

Vähähiilisen rakentamisen suunnitteluohje

Tampereen kaupunki



Työryhmä:

Granlund Oy

Tampereen kaupunki

Tampereen Tilapalvelut Oy

Tampereen kaupunki

SISÄLLYSLUETTELO

1	Johdanto.....	3
1.1	Ohjeen tausta	3
1.2	Ohjeen tarkoitus	3
1.3	Muita ohjeita	3
1.4	Rakennuksen hiilijalanjälki	3
2	Säädösohjaus ja sitoumukset	4
2.1	Säädösohjaus	5
2.2	Sitoumukset.....	5
3	Hiilijalanjäljen ohjaaminen hankkeen eri vaiheissa	6
3.1	Tarveselvitys	6
3.2	Hankesuunnitelma	7
3.3	Toteutusvaihe ja työmaan valmistelu	8
3.4	Käyttöönotto ja takuu aika.....	8
4	Hiilijalanjäljen pienentämisen toimenpiteet sekä keinoja vähähiiliseen rakentamiseen	9
4.1	Materiaalisidonnaiset ratkaisut	9
4.2	Energiasidonnaiset ratkaisut	11
4.3	Esimerkkejä vähähiilisyysoimenpiteistä suunnittelussa	11
4.4	Esimerkkikohteen vertailut.....	14
5	Tampereen kaupungin ilmastositoumukset.....	16

Versiokirjaukset:

Päiväys	Päivitysisältö	
30.9.2025	Julkaistu	
30.4.2026	Korjattu sivuvaihdot	
30.9.2026	Lisätty Tampereen kaupungin ilmastositoumukset vihreää rahoitusta varten	

1 Johdanto

1.1 OHJEEN TAUSTA

Uudisrakentamisen tiettyjen käyttötarkoituusluokkien vähähiilisyyttä ohjataan kansallisen lainsäädännön tasolta uuden rakentamislain kautta. Lisäksi Tampereen kaupunki on osaltaan sitoutunut edistämään rakentamisen vähähiilisyyttä sekä rakennusten energiatehokkuutta kansallisilla ja kansainvälisillä sitoumuksilla.

Tässä ohjeessa keskitytään uudisrakentamiseen, etenkin päiväkotien sekä koulujen rakentamiseen, joiden hiilijalanjälkeä ohjataan vuonna 2026 voimaan astuvilla ympäristöministeriön asettamilla raja-arvoilla (kgCO₂e/m²/a) käyttötarkoituusluokittain. Ohjeen hiilijalanjäljen määrittely- ja laskentaperiaatteet noudattavat ympäristöministeriön asetusta rakennuksen ilmastaselvityksestä ja rakennustuoteluettelosta (1027/2024, 30.12.2024). Lisäksi hankekohtaisissa arvioinneissa hyödynnetään Tampereen Tilapalveluiden elinkaarisuunnitteluohjetta sekä kaikkia muita hankkeeseen liittyviä suunnitteluohjeita. Tämä ohje ei poissulje muita suunnitteluohjeita. Suunnitteluohjeiden ristiriitaisuudet tai niistä poikkeaminen käsitellään suunnittelukokouksissa.

Vaikka ohje on suunnattu pääasiallisesti uudisrakentamiseen, voidaan kansallisen tason arviointimenetelmää sekä Tampereen kaupungin ohjeita vähähiilisyyden ohjaamiselle rakentamishankkeissa soveltaa myös korjausrakentamiseen.

Lisätietoa ohjeen taustalla vaikuttavasta lainsäädännöstä sekä sitoumuksista löytyy ohjeen luvusta 2 Säädösohjaus ja sitoumukset.

1.2 OHJEEN TARKOITUS

Tämä ohje on laadittu Tampereen kaupungille uudishankkeiden vähähiilisen rakentamisen tueksi.

Ohje on suunnattu erityisesti rakennushankkeeseen ryhtyville sekä hankkeiden suunnitteluosapuolille. Ohjeen tarkoitus on havainnollistaa lukijalle yleiskuva rakennuksen elinkaaren hiilijalanjäljen muodostumisesta sekä nostaa esille vähähiilisessä suunnittelussa huomioitavat pääkohdat hankevaiheittain ja rakennusosittain. Ohje tarjoaa konkreettisia esimerkkejä keinoista, joilla hiilijalanjälkeä voidaan pienentää.

Ohjeessa käydään läpi, kuinka vähähiilisyyttä ohjataan osana Tampereen kaupungin ja Tampereen Tilapalveluiden suunnittelunohjauksen prosessia. Ohjeessa on kuvattu keskeiset tehtävät ja päätökset vähähiilisyyden ohjaamiseen osana suunnitteluvaihetta.

Ohjeessa oletetaan, että päätös rakentamisesta kyseiselle tontille on jo tehty. Ohje ei käsittele rakentamisen määrän vähentämistä, olemassa olevan rakennuskannan hyödyntämistä tai muita vastaavia päästöjen vähentämiskeinoja. Sen sijaan ohjeessa keskitytään niihin tekijöihin, joihin voidaan vaikuttaa yksittäisen rakennushankkeen puitteissa.

1.3 MUITA OHJEITA

Tämän ohjeen lisäksi Tampereen kaupungilla on käytössä mm. seuraavat ohjeet, joilla ohjataan rakennuksen kestävästä rakentamisesta ja käyttöä. Ohjeiden kautta ohjataan mm. taloteknistä suunnittelua, energiatehokkuutta sekä rakennuksen hiilijalanjälkeä. Tässä ohjeessa ei käsitellä muiden suunnitteluohjeiden sisältöä.

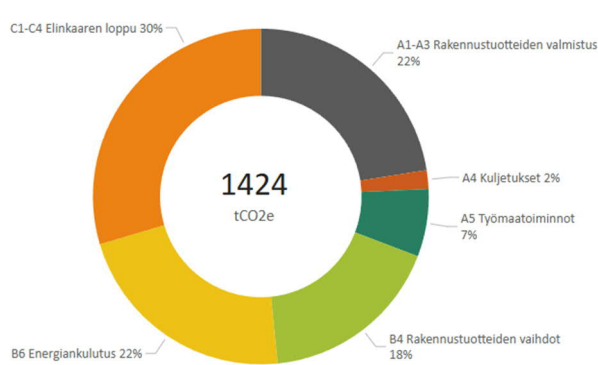
Tätä ohjetta täydentävät ja tukevat muut ohjeet:

- Elinkaarisuunnitteluohje
- Hiilijalan- ja kädenjäljen laskentaohje + liitetaulukko
- Tampereen kaupungin ja Tampereen Tilapalveluiden muut suunnitteluohjeet:
<https://tampereentilapalvelut.fi/materiaalipankki/suunnitteluohjeet/>

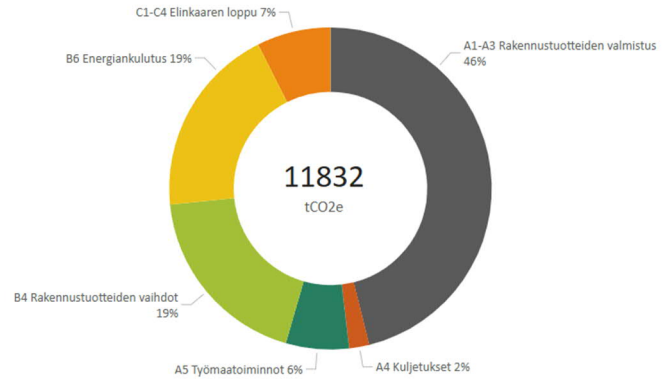
1.4 RAKENNUKSEN HIILIJALANJÄLKI

Rakennuksen hiilijalanjäljestä puhuttaessa, ympäristöministeriön arviointimenetelmällä laadittuna, rakennuksen hiilijalanjälki ja sen arviointi kattaa koko rakennuksen elinkaaren. Ympäristöministeriön arviointimenetelmän mukaisesti rakennuksen elinkaari kattaa elinkaaren vaiheet tuotevaiheesta (A1-A3 raaka-aineen hankinta, kuljetus valmistukseen sekä tuotteiden valmistus), rakentamisvaiheesta (A4 kuljetukset työmaalle, A5 työmaatoiminnot), käyttövaiheesta (B4 osien vaihdot, B6 energian käyttö) sekä rakennuksen elinkaaren lopun (C1 rakennuksen purkaminen, C2 purkujätteen

kuljetukset, C3 purkujätteen käsittely, C4 purkujätteen loppusijoitus).

