



TEKNILLINEN TIEDEKUNTA

TULEVAISUUDEN RAKENNUSMATERIAALIT INFRARAKENTAMISESSA

Miikka Markkanen

RAKENNUS- JA YHDYSKUNTATEKNIikka

Diplomityö

Huhtikuu 2022

TIIVISTELMÄ

Tulevaisuuden rakennusmateriaalit infrarakentamisessa

Miikka Markkanen

Oulun yliopisto, Rakennus- ja yhdyskuntatekniikan tutkinto-ohjelma

Diplomityö 2022, 74 s. + 1 liite

Työn ohjaajat yliopistolla: Anne Tuomela, Hanna Rasi-Koskinen

Tässä työssä selvitetään lakiuudistusten ja ilmastopolitiikan vaikutuksia rakennusmateriaaleihin sekä rakennusmateriaalien osuutta rakentamisen hiilijalanjäljestä. Suomessa rakentaminen ja sen materiaalit aiheuttavat jopa 30 % Suomen hiilidioksidipäästöistä. Päästöjen vähentämiseksi pyritään jatkuvasti löytämään uusia keinoja, koska niillä on potentiaalia päästövähennyksiin. Materiaalien päästövähennyspotentiaalin vuoksi niihin kohdistuu erilaisia vaatimuksia ja uudistamistarpeita, joita etsitään jatkuvasti.

Kirjallisuustutkimuksella on selvitetty lainsäädännön tilaa liittyen vähähiilisiin rakennusmateriaaleihin sekä selvitetty miten ja millaisia materiaaleja on tällä hetkellä infrarakentamisessa käytössä. Kirjallisuustutkimuksen lisäksi työssä toteutettiin kyselytutkimus infrarakentamisen uusista materiaaleista ja lainsäädännön vaikutuksista rakentamisen kehitykseen. Tutkimukseen kutsuttiin mukaan alan osaajia eri toimijoista: materiaalitoimittajista, viranomaisista, rakennusliikkeiden asiakkaista, tilaajista ja muista asiantuntijoista. Kyselytutkimuksen tavoitteena oli selvittää osapuolten näkemyksiä tulevista uudistuksista ja niiden vaikutuksista infrarakentamiseen ja rakennusmateriaaleihin, sekä tunnistaa ainakin yksi merkittävä tekijä, jolla on todellista vaikutusta materiaalien kehittämistyössä ja käytön lisäämisessä.

Kyselytutkimuksen vastauksissa nousivat esiin erityisesti toiveet materiaalien sujuvammasta käytöstä, tutkimuksen kehittämisestä sekä säädösten ja ohjeistusten parantaminen. Osapuolet toivoivat uusiomateriaaleille siis sujuvampia lupaprosesseja sekä rakentamista ilman tiukkoja säädöksiä, koska lupaprosessit voivat olla usein aikaa vieviä, ja jolloin rakentaminen voidaan joutua toteuttamaan toisella materiaalilla. Jotta rakentamista voitaisiin saada ympäristöystävällisemmäksi, olisi lainsäädäntöön saatava

muutoksia. Kaikkiaan vastaajat pitivät merkittävimpinä tekijöinä uudistusten osalta koulutuksen ja tutkimuksen kehittämistä, lupakäytäntöjen ja -prosessien suoraviivaistamista ja selkeyttämistä.

Vastaajat ja vastaukset kattavat hyvin rakennusalan eri osapuolia ja voidaan olettaa, että alan näkemys vastaa yleisesti tutkimuksessa saatuja tuloksia. Kyselytutkimuksessa saatuja vastauksia ja tuloksia käytetään ainoastaan tässä työssä. Tulokset ja kysymykset on avattu selkeästi, jotta tutkimus on toistettavissa myöhemmin.

Asiasanat: infrarakentaminen, rakennusmateriaalit, uusiomateriaalit, vähähiilisyys

ABSTRACT

Construction materials of the future in infrastructure construction

Miikka Markkanen

University of Oulu, Degree Programme in Civil Engineering

Master's thesis 2022, 74 pp. + 1 Appendix

Supervisors at the university: Anne Tuomela, Hanna Rasi-Koskinen

In this work, the goal was to investigate the effects of legal reforms and climate policy for construction materials and the construction materials part in the carbon footprint. In Finland, construction and its materials cause up to 30% of carbon dioxide emissions of Finland. New ways to reduce emissions are constantly being sought, as they have the potential to reduce emissions. Due to the emission reduction potential of materials, they face different requirements and needs for renewal, which are constantly being sought.

The literature review has examined the state of legislation related to low-carbon construction materials and how and what kind of materials are currently used in infrastructure construction. In addition to the literature research, there was conducted a survey of new materials in infrastructure construction and the effects of legislation on the development of construction. Experts from various actors in the field: material suppliers, authorities, customers, and other experts were invited to participate in the study. The aim of the survey was to find out the parties' views on future reforms and their impact on infrastructure and construction materials, and to identify at least one significant factor that has a real impact on the development of materials and increasing usage.

The responses to the survey highlighted the desires for the smoother use of materials, the development of research and the improvement of regulations and guidelines. The parties called for smoother permitting processes for recycled materials, as well as construction without strict regulations, as permitting processes can often be time-consuming and construction may have to be carried out with another material. Legislation needs to be changed to make construction more environmentally friendly. Overall, the respondents considered that the most important factors for reform were the development of education and research, streamlining and clarification of permitting practices and processes.

The various parties of the construction industry are covered well by respondents and responses, and it can be assumed that the view of the industry is basically in line with the results of the survey. The answers and results obtained in the survey are used only in this work. The results and questions have been clearly opened so that the study can be repeated later.

Keywords: infrastructure construction, construction materials, recovered materials, low-carbon

ALKUSANAT

Tämä diplomityö on aloitettu syyskuussa 2021 GRK Infra Oyj:n toimeksiannosta. Työn tavoitteena oli selvittää millaisia näkemyksiä eri rakennusalan ammattilaisilla on tulevaisuuden materiaaleista sekä millaiset muutokset ovat heidän mielestään merkittävimpiä. Työssä suoritettiin tutkimuskysely valikoidulle joukolle. Työ on valmistunut huhtikuussa 2022.

Tämän työn ohjaajina ovat toimineet Anne Tuomela ja Hanna Rasi-Koskinen Oulun Yliopistolta sekä Riina Rantsi ja Sune Järvinen GRK Infra Oyj:ltä. Ohjaajat ovat tukeneet hyvin työn tekemisessä ja ovat erinomaisesti ohjanneet työtä oikeaan suuntaan. Haluaisinkin esittää heille suuret kiitokset hyvästä ja johdonmukaisesta ohjauksesta.

Haluan kiittää GRK Infra Oyj:tä työn aiheesta ja joustavuudesta sekä kollegoita, jotka ovat auttaneet matkan varrella. Kiitän myös kaikkia tutkimukseen osallistuneita osapuolia, joiden kattavien ja laadukkaiden vastausten avulla saatiin erinomaisia näkemyksiä aiheesta.

Lopuksi esitän vielä kiitokset läheisilleni ja erityisesti vaimolleni tuesta ja kannustuksesta diplomityön tekemisessä ja opintojen valmiiksi saattamisessa.

Helsinki, 08.04.2022

Miikka Markkanen

Miikka Markkanen

SISÄLLYSLUETTELO

1 JOHDANTO	8
1.1 Työn tausta ja tavoitteet	8
1.2 Työn toteutus ja menetelmät	10
2 LAINSÄÄDÄNTÖ JA OHJAUSKEINOT	11
2.1 Lait ja säädökset	11
2.2 Maankäyttö- ja rakennuslaki	13
2.3 Rakennetun ympäristön toimintaohjelma	13
2.4 Kiertotalouden strateginen ohjelma	14
2.5 Ympäristötavoitteet	16
2.5.1 Tilaajan rooli	17
2.6 Ohjauskeinot	17
3 NYKYPÄIVÄN RAKENNUSMATERIAALIT	18
3.1 Materiaalit	18
3.1.1 Betoni	19
3.1.2 Teräs	19
3.1.3 Puu	20
3.1.4 Asfaltti	20
3.1.5 Uusiomateriaalit	20
3.2 Päästöt	21
3.3 Materiaalien tekniset vaatimukset	22
3.3.1 Kelpoisuuden osoittaminen	23
3.3.2 Standardit	24
3.4 Materiaalien hankinta	25
3.5 Mahdollisuudet	27
3.6 Haasteet	28
4 UUDET MATERIAALIT	29
4.1 Ympäristöystävällisempi betoni	29
4.2 Teräs	30
4.3 Asfaltti	31
4.4 Hiilidioksidin talteenotto	32
4.5 Uusiomateriaalit	32
4.5.1 Betonimurske	33
4.5.2 Vaahtolasimurske	34

4.5.3 Masuunihiekka.....	34
4.5.4 OKTO-murske	35
4.5.5 Kalsiitin rikastushiekka	35
5 KYSELYTUTKIMUS	36
5.1 Kyselytutkimuksen tausta	36
5.2 Kyselytutkimuksen tulokset	37
5.2.1 Materiaalien käyttö, mahdollisuudet ja haasteet.....	37
5.2.2 Uusio- ja ympäristöystävällisempien materiaalien käyttö	49
5.2.3 Laatu ja lupa-asiat.....	55
5.2.4 Vaikutukset hankinnoissa ja kilpailutuksessa.....	58
5.2.5 Uudistamisen merkitys ja mielipiteet tulevaisuudesta.....	60
6 TULOSTEN KÄSITTELY	63
6.1 Toteutuksen arviointi	67
6.2 Johtopäätökset	67
7 YHTEENVETO	69
LÄHDELUETTELO	70

LIITEET:

Liite 1. Tutkimuskysymykset

1 JOHDANTO

1.1 Työn tausta ja tavoitteet

Suomessa rakentaminen aiheuttaa noin 30 % koko maan hiilidioksidipäästöistä sekä rakentamisen energiankulutus 35 % maan kokonaisenergiankulutuksesta (Rakennusinsinööriliitto RIL 2019, s.5). Rakennusalan energiankäyttö ja materiaaleista johtuvat päästöt ovat jatkuvan tarkastelun alaisena, sillä niissä on suuri potentiaali päästövähennyksille. Kansainvälisesti päästöjä pyritään vähentämään erilaisilla sopimuksilla, joista yksi esimerkki on Pariisin ilmastopöytäkirja. Ilmastopöytäkirjan keskeisimpänä vaatimuksena on rajoittaa maapallon keskilämpötilan nousu 1,5 °C (United Nations 2015). Hallitusohjelman mukainen aikataulu hiilineutraaliin yhteiskuntaan siirtymisessä on asetettu vuoteen 2035, ja tavoitteena on olla ensimmäinen fossiilivapaa hyvinvointiyhteiskunta (Ympäristöministeriö 2021a). Näiden tavoitteiden saavuttamiseksi on laadittu erilaisia toimintaohjeita ja muutoksia vaaditaan kaikilta sektoreilta.

Rakentamisessa tulisi siis siirtyä vähähiilisempään toimintaan ja pyrkiä vähentämään rakentamisen sekä rakennusmateriaalien päästöjä. Hallituksen ilmastopolitiikan mukaisesti rakentamisen hiilijalanjäljen pienentäminen ja kiertotalouden edistäminen ovatkin keinoja tavoitteiden saavuttamiseen. Verotuksen painopistettä tullaan myös siirtämään ympäristöhaittojen verotukseen sekä luonnon monimuotoisuuden heikkenemistä pyritään estämään mm. luonnonvarojen kestäväällä käytöllä. (Ympäristöministeriö 2021a)

Rakennusmateriaalien osuutta hiilijalanjälkeen on aiemmin pidetty vähemmän merkittävänä kuin käytön aikaisia päästöjä. Materiaalien tuotannon aiheuttamien päästöjen merkitys kasvaa sitä mukaan, kun tuotannossa käytetään ympäristön uusiutuvia energianlähteitä. Lisäksi kun energiantuotannon päästöjä pyritään vähentämään, korostuu rakennusmateriaalien päästöjen vaikutukset. (Kangas ym. 2019, s.11)

Ympäristöministeriö (Ympäristöministeriö 2021c) on linjannut seuraavat kohdat Maankäyttö- ja rakennuslain päätavoitteiksi:

- Hiilineutraali yhteiskunta
- Luonnon monimuotoisuuden vahvistaminen
- Rakentamisen laadun parantaminen
- Digitalisaation edistäminen.

Tämän työn merkittävimpana taustatekijänä toimii rakentamisen hiilijalanjäljen suuruus ja tarve pienentää sitä. Taustalla toimii tulevat lakiuudistukset ja ympäristötavoitteet, jotka vaikuttavat rakennusalaan. Uudistuksilla tarkoitetaan tässä tapauksessa päivittymässä olevaa Maankäyttö- ja rakennuslakia ja valtion tavoitteita siirtyä hiilineutraaliin yhteiskuntaan sekä näiden vaikutuksia rakennusalan muutoksiin.

Tässä työssä tarkasteltiin tulevaisuuden materiaaleina jo olemassa olevia sekä uusia kehitteillä olevia materiaaleja, jotka vastaavat tuleviin päästötavoitteisiin ja vähähiilisyyteen. Infrarakentamisen merkittävimminä materiaaleina tarkasteltiin betonia, terästä, puuta, asfalttia, kiviaineksia sekä erilaisia kierrätys- ja uusiomateriaaleja. Työssä tarkasteltiin näitä materiaaleja itsessään, sekä niiden kehittämistä vähähiiliseksi. Myös mahdollisia uusia korvaavia materiaaleja tarkasteltiin. Tavoitteena oli selvittää millaisia vaikutuksia materiaaleihin ja niiden käyttöön on tulossa tulevaisuudessa eri uudistusten myötä.

Tässä työssä suoritettavan haastattelututkimuksen tuloksena odotettiin saatavan kattava mielipide aiheesta alalla toimivilta henkilöiltä sekä löytyvän yhteisiä näkemyksiä tulevaisuudesta. Tavoitteena oli selvittää, millaisia muutoksia infrarakentamisen materiaaleihin on tulevaisuudessa tulossa, sekä kuinka näihin muutoksiin voitaisiin reagoida. Odotus oli myös tunnistaa kaikkein merkittävimmät tekijät, jotka vaikuttavat infran rakennusmateriaaleihin. Tavoitteena oli löytää vähintään yksi yhteinen tekijä, jolla on todella merkitystä.

1.2 Työn toteutus ja menetelmät

Työ tehtiin kirjallisuus- ja haastattelututkimuksena. Kirjallisuustutkimuksessa tutkittiin materiaalien käyttöön kohdistuvaa lainsäädäntöä sekä ohjeistuksia, sekä nykyisten käytössä olevien inframateriaalien ja uusien materiaalien ominaisuuksia ja mahdollisuuksia. Haastattelututkimus toteutettiin laadullisena tutkimuksena, jossa tutkimusasetelmana on vertaileva tutkimus. Vertailevan tutkimuksen tavoitteena oli löytää yhteneväisyyksiä ja eroavaisuuksia vastaajien välillä, sekä tunnistaa merkittävimpiä tekijöitä aiheesta. Vastaajajoukkona on harkiten valittu otanta rakennusalan ammattilaisista.

Kysely laadittiin syksyllä 2021 ja toteutettiin marraskuun 2021 aikana rakennusalan eri osapuolten kesken. Kyselyyn valikoitiin erityisesti infrarakentamisen, sen materiaalien ja ympäristöasioiden parissa toimivia osapuolia. Kyselyyn valikoitui eri asiantuntijoita, asiakkaita, materiaalin toimittajia sekä viranomaisia.

2 LAINSÄÄDÄNTÖ JA OHJAUSKEINOT

Rakennusmateriaalien päästöjen sääntelyyn vaikutetaan monilla tasoilla ja sääntely on sekä kansallista että kansainvälistä. Sääntely on osittain EU-tasoista ja määräysten mukaisuutta valvoo rakennusvalvontaviranomaiset. Päästöihin vaikutetaan kestävässä julkisissa hankinnoissa, rahoitusohjauksessa sekä vapaaehtoisella pohjalla olevassa ympäristöluokituksessa kaupallisessa rakentamisessa (Hakaste ja Kuittinen 2017, s.15).

Rakennusmateriaalien päästöjen sääntelemiseksi ja ohjaamiseksi on oltava tietoa mistä päästöt koostuvat, sekä on oltava yhteiset menetelmät ja laskentatavat niiden määrittämiseksi. Hakasteen ja Kuittisen (2017, s.15) mukaan rakennusmateriaalien päästötietoja on saatavilla tuotetasolla kuten ympäristöselosteista ja yleistasolla tietokannoista. Näiden päästötietojen määritykset perustuvat eurooppalaisiin standardeihin.

2.1 Lait ja säädökset

Euroopan tasolla rakennusmateriaalien CO₂-päästösääntely muodostuu velvoittavasta sääntelystä sekä tämän mahdollistavista vaatimuksesta ja viitteistä esimerkiksi rakennustuoteasetuksessa. Standardit toimivat pääosin eurooppalaisen ohjauksen perustana ja ohjaus on informaatio-ohjausta. Ainoaksi velvoittavaksi ohjausjärjestelmäksi muodostuu päästökauppa ja päästökauppalaki. Päästökauppalaki (311/2011) velvoittaa tietyn kokoluokan ylittäviä tuotantolaitoksia sääntelemään päästöjään tietyn kiintiön puitteissa tai ne voivat myös hankkia päästöoikeuksia markkinoilta. Lain piiriin kuuluvia tuotantolaitoksia ovat laitokset, joissa valmistetaan mm. terästä, rautaa, sementtiä, kalkkia, puumassaa tai alumiinia.

Toiminnanharjoittajan on päästökauppalain (311/2011 §7) ja lain päästökauppalain muuttamisesta (291/2019 §7) mukaan haettava laitokselle päästölupa sekä hyväksyntä kasvihuonepäästöjen tarkkailusuunnitelmalle. Laitoksen päästöjä on tarkkailtava ja niistä on annettava vuotuinen selvitys sekä mahdollisista muutoksista on ilmoitettava päästökauppaviranomaiselle.

Rakennusmateriaaleille kohdistuvia rajoituksia säätelee osaltaan myös ilmastolaki (609/2015). Ilmastolain ja sen mukaisen ilmastopolitiikan suunnittelujärjestelmän tavoitteena on ”varmistaa osaltaan Suomea sitovista sopimuksista sekä Euroopan unionin lainsäädännöstä johtuvien kasvihuonekaasujen vähentämistä ja seurantaa koskevien velvoitteiden täytyminen” sekä ”vähentää ihmisen aiheuttamia kasvihuonekaasupäästöjä ilmakehään, kansallisin toimin osaltaan hillitä ilmastonmuutosta ja sopeutua siihen” (Ilmastolaki 609/2015 §1).

Ilmastopolitiikan suunnittelujärjestelmässä määriteltiin tavoitteeksi varmistaa kasvihuonepäästöjen vähenemisen vuodesta 1990 vuoteen 2050 vähintään 80 % (Ilmastolaki 609/2015 §6). Ilmastolain (609/2015) jälkeen on voimaan tullut Pariisin ilmastopöytäkirja, jossa määriteltiin entistä tiukempia toimenpiteitä ilmaston lämpenemisen estämiseksi. Suomi ja muut EU-maat hyväksyivät ilmastopöytäkirjan, jossa määriteltiin jokaisen tekevän osansa keskilämpötilan nousemisen estämiseksi. Pitkän aikavälin tavoitteeksi asetettiin, että EU saavuttaa hiilineutraaliuden vuoteen 2050 mennessä. Tätä tavoitetta on kuitenkin tiukennettu, kun Suomen hallitus päätti 2019 tavoitella hiilineutraaliutta 2035 mennessä. Tämän tavoitteen saavuttaminen vaatii nykyisen ilmastolain muuttamista. (Eduskunta 2022)

Hallituksen ilmastopolitiikan mukaisesti rakentamisen hiilijalanjäljen pienentäminen ja kiertotalouden edistäminen ovatkin keinoja tämän tavoitteen saavuttamiseen. Vaikutuksia saadaan myös verotuksella, jonka painopistettä tullaan siirtämään mm. ympäristöhaittojen verotukseen. Verotuksella pyritään myös estämään luonnon monimuotoisuuden heikkenemistä luonnonvarojen kestäväällä käytöllä. (Ympäristöministeriö 2021c)

2.2 Maankäyttö- ja rakennuslaki

Maankäyttö- ja rakennuslaki on laki, joka käsittelee rakentamista sekä alueiden käyttöä. Sen tavoitteena on mm. järjestellä alueiden käyttöä ja rakentamista, niin että voidaan saavuttaa edellytykset hyvälle elinympäristölle, edistää kestävästä kehitystä ekologisesti, taloudellisesti, sosiaalisesti ja kulttuurillisesti sekä turvata suunnittelun laatua ja monipuolista asiantuntemusta. Lain toimivuutta seurataan, jotta varmistutaan sen vastaavan toimintaympäristön muutoksia. Laki sisältää säännöksiä muun muassa kuntien rakennusjärjestyksestä, rakentamisen luvista ja yleisistä vaatimuksista. (Ympäristöministeriö 2021b)

Maankäyttö- ja rakennuslaki on uudistumassa. Ympäristöministeriön mukaan uudistuksen päätavoitteita ovat luonnon monimuotoisuuden vahvistaminen, rakentamisen laadun parantaminen, hiilineutraali yhteiskunta sekä digitalisaation edistäminen (Ympäristöministeriö 2021c). Lisäksi uudistuksessa huomioitavia asioita ovat mm. alueiden kestävä kehitys, siirtyminen puhtaaseen energiaan, ilmastonmuutoksen vaikutukset, laatu ja vastuut, viranomaisohjaus sekä yhteensopivuus lainsäädännön ja kansainvälisten sitoumusten kanssa. Yhteensopivuus eri lakien ja sitoumusten kanssa vaatii selkeyttämistä, sillä esimerkiksi EU:n lainsäädäntö vaikuttaa merkittävästi energiatehokkuuden ohjaukseen ja rakennustuotteiden kelpoisuuden osoittamiseen sekä kansainvälisistä sitoumuksista vaikutuksia tuo Pariisin ilmastopöytäkirja (Valtioneuvosto 2021).

2.3 Rakennetun ympäristön toimintaohjelma

FIGBC eli Green Building Council Finland on julkaissut marraskuussa 2021 Hiilineutraalin rakennetun ympäristön toimintaohjelman. Toimintaohjelmassa on kolme eri osa-alueita, koko alan tavoite eli Hiilineutraali rakennettu ympäristö 2035, alan ulkopuolelta tulevat vaikutukset päästöihin sekä toimijakohtaiset toimenpidetaulut. Alan tavoitteissa käsitellään tavoitteita energian käytölle, rakennusmateriaalien ja työmaatoimintojen päästöille. Ulkopuolisissa vaikutuksissa käsitellään puolestaan eri muutosten positiivisia ja negatiivisia vaikutuksia päästöihin. Viimeisessä osiossa on määritelty toimenpiteitä eri toimijaryhmille.

