LAPPEENRANNAN-LAHDEN TEKNILLINEN YLIOPISTO
School of Energy Systems
Energiatekniikka

Kosonen Eliisa

KESTÄVÄN KEHITYKSEN MUKAINEN RAKENNUS-SUUNNITTELUPROSESSI

Työn tarkastajat: TkT. dosentti Ahti Jaatinen-Värri
DI Jaakko Länsiluoto

TIIVISTELMÄ

Lappeenrannan-Lahden teknillinen yliopisto LUT
School of Energy Systems
Energiatekniikka

Eliisa Kosonen

Kestävän kehityksen mukainen rakennussuunnitteluprosessi

Diplomityö 2021

Tarkastajat: TkT. dosentti Ahti Jaatinen-Värri ja DI Jaakko Länsiluoto
Ohjaaja: DI Jaakko Länsiluoto

124 sivua, 8 kuvaa, 1 taulukko ja 3 liitettä

Hakusanat: kestävä kehitys, lainsäädäntö, ilmastosopimus, ympäristösertifikaatit, suunnitteluprosessi

Suomen hallituksen ilmastotavoitteet ovat kansainvälisesti vertailtuna kunnianhimoiset. Niiden saavuttaminen edellyttää laajoja toimia ja aitoa yhteistyötä eri toimialojen välillä. Rakennettu ympäristö on yksi merkittävimmistä hiilijalanjäljen aiheuttajista ja energian kuluttajista, minkä vuoksi siellä on suuri potentiaali edistää ilmastotavoitteiden saavuttamista.

Tämän työn tavoitteena oli selvittää suunnitteluvaiheen aikaisia keinoja, joilla voidaan edistää kestävän kehityksen toteutumista rakennussuunnittelussa. Työssä perehdyttiin alaan vaikuttaviin kansainvälisiin ja kansallisiin sopimuksiin ja lainsäädäntöihin, sekä ympäristösertifikaattien arviointiperusteisiin. Lisäksi työssä selvitettiin vapaamuotoisten haastattelujen avulla asiakkaiden näkemyksiä kestävästä kehityksestä.

Työn tuloksena syntyi kestävää kehitystä edistävä malli suunnitteluprosessista, jota on täydennetty suunnittelua tukevilla palveluilla. Työn riskiarvioanalyysin perusteella sekä asiakkaan vastuullisuusstrategian ja ilmastotiekartan pohjalta voidaan arvioida hankekohtaisesti, mitä kestävää kehitystä edistäviä toimenpiteitä on merkityksellistä valita toteutettavaksi suunnittelun eri vaiheissa. Ilmastotavoitteista kumpuava alan muutos on nopeaa, ja osin pitkällä aikavälillä vaikeasti ennustettavaa. Muutos tuo mukanaan lukuisia mahdollisuuksia, ja tässä työssä esitetty suunnitteluprosessi auttaa osaltaan ymmärtämään kestävän kehityksen vaikutusmahdollisuuksia suunnittelualan näkökulmasta.

ABSTRACT

Lappeenranta-Lahti University of Technology LUT
School of Energy Systems
Energy Technology

Eliisa Kosonen

Design Process for Sustainable Building Construction Projects

Master's Thesis 2021

Examiners: Associate professor, docent Ahti Jaatinen-Värri & M.Sc. (Tech.) Jaakko Länsiluoto
Instructor: M.Sc. (Tech.) Jaakko Länsiluoto

124 pages, 8 figures, 1 table and 3 appendices

Keywords: Sustainable development, climate legislation, climate agreement, environmental certificates, design process

The Finnish government's climate goals are ambitious by international standards. Achieving them requires extensive action and cooperation between different sectors. The built environment is one of the major emitters of the carbon footprint and energy consumers, which has significant potential to contribute to the achievement of climate goals.

The aim of this thesis was to find out the means during the planning phase that can be used to promote the implementation of sustainable development in building construction projects. The thesis focused on agreements and legislation affecting the field, as well as the criteria for assessing environmental certificates. In addition, the customers' views on sustainable development were investigated through free-form interviews.

The result of the thesis was a design process that promotes sustainable development, which has been supplemented with services that support design. With the presented risk analysis and customers' sustainability strategy and climate roadmap, it is possible to assess which sustainable development measures are relevant to be implemented at different stages of a planning project. The change in the construction sector is rapid due to the tightening climate goals. The change brings with it numerous opportunities, and the design process presented in this thesis helps to understand the possibilities of influencing sustainable development from the perspective of the design process.

SISÄLLYS

TIIVISTELMÄ

ABSTRACT

SISÄLLYSLUETTELO

SYMBOLILUETTELO

1 JOHDANTO 10
1.1 Työn taustaa 11
1.2 Työn tilaaja ja työn tavoite 12
1.3 Työn rajaukset 13
1.4 Työssä käytetyt menetelmät 14
1.5 Työn rakenne 14

2 KESTÄVÄ KEHITYS, ILMASTOSOPIMUS, LAINSÄÄDÄNTÖ JA TULEVAISUUDEN TAVOITTEET 16
2.1 Kestävän kehityksen määritelmä 16
2.2 Ilmastopolitiikan ja -lainsäädännön tausta 19
2.3 Pariisin sopimus 19
2.4 Hallitustenvälinen ilmastopaneeli 20
2.5 Ilmastopolitiikan ja -lainsäädännön nykytila 22
2.6 Valmisteilla oleva lainsäädäntö ja tulevaisuuden tavoitteet 23

3 YMPÄRISTÖSERTIFIKAATIT 29
3.1 LEED 29
3.2 BREEAM 34
3.3 RTS-ympäristöluokitus 38
3.4 Joutsenmerkki 40
3.5 Level(s) 41
3.6 Muut sertifikaatit 42

4 KESTÄVÄÄN KEHITYKSEEN VAIKUTTAVAT TEKIJÄT 45
4.1 Yleistä 45
4.2 Rakentamisen laatu 46
4.3 Tilantarpeen täyttämisen vaihtoehdot 47
4.4 Ilmastonmuutoksen riskitarkastelu 48
4.5 Kaava ja rakennuspaikka 49
4.6 Tonttivaihtoehtojen kartoittaminen 49
4.7 Ympäristövaikuttavuusarviointi 50
4.8 Passiivinen suunnittelu 51
4.9 Peruskonsepti, tilakoko ja tehokkuus 52
4.10 Käyttöikä 53
4.11 Elinkaari 55
4.12 Hiilijalan- ja hiilikädenjälki 56

4.13 Materiaalitehokkuus ja materiaalien vertailtavuus 57
4.14 Kiertotalous ja materiaalien kierrätys 58
4.15 Tilojen turvallisuus ja terveys 59

5 SUUNNITTELUPROSESSI 61
5.1 Tarveselvitys 62
5.2 Hankesuunnittelu 65
5.3 Ehdotus- eli luonnossuunnittelu 71
5.4 Yleissuunnittelu 77
5.5 Toteutussuunnittelu 81
5.6 Valmiit suunnitelmat 86
5.7 Valmis rakennus ja sen ylläpito 86

6 SUUNNITTELUN VAIKUTUSMAHDOLLISUUDET 88
6.1 Arkkitehti- ja rakennusteknisten ominaisuuksien suunnittelu 88
6.1.1 Arkkitehtisuunnittelu 88
6.1.2 Rakennesuunnittelu 89
6.2 Taloteknisten ominaisuuksien suunnittelu 91
6.2.1 Lämmitysjärjestelmien suunnittelu 92
6.2.2 Jäähdytysjärjestelmien suunnittelu 95
6.2.3 Ilmanvaihdon suunnittelu 96
6.2.4 Vesi- ja viemärijärjestelmien suunnittelu 98
6.2.5 Hulevesijärjestelmien suunnittelu 98
6.2.6 Sähköjärjestelmien suunnittelu 99
6.2.7 Rakennusautomaation suunnittelu 101
6.2.8 Palosuunnittelu 103
6.2.9 Äänisuunnittelu 104

7 ASIAKKAAN TARPEET JA TAHTOTILA 105
7.1 Haastattelumenetelmä 105
7.2 Kestävän kehityksen nykytila yrityksissä 105
7.3 Kestävän kehityksen toimenpide-ehdotukset suunnittelijoille 108

8 TULOKSET JA JOHTOPÄÄTÖKSET 110

9 YHTEENVETO 113

LÄHTEET 114

LIITTEET

Liite 1. Riskienhallintasuunnitelma
Liite 2. Suunnittelun prosessikaavio
Liite 3. Sähköjärjestelmien kunnossapitoehdotus

SYMBOLILUETTELO

Yksikkö

ºC	aste, lämpötila
cd/m2	luminanssi, pinnalta säteilevä valon voimakkuus eli pintakirkkaus pinta-alaa kohden
CO2	hiilidioksidin molekyylikaava
kgCO2e/m2	hiilijalanjäljen määrä nettoalaa kohden
kgCO2e/m2/a	rakennuksen käyttöikään suhteutettu hiilijalanjäljen määrä nettoalaa kohden vuodessa
kW/m3/s	SFP-luku, eli ilmastointikoneen käyttämä ominaissähköteho kuutiota kohden sekunnissa
kWh	kilowattitunti
kWhE/m2/a	E-luku, eli energiatehokkuuden vertailuluku lämmitettyä nettoalaa kohden vuositasolla
W	watti, valonlähteen nimellissähkötehoRoomalaiset

Lyhenteet

ATT	(Helsingin) Asuntotuotantotoimisto
AVI	Aluehallintovirasto
BGN	Background Noise, taustamelutaso
BREEAM	Buiding Research Establishment Enviromental Assessment Method, brit-tiläinen ympäristösertifikaatti
CE-merkintä	Merkintä, jolla valmistaja osoittaa, että tuote on testattu ja se täyttää EU-direktiivien mukaiset vaatimukset.
CEN/TC 350	European Committee for Standardization, eurooppalainen kestävän raken-tamisen standardikokoelma
DGNB	Deutsche Gesellschaft für Nachhaltiges Bauen, saksalainen ympäristösertifikaatti
EC	European Commission, Euroopan komissio
EDD	Environmental Due Diligence, ympäristöriskeihin, vastuisiin ja velvoitteisiin liittyvä selvitys
EDT	Early Decay Time, varhainen jälkikaiunta-aika
ELY-keskus	Elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus
EPD	Environmental Product Declaration, tuotteiden ympäristöseloste
EN	European Norm, European Standards, eurooppalaiset standardit
EU	European Union, Euroopan unioni
HQE	High Quality Environmental standard, ranskalainen ympäristösertifikaatti
IPCC	Intergovernment Panel on Climate Change, hallitustenvälinen ilmaston-muutospaneeli
ISO	International Organization for Standardization, kansainvälinen standardoimisjärjestö
KIRA-ala	Kiinteistö- ja rakennusala
LCA	Life Cycle Assessment, elinkaariarviointi
LCC	Life Cycle Costing, elinkaarikustannuslaskenta
LEED	Leadership in Energy and Environment Design, yhdysvaltalainen ympäristösertifikaatti
M1…M3	Materiaalien päästöluokitus

MRL	Maankäyttö- ja rakennuslaki
RTS	Rakennustietosäätiön (RTS) ympäristöluokitus
S1…S3	Sisäilman laatuluokitus
SPL	Sound Pressure Level, puheen äänenpainetaso
SR15	The Special Report on Impacts of Global Warming of 1,5 °C, IPCC:n laatima raportti ilmaston lämpenemisestä ja sen vaikutuksista.
TDD	Technical Due Diligence, kiinteistöön ja tonttiin liittyvä riski-, kunnossa-pitotarve- ja kustannusselvitys
UNEP	United Nations Environment Programme, YK:n ympäristöohjelma
UN/YK	United Nations, Yhdistyneet kansakunnat, maailmanlaajuinen hallitusten välinen yhteistyöjärjestö
USGBC	The U.S. Green Building Council
VAK	Valvonta-alakeskus
VJK	Vedenjäähdytyskone
WMO	World Meteorological Organization, Maailman ilmatieteen järjestö

"Each degree matters, each year matters, and each decision matters: not acting today is adding to the burden of the next generations..."

Valérie Masson-Delmotte, Co-Chair of the IPCC's Working Group I
(8 October 2018 – address to the French Senate)

1 JOHDANTO

Suomi tavoittelee hiilineutraaliutta vuoteen 2035 mennessä (VNa, 2019). Yhtenä tärkeänä osana tähän tavoitteeseen kytkeytyy rakennettu ympäristömme, jonka vaikuttavuus on Suomessa monelta osin huomattava. Rakennettu ympäristön, eli rakennusten ja infrastruktuurin osuus kansallisvarallisuudestamme on yli 80 prosenttia, ja sen rahallinen arvo on 565 miljardia euroa. Taloudelliselta vaikuttavuudeltaan rakennettu ympäristö on merkittävä, sillä investoinneistamme 70 prosenttia kohdistuu rakennettuun ympäristöön, ja sen osuus bruttokansantuotteestamme on viidennes. Rakentamisen parissa työskentelee suoraan noin 200 000 ihmistä, ja kokonaisuudessaan rakennettu ympäristömme työllistää yhteensä yli puoli miljoonaa työikäistä. Ympäristövaikuttavuudeltaan rakennettu ympäristömme aiheuttaa noin 38 prosenttia maamme hiilidioksidipäästöistä, ja sen energiankulutus on 42 prosenttia kokonaisenergiankulutuksestamme. Rakennettu ympäristömme vaikuttaa näin koko kansakuntaamme ja välillisesti sen jokaiseen kansalaiseen. (Rakennusteollisuus RT ry, 2020.)

Rakennuksemme ja infrastruktuurimme ovat ympäristövaikutustensa vuoksi osa ilmastohaastetta, mutta ne voivat olla myös osa ilmasto-ongelmien ratkaisua. Velvoittava lainsäädäntö, erilaiset rakentamisen säädökset ja määräykset sekä kaavoitus ohjaavat rakentamista kohti ilmastoystävällisempiä ratkaisuja. Kaikkien ympäristöä huomioivien toimien ei kuitenkaan tarvitse olla pakottavia, vaan kiinteistö- ja rakennusala voivat olla myös proaktiivisesti edelläkävijöitä pyrkiessään kestävämpään kehitykseen. Voimme mukautua ilmastotoimiin passiivisesti tai toimia vastuullisesti ja vahvistaa samalla kiinteistö ja rakennusalan ilmastomyönteistä imagoa niin, että se saadaan käännettyä kilpailueduksi.