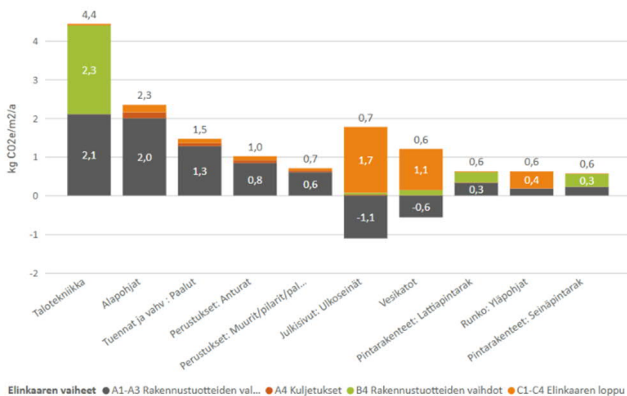


Kuva 1 Puurunkoisen päiväkodin rakennuksen hiilijalanjälki elinkaaren vaiheittain.

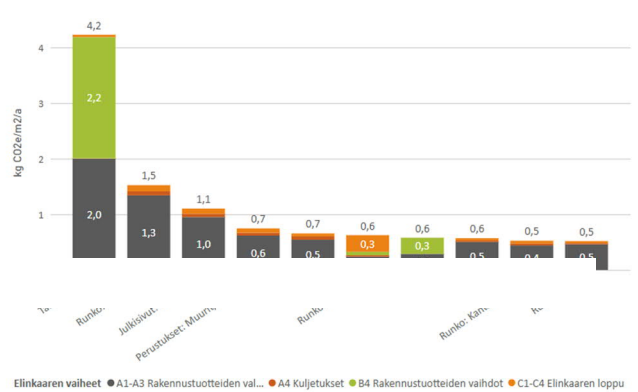


Kuva 2 Betonirunkoisen opetusrakennuksen hiilijalanjälki elinkaaren vaiheittain.

Merkittävimmät elinkaaren vaiheet rakennuksen hiilijalanjäljessä ovat A1-A3 rakennustuotteiden valmistus sekä B6 energiankulutus. Puurunkoisessa kohteessa korostuu myös elinkaaren loppu, jolloin puuhun sitoutunut biogeeninen hiili vapautuu takaisin ilmakehään. Toisaalta puurunkoisessa kohteessa elinkaaren vaihe A1-A3 rakennustuotteiden valmistus on tyypillisesti betonirunkoista rakennus pienempi, johtuen nimenomaan biogeenisen hiilen sitoutumisesta puutuotteisiin ennen rakentamista. Tässä ohjeessa keskitytään keskeisimpien elinkaaren vaiheiden päästöjen vähentämiseen.



Kuva 1 Puurunkoisen päiväkodin rakennuksen hiilijalanjälki rakennusosittain.



Kuva 2 Betonirunkoisen opetusrakennuksen rakennuksen hiilijalanjälki rakennusosittain.

Tarkasteltaessa hiilijalanjäljen muodostumista rakennusosittain, eniten hiilijalanjälkeen vaikuttava rakennusosa on talotekniset järjestelmät ja niihin liittyvät materiaalit. Seuraavaksi suurimpia tekijöitä rakennuksen hiilijalanjäljessä ovat rungon rakennusosat sekä perustukset. Rungon rakennusosista merkittävimmin hiilijalanjälkeen vaikuttaa mm. alapohja- sekä välipohjarakenteet sekä ulkoseinät.

2 Säädosohjaus ja sitoumukset

Rakennushankkeiden vähähiilisyttä ohjataan sekä säädosohjauksella että erilaisten sitoumusten kautta. Uusi rakentamislaki asettaa vaatimuksia uudisrakentamisen ilmastovaikutusten vähentämiselle, kun taas vapaaehtoiset sitoumukset tukevat vähähiilisyttä ja vastuullisuutta syventäen kestäväen rakentamisen tavoitteita.

2.1 SÄÄDÖSOHJAUS

Suomen rakentamislaki velvoittaa rakennushankkeita arvioimaan uudisrakennuksen elinkaaren aikaisen hiilijalanjäljen osana suunnittelua ja käyttöönottoa ympäristöministeriön asetuksella rakennuksen ilmastaselvityksestä ja rakennustuoteluettelosta (1027/2024). Lain myötä rakennushankkeilta edellytetään vastaanottovaiheessa ilmastaselvitys, joka perustuu kansalliseen ympäristöministeriön arviointimenetelmään. Tulevaisuudessa ohjausta tehostetaan edelleen ottamalla käyttöön hiilijalanjäljen raja-arvot, jotka määrittävät suurimman sallitun hiilijalanjäljen rakennusten eri käyttötarkoituksiluokille.

Lisäksi rakennuslupavaiheessa tulee laatia ja käyttöönottovaiheessa tarpeen mukaan päivittää rakennustuoteluettelo, jossa raportoidaan pääpiirustustasoisesti rakennuksessa ja rakennuspaikalla käytettävät rakennustuotteet ja niiden sisältämät kappalemäärät, massat tai muut määrätiedot.

2.2 SITOUMUKSET

Ilmaston osalta Tampereen kaupungin keskeisin tavoite on hiilineutraalius vuonna 2030. Kaupunki on sitoutunut YK:n kestävä kehityksen Agenda 2030 -tavoitteiden toimeenpanoon omassa toiminnassaan ja toteuttaa niitä strategiansa kautta koko kaupunkikonsernissa Hiilineutraali Tampere 2030 -tiekartan avulla.

Kaupunki kuuluu myös useisiin ilmastoasioita edistäviin verkostoihin, kuten Covenant of Mayors, 100 ilmastoneutraalia ja älykästä kaupunkia -EU-missioon ja Kunta-alan energiatehokkuussopimukseen. Kaupunki seuraa EU:n kestävä rahoituksen taksonomian kehitystä ja valmistautuu mahdollisuuteen alkaa tarkastella ilmastotoimiaan taksonomian näkökulmasta.

Tampere kokoaa vuosittain ilmastobudjettiinsa kaupunkikonsernin merkittävimmät ilmastotoimet, niiden kustannusvaikutukset sekä mahdollisuuksien mukaan päästövähennysvaikutukset. Toteumat raportoidaan vuosittain tilinpäätöksessä. Tampereen maantieteellisellä alueella syntyviä päästöjä seurataan kansallisen CO₂-raportin avulla ja kulutuksen päästöjä erillisen Kulutuksen päästöt -raportin avulla. Hankekohtaista tarkastelua tehdään kaikissa merkittävimmissä talonrakennushankkeissa, joissa päätöksenteon tueksi lasketaan vaihtoehtoisten ratkaisujen hiilijalanjäljet.

3 Hiilijalanjäljen ohjaaminen hankkeen eri vaiheissa

Vähähiilisyyden ohjaamista sekä hankkeen vähähiilisyyteen liittyviä päätöksiä toteutetaan läpi hankkeen, tarveselvityksestä lähtien käyttöönottoon asti. Hiilijalanjäljen ohjaamisessa korostuu erityisesti tarveselvitys- ja hankesuunnitteluvaihe, jossa asetetaan hankkeen toteutukselle reunaehdot sekä toteutusvaihe, jossa itse reunaehtojen mukainen rakentaminen toteutuu.