Systeemin muutoksen askeleet kohti hiilineutraaliutta on laadittu portaittain, jakautuen vuosiin 2023, 2025, 2030 ja 2035 mennessä. Materiaalien ja rakennustuotteiden osalta on laadittu tavoitteiksi vuoteen 2023 tuotantolaitosten päästövähennyssuunnitelmat, suuripäästöisten tuotteiden EPD:t, *Environmental Product Declarations* eli ympäristöselosteet, sekä kierrätyksen ja kiertotalouden mahdollisuudet. Vuoteen 2025 tuotantolaitosten on vähennettävä fossiilisen energian käyttöä, EPD:t on laadittava 40 % tuotteista ja 20 % tuotteista on oltava kierrätettäviä. Vuonna 2030 uusiutuvan energian saanti varmistetaan pitkäaikaisilla sähkönostosopimuksilla sekä EPD:t tulee löytyä 70 % tuotteista ja 50 % tulee olla kierrätettäviä. Vuoteen 2035 mennessä EPD:t tulee löytyä kaikista tuotteista, 75 % tuotteista tulee olla kierrätettäviä ja fossiilisten polttoaineiden käyttö tulee olla päättynyt. (Tähkänen ja Tähtinen 2021a, s.6–7)

Kiinteistö- ja rakennusalan toimijat tuottavat noin kolmasosan koko Suomen päästöistä ja näistä neljäsosa syntyy työmaan toiminnoista, kuljetuksista sekä rakennusmateriaaleista. On siis merkityksellistä, mitä ja millaisia materiaaleja rakentamisessa käytetään. Rakennusmateriaalien päästöjen pienentäminen on mahdollista ja hyvä liiketoimintamahdollisuus sekä alan edelläkävijät näyttävät jo kehityksen suuntaa. Vetypelkistetty teräs on jo käyttöön otettavissa ja hiilen talteenotto kehittyä. Kehitystyötä on edistettävä, mikäli halutaan saavuttaa hiilineutraalius vuonna 2035. Tämä vaatii toimintaohjelman mukaisesti materiaalien valmistuksen päästöjen vähentämistä 50 %:lla nykyisestä. Tavoitteet on asetettu portaittaisesti. Materiaalisidonnaisten päästöjen vähennyksiä on tehtävä 25 % vuoteen 2025, 40 % vuoteen 2030 ja 50 % vuoteen 2035 mennessä. (Tähkänen ja Tähtinen 2021a, s.6–7)

2.4 Kiertotalouden strateginen ohjelma

Vuonna 2021 valtioneuvosto teki periaatepäätöksen kiertotalouden strategisen ohjelmasta, jonka tavoitteena on luoda talouden uusi perusta vuoteen 2035 mennessä. Ohjelman visiona on hiilineutraali kiertotalousyhteiskunta, joka on menestyvän talouden perusta ja sen pääperiaatteita ovat seuraavat:

- ”Kestävät tuotteet ja palvelut ovat talouden valtavirtaa ja jakamistalous arkipäivää
- Valintamme ovat tulevaisuuskestäviä ja vahvistavat reilua hyvinvointiyhteiskuntaa

- Vähemmällä enemmän: luonnonvarojen käyttö on kestävä ja materiaalit pysyvät kiertossa pidempään ja turvallisesti
- Kiertotalouden läpimurto on tehty innovaatioiden, digitaalisten ratkaisujen, fiksun sääntelyn sekä vastuullisten sijoittajien, yritysten ja kuluttajien avulla
- Kiertotalous-Suomi on vahva vaikuttaja maailmalla ja kestävien ratkaisujen tarjoaja kansainvälisillä markkinoilla.” (Ympäristöministeriö 2021e, s.2–3)

Näiden saavuttamiseksi ohjelmassa on laadittu askelmerkit ja niiden tavoittaminen edellytetään luonnonvarojen kestävä ja tehokasta käyttöä. Uusiutuvien luonnonvarojen kestävä käyttö on kasvettava niin, ettei kotimaan pääraaka-aineiden kulutus ylitä vuoden 2015 kulutusta vuonna 2035. Myös uusiutumattomien luonnonvarojen kulutuksen on vähennyttävä. Lisäksi resurssien tuottavuuden ja materiaalien kiertotalousasteen on kaksinkertaistettava vuoteen 2035 mennessä. (Ympäristöministeriö 2021e, s.3)

Kiertotalousohjelma kutsuu kaikki toimijat yksityishenkilöistä yrityksiin ja päättäjiin osallistumaan, kehittämään ja kokeilemaan sekä vaatimaan ja toteuttamaan konkreettisesti hiilineutraaliutta edistäviä tapoja ja toimia kiertotalousyhteiskunnassa. Ohjelma painottaa kiertotalouden nostamista elinkeinopolitiikan painopisteeksi. Jotta voidaan siirtyä reilusti kiertotalousyhteiskuntaan, on siirtymävaiheessa kiinnitettävä erityistä huomiota oikeudenmukaisuuteen ja vaikutusmahdollisuuksien lisäämiseen. Lisäksi talouden sosiaalista kestävyyttä on edistettävä ja ennakoitava mahdollisia positiivisia ja negatiivisia vaikutuksia rakentamiseen. (Ympäristöministeriö 2021e)

Julkisella sektorilla on mahdollisuus vaikuttaa vähähiilisiin ja kiertotalousratkaisuihin julkisissa hankinnoissa. Tavoitteiden saavuttamiseksi voidaan ostovoimaa keskittää enemmän pienemmän ympäristövaikutuksen omaavien tuotteiden tai palveluiden hankkimiseen. Julkinen sektori voi myös luoda uusia markkinamahdollisuuksia hankkiessaan energia- ja resurssitehokkaita ratkaisuja. Kiertotalouden kannustimina toimivat mm. taloudelliset kannusteet, TKI- ja ekosysteemitöiminnan rahoitus, vähähiilisten ratkaisujen lisääminen rakentamisessa ja hankinnoissa sekä rahoituksen vaikuttavuuden parantaminen. (Ympäristöministeriö 2021e)

Taloudellisissa kannustimissa arvioidaan kestävän verotuksen tiekartan valmistelua. Se huomioi mm. maa-ainesveron alentamista ja mahdollisten veromallien vaikutuksia kiertotalouden edistämiseksi. Selvityksessä arvioidaan myös verorakenteen vaikutuksia vähähiiliselle rakentamiselle DNSH-, eli ”do not significant harm”-näkökulmasta. Lisäksi taloudellisissa vaikutuksissa on jatkuva selvitys rakennuskohteiden CO₂-päästöjen vähentämisestä hinnoittelun avulla. (Ympäristöministeriö 2021e)

Kiertotalouden kannustamiseksi rahoitusta kohdistetaan mm. vähähiilisiin ja luonnonvaroja säästäviin tuotanto- ja materiaaliteknologioihin teollisuuden puolella. Myös sivuvirtojen hyödyntämistä sekä kierrätystä ja uudelleenkäyttöä tuetaan. Kiertotalouden tutkimuksessa vahvistetaan osaamista ja alan veturiyritysten rahoitusta sekä vauhditetaan hiilineutraalius- ja kiertotalousekosysteemejä kehittämis- ja innovaatiotoiminnalla. (Ympäristöministeriö 2021e)

Vähähiilisiä kiertotalousratkaisuja on tarkoitus lisätä julkisen sektorin rakentamisessa sekä energia- ja infrahankkeissa. Kiertotaloutta tukevat vähähiiliset rakentamisen kriteerit lisätään hankintakriteereihin infrarakentamisessa vuonna 2023. Lisäksi rahoituksen vaikuttavuutta parannetaan edistämällä kiertotalouden tavoitteita julkisella rahoituksella ja taksonomian hyödyntämistä kiertotaloushankkeiden tukemisessa arvioidaan. Tavoitteita on myös rakennusten käyttöön pidentäminen sekä parempi purkumateriaalien hyödyntäminen. (Ympäristöministeriö 2021e)

2.5 Ympäristötavoitteet

Merkittävin ympäristötavoite Suomella on olla hiilineutraali vuoteen 2035 mennessä, sekä tämän lisäksi olla ensimmäinen fossiilivapaa yhteiskunta. Näiden tavoitteiden tueksi on laadittu toimintaohjeita sekä vaaditaan muutoksia kaikilla sektoreilla. Hallituksen ilmastopolitiikan mukaan rakentamisen hiilijalanjälkeä on pienennettävä sekä kiertotaloutta edistettävä, jotta tavoitteet voidaan saavuttaa. Rakentamisessa tulisikin toimintaa kehittää kohti vähähiilisyyttä sekä pyrkiä vähentämään päästöjä rakentamisessa ja rakennusmateriaalien valmistamisessa. (Ympäristöministeriö 2021a)

Kaupungit ja kunnat määrittelevät ilmastotavoitteita sekä toimivat edistäjinä ja toteuttajina kiertotaloudelle ja uusiomateriaalirakentamiselle. Kaupungit määrittävät tavoitteita kaupungin strategioissa sekä yksittäisissä hankkeissa. Nämä strategiat ovat

yleisesti esim. valtuuston hyväksymiä, joten niillä on laaja poliittinen hyväksyntä. Strategiset tavoitteet ovat yleisesti esitetty esimerkiksi kaupunkien tiekartoissa, ilmasto-ohjelmissa ja kaupungit voivat määrittää toimintatapoja mm. uusiomateriaalien käsittelyyn. (Forsman ym. 2020, s.11)

2.5.1 Tilaajan rooli

Infrarakentamisessa tilaajana toimii usein esimerkiksi kaupunki, kunta tai valtio. Uusiomateriaalien osalta tilaaja voi määrittää toimintatavat ja tavat, joilla ohjataan eri toimijoita rakentamisessa ja suunnittelussa. Käytännössä tilaaja voi tuoda tahtotilansa esille suunnittelussa ja urakka-asiakirjoissa. Tilaaja voi myös hankinta-asiakirjoissa määrittää eri ratkaisujen huomioimisen sekä mahdollistaa niiden käytön rakentamisessa. Jotta voitaisiin edistää uusiomateriaalien käyttöä, olisi hyödyllistä asettaa eri kaupunkien ja kuntien vaatimukset ja ohjeistukset samaan linjaan keskenään.

Yhtenäiseksi olisi hyvä asettaa myös erilaiset rajaukset ja ympäristöluvutukset. Jos näissä linjauksissa on eroavaisuuksia kaupunkien tai kuntien välillä, voi se aiheuttaa epätietoisuutta, ristiriitaisuutta ja haasteita materiaalien käyttämiselle. (Forsman ym. 2020, s.11)

2.6 Ohjauskeinot

Rakentamisen päästöjä ohjataan julkisen vallan ja markkinamekanismien kautta. Rakennusmateriaalien päästöjen pienentämiseksi on muutamat Euroopan maat jo säätäneet lakeja niiden sääntelyä varten. Osassa maissa on käytössä lainsäädännöllisiä ohjauskeinoja ja osassa maita käytetään vapaaehtoisia ohjauskeinoja. Ohjauskeinoina käytetään velvoittavaa sääntelyä, informaatio- ja talousohjausta sekä markkinamekanismeja. Markkinamekanismit ohjaavat rakentamista kestävän rakentamisen kysynnällä sekä tuotannonohjauksen panos-tuotos-tehokkuus optimoinnilla. Käytännössä tehokkaimpana ohjauskeinona käytetään kustannusohjausta. (Hakaste & Kuittinen 2017, s.25) Kustannusohjaukseen vaikuttaa myös hallitusohjelma, jonka mukaan verotuksen painopistettä tullaan siirtämään ympäristöhaittojen verotukseen (Ympäristöministeriö 2021c).

3 NYKYPÄIVÄN RAKENNUSMATERIAALIT

Tässä osa-alueessa tarkastellaan infrarakentamisen keskeisimpiä materiaaleja. Tutkimus keskittyy betoniin, teräkseen, puuhun, asfalttiin, kiviaineksiin sekä erilaisiin uusiomateriaaleihin.

3.1 Materiaalit

Rakentamisessa käytetään tonnimääräisesti eniten sementtiä, betonia, terästä, puuta, asfalttia sekä maa- ja kiviaineksiä. Näistä teräksen yksikköpäästöt ovat suuruusluokaltaan tuhansia hiilidioksidiekvivalenttikiloja (CO₂e-kilo) tuotetonnia kohden. Sementin ja betonin päästöt ovat puolestaan satoja CO₂e-kiloja / tuotetonni sekä kiviaineksin ja asfaltin päästöt ainoastaan kymmeniä CO₂e-kiloja / tuotetonni. (Rakennusteollisuus 2020, s.11–13) Yksikköpäästöjen suuruusluokkia on esitetty alla olevassa taulukossa 1.

Taulukko 1. Materiaalien vuosikäytön ja yksikköpäästöjen suuruusluokkia. (mukailten Rakennusteollisuus 2020, s.12–13)

Materiaali	Vuosikäytön suuruusluokka (tn)	Yksikköpäästön suuruusluokka (CO ₂ e/tn)
Sementti	2 000 000	Satoja kg
Betoni	< 10 000 000	Satoja kg
Teräs	< 1 000 000	Satoja/tuhansia kg
Puupohjaiset materiaalit	> 1 000 000	Kymmeniä/satoja kg
Kivi- ja maa-ainekset	> 100 000 000	Kymmeniä kg
Asfaltti	< 10 000 000	Tuhansia kg

Käyttömääriä ja yksikköpäästöjä tarkasteltaessa voidaan havaita, että merkittävimmät päästöt rakennusmateriaaleista syntyvät betonin ja teräksen käytöstä. Muita merkittäviä päästöjä syntyy mm. kivi- ja maa-aineksista, asfaltista sekä muista infrarakentamisen materiaaleista. (Rakennusteollisuus 2020, s.11–13) Rakennusmateriaalien päästöt syntyvät niiden tuotanto- ja jalostusprosesseissa. Iso osa materiaaleihin kohdistuvista päästöistä syntyy tuotannossa käytettävästä energiasta.

3.1.1 Betoni

Betonia käytetään rakennusmateriaalina maailmassa eniten ja sen ympäristövaikutuksilla on tällöin myös suuri merkitys. Betonia valmistetaan noin 13 mrd. m³ vuosittain. Betoni koostuu sementistä, kiviaineksesta ja vedestä. Sementti on betonin tärkein raaka-aine ja sementin raaka-aineena toimii enimmäkseen kalkkikivi. Sementin valmistuksessa mineraalien sulaessa kalkkikivestä vapautuu huomattava määrä hiilidioksidia. Tässä prosessissa syntyy kaliumsilikaateista muodostuvia ns. klinkkerimateriaaleja. Sementin valmistus kuluttaa runsaasti energiaa sekä hiilidioksidipäästöt ovat suuria, Suomessa vuosittain noin 1 milj. tonnia. (Betoniteollisuus ry 2021a) Maailmanlaajuisesti sementinvalmistus aiheuttaa noin 2,4 mrd. tonnia CO₂ -päästöjä (Climate-KIC 2018, s. 146).

Sementin ja betonin valmistuksesta aiheutuvia päästöjä on kuitenkin viime vuosina pienennetty. Hiilidioksidipäästöjä on vähennetty korvaamalla sementtiä erilaisilla seosaineilla, joita saadaan esimerkiksi teollisuuden sivutuotteista. (Betoniteollisuus ry 2021a)

3.1.2 Teräs

Terästeollisuus on sementtiteollisuuden lisäksi ovat suurimpia teollisuuden päästötuottajia. Terästeollisuus itsessään aiheuttaa 6 % koko maailman hiilidioksidipäästöistä. (Müller ym. 2021 s. 1) Terästä valmistetaan maailmanlaajuisesti noin 1,6 mrd. tonnia vuosittain. 750 milj. tonnia eli noin puolet valmistetuista teräksistä kohdistuu rakennuslalle, ja määrän odotetaan kasvavan lähes puolella vuoteen 2100 mennessä. Valmistettavasta teräksestä noin kolmannes valmistetaan kierrätysteräksestä, jolloin säästetään uusiutumattomia luonnonvaroja ja energiaa. Päästöjen pienentämiseksi on terästuotannolla haasteita, koska tuotannon pitäisi pystyä vastaamaan kasvavaan tarpeeseen. (Climate-KIC 2018, s. 54–60)

3.1.3 Puu

Puuteollisuudessa käytettiin Suomessa vuonna 2020 noin 67 milj. m³ raakapuuta ja tästä 24,7 milj. m³ käytettiin sahateollisuudessa. Maailmassa raakapuun tuotanto oli puolestaan 3914 milj. m³, josta sahatavaran tuotantomäärä oli 472 milj. m³. (Vaahtera ym. 2021 s.127, 191)

Puurakentamisen tuotteiden päästöt aiheutuvat suurimmilta osin energiankulutuksesta, kemikaaleista ja kuljetusmatkoista. Puurakentamisen tuotteita ei voi itsessään juurikaan muuttaa ympäristöystävällisemmiksi, kuin ainoastaan tuotannossa käytettävien fossiilisten polttoaineiden luopumisella. Jos nämä päästöt saataisiin lähelle nollaa, olisi puurakenteidenkin hiilijalanjälki nollan tuntumassa. (Tähkänen ja Tähtinen 2021b) Puumateriaalien päästöjen syntyessä pääsääntöisesti tuotannon energiankulutuksesta ja kuljetuksista, jätetään puutuotteiden huomioiminen tässä työssä pois.

3.1.4 Asfaltti

Asfaltin tuotanto on Suomessa viime vuosina ollut noin 4,5–6,4 milj. tonnia/vuosi (Rakennusteollisuus 2019). Sen valmistaminen aiheuttaa tyypillisesti 48 kg hiilidioksidipäästöjä tonnia kohden, kun ei huomioida kierrätysasfalttia. Näistä bitumin osuus on 52 % ja kiviaineksen 6 %, loput syntyvät kuljetuksista, levityksestä ja polttoaineista. (PANK RY 2017)

Asfaltoinnissa olisi mahdollista hyödyntää erilaisia päästövähennyskeinoja, mutta liian tiukan hintakilpailun vallitessa, vähähiilisten kalliimpien ratkaisujen käyttö ei toteudu. Urakka-asiakirjoissa ja hankinnoissa tulisivatkin sisällyttää vaatimuksia vähähiilisistä ratkaisuista. (Rakennusteollisuus 2020, s.31)

3.1.5 Uusiomateriaalit

Uusiomateriaaleiksi tai UUMA-materiaaleiksi kutsutaan materiaaleja, joita voidaan uudelleen käyttää ensisijaisen käyttötarkoituksen jälkeen jalostettuina tai sellaisenaan. Näiden materiaalien käyttö vähentää neitseellisten luonnonvarojen käyttöä ja edistää materiaalitehokkuutta. Materiaaleja syntyy myös teollisissa prosesseissa jätteinä tai sivutuotteina. Maarakentamisessa käytettäviä uusiomateriaaleja, jotka korvaavat kiviaineksia, syntyy mm. rakennus-, metalli-, kaivos- ja metsäteollisuudesta, jätteenpoltosta, energiantuotannosta sekä tuottajavastuukeräyksestä. Näitä syntyviä

materiaaleja ovat mm. betoni- ja tiilimurskeet, asfalttirouheet ja -murskeet, erilaiset kuonat ja tuhkat, rengasrouheet ja -murskeet sekä kaivumaat ja puretut maarakenteet. Edellä mainitut materiaalit soveltuvat rakentamiseen sellaisenaan tai osakomponentteina neitseellisten maa- ja kiviainesten kanssa. Uusiokäytettävien materiaalien käytön ympäristökriteerit ja tuotetestaustavat vaihtelevat. Uusiokäyttöä voidaan myös monia muita materiaaleja, mitkä vaativat lisäksi erillisen tapauskohtaisen hyväksynnän. (Forsman ym. 2020, s.7–8)

Uusiomateriaalien käyttöä voidaan edistää tilaajan toimesta selvittämällä niiden saatavuutta ja mahdollisuuksia materiaalien käyttämiselle. Materiaalien käytölle on asetettu myös tiettyjä edellytyksiä. Ne eivät mm. saa vaikeuttaa liiaksi rakenteen aukikaivua ja kunnossapitoa, käytön on oltava kestävä, niiden on vähennettävä päästöjä sekä käytöllä on saavutettava etua hankkeelle tai kaupungille ja lisäksi yhteiskunnan on saavutettava hyötyä luonnonmateriaalien tai energian säästönä. (Forsman ym. 2020, s.46–47)

3.2 Päästöt

Rakennetun ympäristön elinkaaren hiilijalanjälki on vuonna 2018 ollut 4 085 kt CO_{2e}, kun jätetään käyttövaiheen energiankulutus pois laskennasta. Infrarakentamisen osuus tästä on ollut 1 402 kt CO_{2e} ja infrarakentamisen materiaalien osuus 648 kt CO_{2e}. Kun tähän mukaan huomioidaan rakennusten käyttövaiheen energiankulutuksesta aiheutuvat päästöt, on rakentamisen osuus Suomen kokonaispäästöistä 30 %. Rakennusmateriaalit aiheuttavat puolestaan noin 5 % kokonaispäästöistä ja infrarakentamisen materiaalipäästöt reilun prosentin verran Suomen kokonaispäästöistä. (Rakennusteollisuus 2020, s.7–9)

Energiatehokkuuden lisääminen ja uusiutuvan energian käyttö ovat keskeisimpiä keinoja vähentämään materiaalipäästöjä. Suurin osa materiaaleista on EU:n päästökaupan vaikutuksen alaisena ja se vaikuttaa materiaalien päästöihin sekä rakennusmateriaalien valmistukseen.

Päästöihin voidaan myös vaikuttaa kierrätyksellä, mutta sen vaikutukset vaihtelevat paljolti materiaalin mukaan. Metallien kierrätyksellä voidaan saavuttaa hyviä ilmastovaikutuksia, sillä sen valmistuksessa tarvitaan paljon energiaa. Betonin kierrätys puolestaan sitoo hiiltä karbonatisoitumisen kautta ja täten tuo positiivisia vaikutuksia ilmastolle. (Rakennusteollisuus 2020, s.11–13)

Kiertotaloudessa merkityksellisiä osa-alueita ovat materiaalien kierrätys, hukan minimointi sekä erilaiset kiertotalouden ratkaisut. Näiden kaikkien yhdistelmä on merkittävässä roolissa rakentamisesta ja rakennusmateriaaleista aiheutuvien päästöjen vähentämisessä. (Climate-KIC 2018, s.148)

3.3 Materiaalien tekniset vaatimukset

Rakennusmateriaaleille kohdistuu paljon teknisiä vaatimuksia, joita on esitetty mm. infrarakentamisen yleisissä laatuvaatimuksissa, InfraRYL:ssä. Käytölle kohdistuvia teknisiä vaatimuksia on esitetty myös Väyläviraston ohjeissa ja hankekohtaisissa vaatimuksissa. Materiaaleista on pystyttävä esittämään niiden kelpoisuus esimerkiksi CE-merkinnällä tai eurooppalaisella teknisellä hyväksynnällä ETA:lla, *European Technical Approval*. Näissä ohjeissa noudatetaan laadittuja standardeja, jotka on luotu yhtenäistämään käytössä olevia pelisääntöjä.