Kestävän kehityksen päämääränä on säilyttää hyvät elinolosuhteet nykyisille ja tuleville sukupolville. Tähän tavoitteeseen pääseminen edellyttää yhteistä tahtotilaa, sitoutumista, ja eri tahojen välistä vahvaa, keskinäistä yhteistyötä. Kaikella rakentamiseen liittyvällä toiminnalla on kauaskantoiset vaikutukset, ja parhaiten niihin voidaan vaikuttaa rakennushankkeen alkumetreillä eli suunnitteluvaiheessa. Suunnitteluratkaisut vaikuttavat muun muassa rakennuksen kestävyyteen, toimivuuteen, käyttäjätyytyväisyyteen, elinkaareen, materiaali- ja energiatehokkuuteen sekä rakennus- ja käyttökustannuksiin.

Tämän työn tarkoituksena on paneutua siihen, miten kestävä kehitys voidaan ottaa huomioon suunnitteluprosessissa. Työssä selvitetään suunnitteluratkaisuja, joilla edesautetaan kestävän kehityksen toteutumista koko rakennuksen elinkaaren aikana. Tarkoituksena on löytää kansallisten ja kansainvälisten ympäristösertifikaattien kriteereistä sellaisia tekijöitä, joilla edistetään kestävän kehityksen toteutumista rakennushankkeissa. Toisaalta kestävää kehitystä edistäviä suunnitteluratkaisuja on tarkoitus etsiä lainsäädännöstä, määräyksistä, säädöksistä ja alan hyvistä käytännöistä sekä innovaatioista. Nämä yhdistämällä pyritään luomaan suunnitteluprosessi, joka tähtää kestävän kehityksen edistämiseen suunniteltavissa kohteissa.

1.1 Työn taustaa

Tutkijoiden mukaan ilmastonmuutos ja sen mukanaan tuoma ilmaston lämpeneminen uhkaavat koko ihmiskuntaamme ja planeettamme ekosysteemiä. Jotta ilmastonmuutoksen vaikutuksia voitaisiin hillitä, vaatii se huomattavia muutoksia yhdyskuntarakenteen osalta niin rakennuksissa kuin rakentamisessakin. Suomi on Euroopan unionin jäsenvaltiona sitoutunut Euroopan unionin ilmastopolitiikkaan sekä kansainvälisiin päästötavoitteisiin. Lisäksi Suomen hallitus on laatinut omat vielä kansainvälisiä tavoitteita kunnianhimoisemmat ilmastopolitiikan linjaukset ja päästötavoitteet.

Ilmastonmuutoksen hillitsemiseksi asetetut kansainväliset ja kansalliset tavoitteet, sekä niitä vauhdittavat säädökset ja lainsäädäntö, ovat murroksessa. Viimeisimpänä Euroopan komissio julkaisi 14. heinäkuuta 2021 suuren ilmastolainsäädäntöehdotusten paketin, jonka tarkoituksena on vähentää EU:n kasvihuonekaasujen nettopäästöjä vähintään 55 prosenttia vuoteen 2030 mennessä vuoden 1990 tasosta. Paketti on nimetty EU:n ilmastolakipaketiksi, Fit for 55:ksi. Lakipaketin lisäksi komissio antaa vielä syksyllä 2021 ehdotuksensa rakennusten energiatehokkuusdirektiivin tarkistuksesta. Nämä ja monet muut aiemmin asetetut tavoitteet tulevat vaikuttamaan muiden toimialojen ohella rakentamiseen ja energiapolitiikkaan. (VNa, 2021a.)

Suomessa on parhaillaan menossa laaja maankäyttö- ja rakennuslain (MRL) uudistus. Uudistusta valmisteleva ympäristöministeriö on kirjannut esitykseensä, että uudistuksen päätavoitteena on hiilineutraali yhteiskunta, luonnon monimuotoisuuden vahvistaminen sekä rakentamisen laadun parantaminen ja digitalisaation edistäminen. (YM, 2020.) Parhaillaan

valmisteilla oleva uudistettu MRL on kommenttikierroksella, ja sen on tarkoitus olla hallitusesittelyssä helmikuussa 2022. (YM, 2021b.)

Päästöjen vähentäminen, ilmastonmuutoksen hillitseminen ja kestävän kehityksen aikaansaaminen eivät tapahdu yksin EU:n ja Suomen valtiovallan toimesta, vaan niiden aikaansaamiseksi tarvitaan muidenkin tahojen osallistumista. Kuntien, yksityisten yritysten ja kansalaisten tulee jokaisen edesauttaa ilmastotavoitteiden saavuttamista parhaan kykynsä mukaan. Mitä nopeammin edistäviin toimiin ryhdytään, sitä parempaan lopputulokseen päästään. Ympäristöasioiden edelläkävijöinä yrityksillä on mahdollisuus edistää ilmastotavoitteiden toteutumista, saavuttaa kilpailuetua muihin alan toimijoihin nähden tai rakentaa ympäristöasioiden ympärille erillistä liiketoimintaa.

1.2 Työn tilaaja ja työn tavoite

Tämän diplomityön on tilannut Vahanen Suunnittelupalvelut Oy. Vahanen Suunnittelupalvelut Oy on osa Vahanen-konsernia, ja se tuottaa yhdessä muiden konserniyritysten kanssa erilaisia suunnitteluratkaisuja aina uudis- ja korjausrakennuskohteista silta- ja suurhankekohteisiin. Arkkitehti-, rakenne-, talotekniikka- ja erikoissuunnittelualojen ohella konserni tarjoaa erilaisia rakentamiseen liittyviä lisäpalveluita, kuten rakennuttamista ja tutkimusosaamista.

Tämän työn tavoitteena on perehtyä niihin näkökohtiin, joilla voidaan suunnittelun kautta vaikuttaa kestävän kehityksen toteutumiseen rakennushankkeissa. Työn tavoitteena on saada aikaiseksi valmiutta, jolla Vahanen-konserni pääsee mukaan elinkaarihankkeisiin. Tarkoituksena on lähestyä asiaa rakennuksille laadittujen ympäristösertifikaattien kautta, sekä löytää ne seikat, jotka suunnittelussa tulisi ottaa huomioon energiatehokkuuden, toiminnallisuuden ja muuntojoustavuuden parantamiseksi sekä rakennuksen käyttöiän pidentämiseksi. Lisäksi työn tavoitteena on selvittää, millä tavoin kestävän kehityksen toteutumista edistetään talonrakennushankkeiden tilaajapuolella, ja millaisia odotuksia ja toiveita tilaajilla on suunnittelutoimistoille.

1.3 Työn rajaukset

Rakennetun ympäristön parissa työskenneltäessä toimitaan päästö- ja energiaintensiivisillä aloilla. Kaikilla niillä, jotka toimivat alalla, on mahdollisuus huomioida aiheuttamiaan ympäristövaikutuksia, ja tarjota asiakkailleen kestävämpiä ratkaisuvaihtoehtoja. Tässä työssä keskitytään suunnittelun vaikutusmahdollisuuksiin kestävän kehityksen huomioimiseksi rakennussuunnittelussa. Suunnitteluyrityksen merkittävin vaikutus yhteiskunnan kestävään kehitykseen on sen asiakkailleen tekemässä työssä: suunnitelluissa asuinalueissa, infrastruktuurissa, rakennuksissa, teollisuuslaitoksissa ja energiajärjestelmissä.

Tässä työssä kestävän kehityksen suunnitteluratkaisuja pyritään löytämään ympäristösertifikaattien kriteeristöistä sekä uudis- ja korjausrakentamisen ja niiden suunnittelun hyvistä käytännöistä. Työn ulkopuolelle rajataan asuinalue- ja infrastruktuurisuunnittelu. Lisäksi rakennusten suunnittelussa tutkimuksen ulkopuolelle rajataan pientalo- ja teollisuuslaitossuunnittelu. Energiajärjestelmien suunnittelua käsitellään osana rakennusten energiatehokkuutta.

Kansainväliset ympäristösertifikaatit painottavat kestävän kehityksen kriteereissään rakennuksen ohella alueen valinnan merkitystä ja rakentamisen ympäristövaikutuksia. Suomessa tilanne on hieman toinen, sillä harvoin rakennuttaja voi vaikuttaa alueen kaavoitukseen. Sen sijaan rakennuttaja joutuu mukautumaan kunnan tarjoaman asemakaavan määrittelemiin rakennusehtoihin. Tämän vuoksi suomalainen ympäristösertifikaatti RTS ei huomioi pisteytyksessään rakennuksen sijaintiin vaikuttavia seikkoja. Asemakaavan määräävyyden vuoksi alueen valintaan vaikuttavien seikkojen käsittely rajataan tämän työn ulkopuolelle. Työssä keskitytään rakentamisen ympäristövaikutuksiin valitulla tontilla, sekä siihen, millä keinoin passiivista suunnittelua voidaan hyödyntää suunnitteluratkaisuissa.

Tilaajahaastatteluissa keskitytään muutamaan keskeiseen toimijaan. Haastatteluilla pyritään yleisesti selvittämään, millä tasolla kestävän kehityksen huomioiminen on otettu osaksi tilaajien toimintaa. Samalla pyritään löytämään konkreettisia toimia, joilla suunnittelutoimistojen toivotaan vastaavan tilaajan tarpeisiin.

1.4 Työssä käytetyt menetelmät

Kirjallisuustutkimusosiossa määritellään alkuun kestävä kehitys Yhdistyneiden kansakuntien tavoitteiden mukaisesti. Tämän jälkeen perehdytään tämän työn kannalta oleellisiin ilmastonmuutosta hillitseviin ja kestävää kehitystä edistäviin kansainvälisiin ja kansallisiin sopimuksiin, lainsäädäntöihin ja ympäristötavoitteisiin. Lähteinä hyödynnetään Yhdistyneiden kansakuntien, Euroopan unionin ja Suomen valtion sopimuksia, lainsäädäntöä ja selvityksiä. Ympäristösertifikaattien sisältöjen ja arviointikriteerien selvittämisessä hyödynnetään sertifikaattien kattojärjestöjen tietolähteitä ja käsikirjoja. Suunnittelua ohjaaviin säädöksiin ja ohjeisiin perehdytään lainsäädännön, ohjekorttien ja standardien avulla. Tilaaja- eli asiakassektorin kestävän kehityksen rakentamisen tilannekuvaa ja suunnitteluun liittyvää tahtotilaa pyritään selvittämään lyhyiden haastattelujen avulla. Haastattelut toteutetaan avoimina teemahaastatteluina, joissa on reflektiivinen vuorovaikutus haastateltavan ja haastattelijan välillä. Haastateltaviksi valitaan sekä julkisen että yksityisen puolen toimijoita.

1.5 Työn rakenne

Työ koostuu kirjallisuustutkimusosiosta, varsinaisesta käsittelyosiosta ja yhteenvedosta sekä johtopäätöksistä. Koska ilmastonmuutos on globaali, ja vakavasti maapallon biodiversiteettiä ja sen elinoloja uhkaava tekijä, sen hillitsemiseen pyritään vaikuttamaan maailmanlaajuisesti, kansallisesti ja paikallisesti. Tämän vuoksi kirjallisuusselvityksessä paneudutaan aluksi kestävän kehityksen määritelmään, Pariisin ilmastosopimukseen ja hallitustenväliseen ilmastopaneeliin sekä Euroopan unionin hiljattain julkaisemaan ilmastolakipakettiin. Tämän jälkeen siirrytään tarkastelemaan Suomen nykyistä ja tulevaa lainsäädäntöä siltä osin, kun se vaikuttaa kestävään rakentamiseen. Kirjallisuusselvityksen loppuosassa käydään läpi keskeisimmät ympäristösertifikaatit ja niiden kriteerit.

Tutkimusosassa paneudutaan niihin seikkoihin, joilla voidaan parhaiten vaikuttaa kestävän kehityksen toteutumiseen suunnitteluprosessin aikana. Työssä käydään läpi suunnitteluprosessin eri vaiheet aina tarveselvityksestä toteutussuunnitteluun ja kohteen luovutukseen liittyvien loppuasiakirjojen sisältöön. Eri suunnitteluvaiheissa käydään läpi niitä seikkoja ja toimenpiteitä, joilla suunnittelun tarjoaja voi vaikuttaa kestävän kehityksen toteutumiseen

rakennushankkeen aikana. Lisäksi työssä käsitellään erikseen eri suunnittelualojen vaikutusmahdollisuuksia kestävän kehityksen huomioimiseksi. Yhteenveto-osiossa esitetään tiivistettynä työn tulokset, ja työssä tehdyt keskeisimmät huomiot.

2 KESTÄVÄ KEHITYS, ILMASTOSOPIMUS, LAINSÄÄDÄNTÖ JA TULEVAISUUDEN TAVOITTEET

2.1 Kestävän kehityksen määritelmä

Kestävän kehityksen määritelmä on vuosien saatossa tarkentunut ja laajentunut, mutta edelleen sen keskeisenä ajatuksena on sen alkuperäinen määritelmä. Ensimmäisen kerran kestävää kehitystä käsiteltiin osana Yhdistyneiden kansakuntien (YK) komission ”Our Common Future” -raporttia vuonna 1987. Ympäristön ja kehityksen maailmankomissio sai tuolloin nimekseen Brundtlandin komissio YK:n silloisen pääjohtajan Gro Harlem Brundtlandin mukaan, joka tuolloin totesi, että ”Kestävä kehitys on kehitystä, joka tyydyttää nykyhetken tarpeet viemättä tulevilta sukupolvilta mahdollisuutta tyydyttää omat tarpeensa”. (UN, 1987.)