Tarveselvitys	Hankesuunnittelu	Toteutusvaihe	Käyttöönotto ja takuu aika
<p>Tarveselvitysvaiheessa tarkastellaan asetetaan hankkeelle kansallista raja-arvoa tiukempi raja-arvo hankkeen hiilijalanjäljelle ja sen ohjaamiselle.</p> <p>Tarveselvitysvaiheessa määritetään hankkeen laajuus ja tilantarve sekä selvitetään vaihtoehtoiset ratkaisut. Vähähiilisyyden ohjauksen näkökulmasta on keskeistä vertailla vaihtoehtoja hiilijalanjäljen, kustannusten sekä toteutettavuuden näkökulmasta.</p> <p>Hiilijalanjäljen arviointi perustuu yleisiin, ylätasoon suunniteltuihin ja arvioihin laajuuksista, taulukko- ja referenssiarvoihin.</p> <p>Vähähiilisyyden ohjauksen näkökulmasta keskeisiä ohjattavia ratkaisuja ovat:</p> <ul style="list-style-type: none"> Rakennuksen massoittelu ja sijoittelu tontille Tilatarpeen mitoitus ja tilatarpeen tehokkuuden varmistaminen Materiaalivertailut, mahdollisen puurakenteiden käytön sekä muiden vaihtoehtoisten rakenteiden tarkastelu ja vertailu hiilijalanjäljen näkökulmasta Energiatohokkuuden taso ja energiaratkaisut, kuten lämmitysmuoto ja vaihtoehtoiset energiantuotantomuodot 	<p>Hankesuunnitteluvaiheessa suunnittelun tarkentuessa, tarkentuu myös hankkeen vähähiilisyyden ohjaus ja ohjauksen tukena tehtävät tarkastelut ja vertailut.</p> <p>Hankesuunnitteluvaiheessa tarkennetaan tarveselvitysvaiheessa asetettujen tavoitteiden mukaista suunnittelua.</p> <p>Hiilijalanjäljen arviointi tarkentuu ja perustuu ajantasaisiin suunnitelmiin.</p> <p>Vähähiilisyyden ohjauksen näkökulmasta keskeisiä ohjattavia näkökulmia ovat:</p> <ul style="list-style-type: none"> Tarkentavan tilankäytön suunnittelu, tilojen sijoittelun vaikutukset materiaalien käyttöön rakenteiden ja teknisten tilojen osalta Vaihtoehtoiset runkoratkaisut, ulkoseinä- ja julkisivumateriaalien vertailu hiilijalanjäljen näkökulmasta Elinkaariarvioinnin, kestävän käytön, pitkäikäisyyden ja muunneltavuuden sisällyttäminen rakenteiden ja taloteknisten järjestelmien suunnitteluun 	<p>Toteutusvaiheessa keskeistä on tarveselvitys- ja hankesuunnitteluvaiheessa asetettuja tavoitteita toteuttava suunnittelu.</p> <p>Toteutusvaiheeseen runko- ja järjestelmäratkaisu siirtyvät sanallisesti, jolloin toteutusvaiheessa keskitytään tarkentamaan ja yksityiskohtaisempaan suunnitteluun. Vähähiilisyyden ohjauksessa keskeistä on vähähiilisyyden vertailut tarkentavissa materiaali- ja tuotevalinnoissa sekä vähähiilisyyden tavoitteiden vieminen kilpailutuksiin ja hankintoihin.</p> <p>Hiilijalanjäljen arviointi perustuu toteutussuunnitelmiin sekä tarkkoihin määrää- ja tuotetietoihin.</p> <p>Vähähiilisyyden ohjauksen näkökulmasta keskeisiä ohjattavia näkökulmia ovat:</p> <ul style="list-style-type: none"> Tarkentavat tuote- ja materiaalivalinnat Vähähiilisyys osana hankintoja ja kilpailutuksia. Päästöttömän työmaan (Green deal) huomioiminen osana työmaan suunnittelua ja toteutusta Jos tuote vaihdetaan työmaalla, valitaan saman tai pienemmän hiilijalanjäljen omaava tuote. 	<p>Käyttöönoton ja takuuaian aikana keskeistä on varmistaa rakennuksen käytön ohjaus kestävään ja tarpeenmukaiseen käyttöön.</p> <p>Käyttöönoton ja takuuaian aikana ei pystytä vaikuttamaan enää rakennushankkeesta muodostuvaan hiilijalanjälkeen.</p> <p>Hiilijalanjäljen arviointi perustuu toteutukseen. Lisäksi laaditaan rakentamislain vaatima ilmastaselvitys osana käyttöönottoa.</p> <p>Vähähiilisyyden ohjauksen näkökulmasta keskeisiä ohjattavia näkökulmia ovat:</p> <ul style="list-style-type: none"> Käytön aikainen ohjaus kestävään käyttöön Oikea-aikaisten ja tarpeenmukaisten huoltojen, korjausten ja purkujen suunnittelu Suunnitteluvaiheessa asetettujen vähähiilisyystavoitteiden vieminen osaksi käytön ohjausta, erityisesti energiatohokkuuden ja materiaalivalintojen osalta

Kuva 3 Vähähiilisyyden ohjaus osana Tampereen kaupungin rakennuttamisen ja suunnittelun prosessia

3.1 TARVESELVITYS

Tarveselvitysvaiheessa selvitetään ja määritetään hankkeen laajuus ja tilantarve, selvitetään vaihtoehtoiset ratkaisut ja vertaillaan vaihtoehtojen vaikutuksia mm. toiminnallisuuteen, kustannuksiin sekä vähähiilisyyteen. Tarveselvityksen lopputuloksena syntyy tieto tulevan rakennushankkeen laajuudesta ja sisällöstä sekä kustannusarviosta. Vaihtoehtoisten toteutusratkaisujen näkökulmasta syntyy arvio vaihtoehtojen hiilijalanjäljestä. Tarveselvitysvaihe asettaa tavoitteet ja reunaehdot jatkosuunnitteluun ja hankkeen läpiviennille.

Tarveselvitysvaiheessa tarkasteltavat näkökulmat vaikuttavat hankkeesta muodostuvaan hiilijalanjälkeen merkittävästi. Muun muassa rakennuksen massoittelulla, rakennuksen sijoittelun tontille, tilatarpeen mitoituksella, runkoratkaisulla sekä tilojen sijoittelulla vaikutetaan muodostuvaan hiilijalanjälkeen huomattavasti ja usein näihin ei myöhemmissä suunnitteluvaiheissa voida enää vaikuttaa. Onnistuneessa vähähiilisyyden ohjauksessa keskeistä on yhteistyö hankkeen eri osapuolten välillä sekä selkeiden tavoitteiden ja toimenpiteiden asettaminen.

Tarveselvitysvaiheessa vähähiilisyyden ohjaukseen ja vähähiilisyyden edistämiseen liittyvät ovat:

- Tilaohjelman ja tontin reunaehtojen mukaisen suunnittelun ja tavoite- ja kustannustavoitteiden määrittäminen vähähiilisyyden näkökulmasta:
 - Rakennuksen toiminnallisuuden varmistaminen ja vaihtoehtojen tarkastelut vähähiilisyyden näkökulmasta (esiteltä tarkemmin kappaleessa 4.4)
 - Resurssiviisauden huomioiminen ja hukan vähentäminen osana toimintojen sijoittumiseen

rakennuksessa: Tilojen käytettävyys ja tilojen sijoittelut (esim. päiväkodissa märkätilojen hajauttamisen vaikutus tarvittaviin märkätilojen seiniin)

