

KATSAUS KIINTEISTÖ- JA RAKENNUSALAN ILMASTOKESTÄVYYDEN NYKYTILAAN

Miisa Tähkänen ja Lauri Tähtinen



WORLD
GREEN
BUILDING
COUNCIL



JOIN

#BUILDINGLIFE



#BUILDINGLIFE

#BuildingLife on kymmenen eurooppalaisen Green Building Councilin yhteinen projekti, jonka tavoitteena on nostaa materiaalisidonnaisten päästöjen vähentäminen EU:n, jäsenvaltioiden ja yritysten keskeiseksi ilmastotavoitteeksi.

Projektissa julkaistaan kaksi selvitystä, joista tämä on ensimmäinen.

Projektia koordinoi World Green Building Council (WorldGBC) ja sen mahdollistavat IKEA Foundation ja Laudes Foundation.

Suomessa hanke

- Laatii tilannekuvan – vähähiilisyiden tavoitteet, toimenpiteet ja kehityshankkeet.
- Kirkastaa vähähiilisyystavoitteet toimialalle – missä olemme 2025, 2035, 2050?
- Kokoaa hiilineutraalin rakennetun ympäristön toimintaohjelman – konkreettiset välitavoitteet ja askelmerkit kaikille alan toimijoille oman toimintansa kehittämiseksi.

Rakennetun ympäristön parhaat päästövähennyskeinot on tunnistettava ja otettava nopeasti käyttöön, huomioiden koko elinkaari.

Hiilijalanjälkilaskenta on otettava nopeasti osaksi rakennuslupaa ja uudisrakennuksille asetettava raja-arvo, joka ohjaa tehokkaasti rakennusten koko elinkaaren hiilipäästöjen vähenemisen.

JOIN

#BUILDINGLIFE

SISÄLLYSLUETTELO

1. Johdanto	4
Alalla on havaittavissa positiivista liikehdintää	4
Olemmeko valmiita sopeutumaan muuttuneeseen ilmastoon?	4
2. Suomalaisen rakennetun ympäristön vaikutus ilmakehän hiilidioksidipitoisuuteen	5
Mistä rakennettu ympäristö muodostuu?	5
Olemassa olevat asuinrakennukset	6
Uudisasuntotuotanto	6
Muut rakennukset	7
Infrastruktuuri	8
Mistä rakennetun ympäristön päästöt aiheutuvat?	8
Mistä päästöt muodostuvat?	8
Miten päästöihin voidaan vaikuttaa?	9
Päästöjen vähentäminen hankesuunnittelulla	9
Maankäytön muutoksien vaikutus päästöihin	10
Miten rakennetun ympäristön päästöjä tutkitaan ja toimintaa kehitetään?	10
Koulutukset ja opintokokonaisuudet	11
Tutkimushankkeet ja kehityshankkeet	11
Miten rakennetun ympäristön päästöjä ohjataan?	12
EU-, kansallinen, maakunta- ja kuntatasoinen sääntely	13
Standardit, sertifikaatit ja informaatio-ohjaus	14
3. Selvityksen tavoitteet, lähtökohdat ja rakenne	16
Selvityksen tavoite	16
Selvityksen lähtökohdat	16
Selvityksen rakenne	18
4. Materiaalisidonnaiset päästöt	19
Rakentamisen päästöjen vähentäminen rakenteita ja materiaaleja vertailemalla	20
Rakennustuoteteollisuuden päästöjen vähentäminen energiatehokkuushankkeilla	22
Rakennustuoteteollisuuden päästöjen vähentäminen muilla toimenpiteillä	22
Betonirakennukset ja muut betoniset rakenteet	23
Teräsrakennukset ja muut teräksiset rakenteet	26
Puurakennukset ja muut puurakenteet	28
Muut materiaalit ja tuotteet	30
5. Rakentamistoiminnan päästöt	32
Talonrakennushankkeen työmaavaiheen optimointi	32
Infrahankkeen työmaavaiheen optimointi	32
Työmaalla käytettävät polttoaineet ja sähköistäminen	33
6. Energian käytön päästöt	35
Energiatehokkuus	35
Keskitetty energiantuotanto	36
Kaukolämpö ja -jäähdytys	37
Sähköntuotanto	37
Paikallinen energiantuotanto ja energian kausivarastointi	37
7. Elinkaaren loppu ja kiertotalouden hyödyntäminen	39
8. Johtopäätökset	41
Lainatut lähteet	42

1. JOHDANTO

KIINTEISTÖ- JA RAKENNUSALAN ENERGIANKÄYTÖN JA MATERIAALIPÄÄSTÖJEN RAJOITTAMINEN ON SUOMELLE VÄLTÄMÄTÖNTÄ PARIISIIN ILMASTOSOPIMUKSEN PÄÄSTÖVÄHENNYSTAVOITTEIDEN SAAVUTTAMISEKSI. Rakentaminen ja rakennukset käyttävät noin 40 % Suomessa kulutetusta energiasta. Toisaalta rakentaminen kuluttaa enemmän raaka-aineita kuin mikään muu teollisuudenala Euroopassa. Suomessa syntyvistä jätteistä 40–50 % aiheutuu rakentamisesta ja purkamisesta. Toimia tarvitaan sekä energiankäytön että rakenteiden osalta. [1] [2]

Alalla on havaittavissa positiivista liikehdintää

Energiansäästö- ja hiilijalanjälkitavoitteita on kiinteistö- ja rakennusalalla paljon käytössä, mutta ilmastotyötä on vielä tehtävä runsaasti. Sekä kunnat ja kaupungit että yksityisen sektorin toimijat ovat asettaneet omalle toiminnalleen päästövähennystavoitteita ja ryhtyneet vähentämään toimintansa ympäristökuormittavuutta. [2]

Rakentaminen tuottaa aina kasvihuonekaasupäästöjä ja kuluttaa energiaa. **ENNEN RAKENNUSHANKKEEN ALOITTAMISTA ON ARVIOITAVA HANKKEEN VÄLTÄMÄTTÖMYYS JA RAKENNUKSEN KÄYTETTÄVYYS SUUNNITELTUN ENSIMMÄISEN KÄYTTÖTARKOITUKSEN JÄLKEEN.** Hiilijalanjäljen vähentämistoimenpiteiden suunnittelu on aloitettava ajoissa hankesuunnitteluvaiheessa, sillä rakennesuunnitteluvaiheessa monet olennaiset ratkaisut on jo lukittu. Merkittävimmät valinnat hankesuunnitteluvaiheessa liittyvät rakennuksen kokoon ja tilaratkaisuihin, pääenergiamuotoihin ja rakennusmateriaaleihin. [2] [1]

Koskemattoman luonnon määrä maailmassa pienenee jatkuvasti rakentamisen ja inhimillisen pääoman kasvaessa. **LUONTOKATO EI JOHDA VAIN BIODIVERSITEETIN KÖYHTYMISEEN, VAAN SE VAIKUTTAA MYÖS TALOUTEEN: MAAPERÄN LAADUN HEIKENTYESSÄ VAIKEUTUU LUONNON RAAKA-AINEIDEN SAATAVUUS.** Riskialttiita aloja ovat esimerkiksi maa- ja metsätalous, mutta myös rakentamiselle tärkeä kaivostoiminta. Yritykset ja sijoittajat ovat alkaneet herätä luontokadon merkitykselle.

Olemmeko valmiita sopeutumaan muuttuneeseen ilmastoon?

ILMASTONMUUTOKSEN SEURAUKSENA RAKENNUSKANNAN ON VASTATTAVA TULEVAISUUDESSA ERILAISEN YMPÄRISTÖN HAASTEISIIN. Ilmastonmuutokseen sopeutumista on vahvistettava riskienhallinnan parantamiseksi. Ilmastonmuutos häiritsee luonnon tasapainoa, mikä näkyy sään ääri-ilmiöiden, kuten myrskyjen ja tulvien lisääntymisenä.

Ilmasto muuttuu kuitenkin myös päästöjä vähentävällä tavalla. Lämmitysenergiatarve vähenee vuoteen 2050 mennessä 15–25 % jäähdytysenergiatarpeen kasvaessa 10–30 % keskilämpötilan nousun takia. Lämmityspiikkejä tulee edelleen olemaan pakkasjaksoina. Muutos on jo havaittavissa: vuosien 2014 ja 2015 leuto sää vähensi päästöjä merkittävästi vuoteen 2016 verrattuna. Suunnittelussa on kiinnitettävä huomiota muutoksiin. [3] [4]

Useat konsernit ovat laatineet tavoitteita koko toiminnalleen. Esimerkiksi Skanska ja Peab aikovat hiilineutralisoida koko konserninsa kaikkien toimintojen päästöt vuoteen 2050 mennessä.

Ruduksen tavoitteena on toteuttaa monimuotoisuutta lisääviä toimenpiteitä toimipisteissään ja se tavoittelee kaikkien maa-ainesten ottoalueiden maisemointia biodiversiteettiä tukevalla tavalla. Ruduksen jälkihoidetuista maa-ainesten ottoalueista on muodostunut arvokkaita luontokohteita, mutta myös tärkeitä virkistysalueita luontopolkuineen ja nähtävyyksineen alueen asukkaille

2. SUOMALAISEN RAKENNETUN YMPÄRISTÖN VAIKUTUS ILMAKEHÄN HIILIDIOKSIDI- PITOISUUTEEN

Rakennetulla ympäristöllä tarkoitetaan ihmisen luomaa kokonaisuutta, joka käsittää rakennukset, liikenneverkot ja yhdyskuntatekniset järjestelmät. Rakennettu ympäristö voi sisältää myös luonnollisia aspekteja kuten puustoa tai kasvillisuutta, mutta vain siinä määrin kuin sen kasvu on ihmisen hallitsemaa. **RAKENNETUN YMPÄRISTÖN YLLÄPITOON KULUU MERKITTÄVÄ MÄÄRÄ ENERGIAA JA MATERIAA.** Energian tuotannosta aiheutuvat hiilidioksidi- ja muut kasvihuonekaasupäästöt (tässä selvityksessä yksinkertaisesti ”päästöt”) muodostavat kolme neljäsosaa kokonaispäästöistä. Jäljellä oleva osuus muodostuu rakennetun ympäristön kasvattamisesta ja kehittämisestä. [2] [5]

Rakennettuun ympäristöön liittyvillä toimialoilla on merkittävä työvoimavaje ja rakennettuun ympäristöön on kerätty suuri korjausvelka. Toisaalta toimialoilla on monia innovatiivisia kehitysprojekteja, jotka toteutuessaan vähentäisivät Suomen valtion hiilidioksidipäästöjä merkittävästi. *Rakennettuun ympäristöön sijoittamalla on mahdollisuus hidastaa ilmastonmuutosta merkittävästi.*

Mistä rakennettu ympäristö muodostuu?

Rakennuskanta uudistuu jatkuvasti. Vanhoja rakennuksia puretaan, ja uusia rakennetaan lähes vastaava määrä. Uudisrakentamisen osuus rakennuskannasta on noin 1,0–1,5 % ja rakennuskannasta puretaan noin 1 % vuosittain. **LULUCF-LASKELMAN MUKAINEN PÄÄSTÖVÄHENEMÄ HIILINIELUN VÄHENTYESSÄ RAKENTAMISEN TIELTÄ ON NOIN 0,7 MILJOONAA TONNIA CO₂E/VUOSI.** Arviota purettujen rakennusten tonttien mahdollisesta metsittämisestä ei ole laadittu. [5] [2] [6]

Purkamiseen on monia syitä. Rakennukset ovat joskus väärän tyyppisiä tai väärillä sijainneilla [2]. Kaikkien rakennusten arvoon ja käytettävyyteen vaikuttaa niiden sijainti. Liike- ja toimitilat ovat erityisen riippuvaisia oikeasta sijainnista, mutta myös asuintaloissa on havaittavissa arvonlaskua kaupungistumisen seurauksena.

SUOMESSA ON EUROOPPALAISEEN KESKIAARVOON VERRATTUNA PALJON TYHJÄÄ TOIMISTOTILAA, MYÖS KASVAVILLA KAUPUNKISEUDUILLA. Pääkaupunkiseudulla on tyhjää toimitilaa jopa 12 % [2], mutta uutta toimitilaa rakennetaan jatkuvasti. Vanha toimistokanta ei vastaa nykyisiä tarpeita tai se sijaitsee epäsuosituilla alueella. Toimitilarakennuksen muuttaminen asuinkäyttöön on haastavaa kaavoitusteknisistä syistä. [3]

YHDEN PROSENTIN VUOSIVAUHDILLA ON RAKENNUSKANNASTA UUSIUTUNUT 30 % VUOTEEN 2050 MENNESSÄ. Voidaan olettaa, että puretusta rakennuskannasta suurimman osan energiatehokkuus on verrattain huonolla tasolla [3], sillä arvokkaiden kiinteistöjen energiatehokkuutta ylläpidetään paremmin. Rakennuskannan uudistumisen seurauksena yleinen energiatehokkuus paranee.

Resurssitehokkuuden näkökulmasta ei ole järkevää rakentaa rakennuksia, joita joudutaan purkamaan käyttötarkoitukseen sopimattomuuden vuoksi. Purkutarvetta voidaan vähentää rakentamalla muuntojoustavia rakennuksia [2]. Toisaalta väliaikaiseksi tarkoitettuja rakennuksia on syytä suunnitella väliaikaisiksi ja ehjänä purettaviksi. **RAKENTEIDEN PURETTAVUUTTA PARANTAMALLA VOIDAAN PARANTAA NIIDEN UDELLEENKÄYTETTÄVYYTTÄ.**

Olemissa olevat asuinrakennukset

Suomessa on omakoti- ja paritaloja 1,1 miljoonaa kappaletta. Huonokuntoisimmat kuusi prosenttia omakoti- ja paritaloista aiheuttaa neljäsosan rakennuskannan lämmityksen päästöistä. 26 % omakoti- ja paritaloista kuuluu energialuokkiin A, B tai C. Omakoti- ja paritalojen ostetusta lämmitysenergiasta 35 % tuotetaan puulla ja 30 % sähköllä. Omakoti- ja paritalojen kiinteistökohtaiset fossiiliset lämmitysratkaisut ovat pientalokannan lämmityksen suurin päästölähde. Toiseksi suurin päästölähde pientalokannassa on sähkö. [3]

Omakoti- ja paritalojen korjaustoimenpiteet ovat joissain tapauksissa satumanvaraisia, mikä vaikeuttaa energiatehokkuustoimenpiteiden toteutumista [3]. Kunnat ja kaupungit ovat lisänneet energiatehokkuusneuvontaa laajasti kuluneina vuosina. Energiatehokkuusneuvonnan onnistumiseksi on tärkeää, että asiantuntija tuntee kyseisen rakennustyypin energiaratkaisut hyvin.

Suomessa on 82,000 rivitaloa, joissa on 0,4 miljoonaa asuntoa. Yli puolet rivitaloista lämpiää kaukolämmöllä (60 %) ja neljäsosa sähköllä (25 %). Rivitalojen energiatehokkuustoimenpiteiden toteutumista hidastaa suhteellisen korkea hinta ja mahdolliset lainansaantivaikeudet yhtiöiden pienen koon vuoksi. [3]

Suomessa on 62,000 asuinkerrostaloa, joissa on 1,4 miljoonaa asuntoa [3]. 89 % asuinkerrostaloista lämpiää kaukolämmöllä, mistä aiheutuu lähes kaikki asuinkerrostalojen käytöstä aiheutuvat päästöt [3]. Suomi on Euroopan toiseksi kerrostalovaltaisimman maa, ja 46 % asunnoista sijaitsee kerrostaloissa [6]. Asuinkerrostalojen korjausvaje on kasvanut, vaikka yleinen kuntotaso on melko hyvä [2]. Pääosa asuinkerrostaloista rakennetaan betonista [5].

Uudisasuntotuotanto

Asuntoja rakennetaan Suomessa sekä julkisten että yksityisten tahojen toimesta. **JULKISTEN TOIMIJOIDEN OSUUS KAIKESTA ASUNTOTUOTANNOSTA NOIN 10 %.** Yksityinen sektori rakennuttaa asuntoja sekä myytäväksi että vuokrattavaksi. Jonkin verran kohteita toteutetaan myös ryhmärakennuttamishankkeina, jolloin yksityishenkilöistä koostuva konsortio rakennuttaa kohteen asunto-osakeyhtiölleen. Valtaosa kerrostalotuotannosta kohdistuu betonielementtikerrostaloihin, mutta puukerrostalojen osuus on ollut kasvava. Pientaloista valtaosa on puurakenteisia.

Vuosina 2016–2018 uudisasuntotuotannon määrä on kasvanut jopa 40 000 asuntoon, ja pientalorakentamisen osuus on pienentynyt. Perinteisesti uu-

Tampereella on käytössä asuinaluekohtainen energianeuvontapalvelu. Kaupungilla on neuvontapalvelu myös pientalojen omistajille kattaen energiatehokkuuden, remontoinnin ja rakentamisen.

disasuntotuotannosta vajaa puolet on omakoti- ja paritaloja, mutta tarkastelujakson vilkas asuinkerrostalojen rakentaminen on pienentänyt pientalojen osuutta. Asuinrakentamisen ennustetaan hidastuvan tulevina vuosina, mutta asuintuotannon ennustetaan säilyvän kerrostalovoittoisena. [6] [7]

Omakoti- ja paritalot ovat suurelta osin omaan käyttöön rakennutettuja. Tyypillinen omakotitalo on yksikerroksinen, sataviisikymmentäneliöinen puu- tai hirsirakenteinen rakennus, joka on suunniteltu asujansa yksilöllisiin tarpeisiin. Suurin osa omakotitaloista rakennutetaan ammattilaisella, mutta merkittävä osa rakennetaan myös itse. **OMAKOTI- JA PARITALOISTA 75-80 % OVAT PUURAKENTEISIA JA UUSISTA VAPAA-AJANRAKENNUKSISTA JOPA 99 % RAKENNETAAN PUUSTA, ERITYISESTI HIRSIRAKENTEISTA** [6].

TEOLLINEN PUURAKENTAMINEN KASVATTA SUOSIOTAAN VUOSI VUODELTA. Kehityssuunta ei ole yllättävä, sillä puurakentamiseen on ollut julkisia kannustimia jo kymmenien vuosien ajan. Esimerkiksi vuosina 2018–2020 aloitettiin kaksi kertaa enemmän puukerrostalohankkeita kuin vuosina 2010–2017 [6]. Puurakentamisen yleistymistä on haitannut toimintaympäristön asentamiseen, osaamiseen, sääntelyyn, talouteen ja politiikkaan liittyvät haasteet [6]. EU-maiden yhteistyöllä on parannettu puurakentamisen asemaa markkinoilla 1990-luvulta lähtien, keskittyen erityisesti puukerrostalojen rakentamisen tukemiseen [6].

On oletettavaa, että puurakentamisen osuus kasvaa pyrittäessä hiilineutraaliuteen [5] ja kasvumahdollisuuksia olisi erityisesti asuinkerrostalojen, julkisten rakennusten ja ympäristörakentamisen sektoreilla [6]. Puurakentaminen vakiinnuttaa asemaansa teollisessa rakentamisessa ja hyviä esimerkkejä onnistuneista hankkeista saadaan jatkuvasti [6].

PUURAKENTAMISTA EDISTETÄÄN JULKISISSA RAKENTAMISESSA YMPÄRISTÖMINISTERIÖN JULKISEN PUURAKENTAMISEN KANSALLISTEN TAVOITTEIDEN SAAVUTTAMISEKSI. Myös kuntien asettamat hiilineutraaliustavoitteet lisäävät puurakentamisen osuutta kaikesta rakentamisesta.

PUURUNKOISTEN OMAKOTITALOJEN RAKENTEIDEN HIILIJALANJÄLKIIN VAIKUTTAMINEN ON HANKALAA, SILLÄ SUURIN OSA RAKENNUTAJISTA ON EPÄAMMATTIMaisia, RAKENNUKSET OVAT HYVIN YKSILÖLLISIÄ JA RAKENTEIDEN HIILIJALANJÄLKI ON LÄHTÖKOHTAISESTI JO MELKO HYVÄLLÄ TASOLLA. Rakennustuoteollisuuden tuotekehityksen ansiosta on markkinoille kuitenkin onnistuttu tuomaan uusia, rakennuttajille edullisia ratkaisuja, jotka parantavat omakoti- ja paritalojen rakenteiden hiilijalanjälkeä. Tällaiset ratkaisut parantavat tyypillisesti talon energiatehokkuutta tai korvaavat korkeapäästöisempiä tuotteita.

Muut rakennukset

Muita kuin asuinrakennuksia on Suomessa 145,000 kappaletta [3]. Tähän kategoriaan kuuluu esimerkiksi toimitilat, tuotantorakennukset ja julkiset rakennukset. **UUDISTOIMITILAT OVAT LAADUKKAITA JA NIIDEN SUUNNITELUSSA KESKITYTÄÄN MUUNTOJOUSTAVUUTEEN.** Vanhoja toimitiloja on kuitenkin huomattava määrä tyhjänä. Toimitilarakentamisen lyhytikäisyyteen vaikuttaminen on hyvä keino vähentää materiaalipäästöjä pitkällä aikavälillä. Julkisissa rakennuksissa on havaittavissa sama polarisaatio. Uudet hankkeet ovat laadukkaita ja ympäristöystävällisiä, mutta vanhaa rakennuskantaa on laiminlyöty ja korjausvelka on kasvanut merkittäväksi.

Yli puolet muista kuin asuinrakennuksista kuuluvat energialuokkiin A, B tai C [3]. Suurin osa näiden rakennusten käytönaikaisista päästöistä aiheutuu

Vuonna 2020 puurakentamisen osuus kaikesta julkisesta rakentamisesta arvioidaan olevan 31 % ja vuonna 2025 45 %. Vuonna 2019 vastaava luku oli 15 %. Näiden tavoitteiden vaikutus koko markkinaan on merkittävä.

Vuonna 2019 julkisen puurakentamisen osuus kaikesta uudisrakentamisesta oli 2,7 %, mutta vuonna 2025 sen arvioidaan olevan 8,1 %.

kaukolämmöstä (65 %), mutta myös paikallisten fossiiliseen energiaan perustuvien järjestelmien osuus on merkittävä (29 %) [3]. **SUURIEN SIIJOITTAJEN KESKUUDESSA OLLAAN VALVEUTUNEITA ENERGIATEHOKKUUDESTA JA ENERGIA-MUODON VAIKUTUKSESTA RAKENNETUN YMPÄRISTÖN PÄÄSTÖIHIN.**

Tuotantorakennukset kuluttavat huomattavan määrän energiaa. Varsinkin paikalliset energiantuotantoratkaisut, jotka perustuvat fossiilisiin polttoaineisiin, tuottavat merkittäviä päästöjä. Suomessa on kuitenkin myös energiaomavaraisia tuotantolaitoksia ja monen tuotantolaitoksen ylijäämälämpöä hyödynnetään alueellisissa energiaverkoissa.

Infrastrukturi

Infrastrukturiin luokitellaan liikenneverkot ja yhdyskuntatekniikka. Liikenneverkko koostuu teistä, raiteista, vesiväylistä ja satamista sekä lentokenttäinfrastruktuurista. Yhdyskuntatekniikkaan luokitellaan vesihuoltoverkosto, energiaverkostot ja jätteenhuoltoinfrastrukturi. Erityisesti tiet, raiteet ja vesihuoltoverkosto ovat Suomessa melko huonossa kunnossa, vaikka infrastruktuuria on kehitetty 2010-luvun loppupuolella tehokkaasti.

INFRASTRUKTUURIN PÄÄSTÖT AIHEUTUVAT PÄÄASIASSA RAKENTAMISESTA JA KORJAAMISESTA, MUTTA VERKOSTON YLLÄPITOON KULUU MYÖS ENERGIAA. Infrastruktuurirakentaminen eroaa talonrakentamisesta päästöprofiililtaan. Infrastruktuurihankkeissa työmaan päästöt muodostuvat merkittäväksi pitkien kuljetusmatkojen vuoksi. Talonrakentamisessa valtaosan päästöistä muodostaa materiaalit.