InfraRYL:n mukaan uusiomateriaaleja voidaan käyttää korvaamaan luonnon kiviaineksia. Suomessa käyttöhistorian omaavat ja standardin EN 13242 piiriin kuuluvat materiaalit voidaan CE-merkitä ja tällöin niitä voidaan käyttää luonnonkiviainesten tavoin maarakentamisessa. Standardi EN 13242 käsittelee maa- ja vesirakentamisessa ja tierakenteissa käytettäviä sitomattomia ja hydraulisesti sidottuja kiviaineksia. CE-merkinnän lisäksi on myös huomioitava, että materiaalit täyttävät tekniset- ja ympäristökelpoisuusvaatimukset kohteessa. Uusiomateriaaleilta yleensä edellytetään materiaali- ja rakennekohtaisia laatu- tai ennakkokokeita, jos niillä ei ole riittävää käyttöhistoriaa, jolla voidaan todeta materiaalin kelpoisuus. Laatuvaatimukset ovat uusiomateriaaleilla soveltuvin osin samat, kuin luonnon kiviaineksilla. InfraRYL:ssä on määritelty, että uusiomateriaaleja voidaan käyttää korvaamaan mm. suodatinkerroksen (21110.1), jakavan kerroksen (21210.1) ja sitomattoman kantavan kerroksen (21310.1) kiviaineksia. Lisäksi uusiomateriaaleja voidaan käyttää maapenkereiden (18111.1) materiaalina. (Rakennustieto 2021)

Uusiomateriaalien on teknisten vaatimusten lisäksi täytettävä lainsäädännössä tai ympäristöluvuissa vaaditut ympäristökelpoisuudet. Tietyt materiaalit voidaan kuitenkin vapauttaa ympäristölupavelvollisuudesta valtioneuvoston asetuksilla mm. VNa 591/2006 (Valtioneuvoston asetus eräiden jätteiden hyödyntämisestä maarakentamisessa 591/2006) ja antaa määräyksiä esim. ilmoitusvelvollisuudesta. Osa terästeollisuudesta syntyvistä kuonista on vapautettu ympäristöluvan tai VNa 591/2006 mukaisen ilmoitusmenettelyn piiristä. (Rakennustieto 2021)

Uusiomateriaaleja käytettäessä kuormitetuissa maarakenteissa, on niiden pitkäaikaiskestävyys osoitettava esimerkiksi toteutuneilla kohteilla tai ennakkoon tehdyillä laboratorio- ja kenttäkokeilla. Näiden lisäksi on hankittava käytön kokemusta pienillä kokeilukohteilla. Jos rakenteessa on puolestaan korroosioalttiita rakenteita, tulee varmistua, etteivät uusiomateriaalit aiheuta korroosioriskiä tai muita vaurioita. (Rakennustieto 2021)

Väyläviraston ohjeiden mukaan uusiomateriaalien käyttö vaatii erillisen yleisen tai hankekohtaisen uusiomateriaalihyväksynnän. Tässä hyväksynnässä tilaaja arvioi materiaalin teknistä soveltuvuutta ja toimivuutta sekä materiaalin käytön ohjeita. Teknisen toimivuuden varmistamisen lisäksi hyväksyntämenettelyn tavoitteena on selkeyttää ja yhdenmukaistaa päätöksentekoa. Tämä hyväksyntämenettely ei huomioi materiaalien ympäristöominaisuuksia muuten kuin varmistamalla, että hankkeilla on ohjeet ympäristöturvallisesta ja ympäristölainsäädännön mukaisesta käytöstä. (Väylä 2020)

3.3.1 Kelpoisuuden osoittaminen

Vuodesta 2013 lähtien on Suomessa rakennustuotteen kelpoisuus osoitettu CE-merkintä. Määräys on voimassa tuotteille, joille on harmonisoitu tuotestandardi. (Liikennevirasto 2015) CE-merkintä on ainoa merkintä, jolla voidaan todentaa rakennustuotteen vastaavan ilmoitettuja suoritustasoja. CE-merkintä todentaa rakennustuotteen täyttävän yhdenmukaistetun standardin tai ETA:n suoritustasot, kun se kuuluu standardin piiriin tai tuotteelle on myönnetty ETA-hyväksyntä. (Euroopan parlamentin ja neuvoston asetus EU 305/2011 8§).

Niiden tuotteiden kohdalla, jotka eivät ole harmonisoidun tuotestandardin piirissä tai valmistaja ei ole hankkinut tuotteelle ETA:a, sovelletaan kansallisia hyväksyntämenettelyjä, jotka perustuvat lakiin eräiden rakennustuotteiden tuotehyväksynnästä (954/2012). Väyläviraston hyväksymät tuotteet luetaan kuitenkin tämän lain soveltamisalan ulkopuolelle. Kyseinen laki määrittelee, että toteutuuko maankäyttö- ja rakennuslain tai sen mukaan säädetyt tekniset vaatimukset. Tuotteen kelpoisuus voidaan todeta tyyppihyväksynnällä, varmennustodistuksella tai valmistuksen laadunvalvonnalla.

Kansallisten hyväksyntämenettelyjen piiriin kuuluu edellä mainittujen lisäksi rakennuspaikkakohtainen varmentaminen. Rakennuspaikkakohtainen varmentaminen mahdollistaa valvontaviranomaisen varmentaa tuotteen turvallisuus ja soveltuvuus varsinkin, jos on syytä epäillä tuotteen teknisten ominaisuuksien kelpaamattomuutta tai kelpoisuutta ei ole muilla hyväksyntämenettelyin osoitettu. (Ympäristöministeriö 2021d)

3.3.2 Standardit

Kestävälle rakentamiselle on laadittu standardeja pelisääntöjen yhtenäistämiseksi. Näitä standardeja on useita, joista moni käsittelee talonrakentamista ja rakennuksia. Infrarakentamisen rakennusmateriaaleja säätelee mm. seuraavat standardit:

- EN 13242 Maa- ja vesirakentamisessa ja tienrakenteissa käytettävät sitomattomat ja hydraulisesti sidotut kiviainekset (Rakennustieto 2021)
- EN 15804 Sustainability of construction works - Environmental product declarations - Core rules for the product category of construction products
- EN 15942 Sustainability of construction works - Environmental product declarations communication format – Business to Business
- CEN/TR 15941 Sustainability of construction works - Environmental product declarations - Methodology for selection and use of generic data. (Rakennusteollisuus 2022)

3.4 Materiaalien hankinta

Uusi hankintalaki (Laki julkisista hankinnoista ja käyttöoikeussopimuksista 1397/2016), joka on tullut voimaan 2017, on tuonut lainsäädäntöön uuden direktiivin mahdollisuuksia ympäristötekijöiden huomioimiselle. Laki on tuonut mahdollisuuksia vaikuttaa mm. ympäristöasioiden hallinta- ja laadunvarmistustoimenpiteisiin, mikä sallii hankkeille kierrätys- ja uusiomateriaalien määrien ja kriteerien määrittämisen.

Julkiset hankkeet tulee aina toteuttaa julkisen hankintalainsäädännön mukaisesti. Hankintoihin vaikuttaa myös moni liittyvä lainsäädäntö, eri säädökset ja normit sekä viranomaisohjeet. Lisäksi hankinnoissa vaikuttaa tilaajien omat strategiset linjaukset ja ohjeet.

Uusien ratkaisujen kehittämiseksi ja niiden hyödyntämiseksi tulisi hankinnoissa kannustaa innovatiivisuuteen ja käyttää sopimusmalleja, jotka mahdollistavat tämän. Hankinnoissa tulisi myös huomioida paremmin ympäristönäkökulmat. Parempi yhteistyö materiaalitoimittajien ja urakoitsijoiden kanssa hankintavaiheessa voisi lisätä mahdollisuuksia eri materiaalien käyttämiselle varsinkin, jos tilaajalle ei ole jokin ratkaisu tai materiaali entuudestaan tuttu. (Forsman ym. 2020, s.49)

Hankinnan eri vaiheet suunnittelusta kunnossapitoon tulisi huomioida tarkemmin, jotta voidaan lisätä uusiomateriaalien käyttömahdollisuuksia. Käyttömahdollisuuksien lisäämiseksi on mm. Väylävirastolta ohjeet hyötykäytön selvittämiseksi kaikissa väylähankkeissa (Väylävirasto 2020).

UUMA3-käsikirjan (Forsman ym. 2020, s.49) mukaan tulee uusiomateriaalien hyödyntämisen edistämisen lisäksi hankinnoissa huomioida mm.:

- Uusiomateriaalien käytön salliminen, jos ei todellista estettä.
- Hankintoihin ja rakennuttamiseen varattava riittävät asiantuntijaresurssit.
- Suunnittelijoiden kannustaminen esittämään vaihtoehtoisia ratkaisuja
- Suunnittelijoiden edellyttäminen huomioimaan uusiomateriaalit ja niiden erikoispiirteet suunnitelma-asiakirjoissa.
- Suunnitelmissa esitettävä mitä materiaaleja voidaan käyttää ja mitä materiaaleja voidaan tarjota eri rakennusosiin.

- Hankinnan asiakirjoissa ohjattava uusiomateriaalien käyttöön sekä vastuut esitetty selkeästi.

Tilaaajan hankinta-asiakirjat ovat merkittävä osa eri strategioiden ja tavoitteiden jalkauttamisessa. Asiakirjat koostuvat mm. työselostuksesta, urakkaohjelmasta ja urakkarajaliitteestä. Näissä hankinta-asiakirjoissa voidaan esittää tilaaajan yleisiä linjauksia ja niissä tulisi edistää uusiomateriaalien käyttöä. Linjauksia, joita urakkaohjelmassa ja urakkarajaliitteessä voidaan esittää ovat mm. uusiomateriaalien hyötykäyttö, päästöjä vähentävien ratkaisujen käyttö sekä materiaalien varastointi- ja hyödyntämismahdollisuudet. Materiaaleille esitettävät vaatimukset on kirjattava selkeästi, eikä niiden käyttöä tule estää ilman syytä.

Tilaaajan tulisi esittää hankinta-asiakirjoissa maininnat ja vaatimukset kierrätys- ja uusiomateriaalien käyttämiseksi. Kohtia, joissa uusiomateriaaleista voitaisiin kirjata, ovat mm. suunnittelun lähtökohdat, geotekninen suunnittelu ja maaperä- ja laboratoriotutkimukset. Suunnittelun lähtökohdissa voidaan esittää vaihtoehtotarkastelujen ja -vertailujen vaatimista, geoteknisessä suunnittelussa erilaisten käyttömahdollisuuksien selvittämistä ja hyödyntämistä rakenteissa sekä maaperä- ja laboratoriotutkimuksissa käytön edellyttämiä tutkimuksia. Näillä urakka-asiakirjojen kirjauksilla määritellään, voidaanko hankkeissa hyödyntää kierrätys- ja uusiomateriaaleja.

Tarjouspyynnöissä voidaan vaikuttaa materiaalien käyttämiseen pisteyttämällä uusiomateriaaliosaamista tai sitä voidaan jopa vaatia. Osaaminen todetaan referensseillä ja niiden vaatiminen kannustaa hankkimaan alan osaamista. (Forsman ym. 2020, s.49–50)

3.5 Mahdollisuudet

Rakentamisen ja rakennusmateriaaleista syntyvien päästöjen sekä päästövähennysten taustalla ovat erilaiset toimintamahdollisuudet ja niiden yläpuolella olevat toimintaympäristön ajurit. Toimintamahdollisuuksia ovat mm. toimintatapojen tehostaminen ja niiden taloudelliset mahdollisuudet sekä tekniset keinot vähentää päästöjä. Mahdollisuuksia on myös suunnittelussa ja tuotekehityksessä. Näitä toimintamahdollisuuksia ohjaavat erilaiset ajurit;

- Yhteiskunnan reunaehdot ja tavoitteet
- Kannustimet ja mahdollisuudet
- Esteet
- Vähähiilisyyden markkinakypsyntä

Yhteiskunnan reunaehdot ja tavoitteet määräytyvät EU:n ilmastopoliitikasta sekä Suomen ilmastopoliitikasta ja lainsäädännöstä. EU:n ilmastopoliittika vaikuttaa rakentamiseen ja materiaaleihin päästökaupan kautta, jossa vaikutetaan energiaintensiivisten materiaalien päästöihin. Suomessa puolestaan tavoitteena on hiilineutraalius vuoteen 2035 mennessä, mikä pakottaa toimiin päästökaupassa. Myös uudistuva maankäyttö- ja rakennuslaki tulee vaikuttamaan kannusteisiin ja rajoitteisiin. (Rakennusteollisuus 2020, s.17–21)

Yksi merkittävimmistä kannustimista on rahoitus. EU:ssa ja Suomessa on useita julkisen rahoituksen ohjelmia, jotka tukevat vähähiilisempää rakentamista ja kehitystyötä. Näiden ohella toimii myös yksityistä vihreää rahoitusta. (Rakennusteollisuus 2020, s.17–21)

Kunnat ovat suuria infrarakentamisen asiakkaita ja niiden rooli vähäpäästöisessä rakentamisessa on myös huomattava, kun se luo säännöt tehokkaalle ja vähäpäästöiselle rakentamiselle. Kuntien vaikuttamisen ja maankäytön lisäksi suunnittelulla on myös tärkeä rooli vähähiilisyydessä. Suunnitteluvaiheessa päätetään mm. käytettävistä materiaaleista ja niiden vaatimuksista, joten vähähiilisyyttä tulee huomioida kaikessa suunnittelussa ja standardeissa. (Rakennusteollisuus 2020, s.17–21)

3.6 Haasteet

Vähähiiliseen rakentamiseen siirtyminen aiheuttaa haasteita, joita mm. Rakennusteollisuuden ja rakennetun ympäristön vähähiilisyyden tiekartta -työssä (Tähkänen ja Tähtinen 2021a, s.21–22) on tunnistettu. Siirtymisen kannalta työssä on tunnistettu seuraavia haasteita:

- Hidas uudistuminen
- Tiedon puute
- Yhteisen näkemyksen puute
- Kannattavuus
- Rakenteelliset ongelmat
- Lainsäädäntö
- Uusiutuvan energian saatavuus

Rakennusalaalla työn tuottavuuskehitys on ollut hidasta eikä tutkimus- ja kehitystyötä ole juurikaan tehty. Myös alan digitalisoituminen on ollut vaatimatonta. Kehitykseen on vaikuttanut tämän lisäksi tiedon puute, sillä päästöjä ja niiden merkitystä ei ole aiemmin tarvinnut selvittää. Erityisesti infrarakentamisen puolella tilastointikäytänteet eivät ole tukeneet vähähiilistä rakentamista.

Rakennusalan painottuessa isoihin veturiyrityksiin ja heidän käyttämiin alihankintaketjuihin, muodostuu helposti näkemyseroja vähähiilisyydestä. Isot yritykset ja materiaalin valmistajat ymmärtävät vähähiilisyyden merkityksen ja markkinan hieman eri tavalla, kun kentällä toimivat aliurakoitsijat. Myös kustannusvaikutukset vähähiilisemmissä tuotteissa vaikuttavat. Toiminnan on oltava kannattavaa, jolloin herkästi valitaan edullisempi korkeapäästöinen vaihtoehto. (Tähkänen ja Tähtinen 2021a, s.21–22) Infrarakentamisessa korostuu lainsäädännön haasteet. Lainsäädäntö pakottaa kuljetusmatkojen merkittävään pidentymiseen, mikä ei kohtaa ilmastotavoitteiden ja paikallisvaikutusten kanssa (Rakennusteollisuus 2020, s.20–21).

4 UUDET MATERIAALIT

Nykypäivänä on jo olemassa materiaaleja, joiden avulla voidaan vastata tulevaisuuden vaatimuksiin. Tässä luvussa on esitelty muutamia ratkaisuja ja materiaaleja, jotka mahdollistavat ympäristöystävällisemmän rakentamisen.

4.1 Ympäristöystävällisempi betoni

Betonin muuntamista vihreämmäksi kehitetään jatkuvasti, sillä se on maailman eniten käytetty rakennusmateriaali ja sen pääraaka-aineena toimiva sementti aiheuttaa paljon hiilidioksidipäästöjä. Vihreässä ja ympäristöystävällisessä betonissa on vähennetty hiilidioksidipäästöjä aiheuttavia tuotantovaiheita ja raaka-aineita (Anttila 2021). Markkinoilla on saatavissa vähähiilisempiä betoneja eri valmistajilta ja näissä käytetään sementtiä korvaavia sideaineita. Sementtiä pyritään korvaamaan osittain tai kokonaan eri sideaineille ja näitä saadaan mm. teollisuuden sivuvirroista eli erilaisista kuonista, tuhkista ja rikastushiekoista. Sivuvirtoja saadaan monilta teollisuuden aloilta ja tällä hetkellä tutkitaan mm. metalli- ja metsäteollisuuden sekä rakennusteollisuuden sivuvirtoja. Rakennuspuolelta kiinnostavia korvaajia on kivi- ja lasivillajätteissä. (Veikkola-Virtanen 2021)

Valmisbetonin tuotannon hiilidioksidipäästöistä yli 80 %:a syntyy sementistä ja näin sementin valmistus on merkittävin päästöihin vaikuttava tekijä. (Betoniteollisuus ry 2021b; Anttila 2021) Sementin valmistuksessa erityisesti klinkkerin poltto aiheuttaa suuret päästöt valmistusprosessin energiankulutuksellaan ja poltossa tapahtuvalla kemiallisella reaktiolla (Betonikeskus ry 2007). Klinkkerin valmistamiseen tarvitaan kalkkikiven ja muiden seosaineiden polttoa. Tämä on välttämätön vaihe sementtiklinkkerin valmistamisessa ja se vaatii paljon energiaa. Kalkkikiveä ei voida täysin korvata, sillä tapahtuva kemiallinen reaktio on välttämätön valmistuksen kannalta. Polton aikana kalkkikivi kalsinoituu, eli siitä irtoaa hiilidioksidia. Kalsinoituminen aiheuttaa 2/3 sementin valmistuksen päästöistä ja polttoaineiden palaminen 1/3. (Finnsementti 2020, s. 10)

Suomessa vihreiden betonien hiilidioksidipäästöjä on saatu jopa 60 %:a pienemmiksi verrattuna tavallisiin betonilaatuihin. Vihreämpien betonien käytössä huomioitavaa on kuitenkin hitaampi lujuudenkehitys, mutta muilta osin tuotteen vastaavat ominaisuuksiltaan tavanomaisia betoneja. Lujuudenkehitykseen vaikuttavat sideaineoptimointi ja seosaineiden hitaampi lujuudenkehitys. (Rudus Pro 2021)

4.2 Teräs

Teräksen valmistuksessa voidaan saavuttaa merkittäviä vähennyksiä päästöissä kierrättämällä terästä, tällöin energiantarve pienenee selvästi. Kierrättämällä terästä, vältytään malmivalmistukselta ja prosessissa ei synny päästöjä. Myös kierrätettäviä teräsrakenteita tullaan näkemään tulevaisuudessa, jolloin saavutetaan näitä samoja hyötyjä kuin teräksen valmistuksessa. Kierrätettävällä teräksellä ei pystytä kuitenkaan kattamaan kysyntää, jolloin myös perinteistä valmistustapaa tarvitaan. (Rakennusteollisuus 2020, s.12). Maailmanlaajuisesti kierrätetty teräs kattaa noin 28 % ja perinteisin menetelmin valmistettu teräs 71,5 % kaikesta teräksen valmistuksesta (Müller 2021 ym. s.2)

Siirtymällä teräksen valmistuksessa hiilipelkistyksestä vetytelkistykseen, saadaan valmistusprosessin päästöt pudotettua nollaan (Rakennusteollisuus 2020, s.12). Tämä teknologia perustuu vedyn käyttämiseen pelkistyksessä, jolloin tuotantoprosessi voidaan suorittaa ilman perinteistä koksiihiiltä ja päästöinä syntyy pääasiassa vettä hiilidioksidin sijasta. Jotta valmistuksessa saataisiin päästöt nollaan, on prosessin fossiiliset polttoaineet muutettava vihreään vetyyn. (Öhman ym. 2022 s.1–2)

Arvioiden mukaan fossiilivapaan teräksen valmistus kustantaa noin 20–30 % enemmän kuin perinteisen teräksen valmistus. Tähän vaikuttavia tekijöitä ovat mm. fossiilivapaan energian, hiilipäästöjen sekä hiilen käytön kustannukset. (Öhman ym. 2022 s.1–2)

4.3 Asfaltti

Asfaltin kierrätyksellä ja uusiokäytöllä on erinomaiset mahdollisuudet ympäristötavoitteiden saavuttamiseksi, ne ovat 100 % uusiokäytettävissä. Asfaltin kierrättämisessä säästetään uusiutumattomia luonnonvaroja sekä energiaa, kun ei tarvita bitumin tislausta ja kiviaineksen murskausta. (Lämsä 2005, s. 16) Kierrätettävien päällysteiden ja massojen tekniset ominaisuudetkin vastaavat uusiopäällysteiden ominaisuuksia riippumatta käytetyistä materiaaleista ja menetelmistä (PANK RY 2017)

Asfalttirouhetta syntyy vanhaa asfalttia purettaessa ja sen hyödyntäminen onkin merkittävässä roolissa uuden asfaltin valmistuksessa. Sen käyttö tukee ympäristö- ja päästötavoitteita. (Ahola 2019) Asfalttinormien (PANK RY 2017) mukaan rouhetta voidaan uusiokäyttää kulutuskerroksissa 50 % ja sidotuissa rakennekerroksissa jopa 70 %. Kuitenkin urakkaohjelmassa tai vaatimuksissa saatetaan rajoittaa asfalttirouheen käyttöä, esim. sallimalla niitä vain 20 % AB massoista (Ahola 2019). Asfalttirouhetta / -mursketta voidaan käyttää lisäksi myös korvaamaan luonnon kiviaineksia esimerkiksi penkereissä ja sitomattomissa rakennekerroksissa (Forsman ym. 2020, Liite 3).

Asfalttia purettaessa se muuttuu jätteeksi ja on Väyläviraston ohjeiden (Väylä 2020) mukaisesti toimitettava ensisijaisesti kierrätettäväksi, ts. asfalttiasemille uuden asfaltin raaka-aineeksi. Purettu asfaltti on siis jätelain alainen materiaali. Jätteeksi asfalttia ei kuitenkaan lueta, jos se käytetään välittömästi uudelleen esimerkiksi sekoitusjyrsinnässä (Väylä 2020).

Asfalttirouheen käytön lisäksi on kehitetty vihreää asfalttia. Tällöin asfalttia valmistetaan yhdistelemällä työtapoja ja tekniikoita niin, että ne hillitsevät kasvihuonepäästöjä ja vaikuttavat ympäristövaikutuksiin. Vihreän asfaltin valmistuksessa hyödynnetään matalalämpöasfalttia, LTA, *Low Temperature Asphalt*, jossa käytetään matalampaa lämpötilaa vaahdotustekniikan avulla. Tällöin polttoainetta ja energiaa kuluu vähemmän kuin perinteisin valmistustavoin. Valmistustavassa hyödynnetään myös asfaltin uusiokäyttöä sekä energiamuotoina käytetään biopolttoaineita. Asfalttiasemien päästöt voidaan saada lähes nolnaan, kun polttoaineena käytetään teollisuuden sivutuotteena syntyviä puupellettejä. Näillä valmistusmenetelmillä asfaltin päästöjä voidaan pienentää noin 60 %. (NCC 2021)

4.4 Hiilidioksidin talteenotto

Infrarakentamisessa voidaan teoriassa käyttää lopputuotetta, jossa on hyödynnetty hiilidioksidin talteenottoa (Tähkänen ja Tähtinen 2021a, s.15). Hiilidioksidin talteenottoa ja varastointia, CCS:ää, *Carbon capture and storage*, käytetään teollisuuslaitoksissa ja voimalaitoksissa, joiden prosessi- tai savukaasuista otetaan hiilidioksidi talteen, puhdistetaan, nesteytetään ja varastoidaan (Rakennusteollisuus 2020).

Hiilidioksidia voidaan sitouttaa metallioksideja sisältäviin mineraaleihin ja tätä materiaalia voidaan käyttää esimerkiksi maatyöissä. Näitä mahdollistavia teknologioita on jo käytössä, mutta se ei ole kustannustehokasta tekniikan kasvattaessa energiantarvetta tuotannossa merkittävästi. (Tähkänen ja Tähtinen 2021a, s.15–17) CCS:n toteuttaminen vaatisi lisäksi sopivia varastoinniksi soveltuvia kohteita ja suuria hiilidioksidipäästöjen tuottajia, joita Suomessa ei ole (Rakennusteollisuus 2020, s.11–12). Hiilidioksidin talteenotto on vielä vähäistä. Sen talteenottoa voisi pilotoida rakentamisessa materiaaleilla, joiden valmistuksessa vapautuu suuri määrä hiilidioksidia. Tällaisia materiaaleja ovat teräs ja sementti.