- o Tilojen monikäyttöisyyden, kuten iltakäytön ja kesäajan käytön suunnittelu ja huomiointi osana suunnittelua ja tavoitteen asetantaa (tarkennuksia voi lukea hankkeelle relevantista suunnitteluohjeesta, esim. päiväkotien ja perusopetuksen suunnitteluohjeet tai Hiilineutraali Tampere 20230 - tiekartasta)
- Vaihtoehtoisten toteutusratkaisujen vertailu hiilijalanjäljen näkökulmasta sekä kustannusten näkökulmasta:
 - o Rakennuksen massoittelu ja muoto sekä rakennuksen sijoittelun tontille
 - o Vaihtoehtoiset runkoratkaisut, rungon päämateriaalin vertailu
 - o Vaihtoehtoisten rakenteiden tarkastelu ylätasolla
 - o Energiaratkaisujen, kuten lämmitysmuotojen ja vaihtoehtoisten energiatuotantoratkaisujen toteutuksen tarkastelut
- Hankkeen tavoitteiden asetanta jatkosuunnitteluun ja reunaehtojen tunnistaminen vähähiilisuuden toteuttamiselle hankkeessa:
 - o Tarkastellaan kohdekohtaisesti asetetaanko kohteen hiilijalanjäljelle kansallista tasoa tiukempi tavoite sekä sovitaan toimenpiteet vähähiilisuuden edistämiseksi suunnittelussa ja toteutuksessa
 - o Tavoitteiden sisällyttäminen kaikkiin suunnittelualoihin ja suunnittelualojen tavoitteisiin
 - o Suunnitelma vähähiilisuuden seuraamiselle osana hanketta, riittävän osaamisen varmistaminen ja vähähiilisuuden ohjaamisen organisoituminen. Tämän integroiminen vaatii toimivien prosessien kehittymistä ja jalkauttamista hankkeisiin
 - o Kiertotalouden edistäminen osana hankkeen suunnittelua, jonka ratkaisuja tullaan esittelemään tulevassa kiertotalousohjeessa
 - o Mikäli hankkeessa tavoitellaan ympäristösertifiointia, tulee sen asettamat ympäristötavoitteet, ja niiden liittyminen vähähiilisuuden edistämiseen hankkeessa, huomioida

3.2 HANKESUUNNITELMA

Hankesuunnitteluvaiheessa käynnistetään varsinainen rakennuksen suunnittelu tarveselvitysvaiheen pohjalta. Hankkeen laajuus ei tarveselvityksen jälkeen lähtökohtaisesti kasva, jolloin hankesuunnitteluvaiheessa keskitytään toteuttamaan tarveselvityksessä määritettyjen reunaehtojen sekä asetettujen tavoitteiden mukaista suunnittelua.

Hankesuunnitteluvaiheessa tehdään keskeiset päätökset vaihtoehtojen välillä jatkosuunnittelua varten, jolloin keskeistä hankesuunnitteluvaiheessa on vaihtoehtojen vertailu niin hiilijalanjäljen- kuin kustannuslaskennan näkökulmasta. Hiilijalanjäljen ohjaaminen vaatii tiivistä yhteistyötä eri suunnittelualojen välillä.

Hankesuunnitteluvaiheen keskeiset tehtävät vähähiilisuuden ohjaukseen ovat:

- Hiilijalanjäljelle ja vähähiilisuudelle asetettujen tavoitteiden toteuttava suunnittelu sekä vähähiilisuudelle asetettujen tavoitteiden seuranta osana suunnittelua ja suunnittelun läpivientä
- Tarkentavien suunnitteluratkaisujen vertailu hiilijalanjäljen sekä kustannusten näkökulmasta:
 - o Tarkentavan tilankäytön sekä tilojen sijoittelun (erityisesti tekniset tilat) vaikutukset mm. rakenneratkaisujen toteutukseen sekä materiaalimenekkiin rakenteiden ja teknisten järjestelmien osalta
 - o Vaihtoehtoisten vertailujen laatiminen osana päätöksen tekoa ja tarkentavaa suunnittelua sekä rakennetyyppien että materiaalien osalta erityisesti rungon, ulkoseinän- ja julkisivurakenteiden osalta
 - o Rakennuksen suunnittelu kestäväään käyttöön, pitkäikäisyyden ja muunneltavuuden suunnittelu, varautuminen tulevaisuuden tarpeisiin, muuntojouston huomiointi osana suunnittelua
- Talotekniikkajärjestelmien ja energiasuunnittelun tarkastelu elinkaariajattelun näkökulmasta
 - o Investointi- ja elinkaarikustannusten tarkastelu ja ohjaus sekä vähähiilisuuden edistäminen osana

suunnittelua

- Tavoitteiden asettaminen jatkosuunnitteluun ja toteutukseen
 - o Vähähiilisten materiaalien (vähintään vähähiilinen betoni ja teräs) sisällyttäminen osaksi toteutusvaihetta ohjaavia dokumentteja

3.3 TOTEUTUSVAIHE JA TYÖMAAN VALMISTELU

Toteutusvaiheessa keskeistä on tarveselvitys- ja hankesuunnitteluvaiheessa asetettujen reunaehtoja sekä tavoitteita toteuttava suunnittelu. Vähähiilisyiden ohjauksen näkökulmasta tarkasteltavat ratkaisut tarkentuvat materiaali- ja tuotetasolle. Hiilijalanjälkihjausta tukevat vaihtoehtojen vertailut sekä kustannusten että hiilijalanjäljen näkökulmasta.

Lisäksi toteutusvaiheessa määritetään ja työmaavaiheessa toteutetaan vähähiilisyiden edistäminen osana työmaatoimintoja sekä varmistetaan suunnitellun vähähiilisyiden toteutuminen.

Toteutusvaiheen tehtävät vähähiilisyiden ohjaukseen ovat:

- Rungon mitoituksen tarkastelut hiilijalanjäljen näkökulmasta:
 - o Rungon ja muiden materiaali-intensiivisten rakenneosien kriittinen tarkastelu mm. rakenteiden keventämisen ja materiaalmäärän vähentämisen näkökulmasta
 - o Suunnittelutahojen (etenkin arkkitehti- ja rakennesuunnittelun) yhteistyön ja vuorovaikutuksen merkityksellisyiden huomioiminen optimaalisen rungon suunnittelussa
- Vähähiilisyiden ohjausta ja tavoitteita toteuttava suunnittelu sekä tavoitteiden toteutumisen seuranta
- Tarkemmat tuote- ja materiaalivalinnat, muun muassa eristeiden ja pintamateriaalien vertailu ja valinta hiilijalanjäljen näkökulmasta
- Asetettujen vähähiilisyiden ja materiaalivalintojen integroiminen osaksi hankintoja ja kilpailutuksia. Kilpailutuksissa voidaan käyttää kriteerinä esimerkiksi tuotteen hiilijalanjälkeä, CO2 päästöjä tai kierrätysastetta.
- Vähähiilisyys osaksi hankintoja: yhteistyö toimittajien kanssa, vähähiilisen rakentamisen hankinnan kriteerit sekä vähähiilisten materiaalien hankintasuunnitelma.

Työmaan valmistelun ja työmaavaiheen tehtävät vähähiilisyiden ohjaukseen ovat:

- Vähähiilisyiden edistäminen osana työmaan ja hankintojen logistiikkaa, jätehuoltoa sekä ympäristösuunnitelmaa.
- Päästötön työmaa green deal:in huomioiminen työmaan suunnittelussa ja toteutuksessa.
- Työmaa-aikaisissa materiaalivalinnoissa ja -hankinnoissa vähähiilisyiden huomioiminen tavoitteiden mukaisesti. Jos tuote vaihdetaan työmaalla, valitaan saman tai pienemmän hiilijalanjäljen omaava tuote.

3.4 KÄYTTÖÖNOTTO JA TAKUUAIKA

Käyttöönoton sekä takuuajan vaiheessa ei pysytä vaikuttamaan enää rakentamisesta muodostuvaan hiilijalanjälkeen. Kuitenkin käyttöönoton ja takuuajan aikana voidaan vaikuttaa käytön hiilijalanjälkeen sekä varmistaa, että toteutettu ratkaisu vastaa suunniteltua ja hankkeelle asetetut tavoitteet saavutetaan.