Mistä rakennetun ympäristön päästöt aiheutuvat?

Mistä päästöt muodostuvat?

HANKKEEN ELINKAAREN AIKANA SYNTYY TUOTE- JA KÄYTTÖSIDONNAISIA PÄÄSTÖJÄ [8]. Tuotesidonnaisilla päästöillä tarkoitetaan päästöjä, jotka aiheutuvat materiaalien valmistuksesta, niiden kuljetuksista ja rakentamistoiminnasta. Näitä päästöjä syntyy uudisrakentamisessa, korjaus- ja ylläpitotoiminnassa, sekä purkamisessa. Käyttösidonnaisilla päästöillä tarkoitetaan päästöjä, jotka aiheutuvat rakennuksen tai rakenteen käytöstä. Näitä aiheutuu energian käytöstä, mutta myös veden käytöstä tai rakennuksien sisällä tapahtuvista prosesseista. Tässä selvityksessä käytönaikaisilla päästöillä tarkoitetaan kuitenkin nimenomaan energiankäytöstä aiheutuvia päästöjä.

Rakennetun ympäristön käytönaikaisten päästöjen vähentämiseen on kiinnitetty huomiota laajasti, mutta tuotesidonnaisten päästöjen hillintä on kiinteistö- ja rakennusalalla melko uutta. Mitä alhaisemmaksi käytönaikaiset päästöt saadaan, sitä merkityksellisemmäksi tuotesidonnaiset päästöt muodostuvat. Rakennetun ympäristön päästöjä tulee aina arvioida kokonaisuutena, jotta välttyään osaoptimoinnilta. [9] [10]

SEKÄ TUOTE- ETTÄ KÄYTTÖSIDONNAISTEN PÄÄSTÖJEN SUURIN AIHEUTTAJA ON FOSSIILISTEN ENERGIALÄHTEIDEN KÄYTTÖ [8]. Fossiilisista energiamuodoista luopuminen rakennustuoteteollisuudessa, kuljetuksissa, työmailla ja energiantuotannossa laskisi rakennetusta ympäristöstä aiheutuvia päästöjä radikaalisti, ilman että lopputuotteeseen - kuten kotiin, kouluun tai liiketilaan - jouduttaisi tekemään merkittäviä muutoksia.

Energiamurroksen pienentäessä energiantuotannon päästöjä, on ennakoitu, että raaka-aineista aiheutuvien päästöjen merkitys rakennuksen elinkaaren päästöistä kasvaa [9]. Tämä ilmiö on jo havaittavissa. Fossiilisista

Finnfoamin FF-Floor alapohjaratkaisussa vähennetään ainutlaatuisella 3D rakenteisella eristeellä betonin määrää. Eristelevyyden on valmistuksessa muodostettu ristikkomaiset urat, johon voidaan asentaa maanvaraisen betonilaatan vetoteräkset. Betonilaatan paksuutta voidaan pienentää jopa 30 % ja vetoteräksien määrää voidaan vähentää verrattuna tavanomaiseen ratkaisuun.

polttoaineista luovuttua on syytä kääntää katse materiaalivalmistuksen prosessipäästöihin ja raaka-ainehankintaan. **TEHOSTAMALLA MATERIAALIKIERTOJA VOIDAAN VÄHENTÄÄ ENERGIANKULUTUSTA JA LUONNON RAAKA-AINEIDEN KÄYTTÖÄ.**

Vaikka 76 % rakennuskannan päästöistä syntyy olemassa olevien kiinteistöjen käytöstä vuoden 2017 arvoilla laskettuna, on rakentamisen osuus hiilipiikkiin merkittävä [2]. Kun tutkitaan rakennuksen elinkaarta ajan funktiona, huomataan että tuotesidonnaiset päästöt aiheuttavat niin kutsutun hiilipiikin elinkaaren alkuun. Tuotesidonnaiset päästöt syntyvät ennen rakennuksen valmistumista ja parannukset käyttösidonnaisiin päästöihin vaikuttavat rakennetun ympäristön päästöihin viiveellä [9]. **NÄIN OLLEN, JOS HALUTAAN VAIKUTTA A RAKENNETUN YMPÄRISTÖN PÄÄSTÖIHIN, ILMAKEHÄN HIILIDIOKSIDIPITOISUUKSIIN JA ILMASTONMUUTOKSEEN MAHDOLLISIMMAN PIAN, ON KIINNITETTÄVÄ HUOMIOTA MYÖS TUOTESIDONNAISIIN PÄÄSTÖIHIN.**

Rakennetusta ympäristöstä kokonaisuutena syntyy myös välillisiä päästöjä. Välillisillä päästöillä tarkoitetaan päästöjä, jotka eivät kuulu kahteen edelliseen kategoriaan, mutta joita ei syntyisi ilman rakennettua ympäristöä. Välillisiä päästöjä, kuten kuljetus- ja matkustuspäästöjä sekä yhdyskuntatekniikan käytöstä aiheutuvia päästöjä [9] pyritään vähentämään tehokkaalla kaupunkisuunnittelulla ja logistiikkasektoriin kohdistuvilla kehityshankkeilla.

Usein kaupunkikohtaisessa päästölaskennassa keskitytään kaupungin alueella syntyneisiin, rakennuksen käyttöaikaisiin päästöihin, kuten energiankulutuksen, infrastruktuurin ja liikenteen päästöihin. Todellisuudessa rakentamisesta aiheutuvat päästöt erityisesti tiiviissä betonikaupungissa ovat todella merkittävät [jopa 40–70 %], varsinkin energiatehokkaissa moderneissa rakennuksissa [10]. Valtiotasoisessa laskennassa on samoja haasteita – tuontituotteiden osuutta valtion sisällä käytettyihin hyödykkeisiin ei yleensä lasketa. **HANKEKOHTAISessa LASKENNASSA ON TÄRKEÄÄ HUOMIOIDA KOKO ARVOKETJU. KUINKA PALJON PÄÄSTÖJÄ SYNTYI ARVONMUODOSTUKSESSA?**

Miten päästöihin voidaan vaikuttaa?

Päästöjen vähentäminen hankesuunnittelulla

YKSINKERTAISIN TAPA VÄHENTÄÄ PÄÄSTÖJÄ ON OLLA RAKENTAMATTA. Jo taloudellisesta näkökulmasta uudisrakentaminen on tyypillisesti kannattamatonta, jos tavoitellun arvon voi saavuttaa muilla tavoin. Kuittinen ja Häkkinen esittelevät kirjassaan Vähähiilisen rakennuksen suunnittelu (2020) kolme kärkeä vähähiilisen rakennuksen suunnitteluun: konseptin, tilakoon ja tehokkuuden.

Konseptilla tarkoitetaan lähestymistapaa, missä rakennuksen tai rakenteen suunnittelun sijaan keskitytään saavuttamaan sama arvo rakentamatta. Voiko rakentamisen sijaan ostaa palvelun? Voiko olemassa olevan rakennuksen korjata soveltumaan haluttuun käyttötarkoitukseen? Voiko halutun käyttötarkoituksen sijoittaa osaksi isompaa kokonaisuutta? Voiko halutun käyttötarkoituksen toteuttaa osana rakennustaiteellista kokonaisuutta, jonka elinkaari on tavanomaista rakentamista pidempi?

Tilakoon lähestymistavassa pohditaan voiko saman arvon tuottaa vähemmällä neliöllä. Mahtuisiko pienempään toimistotilaan suurempi määrä työpisteitä? Voisiko asuinmukavuus toteutua pienemmällä neliöllä? Onko suunniteltu huonekorkeus välttämätön?

Viimeisenä lähestymistapana esitetään hankkeen tehokkuus. Kun konsepti ja tilakoko on optimoitu, voidaan rakennuksen tehokkuuteen vaikuttaa pidentämällä elinkaarta, optimoimalla muotoa, parantamalla muuntojoustavuutta sekä optimoimalla materiaali- ja energiatehokkuutta.

Maankäytön muutoksien vaikutus päästöihin

RAKENTAESSA GREENFIELD-ALUEELLE, ELI ENNESTÄÄN LUONNONMUKAISELLE ALUEELLE, AIHEUTTAA RAKENNUSPROJEKTI HIILINIELUN PIENENEMISEN. Maankäytönmuutoksen osuus hankkeen päästöistä riippuu vahvasti hankkeen muista osa-alueista ja tontin tilasta ennen rakentamista. Maankäytönmuutoksen negatiivisia vaikutuksia on pyritty ehkäisemään välttämällä luonnonmukaisille alueille kaavoittamista ja vaatimalla rakennushankkeissa istuttamaan puustoa ja muuta kasvillisuutta tontille tai muille alueille. **TOISAALTA BROWNFIELD-ALUEILLE, ELI JO ENNESTÄÄN RAKENNETTUUN YMPÄRISTÖÖN KUULUVILLE ALUEILLE, RAKENTAMALLA VOIDAAN PARANTAA ALUEEN HIILINIELUVAIKUTUSTA LISÄÄMÄLLÄ ALUEEN KASVILLISUUTTA.**

Rakentaessa metsämaalle maankäytönmuutoksen vaikutus, eli hiilinielun katoaminen ei kuulu EN-standardin mukaisiin elinkaaren päästöihin. Vaikutuksen suuruuden arvioiminen on haastavaa. **METSÄN HIILINIELUVAIKUTUS ON YKSILÖLLISTÄ JA SITÄ ON VAIKEA MITATA.** Metsän hiilinieluvaiutus kasvaa nuorena metsässä voimakkaasti, kunnes saavuttaa tasapainotilan noin sadan vuoden iässä. Poistunutta nielua voidaan korvata tontille (tai vaikka rakennuksen katolle) sijoittuvalla viherrakentamisella, mutta vaikutukset ovat tyypillisesti melko pieniä. Metsämaata tulisikin pyrkiä säilyttämään hiilivarastoina. [8] [10]

Maankäytönmuutoksia tapahtuu myös raaka-ainehankinnan seurauksena. Luonnon raaka-aineita hankitaan kaivostoiminnan lisäksi esimerkiksi metsistä puutavarana ja harjuista sora-aineksena. Metsätaloudessa vaaditaan uusien puiden istuttamista kaadettujen tilalle, ja kaivostoimissa vaaditaan alueen maisemointia toiminnan päätyttyä. Toimenpiteiden vaikuttavuudet ovat kuitenkin luonnon monimuotoisuuden ja hiilinieluvaiikutuksen kannalta vaihtelevia. **EDELLÄKÄVIJÄRYTYKSET OVAT RYHTYNEET ASETTAMAAN OMIA TAVOITTEITAAN KÄYTTÄMIENSÄ MAA-ALUEIDEN ENNALLISTAMISESTA NIIN ETTÄ LUONNON MONIMUOTOISUUS SÄILYY.**

Miten rakennetun ympäristön päästöjä tutkitaan ja toimintaa kehitetään?

KIRA-ala kaipaa tutkimusrahoitusta, jotta tutkimus ja tuotekehitys voidaan varmistaa. Suomalaisen yliopistotutkimuksen kehityksen kärkihankkeet liittyvät kestäväan kehitykseen ja esimerkiksi energiatehokkuuteen ja kiertotalouteen liittyvä osaaminen on korkealla tasolla. **KEHITYSTÄ KAIVATAAN SOPEUTUMISEEN, ELINKAARIAJATELUUN, SISÄILMANLAATUUN JA ÄLYKKÄÄSEEN RAKENTAMISEEN** [2]. Suomen kestäväan kasvun ohjelmassa keskitytään TKI-toimintaan, vihreään siirtymään ja digitalisaatioon [2].

ALAN TIETÄMYS RAKENTAMISEN PÄÄSTÖOHJAUKSESTA ON VAIHELEVA. Elinkeinäkoulun sisältyminen alan perustutkintojen opintomäärään on vähäistä, vaikka kehitystä on havaittavissa. Organisaatioiden sisälläkään ei koettu olevan riittävää kokemusta hiilijalanjälkilaskennasta. **ALALLA TOIVOTAAN, ETTÄ OPETUSTA LISÄTÄÄN SEKÄ PERUSTUTKINTOIHIN ETTÄ TÄYDENNYSKULUTUSKOKONAISUUKSIIN.** [11]

Rudus hankkii kivipohjaisten rakennusmateriaaliensa raaka-aineita esimerkiksi soraharjuista. Yhtiö on laatinut jo vuonna 2012 luonnon monimuotoisuusohjelman, Ruduksen LUMO-ohjelman, jossa esitetään toimenpiteet käytöistä poistettujen alueiden ennallistamisesta niin että luonnon monimuotoisuus lisääntyy. Ruduksen tavoitteena on, että luonto on toimipisteissä monimuotoisuuden kannalta arvokkaampi toiminnan päättyessä kuin sen alkaessa.

Kalasadamasta Pasilaan -raitiotiehanke rakentamisesta aiheutuvaa hiilinielun pienentymistä kompensoidaan uusilla istutuksilla. Hankkeen suunnitteluvaiheessa pyritään kartoittamaan hiilinieluvaiikutuksiltaan parhaita paikallisia kasveja ja lisäämään monimuotoisuutta lajivalintojen kautta. Hankkeen rakentaminen ajoittuu vuosille 2021-2024.

Rakennusten hiilijalanjäljen säätelyssä on vältettävä tilannetta, jossa jokainen rakennushanke vaatisi laajaa erikoisosaamista [9]. Ympäristöministeriön laatiman kyselytutkimuksen mukaan suunnittelijoiden keskuudessa on melko suuri varmuus omasta osaamisesta rakentamisen hiilijalanjäljen muodostumisen suhteen. **HARVALLA SUUNNITTELIJALLA OLI KUITENKAAN OMAA KOKEMUSTA ELINKAAREN HIILIJALANJÄLKILASKENNASTA.**

Koulutukset ja opintokokonaisuudet

Suomessa on tarjolla kestäväan rakentamiseen liittyviä opintokokonaisuuksia useassa oppilaitoksessa. **ESIMERKIKSI XAMK:SSA VOI OPISKELLA KESTÄVÄN RAKENTAMISEN YLEMMÄN AMMATTIKORKEAKOULUTUTKINNON.** Tampereen yliopistolla on tarjolla 30 op Kiertotalousasiantuntija-opintokokonaisuus. Metropoliassa on tarjolla useita kestäväan rakentamisen kursseja. LAB AMK:ssa on tarjolla laajasti materiaalikiertoon liittyviä kursseja. Kuitenkin alueellista ammatillista koulutusta olisi tuettava, jotta rakentamisen laatu voidaan varmistaa myös tulevaisuudessa [2].

Opintokokonaisuuksien lisäksi on tarjolla monia täydennyskoulutusmahdollisuuksia alan ammattilaisille. Koulutuksia järjestetään järjestöjen kuten Syklin, FIGBC:n, Kiinkon ja RT:n toimesta, sekä oppilaitoksissa. Järjestöjen koulutukset ovat ytimekkäitä ja keskittyvät tarkkaan rajattuihin kokonaisuksiin kuten hiilijalanjälkilaskentaan, purkuvaiheen kierrättämiseen tai energiatehokkuuteen. Oppilaitokset järjestävät laajempia kurssimuotoisia kokonaisuksia. Uutena ilmiönä on noussut oppilaitosten avoimet verkkokurssit, joiden avulla voi opiskella itselleen sopivana ajankohtana.

Täydennyskoulutuskokonaisuuksista suuri osa painottuu kiertotalouteen, hiilijalanjälkilaskentaan, energiatehokkuuteen ja ympäristösertifikaatteihin. Myös puurakentamisen osaamista on Suomessa pyritty lisäämään koulutusohjelmien päivityksillä kaikilla tasoilla [6]. Erityisesti arkkitehtien keskuudessa puurakentaminen on ollut suosittua [6].

Tutkimushankkeet ja kehityshankkeet

KOHTI HIILINEUTRAALEJA KUNTIA JA MAAKUNTIA (CANEMURE) ON EU:N LIFE -RAHOITUSTA SAAVA HANKE, JONKA TARKOITUS ON EDESAUTTAA KÄYTTÄNNÖN HANKKEITA, JOILLA TOTEUTETAAN KANSALLISTA ILMASTOPOLITIIKKAA. Hankkeessa pyritään vähentämään ilmastokuormitusta monella sektorilla usean osahankkeen avulla. Rakennetun ympäristön hiilijalanjäljen kannalta olennaisimmat osahankkeet liittyvät energiatehokkuuteen ja paikalliseen energiantuotantoon sekä hiilineutraaliin aluesuunnitteluun ja betonin käyttämiseen hiilinieluna. Rakennustuoteteollisuuden CO2ncrete Solution -osahankkeen keskiössä on betonin karbonatisoitumisilmiö sekä olemassa olevassa rakennuskannassa että purkujätteenä syntyvässä betonimurskeessa.

LAHDEN HIILINEUTRAALIN RAKENTAMISEN KEHITYSKESKUS PERUSTETTIIN SYKSYLLÄ 2020. Keskus yhdistää eri sektoreiden yritykset, tutkimustoiminnan ja julkiset toimijat tavoitteenaan ratkoa hiilineutraalin rakentamisen haasteita.

ECONOMISE ON WWF:N, SYKLIN JA SYKE:N YHTEINEN HANKE, JONKA TARKOITUKSENA ON PARANTAA KIINTEISTÖJEN ENERGIATEHOKKUUTTA JA ILMASTOKESTÄVYYTTÄ NOSTAEN KOHDEKIINTEISTÖJEN ARVOA JA MADALTAEN YLLÄPITOKUSTANNUKSIA. Hanke käynnistettiin vuonna 2017 ja se päättyi tammikuussa 2021. Hanke sai rahoitusta EU:n LIFE -ohjelmasta.

Aalto-yliopiston Vähähiilisen talon suunnittelu -verkko-kurssi julkaistaan vuonna 2021.

Oulun yliopistossa on järjestetty vuonna 2020 erityisen suosittu puu-arkkitehtuurin täydennyskoulutusverkkokurssi.

CIRCWASTE – KOHTI KIERTOTALOUTTA -HANKE ON SYKE:N TOTEUTTAMA HANKE, JOSSA PYRITÄÄN EDISTÄMÄÄN MATERIAALIVIRTOJEN TEHOKASTA KÄYTTÖÄ, MATERIAALIEN KIIERRÄTYSTÄ JA JÄTTEIDEN TEHOKASTA KÄYTTÖÄ. Hankkeen kautta toteutetaan noin 20 kokeilua kiertotalouden parhaista käytännöistä. Hanke saa rahoitusta EU:n LIFE-ohjelmasta.

CIRCUIT-HANKE ON HSY:N TOTEUTTAMA RAKENTAMISEN KIERTOTALOUDEN HANKE, JOKA YHDISTÄÄ 30 TOIMIJAA SEKÄ SUOMESTA ETTÄ MUUALTA EUROOPASTA. HANKE PYRKII TEHOSTAMAAN KIERTOTALOUDEN HYÖDYNTÄMISTÄ SEKÄ UUDISRAKENTAMISESSÄ ETTÄ OLEMASSA OLEVISSA KOHTEISSA JA PURKUHANKKEISSA. Hanketta on rahoitettu EU:n Horizon 2020 -tutkimusrahoituksesta.

AI4CITIES ON FORUM VIRIUMIN KOORDINOIMA HANKE, JOSSA KUUSI EUROOPPALAISTA KAUPUNKIA PYRKII VÄHENTÄMÄÄN LIIKENTEEN JA ENERGIAVERKKONSA PÄÄSTÖJÄ TEKOÄLYSOVELLUKSILLA. Suomesta hankkeessa on mukana Helsinki. Hanke saa rahoitusta EU:n Horizon 2020 -tutkimusrahoituksesta.

BUILD4CLIMA ON VTT:N JA TAMPEREEN YLIOPISTON HANKE, JOSSA TAVOITELLAAN HIILINEUTRAALIA JA TERVEELLISTÄ RAKENTAMISTA. Hanke on muodostanut alan toimijoista ekosysteemin, jonka avulla pyritään luomaan uusia ratkaisuja ja liiketoimintakonsepteja kiertotalouden, terveellisen elinympäristön, hiilineutraalin rakentamisen ja rakennusten hiilensidonnain ympärille. Hanke on saanut rahoitusta Business Finlandilta.

DECARBON-HOME JA CO-CARBON OVAT HELSINGIN YLIOPISTON TOTEUTTAMIA HANKKEITA. DECARBON-HOME-HANKKEEN TARKOITUKSENA ON AUTTAA KESTÄVYYSMUUTOSTA ERITYISESTI KAUPUNKILÄHIÖISSÄ JA MAASEUDUN SYRJÄSEUDULLA. HANKKEEN PÄÄFOKUKSENA ON HAHMOTTA A TOIMENPITEITÄ ASUMISEN ILMASTOKESTÄVYYDEN PARANTAMISEKSI LISÄÄMÄTTÄ ALUEELLISTA ERIARVOISTUMISTA. CO-CARBON-HANKKEEN TARKOITUKSENA ON MITATA JA MALLINTAA KAUPUNKIVIHREÄN HIILENSIDONTAMAHDOLLISUUKSIA, SEKÄ LUODA RATKAISUJA HIILENSIDONNAN PARANTAMISEKSI. Molempia hankkeita rahoittaa Suomen Akatemia.

Miten rakennetun ympäristön päästöjä ohjataan?

Rakentamisen ympäristövaikutuksia ohjataan sääntelyllä, standardeilla ja informaatio-ohjauksella. Ohjaaminen on painottunut standardeihin ja informaatio-ohjaukseen muun kuin energiankulutuksen osalta. Sääntelyn vaikutuksesta energiatehokkuus on alalla parantunut merkittävästi. Ilman säädettyjä raja-arvoja materiaalilähtöisten päästöjen ei voida olettaa laskevan riittävästi [9].

Julkiset toimijat päättävät Suomessa jollain tasolla kaikesta rakentamisesta, joten julkisen vallan vaikutusta rakentamisen päästöihin voidaan pitää melko suurena [10]. Julkisen rakennuttamisen osuus kaikesta uudisrakentamisesta on 18 % [12]. Laki julkisista hankinnoista ja käyttöoikeussopimuksista (1397/2016) antaa mahdollisuuden määrittää ympäristö- ja elinkaari-kriteerejä ensisijaisesti eurooppalaisiin standardeihin perustuen [9].

VAIKKA RAKENNUTTAJA OLISI YKSITYINEN ORGANISAATIO, VASTAA JULKINEN TOIMIJAA KAAVOITUKSESTA JA RAKENNUSLUPAPROSESSEISTA, MIKÄ MERKITSEE JULKISEN VALLAN VAHVAA VAIKUTUSVALTAA KAIKESSA RAKENTAMISESSA.

EU-, kansallinen, maakunta- ja kuntatasoinen sääntely

EU-sääntely

EU-maissa rakennusten elinkaaren päästöjen ohjaamisessa keskitytään energiatehokkuuden ohjaamiseen. Materiaalisidonnaisia päästöjä ei tällä hetkellä juuri pyritä ohjaamaan sääntelyllä tai taloudellisilla ohjaukeinoilla.

TIETOISUUS MATERIAALISIDONNAISTEN PÄÄSTÖJEN MERKITYKSESTÄ KASVAA KUITENKIN NOPEASTI. EU:SSA ON KÄYNNISSÄ USEITA KEHITYSHANKKEITA TÄHÄN LIITTYEN. Esimerkiksi jo laajasti käytössä oleva Level(s) -viitekehys koko elinkaaren päästöjen huomioimiseksi päivittyi vuoden 2021 alussa. Level(s)-viitekehys on metodologia hankkeiden kokonaisvaltaisten ympäristövaikutusten arviointiin. Viitekehysten on tarkoitus parantaa hankkeiden vertailtavuutta keskenään.

