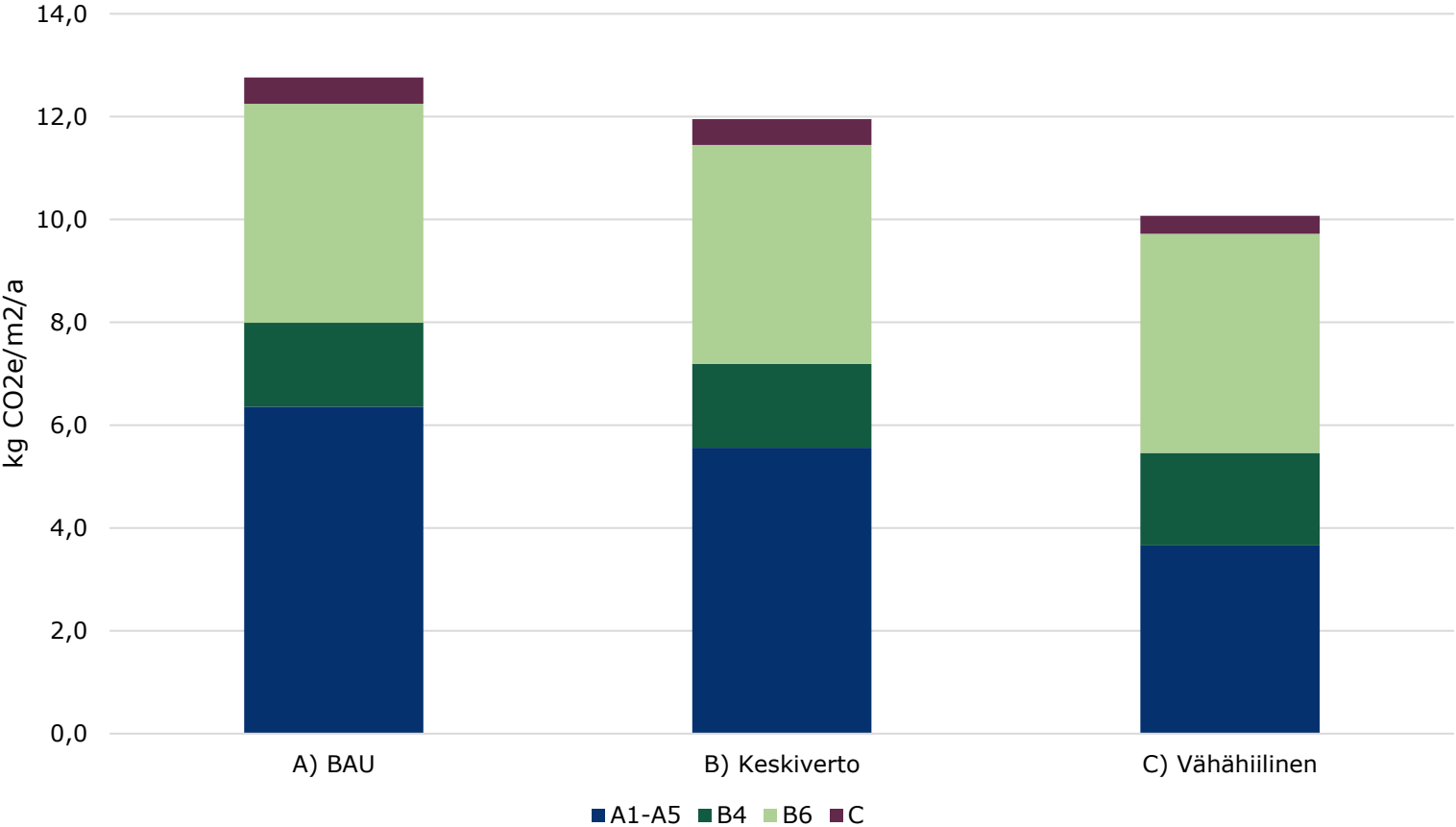
Tällä hetkellä terveys- ja perhekeskuksen alue koostuu täyttömaasta, joka toimii torialueena. Edellisen rakennuksen paalutukset ovat edelleen maassa ja ne tulee kaivaa esiin ja katkaista riittävän syvältä. Alue on määritelty vaikeasti rakennettavaksi syväksi pehmeiköksi, mikä vaikuttaa maaperän vahvistustarpeeseen ja siitä aiheutuviin ilmastovaikutuksiin. Päästöjä voidaan pienentää käyttämällä vähähiilisiä kuljetusmuotoja, hyödyntämällä kaivettuja maamassoja paikan päällä ja optimoimalla rakentamisen suunnittelua niin, että kaivu- ja täyttötarpeet minimoidaan.

Suomessa esimerkiksi rakentamisen päästötietokanta⁸ sisältää tietoa rakennusmateriaalien ja -prosessien päästöistä, mukaan lukien maa- ja infrarakentaminen.