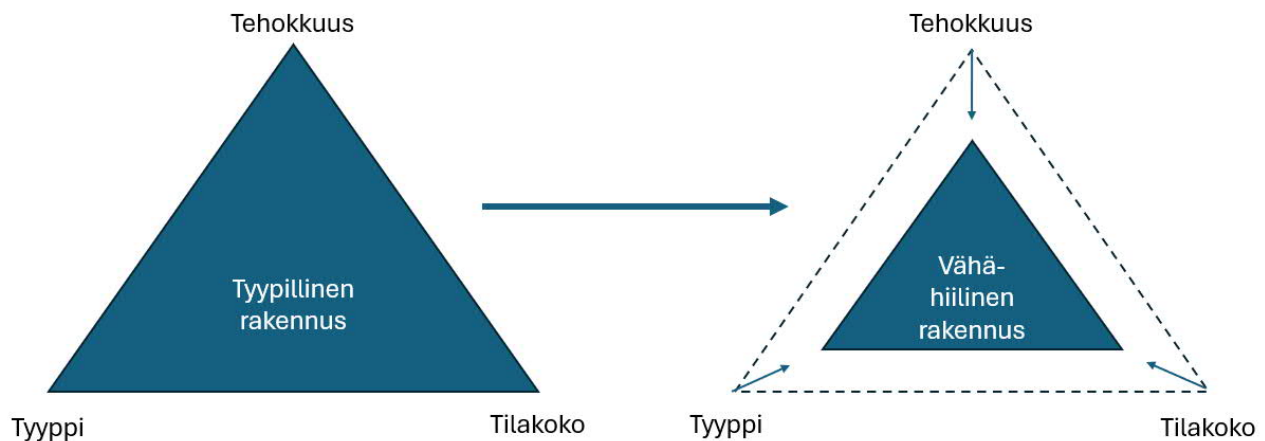
Käyttöönoton ja takuuajan tehtävät vähähiilisyiden ohjaukseen ovat:

- Toteutuneen hiilijalanjäljen laskenta sekä arvio vähähiilisyiden tavoitteen toteutumisesta sekä palaute vähähiilisyiden ohjauksesta osana suunnittelua.
- Ilmastaselvityksen laadinta.
- Opastus kestävään ja tarpeenmukaiseen käyttöön, korjauksiin ja huoltoihin.
- Käytön aikaisen energiankulutuksen seuranta, poikkeamiin puuttuminen Hiilineutraali Tampere 2030 -tiekartan toimenpiteiden mukaisesti.
- Tarpeen mukaiset ja suunnitelmalliset huollot, korjaukset ja purut.

4 Hiilijalanjäljen pienentämisen toimenpiteet sekä keinoja vähähiiliseen rakentamiseen

Vähähiilinen rakentaminen perustuu rakennuksen koko elinkaaren aikaisten ilmastovaikutusten minimointiin. Tämä edellyttää hiilijalanjäljen ohjausta niin rakennusmateriaaleissa, tilankäytössä kuin energiatehokkuuden kautta käytön aikaisessa energiankulutuksessa.

Kuvan 6 mukaisesti tyypillisessä rakennuksessa merkittävimmät osa-alueet muodostuvat tehokkuuden, rakennustyyppin ja tilakoon välillä. Vähähiilisessä rakentamisessa tätä kolmiota pyritään pienentämään, joitain tai kaikkia osa-alueita optimoimalla, mikä tarkoittaa mm. resurssitehokkaampien ratkaisujen, tehokkaan tilankäytön ja/tai vähähiilisten materiaalivalintojen hyödyntämistä hankkeissa.



Kuva 4 Vähähiilisen rakennuksen periaate (Lähde: Kuittinen & Häkkinen, 2020)

Ensisijaisena tilatehokkuuden optimointi vähentää lähtökohtaisesti rakennuksen kokonaistilantarvetta, minimoi hukkatilan syntymistä sekä vähentää materiaalimenekkiä tilojen järkevän sijoittelun kautta (etenkin märkätilat). Optimaalisen ja tilatehokkaan rakennuksen materiaalisisäön päästöihin voidaan puuttua tarkastelemalla vaihtoehtoisia ratkaisuja hiili-intensiivisille materiaaleille. Betonin ja teräksen käyttöä voidaan vähentää hybridirakenteilla tai korvaamalla ne uusiutuvilla tai vähähiilisillä vaihtoehtoilla. Lisäksi kokonaismateriaalimenekkiä voidaan vähentää rakenteiden ylioptimoinnin välttämällä ja rakenteiden keventämisellä.

4.1 MATERIAALISIDONNAISET RATKAISUT

Materiaalien valmistus on usein suurin yksittäinen päästöjen lähde rakennuksen elinkaaren alussa, keskimäärin elinkaaren vaiheiden A1-A3 (materiaalien valmistus) osuus uudisrakennuksen hiilijalanjäljestä on noin 50–60 %. Käytön aikana uusittavien rakennusosien ja materiaalien (elinkaarenvaihe B4) osuus uudisrakennuksen hiilijalanjäljestä on noin 20–30 %.

Erityisesti materiaaleista muodostuvaan hiilijalanjälkeen vaikuttavat materiaalimenekki sekä käytetyn materiaalin päästöintensiteetti, mikä kertoo, kuinka paljon päästöjä materiaalin valmistuksesta syntyy. Esim. betonilla ei teräksen ja muihin metalleihin verrattaessa ole yhtä suurta päästökerrointa, mutta sen määrä rakennuksissa nostaa sen vaikuttavuutta päästöjen näkökulmasta. Materiaalisisäön päästöjä tarkasteltaessa kannattaa keskittyä erityisesti päästöjen kannalta merkittäviin rakennesein, joita ovat: perustukset, runko, ulkoseinät, välipohjat, kantavat väliseinät sekä talotekniikan materiaalit. Tampereen kaupungin hiilijalanjäljen laskentaohje sisältää raportointitaulukon, joka auttaa kohdekohtaisten rakennusosien päästöjen vertailua.

- Materiaalien resurssivirtojen vähentämisellä tarkoitetaan materiaalien käytön tehostamista sekä materiaalihukan minimoimista koko rakennusprosessin ajan. Rakenteiden optimoinnilla tarkoitetaan sitä, että rakennuksessa käytetään vain tarvittavat määrät materiaaleja ja vältetään rakenteiden ylityöskäytöstä (etenkin kantavat rakenteet).

- o *Kevennetyt rakenteet ja rakenteiden optimointi*: Rakenteiden ja elementtien suunnittelu siten, että ne täyttävät rakennetekniset vaatimukset käyttäen vain tarvittavan määrän materiaaleja.
- Vähähiilisten materiaalien valmistusprosessissa päästöjen syntyminen on minimoitu esim. käyttämällä valmistuksessa uusiutuvaa energiaa tai kierräysmateriaaleja tuotteissa.
 - o *Vähähiilinen betoni*: Betoni, jossa on käytetty vähähiilisiä lisäaineita kuten lentotuhkaa tai kalsiumaluminaattisementtiä, vähentää valmistuksen päästöjä.
 - o *Vähähiiliset teräkset*: Teräksen valmistuksessa voidaan käyttää sähköä korvaavana uusiutuvia energianlähteitä, jolloin valmistuksen päästöt laskevat merkittävästi
 - o *Puu*: Puulla voi toimia vähähiilisempänä vaihtoehtona teräksisille ja betonisille rakennusosille ja materiaaleille.
- Uusiomateriaalista valmistetut tai uusiomateriaaleja sisältävät tuotteet hyödyntävät valmistuksessa käytöstä poistettua tai rakennusjätteestä pelastettua materiaalia
 - o Monet jo käytetyt ns. tavanomaiset rakennustuotteet ovat osittain kierrätys sisältöisiä, kuten teräkset ja kipsilevyt. Erityistä huomiota voi kiinnittää myös muihin materiaaleihin esim. eristysvilloin, tiiliin ja puutuotteisiin.
 - o Myös joissain rakennusosissa on jo sellaisenaan uudelleenkäyttöpotentiaalia, esimerkiksi alakaton akustiikkalevyissä on potentiaalia purkaa ehjänä ja asentaa uudestaan.
- Kiertotalouden ratkaisut (rakenteiden ja rakennusosien uudelleenkäyttö) viittaavat rakennusmateriaalien ja -rakenteiden uudelleenkäyttöön purkamisen yhteydessä tavanomaisen jätteenkäsittelyn sijaan. Uudelleenkäyttö säästää raaka-aineita ja vähentää jätteen määrää.
 - o *Uudelleenkäytettävyyden materiaaleissa ja rakenteissa*: Materiaalien ja rakenneosien suunnittelussa tulee huomioida niiden mahdollinen uudelleenkäyttö joko samassa kohteessa tai toisessa rakennushankkeessa. Esimerkiksi pulttiliitoksilla yhdistetyt teräsrakenteet, helposti irrotettavat puuelementit tai uudelleenkäyttöön soveltuvat alakattolevyt ovat hyviä esimerkkejä materiaaleista, joiden käyttöikä voi jatkua alkuperäisen kohteen tai rakenteiden purkamisen jälkeen. Uudelleenkäytön mahdollisuuksia tarjoaa:
 - *Irrotettujen tuotteiden uudelleenkäyttö*: Rakennusosat, kuten ikkunat, ovet, seinäelementit ja pihan varusteet, jotka voidaan käyttää uudelleen joko samoissa kohteissa tai muissa rakennushankkeissa.
 - *Purettavien materiaalien vaihtoehtoiset käyttötarkoitukset*: Esim. purettua betonia voidaan käyttää uudelleen piharakentamisessa.
 - *Modulaariset elementit*: Rakennukset, joissa käytetään helposti uudelleenkäytettäviä moduuleja, jotka voidaan ottaa talteen ja käyttää uudelleen rakennusprojekteissa esim. alakattolevyt.
- Pitkäikäisyys, huollettavuus, korjattavuus, muuntojoustavuus, purettavuus ja uudelleenkäytettävyyden tarkoittavat, että rakennukset on suunniteltu kestäväksi pitkään ja niitä on helppo huoltaa ja korjata. Muuntojoustavuus tarkoittaa rakennuksen kykyä sopeutua muuttuvien tarpeiden mukaan ilman suuria purku- ja korjaustöitä. Purettavuus ja uudelleenkäytettävyyden viittaavat siihen, että rakennus on suunniteltu niin, että se voidaan purkaa ja sen osia voidaan käyttää uudelleen.
 - o *Pitkäikäiset materiaalit*: Käytetään materiaaleja, jotka kestävät ajan saatossa ilman suuria ylläpitokustannuksia, kuten laadukas puu, teräs ja tiili. Pidempi käyttöikä laskee elinkaarenvaiheen B4 päästöjä. Tämä on merkityksellistä huomioida etenkin taloteknisten järjestelmien, kevyiden rakenteiden ja pintamateriaalien osalta.
 - o *Muuntojoustavat tilat*: Rakennuksia, joissa on mahdollista helposti muuttaa tilojen käyttötarkoituksia ilman suuria muutostöitä, esimerkiksi koulurakennukset, joiden tiloja voidaan hyödyntää esimerkiksi kokoontumistiloina erilaisten harrastusseurojen käyttöön kuten myös urheilutiloina ilta-aikaan.