EU:n kestävän rahoituksen Taxonomiaan on ehdotettu elinkaaren hiilijalanjäljen lisäämistä kriteeriksi. **KYMMENEN EUROOPPALAISEN GREEN BUILDING COUNCILIN YHTEISEN #BUILDINGLIFE -HANKKEEN TAVOITTEENA ON TUODA RAKENNUSTEN KOKO ELINKAAREN PÄÄSTÖT KESKEISEKSI OSAKSI EU:N SÄÄDÖSOHJAUKSEN TIEKARTTAA VUOTEEN 2022 MENNESSÄ.**

Kansallinen sääntely

Kansallisella tasolla Ympäristöministeriössä valmistellaan säädöskokonaisuutta, joka mahdollistaisi rakentamisen ja rakennusten elinkaaren aikaisien hiilidioksidipäästöjen rajoittamisen vuoteen 2025 mennessä. **RAKENTAMISEN HIILIJALANJÄLJEN RAJOITTAMINEN RAJA-ARVOLLA ONKIN TEHOKAS KEINO VÄHENTÄÄ PÄÄSTÖJÄ.** [9] [1]

Maankäyttö- ja rakennuslakiin meneillään olevan uudistustyön myötä valmistellaan uutena olennaisena vaatimuksena ilmastaselvitys, joka on keskeinen säädöstyökalu rakentamisen päästöjen alentamiseen. **ILMASTOSELVITYKSELLÄ TARKOITETAAN RAKENNUKSEN YHTEYDESSÄ TEHTÄVÄÄ SELVITYSTÄ RAKENNUKSEN KOKO ELINKAAREN ILMASTOVAIKUTUKSISTA, ELI HIILIJALANJÄLJESTÄ JA -KÄDENJÄLJESTÄ.** Ilmastaselvitys laaditaan käyttäen metodologi-ana Ympäristöministeriön Vähähiilisuuden arviointimenetelmää, jonka kehitystyö on meneillään. Laskennan tueksi on myös julkaistu kansallinen päästötietokanta (co2data.fi) maaliskuussa 2021. **ILMASTOSELVITYS TULEE OLEMAAN PAKOLLINEN LUVANVARAISILLE UUDIS- JA KORJAUSHANKKEILLE. LISÄKSI UUDISRAKENNUSTEN ELINKAAREN HIILIJALANJÄLJELLE TULLAAN ASETTAMAAN RAJA-ARVOT VUOTEEN 2025 MENNESSÄ.** Raja-arvoja ei tulla asettamaan pien-aloille.

TULEVAN SÄÄDÖSOHJAUKSEN VAIKUTUS PÄÄSTÖIHIN RIIPPUU PITKÄLTÄ ASETETTAVIEN RAJA-ARVOJEN TASOSTA. Hyvin todennäköisesti ilmastaselvityksen laatiminen asetetaan pakolliseksi jo ennen vuotta 2025, jolloin voidaan yleisen tietämystason nousun seurauksena olettaa päästöjen pienenevän jonkin verran.

Tulevien raja-arvojen tason on arvioitu asettuvan suuruusluokaltaan 20 % pienemmäksi kuin tyypillinen rakennushanke Suomessa [13]. Nyt jo kuitenkin tiedämme edelläkävijäyritysten tavoittelevan hiilineutraalia energiankäyttöä ja 40 % päästövähennyksiä materiaalisidonnaisiin päästöihin. **NÄIDEN TAVOITTEIDEN VALOSSA SÄÄDÖSOHJAUKSEN ROOLIKSI JÄÄ VARMISTAA VÄHEMMÄN KUNNIAHIMOISTEN HANKKEIDEN PÄÄSTÖTASON JÄRKEVYYS.**

Maakunta- ja kuntatasoinen sääntely

Kaupunkisuunnittelulla ja siitä seuraavalla kaavoituksella on suuri vaikutus erityisesti uudisrakentamiseen. **KUNNAT VOIVAT VAIKUTTA A RAKENTAMISEN HIILIJALANJÄLKEEN ASEMAKAAVAAN LIITETTÄVIEN RAKENNUSTAPOHJEIDEN, TONTINLUOVUTUSEHTOJEN TAI TONTINLUOVUTUSKILPAILUJEN KAUTTA** [9]. Aikaisessa vaiheessa annetut ohjeet vaihtelevat tarkoista toimintatavoista yleisluontoi-siin ohjeisiin. Näiden ohjausvaikutus on erittäin riippuvainen kyseisen tontin sijainnista.

Kaupunkisuunnittelulla ja kaavoituksella määritellään myös tulevat raken-nuspaikat. **RAKENNUSPAIKAN VALINNALLA VOIDAAN VAIKUTTA A RAKENTAMISEN VÄLILLISIIN PÄÄSTÖIHIN KUTEN LIIKENTEeseen JA MAANKÄYTÖN MUUTOKSISTA AIHEUTUVIIN PÄÄSTÖIHIN**. Rakennuspaikan sijoittamisella hyvien joukkoliiken-neyhteyksien varrelle voidaan mahdollistaa vähäpäästöisten liikennemuo-tojen valinta. Toisaalta täydennysrakentamista suosimalla voidaan suojella arvokasta hiilinielua.

Helsingin kaupunki tutki kattavasti rakennuspaikan vaikutusta rakennus-hankkeen elinkaaren päästöihin Vartiokylänlahden alueella Kohti hiilineut-raalia kaupunkia – millä on merkitystä? selvityksessä (julkaistu 26.8.2020). Selvityksen perusteella joukkoliikenteen suosiota voitiin parantaa raken-nuspaikan valinnalla, mutta todelliset vaikutukset rakennuksen päästöihin ovat olleet tutkimuksissa tapauksissa korkeintaan maltilliset. Sen sijaan **SUU-RIMMAT HYÖDYT SAATIIN VALITSEMALLA RAKENNUSPAIKKA HIILINIELUNSUOJELUN JA PERUSTAMISOLUSUHTEIDEN PERUSTEELLA**.

RAKENNUSPAIKAN VALINTA PERUSTAMISOLUSUHTEIDEN PERUSTEELLA VAIKUTTA A RAKENNUSKSEN HIILIJALANJÄLKEEN MERKITTÄVÄSTI. Varsinkin täyttömaissa saatetaan joutua käyttämään massiivisia maanalaisia rakenteita. Tiiviissä kaupunkirakenteessa ideaaleja rakennuspaikkoja on vähän, mutta kau-punkia suunniteltaessa tulisi huomioida rakentamisen päästöt kokonais-valtaisesti laskemalla. Valitsemalla rakennuspaikan, jossa on huonot pe-rustamisolosuhteet, saattaa moninkertaistaa rakentamisesta aiheutuvat päästöt, vaikka sijainti olisi joukkoliikenteen kannalta tehokas.

PERUSTUKSIIN SITOUTUNUTTA HIILTÄ VOI VÄHENTÄÄ PIENENTÄMÄLLÄ RAKENNUS-TEN KUORMAA ESIMERKIKSI PIENENTÄMÄLLÄ RAKENNUSTA TAI VALITSEMALLA KE-VYEMPIÄ RAKENNUSMATERIAALEJA, kuten puuta [14]. Vaikka puurakentamista pidetään myös rungoltaan tyypillisesti betonirakentamista vähäpäästöi-sempänä, on hankkeen päästöjen arviointia varten aina laadittava määrä-tietopohjainen elinkaaren hiilijalanjälkilaskelma.

Tampereen kaupungin omien rakennushankkeiden elinkaaren hiilijalanjäl-kiarvioita on laadittu vuodesta 2020 lähtien. Kaupungin tavoite on varmistaa elinkaaren hiilijalanjälkiarvioinnin vaikutus hankesuunnitteluvaiheeseen kaikissa hankkeissa vuoteen 2022 mennessä.

Standardit, sertifikaatit ja informaatio-ohjaus

Rakentamisen elinkaaren päästöihin on pyritty vaikuttamaan standardoi-malla elinkaaren päästöjen laskentatapa EN-tasolla. **ELINKAARILASKENNAN STANDARDOINNILLA PARANNETAAN HANKKEIDEN VERTAILTAVUUTTA, JOLLOIN TI-LAAJAN ON HELPOMPI SUOSIA VÄHÄPÄÄSTÖISTÄ HANKETTA**. Myös energiatehok-kuutta varten on laadittu vertailtavuutta parantavia työkaluja, kuten raken-nusten E-luku.

Ympäristö- ja elinkaari-kriteerejä on käytetty tontinluovutuskilpailuissa esimerkiksi Porvoossa, Tampereella ja Vaasassa (Bionova, 2017). Kriteereinä on ollut ehdotuksen vi-herkerroin, energialuokka ja elinkaaren hiilijalanjälki.

Espoon kaupungin puu-rakentamisen edistämise-hjelma vuosille 2014–2020:n mukaan Espoon kaupunki on edistänyt puurakentamista tarjo-amalla puurakenteisille kohteille arvokkaita tont-teja. Tampereen kaupunki on edesauttanut puura-kentamista tarjoamalla merkittäviä alennuksia puurakenteisten kohteiden maankäyttökorvauksiin.

Rakentamisen päästöihin vaikuttavat myös ympäristösertifiointijärjestelmät, jota varsinkin suuret sijoittajat hankkeilleen vaativat. **ELINKAAREN HIILIJALANJÄLKILASKENTA ON OSANA SUOMESSA YLEISESTI KÄYTÖSSÄ OLEVIA YMPÄRISTÖSERTIFIOINTIJÄRJESTELMIÄ: LEED, BREEAM, RTS JA JOUTSENMERKKI.** Missään näistä järjestelmistä ei kuitenkaan ole pakollisia raja-arvoja hankkeille. Korkeampaan tavoitetasoon ja sitä kautta yleisen osaamistason parantamiseen voisi kannustaa erityisesti materiaalisidonnaisiin päästöihin keskittyvä erillinen sertifikaatti, kuten ruotsalainen pilotointivaiheessa oleva NOLL-CO2-sertifiointi.

ERITYISESTI KÄYTTÖSIDONNAISIA PÄÄSTÖJÄ ON SAATU LASKETTUA INFORMAA-TIO-OHJAUKSELLA. Monissa kunnissa tarjotaan kuntalaisille ja asunto-osa-
keyhtiöille energianeuvontaa. Myös HSY ja Motiva järjestävät taloyhtiöille suunnattuja koulutuksia energiatehokkuuteen ja aurinkosähköjärjestelmiin liittyen. Informaatio-ohjaus on erityisen tehokasta energiasidonnaisiin päästöihin vaikuttaessa, sillä monet korjaustoimenpiteet ovat taloudellisesti erittäin kannattavia. Pitkän aikavälin korjausrakentamisen strategias-
sa (2020) suositellaan tehostettavan energiatehokkuus- ja rahoitusneuvon-
taa korjaushankkeisiin liittyen.

Ympäristösertifikaatit ovat toimitila- ja liikerakennuk-
sissa hyvin yleisiä, mutta
asuntorakentamisen ser-
tifikaatit tekevät vasta tu-
loaan markkinoille. Varma
yhtenä Suomen suurimpa-
na kiinteistösijoittajana on
sitoutunut sertifioimaan
kaikki merkittävimmät
toimitilakohteensa vuoteen
2025 mennessä ja ensim-
mäisten asuntokohteiden
sertifioiminen on aloitettu
vuonna 2021.

3. SELVITYKSEN TAVOITTEET, LÄHTÖ-KOHDAT JA RAKENNE

Selvityksen tavoite

Toimialojen hiilineutraaliustiekarttoja on laadittu laajasti sekä Suomessa että maailmalla. Kiinteistö- ja rakennusalaan liittyviä tiekarttoja on laatinut ainakin Rakennusteollisuus RT, Rakli, Puutuoteteollisuus, Energiateollisuus sekä valtio, maakunnat ja kunnat. Tiekartoista on poimittu olennaisia toimenpiteitä myös tämän selvityksen tueksi.

SELVITYSTÖIDEN LISÄKSI ALALLA ON LAADITTU YRITYSKOHTAISIA TIEKARTTOJA JA MUITA SUUNNITELMIA, JOIDEN AVULLA PYRITÄÄN VÄHENTÄMÄÄN OMAN TOIMINNAN PÄÄSTÖJÄ KONKREETTISILLA TOIMENPITEILLÄ. VALITETTAVAN USEIN KONKREETTISET TOIMENPITEET JA VÄLITAVOITTEET PUUTTUVAT SUUNNITELMISTA. ALALLA ON KUITENKIN SELKEITÄ EDELLÄKÄVIJÖITÄ, JOIDEN TIEKARTTOJA SEURAAMALLA VOIDAAN SAAVUTTA ITSELLE ASETETUT KONKREETTISET VÄLITAVOITTEET.

Tähän selvitykseen on kerätty yritysten konkreettisia esimerkkejä hankkeista, joissa on onnistuttu vähentämään päästöjä tavanomaiseen verrattuna. Selvityksessä on pyritty painottamaan kaupallisten hankkeiden onnistumisia, mutta joukossa on myös pilottihankkeita. **ESIMERKEILLÄ PYRITÄÄN OSOITTAMAAN, ETTÄ ALALLA PYRITÄÄN LAAJASTI VÄHENTÄMÄÄN OMAN TOIMINNAN PÄÄSTÖJÄ, JA PÄÄSTÖJEN VÄHENTÄMISTOIMENPITEET OVAT USEIN MYÖS HYVÄÄ LIIKETOIMINTAA.**

Tämä selvitys on ensimmäinen osa laajempaa kokonaisuutta, jossa pyritään luomaan toimintaohjelma koko alalle. Tässä selvityksessä on keskitytty keräämään tietoa tällä hetkellä käynnissä olevista kehityshankkeista ja tämän hetken kunnianhimoisimmista hankkeista. Selvityksessä on laajennettu esimerkkejä ja pohdittu niiden syy-seuraussuhteita. **SELVITYKSEN LOPUSSA OLEVASSA INFOGRAAFISSA ESITETÄÄN ALAN TÄRKEIMMÄT KEHITYSSUUNNAT.**

Esitetyt kehityssuunnat eivät kuitenkaan yksin riitä vähentämään alan ilmastovaikutusta. Kiinteistö- ja rakennusala on kompleksinen kokonaisuus, jonka haasteiden ratkominen vaatii monia korjaustoimenpiteitä. On epärealistista ajatella, että kehitettäisiin yksi lääke koko alalle. **KAIKKEA TOIMINTAA PITÄÄ KEHITTÄÄ STRATEGISESTI KOHTI MATERIAALIEN JA KEMIKAALIEN SULJETUA KIERTOJA, JOKA PYÖRII PUHTAALLA ENERGIALLA.**

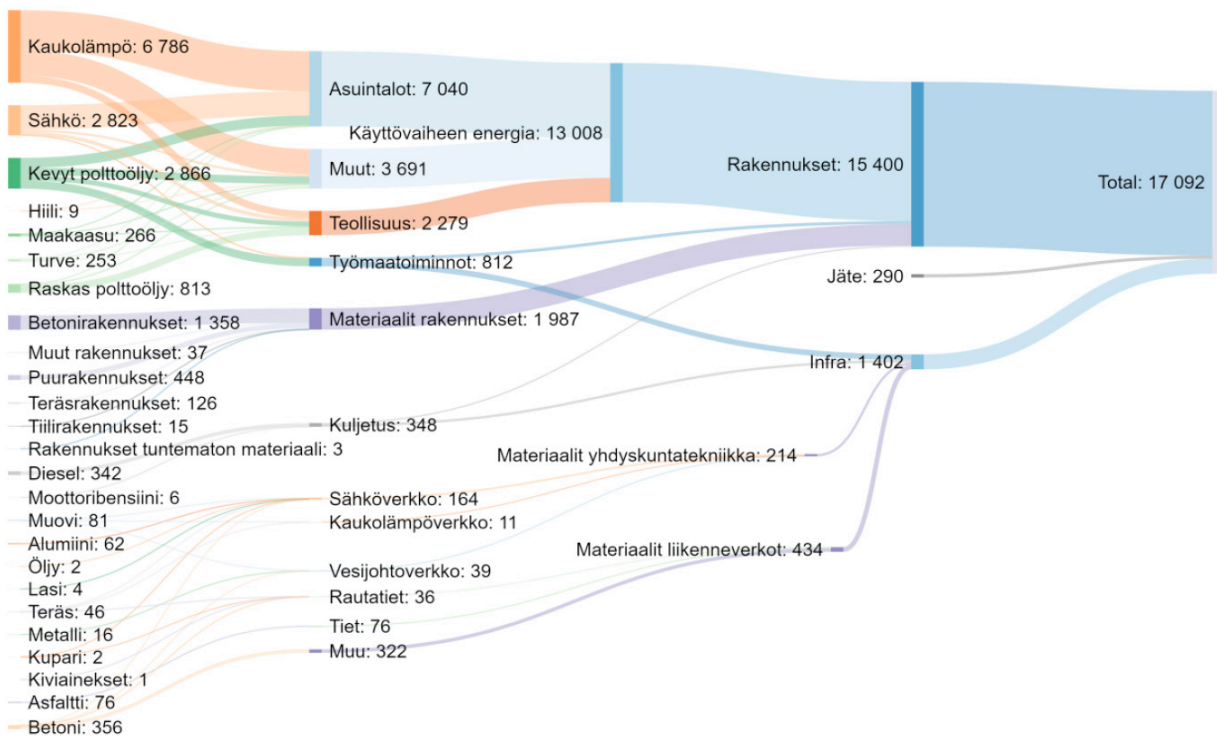
Selvityksen lähtökohdat

Rakennusteollisuus RT ry on tunnistanut Vähähiilisyden tiekartassaan (2020) rakennusteollisuuden keskeisimmiksi päästölähteiksi käytetyt rakennusmateriaalit, rakentamisprosessien kuluttaman energian ja rakennusten kuluttaman energian. Päästölähteet voi myös luokitella tuotesidonnaisiin ja käyttösidonnaisiin päästöihin, jolloin ensimmäiset kaksi luokiteltaisiin tuotesidonnaisiin ja kulutetun energian päästöt käyttösidonnaisiin.

Rakennusmateriaalien osalta tiekartassa otetaan kantaa betonin ja sen sisältämän sementin, teräksen, puutuotteiden, energiantensiivisten tuotteiden (tiili, kipsi, lasi), eristemateriaalien, kivi- ja maa-aineksien, asfaltin, muovin ja alumiinin käyttämisestä aiheutuviin päästöihin. Tiekartassa

kuvaillaan materiaalien valmistamisprosessit ja niistä aiheutuvat päästöt seikkaperäisesti, joten tässä selvityksessä keskitytään hahmottamaan ratkaisut, jolla päästöjä on pyritty vähentämään.

RT:N TIEKARTAN ARVION MUKAAN RAKENNETUSTA YMPÄRISTÖSTÄ AIHEUTUVAT PÄÄSTÖT OLIVAT NOIN 17 092 KT CO2E VUONNA 2017. Päästöistä merkittävä osuus oli käyttösidonaisia päästöjä, joista suuri osa koostuu kaukolämmön tuotannosta. Rakennusmateriaalien ja rakentamisprosessien päästöt, eli tuotesidonaiset päästöt, olivat yhteensä 4 084 kt Co2e. On olennaista huomata, että merkittävä osa tuotesidonaisista päästöistä muodostuu energiankulutuksesta eri osissa tuotantoprosessia.



Rakennetyn ympäristön päästöjen muodostuminen Rakennusteollisuus RT:n arvion mukaan ^[5]

RT:n tiekartassa esitellään perusura- ja innovatiiviset ratkaisut -skenaariot päästöjen vähentämiseksi. Perusura-skenaariossa esitellään tilanne, jossa julkisen sektorin luomaan sen hetkiseen toimintaympäristöön tai politiikka-toimiin ei tehtäisi muutoksia. Kehityksessä oleva Rakentamisen päästöohjaus ei sisällynyt tiekarttaan.

Tämän nykytilakatsauksen lähtötasona on RT:n tiekartan perusura-skenaario, jossa EU:n päästökaupan, KAISU-suunnitelman, Pitkän aikavälin korjausrakentamisstrategian, Energiategollisuuden tiekartan ja Liikenne- ja viestintäministeriön tiekartan toimenpiteet vähentävät rakennetusta ympäristöstä aiheutuvia päästöjä 66 %. Lueteltuun sääntelyyn ja tiekarttojen tärkeimpien toimenpiteiden suhdetta yritysten toimintaan arvioidaan. **ON OLENAISTA HUOMATA, ETTÄ JULKISEN VALLAN ESITTÄMÄT TAVOITTEET OVAT JOITSESSÄÄN KUNNIAHIMOISIA JA VAATIVAT JULKISEN TOIMIJAN JA YRITYKSIEN YHTEISTYÖTÄ. KUITENKIN EDELLÄKÄVIJÄYRITYSTEN OMAT TAVOITTEET OVAT VIELÄKIN KUNNIAHIMOISEMPIÄ.**

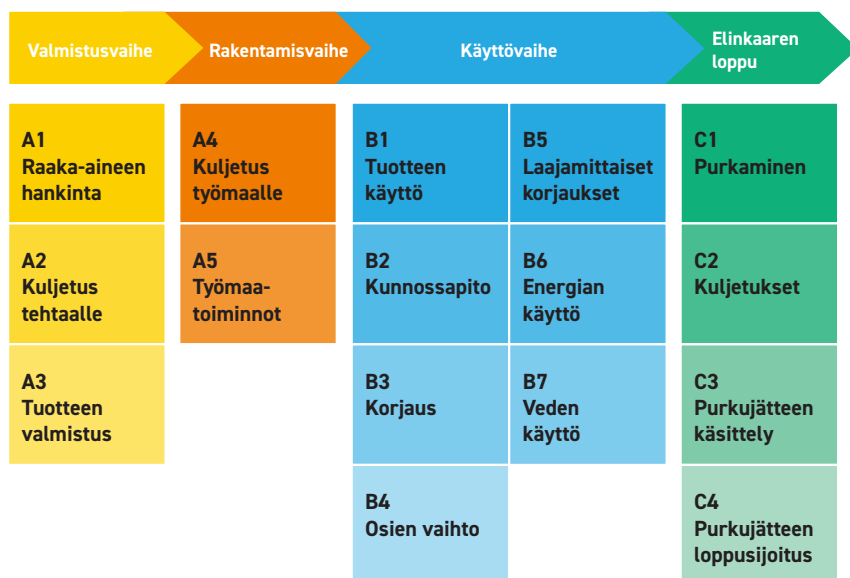
RT:n tiekartan perusskenaariossa maailmassa vuonna 2035 rakennetussa ympäristössä käytettyjen materiaalien ja energiankäytön päästöt ovat lähes samansuuruiset, sillä energiasektorin toimenpiteet vä-

hentävät energiankäytöstä aiheutuvia päästöjä merkittävästi. Kiinteistö- ja rakennusalan on tuettava näiden toimenpiteiden toteutumista. Kiinteistö- ja rakennusalan omaksi tehtäväksi jää vähentää materiaalisidonnaisia ja tuotantovaiheen päästöjä. **RT:N TIEKARTAN MUKAINEN 23 % VÄHENNYS VUOTEEN 2035 MENNESSÄ EI OLE RIITTÄVÄ SUOMEN VALTION HIILINEUTRAALIUSTAVOITTEEN SAAVUTTAMISEN KANNALTA.**

Selvityksen rakenne

Tässä selvityksessä arvioidaan rakentamisen elinkaarta EN 15643-2 - standardin rakenteen mukaisesti mukaisesti. Selvityksessä käsitellään talonrakentamista ja infrastruktuurirakentamista samoissa luvuissa EN-standardin mukaisessa järjestyksessä. Selvityksessä käsitellään keskitettyä energiantuotantoa vain vaikutuksiltaan muuhun rakennettuun ympäristöön. Selvityksessä pyritään priorisoimaan vaikuttavuudeltaan merkittäviä toimenpiteitä.