Hiilidioksidi sopii myös rakennusmateriaalien raaka-aineeksi. Esimerkiksi betonia voidaan vahvistaa hiilidioksidilla. Tällaiset innovaatiot mahdollistavat jopa tulonlähteen rakennusalalle, kun muiden alojen tuottamaa hiilidioksidia voitaisiin hyödyntää ja saada tästä korvauksia. Tässä tapauksessa hiilidioksidin talteenotto luokiteltaisiin hiilikädenjäljeksi rakennusteollisuudessa. (Tähkänen ja Tähtinen 2021a, s.15–17)

4.5 Uusiomateriaalit

Uusiomateriaaleiksi kutsutaan materiaaleja, joita voidaan uudelleen käyttää ensisijaisen käyttötarkoituksen jälkeen jalostettuina tai sellaisenaan. Nämä materiaalit edistävät materiaalitehokkuutta ja vähentävät neitseellisten luonnonvarojen käyttöä. Uusiomateriaaleja syntyy mm. teollisuuden sivutuotteina tai jätteinä ja soveltuvat rakentamiseen sellaisenaan, jalostettuina tuotteiksi tai osakomponentteina maa- ja kiviainesten kanssa. (Forsman ym. 2020, s.7–8)

Tässä kohtaa tarkasteltavina uusiomateriaaleina ovat maarakentamiseen tuoteistettuja materiaaleja. Uusiomateriaalit kaupunkien infrarakentamisessa -käsikirjan mukaisia tarkasteltavia tuotteita ovat betonimurske (Betoroc[®]), vaahtolasimurske, masuunihiekka, ferrokromikuona (OKTO-murske) sekä kalsiitin rikastushiekka. Kyseiset materiaalit eivät tarvitse erillistä ympäristölupaa, eivätkä ne kuulu MARA-asetuksen piiriin, pois lukien betonimurske, joka vaatii nämä molemmat. (Forsman ym. 2020, Liite 1)

4.5.1 Betonimurske

Käyttöikänsä päässä betonirakenteita voidaan murskata ja käyttää syntyvä betonimurske maarakentamisessa korvaamaan neitseellisiä maa-aineksia. Murskatun betonin suurin käyttökohde onkin infrarakentamisessa, kun sitä voidaan käyttää teiden, katujen ja pysäköintialueiden sitomattomissa kerroksissa. Lisäksi putkikaivannot, ympäristörakentaminen ja perustustäytöt sallivat betonimurskeen käytön. Vuosittain betonimurskeesta valmistettua kiviainesta käytetään noin 1 milj. tonnia. Betonimurskeen kantavuusominaisuudet ovatkin hyviä, parempia kuin luonnonsoralla ja kalliomurskeella, jolloin tarvitaan vähemmän kiviainesta saavuttamaan sama kantavuus. (Betoniteollisuus ry 2021a)

Betonimursketta voidaan tie- ja maarakentamisen lisäksi käyttää uuden betonin valmistamisessa. Kun betonin valmistuksessa käytetään murskattua betonia enintään 20 %, saavuttaa se lähes samat ominaisuudet kuin normaalikiviaineilla valmistettu betoni. (Betoniteollisuus ry 2021a)

Betonimurskeesta on tuoteistettu Betoroc[®]-murske, joka on Rudus Oy:n valmistama ja sitä käytetään luonnon maa- ja kiviainesten mukaisesti. Betoni sitoo elinkaarensa aika hiilidioksidia karbonisaatioreaktiossa, joka kiihtyy betonia murskatessa. Betoroc[®]-murske toimii hiilinieluna, sillä se voi sitoa jopa puolet sementin valmistuksessa aiheutuneista CO₂-päästöistä. Betoroc[®]-murske on myös uudelleen käytettävissä sekä selvästi edullisempaa mm. jakavassa kerroksessa kuin luonnon kiviaineilla rakennettaessa. (Rudus 2017)

4.5.2 Vaahtolasimurske

Vaahtolasimurske valmistetaan puhdistetusta kierrätyslasista, jolloin säästyy neitseellisiä kiviaineita ja valmistuksen CO₂-päästöjä saadaan vähennettyä. Kierrätyslasin käyttö säästää luonnon kiviaineita ja tuotteen hiilijalanjälki on negatiivinen, kun verrataan perinteisiin rakennusmateriaaleihin. Vaahtolasimurske on kevyttä kiviainesta ja sitä voidaan käyttää mm. kevennystäyttöinä. Kevyt materiaali vaikuttaa päästöihin mm. vähentämällä kuljetuksissa käytettävän polttoaineen tarvetta. Vaahtolasimurskeen soveltuvia käyttökohteita infrarakentamisessa on putkilinjojen, piharakenteiden ja taustatäyttöjen kevennysrakenteena sekä perustusten kevennykset. (Pekkala 2014)

Vaahtolasimurskeesta tehdyt rakenteet säästävät neitseellisiä maa- ja kiviaineita mm. sallimalla ohuempia rakennekerroksia kuin perinteisellä rakennustavalla. Vaahtolasimurskeen hyvien eristysominaisuuksien ansiosta routavauriot voivat vähentyä, jolloin myös kunnossapito- ja korjaustarve vähenee. (Pekkala 2014) Tässä tapauksessa rakenteen kestävyys paranisi, kun käytetään vaahtolasimursketta perinteisten kiviainesten sijasta.

4.5.3 Masuunihiekka

Masuunihiekka, MaHk, on terästeollisuuden sivutuote, joka valmistetaan granuloimalla sulaa masuunikuonaa. Granulointi on vesijäähdyttämistä, jossa masuunikuona juoksetetaan vesisuihkuun. Valmista masuunihiekkaa voidaan käyttää infrarakentamisessa eristävänä maarakennusmateriaalina. Masuunihiekalle sopivia käyttökohteita on mm. tie- ja katurakenteet, stabiloinnit (sideaine), putkijohtokaivannot, perustusten alustäytöt ja perusmuurin vierustäytöt. (Rakennustieto 2020)

Masuunihiekka sitoutuu luonnonkosteassa tilassa ja sitoutumisreaktio tapahtuu masuunihiekan rakeen pinnalla. Pinnan rikkoutuessa reaktio alkaa uudelleen syntyneessä pinnassa. Tämä mahdollistaa masuunihiekan korjautumisen mahdollisen rikkoutumisen yhteydessä. Sitoutumisreaktio parantaa huomattavasti rakenteen kestoikää ja kantavuutta. Sitoutuva rakenne muodostaa puolijäykän kantavan kerroksen ja masuunihiekalla on hyvä lämmöneristys- ja kantavuuskyky. Tämä mahdollistaa ohuemmat rakennekerrokset. Sitoutumisreaktion lisätessä kantavuutta, rakenteen muut ominaisuudet eivät kuitenkaan muutu. (Rakennustieto 2020)

4.5.4 OKTO-murske

OKTO-murske valmistetaan Tornion terästehtaan tuotantoprosessin sivuvirtana syntyvästä ferrokromikuonasta (Väylä 2020). Se on CE-merkitty tuote, eikä sen käyttö vaadi MARA-ilmoituksen tekemistä tai erillistä ympäristölupaa (Forsman ym. 2020, Liite 1).

OKTO-murskeella on vahvat lujuus- ja kantavuusominaisuudet sekä se on hyvin vettä läpäisevä. Lisäksi murske on kevyttä, kestävä ja kierrätettävää. OKTO-murske sopii mm. asfaltti- ja betonipäällysteisiin ja se myös pienentää leikkausmassoja, vähentää kuljetus- ja läjitystarpeita sekä pienentää syntyviä hiilidioksidipäästöjä. (Destia 2022). Edellä mainittujen lisäksi mursketta voidaan hyödyntää jakavissa ja kantavissa kerroksissa (Väylä 2020).

4.5.5 Kalsiitin rikastushiekka

Kalsiitin rikastushiekkaa syntyy kaivosteollisuudessa kalkkikiven louhinnassa. Kalsiitin rikastushiekka on ympäristöominaisuuksiltaan parempaa kuin metallimalmien louhinnasta syntyvä rikastushiekka, sillä se sisältää vähemmän haitallisia aineita. Kalsiitin rikastushiekka on todettu tuotteeksi, eikä se vaadi ympäristölupaa tai MARA-ilmoitusta. (Väylä 2020)

Kemialliselta koostumukseltaan rikastushiekka on kalkkikiveä, mutta rakeisuudeltaan hiekkaa vastaavaa. Materiaalin ominaisuudet vastaavat myös hyvin luonnon hiekan ominaisuuksia mm. tiivistämisominaisuuksiltaan. Rikastushiekkaa käytetään rakenteiden suodatinkerroksissa ja se on routimatonta ja hyvin vettä läpäisevää. (Väylä 2020)

5 KYSELYTUTKIMUS

5.1 Kyselytutkimuksen tausta

Tässä työssä tehtävä tutkimus on suoritettu kyselytutkimuksena. Kyselytutkimus on toteutettu laadullisena eli kvalitatiivisena tutkimuksena, ja kyselyn runko on ollut puolistrukturoitu.

Kysymykset laadittiin ja vastaajajoukko valikoitiin lokakuun 2021 aikana. Kyselyyn laadittiin pääosin avoimia kysymyksiä, mutta joukossa oli myös muutamia mielipidekysymyksiä sekä erilaisia valintakysymyksiä.

Kyselytutkimus lähetettiin 148 rakennusalan eri osapuolelle ja asiantuntijalle, joilla on tietoa ja erityisosaamista infrarakentamisesta, infran materiaaleista ja ympäristötekniikasta. Kyselyyn valittu vastaajajoukko valittiin harkiten yhteistyössä työn ohjausryhmän kanssa.

Kyselytutkimuksen alustana käytettiin Webropol-portaalia. Jokaiselle vastaajalle lähetettiin henkilökohtainen linkki, jotta voitiin varmistaa vastaajajoukon olevan oikea. Kyselyyn vastaaminen oli vapaaehtoista. Kyselytutkimus on suoritettu marraskuussa 2021.

Kyselyn toimituksen ohella vastaajille toimitettiin tietosuojailmoitus henkilötietojen käsittelystä, koska tutkimuksessa kerättiin vastaajista henkilötietoja. Ilmoituksessa kerrottiin mm. tietojen käsittelystä ja säilyttämisestä. Tutkimukseen osallistuttaessa pyydettiin hyväksymään tietosuojaehdot. Tuloksia käsiteltiin kuitenkin niin, ettei yksittäisiä vastaajia voida tunnistaa, eli vastauksissa henkilöt ovat anonyymeja

Tutkimuksen kysely koostui liitteen 1 mukaisista kysymyksistä. Ne toimitettiin kyselyyn kutsutuille ja osa tutkimuksen kysymyksistä määräytyi sen mukaan, minkä roolin vastaaja valitsi vastatessaan. Kyselyssä oli avoimia kysymyksiä, mielipidekysymyksiä sekä erilaisia valintakysymyksiä.

5.2 Kyselytutkimuksen tulokset

Vastauksia kyselyyn saatiin 45 kappaletta, joten vastausprosentti oli 30,4 %. Tätä vastausprosenttia voidaan pitää hyvänä. Vastausprosentin ollessa hyvä sekä vastaajien asiantuntemuksen ja kokemuksen huomioiden, voidaan saatuja vastauksia yleisesti pitää luotettavina ja laadukkaina.

Tutkimuksen alussa vastaajia pyydettiin kertomaan, vastaavatko he asiakkaan, asiantuntijan, materiaalitoimittajan, viranomaisen tai jonkun muun roolin näkökulmasta. Tämän luokittelun perusteella pystyttiin analysoimaan vastauksia syvällisemmin, kun tutkimuskyselyn tuloksia käsiteltiin muuten anonyymisti. Vastauksia analysoitiin kokonaisuutena, sekä vertaillen eri vastaajajoukkojen eroavaisuuksia ja yhtäläisyyksiä.

5.2.1 Materiaalien käyttö, mahdollisuudet ja haasteet

Infrarakentamisen materiaalien tulevaisuuden kehityksestä sekä niiden käytöstä kysyttiin avoimena kysymyksenä. Kysymykseen saatiin runsaasti vastauksia eri näkökulmista. Vastauksen jakautuvat selvästi painottuen kierrätysvaatimusten, kierrätysmateriaalien, materiaalien optimoinnin ja materiaalien laadun aihealueisiin. Näiden lisäksi oli muutamia vastauksia, että kehitystä ei juuri tule ja vastauksia, jotka menevät hieman edellä mainittujen kategorioiden ulkopuolelle.

Kierrätysvaatimuksia korostavissa vastauksissa esitettiin, että suuri muutospotentiaali saadaan kierrätysvaatimusten koskiessa infrarakentamista. Vastaajien mielestä kierrätyksen tulisi myös perustua ekosysteemiajatteluun, käyttö tulee lisääntymään tulevaisuudessa mm. purku- ja sivutuotemateriaalien osalta, sekä kierrätys- ja uusiomateriaaleja tullaan vaatimaan enemmän tarjouspyynnöissä ja hankintavaiheessa.

Suurin osa vastauksista painottui kierrätysmateriaalien käyttöön ja monet vastaukset viittasivat kierrätys-, uusio- ja jättemateriaalien lisääntyvään käyttöön. Myös jalostusasteen nostaminen nousi esille muutamia kertoja. Lisääntyvää käyttöä perusteltiin raaka-ainepulalla sekä meneillään olevilla lakihankkeilla.

Vastauksia oli myös materiaalien optimoinnista. Näissä todettiin materiaalien kehittyvän kestävämmiksi ja pidemmällä elinkaarella suunnitelluiksi. Kuljetusten vähentämistä, vaihtoehtoisten tuotteiden käytön ja optimoinnin lisäämistä sekä hukkaa sisältävien

työvaiheiden minimoimistakin nostettiin esille. Materiaalien optimointi tulee erään vastaajaan mukaan kehittämään materiaalien laatua. Lisäksi ympäristöasiat tullaan huomioimaan tarkemmin hankintavaiheissa ja tämä vaikuttaa laatuun sekä oikeiden, soveltuvien materiaalien käyttöön.

Muutamissa vastauksissa esiintyi näkemys, että kehitystä ei juuri tule. Tätä perusteltiin sillä, etteivät tilaajat ole valmiita uusiin materiaaleihin. Tilaajat eivät ole valmiita huomioimaan niiden, eikä kierrätysmateriaalien käyttöä kustannuksissa. Vastauksia oli myös, että ohjeet ja normit eivät tällä hetkellä kannusta tekemään muutoksia ja olisi panostettava tutkimustyöhön. Lisäksi vastauksia oli mm. alueellisen kehityksen kasvupotentiaalissa, asiakastarpeen vaikutuksissa sekä hiilijalanjäljen huomioimisessa.

Merkityksellisimmistä asioista kysyttiin, mitkä ovat vastaajien mielestä asioita, joihin tulisi kiinnittää huomiota uusissa materiaaleissa ja niiden käytössä. Kysymys toteutettiin avoimena kysymyksenä. Vastaajien mielestä merkityksellisimpiä huomioitavia asioita tulevaisuuden materiaaleissa ja niiden käytössä ovat kestävyys ja päästöt, kustannukset, hankinnat ja suunnittelu, tutkimus ja laatu, käytön vaatimukset sekä materiaalien optimointi. Kestävyyttä ja päästöjä koskevissa vastauksissa esiin nousivat mm. ekosysteemiajattelu, hiilipäästöt, pitkäaikaiskestävyys ja luonnonvarojen säästäminen. Erityisesti pitkäaikaiskestävyys nousi näiden vastausten joukosta, sitä korostettiin ja mainittiin, ettei kannata käyttää uusiomateriaaleja, jos ne eivät ole kestäviä. Ympäristövaikutuksia kommentoitiin vastaavasti koko elinkaaren merkityksellä. Kustannustekijöistä vastauksissa tärkeimpinä pidettiin seuraavia;

- Markkinaehtoisuus
- Kustannustehokkuus
- Verotus
- Kilpailukykyinen hinta

Hankinnat ja suunnittelu -vastauksissa nostettiin esiin kehitystyö, sekä että uudistamisessa kaikki lähtee hankinnoista. Tilaajan on uskallettava tilata uudenlaisia tuotteita ja jopa vaatia niitä. Kierrätys- ja uusiotuotteita halutaan myös sallittavaksi/merkittäväksi jo suunnitteluvaiheessa. Suunnittelussa mainittiin myös maankäytön suunnittelun merkitys, ja että tilaajan tulisi sallia enemmän materiaalien käyttöä ja rakentajan osata käyttää niitä.

Tutkimusta ja laatua painottavissa vastauksissa korostui selvästi tutkimuksen merkitys ja, että sen avulla on varmistettava tuotteiden laatuominaisuudet. Tämä on vastaajien mielestä merkityksellistä kierrätys- ja UUMA-materiaalien käytön helpottamiseksi. Erään vastaajan mielestä uusiomateriaalien käytölle tulisi saada tietopankki, jossa ilmenisi kohteiden sijainti, materiaalitiedot ja ns. avaamisohjeet. Tämä helpottaisi ja madaltaisi käytön kynnystä, kun tiedetään mitä on missäkin ja miten niitä esim. katurakennetta avattaessa käsitellään ja miten kohde oikeaoppisesti suljetaan.

Vastauksissa nousi esiin tuotteistaminen sekä lupamenettelyjen yksinkertaistaminen, joka varmasti helpottuu lisäämällä tutkimusta. Vaatimukset ovatkin osan vastaajien mielestä merkityksellisin asia, johon kiinnittää huomiota. Näissä vastauksissa on kirjoitettu, että kierrätystä tulisi edistää säännöksin ja vaatimuksin, tilaajan tulisi päivittää tarjouspyynnöt vaatimusten osalta nykypäivään ja poliitikkojen herätä vaatimuksiin sekä käyttövelvollisuutta tulisi säätää lailla.

Merkityksellisimmissä asioissa vastauksia tuli myös optimoinnin puolesta. Optimoinnissa vastauksia oli betonimurskeen hyötykäytön lisäämisessä, panos – hyöty näkökulmaa, purkumateriaalien hyödyntämistä hankkeilla sekä hukan eliminointia. Useampi vastaus myös korosti tarkoituksenmukaisia materiaalivalintoja, eli ei käytetä liian hyviä materiaaleja, eikä myöskään pakolla käytetä kierrätys- ja uusiomateriaaleja.

Isoimpia mahdollisuuksia haluttiin selvittää merkityksellisempien vaikutusten ohella, ja tästä esitettiin avoin kysymys vastaajille. Näissä vastauksissa vastaukset jakautuivat hyvin samankaltaisesti kuin merkityksellisimmissä asioissa. Tässä vastauksia oli tietyistä materiaaleista, kierrätyksessä ja materiaalitehokkuudessa, kestävyudessa, lainsäädännön vaikutuksista sekä muita yksittäisiä näkökulmia. Suurin osa vastauksista oli materiaalitehokkuuden ja kierrätyksen sekä tiettyjen materiaalien kohdalla.

Materiaalien osalta, vastaukset korostivat betonin ja päällysteen vaikutuksia. Myös tuhkat, kuonat ja muut teollisuuden sivuvirrat esiintyivät vastauksissa. Betonista korostui selvästi eniten betonimurskeen käyttö ja muita vastauksia oli sideaineilla ja vähähiilisen betonin käytöllä. Päällysteissä puolestaan vastauksia tuli kierrätysasfaltin ja asfaltin sideaineiden puolesta.

Materiaalitehokkuuteen ja kierrätykseen viittaavia vastauksia oli selvästi eniten. Näistä isoimpana mahdollisuutena pidettiin tehokasta kierrätystä, jossa kierrätyksen tasoa tulisi nostaa sekä kaikkea kaivettua ja purettavaa materiaalia uudelleen käytettäisiin. Vastausten joukossa oli myös kierrätystoiminnan velvoittamista, raaka-aineiden ja energian säästöä, kiviaineksen säästämistä sekä materiaalien tehokasta hyödyntämistä pidemmällä elinkaarella.

Vastauksissa esiintyi muutamia kommentteja päästöjen vähentämisen mahdollisuuksiin, kestävyteen ja vähähiilisyteen sekä tulevaisuuden materiaalien hyväksyntää julkishallinnon ja lainsäädännön toimesta. Kommentteja tuli myös uusien sivuvirroista jalostettavien materiaalien puolesta sekä yhdistämällä nykyisiä tunnettuja ratkaisuja uusien kehitteillä olevien vaihtoehtojen kanssa. Uusien tuotteiden määrätietoinen ja kunnianhimoinen kehittäminen mainittiin tärkeäksi, koska muutosprosessi on pitkä. Huomiota tulisi kiinnittää myös uusien ratkaisujen kaupalliseen ja teknilliseen kelpoisuuteen sekä raaka-aineiden saatavuuden ja kapasiteetin riittämiseen.

Kysyttäessä Parhaita keinoja materiaalien uudistamiseen, vastaajia pyydettiin valitsemaan 1–3 kohtaa, joita pitää merkityksellisimpinä. Valintojen lisäksi vastaajaa pyydettiin antamaan perustelut, miksi on kyseiset kohdat valinnut. Vastaukset jakautuivat taulukon 2 mukaisesti. Suurimman kannatuksen saivat lupakäytäntöjen helpottaminen 40 %:lla, muutokseen kannustaminen 33 %:lla, sekä kouluttaminen ja materiaalien saatavuus 31 %:lla vastauksista. Verotuksen vaikutukset saivat myös kohtalaisen paljon kannatusta 29 %:lla. Lupakäytäntöjen tiukentaminen ei puolestaan saanut ainuttakaan ääntä ja valmistuskustannukset sekä materiaalin käytön rajoittaminen saivat vain 2 % kaikista äänistä.

Taulukko 2. Vastaajien mielestä parhaat keinot materiaalien uudistamisen ja uudismateriaalien käyttöönoton edistämiseksi.



Alle on kirjattu tärkeimpiä havaintoja vastauksista ja niiden perusteluista.