Johtopäätökset

Tulokset

Skenaarioiden vertailu



- Rakennusten toteuttamisen elinkaarivaikutukset ja skenaarioiden vertailu on esitetty viereisessä kuvaajassa. Vähäpäästöisin vaihtoehto on skenaario C.
- Materiaalivalinnoilla on mahdollista saada aikaan merkittäviä päästövähennyksiä rakennuksen elinkaaren aikana.
- BAU- ja keskiverto-skenaarioissa rakennusosien valmistuksen ja asennuksen päästöillä (elinkaaren vaiheet A1-A5) on suurin vaikutus rakennuksen kokonaispäästöihin, mutta vähähiilisessä skenaariossa nämä päästöt ovat vähäpäästöisten materiaalivalintojen seurauksena käyttövaihetta pienemmät.
- Käytetyn energian valinnalla on suuri vaikutus rakennuksen elinkaaren aikaisiin päästöihin. Tämä tulee esiin erityisesti, skenaario C:ssä, jossa materiaalivalintoihin on jo panostettu. Sähkön vaihtaminen päästöttömäksi voisi pienentää kokonaispäästöjä 30 - 40 % skenaariosta riipuen.

Johtopäätökset ja suositukset

- Asemakaavan rakennusten toteuttaminen aiheuttaa A-skenaariossa noin 27 900 t CO₂e päästöt. Suurimmat päästöt syntyvät rakennusmateriaaleista, jotka aiheuttavat n. 13 900 t CO₂e päästöjä, eli noin puolet hankkeen kokonaispäästöistä.
- Eniten suunnittelu- ja rakennusvaiheissa päästöjä voi vähentää suosimalla runkomateriaaleissa betonin sijaan muita vähäpäästöisiä materiaaleja, kuten puuta tai vähäpäästöistä tai kierrätettyä betonia:
 - Esimerkiksi A-skenaarion suurin yksittäinen päästölähde on rakennusten välipohjissa käytetty valubetonilaatan valmisbetoni, joka yksinään kattaa 10 % kokonaispäästöistä.
 - Vähähiilisessä skenaariossa valubetonilaatta on korvattu CLT-rakenteisella välipohjalla, jossa kantavana osana toimii massiivipuu, ja joka suuresta käyttömäärästään huolimatta muodostaa vain 3 % kokonaispäästöistä.
- Päästöjä voidaan vähentää merkittävästi myös valitsemalla uusiokäytettyjä materiaaleja etenkin teräksen osalta, jossa kierrätetyn materiaalin osuuden lisääminen ei vaikuta merkittävästi sen käyttöominaisuuksiin.
- Käytön aikaisiin suurin päästöihin on mahdollista vaikuttaa suosimalla uusiutuvaa sähköä rakennusten energiankulutuksessa.
- Koska kyseessä on asemakaavamuutos, ilmastovaikutusten arvioinnin tarkentamiseksi suosituksena on sisällyttää arviointiin myös muut osa-alueet rakentamisen ohella, kuten liikenne ja liikkuminen, energia, kaupunki- ja yhdyskuntarakenne sekä maamassojen muutokset ja ilmastomuutokseen sopeutuminen.



Lähteet

Lähteet

- ¹ One Click LCA-ohjelmisto. 2024. Saatavissa: <https://oneclicklca.com/fi/>
- ² Syke. 2024. Kuntien ja alueiden khk-päästöt. Saatavissa: <https://paastot.hiilineutraalisuomi.fi/>
- ³ i-Tree Eco. 2024. Saatavissa: <https://www.itreetools.org/tools/i-tree-eco>
- ⁴ Kuronuma et al. 2018. CO2 payoff of extensive green roofs with different vegetation species. Sustainability, 10(7), 2256. Saatavissa <https://www.mdpi.com/2071-1050/10/7/2256>
- ⁵ Simosol Oy, Ramboll Oy & Tapio Oy. 2021. Selvitys pääkaupunkiseudun hiilinieluista ja -varastoista. Helsingin seudun ympäristöpalvelut -kuntayhtymä, HSY. Saatavissa <https://julkaisu.hsy.fi/selvitys-paakaupunkiseudun-hiilinieluista-ja--varastoista.html>
- ⁶ Motiva. 2022. Rakentaminen ja rakennukset. Saatavissa: https://www.motiva.fi/julkinen_sektori/kestavat_julkiset_hankinnat/tietopankki/rakentaminen_ja_rakennukset#:~:text=Yksin omaan%20rakennusten%20energian%20A4ytt%C3%B6%20vastaa%20noin,rakennuskannasta%20on%20vajaa%2010%20prosenttia.
- ⁷ Motiva. 2023. Aurinkopaneelien asentaminen. Saatavissa: https://www.motiva.fi/ratkaisut/uusiutuva_energia/aurinkosahko/hankinta_ja_asennus/aurinkopaneelien_asentaminen
- ⁸ CO2data. 2024. CO2data-päästötietokanta. Saatavissa <https://co2data.fi/>
- Ramboll. 2024. Hiilensidonnan arviointityökalu.