RAKENNUKSEN ELINKAAREN ULKOPUOLELLE JÄÄVÄT HYÖDYT JA HAITAT



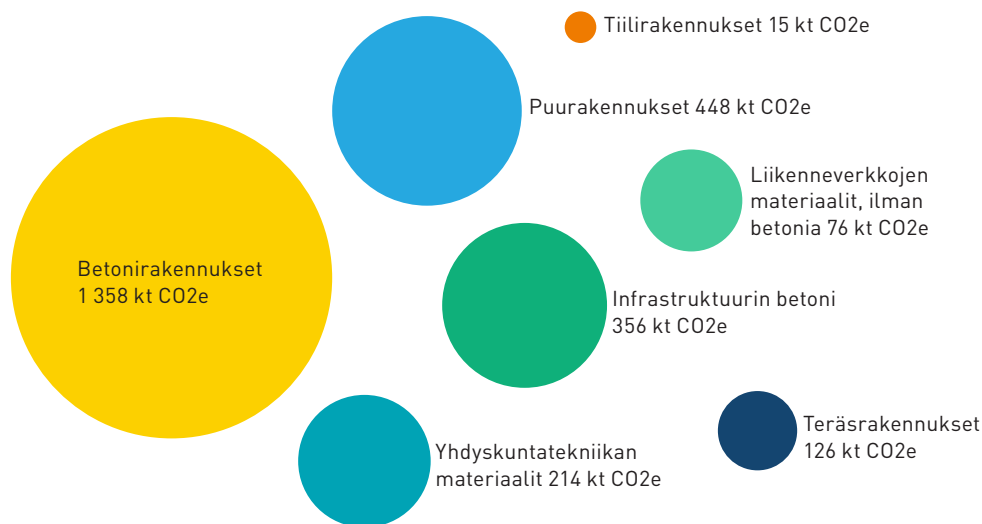
Rakennuksen elinkaaripäästöt EN 15643-2 mukaan

EN-standardin mukaisista elinkaaren päästöistä selvityksessä elinkaaripäästöselvityksessä huomioidaan valmistusvaihe A1-A3 kappaleessa 4. Kappaleessa 4 käsitellään myös kohtien B4 Osien vaihto ja B5 Laajamittaiset korjaukset materiaalipäästöt. Kappaleessa 5 käsitellään elinkaaren vaiheet A4 Kuljetus työmaalle, A5 Työmaatoiminnot ja B3 Korjaus. Kappaleessa 6 käsitellään vaihe B6 Energiankäyttö. Kappaleessa 7 käsitellään elinkaaren vaiheet C1 purkaminen, C2 kuljetukset, C3 purkujätteen käsittely ja C4 Purkujätteen loppusijoitus.

Katsauksessa ei käsitellä elinkaaren vaihetta B1 Tuotteen käyttö, B2 Tuotteen kunnossapito eikä B7 Vedenkäyttö.

EN-standardin mukaisesti rakennuksen elinkaaren ulkopuolelle jäävät hyödyt tai haitat luokitellaan moduuliin D. Tällaisia hyötyjä on esimerkiksi biopohjaisen hiilen varastoituminen puurakenteisiin tai betonin karbonatisoitumisilmiö. Hyödyt ja haitat, jotka aiheutuvat käytetystä materiaalista, käsitellään materiaaliakohtaisesti kappaleessa 4. Hyödyt ja haitat, jotka aiheutuvat tontin ulkopuolisesta energian tuotannosta, käsitellään kappaleessa 6. Materiaalikiertoa ilmiönä käsitellään kappaleessa 7.

4. MATERIAALI- SIDONNAISET PÄÄSTÖT



Materiaalisidonnaiset päästöt hanketyypeittäin Rakennusteollisuus RT:n arvion mukaan [mukailtu 5]

RT:N TIEKARTAN MUKAAN RAKENNUSMATERIAALIEN VALMISTAMISESTA AIHEUTUVISTA PÄÄSTÖISTÄ VALTAOSA AIHEUTUU BETONIRAKENNUSTEN RAKENTAMISESTA.

Merkittävä osa päästöistä syntyy myös infrastruktuurissa käytettävästä betonista ja puurakennusten rakentamisesta. On huomattava, että arvot on esitetty rakennustyypeittäin, eikä materiaalityypeittäin. Betonirakentamisessa käytetään huomattava määrä terästä, puurakentamisessa käytetään myös terästä ja betonia.

Esitetyissä arvoissa ei ole huomioitu hiilikädenjälkeä. Mahdollinen hiilikädenjälki ei koskaan pienennä hiilijalanjälkeä. Vaikka toiminnalla olisi myös positiivisia ympäristövaikutuksia, ei niillä voida kumota aiheutettuja päästöjä. Kuitenkin on mahdollista esittää, että negatiiviset ja positiiviset vaikutukset ovat tasapainossa ja näin saavutetaan **hiilineutraalius**.

Esimerkkeinä rakenteiden hiilikädenjäljestä voidaan esittää betoni karbonatisoitumisilmiö, jossa ilmakehässä oleva hiilidioksidi sitoutuu ajan kanssa betonirakenteessa olevaan sementtiin. Tällä tavalla esimerkiksi betonikerrostalo voisi elinkaarensa aikana sitoa jopa 20 % kalkkikiven poltosta aiheutuneista päästöistä [5]. Karbonatisoituminen on hidasta ja tapahtuu vain rakenteen pinnalla, joten sen teho on suoraan verrannollinen ilmakehässä olevan pinnan kanssa. Jos murskattu purkubetonirakenne jätettäisiin pitkäksi ajaksi kosketuksiin ilman kanssa ennen uudelleenkäyttöä, voitaisiin karbonatisoitumisilmiön hiilikädenjälkeä tehostaa merkittävästi (Häkkinen ja Kuittinen).

Myös puurakenteilla on mahdollinen hiilikädenjälki. Puut sitovat kasvaessaan ilmakehän hiilidioksidia itseensä hiiliketjuina samalla vapauttaen happea. Puolet puun kuivapainosta on hiiltä [8]. Jos puutuotteen raaka-aine on peräisin kestävästi hoidetusta metsästä, ovat tuotteen raaka-aineen keruu-

vaiheen (A1) kokonaispäästöt negatiiviset, ja puuelementtituotanto voi itsessään hidastaa ilmastonmuutosta. Kuitenkin tuotteen elinkaaren lopussa se tyypillisesti poltetaan energiaksi, jolloin sitoutunut hiili palaa ilmakehään. *Puutuotteiden hiilikädenjäljeksi voidaan luokitella muiden energiantuotantomuotojen, kuten kiivihiihen tai maakaasun korvaaminen.*

Rakentamisen päästöjen vähentäminen rakenteita ja materiaaleja vertailemalla

Rakennuksen suunnittelussa voidaan vaikuttaa sen hiilijalanjälkeen jokaisessa suunnitteluvaiheessa. Kuten kustannusten kanssa, myös hiilijalanjäljen kannalta tehdään suurimmat päätökset hyvin aikaisessa vaiheessa ja suunnittelun edetessä vaikutus lopputulokseen pienenee. Aikaisemmin tässä selvityksessä on pohdittu rakentamisen välttämättömyyttä ylipäätään ja rakennuspaikan vaikutusta.

OLENNAISIA PÄÄTÖKSIÄ TEHDÄÄN MÄÄRITTÄESSÄ RAKENNUKSEN MUOTOA. Voidaan todeta, että pienempi määrä materiaa johtaa tyypillisesti pienempään hiilijalanjälkeen. Täten rakennuksella, jossa kantavien rakenteiden ja vaiipan määrä on kohtuullinen, päästään todennäköisimmin vähähiiliseen tulokseen.

Betonirakentamisen päästöjä on myös vähennetty huolellisemmalla suunnittelulla. Rakenteiden tarkemmalla mitoituksella voidaan pienentää rakenteiden massaa ja siten päästöjä. Mallintamisen kehittyessä voidaan rakenteiden varmuuskertoimia mahdollisesti lieventää, mikä keventäisi rakenteita lähemmäs todellista tarvetta [5]. Huolellisemmalla suunnittelulla voidaan vähentää käytetyn teräksen määrää huomattavasti [5].

Lasketatehon kasvaessa on päästy tarkempaan laskentaan, jonka seurauksena mitoituksen varmuuskertoimia voisi pienentää. **TERÄKSEN LUJUUTTA KASVATTAMALLA VOIDAAN JOISSAIN RAKENTEISSA VÄHENTÄÄ TARVITTAVAN TERÄKSEN MÄÄRÄÄ JA PIENENTÄÄ PÄÄSTÖJÄ.** Suurlujuusteräksien hyödyntämisestä myös rakentamisessa voisi vähentää alan päästöjä. Toisaalta teräsrakenteita on paikoin mahdollista korvata vähäpäästöisimmillä materiaaleilla, kuten puurakenteilla. LVL-palkkien ja -pilareiden lujuusominaisuudet riittävät korvaamaan teräsrakenteita monin paikoin talonrakentamisessa.

Kun rakennuksen muoto on päätetty, voidaan siirtyä arvioimaan rakenteita. Tyypillisesti merkittävimmät rakenteet ovat ulkoseinät, välipohjat ja väliseinät [8]. **RAKENTEITA VERRATTAESSA ON VARMISTETTAVA, ETTÄ VERTAILTAVAT RAKENTEET TÄYTTÄVÄT NIILLE ASETUT TEKNISET VAATIMUKSET.** Vaihtoehtoja kartoittaessa on syytä huomioida kaikki materiaalit ja tuotteet.

Siirryttäessä epätyypillisiin rakenneratkaisuihin, voidaan päästöjä pienentää monella tapaa. Kipsilevyteollisuudessa on kehitetty tuotteita, joilla on mahdollista korvata betonisia väliseinärakenteita. Toimitilarakentamisessa väliseinät ovat tyypillisesti kevyitä muuntojoustavuuden vuoksi, mutta asuntorakentamisessa suositaan betonisia väliseiniä. Kehittämällä ääniteknisesti toimivia, mutta helposti purettavia väliseinäratkaisuja, voidaan parantaa asuinrakentamisen muuntojoustavuutta merkittävästi.

KANTAVIA RAKENTEITA, JOLLOIN HANKKEEN HIILIJALANJÄLKI PIENENEÄ ENTISESTÄÄN. LVL-elementeillä voitaisiin korvata esimerkiksi teräspilareita tai palkkeja suuren lujuutensa ansiosta [5].

Betonia voidaan korvata puulla myös betonirakennusten lisäkerros- ja korjausrakentamisessa [7]. Lisäkerroksia rakentaessa puurakenteita suosimalla voidaan pienentää rakentamisen päästöjä jopa puoleen [15]. Puun

Mangrove Oy rakentaa Turun Hirvensaloon TVT Asunnoille betonikerrostalon ja puukerrostalon samalla pohjaratkaisulla. Tarkoituksena on vertailla hankkeiden elinkaaren hiilijalanjälkiä ja hiilikädenjälkiä. Suunnitteluvaiheen laskelmien perusteella puukerrostalon ilmasto-vaikutus on huomattavasti pienempi, mutta hankkeessa on tarkoitus raportoida päästöistä myös elinkaaren aikana.

Newil & Baun Lehtisaaren Torni -hankkeessa Helsingissä on minimoitu rakentamisen ja elinkaaren päästöt huolellisella suunnittelulla yhteistyössä Granlund Oy:n kanssa. Suunnitteluvaiheen laskelmien mukaan hankkeen päästöt olisivat älykkään päästökustannusoptimoinnin tuloksena 54 % tavanomaista hanketta matalammat sadan vuoden elinkaarella. Kohteen rakentaminen aloitetaan vuonna 2021. Päästökustannusoptimoinnin avulla etsitään kustannustehokkaita keinoja pienentää hankkeen elinkaarenaikaista hiilijalanjälkeä. Keskeisiä keinoja hiilijalanjäljen pienentämiseen ovat materiaaleista ja energiankäytöstä syntyvien päästöjen vähentäminen. Esimerkkejä näistä ovat vähäpäästöiset materiaalit ja uusiutuvan energian hyödyntäminen.

käyttöä lisärakentamisessa ja esimerkiksi julkisivujen energiakorjauksissa voisi lisätä [6].

Julkisella sektorilla suositellaan voimakkaasti betoni- ja teräsrakenteiden korvaamista puurakenteilla. Puurakentamista pyritään lisäämään myös maailmalla sen vähäisen ympäristökuorman vuoksi [6]. Julkisessa rakentamisessa suositetaan puurakentamista valtion Puurakentamisen ohjelman tavoitteiden mukaisesti [7]. **ARVIOIDEN MUKAAN PUURAKENTEIDEN VALINNALLA VOIDAAN PIENENTÄÄ UUDISRAKENTAMISEN ALUN HIILIPAIKKIÄ NOIN 30 %** [15], mutta todellinen päästövähennys on laskettava hankekohtaisesti.

Vuonna 2018 puurakentamisen osuus julkisesta rakentamisesta arvioidaan olevan 20–30 % [6]. Ympäristöministeriön arvion mukaan julkisesta uudistuotannosta toteutetaan puusta 31 % vuoteen 2022 ja 45 % vuoteen 2025 mennessä [7]. Mikäli julkisen rakennuttamisen osuus markkinasta säilyy nykyisellä tasolla, olisi julkisten rakennuttajien puurakentamisen osuus kaikesta uudISRakentamisesta 8 % vuonna 2025. **JULKISTEN TOIMIJOIDEN KYSYNTÄ EI OLE JÄÄNYT URAKOITSIJOLTA HUOMAAMATTA, JA MONI RAKENNUSLIIKE ON LAAJENTANUT TOIMINTAANSA PUURAKENTAMISEN PUOLELLE.**

Myös kuntien hiilineutraaliustavoitteet tukevat erityisesti massiivipuun käyttöä rakentamisessa [7]. Erityisesti koulurakennuksissa suositetaan puurakenteita sisäilmaston terveellisyyden ja viihtyisyyden vuoksi [6]. **KUNNALLISIA RAKENUTTAJIA KIINNOSTAA MYÖS PUURAKENTAMISELLE OMINAINEN MUUNNELTAVUUS** [7].

Rakenteiden optimoinnin jälkeen keskitytään toteutustapaan ja tuotteisiin. Esivalmistetuilla tuotteilla voidaan pienentää päästöjä jonkin verran, mutta säästö ei ole rakentamisen elinkaaren kannalta yleensä merkittävä. Hankinnoissa on myös huomioitava tuotteiden kuljettaminen tuotantolaitoksista työmaille erityisesti infrastruktuurihankkeissa, joissa kuljetusten päästöjen osuus kokonaisuudesta on merkittävämpi kuin talonrakennushankkeissa. Kuljetusten osalta kannattaa keskittyä optimoimaan massaltaan raskaiden tuotteiden kuljetusmatkat ja -tavat. [8]

Kuljetusten ja työmaapäästöjen lisäksi tuotteen valinnassa on kiinnitettävä huomiota sen erityiseen hiilijalanjälkeen. Toisiaan vastaavien tuotteiden hiilijalanjälki voi vaihdella huomattavasti toimittajasta riippuen. Rakennustuoteteollisuuden sisällä on suurta hajontaa valmistusmetodien välillä ja rakennustuotteiden päästöissä on suurta hajontaa myös materiaaliryhmien sisällä [9]. **HANKINTAVAIHEESSA VOIDAAN VAIKUTTA A RAKENNUKSEN PÄÄSTÖIHIN VALITSEMALLA TUOTEKATEGORIAN VÄHÄHIILISIN TUOTE** [8].

Tuotteiden vertailussa suositellaan käytettävän apuna ympäristöselostetta eli EPD:tä [8]. Jos tuotteelle ei ole saatavilla EPD:tä, sen todellisesta hiilijalanjäljestä on vaikea päästä selville. **YMPÄRISTÖSELOSTEIDEN LAATIMISTA TULISIKIN LISÄTÄ RAKENNUSTUOTETEOLLISUUDESSA.**

Rakennustuoteteollisuuden päästöjen vähentäminen energiatehokkuushankkeilla

Rakennustuoteteollisuutta säädellään EU-tasolla päästökaupan kautta. EU:n päästökaupassa ovat mukana kaikki energiantensiivisimmät rakennusmateriaalit. Päästökaupan piirissä olevien rakennusmateriaalien päästöjen voidaan olettaa vähenevän 2,2 % vuodessa. **PÄÄSTÖKAUPAN PIIRIIN OVAT PÄÄTYNEET MATERIAALEISTA ENERGIANTENSIIVISIMMÄT, VAIKKA LÄHES KAIKISSA RAKENNUMATERIAALEISSA TUOTANTOPROSESSIN SUURIMMAT PÄÄSTÖT SYNTYVÄT ENERGIANKÄYTÖSTÄ.** [9] [5]

LIDL aloitti ensimmäisen puisen päivittäistavaraliikkeen rakentamisen Riihimäelle vuonna 2020. Tyypillisesti käytettävät teräspalkit ja pilarit korvattiin puurakenteilla, mikä vähensi rakentamisen aikaisia hiilidioksidipäästöjä neljänneksellä. Liike avataan asiakkaille loppuvuodesta 2021.

Saint-Gobain teetti Bionova Oy:llä selvityksen KAHl-harkkoseinien päästöistä verrattuna teknisiltä ominaisuuksiltaan vastaaviin väliseiniin. Selvityksen perusteella ääniteknisesti vastaavissa rakenteissa KAHl-harkkoseinän päästöt ovat vertailuista ratkaisuista alhaisimmat 44 dB, 48 dB ja 55 dB rakenteissa. Erityisesti verrattuna 55 dB betonielementtiväliseiniin KAHl-harkkoseinän päästöt olivat puolta pienemmät.

Saint-Gobainin kehittämä Gyproc Habito SlimWall -ratkaisulla voidaan korvata betonielementtiväliseiniä myös huoneistojen välisissä ei-kantavissa seinissä. Ratkaisun toteuttaminen vaatii rakenteen toteuttamista asuinrakentamiselle epätyypillisenä pilari-laattarakenteena, mutta kapeamman väliseinärakenteen ansiosta rakennukseen mahtuu enemmän tehokkaita asuineliöitä. Habito Slim-wall rakenteen hiilijalanjälki on noin neljäsosa betoniseinän hiilijalanjäljestä. Tehokkaan pohjaratkaisun tuomaa säästöä asuineliön hiilijalanjälkeen ei ole arvioitu.

Koska investoinnit energiatehokkuuteen näkyvät tuotantoprosesseissa usein käyttökulujen laskuna, voidaan olettaa päästökaupan vaikutusten näkyvän ensiksi energiatehokkuustoimenpiteiden yleistymisenä. Päästökaupan voidaan olettaa vaikuttavan myös paikallisiin fossiilisiin energiantuotantoratkaisuihin kustannustehokkaiden päästövähennystoimenpiteiden vuoksi. Tuotantolaitosten energiatehokkuudet vaihtelevat suuresti myös materiaaliluokan sisällä. Tuotannon päästöjä pyritään rajoittamaan energiatehokkuustoimenpiteillä ja energialähteen vaihdoilla sekä kehittämällä tuotteen valmistuksen prosessia. Erityisesti fossiilisten energialähteiden käytöstä syntyy merkittäviä päästöjä. Fossiilisia polttoaineita käytetään monissa tuotantolaitoksissa suuren energiatarpeen tai olemassa olevan kaluston korvaamisen kustannusten takia [5].

RAKENNUSTUOTETEOLLISUUS ON MYÖS MERKITTÄVÄ ENERGIAANTUOTTAJA. Prosesseissa syntyvää hukkalämpöä on hyödynnetty alueellisissa lämmitysverkkoissa. Rakennustuoteteollisuuden energiantuotantoa kehittämällä on mahdollisuus kasvattaa alan hiilikädenjälkeä. Myös ostoenergian osuus on päästöistä merkittävä, mutta energiamurroksen seurauksena voidaan olettaa rakennustuoteteollisuuden ostoenergian päästöjen laskevan [9].

Rakennustuoteteollisuuden päästöjen vähentäminen muilla toimenpiteillä

RAAKA-AINEEN HANKINNAN PÄÄSTÖJÄ PYRITÄÄN VÄHENTÄMÄÄN ESIMERKIKSI KORVAAMALLA RAAKA-AINEITA VÄHÄPÄÄSTÖISIMMILLÄ, KUTEN BIPOHJAISILLA TAI KIERRÄTYSRAAKA-AINEILLA. Myös raaka-aineen hankintapaikalla on merkityksensä päästöihin. Kuljetusten päästöjä pyritään vähentämään optimoimalla kuljetusmatkat ja valitsemalla vähäpäästöisempiä polttoaineita.

Tulevaisuudessa energiantuotannon päästöjen vähentyessä korostuu materiaalikierron merkitys rakennustuoteteollisuudessa [5]. Materiaalikierto on jo melko tehokas arvokkaimpien materiaalien kuten teräksen ja kuparin osalta ja parannuksia on havaittavissa myös muovi- ja lasituotteiden kierrätyksessä. **ONGELMALLISIMPIA KIERTOTALOUSNÄKÖKULMASTA OVAT OLLEET MINE-RAALIPOHJAISET TUOTTEET.**

Tampereella verrattiin betonirakentamista ja puurakentamista osana Purkuko-tutkimushanketta. Laskelmien perusteella betonirakennus oli energiatehokkaampi, mutta puurakennuksen hiilijalanjälki oli selvästi matalampi. Puurakenteisen koulun suurin päästölähde oli siinä oleva betoni, joka kattoi 30 % materiaalipäästöistä.

VRP Keski-Suomi Oy:n Jyväskylän Jyskään perustajaurakoimat kerrostalo- ja rivitalokohteet toteutettiin (ja toteutetaan) puu- ja betonirakentamista yhdistelemällä. Kerrostalokohteiden ripustetut parvekkeet ja rivitalokohteiden julkisivut toteutettiin puuelementeistä.

Lipa-Betoni suunnittelee hybridi-sandwich-elementtiä, jonka kantava sisäseinä korvattaisiin puurakenteella. Elementin suunnittelussa on kiinnitetty huomiota asennustapaan siten, ettei urakoitsijan tarvitsisi muuttaa toimintaansa siirtyessä tavanomaisesta elementistä hybridielementtiin. Hybridielementti on puolta kevyempi ja lämpöeristävyydeltään parempi kuin tavanomainen. Tuote tulee myyntiin vuonna 2021.

YIT rakensi ensimmäisen puukerrostalonsa vuonna 2020. Skanska valmistaa pienkerrostaloja ja rivitaloja puusta IKEAn kanssa lanseeramansa BoKlok-brändin alla. SRV on rakentanut useita puisia kohteita viime vuosina.

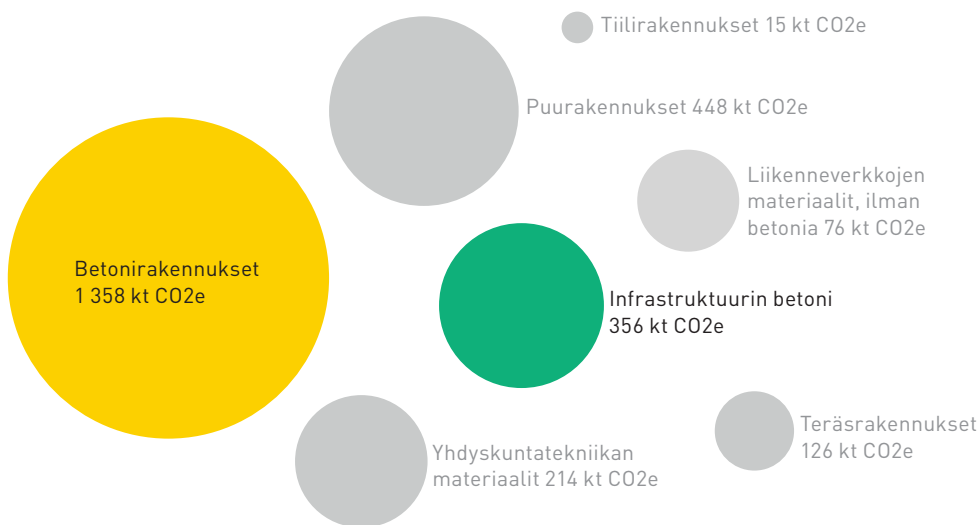
Lehto ja NREP sopivat kolmestasadasta puukohteisiin sijoittuvasta vuokra-asunnosta vuoden 2020 lopulla.