Vuonna 1992 Rio de Janeirossa järjestetyssä YK:n ympäristö- ja kehityskonferenssissa (UNCED, United Nations Conference on Enviroment and Development) agendana oli määritellä kestävä kehitys siten, että sosiaalinen ja taloudellinen kehitys sopeutetaan luonnonvarojen määräämiin puitteisiin niin, että luonto ja inhimillisen elämän edellytykset säilyvät tuleville sukupolville. Samaisessa huippukokouksessa sai alkunsa myös Earth Charter eli Kestävän kehityksen peruskirja, joka muotoutui lopulliseen muotoonsa vasta vuonna 2000 kansalaisliikkeen toimesta. Peruskirja on julistus, johon on koottu kestävän, rauhanomaisen ja oikeudenmukaisen nyky-yhteiskunnan rakentamiseen ohjaavat eettiset perusperiaatteet. (UN, 1997.)

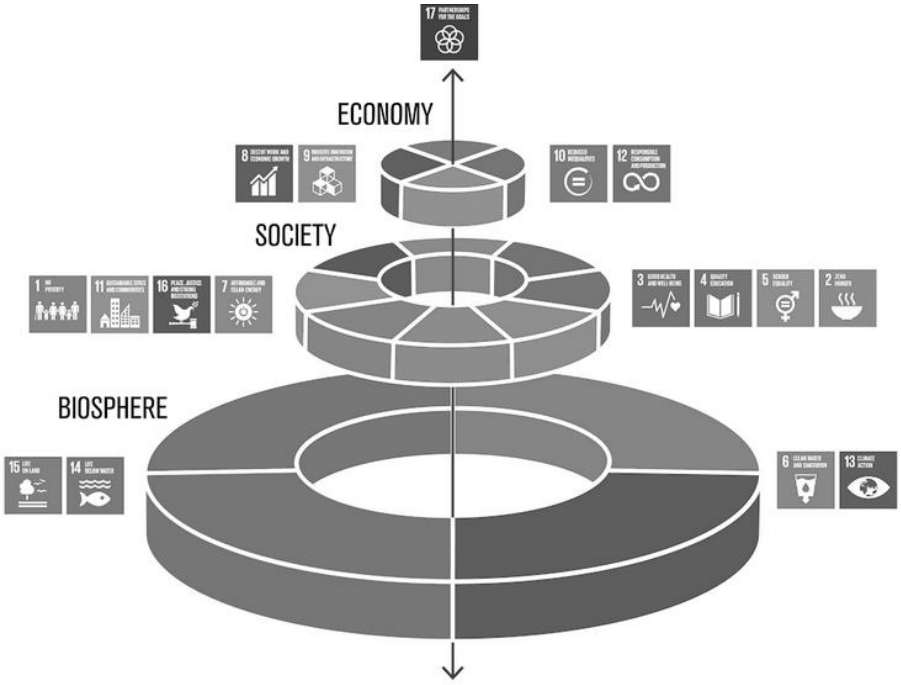
Ajan kuluessa kestävän kehityksen kolmeksi peruselementiksi ovat muovautuneet ekologinen, taloudellinen sekä sosiaalinen ja kulttuurillinen kestävyys. Ajatuksena on, että kehitys on kestävää vain, jos kaikki kolme elementtiä ovat samanaikaisesti kestäviä. Ekologisen kestävyyden lähtökohtana on luonnon monimuotoisuuden eli biodiversiteetin säilyttäminen, luonnonvarojen kestävä käyttö sekä muu ihmiskunnan toiminnan sopeuttaminen maapallon uusiutumis- ja kantokykyyn. Taloudellisella kestävällä kehityksellä tarkoitetaan sitä, ettei kehitys tapahdu velkaantumisen tai pääomien, kuten luonnonvarojen liikakäytön tai hävittämisen kustannuksella. Käytännön tasolla taloudellinen kestävä kehitys on muun muassa ekotehokkuuden lisäämistä ja materiaalien kulutuksen vähentämistä. Sosiaalisen kestävän kehi-

tyksen taustalla ovat ihmisten yhdenvertainen ja tasa-arvoinen kohtelu, elämän perusedellytysten toteutuminen sekä mahdollisuus vaikuttaa ja osallistua yhteiskunnan jäsenenä. Kulttuurillinen kestävä kehitys taas mahdollistaa eri kulttuurien säilymisen ja kehittymisen sukupolvelta toiselle sekä kansalaisten vapaan eettisen kasvun ja vapaan henkisen toiminnan. (UN, 2015a.)

Yhdistyneiden kansakuntien vuonna 2012 järjestämässä kestävän kehityksen Rio+20-kokouksessa sai alkunsa ajatus kestävän kehityksen uusista tavoitteista. Tuolloin tavoitteena oli laatia koko maailmaa koskeva tavoitelista, joka keskittyy tasapuolisesti kestävän kehityksen kolmeen eri osa-alueeseen. (UN, 2012.)

New Yorkissa 25. syyskuuta 2015 järjestetyssä kestävän kehityksen huippukokouksessa maailman johtajat allekirjoittivat toimintaohjelman, jonka tarkoituksena on poistaa köyhyyttä ja epätasa-arvoa sekä suitsia ilmastonmuutosta. Se on nimetty Agenda 2030 -kestävän kehityksen toimintaohjelmaksi. Agenda sisältää 17 kestävän kehityksen tavoitetta, jotka ohjaavat päätöksentekoa ja rahoitusta toimintaohjelman voimassaolon ajan vuoteen 2030 saakka. (UN, 2015b.)

Agendan 17 kehitystavoitetta jakautuvat kolmeen eri osa-alueeseen: biosfääriin, yhteiskuntaan ja talouteen. Biosfääri eli ympäristö muodostaa tavoitteiden kivijalan, ja siihen kuuluu neljä eri kehitystavoitetta. Tavoitteet ovat puhdas vesi ja sanitaatio, ilmastotekoja, vedenalainen elämä ja maanpäällinen elämä. Yhteiskunnan kehitystavoitteita on kahdeksan. Nämä kahdeksan tavoitetta ovat ei köyhyyttä, ei nälkää, terveyttä ja hyvinvointia, hyvä koulutus, sukupuolten tasa-arvo, edullista ja puhdasta energiaa, kestävät kaupungit ja yhteisöt sekä rauha, oikeudenmukaisuus ja hyvä hallinto. Viimeiseen eli talouden osa-alueeseen kuuluu neljä eri tavoitetta, jotka ovat ihmisarvoista työtä ja talouskasvua, kestävää teollisuutta, innovaatioita ja infrastruktuureja, eriarvoisuuden vähentäminen ja vastuullista kulutusta. Ylimpänä, kaikki osa-alueet yhteen kokoavana tavoitteena on yhteistyö ja kumppanuus. Nämä 17 päätavoitetta pitävät vielä sisällään 169 alatavoitetta, joilla päätavoitteita pyritään tarkentamaan. (UN, 2015c.) Päävoitteet on esitetty alla olevassa kuvassa (KUVA 1).



Kuva 1. Kestävän kehityksen kehitystavoitteet jaettuna kolmeen pääosa-alueeseen: biosfääri eli ympäristö (bioshere), yhteiskunta (society) ja talous (economy). (Stockholm Resilience Center, 2016.)

Suomi on sitoutunut YK:n Agenda 2030 -kestävän kehityksen toimintaohjelmaan, ja laatinut sen pohjalta selonteon, ”Kohti hiilineutraalia yhteiskuntaa, Valtioneuvoston selonteko kestävän kehityksen globaalista toimintaohjelmasta Agenda2030:sta”. Selonteko esittelee ne toimenpiteet, joilla Suomen hallitus pyrkii edistämään kunkin 17 kestävän kehityksen tavoitteen toteutumista niin Suomessa kuin globaalistikin. (VNa, 2020a.)

Agenda 2030:n pohjalta laaditun kansallisen selonteon mukaan Suomen hallitus on jakanut kestävän kehityksen 17 tavoitetta kahdeksaksi eri kestävän kehityksen yhteiskuntasitoumuksen tavoitteeksi. Nämä tavoitteet ovat 1. Yhdenvertaiset mahdollisuudet hyvinvointiin, 2. Vaikuttavien ihmisten yhteiskunta, 3. Työtä kestävästi, 4. Kestävät yhdyskunnat ja paikallisyhteisöt, 5. Hiilineutraali yhteiskunta, 6. Resurssiviisas talous, 7. Luonnon kantokykyä kunnioittavat elämäntavat ja 8. Luontoa kunnioittava päätöksenteko. (VNa, 2016.)

Edellä mainitut kahdeksan yhteiskuntasitoumuksen tavoitetta jakautuvat useiksi eri alatavoitteiksi, joista useimmat liittyvät rakentamiseen ja rakennettuun ympäristöön. Tärkeimpiä näistä ovat energia-, resurssi- ja materiaalitehokkuuden parantaminen, uusiutuvien energia-

muotojen osuuden kasvattaminen, luonnon monimuotoisuuden vaaliminen, ilmastomyönteisten tuotteiden ja uusia innovaatioiden kehittäminen, ilmastonmuutokseen sopeutuminen, hiilineutraalin rakentamisen edistäminen ja digitalisaation lisääminen. Näiden tavoitteiden toteutumista hallitus pyrkii edistämään erilaisilla kehityshankkeilla, selonteoilla ja lainsäädännön muutoksilla. (VNa, 2017.)

2.2 Ilmastopolitiikan ja -lainsäädännön tausta

Suomi on Yhdistyneiden kansakuntien ja Euroopan unionin jäsen. Euroopan unionin jäsenvaltiona Suomea sitovat unionin yhteinen ilmastolainsäädäntö ja yhteisesti sovitut ilmastotavoitteet. Samoin Suomi on Yhdistyneiden kansakuntien jäsenenä sitoutunut noudattamaan sen kansainvälisiä ilmastotavoitteita. Monet Suomen ilmastolainsäädännön kirjauksista ja ilmastotavoitteista pohjautuvat Euroopan unionin ja Yhdistyneiden kansakuntien asettamiin tavoitteisiin. Niin ikään useat vireillä olevat lainsäädäntömuutokset ja tarkentuvat ilmastopoliittiset tavoitteet ovat peräisin Euroopan unionista tai Yhdistyneiden kansakuntien sopimuksista. Seuraavissa kappaleissa on esitetty keskeisimpiä Suomen lainsäädäntöön ja ilmastopolitiikkaan vaikuttaneita tapahtumia ja sopimuksia, sekä niitä asioita, joihin parhaillaan valmisteilla oleva lainsäädäntö pohjautuu.

2.3 Pariisin sopimus

Olennaisin globaaliin ilmastopolitiikkaan vaikuttanut tekijä on Pariisin sopimus, jota edelsi vuonna 1992 solmittu Yhdistyneiden kansakuntien ilmastonmuutosta koskeva puitesopimus. Pariisin sopimus on saanut nimensä joulukuussa 2015 Pariisissa järjestetystä Yhdistyneiden kansakuntien ilmastokokouksesta, jossa solmittiin oikeudenmukaisesti sitova maailmanlaajuinen ilmastosopimus. (UN, 2016). Sopimuksen keskeisenä tavoitteena on vahvistaa maailmanlaajuisia toimia ilmastonmuutoksen uhan torjumiseksi kestävän kehityksen ja köyhyyden poistamispyrkimysten ohella. Pariisin sopimuksen 2. artiklaan on kirjattu seuraavaa:

> *(a) pitämällä maapallon keskilämpötilan nousu selvästi alle 2 °C:ssa suhteessa esiteolliseen aikaan ja pyrkien toimiin, joilla lämpötilan nousu saataisiin rajoitettua 1,5 °C:seen suhteessa esiteolliseen aikaan tiedostaen, että tämä vähentäisi merkittävästi ilmastonmuutoksen aiheuttamia riskejä ja vaikutuksia;*

(b) parantamalla kykyä sopeutua ilmastonmuutoksen haittavaikutuksiin ja kykyä joustavasti mukautua muuttuvaan ilmastoon sekä edistämällä kehitystä kohti alhaisia kasvihuonekaasujen päästöjä tavalla, joka ei uhkaa ruoantuotantoa; ja

(c) sovittamalla rahoitusvirrat johdonmukaisiksi suhteessa vähäpäästöiseen kehityskulkuun ja kehitykseen, jossa mukaudutaan muuttuvaan ilmastoon."

Pariisin ilmastosopimuksen on allekirjoittanut 191 valtiota, ja se on toimeenpantu joulukuussa 2018. Suomen eduskunta ja tasavallan presidentti ovat hyväksyneet sopimuksen valtioneuvoston asetuksella (76/2016) joulukuussa 2016 (VNa 76/2016.), ja näin ollen Suomi on sitoutunut noudattamaan Pariisin sopimusta. Sopimuksen säännöt ovat laaja-alaiset ja yhteiset sopimuksen kaikille osapuolille. Yhteisesti on kuitenkin sovittu, että kehittyvien maiden osalta sääntöjen noudattamisessa on tiettyä joustoa. Pariisin ilmastosopimus ei määrittele päästövähennystavoitteita, vaan edellyttää, että jokainen sen osapuoli laatii itselleen kunnianhimoiset tavoitteet päästöjen vähentämiseksi, ilmastonmuutokseen sopeutumiseksi, teknologian kehittämiseksi sekä ilmastorahoituksen, toimintavalmiuksien ja läpinäkyvyyden lisäämiseksi. Sopimuksen osapuolet raportoivat toimistaan ja aikaansaannoksistaan säännöllisesti YK:lle. Tämän lisäksi viiden vuoden välein suoritetaan maailmanlaajuinen kokonaistarkastelu osapuolien yhteisestä edistymisestä suhteessa Pariisin ilmastosopimuksen tavoitteisiin. Ensimmäinen kokonaistarkastelu suoritetaan vuonna 2023. (UN, 2016.)

2.4 Hallitustenvälinen ilmastopaneeli

Hallitustenvälinen ilmastonmuutospaneeli IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change) on Maailman ilmatieteen järjestön (World Meteorological Organization, WMO) ja Yhdistyneiden kansakuntien ympäristöohjelman (United Nations Enviroment Programme, UNEP) poliittisen päätöksenteon tueksi vuonna 1988 perustama elin. Se koostuu ilmastotieteen johtavista asiantuntijoista. (UN, 1989.) Vuonna 2021 Hallitustenväliseen ilmastonmuutospaneeliin kuuluu 195 jäsenvaltiota, joista Suomi on yksi (IPCC, 2021).