- **Lupakäytäntöjen helpottaminen 40 %**
 - Saatava paremmin väliaikaisia betonimurskauslupia
 - Käyttöä sujuvoitettava
 - Väyläviraston kansainvälisistä standardeista poikkeavat poikkeukset otettava tarkasteluun
 - Kohdekohtainen luvitus vaikeuttaa käytännön töitä
 - Liikaa rajoituksia

- Muutokseen kannustaminen **33 %**
 - Muutos lähtee mahdollistamisesta ja vaatimisesta, tilaajilta rohkeutta
 - Kannustaminen tehostaa toimintaa
 - Hankintahinta ohjaa liikaa valintoja
 - Hyvät esimerkit ja yhteiskunnan suunnannäyttö
- Kouluttaminen **31 %**
 - Kouluttaminen tärkeää. Toimii paremmin kuin lainsäädännön rajoitukset.
 - Laaja uudistus koulutukseen ja toimintamallien kehittämiseen
 - Koko ala tarvitsee koulutusta kierrätys- ja uusiomateriaalien hyödyntämisestä.
 - Eri vaihtoehtojen tietoisuuden lisääminen
- Materiaalien saatavuus **31 %**
 - Tasainen saatavuus
 - Kuljetusmatkat eivät saa olla pitkiä
 - Ei saa vaikuttaa aikatauluihin
- Verotus **29 %**
 - Ohjaa tehokkaasti ja oikeaan suuntaan
 - Nykyisin valintakriteeri on ainoastaan taloudellinen
 - Luo mahdollisuuksia kustannustehokkuudelle
 - Tarvitaan toimia, joilla ohjataan tuotteiden kehittymistä vihreämpään suuntaan
- Vaatimuksien tiukentaminen **22 %**
 - Pakkoa tarvitaan
 - Julkiselle tilaajalle tiukat vaatimukset materiaaleista
 - Tilaajan keino muutokseen
- Materiaalien kustannukset **22 %**
 - Markkinaehtoisuus helpoin tapa nostattaa käyttöä
 - Jos käyttö vapaampaa, kierrätysmateriaalit menestyvät paremmin kustannusrakenteen ansiosta
 - Raha on hyvä motivaattori
- Materiaalien vapaampi käyttö **16 %**
 - Tulisi sallia vapaampi käyttö, joka avaisi ja kehittäisi markkinoita
 - Kustannustehokas kierrätys

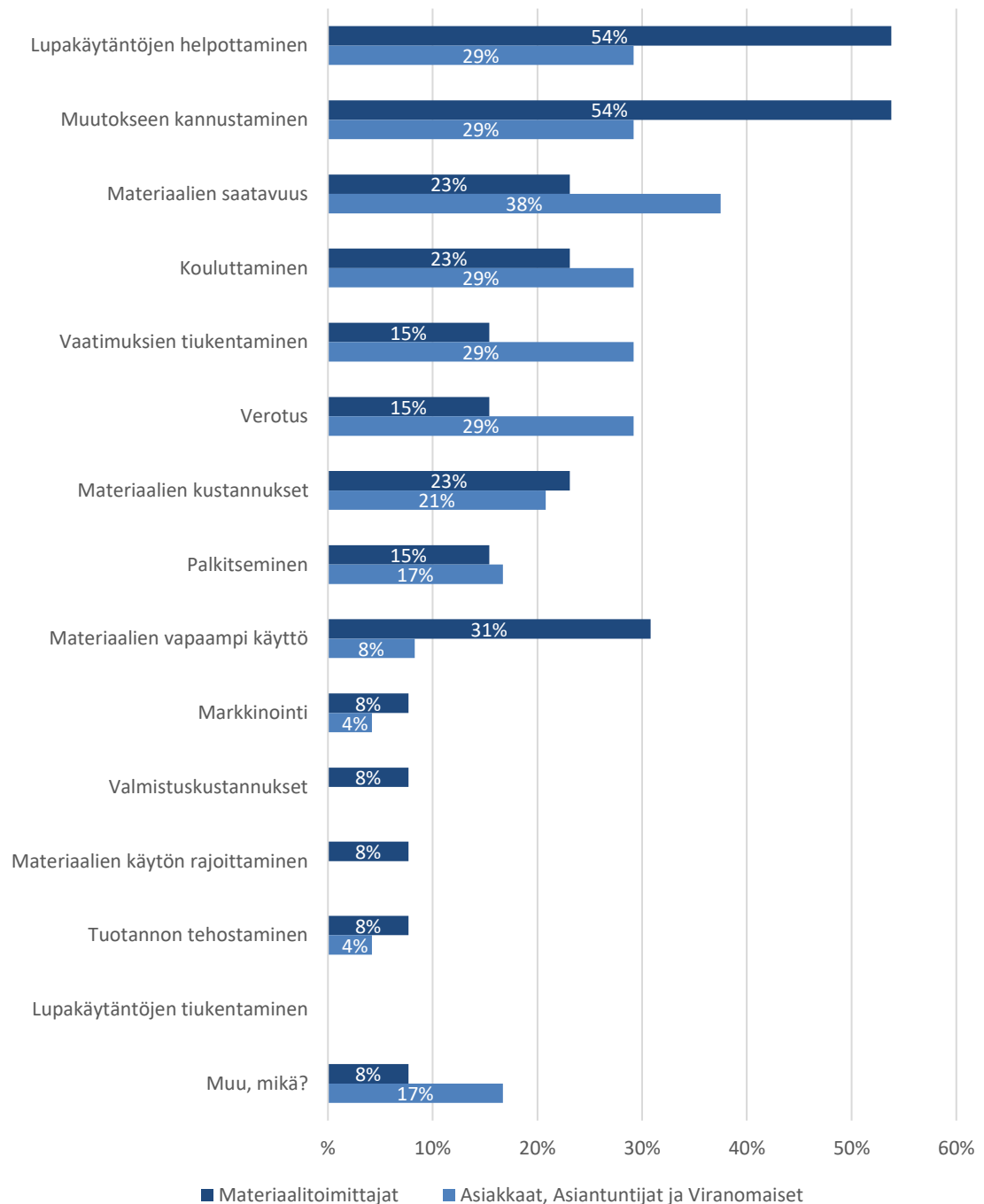
- **Palkitseminen 16 %**
 - Hyvä tapa
 - Materiaalien laatu- ja ympäristötekijöiden huomioiminen tarjousvaiheessa
- **Tuotannon tehostaminen 7 %**
 - Jos uusi materiaali tehostaa tuotantoa, hyvä ajuri
- **Markkinointi 4 %**
 - Vaatii paljon vaikuttamista
- **Valmistuskustannukset 2 %**
- **Materiaalien käytön rajoittaminen 2 %**
- **Lupakäytäntöjen tiukentaminen 0 %**
- **Muu, mikä? 16 %**
 - Tilaaja vaatii uusiomateriaalien käyttöä ja hyväksyy korkeammat rakennuskustannukset
 - Pisteytys kaikissa julkisissa hankinnoissa pakolliseksi
 - Suunnittelun merkitys
 - Hankintojen kehittäminen kohti kiertotaloutta
 - Tutkimuksen kehittäminen

Vertailtaessa vastauksia materiaalitoimittajien sekä asiakkaiden, asiantuntijoiden ja viranomaisten välillä, on havaittavissa selviä eroavaisuuksia eri osa-alueiden painotuksissa. Selkeimmät eroavaisuudet olivat lupakäytäntöjen helpottamisessa, muutokseen kannustamisessa sekä materiaalien vapaammassa käytössä. Lupakäytäntöjen helpottamista ja muutokseen kannustamista materiaalitoimittajat pitivät muita osapuolia merkittävämpänä. Molemmissa vastausvaihtoehdoissa 54 % materiaalitoimittajista valitsivat vaihtoehdon, kun taas muista osapuolista vain 29 % valitsi vaihtoehdon. Nämä vaihtoehdot olivat materiaalitoimittajien keskuudessa 2 eniten ääniä saanutta vaihtoehtoa. Materiaalien vapaamman käytön kannalla olivat materiaalitoimittajat 31 %:lla vastauksista, kun asiakkaista, asiantuntijoista ja viranomaisista vain 8 % valitsi vaihtoehdon.

Verotus, materiaalien saatavuus ja vaatimuksien tiukentaminen saivat asiakkaiden, asiantuntijoiden ja viranomaisten osalta enemmän ääniä, kuin materiaalitoimittajilta. Kaikissa näissä vaihtoehdoissa, materiaalitoimittajien vastausprosentit olivat noin puolet muista osapuolista. Eroavaisuudet ovat esitetty alla olevassa taulukossa 3.

Asiakkaiden, asiantuntijoiden ja viranomaisten joukosta eniten kannatusta saaneeksi vaihtoehdoksi valikoitui materiaalien saatavuus 38 %:lla vastaajista. Muut vastaukset jakautuivat kohtalaisen tasaisesti. Muutokseen kannustaminen, lupakäytäntöjen helpottaminen, kouluttaminen, verotus ja vaatimuksien tiukentaminen saivat kukin 29 %:a vastaajista.

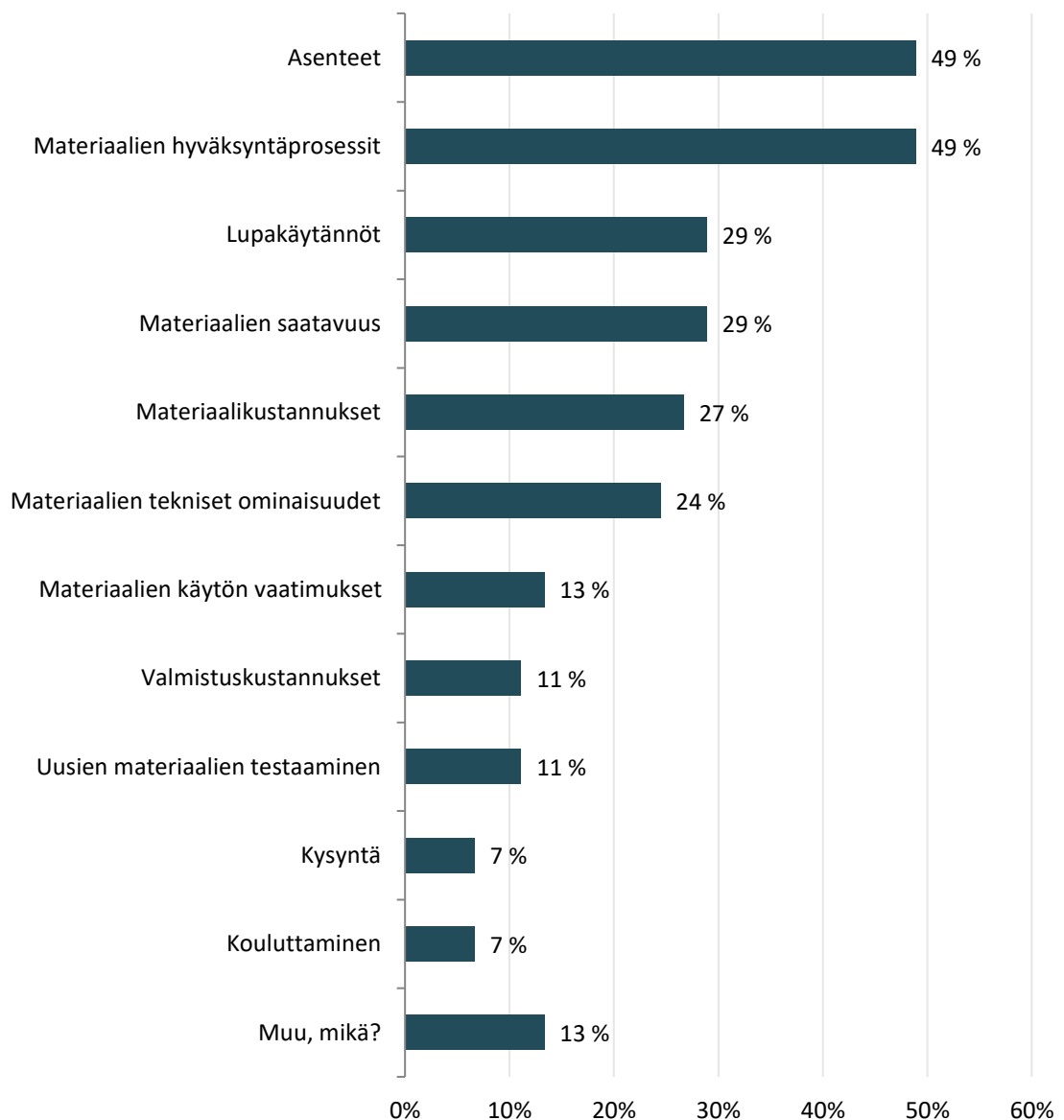
Taulukko 3. Parhaat keinot materiaalien uudistamisessa, osapuolten vertailu.



Materiaalien uudistamisen suurimmista haasteista pyydettiin vastaajia valitsemaan 1–3 kohtaa edellä olevan kohdan mukaisesti. Tässä kohtaa vastaajia pyydettiin valitsemaan asiat, joita pitää suurimpina haasteina materiaalien uudistamisessa, kehityksessä ja käyttöönotossa. Valintojen lisäksi vastaajaa pyydettiin antamaan perustelut, miksi on kyseiset kohdat valinnut. Vastaukset jakautuivat taulukon 4 mukaisesti.

Eniten kannatusta vastaajien joukossa tuli asenteille, 49 % ja materiaalien hyväksyntäprosesseille, 49 %. Seuraavien kannatus jakautui hieman tasaisemmin kohteille materiaalikustannukset 27 %, materiaalien tekniset ominaisuudet 24 %, lupakäytännöt 29 % sekä materiaalien saatavuus 29 %. Vähiten vastauksia saivat kysyntä ja kouluttaminen, molemmat 7 %:lla vastaajista.

Taulukko 4. Vastaajien mielestä suurimmat haasteet materiaalien uudistamisessa.

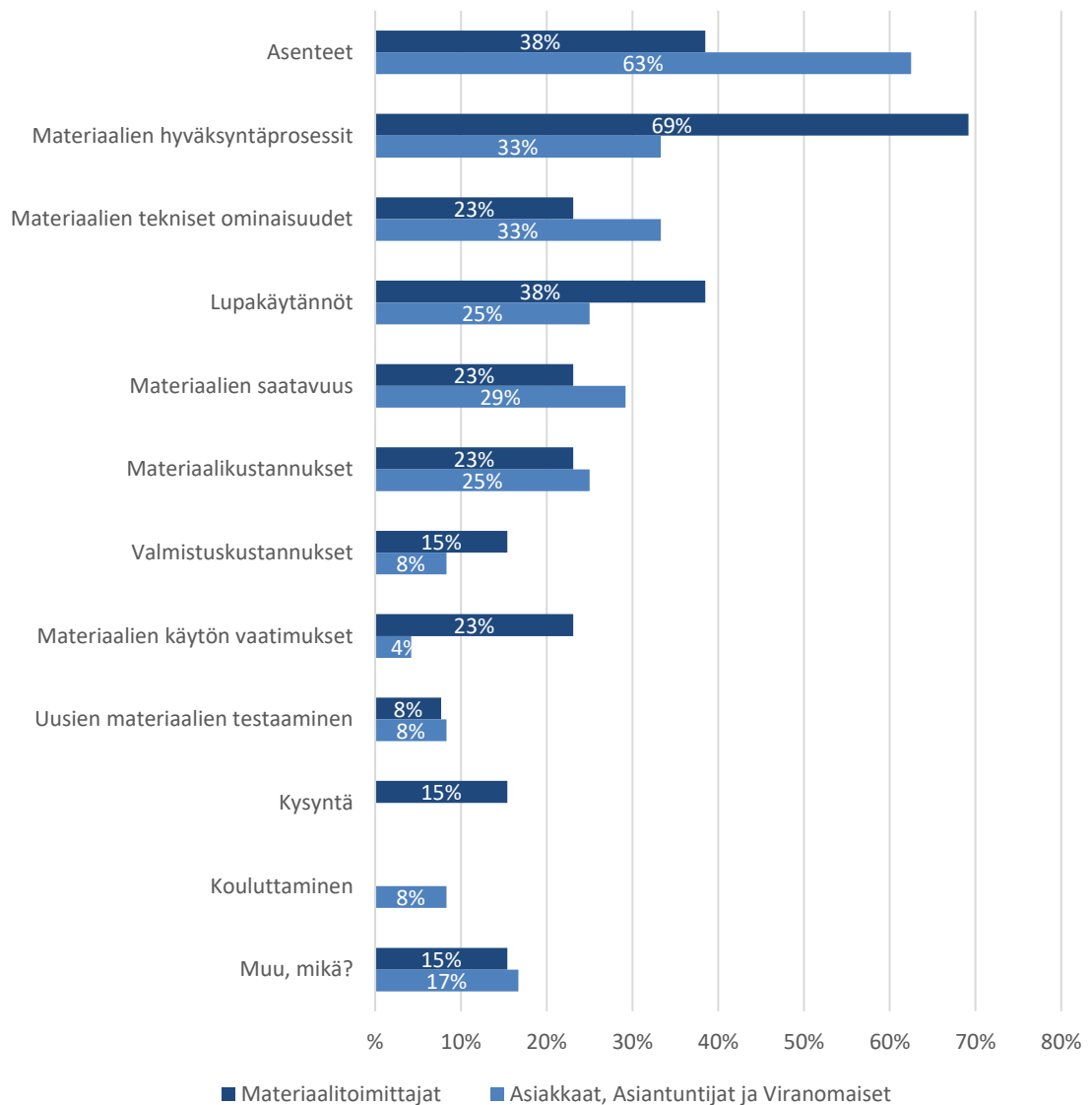


Alla on eriteltyä vastauksia, joihin kuhunkin kohtaan on kirjattu:

- Asenteet **49 %**
 - Asenteet ovat tiukassa perinteisellä alalla
 - Materiaalien laatua epäillään, vaikka se on tutkimuksin osoitettavissa olevan kunnossa.
 - Monesti lähtökohtaisesti suhtaudutaan kielteisesti
 - ”Jätepohjaisuus” on mainehaitta rakennustuotteelle
- Materiaalien hyväksyntäprosessit **49 %**
 - Viranomaiset, normit ja standardit rajoittavat
 - Väylä kehittänyt oman tarpeettoman prosessin
 - Uusien materiaalien käyttöön saaminen vaikeaa, koska ei ole standardeja.
 - Hidasta, epävarmaa ja kallista
 - Prosesseja tulisi yhdenmukaistaa ja tuotteistamista helpottaa
- Lupakäytännöt **29 %**
 - Tiukka lupabyrokratia
 - Luvituksen tulisi muuntua joustavammaksi, helpommaksi ja loogisemmaksi.
- Materiaalien saatavuus **29 %**
 - Saatavuus tulee olemaan pullonkaula
 - Alueellisesti iso kysymys
 - Kannattava jatkojalostus, hinnat nousevat
- Materiaalikustannukset **27 %**
 - Hintaa ei ole kilpailukykyinen
 - Eivät ehkä materiaalikustannukset, vaan logistiikkakustannukset
- Materiaalien tekniset ominaisuudet **24 %**
 - Testaus- ja sertifiointimallit eivät välttämättä tue uusia materiaaleja
 - Epävarmuus käyttökelpoisuudesta
 - Kestävyyttä ei aina tunneta
- Materiaalien käytön vaatimukset **13 %**
 - Mennään helposti samoilla vaatimuksilla, kuin ennenkin

- Valmistuskustannukset **11 %**
 - ”Uusien materiaalien ja uudelleenkäytön kustannukset voivat alussa olla nykyistä tuotantotapaa kalliimmat, mutta tekniikoiden kehittyessä yksikkökustannuksista saadaan kilpailukykyisiä. Kustannus ei saisi olla este lähteä testaamaan ja kehittämään uutta.”
- Uusien materiaalien testaaminen **11 %**
 - Kesto ja kustannukset
- Kysyntä **7 %**
- Kouluttaminen **7 %**
- Muu, mikä? **13 %**
 - Osaamattomuus
 - Kuljetuskustannukset
 - Riskit

Materiaalitoimittajien sekä asiakkaiden, asiantuntijoiden ja viranomaisten vastausten välillä, on tässäkin havaittavissa eroavaisuuksia vastaajaryhmien kesken. Eroavaisuudet ovat esitetty taulukossa 5.

Taulukko 5. Suurimmat haasteet materiaalien uudistamisessa, osapuolten vertailu.

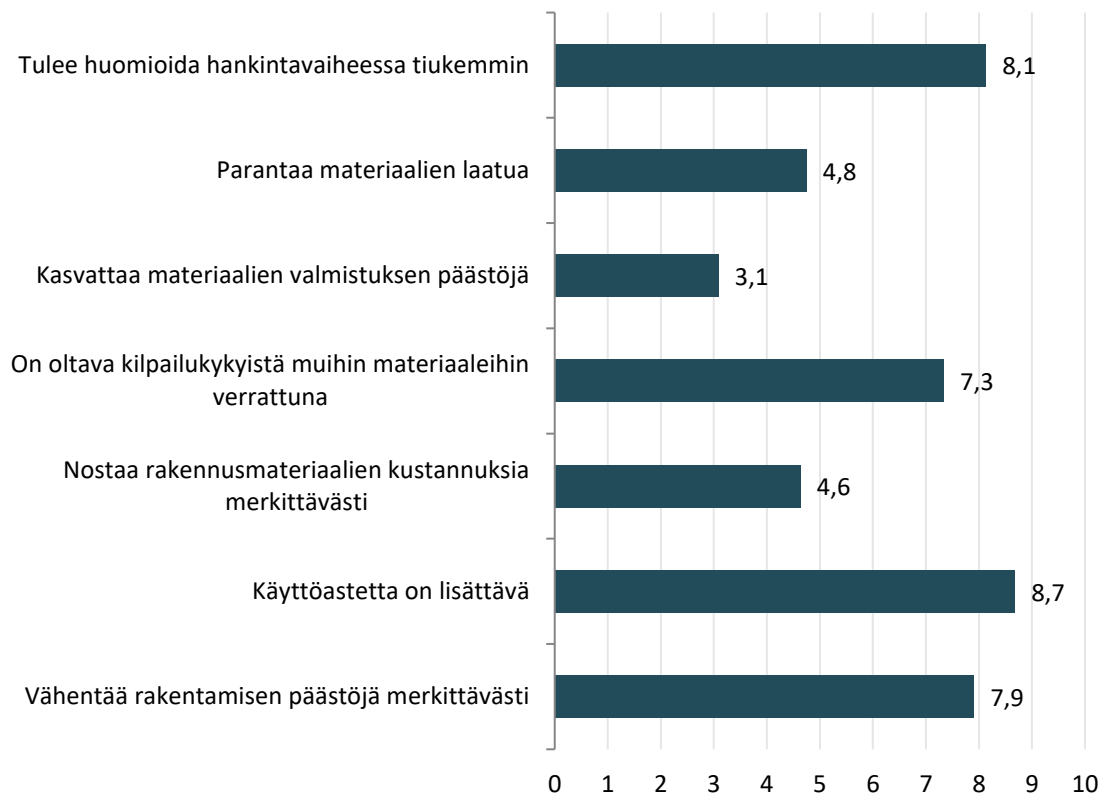
Suurimmissa haasteissa eniten eroavaisuuksia vastaajaryhmien välillä tuli materiaalien hyväksyntäprosesseissa sekä asenteissa. Materiaalien hyväksyntäprosesseja pitivät haasteellisempina selvästi suurempi määrä materiaalitoimittajista (69 %), kuin asiakkaista, asiantuntijoista ja viranomaisista (33 %). Asiakkaat, asiantuntijat ja viranomaiset nostivat asenteiden vaikutukset isommaksi haasteeksi 63 %:lla vastaajista kuin materiaalitoimittajista 38 % valitsi vaihtoehdon. Eroavaisuuksia oli lisäksi kysynnän ja koulutuksen haasteissa. Kysynnän vastasi 15 %:a materiaalitoimittajista, kun asiakkaista, asiantuntijoista ja viranomaisista vaihtoehtoa ei valinnut yksikään. Koulutuksen nosti puolestaan haasteeksi 8 %:a asiakkaista, asiantuntijoista ja viranomaisista, kun materiaalitoimittajista ei kukaan.

5.2.2 Uusio- ja ympäristöystävällisempien materiaalien käyttö

Kierrätys- ja uusiomateriaalien käytöstä kysyttiin vastaajien mielipiteitä erilaisiin väittämiin. Väittämiä oli materiaalien huomioimisesta hankintavaiheessa, vaikutuksesta materiaalien laatuun, valmistuksen päästöistä, kilpailukyvyistä, materiaalien kustannusvaikutuksista, käyttöasteen lisäämisestä sekä vaikutuksista rakentamisen päästöihin. Kysymyksissä pyydettiin vastaamaan vaihtoehtoista 0...10, jossa 0 = Täysin eri mieltä, 5 = ei samaa, eikä eri mieltä, 10 = Täysin samaa mieltä. Vastausten jakaumat ovat esitetty taulukossa 6.

Hankintavaiheen merkityksestä uusiomateriaalien käyttämiseen vastaajat olivat hyvinkin samaa mieltä, se on merkittävä tekijä uusiomateriaalien käyttöönotolle. Vastauksen keskiarvoksi saatiin 8,1 kun arvo 10 oli vaihtoehto ”Täysin samaa mieltä”, 5 oli ”Ei samaa, eikä eri mieltä” ja 0 oli ”Täysin eri mieltä”. Lähes 70 % vastaajista vastasi tässä kohtaa arvoksi 8 tai suuremman.

Taulukko 6. Kierrätys- ja uusiomateriaalien käyttö -vastausten jakaumat. 0 = Täysin eri mieltä, 10 = Täysin samaa mieltä.



Materiaalien laadusta kysyttiin, uskooko vastaajat kierrätys- ja uusiomateriaalien parantavan materiaalien laatua. Tämän kohdan vastausten keskiarvo jäi arvoon 4,8, joten tähän ei saatu selvää mielipidettä vastaajilta. Suurin osa vastaajista merkitsi vaihtoehdoksi ”Ei samaa, eikä eri mieltä”. Myös suurin osa vastauksista rakennusmateriaalien kustannuksiin oli neutraaleja, mutta mielipiteet jakautuivat kuitenkin tasaisesti koko vastausskaalaan. Valmistusten päästöjen kasvamiseen, ka. 3,1, enemmistö oli selvästi eri mieltä, mutta kuitenkin jopa 18 % vastaajista oli jonkin verran samaa mieltä. Vastaajat siis uskoivat uusiomateriaalien valmistuksen pienentävän päästöjä.

Materiaalien kilpailukyvyistä kysyttiin, onko uusiomateriaalien oltava kilpailukykyisiä perinteisiin rakennusmateriaaleihin verrattuna. Tähän kysymykseen enemmistö oli selvästi sitä mieltä, keskiarvo 7,3, että materiaalien on oltava kilpailukykyisiä muihin materiaaleihin verrattuna. Saman suuntaista näkemystä oli myös rakentamisen päästöjen vähentämisestä, keskiarvo 7,9. Vastaajat olivat lähes yksimielisiä, että kierrätys- ja uusiomateriaalien käyttöä on lisättävä. Vastauksen keskiarvoksi saatiin 8,7, jossa yli 52 % vastaajista oli täysin samaa mieltä ja vain 4,6 % oli eri mieltä tai vastasi neutraalisti.