Imatralla luotiin konsepti hiilineutraalille urheiluhallille. Selvityksessä tutkittiin esimerkiksi erilaisten rakenne- ja taloteknisten ratkaisujen mahdollisuuksia vähähiilisessä rakentamisessa ja selvitettiin betoni-, puu- ja hybridirungon eroja. Sweco laati selvitykset ja laski hankkeen hiilijalanjälkiä toteutusvaihtoehdoille.

Betonirakennukset ja muut betoniset rakenteet

Mistä päästöt muodostuvat?

Betoni on erittäin yleinen rakennusmateriaali sekä talonrakentamisessa että infrastruktuurihankkeissa. Betonin valmistajia on Suomessa useita, ja lisäksi muutama prosentti betonielementeistä tuodaan Virosta [5]. **BETONIN VALMISTAMISEN PÄÄSTÖT OVAT MALTILLISET, MUTTA BETONIN RAAKA-AINEENA KÄYTETYN SEMENTIN PÄÄSTÖT OVAT TODELLA MERKITTÄVÄT.** Sementtiä käytetään myös muissa rakennusmateriaaleissa kuten laasteissa ja tasotteissa sekä maanvahvistuksessa stabilointiaineena. Suomen ainoa sementin valmistaja on Finnsementti Oy, jonka tuotanto kattaa kolme neljäsosaa Suomen sementin käytöstä.



Materiaalisidonnaiset päästöt hanketyypeittäin Rakennusteollisuus RT:n arvion mukaan [mukailtu 5]

Sementin valmistuksen päästöistä 60 % syntyy kalkkikiven kalsinoinnista ($\text{CaCO}_3 \rightarrow \text{CaO} + \text{CO}_2$). Sementin päästöistä 40 % aiheutuu valmistuksen energian käytöstä. Sementin valmistuksen kokonaispäästöjä on onnistuttu vähentämään 22 % vuoden 1990 tasosta, vaikka kalsinoitumisreaktiota ei ole voitu korvata sementin valmistusprosessissa. [16] [5] **SEN SIJAAN BETONITEOLLISUUDESSA ON RYHDYTTY KEHITTÄMÄÄN RATKAISUJA, JOISSA BETONIA VOISI VALMISTAA ILMAN SEMENTTIÄ.**

Betonin valmistuksessa käytetyn energianlähteen korvaaminen uusiutuvala voisi vähentää lopputuotteen päästöjä 10–30 % [5]. Markkinoilla on jonkin verran vähähiilisiä betonituotteita tarjolla. Näissä tuotteissa on tyypillisesti nimenomaisesti vähennetty betonivalmistuksen energiankäytön päästöjä, minimoitu sementin määrä seosaineiden käytöllä tai kompensoitu valmistusprosessin päästöjä.

Moni alan yritys on asettanut kunnianhimoiset tavoitteet EPD:den laatiselle. Tarkett tavoittelee kaikille tuotteille EPD:tä vuoteen 2021 mennessä.

Parocin Paraisten tuotantolaitoksen koksia polttoaineenaan käyttävä kupoliuuni poistetaan käytöstä vuoden 2022 loppuun mennessä. Tuon jälkeen yhtiö valmistaa kivivillaa Paraisilla ainoastaan sähköuunilla. Parocin omistaja Owens Corning pyrkii puolittamaan hiilidioksidipäästönsä vuoteen 2030 mennessä ja siirtymään 100 % uusiutuvan energian käyttöön.

Finnsementti on vähentänyt energian käytöstä aiheutuvia päästöjä parantamalla energiatehokkuutta, valitsemalla kierrätyspolttoaineita ja ohjaamalla prosessiin kelpaamattoman hukkalämmön Paraisten ja Lappeenrannan kaukolämpöverkkoihin.

Consolis Parma on kehittänyt ontelolaattatuotesarjan, jonka päästöt ovat reseptiikan muutoksilla yli 40 % matalammat kuin tyypillisellä ontelolaatalla. Yhtiön tavoitteena on puolittaa oman toiminnan päästöt vuoteen 2035 mennessä.

Miten päästöjä voidaan vähentää?

Finnsementti on sitoutunut vähentämään tuotantonsa päästöjä edelleen parantamalla energiatehokkuutta, lisäämällä kierrätyspolttoaineen määrää ja lisäämällä kierrätettyjen seosaineiden osuutta. Kuitenkin kalkkikiven polton ja kalsinoitumisen säilyessä osana prosessia, ei hiilidioksidipäästöistä päästä, vaan vapautuva hiilidioksidi on pyrittävä hyötykäyttämään (CCU) tai varastoimaan (CCS). Molemmat vaihtoehdot ovat vasta kehitysvaiheessa, eikä niiden mahdollisesta käyttöönotosta ole tarkempaa aika- tai kustannusarviota. ^[16] ^[5]

PELKÄSTÄÄN RESEPTTIKAN MUUTOKSILLA VOIDAAN SAAVUTTA MUUTAMAN KYMMENEN PROSENTIN SÄÄSTÖT PERINTEISEEN PORTLAND-SEMENTILLÄ VALMISTETTUUN BETONIIN VERRATTUNA. ^[5] Sementin osuutta betonissa on pyritty vähentämään lisäämällä muiden seosaineiden määrää. Erityisesti masuunikuonan määrää kasvattamalla on päästy hyviin tuloksiin, kun betonin lujuusluokka ei ole vaativa. Vähäpäästöisen betonin pilotointia suunnitellaan erityisesti paikkoihin, joissa rakenteen kuntoa voidaan seurata sen elinkaarren aikana. Myös sementin korvaamista kokonaan muilla materiaaleilla tutkitaan paljon.

Sementtiä käytetään myös pohjanvahvistuksessa. Pohjaolosuhteista riippuen voidaan maaperän kantokykyä joutua vahvistamaan stabiloinnilla. Käytännössä maaperän olemassa oleviin rakennekerroksiin sekoitetaan sideainetta. Stabilointiin soveltuvia sideaineita on useita ja tyyppillisesti sideaineen valmistuksen päästöt ovat työvaiheen päästöistä merkittävimmät. Sementtiä käytetään stabilointiaineena varsinkin haastavissa kohteissa, mutta korvaamista teollisilla sivuvirroilla on tutkittu UUMA3-hankkeen yhteydessä.

Suomalainen materiaali-tekniikkayritys Betolar pyrkii korvaamaan sementtiä betonissa muiden teollisuuden alojen sivuvirroista. Raaka-aineiksi kelpaavat esimerkiksi paperiteollisuuden viherlilpeäsakka, terästeollisuuden masuunikuona ja jätteenpoltosta syntyvä tuhka. Materiaalitekniikka on tarkoitus lisensoida olemassa oleville betonitehtaille ja -asemille.

Sementtiä korvaavien sideaineiden tutkimus on Suomessa edistynyt. Geopolymeeristä valmistettua betonia on jo siirretty käytäntöön esimerkiksi vuoden 2021 asuntomessualueella. (ROTI, 2021)

Helsingin kaupungin hankkeessa Kuninkaantammassa tehdyn koestabiloinnin perusteella pilaristabiloinnille asetetun laatutason ja lujuusvaatimuksen saavuttaminen uusiosideaineita käyttämällä on mahdollista. Hankkeessa testattiin useampaa sideaineseosta ja vähäpäästöisimmän pilaristabilointiin soveltuvan seoksen valmistuksen päästöt olivat vain 20 % tyyppilliseen kalkkisementti-sideaineseokseen verrattuna.

Mahdollinen hiilikädenjälki

ELINKAARENSA AIKANA VALMIIT BETONIRAKENTEET SITOVAT HIILIDIOKSIDIA ILMAKEHÄSTÄ. Betonin kalsiumhydroksidin reagoiessa ilman ja veden muodostaman hiilihapon kanssa tapahtuu karbonatisoitumisreaktio, jossa betonin pintakerros sitoo itseensä hiilidioksidia. Tämän reaktion kyky sitoa ilmakehän hiilidioksidia on suoraan verrannollinen suorassa ilmakosketuksessa olevan betonipinnan kanssa.

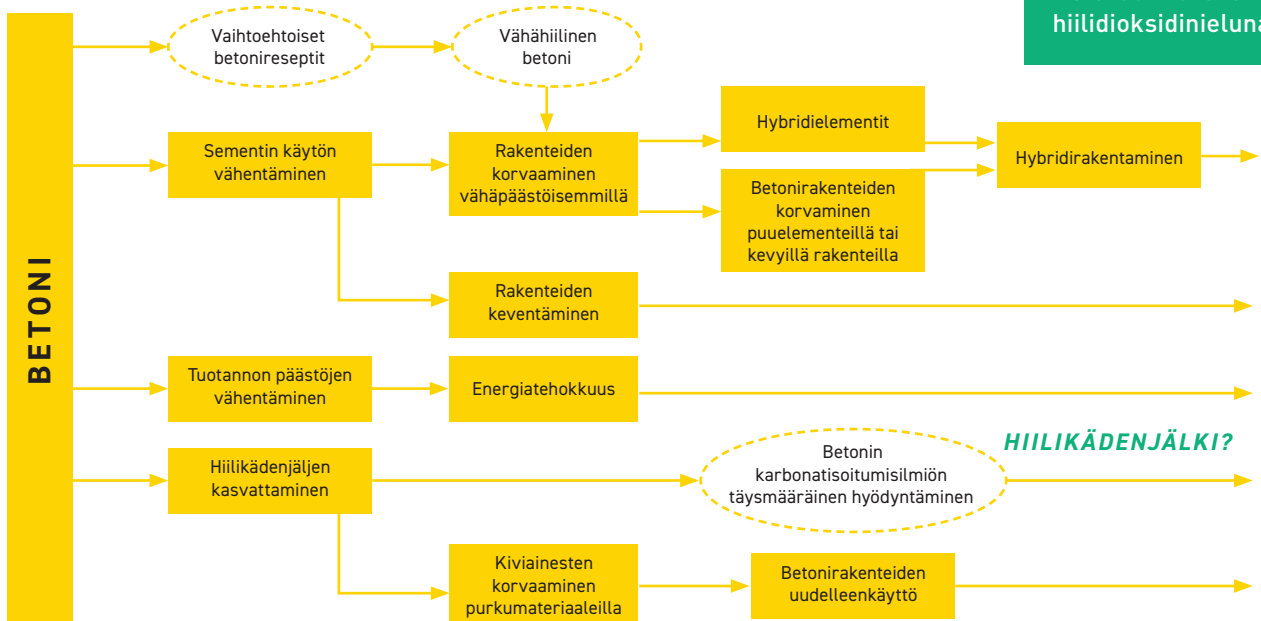
TÄTEN VALMIIDEN RAKENNUSTEN ARVIOIDAAN SITOVAN TAKAISIN KALSINOITUESSA SYNTYNEITÄ PÄÄSTÖJÄ JOPA 15 - 20 %. Betonirakenteiden karbonatisoitumista pyritään yleensä hillitsemään, sillä se aiheuttaa rakenteissa olevan teräksen korroosiota eli lujuuden heikentymistä [8]. Purkubetonissa karbonatisoitumista voitaisiin hyvinkin hyödyntää. Esimerkiksi infrarakentamisessa käytetty betonimurska voi sitoa suuren osan kalsinoitumisessa syntyneistä hiilidioksidipäästöistä takaisin, mikäli murske on kosketuksissa ilman kanssa tarpeeksi pitkän ajan ja raekoko on tarpeeksi pieni. [17] [5]

Purkubetoni kierrätetään tehokkaasti ja siitä hyötykäytetään 70–80 % esimerkiksi infrarakentamisessa ja uuden sementin raaka-aineena [5]. Betonirakenteiden kierrätystä voisi tehostaa uudelleenkäyttämällä olemassa olevia rakenteita. Uudelleen käytetyn betonielementin hiilijalanjälki on vain 5 % uuden betonielementin hiilijalanjäljestä [2].

Osana Kohti hiilineutraaleja kuntia- ja maakuntia (CANEMURE) -hanketta Betoniteollisuus ry:n toteuttama CO2crete Solution-osaprojekti pyrkii tutkimaan betonin karbonisoitumiseen liittyvän hiilidioksididionnan teollisia sovellusmahdollisuuksia. Hiilidiontatavoitteiden toteutuessa kalsinoituessa vapautuneesta hiilidioksidista voitaisiin sitoa takaisin betonimurskeeseen infrarakentamisessa.

Ruduksen Betoroc-murske valmistetaan murskatusta betonista ja tiilestä. Raaka-aineet kerätään purkutyömailta. Tuotteella on mahdollista saavuttaa parempia kantavuuksia kuin vastaavalla luonnonkiviaineksella, joten tuotteen valitsemalla voi vähentää käytettävien luonnon sora- ja kalliomurskeiden sekä poistettavien heikkolaatuisten maa-ainesten määrää sekä vähentää kuljetusten päästöjä. Betoroc-murske pystyy sitomaan jopa puolet sementin valmistuksessa aiheutuneista hiilidioksidipäästöistä. Betoroc-murske toimii siis hiilidioksidinieluna.

BETONIRAKENTAMISEN PÄÄSTÖVÄHENNYSPOIKU



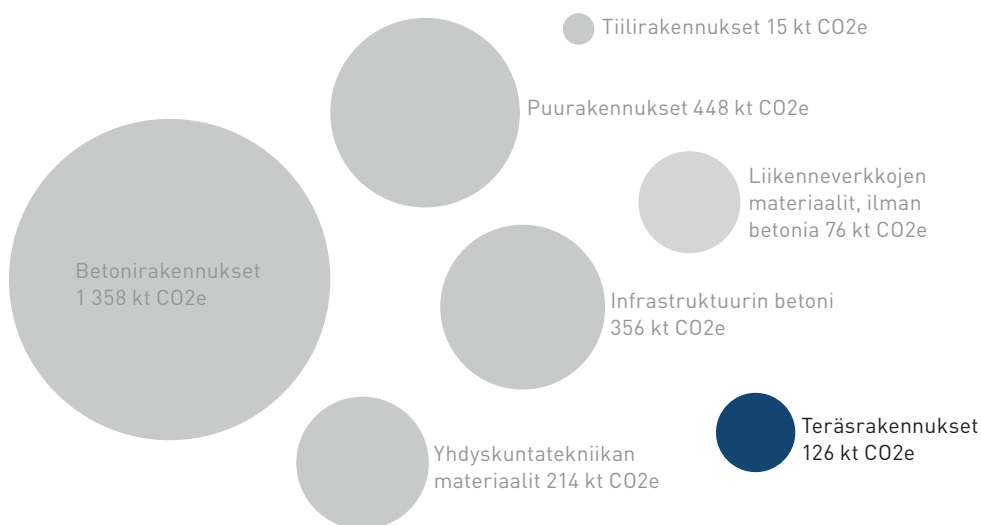
Teräsrakennukset ja muut teräksiset rakenteet

Mistä päästöt muodostuvat?

Teräs on erittäin yleinen rakennusmateriaali sen suuren lujuuden ja kestävyuden takia. **SSAB:N RAAHEN TERÄSTEHDAS TUOTTAU NOIN 7 % SUOMEN KOKONAISPÄÄSTÖISTÄ** [5]. Terästuotevalmistajia on Suomessa useita. Terästä käytetään rakentamisen lisäksi esimerkiksi koneteollisuudessa. Suomessa tuotetusta teräksestä kolmannes menee vientiin [5]. Teräksen tuonti EU-alueelle on lisääntynyt merkittävästi 2010-luvun alkupuolelta, mikä vaikeuttaa tulevaisuuden päästöarviointia.

Vuoden 2018 valmistuneista rakennuksista 12 %:ssa teräs oli päärakennusaineena. Näistä suurin osa on teollisuus- ja varistorakennuksia. Terästä käytetään myös betonirakennuksissa ja infrastruktuurirakentamisessa. Kantavien rakenteiden lisäksi terästä voidaan käyttää myös rakenteiden ulkopinnoissa, joihin tunnetuin tuote lienee Ruukin Cor-Ten.

Rakennusteollisuus RT:n arvion mukaan teräsrakennusten rakentamisen päästöt olivat 126 kt CO₂e vuonna 2017, mikä on noin 6,3 % kaikkien rakennettujen rakennusten materiaalien päästöistä. Lisäksi infrastruktuurissa käytetyn teräksen materiaali-päästöt olivat 46 kt CO₂e. Yhteensä nämä muodostavat noin 6,5 % osuuden kaikkien rakennusmateriaalien päästöistä.



Materiaalisidonnaiset päästöt hanketyypeittäin Rakennusteollisuus RT:n arvion mukaan [mukailtu 5]

TERÄKSEN VALMISTUKSESSA SYNTYVÄ PÄÄSTÖJÄ ENERGIAN KÄYTTÖSTÄ JA RAAKA-AINEEN HANKINNASTA, MUTTA POIKKEUKSELLISEN MERKITTÄVÄ PÄÄSTÖLÄHDE ON ITSE VALMISTUSPROSESSI. Kun raakaterästä valmistetaan rautamalmista koksilla pelkistämällä, syntyy kemiallisena reaktiona hiilidioksidiä. Raakateräksen hiilijalanjäljestä 85–95 % syntyy pelkistäessä. [5]

Miten päästöjä voidaan vähentää?

Teräs on materiaalina helposti kierrätettävää, eikä sen lujuus heikkene ajan myötä. **KÄYTTÖSTÄ POISTUNUT TERÄS KIERRÄTETÄÄN TEHOKKAASTI SEN KORKEAN ARVON VUOKSI, MUTTA TERÄKSEN KYSYNTÄ ON PALJON SUUREMPAA KUIN KIERRÄTYSMATERIAALIN TARJONTA.** Kierrätysmateriaalista valmistettaessa poistuu tuotantoprosessista pelkistysvaihe, jonka lisäksi matalampien lämpötilojen

SSAB on asettanut hiilineutraaliustavoitteen vuodelle 2045. Keihäänkärkinä yrityksen kehityksessä on HYBRIT-tekniologia, jossa teräksen pelkistysprosessin koksi korvataan vedyllä. Koksen korvaaminen vedyllä tarkoittaisi, että prosessin sivutuotteena syntyisi hiilidioksidin sijaan vetydioksidia eli puhdasta vettä. Vetytelkistysprosessi on sähköintensiivinen, minkä takia kehityshankkeeseen on otettu mukaan myös energiayhtiö Vattenfall. Kehitysprojektissa on mukana myös rautamalmin louhija LKAB.

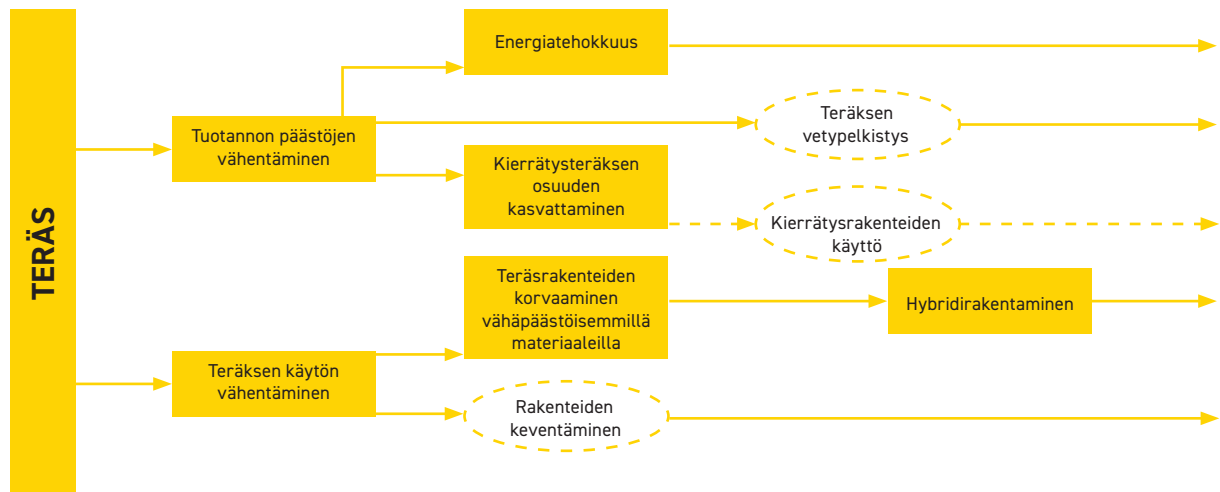
SSAB tavoite on aloittaa HYBRIT-teräksen valmistus Umeässä ja Raahessa 2026. Mikäli SSAB:n Raahen terästehdas siirtyisi pelkästään vetytelkistykseen, vähenisivät Suomen valtakunnalliset päästöt 7 % ja Ruotsin vastaavasti 10 %.

Peikon DELTABEAM® Green valmistetaan lähes täysin kierrätetystä teräksestä. Tuotteen kuljetuksessa käytetään vain biodieseliä tai päästökompensoitua polttoainetta. Verrattuna tavanomaisiin liittopalkkeihin tuotteen hiilijalanjälki on 50 % pienempi.

takia valmistukseen kuluva energiamäärä pienenee huomattavasti. Raahan tehtaan raaka-aineista noin 45 % on kierrätettyjä. Kierrätettyä terästä ei kuitenkaan riitä kaikkkeen rakentamiseen. [5]

Kehitteillä on myös teräsrakenteita, joita voitaisiin käyttää uudelleen sellaisenaan, eikä vain uusien rakenteiden raaka-aineena [5]. Teräsrakenteiden uudelleen käytettävyyttä on tutkittu kattavasti ja koekäyttöä on edistetty. Kuitenkaan yhtään suurta rakennushanketta, jossa ratkaisua olisi käytetty, ei vielä ole Suomessa.

TERÄSRAKENTAMISEN PÄÄSTÖVÄHENNYSPOJKU



Puurakennukset ja muut puurakenteet

Puukerrostalorakentamisessa suositetaan suurelementtejä, yleisimmin CLT- tai LVL-elementtejä. Runko tehdään joko valmiselementeistä tai liimapuusta. Julkisivuun käytetään tyypillisesti puuta, vaikka muutkin materiaalit olisivat mahdollisia. Tyypillisesti puurakennusten jännevälit jäävät melko lyhyiksi (4,5–6,5 m). Rakentamiseen tarkoitettuja puuelementtejä valmistetaan useassa tehtaassa Suomessa ja niitä myös tuodaan maahan. [6]

PUUTUOTTEIDEN PÄÄSTÖISTÄ SUURIN OSA SYNTYY TUOTANNON ENERGIANKULUTUKSESTA, LOGISTIIKASTA JA TUOTTEISSA KÄYTETYISTÄ KEMIKAALEISTA.

Metsäkoneissa, tuotantolaitoksissa ja logistiikassa käytetään fossiilisia polttoaineita. Jos metsäkoneiden, kuljetusten ja puunkäsittelylaitosten energiankäytöstä aiheutuvat päästöt saadaan neutralisoitua, lähenisi puurakenteiden hiilijalanjälki nolaa. Metsäteollisuuden päästöjä ei käsitellä tässä selvityksessä.

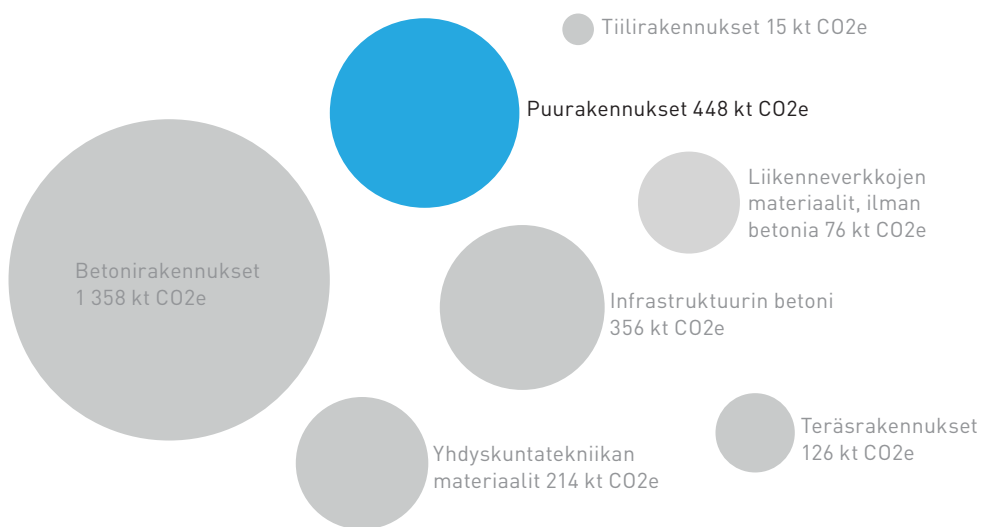
PUUELEMENTEISSÄ KÄYTETTÄVÄT LIIMAT OVAT USEIN FOSSIILISTA ALKUPERÄÄ.