Hallitustenvälisen ilmastonmuutospaneelin asiantuntijoiden tehtävänä on kerätä ja analysoida tieteellisesti tuotettua tietoa ilmastonmuutoksesta, sen vaikutuksista ja sen hillitsemismahdollisuuksista sekä siihen sopeutumisesta. Hallitustenvälinen ilmastonmuutospaneeli ei tee itse ilmastonmuutostutkimusta, vaan se kokoaa yhteen ja arvioi olemassa olevaa tutkittua

tietoa. IPCC:n tuottamat arviointiraportit tarjoavat puolueetonta ja vertaisarvioitua tieteellistä tietoa kansallisen ja kansainvälisen ilmastopolitiikan kehittämisen ja päätöksenteon tueksi. (IPCC, 2021.)

Vuonna 2015 Pariisin ilmastokokous esitti IPCC:lle pyynnön tarkastella 1,5 asteen ilmaston lämpenemisen vaikutuksia maapallollamme. Toimeksiannon perusteella IPCC-elin laati The Special Report on Global Warming of 1,5 °C-raportin (SR15), joka julkaistiin lokakuussa 2018. Raportissa arvioitiin 1,5 asteen keskilämpötilanousun vaikutusta maapallon elinolosuhteiden muutoksiin. 1,5 asteen lämpötilavertailu suoritettiin esiteolliseen aikaan eli 1850–1900 väliseen aikaan. Vertailun lisäksi raportissa käsitellään ilmastonlämpenemistä aiheuttavia päästöpolkuja ja keinoja, joilla ilmastonlämpeneminen olisi mahdollista rajoittaa asetettuun tavoitteeseen. (IPCC, 2018.)

Vuosittain järjestettävässä YK:n ilmastokokouksessa, jota kutsutaan myös ilmastosopimusten osapuolikokoukseksi, kaikki maailman päämiehet kokoontuvat päättämään yhteisesti globaaleista ilmastopolitiikan päälinjoista. Näitä YK:n ilmastosopimuksen alaisia kokouksia on järjestetty vuodesta 1994 saakka. IPCC:n ilmastoraportit – erityisesti vuoden 2018 SR15 -raportti – ovat toimineet ilmastokokouksissa yhteisen ilmastopolitiikan ja tavoitteiden laatimisen pohjana. (UN, 2021.)

Suomessa IPCC-työstä vastaa ympäristöministeriön asettama erillinen työryhmä. Sen tehtävänä on yhdistää ministeriöiden edustajat ja alan asiantuntijat, toimia IPCC:n kansallisena verkostona, osallistua IPCC:n raporttien kommenttien kokoamiseen, tiedottaa IPCC:n työn tuloksista ja edistää suomalaisten osallistumista hallitustenväliseen ilmastonmuutostyöhön. IPCC-työryhmän jäsenten tehtävänä on lisäksi toimia yhteyshenkilöinä edustamiinsa ministeriöihin ja asiantuntija- ja tutkimuslaitoksiin. Työryhmän toimikausi on neljä vuotta, ja meneillään oleva kausi päättyy vuoden 2022 loppuun. (Ilmatieteen laitos, 2021.)

Suomessa raporttien vaikutus näkyy monella tapaa. EU:n ja Suomen oman kansallisen lainsäädännön pohjana on osin hyödynnetty raporttien sisältöjä. Raportteja on myös käytetty

erilaisten kansainvälisten ja kansallisten sopimusten pohjana, ilmastonmuutoksen etenemisen arvioinnissa, tutkimustyössä sekä monessa muussa ilmastonmuutokseen liittyvässä päätöksenteossa yritys- ja jopa yksilötasolla saakka.

2.5 Ilmastopolitiikan ja -lainsäädännön nykytila

Suomen ilmastopolitiikkaa ohjaavat YK:n ilmastopuitesopimus (UN, 1992 & SopS 61/1994.) ja sitä täydentävä Kioton pöytäkirja (UN, 1998 & SopS 13/2005.), Pariisin ilmastosopimus (UN, 2015d & VNa 76/2016.) ja Euroopan unionin ilmasto- ja energiapolitiikka (European Council, 2014). Kansainvälisten sopimusten ja EU:n ilmastopolitiikan ohella Suomella on joukko kansallisia toimia, joilla se pyrkii hillitsemään ilmastonmuutosta. Valtiovallan ilmastopolitiikan ohjauskeinovalikoima koostuu velvoittavista ja ohjaavista toimenpiteistä. Velvoittavia toimenpiteitä ovat muun muassa lainsäädäntö ja verotus. Ohjaavia puolestaan rahoitus, koulutus ja viestintä sekä erilaisten palveluiden kehittäminen.

Ilmastonmuutoksen hillitsemiseksi Suomen hallitus on asettanut tavoitteikseen muun muassa lisätä uusiutuvan energian tuotantoa, vähentää kasvihuonekaasupäästöjä ja parantaa energiatehokkuutta. Tavoitteiden saavuttamiseksi työ- ja elinkeinoministeriö on julkaissut valtioneuvoston selonteon kansallisesta energia- ja ilmastostrategiasta vuoteen 2030 mennessä ja ympäristöministeriö valtioneuvoston selonteon keskipitkän aikavälin ilmastopolitiikasta vuoteen 2030 mennessä. (TEM, 2017 & YM, 2017.)

Lisäksi vuonna 2020 valmistui ympäristöministeriön ohjaamana Suomen pitkän aikavälin korjausrakentamisen strategia, jonka tavoitteeksi on asetettu hiilidioksidipäästöjen vähentäminen 90 prosentilla vuoden 2020 alusta vuoteen 2050 mennessä. Pitkän aikavälin korjausrakentamisen strategia pitää sisällään myös Suomessa kehitettävän hiilijalanjälki-indikaattorin, jolla voidaan tulevaisuudessa seurata laajojen peruskorjaushankkeiden päästöjä. Strategialla pyritään muun muassa siihen, että korjaushankkeissa kiinnitettäisiin entistä enemmän huomiota uusiutuvien energialähteiden käyttöön, energiatehokkuuteen ja rakennusmateriaalien hiilijalanjälkeen. (YM, 2020.)

Energiatehokkuuden parantamiseksi ympäristöministeriö julkaisi 28. lokakuuta 2020 asetuksen, jolla se pyrkii edistämään energiatehokkuutta. Asetuksella säädetään itsesäätyvien

laitteiden, rakennuksen ohjaus- ja automaatiojärjestelmien sekä paikallisen sähköntuotantojärjestelmien energiatehokkuuden vaatimuksista. Asetuksen tarkoitus on luoda perusta rakennuksiin asennettavien teknisten järjestelmien energiatehokkaalle suunnittelulle ja toteutukselle siten, että järjestelmät toimivat suunnitellusti. Energiatehokkuuden lisäksi asetuksella pyritään varmistamaan hyvä sisäilmaston laatu. Asetus koskee uudisrakennushankkeita, korjaus- ja muutostöitä sekä rakennuksen käyttötarkoituksen muuttamista, ja se astui voimaan vuoden 2021 alusta. (SDK 718/2020.)

Edellä mainittujen ilmastotoimenpiteiden lisäksi valtioneuvosto teki periaatepäätöksen kiertotalouden strategisesta ohjelmasta maaliskuussa 2021. Kiertotalouden strategian tavoitteena on hillitä luonnonvarojen ylikulutusta ja aikaansaada muutos, jolla luodaan kiertotaloudesta uusi perusta taloudelle vuoteen 2035 mennessä. Strategiaohjelmalla hallitus pyrkii vahvistamaan Suomen roolia kiertotalouden edelläkävijämaana. Kiinteistö- ja rakennusalalla ohjelma näkyy tilojen käytön tehostumisena, tilojen muunneltavuutena ja korjausrakentamisen lisääntymisenä, materiaalien ja rakennusosien kierrätettävyyden parantumisena sekä digitaalisten ratkaisujen lisääntymisenä. Alalla tullaan näkemään myös kiertotalouden osaamisen ja yhteistyön lisääntyminen. Tavoitteena on, että vuoteen 2035 mennessä merkittävä osa rakennuksista, rakennustuotteista ja infrastruktuurista tullaan valmistamaan kierrätetyistä, vähähiilisistä tai uusiutuvista materiaaleista ja raaka-aineista. (YM, 2021a.)

Edellä mainittujen toimien lisäksi ministeriöiden vetämänä tai tilaamana on laadittu tai on parhaillaan valmisteilla lukuisia tiekarttoja tai tieteellisiä tutkimuksia, joiden avulla pyritään kartoittamaan ilmastonmuutoksen nykytilaa, ja hankkimaan taustatietoa erilaisten kehityshankkeiden ja tulevan lainsäädännön pohjaksi.

2.6 Valmisteilla oleva lainsäädäntö ja tulevaisuuden tavoitteet

Euroopan unionin jäsenvaltiona Suomea sitovat unionin ilmasto- ja energialainsäädännön poliittiset päätökset ja velvoitteet. Euroopan unioni on sitoutunut olemaan ilmastoneutraali vuoteen 2050 mennessä. Suomen oma tavoite on tätäkin huomattavasti tiukempi, sillä Suomi aikoo olla hiilineutraali jo vuoteen 2035 mennessä, ja jatkaa tämän jälkeen hiilinegatiivisuuden tavoittelua (TEM, 2020). Ilmastoneutraaliustavoitteen lisäksi Euroopan komission jul-

kaiseman EU:n ilmastolakipaketin Fit for 55:n tarkoituksena on varmistaa, että kaikki sektorit kaikissa EU:n jäsenmaissa ottavat osaa ilmastokriisin torjuntaan. EU on myös linjannut, että energian käyttöä on tehostettava yli 30 prosenttia, ja uusiutuvilla energiamuodoilla tuotetun energian osuus on nostettava niin ikään yli 30 prosenttiin vuoteen 2030 mennessä. EU:n jäsenvaltiotasolla tämä tarkoittaa 0,8 prosentin vuosittaista tehostustarvetta vuosien 2021–2030 välillä. (EC, 2021.)

Rakentamisen osalta ilmastolakipaketin lainsäädäntöehdotukset koskevat muun muassa energiatehokkuutta, uusiutuvaa energiaa, maankäyttösektorin ja hiilinielujen roolia sekä energiaveroja. Seuraavaksi lainsäädäntöehdotukset etenevät Euroopan parlamentin ja neuvoston käsiteltäviksi. Lainsäädäntöehdotusten käsittelyn odotetaan kestävän pari vuotta niiden suuren määrän ja laajuuden vuoksi. Aikanaan säädetyt lait integroidaan jäsenmaiden lainsäädäntöön. (VNa, 2021c.)

Ilmastolaki

Suomessa on parhaillaan menossa ilmastolain uudistus, jotta hallituksen asettama hiilineutraaliustavoite toteutuisi vuoteen 2035 mennessä. Lain merkittävimpänä ohjauskeinona toimii ilmastopoliittinen ohjausjärjestelmä, joka koostuu kolmesta eri suunnitelmasta. Keskipitkän aikavälin suunnitelma, joka ulottuu vuoteen 2030 saakka, pitkän aikavälin suunnitelma vuoteen 2050 saakka ja ilmastonmuutokseen sopeutumista käsittelevä suunnitelma, joka laaditaan vähintään kymmenen vuoden välein. Hiilineutraaliustavoitteen lisäksi lakiin on tarkoitus kirjata 80 prosentin päästövähennystavoite vuoteen 2050 mennessä, sekä välitavoitteet vuosille 2030 ja 2040. Hallituksen on tarkoitus antaa esitys uudesta ilmastolaista vuonna 2022. (YM, 2021b.)

Tiekarttahankkeet

Työ- ja elinkeinoministeriön koordinoimana on laadittu toimialakohtaiset tiekartat, joiden tavoitteena on vähähiilisyyden saavuttaminen hallitusohjelman mukaisesti. Eri toimialojen tiekarttoja on yhteensä 14 kappaletta. Ne on laadittu yhteistyössä alan kattojärjestöjen ja tärkeimpien sidosryhmien kanssa eri ministeriöiden ohjauksessa. Useimmat toimialakohtaiset

tiekartat liittyvät rakennettuun ympäristöön, mutta merkittävimmät niistä ovat energia- ja rakennusteollisuuden vähähiilisyyden tiekartat. Kaikkia tiekarttoja on tarkoitus hyödyntää hallituksen ilmastopolitiikan ja lakiuudistusten valmistelussa. (VNa, 2020b.)

Maankäyttö- ja rakennuslaki

Tiekarttojen pohjalta on valmisteilla maankäyttö- ja rakennuslain (MRL) kokonaisuudistus, joka on parhaillaan lausuntokierroksella. Lain on tarkoitus tulla hallituksen esittelyyn helmikuussa 2022. Uuden maankäyttö- ja rakennuslain valmistelusta vastaa ympäristöministeriö. Uudistuksella on tarkoitus edistää hiilineutraaliustavoitetta, luonnon monimuotoisuutta, rakentamisen laatua ja digitalisaatiota. Lisäksi sen tarkoituksena on nostaa vähähiilisyys yhdeksi keskeiseksi tekniseksi rakentamisen vaatimukseksi nykyisen energiatehokkuusvaatimuksen rinnalle. (VNa, 2021b.)

Uuden maankäyttö- ja rakennuslain pohjalta annetaan erilliset asetukset muun muassa vähähiilisyyden arvioinnista. Ympäristöministeriön arviointimenetelmä pohjautuu Euroopan komission Level(s) -arviointimenetelmään ja eurooppalaisiin kestävää rakentamista käsitteleviin EN-standardeihin, kuten EN 15643, EN 15978 ja EN 15804 ja EN ISO 14067. Arviointimenetelmän tarkoituksena on pyrkiä selvittämään ne rakennuksen osat ja elinkaaren vaiheet, joista kasvihuonekaasupäästöjä syntyy eniten. Saadun tiedon perusteella voidaan päästöjä pyrkiä vähentämään suunnittelun keinoin jo hankkeen alkuvaiheesta asti. Uuden maankäyttö- ja rakennuslakiluonnoksen mukaan vähähiilisyyden arviointi olisi alkuun rakennusluvan liitteeksi toimitettu laskenta-asiakirja ilman määrääviä rakennustyyppikohtaisia raja-arvoja. Tällä tavoin kerättävä tieto toimisi raja-arvojen määrittelyapuna. Saatua päästölaskentadataa hyödynnettäisiin rakennustyyppikohtaisten raja-arvojen määrittelyssä. Myöhemmin, vuonna 2025, päästölaskenta on tarkoitus tulla osaksi rakentamismääräyksiä, ja vähähiilisyyden raja-arvojen alittaminen rakennusluvan myöntämisen edellytykseksi. (YM, 2021d.)