- o *Purettavat rakenteet:* Rakennuksissa, joissa elementit voidaan purkaa helposti ja käyttää uudelleen esimerkiksi puurakenteiset elementit, jotka on suunniteltu purettaviksi ja uudelleenkäytettäviksi.
- o *Huolettavuus ja korjattavuus rakenteiden suunnittelussa:* Rakenteet tulee suunnitella siten, että niiden huolto ja korjaus voidaan toteuttaa helposti ja turvallisesti koko elinkaaren ajan. Esimerkiksi talotekniikan reitit ja tarkastusluukut tulee sijoittaa niin, että niihin pääsee esteettömästi käsiksi ilman laajoja purkutöitä. Rakenteiden yksityiskohdissa tulee välttää kiinteitä liitoksia, jotka estävät osittaisten korjausten tekemisen.

4.2 ENERGIASIDONNAISET RATKAISUT

Energiasidonnaisten ratkaisujen osalta alla esitetyt toimenpiteet ovat keskeisimpiä vähähiilisyiden edistämässä, näitä on käsitelty tarkemmin Tampereen Tilapalveluiden elinkaarisuunnitteluohjeessa. Energiasidonnaisten ratkaisujen integroiminen hankkeisiin tapahtuu pääasiallisesti tarveselvitys- ja hankesuunnitteluvaiheissa, jolloin suunnittelua edistetään yhdessä muiden suunnitteluosapuolien kanssa.

- Rakennuksen energiankulutuksen vähentäminen on yksi merkittävimmistä keinoista pienentää rakennuksen hiilijalanjälkeä. Tämä voidaan saavuttaa mm. seuraavin keinoin:
 - o *Rakennuksen sijoittelu ja suunnittelu:* Hyödyntämällä passiivisia menetelmiä, kuten rakennuksen ilmansuuntien optimointia. Esim. ei sijoiteta suurimpia ikkunapintoja etelään/länteen.
 - o *Lämpöviöiden minimointi:* Energiatohkeat ikkunat sekä talotekniset järjestelmä, hyvä eristys ja tiivis rakennusvaippa vähentävät lämmitystarvetta.
- Paikallisesti tuotettu uusiutuva energia vähentää rakennuksen riippuvuutta fossiilisista polttoaineista. Uusiutuvan energian käyttöä rakennuksen energiatarpeen kattamiseen voidaan edistää mm. seuraavin keinoin:
 - o *Aurinkoenergia:* Aurinkoenergian hyödyntäminen rakennuksissa asentamalla aurinkopaneeleja sähkön tuotantoon ja aurinkokeräimiä lämpimän käyttöveden lämmitykseen siten, että ratkaisut täyttävät Tampereen kaupungin hiilineutraaliustavoitteet sekä tulevat EPBD-vaatimukset uusiutuvan energian käytöstä.
 - o *Ilmalämpöpumppuratkaisut* rakennuksen jäädytyksessä (huomioitava rakennuksen pinta-ala ja järjestelmän toteutettavuus).
- Kulutusjoustop ja energiankierrätysratkaisujen hyödyntäminen rakennuksen energiankäytön optimoinnissa. Kun suunnittelu saadaan prosessiin ja tavoitteet linjattua, niitä voidaan toteuttaa mm. seuraavin keinoin:
 - o *Älykkäät ohjausjärjestelmät:* Pyritään käyttämään automatisoitua energiankulutuksen ohjausta, joka optimoi lämmityksen ja ilmanvaihdon esimerkiksi sähkön hinnan ja ulkolämpötilan mukaan. Mm. koulurakennuksissa ilmanvaihto ja valaistus voivat mukautua käyttöasteen mukaan.
 - o *Hukkalämmön talteenotto:* Esim. poistoilman tai jäteveden lämmön talteenotto voi parantaa merkittävästi rakennuksen energiatehokkuutta.

Lisätietoa rakennushankkeiden energiasidonnaisten ratkaisujen tavoitteista ja suunnittelusta löytyy mm. Tampereen Tilapalveluiden elinkaarisuunnitteluohjeesta, LVI-suunnitteluohjeesta sekä sähkötekniikan suunnitteluohjeesta.

4.3 ESIMERKKEJÄ VÄHÄHIILISYYSTOIMENPITEISTÄ SUUNNITTELUSSA

Rakennusosa	Rakennusosan osuus rakennuksen hiilijalanjäljestä	Toimenpiteet vähähiilisyiden edistämiseksi
Aluerakenteet ja rakennuspaikka (huom. rakenteet eivät ole kansallisen raja-arvo-ohjauksen piirissä)	<i>Rakenteet eivät ole kansallisen raja-arvo-ohjauksen piirissä</i> <i>Vaikutus koko</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Sijoita rakennus (mahdollisimman) kantavalle maapohjalle maaperän vahvistuksen ja perustusten määrän minimoimiseksi. • Älä ylimitoita rakennuksen runkoa, rakennuksen massalla on suora vaikutus perustusten ja