Tuotteesta riippuen elementeissä käytetään myös kyllästeitä ja muita kemikaaleja parantamaan esimerkiksi säänkestävyyttä. Tuotantolaitoksissa käytetään sekä fossiilisia että uusiutuvia energialähteitä.

Puutuoteteollisuuden tuotannosta suurin osa menee vientiin [5]. Suomeen myös tuodaan merkittävä määrä puuelementtejä. **MUIDEN PÄÄSTÖJEN OLLESA MELKO PIENIÄ, ON LOGISTIIKAN OSUUS PUUELEMENTTIEN HIILIJALANJÄLJESTÄ SUHTEELLISEN SUURI.** Puupohjaiset elementit ovat kuitenkin huomattavasti muita rakentamisessa käytettäviä elementtejä kevyempiä, joten kuljetukseen kuluu verrattain vähemmän energiaa.

Arkta Rakennus Oy:n Kuu-sikko-hanke toteutetaan yhteistyössä suomalaisen puuelementtitoimittaja VVR Wood:n kanssa. Kaikki elementit valmistetaan suomalaisesta havupuusta. Puun alkuperä seurannalla – PEFC:llä varmennetaan, että tuotteeseen on käytetty kestävästi hoidetuista metsistä peräisin olevaa puuta.

UPM:n Suomessa sijaitsevat sahat ovat vuoden 2020 alusta pyörineet täysin uusiutuvalla energialla. Fossiilisista polttoaineista tuotannossa on luovuttu kokonaan. UPM pyrkii pienentämään kaiken tuotantonsa päästöjä osana YK:n Business Ambition for 1,5 °C-sitoumusta.



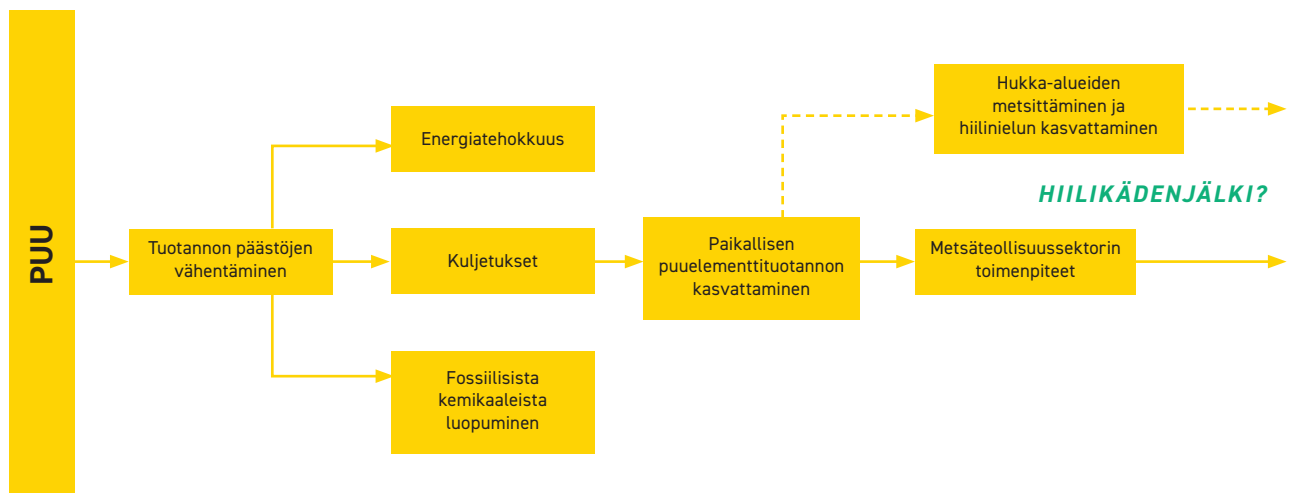
Materiaalisidonnaiset päästöt hanketyypeittäin Rakennusteollisuus RT:n arvon mukaan [mukailtu 5]

Mahdollinen hiilikädenjälki

Puun kasvattaminen on hiilikiertoa tasapainottavaa toimintaa ja jatkuvan kasvun metsänhoidolla voidaan päästä ilmastonmuutosta hidastaviin vaikutuksiin. On kuitenkin huomattava, että kestävämmällä metsänhoidolla vähennetään olemassa olevaa hiilinielua. **MIKÄLI PUUSTOA KAADETAAN NOPEAMMIN KUIN SE EHTII UUSIUTUMAAN, ON MAANKÄYTÖN MUUTOSTEN VAIKUTUS MERKITTÄVÄ PÄÄSTÖLÄHDE.** Suomessa käytetään eri teollisuuden aloilla vuosittain yli 60 miljoonaa kuutiota runkopuuta, mutta määrää olisi varaa lisätä ainakin neljäsosalla nykyisillä metsänhoitomenetelmillä [6].

Elinkaarensa lopussa puutuotteet tyypillisesti poltetaan energiaksi. Vaihtoehtoisesti puutuotteita olisi mahdollista kierrättää joko rakenteina tai hakkeena. **HIILENSIDONNAN KANNALTA PUUTUOTTEIDEN ELINKAARTA TULISI PIDENTÄÄ, SILLÄ POLTTAESSA HIILIDIOKSIDI VAPAUTUU TAKAISIN ILMAKEHÄÄN** [5]. Kun hiili on sitoutunut puurakenteisiin ja muihin puutuotteisiin se ei ole ilmakehässä. Arvio pitkäaikaisiin puutuotteisiin, kuten rakenteisiin sitoutuneesta hiilestä oli noin 4 Mt CO₂e vuonna 2018 [5].

PUURAKENTAMIISEN PÄÄSTÖVÄHENNYSPOJKU



Muut materiaalit ja tuotteet

Betonin, teräksen ja puun lisäksi rakentamisessa käytetään muita metalleja, kuten kuparia ja alumiinia, erilaisia muoveja, keraameja, kuten lasia ja posliinia sekä asfalttia ja kiviaineksia. Lista ei ole täydellinen ja uusia materiaaleja kehitetään jatkuvasti. Rakentamisessa käytetään myös merkittävä määrä elektroniikkaa, joiden päästöjä ei käsitellä tässä selvityksessä.

ESIMERKIKSI KIPSIN, LASIN JA TIILEN VALMISTUKSEN PÄÄSTÖT SYNTYVÄT LÄHES KOKONAAN ENERGIANKÄYTTÖSTÄ VALMISTUSPROSESSIN AIKANA, SILLÄ KÄYTÖSSÄ ON REILUSTI FOSSIILISIA ENERGIÄLÄHTEITÄ [5] ja nämä materiaalit luetellaankin energiaintensiiviksi. Energiaintensiivisten materiaalien tuotannossa on kiinnitetty huomioita energiatehokkuuteen ja soveltuvin osin energialähteeseen. Kehitystyötä edistää EU:n päästökaupan piirin kuuluminen.

Myös asfaltin valmistus on energiaintensiivistä. Asfalttiaseman energiankulutus muodostaa noin 70 % asfaltin päästöistä, ja energiamuotoa vaihtamalla voitaisiin saada suuria säästöjä aikaan. Matalalämpöasfalttien osuutta kasvattamalla voidaan pienentää asfaltista syntyviä päästöjä. [5] [18] [19]

Asfaltin valmistuksessa käytetään raaka-aineena bitumia, joka on usein fossiilipohjaista, vaikka bitumia on saatavilla myös sellaisenaan luonnosta. **ASFALTTIA KIERRÄTETÄÄN JO MERKITTÄVIÄ MÄÄRIÄ JA KORKEAMMAN KIERRÄTYSASTEEN SALLIMINEN VÄYLÄRAKENTAMISESSA PIENENTÄISI MATERIAALISIDONNaisia PÄÄSTÖJÄ.** Asfalttia voi kierrättää joko palauttamalla purkumateriaali asfalttiasemalle uuden asfaltin raaka-aineeksi tai paikalla kierrättämällä. Paikalla kierrättäminen sopii erityisesti isoihin päällysteen uusimisurakoihin, jolloin säästöjä syntyy merkittävästi myös kuljetuksista. [5] [18] [19]

Raaka-ainehankinnan päästöjä vähennetään tyypillisesti käyttämällä kierretettyjä raaka-aineita tai siirtymällä uusiutuviin raaka-aineisiin. **RAAKA-AINEITA VERRATTAESSA ON PÄÄSTÖKERTOIMEN LISÄKSI KIINNITETTÄVÄ HUOMIOTA MASSOIHIN.** Kivi- ja maa-aineisten päästökertoimet ovat pieniä, mutta suuren käytön takia päästöt ovat merkittäviä [5].

MONIIN KÄYTTÖTARKOITUKSIIN ON MARKKINOILTA SAATAVILLA VALMISTUSTAVOILTAAN JA RAAKA-AINEILTAAN POIKKEAVIA TUOTTEITA, JOTKA KUITENKIN TÄYTTÄVÄT SAMAT TEKNISET VAATIMUKSET. Esimerkiksi muovituotteita on saatavilla fossiilisista raaka-aineista valmistettuna ja biopohjaisista raaka-aineista valmistettuna. Myös asfaltista on olemassa fossiilipohjainen ja biopohjainen vaihtoehto. Eristemateriaaleja valmistetaan luonnonmineraaleista (esimerkiksi kivivillat), kierrätysaineista (esimerkiksi lasivilla- ja puukuitueristeet), fossiilipohjaisista muoveista (esimerkiksi XPS ja EPS-eristeet) sekä uusiutuvista raaka-aineista (PUR/PIR-eristeet). **TUOTEKEHITYKSESSÄ OLISI SYYTÄ KESKITTYÄ VALMISTUSTAVALTAAN YMPÄRISTÖYSTÄVÄLLISTEN TUOTTEIDEN TEKNISTEN OMINAISUUKSIEN PARANTAMISEEN NIIN ETTÄ FOSSIILISISTA RAAKA-AINEISTA VOITAISIN LUOPUA.**

UUSIUTUVIEN RAAKA-AINEIDEN LISÄKSI KIERRÄTYSRAAKA-AINEIDEN KÄYTTÖ ON TEHOKAS TAPA VÄHENTÄÄ RAAKA-AINEHANKINNAN PÄÄSTÖJÄ. KIERRÄTYSRAAKA-AINEIDEN KÄYTÖN HAASTE ON RAAKA-AINEEN SAATAVUUS JA SEN LAATU. Kalteimmissa raaka-aineissa metalli- ja lasiteollisuudessa käytetään paljon kierrätysraaka-aineita. Toisaalta muoviteollisuudessa ei ole puutetta kierrätysraaka-aineista, mutta kierrätetyn raaka-aineen laatu on usein heikkoa. Muoviteollisuuden olisi kuitenkin mahdollista luopua kokonaan fossiilisista raaka-aineista, jos materiaalikierron tehostumista kehitetään.

Knaufin Kankaanpään tehtaalla hukkapalat otetaan talteen ja käytetään uusien levyjen raaka-aineena. Tehtaan energiatehokkuuteen on panostettu merkittävästi. Tuotannon sivutuotteena syntyy lämmintä vesihöyryä, jonka lämpö otetaan talteen ja ohjataan kaukolämpöverkkoon. Talteen otettu lämpö korvaa puupolttoaineiden ja turpeen poltolla tuotettua kaukolämpöä. Sen lisäksi, että höyryä hyödynnetään kaukolämmön tuotannossa, höyrystä saadaan vuodessa tiivistettyä yli 30 000 kuutiota vettä, joka käytetään tehtaan tuottoprosessissa uudelleen.

Puustelli on kehittänyt ympäristöystävällisen Miius-kalustesarjan, jonka massa on puolet pienempi kuin vertailukohteiden ja kuljetukset sen vuoksi ympäristöystävällisempiä. Kalustesarjaan kuuluvan patentoidun, vedenkestävän ja 100 % kierrätettävän biokomposiittirungon takuu-aika on 30 vuotta.

Tarkett kierrättää sekä tuotannon hukan, kuin myös ison osan asennustyömailla syntyvästä hukasta oman tuotannon raaka-aineeksi käytössä olevalla kierrätysjärjestelmällään. Vuodesta 2020 lähtien yritys on myös käynnistänyt purettavien lattianpäällysteiden kierrätystä saneerauskohteista, koskien homogeenisia vinyylilattianpäällysteitä ja tekstiililaittoja. Kierrätysmateriaalien osuus tuotannosta on tällä hetkellä n. 12 %, mutta tavoite on kasvattaa sen osuus 30 %:iin vuoteen 2030 mennessä.

KIERRÄTYSMATERIAALIEN KÄYTÖN MERKITYS METALLITUOTEVALMISTUKSEN PÄÄSTÖISSÄ ON ERITYISEN SUURI. Alumiinituotteiden valmistaminen romualumiinista voisi periaatteessa kattaa koko rakennustuoteteollisuuden tuotteiden kirjon [8]. Kierrätysalumiinista valmistettavien tuotteiden hiilijalanjälki on vain muutamia prosentteja neitseelliseen raaka-aineeseen verrattuna [5]. Vastaavasti kuparin kierrätysaste on korkea materiaalin korkean arvon vuoksi. Rakennustuoteteollisuuden tuotteet voitaisiin tuottaa täysin romukuparista [8].

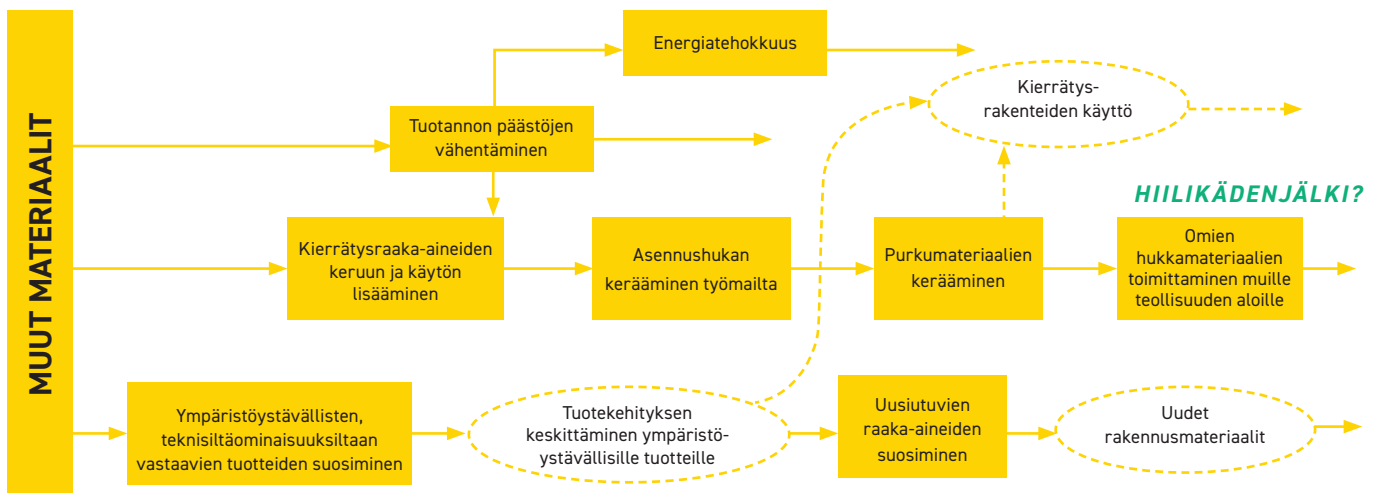
NCC:n WeLandin kuparijulkisivu on 100 % kierrätetystä kuparista, joka on tuotu Latviasta.

Mahdollinen hiilikädenjälki

Purkumateriaaleja kierrätetään sellaisenaan, uusien materiaalien raaka-aineina tai täyteaineina. Elinkaaren päätettyä kipsi, tiilet, lasi, metallit ja muovit voidaan kierrättää uusien tuotteiden raaka-aineiksi. Materiaaleja kierrätetään myös murskeena täyteaineiksi esimerkiksi maanrakentamisessa. Kiertotalouden hyödyntämistä käsitellään tämän selvityksen kappaleessa 7.

Finfoam rakennuttaa Uuteenkaupunkiin uutta biopolymeeritehdasta pilotoidakseen biomuovin valmistusta soijan jalostuksessa tähteiksi jäävästä soijamelassista. Biomuovista aiotaan valmistaa eristeitä rakennusteollisuuteen vuoden 2023 loppuun mennessä.

MUIDEN MATERIAALIEN PÄÄSTÖVÄHENNYSPOJKU



5. RAKENTAMISTOIMINNAN PÄÄSTÖT

Talonrakennushankkeen työmaavaiheen optimointi

Ennen rakennuksen käyttöönottoa aiheutuvista päästöistä noin neljännes syntyy kuljetuksista ja työmaatoiminnoista. Ennen infrarakenteen käyttöönottoa aiheutuvista päästöistä noin kolmannes syntyy kuljetuksista ja työmaatoiminnoista. Päästöt muodostuvat käytännössä energiankulutuksesta eli koneiden polttoaineista ja sähkönkulutuksesta. Työmailla myös tuotetaan sähköä ja lämpöä polttoöljykäyttöisillä generaattoreilla. Infrahankkeet ovat tyyppillisesti laajempia ja niihin sisältyy enemmän kuljetuksia.

Kaksi kolmasosa talonrakennustyömaan päästöistä voidaan olettaa syntyvän työmaakoneista, mikäli niiden polttoaineena käytetään kevyttä polttoöljyä. Kolmasosa työmaan päästöistä syntyy oletettavasti kuljetuksista. [5]

Työmaiden suunnittelussa ja aikataulutuksessa on energiansäästöpotentiaalia: ajoittamalla betonivalut ja vedeneristystyöt lämpimään vuodenaikaan, voidaan vähentää lämmitystarvetta. Infratyömailla voidaan aikatauluttamalla varmistaa, että samoja muotteja voidaan käyttää useampaan kertaan. Tällaiset ratkaisut voivat tuki pidentää hankkeen läpivientiaikaa.

Infrahankkeen työmaavaiheen optimointi

INFRA-ALAN PÄÄSTÖT MUODOSTUVAT PÄÄOSIN RAKENNUSMATERIAALIEN LIIKUTAMISESTA JA TYÖMAAKONEIDEN KÄYTÖSTÄ AIHEUTUVISTA PÄÄSTÖISTÄ, jotka syntyvät fossiilisten polttoaineiden käytöstä. Kuljetusmatkoja optimoimalla ja polttoaineita vaihtamalla voidaan vähentää päästöjä (RT II, 2020). Kuljettajien koulutuksella on saatu aikaan säästöjä koneiden polttoaineen käytössä. Säästöjä syntyy joutokäytön minimoimisesta ja työn tehokkaasta suunnittelusta. Polttoainekustannukset ovat merkittävä osa varsinkin pienempien urakoitsijoiden kuluista, joten tehostamistoimenpiteitä on ollut helppo perustella.

Infrarakentamisessa on paljon hyödyntämätöntä päästövähennyspotentiaalia jo nykyisillä tuotantoteknologioilla. Valtaosa infrahankkeiden elinkaaren päästöistä määräytyy jo niiden elinkaaren alkuvaiheilla, joten päästövähennysten saavuttamiseksi hankkeen ilmastopäästöjen tarkastelu tulee sisällyttää jo varhaisessa vaiheessa mm. hankkeiden tavoitteiden asettamiseen, kilpailutuksiin sekä rakenne- ja toteutussuunnitteluun [24].

Infrarakentamisen osalta yhteiset päästölaskentakäytännöt puuttuvat tois- taiseksi, mutta päästölaskentojen toteuttaminen on siitä huolimatta yleistymässä [20]. Odotuksissa on, että infra-alan päästölaskentaperiaatteet saadaan käyttöön talorakennuspuolen laskentakäytäntöjen jälkeen. Yhteiset päästölaskentaperiaatteet nopeuttavat infra-alan päästövähennyspotentiaal- in realisoitumista.

Infra-alalla on käynnissä runsaasti tutkimus- ja kehityshankkeita, joissa selvitetään mm. kierrätysmassojen (kuten kierrätettävät maamassat ja betonimurske) ja teollisuuden sivuvirtojen hyödyntämistä esi- ja maa- rakentamisessa päästövähennysten saavuttamiseksi ja kiertotalouden edistämiseksi.

GRK on lisännyt uusiutuvi- en polttoaineiden osuutta työmaillaan merkittävästi. Etelä-Suomen sekä valikoitujen Pohjois-Suomen työmailla käytetään vain Nesteen tuottamaa uusiutuvaa polttoöljyä. Lisäksi yhtiön työsuhte- autot tankataan Nesteen uusiutuvalla dieselillä.

Tampereen raitio- tiehankkeen toisen vaiheen urakkaohjelman kannustimissa on mukana hiilineutraalius- mittari.

UUMA4-ohjelma käynnis- tyi vuonna 2021 teemalla uusiomaarakentaminen osana kiertotaloutta ja on Suomessa toimiva verkos- to aiheen ympärillä. Lisäk- si esimerkiksi 6aika-hanke Kestävien kaupunginosien kumppanuusmalli (Kieppi) on tutkinut infra-alan kier- totalouden pullonkauloja Tampereella ja julkaisee kiertotalouskriteerit infra-alan hankintoihin vuonna 2021.

Työmaalla käytettävät polttoaineet ja sähköistäminen

TYÖKONEIDEN PÄÄSTÖJÄ VOIDAAN VÄHENTÄÄ PARANTAMALLA KONEIDEN ENERGIAHOKKUUTTA JA VALITSEMALLA PAREMPIA ENERGIALÄHTEITÄ [5]. Uudemmat työkoneet ovat tyypillisesti energiatehokkaampia kuin vanhat ja kaluston uusiutuessa päästöt pienenevät luontaisesti. Mikäli koneita halutaan uusia nopeammin kuin niiden elinkaaren tullessa päätökseen, on laitevalmistuksen päästöt otettava huomioon toimenpiteitä harkittaessa.

KAISU—ohjelmassa on ensi kertaa asetettu toimenpiteitä työkoneiden päästövähennyksille. Toimenpiteistä merkittävin on bionesteen jakeluvelvoite. Jakeluvelvoite nousee asteittain kymmeneen prosenttiin vuoteen 2028 mennessä. [4] Tilaaja voi asettaa lisävaatimuksia biopohjaisen polttoaineen käytölle.

Biopohjaisten polttoaineiden lisäksi markkinoilta on saatavilla kokonaan uusiutuvaa polttoainetta, joka on lähes päästötöntä. **UUSIUTUVAN POLTTOAINEEN SAATAVUUS VOI MUODOSTUA PULLONKAULAKSI**, sillä sen valmistusprosessi perustuu teollisuuden hukka-ainevirtojen hyödyntämiseen. Jotta työmaiden päästöt saadaan pysyvästi alhaiseksi, on polttoainevaihdosten lisäksi keskityttävä vähentämään polttoaineen tarvetta. Vähäpäästöisten polttoaineiden käyttö olisi rajattava niihin työvaiheisiin, joita on haastavaa toteuttaa muuten. Esimerkiksi kaikista raskaimman kaluston sähköistäminen on ollut vaikeaa.