Puurakentamisen edistäminen

Edellä mainittujen hankkeiden ja lakiuudistusten lisäksi meneillään on puurakentamista edistävä toimenpideohjelma. Puurakentamisen toimenpideohjelma on valtioneuvoston yhteinen, ympäristöministeriön koordinoima hanke, jolla pyritään toteuttamaan pääministeri Sanna Marinin hallituksen ohjelmaa (VNa, 2019). Ohjelma on käynnistetty pääministeri Juha Sipilän hallituskaudella vuonna 2016, ja se on tarkoitus saada päätökseen vuoden 2022 aikana. Puurakentamisen toimenpideohjelmalla pyritään lisäämään puun käyttöä kaupunkirakentamisessa, julkisissa rakennushankkeissa ja suurissa puurakenteissa. Puunkäytön lisäämisen ohella ohjelma pyrkii monipuolistamaan ja kasvattamaan puun osuutta rakentamisessa sekä lisäämään sen jalostusarvoa. (VNa, 2018.)

EU:n taksonomia-asetus

Euroopan unioni on sitoutunut Pariisin sopimukseen ja Yhdistyneiden kansakuntien kestävän kehityksen Agenda2030-toimintaohjelmaan. Voidakseen toteuttaa Pariisin sopimuksen ja Agenda2030-tavoitteita EU:ssa on laadittu taksonomia-asetus eli kestävän rahoituksen yhtenäinen luokittelujärjestelmä. Sen tarkoituksena on auttaa kohdentamaan sijoituksia ilmastonmuutosta hillitseviin, vähähiilisiin ja resurssitehokkaisiin toimenpiteisiin. Taksonomia-asetukseen on määritelty kuusi ympäristötavoitetta. Nämä tavoitteet ovat ilmastonmuutoksen hillintä, ilmastonmuutokseen sopeutuminen, vesivarojen ja merten luonnonvarojen kestävä käyttö ja suojelu, siirtyminen kiertotalouteen, ympäristön pilaantumisen ehkäiseminen ja vähentäminen sekä biologisen monimuotoisuuden ja ekosysteemin suojelu ja ennallistaminen. Asetuksen periaatteena on, että taloudellinen toiminta on ympäristötavoitteita tukevaa ja taksonomian mukaista, jos vähintään yksi edellä mainituista tavoitteista toteutuu, eikä se toteutuessaan aiheuta merkittävää haittaa yhdellekään muulle ympäristötavoitteelle. (Kouri, 2020.)

Kiinteistö- ja rakennusala (KIRA-ala) on yksi seitsemästä taksonomian toimialasta. Taksonomia-asetus koskee KIRA-alan olemassa olevaa rakennuskantaa, uudisrakennuksia ja infrastruktuuria. Hankkeille myönnetään rahoitusta ympäristötavoitteiden mukaisesti siten, että

hiilineutraalius ja energiatehokkuus vaikuttavat saatavilla olevan lainarahan hintaan. Taksonomia-asetus tulee pikkuhiljaa vaikuttamaan kaikkiin alan toimijoihin, sillä vihreän rahoituksen myöntämisen edellytyksenä on raportointivelvollisuus. Saadakseen vihreän rahoituksen ehtoista lainaa rahoituslaitoksilta tai sijoittajilta, hankkeeseen ryhtyvä voi joutua raportoimaan ympäristökriteerien täyttymisestä koko hankintaketjun osalta, jolloin sekä pää- että aliurakoitsijat ovat velvollisia tekemään selvityksen toiminnastaan. (Vuorinen, 2021.)

Energiatehokkaaseen uudisrakentamiseen on panostettu Suomessa jo jonkin aikaa. Tämän vuoksi merkittävien parannusten tekeminen on vaikeampaa kuin esimerkiksi Keski-Euroopassa. Sen sijaan taksonomian avulla on mahdollisuus tuottaa KIRA-sektorille lisäarvoa erityisesti energiatehokkuutta parantavan korjausrakentamisen puolella. Korjausrakentamisella pidennetään rakennusten elinkaarta osana rakentamisen kiertotaloutta. Rakentamisen kiertotaloutta edistetään myös rakennusten purkumateriaalien, kuten lasin, betonin ja teräksen kierrätyksellä. Tavoiteltaessa huomattavia ja nopeavaikutteisia päästövähennyksiä isot investoinnit tulisi kohdistaa suuriin päästölähteisiin. Isoimmat päästöt syntyvät rakennetusta ympäristöstä, jossa kokonaispäästöihin vaikuttavat rakennusten lisäksi myös alueiden energiajärjestelmät. Taksonomia-asetuksen aiheuttaman lainaehtojen kiristymisen ja raportointivelvollisuuden odotetaan edistävän kestävän kehityksen toteutumista kiinteistö- ja rakennusalalla lähivuosien aikana. (Vuorinen, 2021.)

Vihreä rahoitus

Rahoitustuotteista tai -palveluista, jotka edistävät kestävää kehitystä ja taloutta, käytetään nimitystä vihreä rahoitus. Eurooppalaisittain vihreän rahoituksen määritelmä pohjautuu Euroopan unionin kestävän rahoituksen toimintasuunnitelmaan. Suunnitelman tarkoituksena on tukea EU:ta vuoteen 2050 asetetun hiilineutraaliustavoitteen saavuttamisessa, ja edistää vastuullista sijoittamista. Vihreän rahoituksen laina- ja velkainstrumentteja, jotka pääsääntöisesti ovat vihreitä lainoja tai joukkovelkakirjalainoja, käytetään hyväksyttävien vihreiden hankkeiden rahoittamiseen. Vihreän rahoituksen kriteerit ovat useimmiten samoja kuin aiemmin esitetyt taksonomia-asetuksen tavoitteet. (DKCO, 2021.)

Vihreä rahoitus tuottaa hyötyä sekä yrityksille että sijoittajille. Kestävän kehityksen hankkeet kiinnostavat yhä suurempaa joukkoa sijoittajia, joiden päämääränä on taloudellisen hyödyn lisäksi tuottaa lisäarvoa yhteisöille ja ympäristölle. Yrityksille vihreän rahoituksen lainaehdot ovat tavanomaisesti muuta rahoitusta paremmat, ja lainantarjoajien joukko on monipuolisempi. Yrityskohtaiset ympäristötavoitteet ja -tiekartat yleistyvät, ja luovat yhä suuremmalle joukolle yrityksiä strategisen tavoitteen. Edellä mainittujen etujen lisäksi vihreä rahoitus kasvattaa yritysten mainetta ja liikearvoa sekä tuo vastuulliseen toimijaan liitettävää imagohyötyä. (DKCO, 2021.)

3 YMPÄRISTÖSERTIFIKAATIT

Ympäristösertifikaattijärjestelmät ovat työkalu kiinteistöjen ympäristötehokkuuden mittaamiseen ja todentamiseen. Sertifioinnin avulla on mahdollista osoittaa, että kestävä kehitys on otettu huomioon rakennushankkeen suunnittelussa ja toteutuksessa, ja että rakennus toimii tarkoituksenmukaisesti. Ympäristösertifioinneilla pyritään parantamaan rakennusten energiatehokkuutta sekä säästämään kustannuksia ja maapallon resursseja. Ympäristösertifioinnin suorittaa aina akreditoitu ulkopuolinen arvioija, ja sen vuoksi sitä pidetään luotettavana tapana todentaa kohteen ympäristövastuullisuus. Sertifiointi mahdollistaa myös rakennusten keskinäisen vertailun, ja auttaa hallitsemaan kiinteistökaupan riskejä.

Sertifioitavien kohteiden arviointi perustuu arviointikriteerien täyttämiseen. Kriteerien täyttyminen edellyttää niiden todentamista. Todentaminen tapahtuu kirjallisin dokumentein, jotka ulkopuolinen, puolueeton taho arvioi. Kun kohde on hyväksytysti arvioitu, erillinen taho päättää sertifikaatin myöntämisestä. Kohteella ei ole lupaa käyttää sertifioitu-titteliä markkinoinnissaan ennen kuin sille on myönnetty virallinen sertifikaatti.

Ympäristösertifiointi on helpointa toteuttaa kokonaishintaurakoissa, joissa hankevaiheet seuraavat kronologisesti toisiaan. Sen sijaan ne soveltuvat heikommin allianssihankkeisiin, joissa hankkeen eri vaiheet kulkevat limittäin, ja rakennusvaihe on jo käynnistynyt ennen kuin suunnittelu on valmistunut. Sertifiointia on mahdollista hakea myös saneerattaville tai jo olemassa oleville rakennuksille, mutta se on huomattavasti epätavallisempaa kuin rakennusvaiheen sertifiointi. Ympäristösertifiointia ei ole kannattavaa toteuttaa ihan pieniin rakennushankkeisiin, sillä itse sertifioinnin lisäksi kiinteistön omistaja joutuu maksamaan sertifikaatista vuosittaista lisenssimaksua. Sertifikaatin hinta vaihtelee sekä sertifikaatti- että sisältökohtaisesti.

3.1 LEED

Vuonna 1993 Pohjois-Amerikassa perustettiin The U.S. Green Building Council (USGBC) -järjestö, jonka tarkoituksena on edistää kestävää kiinteistöjen suunnittelua, rakentamista ja käyttöä. Näitä tavoitteita edesauttamaan USGBC:ssä kehitettiin Leadership in Energy and Environment Design (LEED) -ympäristöluokitusjärjestelmän. LEED:n ensimmäinen pilo-

tointiprojekti julkaistiin vuonna 1998. Kymmenen vuotta myöhemmin The U.S. Green Building Council perusti itsenäisen, voittoa tavoittelemattoman Green Building Certification Istitute (GBCI) -järjestön, joka on vastuussa LEED-ympäristöluokitusten sertifioinnista. Sen tarkoituksena on erillisenä kolmantena osapuolena suorittaa kiinteistön tekninen arviointi, ja varmentaa LEED-standardien asettamien kriteerien täyttyminen. Tällä hetkellä maailmassa on yli 100 000 rekisteröityä ja sertifioitua kaupallista LEED-kohdetta, ja lähes kaksi miljoonaa rekisteröityä ja sertifioitua asuinrakennusta yli 180 eri maassa. (USGBC, 2021a.) Vuonna 2018 Suomessa oli LEED-sertifioituja uudisrakennuskohteita 109 kappaletta. Lisäksi 37 käytössä olevalle rakennukselle oli haettu LEED-sertifiointi. (FGBC, 2021.)

LEED-ympäristöluokitusjärjestelmä pitää sisällään yhdeksän erilaista ohjelmaa, jotka on kehitetty erityyppisille kiinteistöille ja soveltamisaloille. Kiinteistöt jaetaan uudisrakennuskohteisiin sekä saneerattaviin ja olemassa oleviin rakennuksiin. Uudisrakennuskohteissa sertifiointi kattaa rakennuksen elinkaaren suunnittelusta käyttöön, kun taas olemassa olevissa kohteissa keskitytään arvioimaan rakennuksen käytönaikaisia vaikutuksia. Uudiskohteille on olemassa omat ohjelmaversiot rakennustyypin mukaan. Eri ohjelmaversioita on muun muassa kouluille, sairaaloille, asuinrakennuksille ja liiketiloille. (USGBC, 2021a.)

Tämänhetkinen LEED-ympäristösertifiointi perustuu LEED v4.1-versioon, joka on otettu käyttöön 2019. LEED-ympäristösertifiointijärjestelmässä arvioidaan yhdeksää eri osa-aluetta. Nämä yhdeksän osa-aluetta ovat:

- integratiivinen eli työskentelyä ohjaava prosessi (Integrative Process),
- sijainti ja liikenne (Location and Transportation),
- kestävä maankäyttö (Sustainable Sites),
- vedenkäytön tehokkuus (Water Efficiency),
- energiankäytön tehokkuus (Energy and Atmosphere),
- materiaalien valinta ja kierrätys (Materials and Resources),
- sisäilmasto-olosuhteet (Indoor Environmental Quality),
- hankkeen innovaatiot (Innovation) ja
- alueellinen prioriteetit/bonuspisteet (Regional Priority). (USGBC, 2021b.)

Eri osa-alueisiin kuuluu joko velvoittavia ja vapaaehtoisia arviointikohtia tai ainoastaan vapaaehtoisia arviointikohtia. Velvoittavilla kohdilla tarkoitetaan kohtia, jotka arvioitavan kohteen on täytettävä voidakseen ansaita sertifioinnin. Osa-alueista kuljetus ja maankäyttö, innovaatiot sekä alueellinen prioriteetti ovat luonteeltaan vapaaehtoisia. Kaikki muut osa-alueet pitävät sisällään sekä velvoittavia että vapaaehtoisia kohtia. Arvioinnissa käytetään LEED-ympäristösertifikaatin tuloskorttia, jossa jokaisen osa-alueen eri kategoriat pisteytetään erikseen sen mukaan, miten arvioitava kohde täyttää sertifikaatin asettamia vaatimuksia. (USGBC, 2021b.)

LEED-sertifikaattitasoja on kaikkiaan neljä. Alimman eli sertifioitu-tason saavuttamiseen vaaditaan 40–49 pistettä. Seuraavan eli hopea-tason voi saavuttaa 50–59 pisteellä. Kulta-taso edellyttää 60–79 pistettä, ja paras eli platina-taso 80 tai sen ylittävää pistemäärää. Velvoittavia, eli pakollisia kategorioita ei pisteytetä lainkaan, vaan pisteitä saa ainoastaan vapaaehtoisista kohdista. Pisteet voivat jakautua hieman eri tavalla eri luokkien ja eri kategorioiden välillä riippuen siitä, millainen rakennustyyppi on kyseessä. Kaikkien rakennustyyppien yhteispistemäärä on kuitenkin sama, ja enimmillään vapaaehtoisista arviointikohdista on mahdollisuus saavuttaa yhteensä 110 pistettä. (USGBC, 2021b.)