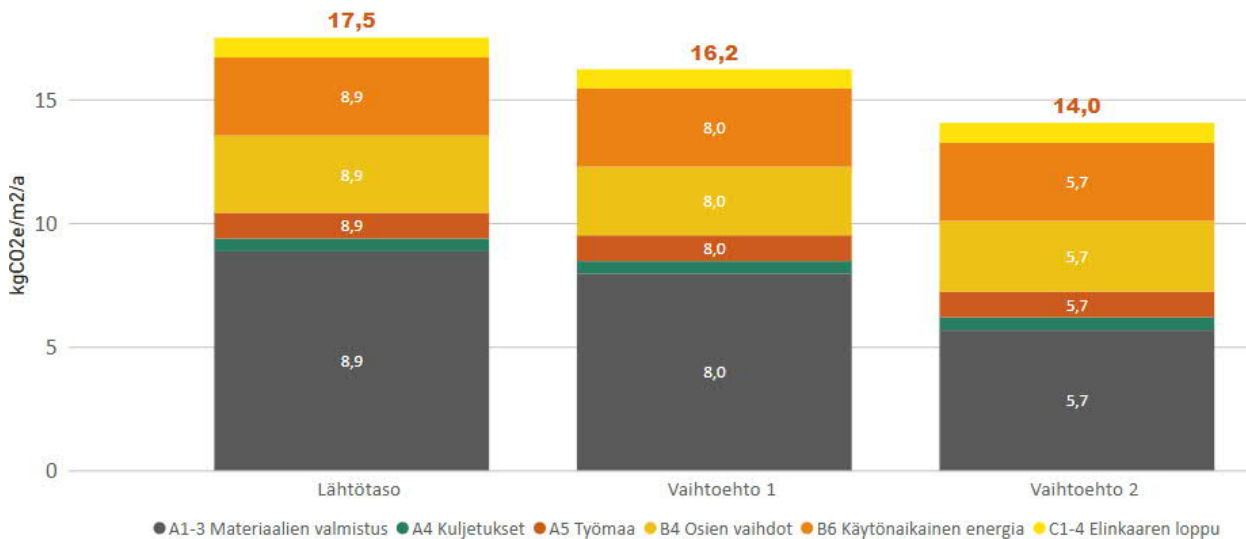
	<i>rakennushankkeen hiilijalanjälkeen suuri erityisesti maaperän vahvistusta ja paalutusta vaativilla kohteilla.</i>	lisävahvistusten määrään. <ul style="list-style-type: none"> Käytä perustuksissa vähintään GWP.85 betonia ja vähähiilisiä teräsraudoitteita. Korvaa stabiloinnissa sementtiä vähähiilillä sidosaineilla. Uusiokäytä tontin täytöissä tontin/lähialueen ylijäämämassoja. Minimoi kovien pinnoitteiden määrä ja maksimoi viherrakenteet tontilla, uusiokäytä kierrätysmaat viherrakentamisessa.
Alapohja	Puurunkoinen päiväkoti: 10–15 % Betonirunkoinen opetusrakennus: 3–6 %	<ul style="list-style-type: none"> Tarkastele mahdollisuus keventää rakennetta, erityisesti betonirakenteiden määrää. Huomioi rakennuksen geometrian vaikutus alapohjarakenteen toteutukseen. Käytä vähähiilistä betonia (vähintään GWP.85) ja vähähiilisiä teräsraudoitteita. Valitse vähähiilisempi eriste, jossa käytetty kierrätysmateriaaleja ja vähennetty materiaalituotannon päästöjä.
Kantavat ja kevyet väliseinät	Puurunkoinen päiväkoti: 6–10 % Betonirunkoinen opetusrakennus: 3–6 %	<ul style="list-style-type: none"> Minimoi seinätarve tilatehokkuudella ja vähennä tarvetta toteuttaa seiniä betoni- ja kivirakenteisina. Tarkastele ensisijaisesti puurakenteiden mahdollisuus osana toteutusta, pl. märkätilat, jotka toteutetaan kivirakenteisina. Käytä vähähiilistä betonia (vähintään GWP.85) ja vähähiilisiä teräsraudoitteita. Koskee paikallavalettuja sekä elementtirakenteita. Käytä kierrätysmateriaaleja tai vaihtoehtoisia materiaaleja (esim. kipsikuitulevyt) ja huomioi rakenteiden purettavuus osana suunnittelua ja huoltotöitä.
Pilarit ja palkit	Puurunkoinen päiväkoti: <5 % Betonirunkoinen opetusrakennus: 2–6 %	<ul style="list-style-type: none"> Optimoi tarvittavien pilarien ja palkkien määrä sekä materiaalimenekki rakennuskohtaisesti. Huomioi jännevälien vaikutus tarvittaviin pilari ja palkkimääriin Käytä vähähiilistä betonia (vähintään GWP.85) ja vähähiilisiä teräsraudoitteita. Teräsrakenteissa käytä vähähiilisempiä teräsrakenteita.
Välipohjat	Puurunkoinen päiväkoti: <3 % Betonirunkoinen opetusrakennus: 8–15 %	<ul style="list-style-type: none"> Arvioi vaihtoehtoisen toteutuksen vaikutus kokonaisuuteen (jännevälit, materiaalimenekki muissa rakenteissa). Arvioi rakenteen toteuttaminen mahdollisimman kevyenä. Käytä vähähiilistä betonia (vähintään GWP.85) ja vähähiilisiä teräsraudoitteita. Koskee paikallavalettuja

		sekä elementtirakenteita. <ul style="list-style-type: none"> Tarkastele uudelleenkäytettävien elementtien (esim. ontelolaattojen) hyödyntämismahdollisuudet.
Yläpohjat ja vesikatot	Puurunkoinen päiväkot: 8–10 % Betonirunkoinen opetusrakennus: 6–10 %	<ul style="list-style-type: none"> Suunnittele mahdollisimman kevyet rakenteet ja minimoi materiaalimenekin ja kuorma muille rakenteille. Huomioi IVKH sijainnin vaikutus materiaalimääriin, etenkin putkivetojen vaikutus taloteknisten järjestelmien materiaalimenekkiin (mm. eristeisiin). Käytä vähähiilistä betonia (vähintään GWP.85) ja vähähiilisiä teräsraudoitteita. Koskee paikallavalettuja sekä elementtirakenteita. Vältä kevytsoramurskeen käyttöä eristeenä. Valitse kierrätysmateriaalipohjainen vesikattomateriaali (esim. biopohjaisia raaka-aineita sisältävä bitumikermikate).
Ulkoseinät ja julkisivut	Puurunkoinen päiväkot: 3–6 % Betonirunkoinen opetusrakennus: 7–12 %	<ul style="list-style-type: none"> Huomioi rakennuksen muodon vaikutus ulkoseinärakenteen menekkiin. Tarkastele ensisijaisesti puurakenteiden mahdollisuus osana toteutusta. Minimoi lämpöhukka optimoimalla ikkunapinta-ala sekä varmista seinärakenteen hyvä lämmöneristävyys. Käytä tarvittaessa vähähiilistä betonia (vähintään GWP.85) ja vähähiilisiä teräsraudoitteita. Koskee paikallavalettuja sekä elementtirakenteita. Huomioi julkisivuverhoilun vaikutus. Tutki mahdollisuuksia vähähiilisempään julkisivuun huomioiden elinkaarikestävyys ja huoltokustannukset.
Katokset	Puurunkoinen päiväkot: <2 % Betonirunkoinen opetusrakennus: <2 %	<ul style="list-style-type: none"> Käytä vähähiilistä betonia (vähintään GWP.85) ja vähähiilisiä teräsraudoitteita. Minimoi teräksen käyttö katosrakenteissa ja tarvittaessa käytä kierrätysmateriaali pohjaista terästä huomioi, että ripustettavat ratkaisut ovat vastoin rak. suunnitteluohjetta.
Tilapinnat	Puurunkoinen päiväkot: 5–10 % Betonirunkoinen opetusrakennus: 3–8 %	<ul style="list-style-type: none"> Valitse aikaa kestäviä tilapintojen materiaaleja (käyttöikä, huollettavuus, esteettisyys) <ul style="list-style-type: none"> Suunnittele sovellettavat tilapinnat uusiokäytettäväksi purettavuuden huomioimisen kautta. Hyödynnä vähähiilisiä vaihtoehtoja. Valitse pääasiallisiksi pintamateriaaleiksi kierrätyspohjaisia materiaaleja (esim.

		lattiamateriaalit, alakattopaneelit).
Talotekniikka (kuvattu tarkemmin erillisessä suunnitteluohjeessa)	<p>Puurunkoinen päiväkot: 25–40 %</p> <p>Betonirunkoinen opetusrakennus: 20–35 %</p>	<ul style="list-style-type: none"> Huomioi tilojen sijoittelun vaikutus taloteknisten materiaalien menekkiin ja suunnittele järjestelmät mahdollisimman lyhyin vedoin. Valitse putki- ja viemärimateriaaleiksi vähemmän hiili-intensiivisiä materiaaleja. Optimoi myös kaivojen sekä eristeiden materiaalit. Huomioi mm. energiatehokkaiden ja vähähiilisempien valaisimien käyttö sekä tarkastele mahdollisuus uudelleenkäyttää valaisimia. Optimoi tuotteiden ja laitteiden pitkäikäisyys sekä huollettavuus.