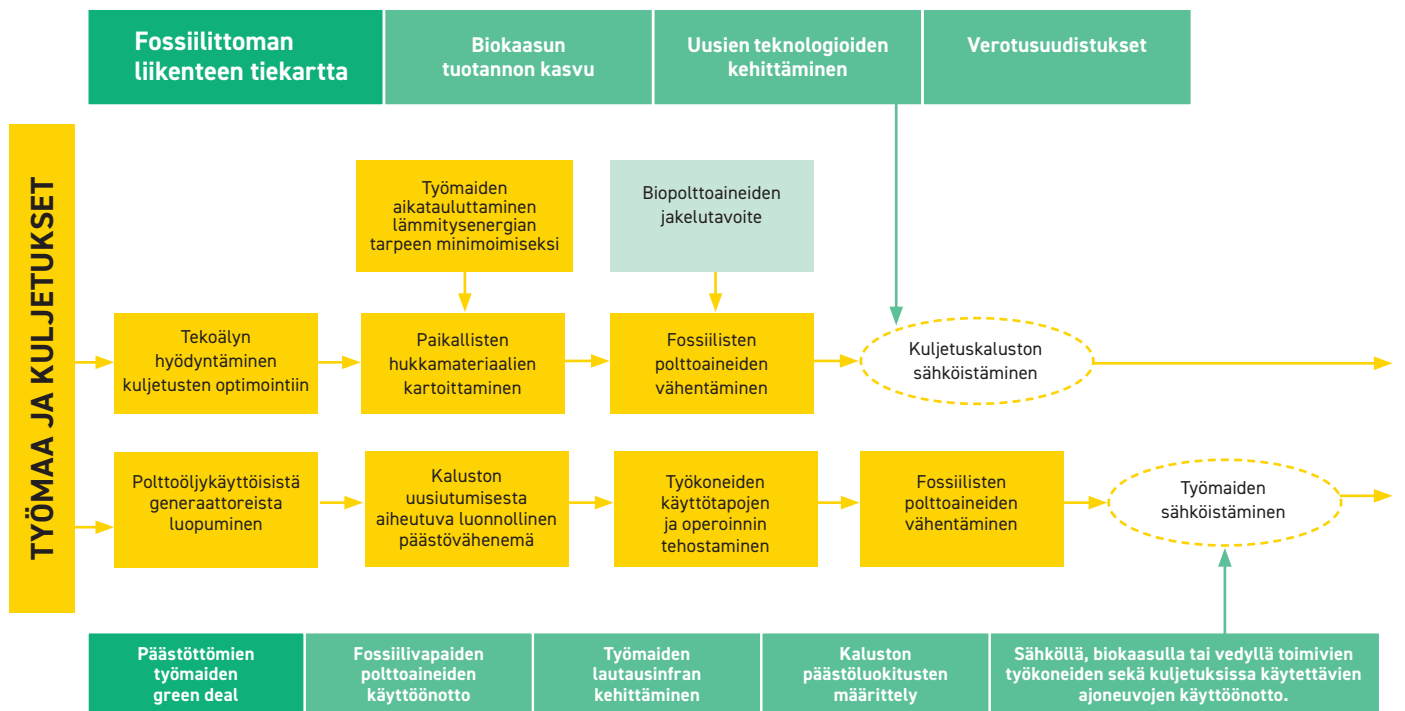
Työkoneiden, -laitteiston sekä kuljetuskaluston sähköistäminen lisää oletettavasti työmaiden sähkönkäyttöä. Työmaiden sähkönkäytön päästöjä voidaan vähentää vaikuttamalla energiatehokkuuteen sekä sähkön tuotantomuotoihin. Työmaiden sähkönkäyttöä voidaan vähentää esimerkiksi LED-valaistuksella ja työn optimaalisella suunnittelulla.

Työmailla käytettävien paikallisten energiantuotantomuotojen välillä on suuria eroja. **MONILLA TYÖMAILLA KÄYTETÄÄN ERILLISIÄ GENERAATTOREITA PAIKALLISEEN SÄHKÖNTUOTANTOON, MUTTA NIISTÄ LUOPUMISEKSI ON YRITYKSISSÄ JO TEHTY TÖITÄ**. Paikalliseen sähköverkkoon liittyttyä voi ostosähkön tuotantomuodon valinnalla vaikuttaa tuotannon aikaisiin päästöihin. Työmailla voitaisiin toisaalta tuottaa sähköä aurinkopaneeleilla.

Työkonevuokraamo Cramo on kehittänyt tuoteperheen erityisesti päästöttömille ja hybridi-työkoneille. Yhtiö uusii valikoimaansa työ-koneiden Green Deal -sopimuksen mukaisesti.

Päästöttömän työmaan Green Dealin on allekirjoittanut Ympäristöministeriön lisäksi Senaatti-kiinteistöt, Espoo, Helsinki, Turku ja Vantaa. Päästöttömän työmaan periaatteiden lisääminen osaksi hankkeen tulostavoitteita auttaa tilaajaa saavuttamaan omat hiilijalanjälkitavoitteensa ja auttaa urakoitsijaa kehittämään omaa toimintaansa. Sopimuksessa tavoitellaan fossiilittomia työmaita vuoteen 2025 mennessä sekä vähintään 50 % sähköistysastetta vuoteen 2030 mennessä.

PÄÄSTÖVÄHENNYSPOLKU TYÖMAILLE JA KULJETUSTOIMINNOILLE SEKÄ NIIHIN VAIKUTTAVAT AJURIT.



6. ENERGIAN KÄYTÖN PÄÄSTÖT

Mistä päästöt syntyvät

Rakennusten energiankäytön hiilidioksidipäästöihin on herätty alalla laajasti. **KTI:N JA FIGBC:N YHTEISEN SELVITYKSEN MUKAAN YLI 30 % AMMATTIMAI-SESTA KIINTEISTÖSIJOITUSMARKKINASTA ON SITOUTUNUT JOKO KANSAINVÄLISEEN NET ZERO CARBON BUILDINGS -SITOUKSEEN TAI VASTAAVAAN.** Näiden yritysten omistamien kiinteistöjen energiankäytöstä aiheutuvien päästöjen voidaan olettaa lähestyvän nollaa vuoteen 2030 mennessä. Lisäksi suurista käyttäjäomistajista S-ryhmä, Kesko ja LIDL ovat asettaneet omalle energiankäytölleen hiilineutraaliustavoitteet.

Keskitetty energiantuotanto on kiinteistö- ja rakennusalan merkittävien päästölähde. Päästökaupan seurauksena sen päästöjen voidaan olettaa vähenevän merkittävästi tulevaisuudessa.

VAIKKA ENERGIANTUOTANNON PÄÄSTÖT LÄHENISIVÄT NOLLAA, ON ENERGIATEHOKKUUTEEN SILTI PANOSTETTAVA NIILLÄ SEKTOREILLA, JOISSA SE VOIDAAN TEHDÄ KUSTANNUS- JA PÄÄSTÖTEHOKKAASTI, SILLÄ UUSIUTUVAA ENERGIAA EI OLE SAATAVILLA RAJATTOMASTI. Päästöjen vähentäminen vaatii teollisuuden sähköistämistä monella alalla, joten sähkönkulutuksen ja uusiutuvan sähkön kysynnän voidaan olettaa kasvavan voimakkaasti. ^[21] Rakennusten energiatehokkuudessa on suuri energiansäästöpotentiaali, joka on hyödynnettävä, jotta uusiutuvan sähköntuotanto vastaa tulevaisuudessa sen kysyntää.

Kiinteistö- ja rakennusala tuottaa energiaa myös paikallisesti kohteissa. Paikallisesta öljylämmityksestä luovuttaessa alan päästöt vähenevät merkittävästi. ^{[4] [3]} Rakennettu ympäristö voi olla myös uusiutuvan energian tuottaja. Lämpöpumppujen avulla energian tuottaminen paikallisesti yleisty nopeasti. Myös aurinkosähkön tuotannon suosio on kasvussa ^[5]. Kiinteistö- ja rakennusala onkin mahdollisuus siirtyä paitsi energiankäyttäjistä myös sen tuottajaksi.

Energiatehokkuus

Uudistuotannon energiatehokkuus on Suomessa hyvällä tasolla ^{[10] [3]}, mutta **OLEMASSA OLEVAN RAKENNUSKANNAN ENERGIATEHOKKUUTTA OLISI PARANNETTAVA HIILINEUTRAALIUSTAVOITTEIDEN SAAVUTTAMISEKSI.**

Maankäyttö- ja rakennuslaki sekä sitä täydentävät asetukset ohjaavat uudisrakentamisen lisäksi korjaus- ja muutostöiden ohessa tehtävää energiatehokkuuden parantamista ^[3]. Rakentamisen energiatehokkuutta on parannettu viimeisinä vuosina säätelyllä koskien korjausrakentamisen energiatehokkuusvaatimuksia, rakennusautomaation käyttöä, energiatodistuksia, asunto-osakeyhtiöiden kunnossapitoa ja muutostöitä sekä energiatehokkuussopimuksia ^[3]. **MONET KUNNAT JA KAUPUNGIT OVAT OTTANEET KÄYTTÖÖN MAKSUTTOMAN NEUVONTAPALVELUN KUNTALAISILLE, MINKÄ AVULLA PYRITÄÄN VAIKUTTAMAAN ERITYISESTI ASUNTO-OSAKEYHTIÖIDEN ENERGIATEHOKKUUTEEN.** Motiva Oy koordinoi energiatehokkuutta koskevaa neuvontaa Energiaviraston toimesta ^[3].

Päästöjen vähenemisen kannalta energiatuotantomuodon rinnalla rakennusten ja energiaverkkojen energiatehokkuuden parantaminen on kes-

World Green Building Councilin Net Zero Carbon Buildings-sitoumuksen allekirjoittajat ovat sitoutuneet omistamiensa kiinteistöjen hiilineutraaliin energiankäyttöön vuoteen 2030 mennessä. Suomessa sitoumuksen ovat allekirjoittaneet esimerkiksi Kojamo, OP Kiinteistösi joitus, Varma, Keva Citycon, Antilooppi ja Technopolis.

Helsinki, Vantaa ja Espoo ovat sitoutuneet rakennuttamaan kaikki uudisasuntonsa A-energialuokkaan vuoteen 2025 mennessä. Kaupallisista toimijoista esimerkiksi Skanska Kodit rakennuttavat kaikki uudisasuntonsa A-energialuokkaan.

Helsingin kaupungin Energiarenessanssilla pyritään parantamaan yksityisomistuksessa olevien kerrostalojen energiatehokkuutta ja uusiutuvan energian tuotantoa informaatio-ohjauksella. Kaupunki tavoittelee satojen vuosittaisten energiaremonttien avulla kaukolämmön kysynnän vähentymistä vuoteen 2035 mennessä.

keisessä asemassa. Rakennusten energiatehokkuutta voidaan parantaa esimerkiksi vähentämällä lämpöhäviöitä, kierrättämällä hukkaenergiaa ja hyödyntämällä älykkäitä ohjausjärjestelmiä. **ÄLYRATKAISUILLA VOIDAAN PARANTAA MYÖS SÄHKÖ- JA LÄMPÖVERKKOJEN ENERGIATEHOKKUUTTA.** Älykkäiden energiaverkkojen käyttö helpottuisi, jos vanhoja rakennuksia korjattaessa hyödynnettäisiin ohjaus- ja säätömahdollisuudet, joilla tehostetaan kuormien ohjausta. Rakennusten energiankulutuksen huipputehoja voitaisiin pienentää 10–35 % älykkäällä suunnittelulla ja varastoinnilla. [2]

ENERGIATEHOKKUUSHANKKEIDEN PRIORISOIMISEEN ON KEHITETTY KIOTON ENERGIATEHOKKUUSPYRAMIDI (esim. VTT, 2018). Ensimmäinen askel on vähentää lämmitysenergian hukkaa esimerkiksi purkamalla tarpeettomat tilat ja parantamalla käytössä olevien tilojen tiiviyyttä. On esitetty, että vajaakäytöllä olevan talon purkaminen on kustannustehokas tapa vähentää rakennuskannan päästöjä varsinkin haja-asutusalueilla [3].

Seuraavaksi parannetaan sähköjärjestelmien energiatehokkuutta. Sähköjärjestelmien tehokkuutta voidaan parantaa esimerkiksi automaatiojärjestelmillä. Rakennusautomaatio- ja ohjausjärjestelmien käyttämisestä muiden kuin asuinrakennusten energiatehokkuuden parantamiseksi säädetään Rakennusten energiatehokkuusdirektiivissä [3]. Rakennusautomaatiojärjestelmät, jotka ohjaavat esimerkiksi valaistus- ja lämmitysjärjestelmiä, voisivat parantaa myös asuinrakennusten energiatehokkuutta huomattavasti [5].

Kolmantena askeleena valjastetaan ilmaiset energiamuodot, kuten aurinkotai geotermien energia. Energiatehokkuutta voidaan parantaa kustannustehokkaasti esimerkiksi lämpöpumppuratkaisuilla ja lämmöntalteenotolla [5]. Neljäs askel on kehittää rakennuksen käyttöä seurannalla ja käyttäjien opastuksella. Tutkimusten mukaan informaatio-ohjauksella voidaan pienentää lämmönkulutusta jopa 10 % [22].

Viimeisenä korjataan energialähteet päästöttömiksi. Fossiilisesta lämmitysenergiasta luopuminen on kustannustehokas tapa vähentää rakennuksen päästöjä [3]. Päästöttömiä ostoenergiatuotteita on tarjolla laajasti ja niitä käsitellään seuraavassa kappaleessa. [21]

Keskitetty energiantuotanto

Energiantuotantosektorilla on havaittavissa murros, sillä ilmastonmuutoksen hidastamisen kannalta toiminnan sähköistäminen ja sähköntuotannon hiilineutraalisointi on olennainen toimenpide lähes joka sektorilla. **MONET KIINTEISTÖ- JA RAKENNUSALAN YRITYKSET OVAT SITOUTUNEET OSTAMAAN VAIN HIILINEUTRAALIA ENERGIAA JA TOISAALTA MONET ENERGIAYHTIÖT OVAT SITOUTUNEET TUOTTAMAAN VAIN HIILINEUTRAALIA ENERGIAA.**

Kaukolämmön ja sähköntuotannon päästöjen väheneminen vaikuttaa merkittävästi kiinteistö- ja rakennusalan päästöihin [9] [5]. **MIKÄLI ENERGIATEOLLISUUDEN PÄÄSTÖVÄHENNYSVAOITTEET SAAVUTETAAN VUOTEEN 2035 MENNESSÄ, KIINTEISTÖ- JA RAKENNUSALAN PÄÄSTÖT VÄHENISIVÄT SAMALLA 45 % [5].**

Keskitetyn energiantuotannon päästöt ovat tiukan sääntelyn kohteena ja esimerkiksi kivihiielen käytöstä energiantuotannossa on luovuttava vuoteen 2029 loppuun mennessä, mikä vähentänee energiasektorin päästöjä 6 Mt CO₂e vuosittain. Sähkön ja kaukolämmön tuotannon päästöt ovat jo puollittuneet kuluneen vuosikymmenen aikana [21] [2] ja kehitys jatkuu saman suuntaisena. Vaikka energiateollisuuden tietokartan tavoitteet ovat äärimmäisen kunnianhimoisia, voi niitä pitää uskottavana, sillä monet yritykset ovat sitoutuneet ostamaan vain päästöttöntä energiaa ja toisaalta energiantuotannon muotoja säädellään voimakkaasti.

Jätkäsaaren Airut-korttelissa älyratkaisut olivat yhtenä keskeisenä teemanä. Korttelin energiatekniisiin innovaatoratkaisuihin kuuluvat energiantuotanto paikalla sekä älykkäät mitaus-, seuranta- ja säätöjärjestelmät, joiden avulla pystytään kohdentamaan energian käyttöä tilannekohtaisen kulutustarpeen mukaan ja siten minimoimaan energiahäviöitä. Kohde valmistui 2018.

NollaE suunnittelee asiakkailleen tehokkaita energiaremontteja tekoälyyn perustuvan optimointiohjelmiston avulla. Esimerkiksi kahden Turussa sijaitsevan 60-luvulla rakennetun kerrostalon normeerattu energiankulutus laski energiasaneerauksen myötä ensimmäisenä vuonna 77 % ja toisena 82 %. Hankkeessa toteutettiin sarja pieniä korjaustoimenpiteitä, joihin sijoitetun pääoman tuotoksi muodostui 13 %.

Vantaan Energia tavoittelee hiilineutraaliutta sähkön- ja lämmöntuotannossa vuonna 2026. Kaupungissa on tarkoitus luopua kivihiilestä jo ensi vuonna 2022. Syväkaivolaitoksen rakentaminen aloitettiin 2020. Helen tavoittelee hiilineutraalia energiantuotantoa vuoteen 2035 mennessä ja 40 % päästövähennystä vuoteen 2025 mennessä.

Kaukolämpö ja -jäähdytys

Suurin osa rakennetun ympäristön päästöistä johtuu kaukolämmön tai -kylmän käytöstä. Merkittävä osa sähköstä ja lämmöstä tuotetaan yhteistuotantovoimaloissa, joten päästöjen allokoimiseksi sähkön- ja lämmöntuotannon välillä on käytössä monia menetelmiä. Teollisuuden sähköistyessä yhteistuotantolaitosten merkitys energiantuotannossa kasvaa entisestään, ja päästövähennystoimet keskittyvätkin polttoaineen vaihdoksiin. [21] [5]

LÄMMÖNTUOTANTOKÄYTTÖSSÄ OLEVIEN VOIMALOIDEN PÄÄSTÖISTÄ REILU KOLMANNES SYNTYY HIILENPOLTOSTA, VAJAA KOLMANNES TURPEENPOLTOSTA JA LOPUT MAAKAASUSTA, ÖLJYSTÄ, SÄHKÖSTÄ JA ESIMERKIKSI JÄTTEENPOLTOSTA. Hiilenpoltosta luopumisen lisäksi öljyn, maakaasun ja turpeen käyttöä lämmöntuotannossa aiotaan vähentää merkittävästi tulevien vuosien aikana. Toisaalta puupohjaisten polttoaineiden käyttöä ja geotermisen lämmön hyödyntämistä aiotaan lisätä. Yksittäisten toimenpiteiden vaikutuksia on kuvattu tarkemmin Energiateollisuuden vähähiilisyiden tiekartassa. [21]

Sähköntuotanto

Rakennetun ympäristön sähkönkulutuksen päästöjen arviointia vaikeuttaa edellä mainittu yhteistuotantolaitosten päästöallokointihaasteen lisäksi sähköntuotannon pirstaleisuus. Suomessa käytettiin vuonna 2017 86 TWh sähköä, josta 21 TWh oli tuontisähköä, 21 TWh yhteistuotantolaitossähköä ja 44 TWh kotimaassa vähäpäästöisesti tuotettua sähköä. Noin puolet Suomessa kulutetusta sähköstä menee teollisuuden käyttöön (sisältäen rakennustuoteollisuuden). [21]

MONET KIINTEISTÖ- JA RAKENNUSALAN TOIMIJAT OVAT SITOUTUNEET OSTAMAAN VAIN HIILINEUTRAALIA SÄHKÖÄ. On kuitenkin vaikeaa arvioida, miten nämä sitoumukset vaikuttavat kiinteistö- ja rakennusallalla käytetyn sähkön tuotantoprofiiliin yleisellä tasolla, sillä edelläkävijöiden ostaessa vähäpäästöistä sähköä, huononee ”normaalin” sähkön tuotantoprofiili. Kysynnän ollessa tarpeeksi suurta energiayhtiöt kasvattavat uusiutuvan energian tuotantoaan, jolloin energiatuotannon keskimääräiset päästöt pienenevät.

ENERGIATEOLLISUUDEN VÄHÄHIILISYDEN TIEKARTAN MUKAAN SÄHKÖNTUOTANNON PÄÄSTÖT TIPPUVAT NOIN 90 %:N NYKYISESTÄÄN VUOTEEN 2035 MENNESSÄ. Jos rakennetun ympäristön kuluttaman sähkön tuotantoprofiili vastaisi keskimääräistä suomalaista sähköntuotantoa, olisi rakennetun ympäristön kuluttaman sähkön kokonaispäästö 430 kt CO₂e vuonna 2035.

Paikallinen energiantuotanto ja energian kausivarastointi

Erillislämmitysratkaisujen päästöt aiheutuvat hiilen, maakaasun, turpeen ja kevyen tai raskaan polttoaineen poltosta. Erityisen haitallisia ympäristölle ovat teollisuusrakennuksissa käytettävät raskaan polttoöljyn lämmitysjärjestelmät. [5]

Asuintaloissa käytössä on lähinnä kevyeen polttoaineeseen liittyviä ratkaisuja, joita korvataan aktiivisesti lämpöpumppuratkaisuilla myös kustannustehokkuuden vuoksi [5]. **VIIMEISTÄÄN KIINTEISTÖKOHTAISEN FOSSIIILISEN LÄMMITYSLAITTEISTON KÄYTTÖIÄN PÄÄTTYTYÄ ON SYYTÄ SIIRTYÄ KAUKOLÄMPÖÖN, BIOPOLTTOAINEESEEN TAI LÄMPÖPUMPPURATKAISUUN** [3]. Asuintalojen erillislämmitysratkaisujen korvaamista päästöttömillä vaihtoehdoilla edesautetaan valtion energia-avustuksella, jota jaetaan ainakin vuosina 2020–2022 [5]. Energia-avustuksiin on alustavasti varattu 10 miljoonaa euroa [4] ja summaa kasvatettiin merkittävästi vuoden 2021 alussa.

Y-säätiön tavoitteena on olla hiilineutraali vuonna 2035. Vuoden 2019 aikana muutimme omistamamme loputkin öljy- tai maakaasulla toimivat kiinteistöt maalämpökohteiksi. Yhteensä säätiöllä oli vuoden lopussa 12 maalämpökohdetta. Kiinteistöissä käytettävä sähköenergia oli 2019 kokonaisuudessaan hiilidioksidivapaata. Se tuotettiin Pohjoismaisella vesivoimalla. Kiinteistöjen energiakulutuksen aiheuttamat hiilidioksidipäästöt olivat vuonna 2019 yhteensä 15 483 tonnia, vähennystä vuoteen 2018 oli 23 prosenttia.

Valtion rakennuksissa pyritään luopumaan öljylämmityksestä vuoteen 2024 mennessä hallitusohjelman 2019 mukaisesti [3]. Muiden julkisten kiinteistöjen osalta ei ole suunnitelmassa toimenpiteitä öljystä luopumisille, vaikka KAISU-ohjelmassa kehoitetaan muitakin toimijoita toimenpiteisiin [4]. **PÄÄMINISTERI MARININ HALLITUSOHJELMAN MUKAISESTI KOKO SUOMESSA TULISI LUOPUA FOSSIILISEN ÖLJYN KÄYÖSTÄ LÄMMITYKSESSÄ 2030-LUVULLE TULTAESSA JA KUNTIEN SEKÄ VALTION OLISI IRTAANNUTTAVA JO 2024 MENNESSÄ** [4]. Suurissa kohteissa voidaan lämpöpumppuratkaisujen lisäksi pohtia biopohjaisia lämmitysjärjestelmiä [5].