Integratiivisessa eli työskentelyä ohjaavassa prosessissa arviointikriteerit edellyttävät integroivaa suunnittelua ja suunnitteluprosessia. Tällä tarkoitetaan sitä, että suunnittelulla tuetaan hankkeen korkeaa suorituskykyä ja kustannustehokkaita ratkaisuja analysoimalla jo hankkeen alkuvaiheessa kaupunkijärjestelmien keskinäisiä suhteita. Kattavan lopputuloksen aikaansaamiseksi perustetaan tiimi, johon kutsutaan jäseniksi eri alojen ammattilaisia aina teknisistä asiantuntijoista suunnittelijoihin ja eri viranomaisiin. (USGBC, 2021b.)

Sijainti ja liikenne -luokassa on kaikkiaan seitsemän vapaaehtoisuuteen perustuvaa arviointikategoriaa, joista kaikista on mahdollisuus saada yhteensä 16 pistettä. Eniten pisteitä on mahdollisuus saavuttaa alueiden tiiveys ja monimuotoiset käyttötavat sekä hyvät joukkoliikenneyhteydet -kategorioista, joiden molempien maksimipistemäärä on viisi pistettä. Loput viisi kategoriaa tarjoavat toteutuessaan yhdestä kahteen arviointipistettä. Kategorioita ovat sensitiivinen maankäyttö, ensisijainen sijainti ja alueen oikeudenmukainen kehitys, hyvät

pyöräilyfasiliteetit, pienempi pysäköintipaikkojen hiilijalanjälki ja sähköajoneuvojen käytön huomioiminen. (USGBC, 2021b.)

Kestävä maankäyttö -luokkaan sisältyvät velvoittavina arviointikategorioina rakentamisesta aiheutuvan ympäristön pilaantumisen ehkäiseminen ja ympäristön arviointi. Jälkimmäinen koskee ainoastaan kouluhakkeita. Muut kuusi arvioitavaa ryhmää ovat sijainnin arviointi, elinympäristön suojeleminen ja sen ennallistaminen, avoin tila, sadevesien hallinta, lämpösaarekkeiden vähentäminen ja valosaasteen vähentäminen. Lisäksi koulujen suunnittelussa vapaaehtoisia arviointikriteerejä ovat alueen yleissuunnitelma ja tilojen yhteiskäyttö. Kaikista edellä mainituista kategorioista on mahdollisuus ansaita yhdestä kolmeen pistettä. (USGBC, 2021b.)

Vedenkäytön tehokkuus -luokka sisältää kolme velvoittavaa kategoriaa, jotka ovat vedenkäytön vähentäminen ulkoalueilla esimerkiksi läpäisevän tai läpäisemättömän pintamateriaalin ansiosta, vedenkäytön vähentäminen sisätiloissa vettä säästävien vesikalusteiden avulla ja rakennuskohtainen vedenmittaus. Vapaaehtoisia, arviointipisteitä kerryttäviä kategorioita on neljä, ja ne ovat vedenhallinta ulkoalueilla kasvillisuuden avulla, kunnallisen vedenkäytön vähentäminen sisätiloissa korvaamalla sitä vaihtoehtoisilla vesilähteillä, jäähdytyslaitteiden vedenkäytön optimointi ja vedenkäytön järjestelmä- tai tilakohtainen mittaaminen. Kunnallisveden kulutusta koskevaa arviointikriteeriä lukuun ottamatta ansaittavien pisteiden määrä vaihtelee yhdestä kahteen. Kunnallisveden kulutuksen vähentämistä pidetään muita arviointikriteereitä selvästi tärkeämpänä, ja sen vuoksi siitä saatava maksimipistemäärä on kuusi. (USGBC, 2021b.)

Energiankäytön tehokkuus -pisteytyksellä tarkoitetaan rakennuksen energiatehokkuuden parantamista. Energiatehokkuuden vähimmäisvaatimusten täyttäminen on yksi LEED-sertifikaatin saannin ehto. Näitä pakollisia vaatimuksia ovat perustoiminen laitteiden käyttöönotto ja käyttöönoton todentaminen, energiatehokkuuden vähimmäistason saavuttaminen niin rakennuksen kuin sen laitteidenkin osalta, rakennuskohtainen energiankulutuksen mittaaminen ja kylmäaineiden hallinta niin, että käytöstä poistuneet tai kielletyt aineet ovat vaihdettavissa uusiin vaihtoehtoihin. Vapaaehtoisia, pisteytettäviä kategorioita ovat parannettu rakennuksen ja järjestelmien käyttöönotto (6), optimoitu energiatehokkuus (18), edistynyt

energiankulutuksen mittaus (1), sähköverkon harmonisointi vastaamaan todellista tarvetta (2), uusiutuvan energian hyödyntäminen (5) ja parannettu kylmäaineiden hallinta ympäristöasiat huomioiden (1). Kriteerien perässä suluissa esitetyt numerot kuvaavat kustakin kategoriasta saatavaa maksimipistemäärää. Kuten pistemääristä käy ilmi, optimoidulla energiatehokkuudella on huomattava painoarvo kohteen pisteytyksessä. (USGBC, 2021b.)

Materiaalien valinta ja kierrätys -luokka liittyy rakennuksessa käytettäviin materiaaleihin, materiaalien ympäristöselosteisiin ja materiaalien kierrätykseen. Velvoittavia arviointikategorioita on kaksi. Toinen niistä on rakennuksen jätetilan suunnittelu siten, että se huomioi jätteiden lajittelun ja kierrätyksen, ja toinen on rakennus- ja purkujätehuollon suunnittelu, jossa arvioidaan odotettavissa olevia materiaalivirtoja. LEED-sertifioinnissa arvioitavia vapaaehtoisia kategorioita ovat rakennuksen elinkaarivaikutusten vähentäminen (5) sekä rakennuksessa käytettyjen tuotteiden (2), raaka-aineiden (2) ja aineksien (2) julkistaminen ja optimointi siten, että suositaan sellaisia rakennusmateriaaleja, joista on saatavilla Environmental Product Declaration eli EPD-ympäristötuoteseloste, ja joilla on ympäristön kannalta taloudellisesti ja sosiaalisesti edullisimmat elinkaarivaikutukset. EPD-ympäristöselosteella tarkoitetaan elinkaarianalyysiin perustuvaa, vapaaehtoista ja standardoitua tapaa, jolla esitetään luotettavasti merkitykselliset, todennetut ja vertailukelpoiset tiedot valmistetun tuotteen tai tuoteryhmän ympäristövaikutuksista. Näiden lisäksi arvioidaan vielä rakennus- ja purkujätteen kierrätettävyyttä ja hyötykäyttöä kaatopaikoille tai polttolaitoksiin päätymisen sijaan (2). (USGBC, 2021b.)

Sisäilmaolosuhteiden laatuluokka keskittyy varmistamaan tilojen hyvän ja raikkaan sisäilman laadun. Se pitää sisällään sekä toimivan ilmanvaihdon että sellaisten materiaalien käytön, joissa ei ole sisäilman laatua heikentäviä kemikaaleja. Pakollisia kategorioita ovat sisäilman vähimmäislaatuvaatimusten täyttyminen ja tupakansavun hallinta. Pisteytettäviä arviointikategorioita ovat sisäilman laatustrategiat, joilla parannetaan käyttäjien viihtyvyyttä, hyvinvointia ja tuottavuutta, vähäpäästöisten materiaalien käyttö, rakentamisaikainen sisäilman laadunhallintasuunnitelman laatiminen, sisäilman laadun arviointi, lämpömukavuus, sisätilojen valaistus, päivänvalon osuuden arviointi sisätiloissa, laadukkaat ympäristönäkymät ja akustiikan suorituskyky. Arvioitavien kriteerin maksimipistemäärät vaihtelevat yhdestä kolmeen pisteeseen. (USGBC, 2021b.)

Hankkeen innovaatiot -luokassa kohteen on mahdollisuus saavuttaa yhteensä kuusi arviointipistettä. Yhden arviointipisteen hanke voi ansaita tästä luokasta käyttämällä projektissa akkreditoitua LEED-asiantuntijaa. Loppujen viiden pisteen saavuttamiseksi projektin tulee ansaita pilottihyvitys-, innovaatio- ja esimerkillisyyspisteitä. (USGBC, 2021b.)

Alueellisella prioriteetti -luokalla kannustetaan sellaisten hyvitysten saavuttamiseen, jotka koskevat maantieteellisesti erityisiä ympäristön, sosiaalisen oikeudenmukaisuuden ja kansanterveyden painopisteitä. USGBC:n alueneuvostot ovat määritelleet nämä kunkin alueen erityispiirteet siten, että niiden maantieteellisestä sovellettavuudesta on saatavana tietokanta USGBC:n verkkosivuilla. Kaikkiaan tästä luokasta on mahdollisuus saada neljä pistettä. (USGBC, 2021b.)

3.2 BREEAM

Buiding Research Establishment Enviromental Assessment Method (BREEAM) on brittiläinen, vuonna 1990 perustettu ympäristöluokitusjärjestelmä. Se pohjautuu eurooppalaiseen normistoon, ja on siksi Euroopan eniten käytetty rakentamisen ympäristöluokitusjärjestelmä. BREEAM-sertifiointijärjestelmässä arvioidaan kymmentä eri osa-aluetta. Nämä osa-alueet ovat:

- johtaminen (Management),
- terveys ja hyvinvointi (Health and wellbeing),
- energia (Energy),
- liikenne (Transport),
- vesi (Water),
- materiaalit (Materials),
- jäte (Waste),
- maankäyttö ja ekologia (Land use and ecology),
- saastuttaminen (Pollution) ja
- innovaatiot (Innovation). (Bre Global Ltd, 2016.)

BREEAM-sertifiointijärjestelmässä on viisi eri tasoa, joihin rakennukset luokitellaan täytettyjen kriteerien perusteella. Nämä viisi tasot ovat Pass, Good, Very Good, Excellent ja Outstanding. Toisin kuin LEED:ssä, jossa luokitus perustuu pisteisiin, BREEAM:ssa taso määräytyy saavutetuista pisteistä laskettujen prosenttiosuuksien perusteella. (BRE, 2021.)

Saavuttaakseen alimman eli Pass-standardointitason, kohteen tulee saavuttaa vähintään 30 prosenttia tarjolla olevasta maksimipistemäärästä. Ellei tätä vähimmäisvaatimusta täytetä, kohde jää ilman sertifikaattia. Pass-tason yläraja on 44 prosenttia. Good-tason voi saada prosenttiosuudella, joka rajoittuu 45–54 prosentin väliin. Very Good-tason prosenttirajat ovat 55–69 ja Excellent-tason 70–84 prosenttia. Parhaimman eli Outstanding-tason saavuttaa 85 tai sen ylittävällä prosenttiosuudella. Arviointasojen prosenttiosuudet lasketaan erillisen pistetaulukon mukaan kustakin arviointiluokasta ansaittujen pisteiden perusteella. Tämän jälkeen kustakin luokasta saadut prosenttiosuudet lasketaan yhteen, jolloin saadaan arviointiluokan määrittelevä prosenttiluku. (BRE, 2021.)

Valtaosa BREEAM-sertifioiduista rakennuksista omaa Pass-luokitustason. Näiden osuus on 75 prosenttia kaikista BREEAM-sertifioiduista rakennuksista. Vain yksi prosentti yltää parhaimpaan Outstanding-tasoon. Kaikkiaan BREEAM-sertifioituja kohteita on 591 000 kappaletta yli 89 eri maassa. (BRE, 2021.)

Johtaminen-luokan tarkoituksena on kestävän kehityksen käytäntöjen sisällyttäminen suunnittelu-, rakentamis-, käyttöönotto-, luovutus- ja varsinaiseen käyttövaiheeseen. Johtaminen-luokassa arvioidaan projektin kuvaus ja suunnittelu, elinkaarikustannusten laskeminen ja käyttöiän suunnittelu, vastuullinen rakentaminen, käyttöönotto ja luovutus sekä jälkihoito. Osa-alueet on pisteytetty siten, että vastuullisesta rakentamisesta saa kuusi pistettä, jälkihoidosta kolme ja kolmesta muusta osa-alueesta kaikista neljä pistettä. Koska luokka kattaa vaiheet rakennuksen suunnittelusta varsinaiseen käyttöön, sen toteuttaminen edellyttää kestävyystavoitteiden asetantaa ennen hankkeeseen ryhtymistä, ja asetettujen tavoitteiden seuraamista koko hankkeen etenemisen ajan aina suunnittelusta rakennuksen valmistumisen jälkeiseen käyttöön saakka. Jotta tämä kriteeri on mahdollista täyttää, tulee kaikki hankkeen osapuolet sitouttaa tavoitteisiin jo hankkeen suunnitteluvaiheesta asti. (Bre Global Ltd, 2016.)

Terveys- ja hyvinvointi -luokalla pyritään parantamaan rakennuksen käyttäjien hyvinvointia, terveyttä ja turvallisuutta. Luokassa keskitytään tilojen visuaaliseen mukavuuteen, sisäilman ja veden laatuun, lämpömukavuuteen, akustiseen suorituskykyyn, esteettömyyteen, luonnonvaarojen riskiarviointiin sekä yksityiseen tilaan. Mikäli kohteeseen on suunniteltu laboratoriotilat, arvioidaan tässä luokassa myös niiden suorituskykyä. Terveys- ja hyvinvointi -luokassa visuaalinen mukavuus, sisäilman laatu, lämpömukavuus ja tilojen akustinen suorituskyky saavat muita suuremman painoarvon. Näistä on mahdollisuus saada maksimissaan kolmesta kuuteen pistettä. Loput arvioitavat kriteerit tuottavat yhdestä kahteen pistettä. (Bre Global Ltd, 2016.)