Vaihtoehtoiset ratkaisusta kysyttiin ”Joudutaanko tulevaisuudessa siirtymään täysin vaihtoehtoisiin ratkaisuihin ja materiaaleihin, jos materiaaleja ei voi muuntaa täysin ympäristöystävällisiksi ja kierrätettäviksi?” Tätä kysyttiin, koska materiaalivaatimukset ovat menossa kohti vaatimuksia, joissa materiaalien vaaditaan olevan täysin kierrätettäviä ja ympäristöystävällisiä.

Vastaukset jakautuivat kohtalaisen tasaisesti puolesta ja vastaan, sekä vastauksista kommentoitiin lisäksi kiviainesten vaikutusta. Vastustavat kommentit olivat kohtalaisen ehdottomia, että siirtyminen ei ole mahdollista, koska täysin korvaavia ratkaisuja ei ole. Puolesta olevissa vastauksissa puolestaan kommentoitiin siirtymistarvetta mm. raaka-aineiden loppumisella, uusiokäytön kehittymisellä ja kierrätysvaatimuksilla. Vastauksissa korostui myös pitkä ajanjakso.

Kiviainekseen kohdistuvat vastaukset korostivat, että niistä pois siirtyminen on haasteellista. Kiviaineksen käytön määrät ovat niin suuria, että niiden korvaaminen täysin on haastavaa. Osittain voidaan toki korvata vaihtoehtoisilla ratkaisulla ja kierrätyksen määrä tulee korostumaan.

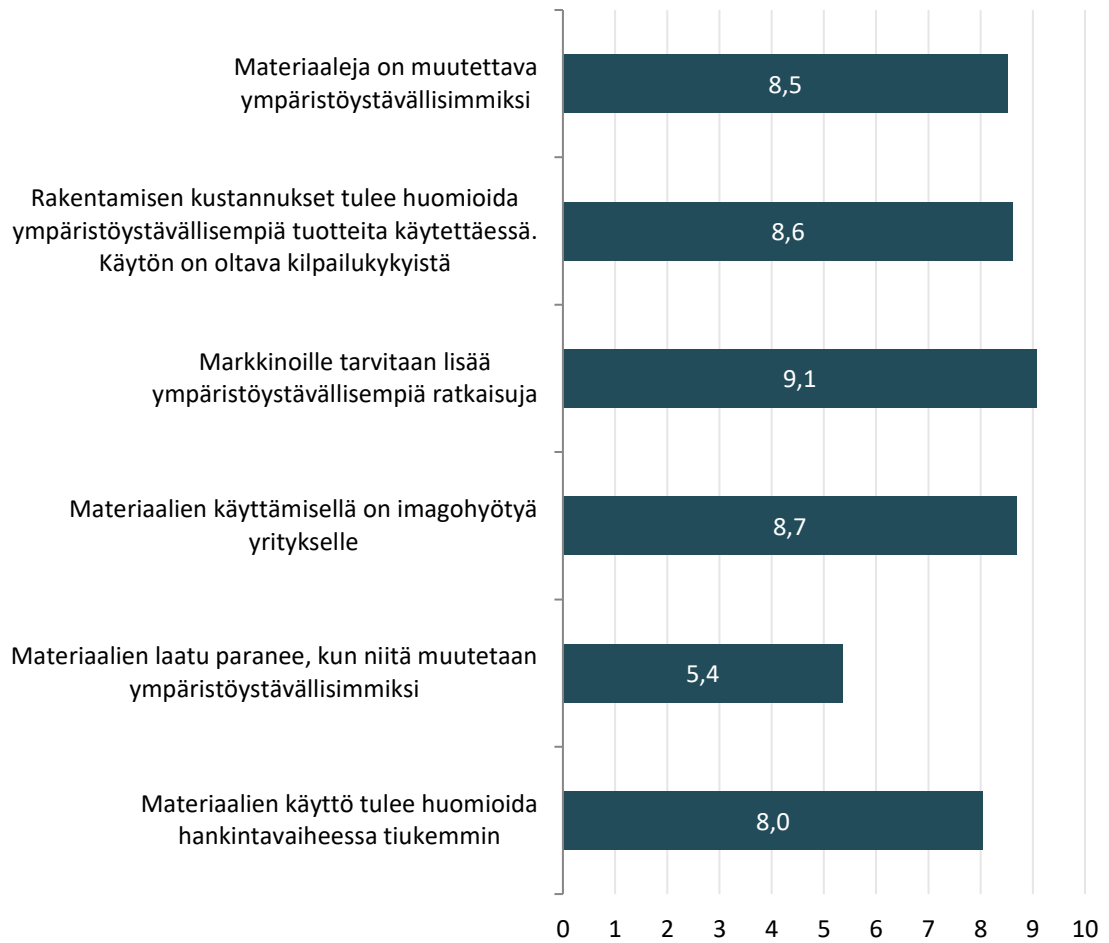
Muita kommentteja kysymykseen, olivat betonin korvaamisen mahdollisuudet ja miten sitä saadaan pienemmäksi, rakenteen elinkaaren ja ympäristövaikutuksen huomioiminen sekä rakentamisen volyymin vähentäminen.

Ympäristöystävällisempien materiaalien käyttämisestä kysyttiin vastaajien näkemyksiä erilaisiin väittämiin; materiaalien muuttamisesta ympäristöystävällisemmiksi, kustannusten huomioimisesta ja kilpailukykyisistä kustannuksista, tarvitaanko lisää ratkaisuja, imagohyödystä, laadun paranemisesta sekä käytön huomioimisesta hankintavaiheessa. Kysymyksissä pyydettiin vastaamaan vaihtoehtoista 0...10, jossa 0 = Täysin eri mieltä, 5 = ei samaa, eikä eri mieltä, 10 = Täysin samaa mieltä. Vastausten jakaumat ovat esitetty taulukossa 7.

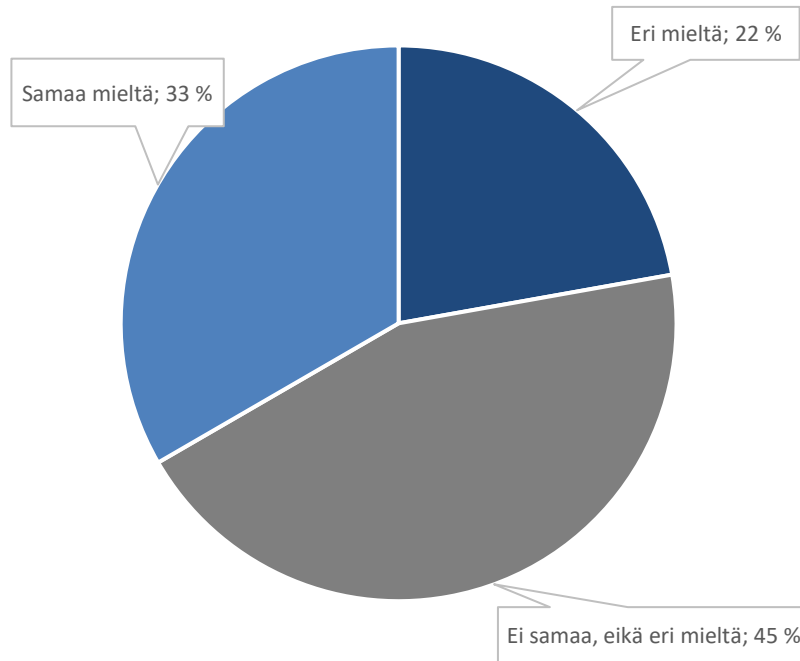
Lähes kaikissa kohdissa vastaajat olivat hyvin samaa mieltä, vastausten keskiarvojen ollessa 8,0:n ja 9,1:n välillä. Vastaajien joukossa oli muutamia, jotka olivat kuitenkin eri mieltä. Seuraavissa kohdissa vastausten joukkoon mahtui muutamia erimielisyyksiä;

- Rakentamisen kustannukset tulee huomioida ympäristöystävällisempiä tuotteita käytettäessä. Käytön on oltava kilpailukykyistä
- Materiaalien käyttämisellä on imagohyötyä yritykselle
- Materiaalien käyttö tulee huomioida hankintavaiheessa tiukemmin

Taulukko 7. Ympäristöystävällisempien materiaalien käyttö -vastaukset. 0 = Täysin eri mieltä, 10 = Täysin samaa mieltä.



Materiaalien laadun paranemisen vastauksissa tuli enemmän hajontaa. Vastaajista 33 % oli samaa mieltä, että materiaalien laatu paranee, kun niitä muutetaan ympäristöystävällisemmiksi. Eri mieltä puolestaan oli 22 % vastaajista ja 45 % vastaajista ei ollut samaa, eikä eri mieltä. Tämän kohdan vastaukset ovat esitetty alla olevassa kuvassa 1.

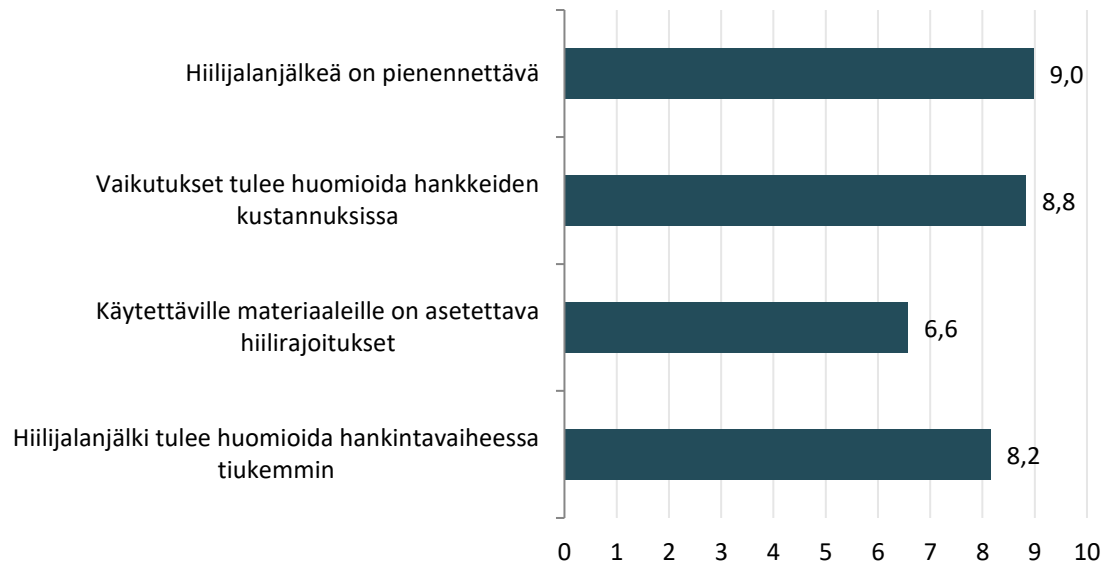


Kuva 1. Materiaalien laatu paranee, kun niitä muutetaan ympäristöystävällisimmiksi - väittämän vastaukset.

Myös rakentamisen hiilijalanjäljestä esitettiin vastaajille muutamia väitteitä, joihin heitä pyydettiin vastaamaan mielipiteensä asteikolla 0-10. Vastausasteikko jakautui edellisten kohtien mukaisesti 0 = Täysin eri mieltä ja 10 = Täysin samaa mieltä. Vastausten keskiarvot on esitetty taulukossa 8.

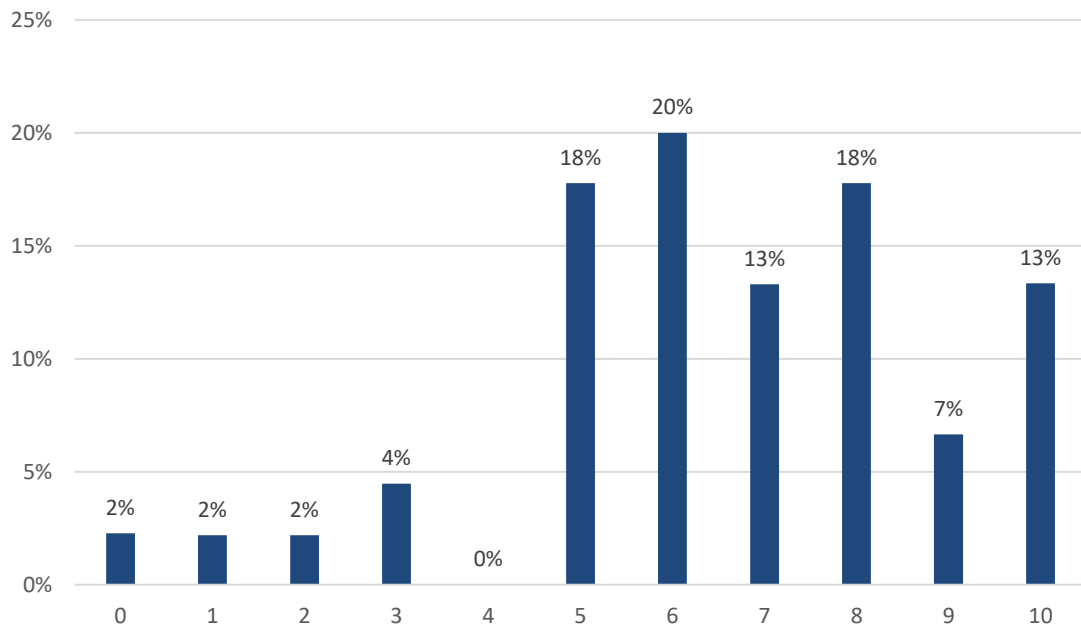
Rakentamisen hiilijalanjäljestä esitettiin väittämiä hiilijalanpientämisestä, vaikutuksien huomioimisesta hankkeiden kustannuksissa, materiaaleille asetettavista hiilirajoituksista sekä hiilijalanjäljen huomioimisesta hankintavaiheessa tiukemmin.

Taulukko 8. Rakentamisen hiilijalanjälki -väittämien vastaukset. 0 = Täysin eri mieltä, 10 = Täysin samaa mieltä.



Kohtaan ”Hiilijalanjälkeä on pienennettävä” tuli keskiarvoksi 9, eli vastaajat olivat hyvin samaa mieltä asiasta. Vastaajista jopa yli 50 % vastasi olevansa täysin samaa mieltä. Kohdassa ”Vaikutukset tulee huomioida hankkeiden kustannuksissa”, vastausten keskiarvo oli 8,8, eli lähes yhtä hyvä kuin edellisessä. Kummassakaan edellä mainitussa kohdassa ei tullut ainoatakaan vastausta, joka olisi eri mieltä.

”Hiilijalanjälki tulee huomioida hankintavaiheessa tiukemmin” -kohta sai keskiarvoksi 8,2, joten vastaajat ovat olleet tässäkin lähes samaa mieltä. Puolestaan ”Käytettäville materiaaleille on asetettava hiilirajoitukset” -kohta ei saanut vastaajia yhtä paljon puolelleen, yli 10 %:a vastaajista oli eri mieltä asiasta. Tämän kohdan vastausjakauma on esitetty taulukossa 9.

Taulukko 9. Materiaalien hiilirajoitukset -vastausten jakauma.

5.2.3 Laatu ja lupa-asiat

Rakennusmateriaalien laadusta haluttiin kysyä millaisia vaikutuksia vastaajien mielestä laadussa tulee olemaan materiaalien uudistamisen myötä. Vastaukset annettiin avoimina vastauksina.

Vastaajilla oli hyvin erilaisia näkemyksiä laatuun liittyen ja vastaustyyppien hajonta oli suurta. Vastauksia oli mm. laadun parantumisen puolesta, laatuvaihteluista, kustannusvaikutuksista, tapauskohtaisista vaikutuksista sekä yksittäisiä näkemyksiä aiheesta.

Laadun paranemisesta vastattiin, että raaka-aineet tulevat tasalaatuistumaan ja niiden laatu tulee paranemaan sekä teollisuus tulee huomiomaan sivutuotteiden laatua paremmin tulevaisuudessa. Laadun paranemisessa huomioitavaa on lisäksi rakenteiden kestävyys, jotta ne ovat hyvin kierrätettäviä. Myös laadunvarmistuksen tärkeyttä erityisesti suunnittelun näkökulmasta korostettiin. Eräs vastaaja totesi laadun paranemisesta seuraavasti, ” Laatu nousee kohisten, kun lainsäädäntö ohjaa/määrää, verotus kannustaa ja materiaalien ja menetelmien kehitystyö vie alaa eteenpäin ja valistus/koulutus opettaa ja kannustaa niiden käyttöön.”

Paranemisen ohella tuli muutamia vastauksia, ettei laatu saa heiketä uudistamisien myötä ja osa oli jopa sitä mieltä, ettei laatuun ole tulossa merkittäviä vaikutuksia. Materiaalien käyttö saattaa toki muuttua ja hyvistäkin materiaaleista saadaan huonoa laatua huonolla työstämisellä. Materiaalien laadussa arvioitiin tulevan vaihtelua ja eräs vastaaja totesi mahdollisten laatuerojen lisääntyvän. Vaihtelun vastattiin johtuvan osaamisen puutteesta sekä materiaalien testauksesta ja testauskäytäntöjen hallitsemisesta. Vaihtelu tulee olemaan ainakin alkuvaiheessa merkittävämpää, mutta sen uskotaan tasaantuvan. Vaikutuksia arvioitiin tulevan myös tapauskohtaisesti, koska yleisellä tasolla arviointi on haasteellista.

Osa vastaajista nosti kustannukset merkittävämmäksi kuin laadun. He olivat sitä mieltä, ettei uudistuksilla ole suurta vaikutusta laatuun, mutta vaikuttaa todennäköisesti rakennuskustannuksiin nousevasti. Eräs vastaaja myös totesi, ”Laadusta kun ei voi tinkiä. Kulloinkin laatu syntyy kysynnästä ja tarjonnasta. Siitä mistä ollaan valmiita maksamaan.” Toinen vastaaja totesi kustannusten kanssa nousevan ja mainitsi, että Suomen kilpailukyky on huolehdittava. Laatuun liittyen saatiin edellä mainittujen lisäksi yksittäisiä vastauksia, joista poimintoja alla:

- Pitkäaikaiskestävyyteen ja kierrätettävyyteen kiinnitetään entistä enemmän huomiota.
- Normit ohjaavat rakentamista jatkossakin.
- Rakennusmateriaalien valintakriteerit, rajoituksia ja standardeja joudutaan todennäköisesti tarkastelemaan.
- Uhkakuvana on, että rakentamisvaiheessa valitaan kestävämpiä tuotteita ja materiaaleja, jolloin elinkaaren aikaiset päästöt kasvavat.
- Materiaalien laatu ja saatavuus heikkenee ja vaatii entistä tarkempaa suunnittelua.

Lupakäytännöistä kysyttiin millaisia vaikutuksia vastaajat uskovat uudistusten ja materiaalien uudistamisen tuovan. Tämä kysymys esitettiin avoimena kysymyksenä. Useat vastaajat olivat sitä mieltä, että käytännöt tulevat helpottumaan tai yksinkertaistumaan. Moni näistä vastaajista vain toivoi käytäntöjen helpottuvan, mutta oli joukossa laajempiakin vastauksia. Eräs vastaajista totesi, ”Uusiomateriaaleihin on kehitteillä parhaillaan uusia hyväksyntämenettelyjä. Eli prosessi tulee helpottumaan” ja muutamalla vastaajalla oli samat ajatukset. Muutamat totesivat helpottumisen vaativan aikaa ja materiaalien testaamista.

Moni vastaaja arvioi lupakäytänteiden tiukentuvan. Vastausten joukossa kommentoitiin uusiomateriaalien käytön rajoittamista, mm. kiviainesten ottopaikkojen vaikeutumisella ja maa-ainesten ottolupien tiukentumisella sekä yleisesti lupaprosessien tiukentumista. Lupaprosessien tiukentumisen ohella toivottiin, että samalla prosessit nopeutuisivat.

Muita vastauksia kyseiseen kysymykseen saatiin mm. hiilirajoitusten vaikutuksista, sähköisestä lupakäsittelystä, kansallisesta tulkinnasta sekä lupakäytäntöjen yhtenäistämistä ja ennakoitavuudesta.

Valvonnasta ja raportoinnista esitettiin avoin kysymys, jossa kysyttiin millaisia vaikutuksia uudistukset tuovat valvontaan ja tietojen raportointiin. Vastauksissa ei ollut selkeää yhtenäistä linjaa, vaan vastaukset jakoutuivat eri kanteille. Muutamat vastaajat uskoivat valvonnan ja prosessien pysyvän samanlaisena kuin nykyään ja prosessien olevan sama kuin perinteisillä materiaaleilla. Muutamat uskoivat, että asiat helpottuvat ja eräs vastaaja kommentoi, että osaamista tulee huomattavasti kasvattaa.

Valvonnan resurssija kommentoimiin lisäksi tarvittavan enemmän ja valvontatarpeen kasvavan. Todettiin lisäksi, että valvonnan tulisi olla tasapuolisempaa. Monissa kommentteissa esiintyi puolestaan näkemys digitalisaation tarpeesta, jotta valvonta ja raportointi helpottuisi. Erityisesti rekistereihin kirjattavat materiaalit ja niiden käyttö korostui. Muutama vastaaja oli taas kustannusten nousun ja byrokratian tiukentumisen kannalla.

Hyväksyntäprosesseista esitettiin myös avoin kysymys, jossa kysyttiin hyväksyntäprosessien muutoksesta ja uskovatko vastaajat raportoinnin ja selvitysten määrän kasvavan. Vastaukset jakoutuivat noin puoliksi puolesta ja vastaan. Prosessien vaikeutumisen kannalla olevien mielestä ne muuttuvat työläemmiksi, osin suuren materiaalien hajonnan takia ja lisää selvityksiä ja raportointia tullaan tarvitsemaan. Näiden kommenttien joukossa oli kuitenkin mielipiteitä, että vaikka selvitysten ja raportoinnin määrä kasvaa, niin uskottiin digitalisaation keventävän kokonaisuutta.

Helpottumisen kannalla olleet kommentoivat, että rakennusala ei kaipaa lisäselvityksiä ja toivottavasti byrokratia vähenee, materiaalitoimittajilla on vastuu tuottaa tarvittavat dokumentit ja hyväksyä tuotteet, materiaalien tullessa tunnetuiksi selvitysten määrä vähenee sekä raportointijärjestelmien kehittyessä yksinkertaistuu. Eräs vastaaja kommentoi ministeriön työryhmän kehittävän asiaa parempaan suuntaan. Toinen vastaaja taas kommentoi, että hyväksyntäprosesseja on kehitettävä joustavammiksi ja ohjaavimmiksi sekä ettei kehitystä saa tukahduttaa selvitysvaatimuksilla.

Materiaalien vaatimuksista esitettiin kysymys niiden muuttumisesta sekä uskovatko vastaajat kriteerien ja vaatimusten tiukentuvan. Tämäkin kysymys esitettiin avoimena kysymyksenä. Vastaajista noin 90 % totesivat, että uusia kriteerejä ja vaatimuksia on tulossa, kun taas alle 10 % uskoi, ettei isoja muutoksia ole tulossa. Vaatimusten tiukentumisesta usea vastaaja totesi vain niiden tiukentuvan, mutta monen vastaajan vastauksissa esille nousi hiilijalanjäljen huomioiminen ja hiilirajoitukset. Muutama vastaaja mainitsi hiilijalanjäljen tärkeimmäksi kriteeriksi, sen vaikuttaessa hankkeiden rahoitukseen ja verotukseen.

Muita vastauksia kriteerien muuttumiseen olivat mm. tuotteiden laadun ja kestävyyskehittyminen, materiaalien päästöluokkien yleistymisen sekä mahdollisten haitta-aineiden määrät. Lisäksi todettiin, että vaikka kriteerit kiristyvät, toimintatapojen ja dokumentoinnin kehittyessä käyttö tulee helpottumaan.