4.4 ESIMERKKIKOHTEEN VERTAILUT

Vähähiilisyyden näkökulmasta voidaan laatia vertailuja läpi suunnittelun. Alla on esitetty esimerkkikoulurakennuksen tarveselvitysvaiheessa laaditut vertailut vaihtoehtoista ratkaisujen hiilijalanjäljestä.



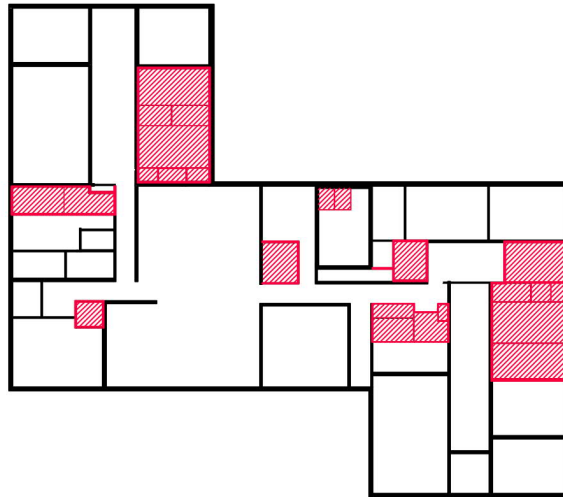
Kuva 5 Esimerkkikoulukohteen vaihtoehtoisten toteutusratkaisujen rakennuksen hiilijalanjäljet

Verrattuna lähtötasoon, vaihtoehtoissa suunnitteluratkaisuissa on tarkasteltu vaihtoehtoisten ja vähähiilisempien materiaalien integrointia osana suunnittelua. Vaihtoehdossa 1, alapohja on toteutettu vähähiilisellä betonilla sekä ulkoseinän eriste on vaihdettu vähähiilisempään. Vaihtoehdossa 2, vähähiilistä betonia on sisällytetty osaksi kaikkia betonirakenteita. Lisäksi tiilimuurattu julkisivu on vaihdettu puujulkisivuun ja teräsrakaiset väliseinät on vaihdettu puurankaisiksi.

Toisessa esimerkissä kuvataan märkätilojen sijoittelun vaikutusta muodostuvaan hiilijalanjälkeen. Hirsirunkoisissa päiväkotirakennuksissa vertailtiin tilaosista muodostuvaa hiilijalanjälkeä tilanteissa, joissa märkätilat oli sijoitettu hajautetummin ja keskitetymin.

Kalkkihiekkaharkon määrä
suhteessa pinta-alaan: $0,056\text{m}^3/\text{m}^2$

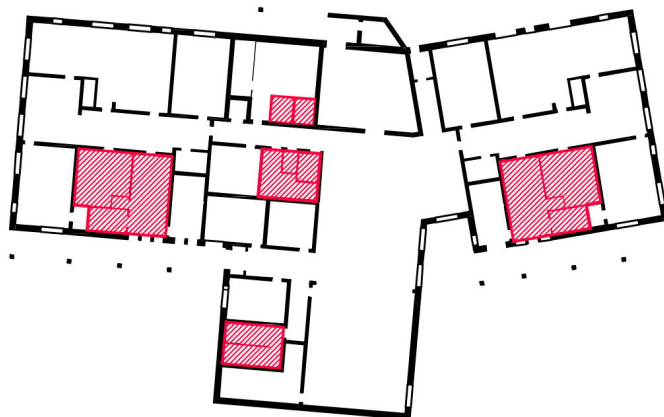
Tilan jako-osien hiilijalanjälki
(A1-A3): 40,45



Kuva 6 Märkätilojen sijoittelun vaikutus tilan jako-osista muodostuvaan hiilijalanjälkeen, kun märkätilat sijoiteltu hajautetummin (Lähde: Tomi Sirola)

Kalkkihiekkaharkon määrä
suhteessa pinta-alaan: $0,027\text{m}^3/\text{m}^2$

Tilan jako-osien hiilijalanjälki
(A1-A3): 28,45



Kuva 7 Märkätilojen sijoittelun vaikutus tilan jako-osista muodostuvaan hiilijalanjälkeen, kun märkätilat sijoiteltu keskitetympin (Lähde: Tomi Sirola)

Päiväkodissa, jossa tilan jako-osien hiilijalanjälki on suurempi (kuva 8), on märkätiloja sijoiteltu yksittäin rakennukseen, kun toisaalta pienemmän hiilijalanjäljen omaavassa rakennuksessa (kuva 9) tilat ovat sijoiteltu yhtenäisemmin. Tilojen sijoittelu vaikuttaa tarvittavan kalkkihiekkaharkon määrään, joka suoraan nostaa tilan jako-osien hiilijalanjälkeä suuremman materiaalimenekin kautta. Märkätilojen hajautus vaikuttaa myös talotekniikkavetoihin ja lisää sitä kautta hiilijalanjälkeä, joka on talotekniikassa korkea. Lisäksi hajautus nostaa kustannuksia ja päästöjä huoltojen kautta ja peruskorjauksen kautta, kun materiaalin määrä lisää uusittavien ja huollettavien materiaalien määrää. Arkkitehti voi siis vaikuttaa merkittävästi hiilijalanjälkeen tilojen järkevällä suunnittelulla.

5 Tampereen kaupungin ilmastositoumukset

Kestävä kehitys on Tampereen kaupungin strategiaa ja johtamista läpileikkaava teema ja se otetaan huomioon kaupungin toiminnassa ja päätöksenteossa. Ilmaston osalta Tampereen kaupungin keskeisin tavoite on hiilineutraalius vuonna 2030. Kaupunki on sitoutunut YK:n kestävän kehityksen Agenda 2030 -tavoitteiden toimeenpanoon omassa toiminnassaan ja toteuttaa niitä strategiansa kautta koko kaupunkikonsernissa Hiilineutraali Tampere 2030 -tiekartan avulla.

Kaupunki kuuluu myös useisiin ilmastoasioita edistäviin verkostoihin, kuten Covenant of Mayors, 100 ilmastoneutraalia ja älykästä kaupunkia -EU-missioon ja Kunta-alan energiatehokkuussopimukseen. Kaupunki seuraa EU:n kestävän rahoituksen taksonomian kehitystä ja valmistautuu mahdollisuuteen alkaa tarkastella ilmastotoimiaan taksonomian näkökulmasta.

Tampere kokoaa vuosittain ilmastobudjettiinsa kaupunkikonsernin merkittävimmät ilmastotoimet, niiden kustannusvaikutukset sekä mahdollisuuksien mukaan päästövähennysvaikutukset. Toteumat raportoidaan vuosittain tilinpäätöksessä. Tampereen maantieteellisellä alueella syntyviä päästöjä seurataan kansallisen CO₂-raportin avulla ja kulutuksen päästöjä erillisen Kulutuksen päästöt -raportin avulla. Hankekohtaista tarkastelua tehdään kaikissa merkittävimmissä talonrakennushankkeissa, joissa päätöksenteon tueksi lasketaan vaihtoehtoisten ratkaisujen hiilijalanjäljet.

Tampereen kaupungin palvelurakennukset pyritään sijoittamaan kaupunkirakenteeseen edistäen vähäpäästöisen liikkumisen mahdollisuuksia. Rakennukset pyritään sijoittamaan julkisen liikenteen tehokkaalle vyöhykkeelle, jotta ne ovat hyvin saavutettavissa kävellen ja pyörällä. Pysäköinnin linjauksissa noudatetaan suunnitteluohjeita ja Tampereen kaupungin pysäköintipolitiikkaa.