Energia-luokka kannustaa määrittelemään ja suunnittelemaan energiatehokkaita rakennusratkaisuja, järjestelmiä ja laitteita energiatehokkuuden parantamiseksi, hiilidioksidipäästöjen vähentämiseksi ja rakennuksen tehokkaan hallinnan tukemiseksi sen koko käyttöiän ajan. Arviointikriteereistä energiankäytön hiilidioksidipäästöjen vähentämisellä on huomattava painoarvo, minkä vuoksi sen maksimipistemäärä on jopa 15 pistettä. Muita arvioitavia kriteereitä ovat energiaseuranta, ulkovalaistus, vähähiilinen suunnittelu, energiatehokas kylmävarastointi, energiatehokkaat liikkumisjärjestelmät (kuten hissit ja liukuportaat) sekä energiatehokkaat laitteet ja kuivaustilat. Näistä saatavien pisteiden määrä vaihtelee yhdestä kolmeen. Mikäli kohteeseen on suunniteltu laboratorio, arvioidaan laboratoriojärjestelmien energiatehokkuutta erikseen. (Bre Global Ltd, 2016.)

Liikenne-luokka keskittyy sekä julkisen liikenteen saavutettavuuteen että muihin vaihtoehtoisiin liikenneratkaisuihin mukaan lukien pyöräily. Lisäksi arvioidaan rakennuksen mahdollisuutta tarjota tiloja etätyöskentelyyn ja välttämättömiin paikallispalveluihin, jolloin liikkuminen toisaalle vähenee. Pisteytys vaihtelee julkisen liikenteen saavutettavuuden viidestä pisteestä kotitoimistotilojen yhteen pisteeseen. (Bre Global Ltd, 2016.)

Seuraava, eli vesi-luokka rohkaisee kestävään vedenkäyttöön rakennuksessa ja sen alueen toiminnassa. Arviointikriteerejä ovat vedenkulutuksen vähentäminen vesikalusteiden avulla, sadeveden keruu ja veden kierrätysjärjestelmät. Lisäksi pisteitä saa vedenkulutuksen seurantamahdollisuudesta sekä vesivuotoja havaitsevista ja estävistä järjestelmistä. Maksimissaan

viisi pistettä on mahdollista saada vedenkulutuksen vähentämisestä ja veden kierrättämisestä molemmista erikseen. Muiden arvioitavien osa-alueiden pisteytys vaihtelee yhdestä kolmeen. (Bre Global Ltd, 2016.)

Materiaali-luokka kannustaa ympäristöystävällisempiin valintoihin rakennusmateriaalien ympäristövaikutusten vähentämiseksi suunnittelun, huollon ja korjauksen avulla. Arviointikriteerit kannustavat valitsemaan sellaisia rakennustuotteita, jotka on hankittu vastuullisella tavalla mukaan lukien tuotteiden louhinta, käsittely ja valmistus sekä kierrätys. Näiden lisäksi arvioidaan materiaalien elinkaarivaikutuksia ja rakennuksen muuntojoustavaa suunnittelua. Materiaali-luokan arvioitavista kohdista osa on pakollisia. Vapaaehtoisista osa-alueista on mahdollisuus ansaita maksimissaan kuusi pistettä. (Bre Global Ltd, 2016.)

Jätteet-luokan tarkoitus on motivoida vähentämään rakennuksen rakentamisesta ja käytöstä syntyvän jätteen määrää. Ympäristöluokituksessa pisteytettäviä osa-alueita ovat esimerkiksi rakennusaikaisen jätesuunnitelman laatiminen siten, että jätteen syntymistä työmaalla pyritään vähentämään ja sen käsittely suunnittelemaan sujuvaksi ja helposti jaoteltavaksi. Lisäksi arvioidaan rakennuksen jätetilat, ja käyttäjien mahdollisuutta lajitella eri jakeet. Jäteluokan arviointikriteeristöllä pyritään vaikuttamaan ilmastonmuutokseen sopeutumiseen ja toiminnalliseen sopeutumiskykyyn. Ensimmäinen näistä pyrkii harkitsemaan ja toteuttamaan toimenpiteitä ilmastonmuutoksen äärisääolosuhteiden vaikutusten lieventämiseksi rakennuksen elinkaaren aikana, ja jälkimmäinen harkitsemaan ja toteuttamaan sellaisia toimenpiteitä, joilla rakennukseen ja sen järjestelmien käyttöön voidaan tulevaisuudessa tehdä muutoksia sen elinkaaren aikana. Rakennusjätteen käsittelystä on mahdollisuus ansaita kolme arviointipistettä. Loput arvioitavat osa-alueet tuottavat kukin maksimissaan yhden pisteen. (Bre Global Ltd, 2016.)

Maankäyttö ja ekologia -osa-alue keskittyy arvioimaan kestävää maankäyttöä, luontotyyppien suojelua ja pitkäaikaisen biologisen monimuotoisuuden parantamista rakennuksen ja ympäröivän maan alueella. Arviointikriteeristö suosii aiemmin käytössä olleen maan tai saastuneen maan käyttöä sen sijaan, että käytettäisiin aiemmin rakentamatonta maa-aluetta. Arviointi myös kannustaa toimiin, jotka johtavat alueen ekologisen arvon parantamiseen.

Pakollisena kriteerinä on hankkeen ympäristövaikutusten minimointi. Loput arvioitavista osa-alueista ovat joko kahden tai kolmen maksimipisteen arvoisia. (Bre Global Ltd, 2016.)

Saastuttamisen arvioinnilla on tarkoitus vähentää rakennuksen ympäristövaikutuksia. Näitä ovat rakennuksen sijaintiin ja käyttöön liittyvän ympäristön pilaantumisen ja pintavesien valumisen estäminen ja hallinta sekä ympäristölle aiheutuva valosaaste tai meluhaitta. Luokassa arvioidaan käytettävien kylmäaineiden ympäristövaikutuksia, typpioksidipäästöjen määrää, pintavesien valumisen muutoksia suhteessa aiempaan, vesistöjen pilaantumisen ehkäisemistä sekä valo- ja melusaasteen määrää. Pintavesien tulva- ja valumisvaikutusten maksimipistemäärä on viisi ja kylmäaineiden neljä pistettä. Loput arvioitavat kohdat tuottavat maksimissaan yhdestä kahteen pistettä. (Bre Global Ltd, 2016.)

Innovaatiot-osio tarjoaa mahdollisuuden tunnustaa esimerkillinen suorituskyky ja innovaatiot, jotka eivät sisälly aiempien luokkien vaatimuksiin. Se pitää sisällään myös innovatiivisten tuotteiden ja prosessien hyödyntämisen kohteessa. Kohdan maksimipistemäärä on kymmenen pistettä. (Bre Global Ltd, 2016.)

3.3 RTS-ympäristöluokitus

Rakennustietosäätiö RTS-ympäristösertifikaatti on suomalainen ja suomalaisiin sääolosuhteisiin kehitetty sertifiointijärjestelmä, jonka kriteeristö perustuu eurooppalaisen standardointijärjestön CEN:n teknisen komitean TC 350 (Technical committee 350 – Sustainability of construction works) mukaisiin kestävän kehityksen tavoitteisiin. CEN/TC 350 on eurooppalainen kestävän rakentamisen standardikokoelma, jolla pyritään yhtenäistämään ympäristövaikutusarviointia, ja luomaan yhteiset pelisäännöt ympäristöselosteiden laadintaan Euroopan unionin jäsenvaltioiden kesken. (Rakennustietosäätiö RTS sr, 2021a.)

RTS-ympäristösertifikaatti on lanseerattu keväällä 2017. Se soveltuu uudis- ja peruskorjaushankkeisiin ja on kehitetty erityisesti julkiseen rakentamiseen. Eurooppalaisen standardikokoelman lisäksi RTS-ympäristöluokitus sitoo yhteen rakennusalan yhteiset hyvät käytännöt, kuten rakennuksen elinkaarimittarit, sisäilmastoluokituksen, rakennusmateriaalien päästöluokituksen, rakennusprosessin kosteudenhallinnan ja viherpinta-alan säilyttämisen tontilla. (Rakennustietosäätiö RTS sr, 2021a.)

RTS –järjestelmä arvioi viittä eri osa-aluetta, jotka ovat:

- hankkeen prosessi,
- talous,
- ympäristö ja energia,
- sisäilma ja terveellisyys ja
- hankkeen innovaatiot.

Näiden viiden osa-alueen alla on 28 erillistä kriteeriä, joista on mahdollista saavuttaa maksimissaan 110 pistettä. Luokitustasoja järjestelmässä on yhteensä viisi, ja ne on kuvattu tähdillä. Alhaisinta tasoa kuvaa yksi tähti, ja se on mahdollista saavuttaa 25 pisteellä. Se edellyttää kosteusteknisten asioiden, energiatehokkuuden ja sisäilman laadun arviointia. Korkeimmasta tasosta kertoo viisi tähteä, ja sen saavuttamiseen vaaditaan vähintään 85 pistettä. (Rakennustietosäätiö RTS sr, 2021b.)

Hankkeen viidestä arvioitavasta osa-alueesta ensimmäinen, eli prosessi pitää sisällään hankkeen ohjauksen, kosteudenhallinnan ja työmaan ohjauksen. Maksimissaan hankkeen ohjaustaarviointipistettä. Toinen arvioitava osa-alue on talous. Sitä arvioitaessa keskitytään rakennuksen elinkaarikustannuksiin ja rakennuksen ylläpidettävyyteen. Elinkaarikustannusten maksimiarvo on kolme ja ylläpidettävyyden yhdeksän pistettä. Kolmannessa, eli ympäristö ja energia -osiossa keskitytään rakennuksen hiilijalanjälkeen, energian- ja vedenkäyttöön sekä hankkeen ympäristövaikutuksiin. Tästä osiosta tarjolla on yhteensä 35 pistettä. Pisteet jakautuvat siten, että hiilijalanjäljen osuus on yksitoista pistettä, energiankäytön osuus kuusitoista pistettä, vedenkäytön osuus kolme pistettä ja hankkeen ympäristövaikutusten osuus viisi pistettä. (Rakennustietosäätiö RTS sr, 2021b.)

Neljännessä, eli sisäilma- ja terveellisyys -osiossa arvioidaan sisäilman laatua, visuaalista viihtyvyyttä ja tilojen akustiikkaa. Kaikkiaan tarjolla on kolmekymmentä pistettä, joista sisäilman laadun maksimipistemäärä on 18 pistettä ja visuaalisen viihtyvyyden ja akustiikan molempien maksimipistemäärä on kuusi pistettä. Viimeisessä, eli innovaatiokohdassa arvioidaan hankkeen innovatiivisuutta, eli niitä seikkoja, joilla voidaan vaikuttaa esimerkiksi

rakennuksen elinkaaren pidentämiseen, energiankulutukseen ja -tuotantoon tai muunneltavuuteen ja kierrätettävyyteen. Jokainen yksittäinen innovaatio tuottaa kaksi pistettä, joten kaikkien kymmenen pisteen saavuttaminen edellyttää viittä eri innovaatiota. Toistaiseksi yksikään kohde ei ole onnistunut saavuttamaan maksimipistemäärää innovaatio-osiossa. (Rakennustietosäätiö RTS sr, 2021b.)

3.4 Joutsenmerkki

Joutsenmerkki on Pohjoismaissa käytössä oleva ympäristösertifiointijärjestelmä. Joutsenmerkkiä on mahdollista hakea pien- ja kerrostalokohteille sekä koulu-, päiväkoti- ja palvelurakennushankkeille. Sen sijaan Joutsenmerkki-sertifikaattia ei ole mahdollista saada esimerkiksi liiketiloille, toimisto- tai sairaalarakennuksille. Joutsenmerkin saavuttaminen edellyttää, että rakennus täyttää tietyt kriteerit. Kriteeristö koostuu pakollisista vaatimuksista ja pistevaatimuksista. Pakolliset vaatimukset on aina täytettävä. Pakollisia vaatimuksia ovat:

- yleiset vaatimukset,
- resurssitehokkuus,
- sisäilma,
- kemialliset tuotteet ja rakennusmateriaalit,
- rakennusprosessin laadunvarmistus,
- laatu- ja viranomaisvaatimukset sekä
- asukkaita ja isännöitsijöitä koskevat ohjeet.

Sertifikaatin saavuttamiseksi pakollisten kriteerien lisäksi tulee saavuttaa tietty määrä pistevaatimuksia. Pistemäärät vaihtelevat rakennustyyppikohtaisesti, ja asetetut pistemäärävaatimukset maakohtaisesti. Suomessa kerrostalokohteen tulee saavuttaa vähintään 16 pistettä jaossa olevista 44 pisteestä. Pientaloille asetettu alimmaispistemäärävaatimus on 15 pistettä 42 mahdollisesta pisteestä ja päiväkodeille ja kouluille asetettu vaatimus on 14 pistettä tarjolla olevasta 39 pisteestä. (FGBC, 2018.)

Pisteytettäviä arviointiosa-alueita on Joutsenmerkissä kaikkiaan 14 kappaletta. Osa-alueet ovat:

- paikalliset energialähteet tai energian talteenotto (6),
- asuntokohtainen lämpimän käyttöveden mittaus (1),
- laskennalliset lämpimän käyttöveden häviöt (1) ja rakennuksen hiilijalanjälki (1),
- kodinkoneiden energialuokka (3),
- energiatehokkaat saniteettikalusteet (3),
- sementti ja betoni, joilla on pienempi energia- ja ilmastokuormitus (2),
- puurakenteet (2),
- melu (3),
- ympäristömerkityt rakennustuotteet (10),
- tietoiset tuotevalinnat (2),
- sertifioidut puulistat (2),
- kierrätetty tai uusiokäytetty materiaali (3),
- rakennusjätteen kierrätys (3) ja
- vihreät toimenpiteet (3), joilla tarkoitetaan muun muassa innovaatioita.

Suluissa esitetyt luvut kuvaavat kustakin osa-alueesta saavutettavissa olevaa maksimipistemäärää. (FGBC, 2018.)

Joutsenmerkin hakeminen edellyttää luvanhaltijaa. Luvanhaltija voi olla joko rakentaja, talotehdas, kiinteistön omistaja tai muu taho, joka kantaa vastuun kaikista sertifikaatin vaatimien edellytysten täyttymisestä. Joutsenmerkin kriteerit koostuvat LEED:n ja BREEAM:n tapaan sekä pakollisista että pistevaatimuksista. Kriteerien täyttymisen ja merkin myöntämisen arvioi Pohjoismainen ympäristömerkintä -järjestö. (FGBC, 2018.)