5.2.4 Vaikutukset hankinnoissa ja kilpailutuksessa

”Millaisia vaikutuksia mahdollisilla materiaalimuutoksilla tulee olemaan hankinnoissa ja kilpailutuksessa” -kysymykseen saatiin laajalla skaalalla vastauksia. Tämä kysymys esitettiin monien muiden kysymysten tapaan avoimena kysymyksenä.

Monissa tämän kohdan vastauksissa painotettiin kustannusten vaikutusta ja niiden nousua. Kustannusten ohella hankintojen kehittymistä oli mainittuna monissa vastauksissa. Hankkijan ja kilpailuttajan tulisi tietää paremmin, mitä haluaa ja miten kilpailuttaa sekä materiaalivaatimukset tulisi kirjata selkeämmin. Lisäksi pitäisi materiaalien päästötietojen perusteella pystyä määrittelemään pelisäännöt hankintoihin ja huomioitava, että ne toteutusvaiheessa luvatut päästöt toteutuvat. Haasteiksi voi nousta käytäntöjen erilaisuus ja ei-vakiintuneet käytännöt. Eräs vastaaja myös totesi, että

tarvitaan uusia normeja ja standardeja seurattaviksi sekä pitää kannustaa ja osin asettaa vaatimuksia ympäristöystävällisten materiaalien käytölle.

Muutama vastaaja totesi hankintoihin ja kilpailutukseen tulevan rajoittuneisuutta, sillä voi tulla tilanteita, joissa osa tarjoajista ei voi tarjota ja vaadittavat materiaalit asetetaan eriarvoiseen asemaan. Kiertotalouden hallitsevat ja alan eturintamassa olevat yritykset tulevat saamaan paremmin töitä ja ne työt tulevat olemaan kannattavampia, kuin perinteiset työt. Muita huomion arvoisia kommentteja oli erilaisten kannusteiden käyttö, tuotteiden vaikutus rakenteen elinkaareen, uusiomateriaalien ja muiden ympäristöhyötyjen pisteyttäminen julkisissa hankinnoissa sekä vähähiilisen betonin ratkaisut.

Materiaalitoimittajilta haluttiin kysyä mitkä ovat heidän merkittävimmät muutokset, joita he tulevat tekemään materiaalien uudistumisen myötä ja onko heiltä tulossa uusia vähähiilisiä ratkaisuja. Tämä ja seuraavat ainoastaan materiaalitoimittajille esitetyt kysymykset olivat kaikki avoimia kysymyksiä. Muut ainoastaan materiaalitoimittajille esitetyt kysymykset ovat tämän kappaleen lopussa olevat kohdat ”Raaka-aineiden hintojen vaikutukset” sekä ”Kysynnän muutoksen vaikutus”.

Useimmat vastaajista korostivat vähähiilisiä tuotteita, kun taas osa päästöjen ja kierrätyksen vaikutusta. Vastausten joukossa oli seuraavanlaisia kommentteja;

- Tuotteiden hiilijalanjälkeä parannetaan koko ajan.
- Kehitystyö jatkuu myös uusien tuotteiden lanseeraamiseksi.
- Kehitämme valmistusprosesseja tehokkaammiksi, energiataloudellisimmiksi ja kiinnitämme raaka-aineiden päästöihin enemmän huomiota.
- Kohti fossiilivapaata tuotantoa mennään.
- Meillä on jo vähempipäästöisiä materiaaleja ja kehitämme niitä yhä.

Näiden lisäksi vastauksissa mainittiin asfaltin kierrätys sekä uusio- ja kierrätysmateriaalien jalostaminen ja hyötykäyttäminen. Eräs vastaaja totesi, ettei heillä ole tällä hetkellä tulossa suurempia muutoksia.

Raaka-aineiden hintojen vaikutuksista kysyttiin, että vaikuttaako se tehtyihin valintoihin ja suurin joukko vastaajista vastasi vaikuttavan. Vastauksissa esiintyi useasti materiaalien hintojen nousu ja sitä kautta siirtyminen kierrättämiseen. Lisäksi mainittiin hankintojen vaikutus ja todettiin, että jos hankinnoissa on etua jostain tietyistä materiaalista, suositaan sitä. Muutama vastaaja totesi, ettei ole vaikutusta ja todettiin, että materiaalien on oltava kilpailukykyisiä.

Kysynnän muutoksen vaikutuksista kysyttiin, kuinka on valmistauduttu mahdolliselle kysynnän muutokselle. Vastauksia tuli hankintakanavien rakentamisesta, raaka-aineiden varastoinnista, vaihtoehtoisten raaka-aineiden ennakkoselvityksistä, suunnittelusta, investoinneista ja kehitystyöstä.

5.2.5 Uudistamisen merkitys ja mielipiteet tulevaisuudesta

Materiaalien uudistamisesta kysyttiin, että uskovatko vastaajat materiaalien uudistamisella olevan merkitystä ja voiko ympäristöhyödyn saavuttaa jollain muulla tavalla järkevämmän ja tehokkaamman. Tällä avoimella kysymyksellä haluttiin selvittää vastaajien mielipiteitä, että onko materiaalien uudistaminen todella tarpeellista ja uskovatko he sen olevan oikea keino kohti hiilineutraaliutta.

Suurin osa vastaajista oli mieltä, että uudistaminen on merkityksellistä. Muissa vastauksissa korostuivat rakentamisen määrä, hiilipäästöt sekä tietyt materiaalit.

Merkityksellisyyden vastausten joukossa vastauksia oli mm. ”Materiaalit ovat vaikutuksiltaan suuria, joten vaihtoehtoja ei ole. Muutkin keinot on otettava käyttöön”, ”Tulee olemaan merkittävässä roolissa ja isossa mittakaavassa se on yksi suurimpia ympäristöhyötyjä” sekä ”Iso merkitys. Se toimii myös kannustavana esimerkkinä muille muutoksen mahdollisuudesta ja vaikutuksista. Muitakin keinoja tarvitaan. Päästö- ja energiatalouspolitiikka isossa roolissa ohjaamassa kehitystä oikeaan suuntaan”.

Rakentamisen määrä nostettiin muutamia kertoja esiin ja sillä kommentoitiin olevan merkittävä vaikutus. Kokonaisuuden vaikutus myös mainittiin muutamissa vastauksissa. Materiaaleista puolestaan kommentoitiin betonin vaikutusta ja että betonin käyttö on niin massiivista, että sillä on todellista merkitystä. Väylärakentamisesta huomioitiin materiaalien intensiivinen käyttö, jolloin materiaalivalinnoilla ja kuljetuksilla on merkittävät vaikutukset.

Muita kysymykseen saatuja vastauksia olivat mm.

- Yksinkertaisin tapa pienentää päästöjä työmailla on kriittisten materiaalien vähähiilisyys ja ennen kaikkea tuotannon tehostamisessa, jolloin hukkaa syntyy vähemmän, kun aineita ja työtä menee vähemmän.
- Alan standardien pitää pystyä mukautumaan uusiin ympäristövaatimuksiin.
- Kierrätysmateriaalien tai osittain kierrätysmateriaalista valmistettujen tuotteiden käytössä on suuri potentiaali, joka pitäisi ottaa käyttöön.
- Pelkästään materiaalien muuttaminen ympäristöystävällisemmäksi ei riitä vaan rinnalle tarvitaan myös materiaalien käyttöikä lisääviä tekijöitä. Ympäristöystävällisinkään tuote ei säilytä hyötyään, mikäli materiaali ei ole korjattavissa tai sillä on hyvin lyhyt elinkaari.

Lopuksi vastaajia pyydettiin antamaan oma mielipiteensä ja toiveensa tulevaisuuden rakentamisesta, uudistuksista sekä niiden vaikutuksista. Tässä kohtaa vastaajat vastasivat myös avoimeen kenttään. Vastaajat toivoivat mm. sujuvampaa käyttöä, tutkimuksen parantumista, kaikkien yhteistä vastuuta sekä säädöksiä ja ohjeiden kehittymistä.

Sujuvampaa käytön kannalla olleiden vastauksia oli mm. ”Kehittyminen ja päästöjen vähentäminen on välttämätöntä. Asiat pitää kuitenkin tehdä niin, että prosessit eivät kohtuuttomasti vaikeudu ja kustannusten nousu pitäisi pysyä kohtuullisena.” sekä ”Toivon että tulevaisuudessa rakentamisen päästöjä pystyttäisiin tarkastelemaan nykyistä paremmin kokonaisuuden kannalta puolueettomasti ja ottaen huomioon mm. materiaalivalintojen pitkäaikaisvaikutukset. Myös alan standardeja ja käytäntöjä pitää pystyä muuttamaan ja kehittämään niin, että aiempaa ympäristöystävällisempien materiaalien käytön mahdollisuus on nykyistä helpompaa.” Näiden lisäksi vastauksissa toivottiin sujuvampaa lupamenettelyä, prosesseja suoraviivaisemmiksi sekä materiaalien optimoidumpaa ja tarkoituksenmukaisempaa käyttöä.

Monet vastaajista myös uskoivat muutokseen yhteistyötä tekemällä. Kaikkien rakentajien, valmistajien ja lupaviranomaisten on osallistuttava uudistuksiin. Uudistuksissa tulisi ajatella järjellä ja markkinaehtoisuus edellä. Infra-alan toivottiin olevan suunnannäyttävä ja ottavan vastuuta materiaalien uudistamisesta, kierrätyksen lisäämisestä sekä hiilipäästöjen alentamisesta. Rakennustuotteiden valmistajien ja urakoitsijoiden toivottiin lähtevän laajasti kehittämään vähäpäästöisempiä tuotteita ja materiaaleja. Heiltä toivottiin myös osallistumista tilauskäytäntöjen kehittämiseen

yhdessä tilaajien kanssa. Tilaajilta ja viranomaisilta puolestaan toivottiin pitkäjänteistä sitoutumista kehitykseen, selkeää viestintää ja panostusta materiaalien monipuoliseen käyttöön. Lisäksi toiveita oli materiaalien määräysten tasapuolisuudesta sekä muutokseen valmiiden osapuolten tukemisesta ja kannustamisesta.

Vastaajien joukossa toivottiin myös uudistuksia lainsäädännön osalta. Poliitikoilta toivottiin todellisen kierrätyksen mahdollistamista lainsäädäntöä muuttamalla sekä lainsäädännön ohjaavan rakentamista voimakkaammin ympäristöystävällisemmäksi. Toimenpiteiden toivottiin olevan nopeampia ja voimakkaampia sekä verotusjärjestelmän kannustavan ympäristöystävällisempiä ratkaisuja rankaisemisen sijaan.

Tutkimuksen parantamista toivottiin laaja-alaisesti, erityisesti CO₂-päästöjen laskemisen kehittämistä. Tutkimusta toivottiin myös yllätyksien minimoimiseksi ja ettei käyttöönottamisesta tehdä liian vaikeaa prosessia. Kustannuksiin toivottiin myös uudistuksia, sillä hinnoilla kilpailu ei auta alaa uudistumaan riittävän nopeasti ja tehokkaasti. Huomioitava on myös kaluston, kierrätyksen ja päästöjen vaikutukset. Eräs vastaaja totesi asiasta; ”Materiaalien arvostuksen pitää nousta ja ilmapiirin olla sellainen, että on normaalia maksaa jopa enemmän uusiomateriaaleista ja ympäristöystävällisistä tuotteista.” Rakentamisen kustannusten kiristyessä rakentamisen määrä tulee laskemaan ja tällä tulee olemaan iso vaikutus hiilijalanjälkeen. Haasteina nähtiin koko hankintaketjun vaativa uudistus, todellinen kiinnostus hiilipäästöjen vähentämisestä sekä yksittäiset materiaalit kuten bitumin korvaaminen päällystekerroksissa.

6 TULOSTEN KÄSITTELY

Merkityksellisimpiä asioita, joita tulevaisuuden materiaaleissa tulisi huomioida, olivat vastaajien mielestä kestävyys, päästöt, kustannukset, hankintojen ja suunnittelun merkitys, tutkimus, laatu ja käytön vaatimukset sekä materiaalien optimointi. Isoimmiksi mahdollisuuksiksi nimettiin puolestaan kierrätys ja materiaalitehokkuus, kestävyys, lainsäädännön vaikutus sekä tiettyjen materiaalien mahdollisuudet.

Parhaiksi uudistamisen keinoiksi vastaajat nimesivät lupakäytäntöjen helpottamisen, muutokseen kannustamisen, kouluttamisen sekä materiaalien saatavuuden. Verotuksen vaikutukset saivat myös reilun osan äänistä. Vastaukset jakautuivat kuitenkin hieman eri osa-alueisiin, kun vertailtiin materiaalitoimittajien sekä asiakkaiden, asiantuntijoiden ja viranomaisten vastauksia. Selkeimmät eroavaisuudet olivat lupakäytäntöjen helpottamisessa, muutokseen kannustamisessa sekä materiaalien vapaammassa käytössä.

Näitä materiaalitoimittajat pitivät muita osapuolia selvästi merkittävimpinä. Asiakkaiden, asiantuntijoiden ja viranomaisten keskuudessa verotusta, materiaalien saatavuutta ja vaatimuksien tiukentamista pidettiin selvästi tärkeämpinä, kuin mitä materiaalitoimittajat vastasivat. Lupakäytäntöjen tiukentaminen, valmistuskustannusten vaikutus ja materiaalien käytön rajoittaminen jäivät lähes äänittä kaikkien osapuolten vastauksissa.

Selvästi suurimmat haasteet olivat vastaajien mielestä asenteet ja materiaalien hyväksyntäprosessit. Asenteiden vaikutuksen vastasi selvästi enemmistö asiakkaista, asiantuntijoista ja viranomaisista, kun taas materiaalitoimittajat valitsivat heitä reilusti enemmän vaihtoehtoa materiaalien hyväksyntäprosessit. Näiden jälkeen vastaukset jakautuivat tasaisemmin materiaalikustannuksiin, teknisiin ominaisuuksiin, lupakäytäntöihin ja materiaalien saatavuuteen. Myös eri osapuolten vastaukset olivat näissä tasaisia.

Tarkasteltaessa mahdollisuuksia, parhaita keinoja ja suurimpia haasteita, on vastauksista selvästi havaittavissa materiaalien pitkäaikaiskestävyyden ja kierrätyksen merkityksellisyys. Myös hankintojen ja tutkimuksen kehittämisen merkityksellisyys korostui.

Parhaiksi keinoiksi nimettiin lupakäytäntöjen helpottaminen, muutokseen kannustaminen, kouluttaminen, verotus sekä materiaalien saatavuus, kun taas suurimmiksi haasteiksi valittiin asenteet ja materiaalien hyväksyntäprosessit. Haasteiksi nimettiin myös mm. lupakäytännöt ja materiaalien saatavuus. Kun näiden ohella lupakäytäntöjen tiukentaminen ja materiaalin käytön rajoittaminen eivät saaneet juuri yhtään kannatusta, voidaan vastauksista tulkita, että vastaajat kannattavat sallivampaa linjaa rakentamiseen. Lupakäytäntöjä on saatava sujuvimmiksi, koulutusta ja tietoisuutta lisättävä sekä verotusta kehitettävä ja näin kannustettava osapuolia muutokseen. Vastaajat ovat myös selvästi tutkimuksen ja koulutuksen lisäämisen kannalla.

Kierrätys- ja uusiomateriaalien käyttöasteen lisäämisestä sekä sen huomioimisesta hankintavaiheessa ja rakentamisen päästöjen vähentämisestä vastaajat olivat selvästi samaa mieltä. Vastaajat totesivat myös, että näiden materiaalien on oltava kilpailukykyistä perinteisiin materiaaleihin verrattuna. Kierrätys- ja uusiomateriaalien ohella vastaajat olivat hyvin samaa mieltä, että materiaaleja on muutettava ympäristöystävällisemmiksi sekä markkinoille tarvitaan enemmän tällaisia ratkaisuja. Myös ympäristöystävällisten materiaalien käyttö on huomioitava hankintavaiheessa paremmin ja sen on oltava kilpailukykyistä. Materiaalien uudistumisesta ja siirtymisestä täysin kierrätettäviin tuotteisiin, vastaajat jakautuivat noin puoliksi. Monet eivät uskoneet siirtymisen olevan mahdollista, kun taas raaka-aineiden loppumisen, uusiokäytön kehittymisen ja kierrätysvaatimusten uskottiin pakottavan muutokseen.

Rakentamisen hiilijalanjälkeen liittyvissä kysymyksissä vastaajat olivat pitkälti yksimielisiä. Vastaajien mielestä hiilijalanjälkeä on pienennettävä, vaikutukset tulee huomioida hankkeiden kustannuksissa ja sitä pitää huomioida hankintavaiheessa nykyistä tiukemmin. Materiaaleille asetettavista hiilirajoituksista vastaajat eivät olleet kuitenkaan kovin yksimielisiä ja vastustustakin tuli. Tämä toki voi johtua vastaajien joukossa olevista materiaalitoimittajista, jotka eivät toivo tiukempia vaatimuksia materiaaleilleen.

Laatuun liittyen vastaajilta ei saatu selkeää linjaa, vaan vastausten hajonta oli suurta. Osa vastaajista oli laadun paranemisen kannalla ja osa laadun vaihtelun kannalla. Laadun uskottiin paranevan, kun kiinnitetään huomiota materiaalien kierrätettävyyteen ja kestäväyyteen sekä saadaan lainsäädäntö ohjaamaan käyttöä paremmin. Vastauksissa arvailtiin myös laatuerojen lisääntyvän mm. heikon osaamisen vuoksi. Tämän kuitenkin uskottiin tasaantuvan ajan kanssa.

Lupakäytänteiden uudistumisista vastaajat jakautuivat helpottumisen ja tiukentumisen välille. Monet uskoivat ja toivoivat käytäntöjen helpottuvan ja yksinkertaistuvan, kun taas monet arvioivat käytäntöjen tiukentuvan mm. materiaalien rajoittumisella. Tässä kohtaa on nähtävissä samaa jakautumista, kuin mahdollisuuksista kysyttäessä. Useat siis uskovat ja toivovat lupakäytäntöjen helpottuvan ja yksinkertaistuvan, mutta vastustajiakin asialle selvästi löytyy. Lupakäytäntöjen ohella myös hyväksyntäprosesseista oli samanlaista näkökulmaa ja vastaukset jakautuivat samankaltaisesti. Hyväksyntäprosessien toivottiin helpottuvan digitalisaation kautta, vaikka mm. raportoinnin määrä lisääntyisi. Myös valvonnassa uskottiin digitalisaatiosta olevan iso hyöty ja valvonnan määrän uskottiin lisääntyvän reilusti, sekä samalla myös valvojien ammattitaidon on kehityttävä.

Kaiken kaikkiaan vastaajien joukko jakautui noin puoliksi kehityksen puolesta ja vastaan. Noin puolet uskoivat ja toivoivat käytänteiden helpottuvan ja yksinkertaistuvan, kun taas puolet uskoivat prosessien vaikeutuvan ja lupsääntöjen tiukentuvan. Digitalisaatio on mainittuna useissa näissä kohdissa ja sen uskotaan helpottavan muutoksissa. Osapuolten onkin panostettava erilaisiin työkaluihin, jotta voidaan vastata muutoksiin, sekä mahdollisiin uusiin vaatimuksiin paremmin.

Lupakäytänteiden ja hyväksyntäprosessien ohella kysyttiin tulevatko materiaalien vaatimukset tiukentumaan, ja tässä tapauksessa noin 90 % vastaajista oli tiukentumisen kannalla. Useat vastaajista uskoivat tiukentumisien kohdentuvan hiilijalanjälkeen ja hiilirajoituksiin. Näistäkin uskottiin selviydyttävän, kun toimintatavat ja dokumentaatio kehittyi.

Hankinnoista ja kilpailutuksesta todettiin, että niiden on kehityttävä, ja kustannuksilla sekä niiden nousulla on suuri vaikutus. Hankinnoissa ja kilpailutuksessa tulisi kaikkien tietää paremmin vaatimuksista sekä pelisäännöt tulisi määritellä tarkemmin. Isoja haasteita voi tulla käytäntöjen erilaisuuksista, kun ei vielä ole yleisesti vakiintuneita käytänteitä. Näin kilpailutuksiin voi muodostua rajoitteisuutta tarjoajien ja materiaalien osalta. Tässä on iso haaste, kuinka saadaan hankintoihin ja kilpailutuksiin oikeat pelisäännöt. Lisätäänkö esim. ympäristöhyötyjen pisteyttämistä hankinnoissa.

Materiaalitoimittajille esitettiin kysymyksiä materiaaleihin tehtävistä muutoksista, raaka-aineiden hintojen vaikutuksista ja kysynnän vaikutuksista. Vastaajat painottivat tuotteiden muuntamista vähähiilisemmiksi, päästöjen vähentämistä sekä tuotteiden kierrättämistä. Raaka-ainehintojen uskottiin nousevan ja näin kierrätyksen lisääntyvän. Kysynnän muutokseen oli puolestaan varauduttu varastoinnilla, ennakkoselvityksillä, kehitystyöllä ja investoinneilla.

Vastaajilta kysyttiin myös materiaalien uudistamisen merkityksestä ja uskovatko he todella muutokseen. Suurin osa vastaajista uskoi uudistuksilla olevan merkitystä ja totesi ettei muita vaihtoehtoja ole. Materiaalien käyttö on runsasta ja vaikutukseltaan suurta, joten niitä on pystyttävä uudistamaan ja kehittämään. Rakentamisen määrällä ja kokonaisuuden vaikutuksella todettiin olevan myös suuri vaikutus tulevaisuudessa. Kommenttien perusteella vastaajat vaikuttavat todella uskovan materiaalien uudistamisen merkityksellisyyteen ja kehitykseen, eikä tavoitteet ympäristöhyödyistä ole pelkkää puhetta.

Tutkimukseen osallistuneilta kysyttiin vielä heidän mielipiteitään ja toiveitaan tulevaisuudelta ja vastauksissa korostuivat sujuvampi käyttö, tutkimuksen paraneminen sekä säädöksiä ja ohjeistusten kehittyminen. Vastaajat siis toivovat sujuvampaa rakentamista ja käyttöä ilman, että säädökset ja standardit rajoittavat liikaa. Lupamenettelyjen ja prosessien on oltava tehokkaampia ja suoraviivaisempia sekä lainsäädäntöön on saatava muutoksia ohjaamaan rakentamista ympäristöystävällisemmäksi.

Kaikista kyselyyn annetuista vastauksista merkittävimmiksi asioiksi materiaalien uudistuksissa ovat tutkimuksen ja koulutuksen kehittäminen, lupakäytäntöjen ja prosessien suoraviivaistaminen ja selkeyttäminen sekä erilaiset digitaaliset ratkaisut tukemaan muutoksissa. Nämä osa-alueet korostuvat lähes kaikissa kysymyksissä, joten niitä pidetään selvästi tärkeimpinä asioina kehityksessä.

6.1 Toteutuksen arviointi

Arvioidessa kyselyn toteutusta ja saatuja vastauksia, voidaan todeta saatujen vastauksien olevan hyvin uskottavia ja jopa osin odotettuja. Samat teemat toistuivat selvästi vastauksissa ja näkemykset pysyivät samana kyselyn ajan. Tulosten uskottavuutta lisää vastaajajoukon ammattitaito ja tietämys sekä vastausten hyvä määrä.

Tämä tutkimuskysely on hyvin toistettavissa, koska kyselyn kysymykset sekä vastaukset on kirjoitettu auki. Kysely voitaisiin hyvin tutkia uudelleen sopivan aikajakson jälkeen. Tällöin voitaisiin nähdä kuinka mielipiteet muuttuvat, sekä kuinka vastaajien toiveet ja näkemykset toteutuvat. Tutkimus on myös toteutettu erityisesti infrarakentamiseen keskittyen, joten vastaavaa tutkimusta voisi tarkastella myös esimerkiksi talonrakentamisen puolella.