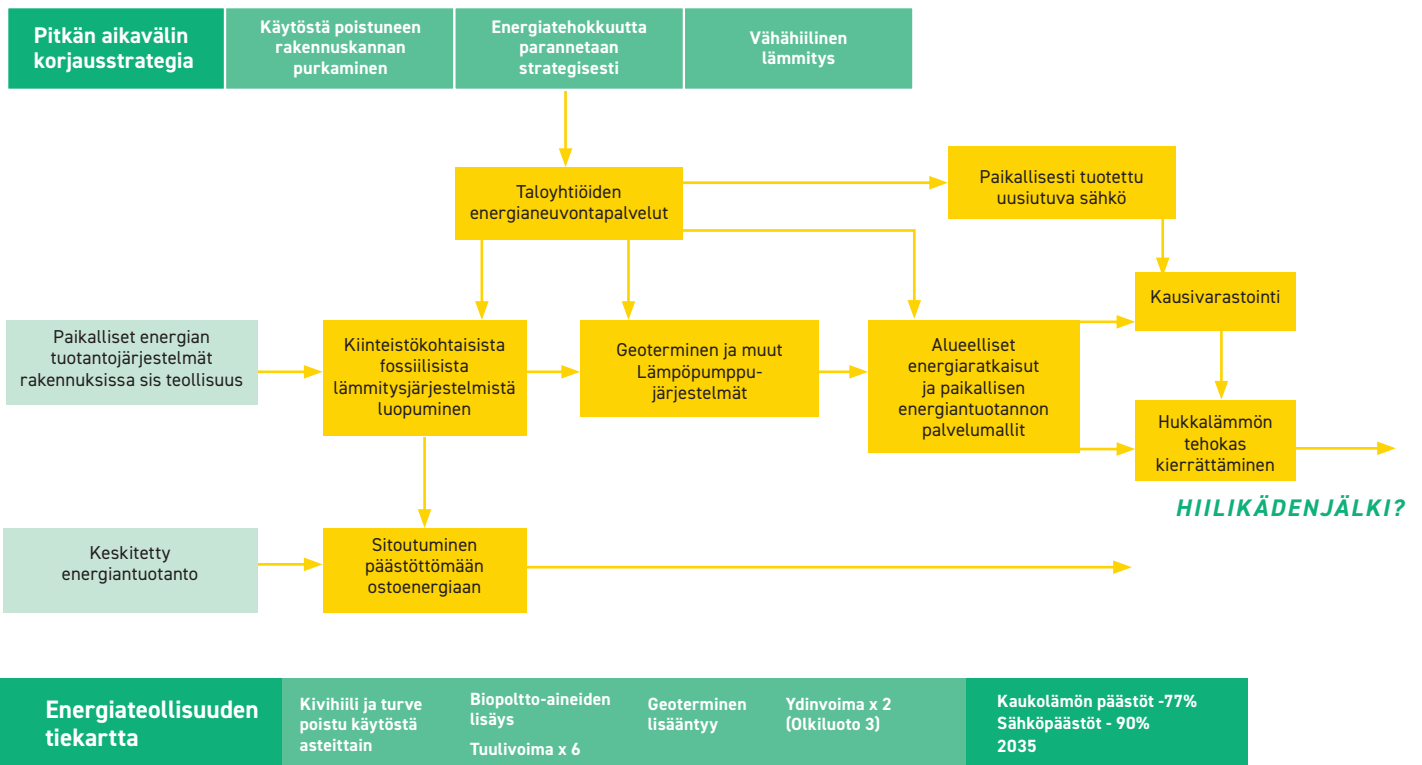
Lämpöä ja sähköä voi tuottaa paikallisesti myös uusiutuvilla energialähteillä. Geoenergiajärjestelmät ovat erittäin suosittuja pientaloissa ja suosio kasvaa myös kerrostalojen ja toimitilojen osalta. **SÄHKÖVERKKOON LIITETTÄVÄN KIINTEISTÖKOHTAISEN SÄHKÖNPIENTUOTANNON MÄÄRÄ ON LISÄÄNTYNYT VII-ME VUOSINA VOIMAKKAASTI** erityisesti aurinkosähkövoimaloiden investointikustannusten tippuessa [5].

UUSIUTUVAN ENERGIAN KÄYTÖN SUURIMPIIN HAASTEISIIN KUULUU ENERGIANTUOTANNON AJALLINEN RIIPPUVUUS LUONNONILMIÖISTÄ KUTEN AURINGONPAISTEESTA TAI TUULESTA. Rakennetun ympäristön yhteyteen on suunniteltu monia kausivarastointijärjestelmiä, jotka mahdollistaisivat hyvien olosuhteiden aikana kerätyn energian käyttämisen myöhempänä ajankohtana.

Skanska ja Helen ovat yhteistyössä kehittäneet lämmön kausivarastointijärjestelmän Helsingin Kruunuvuoreen. Järjestelmällä on tarkoitus varastoida auringon lämpöä kallioluolissa olevaan meriveteen käytettäväksi talviaikana. Järjestelmän on määrä ottaa käyttöön vuonna 2023.

QHeat toteuttaa yhdessä Pohjoismaisen kiinteistösi-joitusyhtiö NREP:n kanssa maailman ensimmäisen energiaa kausivarastoi-van syvälämpökaivon Espooseen. Kyseessä on pilottihanke uudesta lähes päästöttömästä suuriin kiinteistöihin soveltuvasta energiaratkaisusta, joka tuottaa jopa 40 kertaa perinteisen maalämmön verran lämpöenergiaa.

PÄÄSTÖVÄHENNYSPOJKU RAKENNUSTEN ENERGIANKÄYTÖLLE JA ENERGIANKÄYTÖN AJURIT



7. ELINKAAREN LOPPU JA KIERTOTALOUDEN HYÖDYNTÄMINEN

Suomessa puretaan noin 1 % rakennuskannasta vuosittain, minkä lisäksi rakennusjätettä syntyy korjausrakentamisesta sekä uudisrakentamisesta [5]. **EU-TASOLLA KAIKISTA JÄTTEISTÄ 40–50 % SYNTYY RAKENTAMISESTA JA PURKAMISESTA.** Rakennusjätteen ohjaamisessa kierrätykseen on puutteita [2]. Purkamisen suora osuus alan ilmastopäästöistä ei ole järin suuri, mutta purkumateriaaleja uudelleenkäyttämällä tai kierrättämällä ja korvaamalla niillä neitseellisten materiaalien käyttöä, voidaan saavuttaa merkittäviä päästövähennyksiä rakentamisen elinkaaren muissa vaiheissa.

Keskusteluun nousee säännöllisesti kysymys siitä, kannattaako rakennus purkaa, mikäli purettavan rakennuksen tilalle rakennetaan vähäpäästöisesti energiatehokas uudisrakennus. Tutkimusten mukaan peruskorjaus on yleensä ilmastonäkökulmasta purkavaa uudisrakentamista vähäpäästöisempi vaihtoehto etenkin silloin, kun tarkastelussa painotetaan ilmastomuutoksen torjunnan kannalta tärkeitä lähivuosikymmeniä [23]. **YLEISESTI VOIDAAN PURKAMISEEN SIJAAN SUOSITELLA KOHTEEN SANEERAAMISTA PALVELEMAAN NYKYPÄIVÄN TARPEITA TEHOKKAASTI.** Poikkeuksia kuitenkin löytyy, ja asiaa tulee tarkastella tapauskohtaisesti rakennuksen koko elinkaaren näkökulmasta.

**SUOMI ON SITOUTUNUT KIERRÄTTÄMÄÄN 70 % RAKENNUSJÄTTEESTÄÄN EU:N JÄT-
EDIREKTIIVIN MUKAISESTI, MUTTA TAVOITETTA EI OLE VIELÄ SAAVUTETTU. KIINTEIS-
TÖ- JA RAKENNUSALALLA ON KAIKKI VALMIUDET PÄÄSTÄ TAVOITTEESEEN.** Tavoitteen saavuttaminen edellyttää, että rakennus- ja purkumateriaalit lajitellaan jo työmaalla asianmukaisesti. Tavoitteen saavuttaminen on ensiaskel alan siirtymisessä kohti kiertotaloutta. Yhdyskuntajätteestä kierrätetään tällä hetkellä 43 %, mikä on hieman alle 55 % tavoitteen vuodelle 2025. [5] [2]

**TAVOITETTA TUKEMAAN YMPÄRISTÖMINISTERIÖ JA RAKLI RY SOLMIVAT HELMIKUUS-
SA 2020 KESTÄVÄN PURKAMISEN GREEN DEAL-SOPIMUKSEN.** Vapaaehtoinen alan edelläkävijät yhteen kokoava Green Deal kokoaa purkuhankkeiden kiertotalouden kehittämisen edelläkävijät yhteen. Se on vapaaehtoinen yhteiskuntasopimus, johon voivat liittyä yritykset, kunnat sekä muut yhteisöt. Sopimuksen päätavoitteena on edistää purkumateriaalien hyödyntämistä ja kierrätystä.

Green Dealin allekirjoittaneet osapuolet sitoutuvat muun muassa tekemään purkukohteistaan purkukartoituksen, joka sisältää tiedot purkukohteen materiaalmääristä sekä niiden kierrätettävyydestä. **PURKUKARTOITUS KERTOO MYÖS PURKUKOhteessa OLEVAT HAITALLISIA AINEITA SISÄLTÄVÄT MATERIAALIT SEKÄ UDELLEENKÄYTTÖÖN KELPAAVAT RAKENNUSOSAT JA -TUOTTEET.** Purkukartoitus edistää purkumateriaalien kierrätysasteen nousua kuitenkin vain, mikäli sen sisältämää tietoa hyödynnetään esimerkiksi purkuhankkeen kilpailuskriteereissä [24]. Usein purkuhankkeen kierrätysaste jää alhaiseksi, sillä purkamisen kiertotaloutta ei suunnitella riittävän aikaisessa vaiheessa ja purkuhankkeen kilpailuskriteerinä on puhtaasti alhaisin hinta [25]. Avoimessa yhteistyössä purkuhankkeen tilaaja ja purku-urakoitsija voivat kuitenkin saavuttaa purkuhankkeessa hyvin korkean kierrätysasteen ilman että purkuhankkeen kustannukset kasvavat [24].

Sopimukseen liittyvät osapuolet sitoutuvat edistämään kiertotalouden toteutumista kaikissa rakennusten purku- ja korjaushankkeissaan. Kestävän purkamisen Green Deal -sopimuksen ovat allekirjoittaneet muun muassa Keskinäinen Eläke-kuutusyhtiö Ilmarinen, OP Kiinteistö-sijoitus Oy, Ylva, Kiinteistö-Silta Oy, Senaatti-kiinteistöt sekä Keskinäinen Työeläke-kuutusyhtiö Varma.

Wool2Loop -hankkeessa kehitetään vaihtoehtoja rakennusten eristeiltojen kierrättämiseksi, mille ei ole toistaiseksi ollut laajempaa hyötykäyttö-kohdetta (Wool2Loop, 2021).

Rakennustyömailta sekä talo- ja elementtitehtailta syntyvä puhdas kipsilevyjäte voidaan palauttaa takaisin Knaufin Kankaanpään tehtaalle. Knauf prosessoi omasta tuotannosta syntyneistä ja asiakkailta vastaanotetuista hukkapaloista raaka-ainetta, jota käytetään uusien kipsilevyjen valmistuksessa.

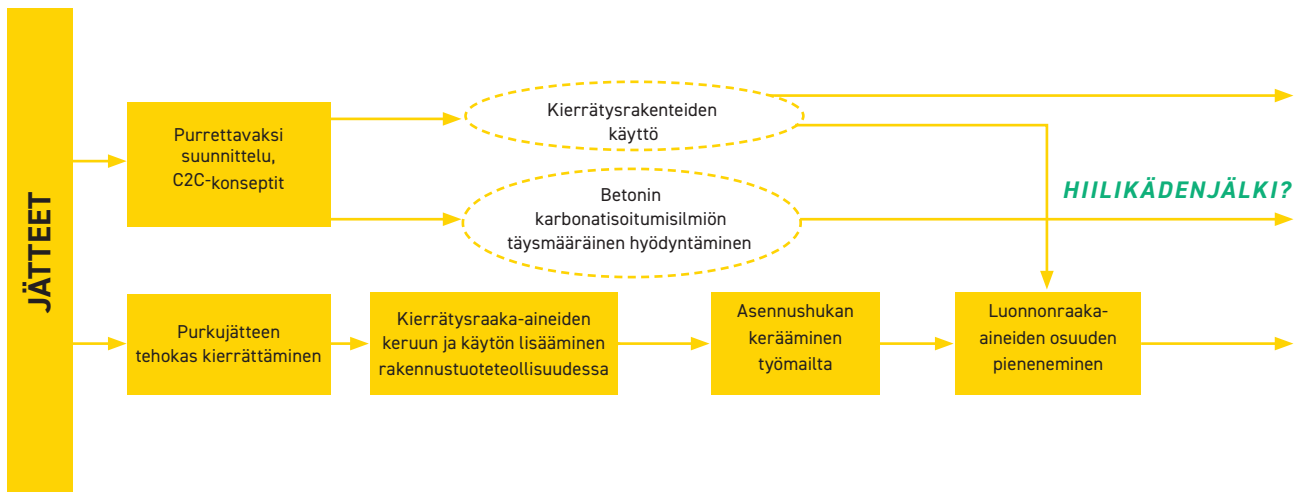
70 % kierrätystavoite saavutetaan monissa purkukohteissa helposti kierrättämällä pelkästään rakennuksen sisältämä betoni murskeena maarakentamisessa [24]. Siksi **KIERRÄTYKSEN KEHITTÄMISEKSI ON TÄRKEÄÄ ASETTAA MYÖS MATERIAALIKOHTAISIA TAVOITTEITA**. Esimerkiksi kipsilevyt, ikkunat ja bitumikattohuovat sisältävät materiaaleja, jotka ovat täysin kierrätettävissä uusiksi rakennusmateriaaleiksi, kunhan ne lajitellaan jo purkutyömaalla erilleen muista purkumateriaaleista [25].

Kierrätyksen toteutumiseksi on tärkeää, että lajitelluille purkumateriaaleille löytyy kysyntää. Yleisesti ottaen tämä ei ole ollut ongelma, ja purkumateriaaleille kehitetään jatkuvasti uusia käyttökohteita. **PURKUMATERIAALEJA ON KUITENKIN POTENTIAALIA HYÖDYNTÄÄ NYKYISTÄ PAREMMIN**.

Purkuviljojen lisäksi kierrätyskäyttöä ei ole suuressa määrin puujätteelle, josta valtaosa päätyy energiantuotantoon Suomessa [5]. Yleisimpien purkumateriaalien kierrätyksestä tarjoaa lisätietoa esimerkiksi ympäristöministeriön opas purkutyön tekijöille ja teettäjiille [26]. **KEHITETTÄVÄÄ ON LISÄKSI ERITYISESTI KOKONAISTEN RAKENNUSOSIEN SEKÄ PURKUKOHTEIDEN IRTAIMISTON SAATTAMISESSA UUELLEENKÄYTTÖÖN**.

EU-rahoitteinen PROGRESS-tutkimushanke pyrki vuosina 2017–2020 etsimään ratkaisuja erityisesti matalissa teräsrakennuksissa käytettyjen komponenttien uudelleenkäyttöön. Suomesta projektissa oli mukana VTT ja Ruukki. Projektin lopputuloksena laadittiin kattava suunniteluohje teräsrakenteiden uudelleenkäytölle. Ohje on saatavilla eurooppalaisen teräsrakentamisen järjestön verkkosivuilta.

PÄÄSTÖVÄHENNYSPOLKU ELINKAAREN LOPULLE



8. JOHTOPÄÄTÖKSET

Hiilineutraaliustavoitteet sisältävät tyypillisesti sekä hiilijalanjälki- että hiilikädenjälkitavoitteita. Tämä johtuu siitä, että hiilijalanjäljen saattaminen pyöreään nollaan on lähes mahdotonta. **TÄRKEINTÄ ONKIN, ETTÄ HIILIJALANJÄLKI JA -KÄDENJÄLKI OVAT TASAPAINOSSA NIIN, ETTÄ ILMAKEHÄÄN SAATETTU HIILIDIOKSIDI MYÖS POISTUU SIELTÄ OSANA LUONNOLLISTA HIILIKIERTOJA.**

Kuntien ja kaupunkien tavoitteissa hiilineutraalius tarkoittaa tyypillisesti noin kahdeksankymmenen prosentin päästövähennystä. Suomen ilmastopaneeli on esittänyt valtion hiilineutraaliuden toteutuvan seitsemänkymmenen prosentin vähennyksillä. Hiilineutraaliuden saavuttamisen jälkeiselle ajalle on asetettu tavoitteita, joissa hiilikädenjälki olisi suurempi kuin hiilijalanjälki.

Kiinteistö- ja rakentamisan tietoisuus oman toimintansa vaikutukseen ilmastonmuutokseen on parantunut viime vuosina. Joka vuosi useampi yritys sitoutuu vähentämään oman toimintansa päästöjä ja laatii suunnitelmia oman positiivisen vaikutuksensa kasvattamiseksi. **ALALLA OLISI TAHTOA SAAVUTTA YHTEISET HIILINEUTRAALIUSTAVOITTEET, MUTTA SELLAISIA EI OLE VIELÄ ASETTU.**

World Green Building Council on asettanut maailman laajuiset rakennetun ympäristön hiilijalanjälkitavoitteet. Näissä tavoiteltaisiin energiankäytön osalta hiilineutraaliutta ja materiaaleille neljänsäksentoista prosentin päästövähennystä vuoteen 2030 mennessä. Työmaapäästöille ei ole asetettu tavoitteita. Riittävätkö nämä tavoitteet Suomen kaltaisen edelläkävijämaan tavoitteiksi?

Selvitystä laatiessa on käynyt yhä selvemmäksi, että monen yrityksen mielestä eivät riitä. Tavoitteena olisi oltava hiilineutraalius kaikkien toimintojen osalta. **ERILLISET TAVOITTEET OLISI ASETTAVA ENERGIANKÄYTÖLLE, TYÖMAATOIMINNOILLE JA MATERIAALIPÄÄSTÖILLE. LISÄKSI OLISI KEHITETTÄVÄ YHTEINEN POLKU ALAN HIILIKÄDENJÄLJEN KASVATTAMISELLE.**

Kiinteistö- ja rakentamisan päästöt aiheutuvat suureksi osaksi fossiilisten polttoaineiden käytöstä. Fossiilisia polttoaineita käytetään arvoketjun kaikissa osissa raaka-aineiden keräämisestä rakennusten purkamiseen. **ALAN ON YHTEISESTI SITOUUTTAVA LUOPUMAAN FOSSIILISTEN POLTTOAINEIDEN KÄYTÖSTÄ.**

Merkittävä määrä päästöjä syntyy myös teollisuuden prosesseista. Alalla on sitouduttava varmistamaan, että kalkkikiven kalsinoinnille, raakateräksen ja alumiinin koksipelkistykselle ja öljypohjaiselle muovin valmistukselle löydetään kustannustehokkaat vaihtoehdot.

Kiinteistö- ja rakennusala tuottaa merkittävän määrän jätettä. Vaikka jätteiden päästöt eivät tällä hetkellä ole kokonaisuuden kannalta merkittävän suuret, on niihin sitoutunut merkittävä määrä hukattuja resursseja. **ALALLA ON SIIRRYTTÄVÄ LINEAARISISTA TUOTANTOMALLEISTA KOHTI KIERTOTALOUSAJATTELUA,** jos alan ympäristövaikutusta halutaan radikaalisti pienentää.

Alan siirtyessä kohti vähäpäästöisempää toimintaa yksittäisten toimijoiden on pidettävä mielessä rakennushankkeen päästöjen ajallinen dimensio. Energiatavallisuustoimenpiteet säästävät päästöjä tulevina vuosina, mutta vähennykset rakennusmateriaaleissa säästävät päästöjä nyt. Ilmastonmuutoksen hillinnässä on tärkeää, että päästöjä saataisiin hillittyä mahdollisimman nopeasti – ei vähän kerrallaan tulevien vuosien aikana.

Rakennusalan kehittyessä ja uusien tuotteiden tullessa markkinoille tulee rakentamistapoja muuttaa niin, että aina rakennetaan kullakin hetkellä vähäpäästöisimmällä olemassa olevalla vaihtoehdolla. **PÄÄSTÖVÄHENNYSOIMENPITEIDEN TULEE AINA PERUSTUA OBJEKTIIVISEEN LASKENTAAN, JOSSA OTETAAN HUOMIOON KYSEISEN TUOTTEEN TAI PALVELUN VALMISTAMISEN TODELLINEN PÄÄSTÖ - EI TULEVAISUUDEN SUUNNITELMAT.**

AJAN KANSSA PÄÄSTÖPROFIILIT MUUTTUVAT JA RATKAISUT VÄHÄHIILISYYDEN SAAVUTTAMISEKSI NIIDEN MUKANA. TÄNÄÄN ON HYÖDYNNETTÄVÄ SITÄ RATKAISUA, JOKA VÄHENTÄÄ PÄÄSTÖJÄ TÄNÄÄN.

LAINATUT LÄHTEET

- [1] H.-L. Kangas, P. Sankelo, P. Kautto, E. Ruokamo, D. Lazarevic, M. Mattinen-Yuryev, T. Turunen ja A. Nissinen, "Taloudellisten kannusteiden käyttö vähähiilisen rakentamisen ohjauksessa : TALO-hankkeen loppuraportti," Ympäristöministeriö, Helsinki, 2019.
- [2] Rakennusinsinööriliitto RIL, "ROTI - Rakennetun omaisuuden tila," Helsinki, 2021.
- [3] Motiva oy, "Pitkän aikavälin korjausstrategia 2050," 2020.
- [4] Ympäristöministeriö, "Ilmastovuosikertomus 2020," 2020.
- [5] Rakennusteollisuus RT, "Vähähiilisuuden tiekartta," 2020.
- [6] H. Paavola, "Puurakentamisen ohjelman kehittävä arviointi," 2020.
- [7] Ympäristöministeriö, "Julkisen puurakentamisen tavoitteet," 2020.
- [8] Matti Kuittinen ja Tarja Häkkinen, Kohti vähähiilistä rakentamista - Opas arviointiin ja suunnitteluun, Helsinki: Rakennustieto Oy, 2020.
- [9] Bionova Oy, "Tiekartta rakennuksen elinkaaren hiilijalanjäljen huomioimiseksi rakentamisen ohjauksessa," 2017.
- [10] Helsingin kaupunki, "Kohti hiilineutraalia kaupunkia - millä on väliä?," Helsinki, 2021.
- [11] E. Huttunen, "Vähähiilisen rakentamisen osaaminen ja koulutustarpeet," Ympäristöministeriö, 2019.
- [12] Ympäristöministeriö, "Ilmastoviisasta rakentamista: Miksi Suomi pitää rakentaa puusta?," 2020.
- [13] Ympäristöministeriö, "Rakennusten khk-päästöjen ohjauksen vaikutusten arviointi," 2018.
- [14] Espoon kaupunki, "Puurakentamisen edistämishjelma," Espoo, 2013.
- [15] Puutuoteteollisuus ry, "Puurakentamisen vähähiilisuuden tiekartta," Helsinki, 2020.
- [16] Finnsementti Oy, "Ympäristövuosikertomus," 2020.
- [17] Betoniteollisuus ry, "Betonirakenteiden korjaaminen," 2019.
- [18] Pohjoismaiden tie- ja liikennefoorumi, "Uusio-asfaltti," Erikoismedia Oy, 2012.
- [19] Asfalttitieto.fi, "ASfaltin kierrätys," Asfalttitieto.fi , [Online]. Available: <https://asfalttitieto.fi/asfaltin-poisto-ja-kierratys/asfaltin-kierratys/>.
- [20] Ramboll Oy, "Uusiomaarakentamisen päästölaskenta," Helsinki, 2020.
- [21] Energiateollisuus ry, "Energiateollisuuden vähähiilisyystiekartta," 2020.
- [22] Motiva Oy, "Tiedotteet: Tepsiikö tuuppaus kuluttajiin? Informaatio-ohjaus vähensi sähkönkulutusta lämmityskaudella yli kymmenen prosenttia," Motiva Oy, 4 22 2020. [Online]. Available: https://www.motiva.fi/ajankohtaista/tiedotteet/2020/tepsiiko_tuuppaus_kuluttajiin_informaatioohjaus_vahensi_sahkonkulutusta_lammityskaudella_yli_kymmenen_prosenttia.15681.news. [Haettu 06 04 2021].
- [23] Ympäristöministeriö, "Purkaa vai korjata?," Ympäristöministeriö, Helsinki, 2021.
- [24] FIGBC, "Purkumateriaalien hyödyntäminen kiinteistö- ja rakentamisalalla," FIGBC, 23 03 2021. [Online]. Available: <https://figbc.fi/purkumateriaalien-hyodyntaminen-kiinteisto-ja-rakentamisalalla/>. [Haettu 05 04 2021].
- [25] FIGBC, "KIERTOTALOUSVALMENNUS 2020-HANKKEEN TULOSRAPORTTI," Helsinki, 2020.
- [26] K. Lehtonen, "Purkutyöt - opas tekijöille ja teettäjiille," Valtioneuvosto, Helsinki, 2019.



Miisa Tähkänen

Johtava Asiantuntija

Green Building Council Finland

2021