6.2 Johtopäätökset

Kyselyn johtopäätöksenä voidaan todeta, että alan henkilöt jakavat samaa näkemystä materiaalien uudistamisen tarpeesta. Suuri osa vastaajista oli sitä mieltä, että alan koulutus- ja tutkimustyötä on syytä kehittää, jotta voidaan päästä päästötavoitteisiin materiaalien osalta. Tämä näkemys oli odotettavissa, sillä ilman erilaisia tutkimus- ja kehityshankkeita ei voida saavuttaa haluttua kehitystä.

Kyselytutkimuksessa saadut tulokset voisivat olla uudelleen toteutettuna hyvinkin erilaisia, sillä Ukrainan kriisi keväällä 2022 on aiheuttanut paljon muutoksia markkinoilla. Vastaajat eivät välttämättä vastaisi samalla tavalla tai yhtä avoimesti, kuin loppuvuodesta 2021 ja vastaukset voisivat hyvin painottua eri osa-alueisiin. Kriisi on osoittanut, että markkinoille olisi hyvä saada tuotteita, jotka eivät ole riippuvaisia fossiilisista polttoaineista ja jotka pystyttäisiin valmistamaan kotimaisena tuotantona. Fossiilisista polttoaineista luopuminen onkin merkittävä tekijä kohti vähähiilisempää materiaalin tuotantoa. Materiaalien hankintakanaviin tulee varmasti suuria muutoksia ja niitä joudutaan jatkuvasti etsimään. Yksi suurimmista haasteista oli vastaajien mielestä asenteet uudistamista kohtaan. Tämä kriisitilanne voi osaltaan muuttaa ihmisten asenteita ja uudistuksiin ollaan valmiimpia perinteisien materiaalien kustannusten noustessa.

Asenteet vaikuttavat osaltaan myös digitalisaation kehitykseen, joka voisi osaltaan vaikuttaa positiivisesti siirtymisessä vähähiilisempiin materiaaleihin. Alan digitaalisten työkalujen käyttö on vähäistä ja uusien innovaatioiden käyttöönotto on hidasta. Digitalisaatio auttaisi nopeampaan tiedon vaihtoon ja sitä kautta kehitykseen ja tietojen läpinäkyvyyteen.

Tutkimus onnistui hyvin ja se on tällä hetkellä hyvin ajankohtainen. Kehitykselle on jatkuvaa kysyntää ja uusia innovaatioita kehitetään jatkuvasti. Vastaukset antavat selvää suuntaa toiveista ja ajatuksista, sekä mitä tulisi tehdä, jotta voidaan saavuttaa vähähiilisyystavoitteet. Vastaukset antavat yleiskuvaa, mitä kehityksessä tulisi huomioida, mutta tutkimus ei ottanut tarkemmin kantaa yksittäisiin materiaaleihin ja mitkä olisivat potentiaalisia materiaaleja infrarakentamisen tulevaisuudessa. Tutkimuksen pohjalta voitaisiinkin tutkia tarkemmin yksittäisten materiaalien potentiaalia ja niiden vaikutusmahdollisuuksia vähähiilisyysyteen.

7 YHTEENVETO

Suomessa rakentaminen aiheuttaa noin 30 % maan hiilidioksidipäästöistä. Koska päästöt ovat korkeita kohdistuu niihin odotuksia päästövähennyksille. Suomen hallitus onkin asettanut hiilineutraaliuteen siirtymisen tavoitteeksi vuoden 2035. Tavoite pakottaa toimiin rakentamissektorilla, jossa tulisikin siirtyä vähähiilisempään toimintaa ja vähentää rakentamisen ja rakennusmateriaaleista syntyviä päästöjä.

Työn kirjallisuusosiossa perehdyttiin rakentamismateriaaleja koskeviin lakiin, tavoitteisiin ja ohjauskeinoihin. Sen lisäksi selvitettiin olemassa olevia, sekä kehitteillä olevia materiaaleja, joilla pystytään vastaamaan vähähiilisyystavoitteisiin. Materiaaleista käsitellään pääasiassa betonia, terästä, puuta, asfalttia, kiviaineksia sekä erilaisia uusiomateriaaleja. Uusista ja ympäristövaatimuksiin vastaavina materiaaleina työssä käsitellään ympäristöystävällisempää betonia, kierrätettyä terästä ja fossiilivapaata terästä, asfalttia, hiilidioksidin talteenottoa sekä erilaisia uusiomateriaaleja.

Diplomityössä tehtiin kyselytutkimus, jonka tavoitteena oli selvittää millaisia vaikutuksia materiaaleihin ja niiden käyttöön on tulevaisuudessa tulossa eri uudistusten ja ympäristötavoitteiden myötä. Kyselyssä haastateltiin kattava joukko alalla toimivia henkilöitä. Tavoitteena oli tunnistaa uusiomateriaalien käytön lisäämiseen liittyviä merkityksellisiä tekijöitä. Kyselyssä selvitettiin materiaalien uudistumisen mahdollisuuksia ja haasteita, näkemyksiä ympäristöystävällisempien materiaalien käytöstä, vaikutuksia laatu- ja lupa-asioihin sekä hankintoihin ja lopuksi vastaajien mielipiteitä miten vastaajat uskoivat ja toivoivat materiaalien ja infrarakentaminen kehittyvän tulevaisuudessa.

Merkittävimpinä tekijöinä vastauksissa korostuivat materiaalien sujuvampi käyttö, tutkimuksen parantaminen sekä säädösten ja ohjeiden kehittäminen. Kaikkiaan toivottiin sujuvampaa rakentamista ilman ylimääräisiä rajoituksia. Lainsäädäntöön olisikin toiveissa uudistuksia ja lupaprosessien sujuvoittamiseen. Näiden toteutumiseksi tarvitaan toki tutkimusta ja koulutusta, jotka nekin korostuivat annetuissa vastauksissa. Digitalisaatio voisi myös osaltaan edistää hyvin siirtymistä kohti vähähiilisempiä materiaaleja.

LÄHDELUETTELO

Ahola. H. 2019. Asfaltin uusiokäyttö [verkkodokumentti]. Ramboll. Saatavissa: <https://www.uusiomaarakentaminen.fi/sites/default/files/Asfaltin%20uusiok%C3%A4yt%C3%B6%2C%20miniseminaari%2028.11.2019%2C%20Perkkaa.pdf> [viitattu 01.03.2022]

Anttila V. 2021. Puhtaampaa betonia [verkkojulkaisu]. Ruskon Betoni. Saatavissa: <https://www.ruskonbetonietela.fi/artikkelit/> [viitattu 17.01.2022]

Betonikeskus ry, 2007. Betonirakenteiden ympäristöominaisuudet. Betonikeskus ry.

Betoniteollisuus ry, 2021a. Tietoa betonista, Betoni rakennusmateriaalina [verkkodokumentti]. Betoniteollisuus: betoni.com. Saatavissa: <https://betoni.com/tietoa-betonista/perustietopaketti/betoni-rakennusmateriaalina/> [viitattu 28.10.2021]

Betoniteollisuus ry, 2021b. Tietoa betonista, Valmisbetonit [verkkodokumentti]. Betoniteollisuus: betoni.com. Saatavissa: <https://betoni.com/tietoa-betonista/betoni-ja-ymparisto/betonituotteiden-ymparistoselosteet/valmisbetonit/> [viitattu 28.10.2021]

Climate-KIC, 2018. Material Economics. The Circular Economy – A Powerful Force For Climate Mitigation. Tukholma, 176 s. Saatavissa: <https://www.climate-kic.org/insights/the-circular-economy-a-powerful-force-for-climate-mitigation-2/> [viitattu 28.02.2022]

Destia Oy, 2022. Hiilijalanjälki haltuun OKTO-tuotteilla [verkkojulkaisu]. Saatavilla: <https://infrantaju.destia.fi/uutinen/hiilijalanjalki-haltuun-okto-tuotteilla.html?p7789=4> [viitattu 24.03.2022]

Eduskunta, 2022. Ilmastolain uudistaminen [verkkodokumentti]. Helsinki. Saatavissa: https://www.eduskunta.fi/FI/naineduskuntatoimii/kirjasto/aineistot/kotimainen_oikeus/LATI/Sivut/ilmastolain-uudistaminen.aspx [viitattu 10.2.2022]

Euroopan parlamentin ja neuvoston asetus (EU) 305/2011. Annettu 09.03.2011. rakennustuotteiden kaupan pitämistä koskevien ehtojen yhdenmukaistamisesta ja neuvoston direktiivin 89/106/ETY kumoamisesta [2011] OJ L 88/5

Finnsementti, 2020. Ympäristöraportti 2020 [verkkójulkaisu]. Finnsementti Oy Saatavissa: https://finnsementti.fi/wp-content/uploads/Finnsementti_ymparistoraportti_2020.pdf [viitattu 13.6.2021] 29 s

Forsman J., Dettenborn T., Suikkanen T., Harju I., Järkkä H., Kivimäki J., Teittinen T., Koivulahti M. & Lahtinen P., 2020. Uusiomateriaalit kaupunkien infrarakentamisessa - käsikirja. Ramboll Finland Oy. Espoo. 110 s.

Hakaste H. & Kuittinen M., 2017. Tiekartta rakennuksen elinkaaren hiilijalanjäljen huomioimiseksi rakentamisen ohjauksessa [verkkodokumentti]. Bionova Oy, 72 s. Saatavissa: <https://www.ym.fi/download/noname/%7B4B3172BC-4F20-43AB-AA62-A09DA890AE6D%7D/129197> [viitattu 28.01.2022].

Ilmastolaki 609/2015 [verkkójulkaisu]. Annettu Helsingissä 22.05.2015. Saatavilla: <https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2015/20150609> [viitattu 03.01.2022]

INFRA ry, 2019. Asfaltin massatilastot [verkkójulkaisu]. Rakennusteollisuus. Saatavilla: <https://www.rakennusteollisuus.fi/globalassets/infra/tietoa-ja-tilastoja/vaylat-ja-liikenne/asfalttituotanto-2019-kuvat.pdf> [viitattu 21.02.2022]

Kangas H-L., Sankelo P., Kautto P., Ruokamo E., Lazarevic D., Mattinen-Yuryev M., Turunen T. & Nissinen A. 2019. Taloudellisten kannusteiden käyttö vähähiilisen rakentamisen ohjauksessa: TALO-hankkeen loppuraportti, Ympäristöministeriö, Helsinki. Saatavissa: <https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/handle/10024/161923> [Viitattu 28.01.2022]

Laki eräiden rakennustuotteiden tuotehyväksynnästä 954/2012 [verkkójulkaisu]. Annettu Helsingissä 21.12.2012. Saatavilla: <https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2012/20120954> [viitattu 03.01.2022]

Laki julkisista hankinnoista ja käyttöoikeussopimuksista 1397/2016 [verkkójulkaisu]. Annettu Helsingissä 29.12.2016. Saatavilla: <https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2016/20161397> [viitattu 03.01.2022]

Laki päästökauppalain muuttamisesta 291/2019 [verkkajulkaisu]. Annettu Helsingissä 15.03.2019. Saatavilla: <https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2019/20190291> [viitattu 03.01.2022]

Liikennevirasto. 2015. Rakennustuotteiden CE-merkintä [verkkodokumentti]. Saatavissa: https://julkaisut.vayla.fi/pdf8/opas_2015_rakennustuotteiden_ce-merkinta_web.pdf [viitattu: 07.02.2022]

Lämsä V. 2005. Asfaltin uusiokäyttö tierakentamisessa. Tiehallinnon sisäisiä julkaisuja 27/2005. Oulu: Tiehallinto, 28 s.

Müller N., Herz G., Reichelt E., Jahn M., & Michaelis A. 2021. Assessment of fossil-free steelmaking based on direct reduction applying high-temperature electrolysis. *Cleaner Engineering and Technology*, 4, 100158. 18 s.

NCC, 2021. NCC Green Asphalt. NCC.

PANK RY, 2017. Asfalttinormit. Helsinki: Premedia Helsinki Oy

Pekkala J., 2014. Vaahtolasimurske rakentamisessa. [verkkajulkaisu]. Rakennustieto. Saatavilla: <https://www.rakennustieto.fi/Downloads/RK/RK140402.pdf>. [viitattu 16.03.2022]

Päästökauppalaki 311/2011 [verkkajulkaisu]. Annettu Helsingissä 08.04.2011. Saatavilla: <https://finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2011/20110311> [viitattu 03.01.2022]

Rakennusinsinööriliitto RIL, 2019. ROTI - Rakennetun omaisuuden tila 2019 [verkkodokumentti]. Helsinki. Saatavissa: https://www.ril.fi/media/2019/roti/roti_2019_raportti.pdf [viitattu 28.01.2022] 52 s.

Rakennusteollisuus, 2020. Vähähiilinen rakennusteollisuus 2035. Osa 4. Rakennusteollisuuden ja rakennetun ympäristön vähähiilisyyden tiekartta 2020–2035–2050 [verkkajulkaisu]. Gaia Consulting Oy. Saatavissa: https://www.rakennusteollisuus.fi/globalassets/ymparisto-ja-energia/vahahiilisyys_uudet/rt_4.-raportti_vahahiilisyden-tiekartta_lopullinen-versio_clean.pdf [viitattu 07.01.2022] 42 s.

Rakennusteollisuus, 2022. Kestävän rakentamisen standardit luovat yhdenmukaiset pelisäännöt [verkkajulkaisu]. Rakennusteollisuus, Helsinki. Saatavissa: <https://www.rakennusteollisuus.fi/Tietoa-alasta/Ilmasto-ymparisto-ja-energia/Rakentaminen-ja-vaaralliset-aineet/CENCT-350-Kestava-rakentaminen/> [viitattu 11.01.2022]

Rakennustieto 2020. Masuunihiekka, LD-Masuunihiekka. RT tuotekortti RT 103195. SSAB Europe Oy. Saatavissa: <https://www.rttuotetieto.fi/125502-masuunihiekka-ld-masuunihiekka-1131078.html> [viitattu 16.03.2022]

Rakennustieto Oy, 2021. "Infrarakentamisen yleiset laatuvaatimukset." InfraRYL 2021/2.

Rudus, 2017. Betoroc®-murskeohje, Käyttöohje rakentamiseen ja suunnitteluun [verkkajulkaisu]. Rudus Oy. Saatavissa: <https://www.rudus.fi/Download/32403/Betoroc-murskeohje.pdf> [viitattu 28.02.2022]

Rudus Pro, 2021. Ajankohtaista, Vihreä betoni pienentää rakentamisen hiilijalanjälkeä [verkkodokumentti]. Saatavissa: <https://www.rudus.fi/ajankohtaista/2021/06/29/vihrea-betoni-pienentaa-rakentamisen-hiilijalanjalkea> [viitattu 28.10.2021]

Tähkänen M. & Tähtinen L. 2021a. Hiilineutraalin rakennetun ympäristön toimintaohjelma [verkkajulkaisu]. Green Building Council Finland. Helsinki. Saatavissa: <https://figbc.fi/julkaisu/hiilineutraalin-rakennetun-ympariston-toimintaohjelma/> [viitattu 16.11.2021]

Tähkänen M. & Tähtinen L. 2021b. Katsaus kiinteistö- ja rakennusalan ilmastokestävyyden nykytilaan [verkkajulkaisu]. Green Building Council Finland. Helsinki. Saatavissa: <https://figbc.fi/julkaisu/katsaus-kiinteisto-ja-rakennusalan-ilmastokestavyden-nykytilaan/> [viitattu 20.10.2021] 43 s.

United Nations, 2015. Paris Agreement.

Vaahtera E., Niinistö T., Peltola A., Rätty M., Sauvula-Seppälä T., Torvelainen J. & Uotila E. 2021. Metsätilastollinen vuosikirja. Luonnonvarakeskus. Helsinki, 202 s. ISBN 978-952-380-325-1

Valtioneuvosto, 2021. MRL-kokonaisuudistus [verkkajulkaisu]. Helsinki. Saatavilla: <https://valtioneuvosto.fi/hanke?tunnus=YM014:00/2018>. [Viitattu 01.10.2021]

Veikkola-Virtanen J., 2021. Ekologisempaa valmisbetonia saatavilla. TM Rakennusmaailma 09/2021, s. 20–24

Väylävirasto, 2020. Uusiomateriaalien käyttö väylärakentamisessa. Väyläviraston ohjeita 6/2020 [verkkajulkaisu]. Väylävirasto. Helsinki. Saatavissa: https://julkaisut.vayla.fi/pdf11/vo_2020-06_uusiomateriaalien_kaytto_web.pdf [viitattu 20.01.2022] 45 s.

Ympäristöministeriö, 2021a. Hallituksen ilmastopolitiikka: kohti hiilineutraalia Suomea 2035 [verkkodokumentti]. Ympäristöministeriö: Helsinki. Saatavissa: <https://ym.fi/hiilineutraalisuomi2035> [viitattu 10.10.2021]

Ympäristöministeriö, 2021b. Maankäyttö- ja rakennuslaki [verkkodokumentti]. Ympäristöministeriö: Helsinki. Saatavissa: <https://ym.fi/maankaytto-ja-rakennuslaki> [viitattu 13.12.2021]

Ympäristöministeriö, 2021c. Maankäyttö- ja Rakennuslaki uudistuu [verkkodokumentti]. Ympäristöministeriö: Helsinki. Saatavissa: <https://mrluudistus.fi/tietoa-lakiuudistuksesta/> [viitattu 18.10.2021]

Ympäristöministeriö, 2021d. Rakennustuotteiden kansalliset hyväksyntämenettelyt [verkkodokumentti]. Ympäristöministeriö: Helsinki. Saatavissa: <https://ym.fi/rakennustuotteiden-kansalliset-hyvaksyntamenettelyt> [viitattu 08.02.2022]

Ympäristöministeriö, 2021e. Valtioneuvoston periaatepäätös kiertotalouden strategisesta ohjelmasta [verkkajulkaisu]. Ympäristöministeriö: Helsinki. Saatavissa: <https://ym.fi/kiertotalousohjelma> [viitattu 18.01.2022] 11 s.

Öhman, A., Karakaya, E & Urban, F., 2022. Enabling the transition to a fossil-free steel sector: The conditions for technology transfer for hydrogen-based steelmaking in Europe. Energy Research & Social Science, 84: 102384.

Avoimet kysymykset

1. Miten uskotte infrarakentamisen materiaalien ja niiden käytön kehittyvän tulevaisuudessa?
2. Mitkä ovat mielestänne merkityksellisimpiä asioita, joihin tulisi kiinnittää huomiota tulevaisuuden materiaaleissa ja niiden käytössä?
3. Mitkä ovat isoimmat mahdollisuudet tulevaisuuden materiaaleilla?
4. Joudutaanko tulevaisuudessa siirtymään täysin vaihtoehtoihin ratkaisuihin ja materiaaleihin, jos materiaaleja ei voi muuntaa täysin ympäristöystävällisiksi ja kierrätettäviksi?
5. Millaisia vaikutuksia materiaalien ja rakentamisen laadussa tulee olemaan uudistusten myötä?
6. Millaisia uudistuksia uskotte lupakäytäntöihin tulevan?
7. Uskotteko materiaalien uudistamisen olevan merkityksellistä? Vai voidaanko ympäristöhyöty saavuttaa muilla keinoin järkevämmiin ja tehokkaampiin?
8. Millaisia vaikutuksia mahdollisilla materiaalimuutoksilla tulee olemaan hankinnoissa ja kilpailutuksessa?
9. Mitkä ovat merkittävimpiä muutoksia, joita tulette materiaaleihinne tekemään? Onko teiltä tulossa uusia vähähiilisempiä ratkaisuja?
10. Kuinka raaka-aineiden hintojen muutokset vaikuttavat tekemienne valintoihin?
11. Miten olette valmistautuneet uusien materiaalien mahdolliselle kysynnän muutokselle?
12. Miten tulevaisuudessa materiaalien hyväksyntäprosessit tulevat muuttumaan? Kasvaako tehtävien selvitysten ja raportoinnin määrä?
13. Millaisia vaikutuksia uudistuksilla tulee olemaan valvonnassa ja tietojen raportoinnissa?
14. Miten materiaalien vaatimukset tulevat muuttumaan? Tiukentuvatko kriteerit tai tuleeeko uusia vaatimuksia?
15. Mielipiteenne ja toiveenne tulevaisuudesta, uudistuksista ja niiden vaikutuksista?

Valittaessa kyselyn alussa vastaajan rooliksi ”Asiakas”, ”Viranomainen”, ”Asiantuntija” tai ”Muu, mikä”, niin kysely piilottaa kysymykset 9–11. Valittaessa rooliksi puolestaan ”Materiaalintoimittaja”, kysely piilottaa kysymykset 12–14.

Mielipidekysymykset

Kysymyksissä pyydetään vastaamaan vaihtoehtoista 0...10, jossa 0 = Täysin eri mieltä, 5 = ei samaa, eikä eri mieltä, 10 = Täysin samaa mieltä. Näitä kysymyksiä ovat seuraavat.

- Mitä mieltä olette kierrätys- ja uusiomateriaaleista, valitse parhaiten kuvaavat vaihtoehdot.
 - Vähentää rakentamisen päästöjä merkittävästi
 - Käyttöastetta on lisättävä
 - Nostaa rakennusmateriaalien kustannuksia merkittävästi
 - On oltava kilpailukykyistä muihin materiaaleihin verrattuna
 - Kasvattaa materiaalien valmistuksen päästöjä
 - Parantaa materiaalien laatua
 - Tulee huomioida hankintavaiheessa tiukemmin
- Mitä mieltä olette rakentamisen hiilijalanjäljen vaikutuksista, valitse parhaiten kuvaavat vaihtoehdot.
 - Hiilijalanjälkeä on pienennettävä
 - Vaikutukset tulee huomioida hankkeiden kustannuksissa
 - Käytettäville materiaaleille on asetettava hiilirajoitukset
 - Hiilijalanjälki tulee huomioida hankintavaiheessa tiukemmin
- Mitä mieltä olette ympäristöystävällisimmistä materiaaleista, valitse parhaiten kuvaavat vaihtoehdot.
 - Materiaaleja on muutettava ympäristöystävällisimmiksi
 - Rakentamisen kustannukset tulee huomioida ympäristöystävällisempiä tuotteita käytettäessä. Käytön on oltava kilpailukykyistä
 - Markkinoille tarvitaan lisää ympäristöystävällisempiä ratkaisuja
 - Materiaalien käyttämisellä on imagohyötyä yritykselle
 - Materiaalien laatu paranee, kun niitä muutetaan ympäristöystävällisimmiksi.
 - Materiaalien käyttö tulee huomioida hankintavaiheessa tiukemmin.

Vaihtoehtokysymykset

Vaihtoehtokysymyksissä vastaajaa pyydetään valitsemaan 1–3 vaihtoehtoa ja perustelemaan, miksi on valinnut juuri nämä.

- Mitkä ovat parhaita keinoja materiaalien uudistamisessa?
 - Vaatimuksien tiukentaminen
 - Verotus
 - Markkinointi
 - Kouluttaminen
 - Lupakäytäntöjen helpottaminen
 - Lupakäytäntöjen tiukentaminen
 - Materiaalien saatavuus
 - Materiaalien kustannukset
 - Valmistuskustannukset
 - Muutokseen kannustaminen
 - Palkitseminen
 - Materiaalien käytön rajoittaminen
 - Materiaalien vapaampi käyttö
 - Tuotannon tehostaminen
 - Muu, mikä?
- Mitkä ovat suurimmat haasteet materiaalien uudistamisessa, kehityksessä ja käytössä?
 - Materiaalikustannukset
 - Asenteet
 - Kysyntä
 - Valmistuskustannukset
 - Materiaalien tekniset ominaisuudet
 - Uusien materiaalien testaaminen
 - Materiaalien hyväksyntäprosessit
 - Materiaalien käytön vaatimukset
 - Lupakäytännöt
 - Materiaalien saatavuus
 - Kouluttaminen
 - Muu, mikä?