3.5 Level(s)

Level(s) on Euroopan komission laatima rakentamisen resurssitehokkuutta mittaava menetelmä. Se on kehitetty yhteistyössä Euroopan unionin jäsenmaiden ja rakentamisen ammattilaisten kanssa, ja sen tarkoituksena on pyrkiä luomaan yhteinen perusta EU:n eri maissa käytettäville rakentamisen ekologisuuden ja resurssitehokkuuden mittareille. Menetelmän

avulla pyritään luomaan yhteinen kieli ja käsitteistö kommunikaation helpottamiseksi. Level(s)-menetelmän kehittäminen on tärkeä osa Euroopan komission kiertotalouden edistämistyötä. (YM, 2021e.)

Level(s) on enemmänkin viitekehys kuin sertifikaatti. Level(s)-menetelmän kuusi päätavoitetta ovat elinkaaren hiilijalanjälki, resurssitehokas materiaalien käyttö, veden kulutus, terveelliset tilat ja sisäilman laatu, sopeutuminen ilmastonmuutokseen ja elinkaarikustannukset. Jokaisen päätavoitteen alla on useita alakohtia, joista monen tavoitteet edellyttävät olemassa olevien EN-standardien käyttöä. Level(s)-menetelmän arviointi voidaan suorittaa kolmella eri tarkkuustasolla, jotka ovat yksinkertaistettu arviointi, vertaileva arviointi ja yksityiskohtainen optimointi. Eri tarkkuustasot mahdollistavat menetelmän hyödyntämisen eri käyttötarkoituksissa. Ensimmäinen eli yksinkertaistettu arviointitaso tarjoaa matalan kynnyksen elinkaariarvioinnin aloittamiselle. Yksityiskohtainen optimointi on edistynein taso, joka mahdollistaa monipuolisten arviointikriteerien käytön vaativampaankin käyttötarkoitukseen. Vertaileva arviointi sijoittuu kahden edellä mainitun tason väliin ja perustuu nimensä mukaisesti vertailuun. (YM, 2021e.)

Level(s) on tarkoitettu rakennushankkeen eri osapuolien käyttöön aina suunnittelijoista, kiinteistöhuoltoon ja sijoittajiin saakka. Level(s)-menetelmää tai sen osia on mahdollisuus soveltaa myös tutkimukseen ja resurssitehokkuuden mittaristojen kehittämiseen. (YM, 2021e.)

3.6 Muut sertifikaatit

Monissa eri maissa on kehitetty kansallisia kiinteistöjen sertifiointijärjestelmiä maiden omista lähtökohdista. Kansalliset sertifiointijärjestelmät on kehitetty maiden omiin tarkoituksiin ja niiden käyttö on rajoittunut kotimaan lisäksi lähinnä vain valtakunnanrajojen lähialueille. Kansallisten ympäristösertifiointijärjestelmien etu on siinä, että ne huomioivat kansallisen lainsäädännön ja säädökset sekä alueelliset sääolosuhteet kansainvälisiä järjestelmiä paremmin.

Kiinteistöjen ympäristösertifikaattijärjestelmien rinnalla suosiotaan ovat kasvattaneet viime vuosina kiinteistöjen käyttäjien hyvinvointiin keskittyvät sertifikaatit. Näille käyttäjiin keskittyville järjestelmille on nähty erillinen tarve, vaikka perinteiset ympäristösertifiointijärjestelmät pitävätkin sisällään muun muassa rakennusten sisäilmastoon liittyviä kriteereitä. Tällaisista käyttäjiin keskittyvistä järjestelmistä ovat esimerkiksi Fitwell- ja WELL-sertifiointi.

Deutsche Gesellschaft für Nachhaltiges Bauen (DGNB) on saksalainen, vuonna 2009 käyttöönotettu sertifiointijärjestelmä. DGBN-järjestelmä perustuu kattavaan ja tasavertaiseen kestävän kehityksen kolmen pääkohdan arvioimiseen. Pääkohdat ovat ekologinen, taloudellinen ja sosiokulttuurinen. Arvioinnissa painotetaan osa-alueiden keskinäistä ja kokonaisvaltaista suorituskykyä elinkaariarviointia unohtamatta. Järjestelmä soveltuu niin uudis- kuin korjausrakentamiseenkin rakennustyypistä riippumatta. (DGNB GmbH, 2021.)

High Quality Environmental standard (HQE) on ranskalainen ympäristösertifikaatti. Se voidaan myöntää rakennusten rakentamis- ja hallinta- sekä kaupunkisuunnitteluprojekteihin. Sertifikaatin tarkoituksena on edistää kestävää rakentamisen laatua ja rakentamisen parhaita käytäntöjä. Samalla se kiinnittää huomiota rakennuksen elinkaarianalyysiin, hankkeen terveysvaikutuksiin ja sisäilmastoympäristöön. Sertifikaatista on saatavilla sekä kansallinen että kansainvälinen versio. (HQE, 2016.)

Miljöbyggnad on ruotsalainen rakennusten ympäristösertifiointijärjestelmä. Järjestelmän omistaa ja sitä kehittää Ruotsin suurin kestävän rakentamisen organisaatio, Sweden Green Building Council. Sertifiointitasoja on kolme: pronssinen, hopeinen ja kultainen. Sertifioinnissa on arvioitavana 16 osa-aluetta, jotka riippumattomat kolmannet osapuolet tarkistavat ennen sertifikaatin myöntämistä. Lisäksi kolmen vuoden kuluttua hankkeen käyttöönotosta kohteelle suoritetaan seurantatarkastus, jonka tarkoituksena on osoittaa, että rakennuksen toiminta vastaa edelleen sertifioinnin aikaista tasoa. (SGBC, 2021.)

LEED:n, BREEM:n, RTS Ympäristöluokituksen, Pohjoismaisen Joutsenmerkin, DGNB:n, HQE:n ja Miljöbyggnadin lisäksi on olemassa huomattava joukko ulkomaalaisia sertifiointijärjestelmiä. Niiden käyttö Suomessa on kuitenkin niin vähäistä, ettei niitä käsitellä tässä työssä.

4 KESTÄVÄÄN KEHITYKSEEN VAIKUTTAVAT TEKIJÄT

4.1 Yleistä

Yksi tapa huomioida kestävän kehityksen toteutuminen läpi koko rakennushankkeen, on hakea kohteelle ympäristösertifikaatti. Sertifikaatin haku lähtee liikkeelle tarjolla olevien vaihtoehtojen kartoituksesta ja niiden vertailusta. Kun näkemys valittavasta sertifikaatista on muodostunut, tehdään päätös ryhtyä tavoittelemaan sitä. Päätöksen jälkeen määritellään valitun sertifikaatin tavoiteltava taso. Sertifikaatin hakeminen edellyttää, että hankkeen eri osapuolet sitoutetaan noudattamaan haettavan sertifikaatin kriteeristöjä ja asetettua tavoitetasoa. Jokaisella osapuolella tulee olla selkeä käsitys siitä, mitä sertifikaattihanke tarkoittaa kenenkin osalta.

Pääsääntöisesti päätös sertifikaatin tavoittelusta tehdään hankkeen alkumetreillä hankesuunnitteluvaiheessa, jolloin kriteerien toteutumisen on parhaat mahdollisuudet vaikuttaa. Joissakin tapauksissa päätös voidaan tehdä myöhemminkin, mutta yleensä se tarkoittaa joko joidenkin vaikutusmahdollisuuksien menettämistä tai jo tehtyjen asioiden tekemistä uudelleen.

Asetettuihin tavoitteisiin pääseminen vaatii systemaattista ja jatkuvaa hankkeen laatuluokitustavoitteiden johtamista ja hallintaan. Tätä varten hankkeelle nimetään suunnittelua ohjaava ja valvova, riittävän ammattitaidon omaava vastuuhenkilö. Hänen tehtävänään on seurata ja kontrolloida asetettujen tavoitteiden toteutumista koko suunnitteluprosessin ajan. Tavoitteiden toteutuminen voidaan vielä erikseen varmistaa suunnittelun auditoinnilla suunnitteluprosessin loppuvaiheessa.

Kestävän kehityksen toteutumiseksi sertifikaattien kriteeristöt tarjoavat huomattavan määrän keinoja, joilla voidaan vähentää hankkeen ympäristövaikutuksia ja pidentää rakennuksen käyttöikää. Sertifikaattien kriteeristöjen lisäksi kestävän kehityksen toteutumiseen voidaan vaikuttaa joukolla muita suunnittelun keinoja. Seuraavissa kappaleissa käydään läpi tyypillisimpiä vaikutusmahdollisuuskeinoja, jotka osin pohjautuvat sertifikaattien arviointikriteereihin, mutta joita on täydennetty muutoin kestävää kehitystä edistävillä toimenpiteillä.

4.2 Rakentamisen laatu

Laadukas rakentaminen tuottaa käyttäjilleen terveen ja toimivan rakennuksen, jonka koetaan täyttävän sille asetetut vaatimukset. Toisaalta laadukas rakentaminen huomioi myös rakentamisen aiheuttamat kestävän kehityksen eri osa-alueet, mikä tarkoittaa, että tasapaino ekologisten, taloudellisten, sosiaalisten ja kulttuuristen vaikutusten välillä säilyy.

Terveen, toimivan ja käyttäjäystävällisen rakennuksen suunnittelu on riippuvainen lukuisista eri tekijöistä. Laatuun vaikuttavat voimassa olevat rakentamismääräykset, tilaajan kyky ilmaista tavoitteensa, suunnittelijoiden ammattitaito, tuotevalinnat ja suunnitteluratkaisut, sekä projektinhallinta ja aikataulu. Suunnittelutoimiston keskeisimpiä rakentamisen laadunvarmistuskeinoja ovat hyvä suunnittelun ohjaus ja suunnitelmien oikeellisuuden tarkastaminen. Varsinaisesta rakentamisajan laadunvalvonnasta vastaavat urakoitsija, valvojat ja rakennusvalvonta yhdessä. Paras rakentamisen laatu saavutetaan kuitenkin kaikkien osapuolten hyvällä keskinäisellä yhteistyöllä, ja aidolla halulla tehdä asiat hyvin kaikissa rakentamisen vaiheissa.

Suomessa rakentamismääräyksillä, standardeilla ja hyvän rakentamistavan mukaisten käytäntöjen ohjekorteilla on pyritty varmistamaan rakentamisen laatua. Osin monet suomalaiset rakentamisen standardit on todettu niin kattaviksi ja laadukkaiksi, että niitä on jopa hyödynnetty yleiseurooppalaisten normien laadinnassa. Suomalaiset rakentamismääräykset ja rakennusvalvonta asettavat rakentamisen laadulle siinä määrin tiukat rajat, että huomattava osa ympäristösertifikaattien kriteereistä tulee täytetyksi pelkästään noudattamalla asetettuja määräyksiä. Sertifikaattien kriteeristöt tuovat mukanaan joitakin lisäarviointikohtia, mutta tärkein yksittäinen laatuun liittyvä hyöty kytkeytyy itse sertifiointiprosessiin. Prosessi sekä velvoittaa huomioimaan että johdonmukaisesti raportoimaan tehdyt toimenpiteet. Huomioimalla johdonmukaisesti laatuun vaikuttavat tekijät, saavutetaan todennäköisemmin rakennukselle asetettu käyttöikätavoite ja alhaisemmat käyttö- ja ylläpitokustannukset. Lisäksi on todennäköistä, että ohjatun toimintamallin avulla ylletään parempaan käyttäjätyytyväisyyteen ja laajempaan kestävän kehityksen eri osa-alueiden huomioimiseen.

4.3 Tilantarpeen täyttämisen vaihtoehdot

Tilanteesta riippuen tilatarve voidaan ratkaista usealla eri tavalla. Lopullinen valinta on aina monen osatekijän summa. Kestävän kehityksen ja vähähiilisyyden näkökulmasta vaihtoehtoja on neljä: vähähiilisen rakentamisen ensisijaisena pyrkimyksenä on hyödyntää olemassa olevia rakennuksia ottamalla käyttöön vajaassa käytössä olevia tiloja. Samalla voidaan pyrkiä tilojen yhteis- tai vuorokäyttöön, jolloin parannetaan sekä tilojen käytön tehokkuutta että vähennetään niistä aiheutuvia kustannuksia. Hyödyntämällä olemassa olevaa rakennuskantaa tehokkaammin rakentamiseen liittyvät materiaali- ja energiantarve vähenevät tai jopa poistuvat kokonaan.

Vähähiilisyyden näkökulmasta katsottuna on järkevämpää kunnostaa olemassa olevaa rakennuskantaa kuin rakentaa uutta. Tämä voidaan toteuttaa hyvän ja innovatiivisen sisustussuunnittelun avulla siten, että tyhjillään olevia tiloja kunnostetaan erilaisiin käyttötarkoituksiin ilman suurempia rakenteellisia muutoksia. Myös kunnostusta suunniteltaessa on hyvä pohtia sitä, voidaanko tiloja jakaa useamman käyttäjän kesken tehokkuuden parantamiseksi.

Aina pelkkä tilojen kunnostaminen ei riitä, vaan toisinaan tarvitaan järeämpiä toimia. Tällöin kysymykseen voi tulla tilojen peruskorjaus. Peruskorjauksessa suurikin määrä olemassa olevia materiaaleja voidaan joutua poistamaan ja korvaamaan kokonaan uusilla tuotteilla. Merkittävän osan rakentamisen aikaisista hiilidioksidipäästöistä aiheuttavan teräsbetonirungon säilyttäminen on usein ympäristönäkökulmasta arvioituna parempi vaihtoehto kuin uudisrakentaminen. Laajempi peruskorjaus mahdollistaa tilojen käyttötarkoituksen muutoksen, ja parantaa rakennuksen sisäilmasto-olosuhteita ja energiatehokkuutta.

Viimeisimpänä vähähiilisen rakentamisen vaihtoehtona on uudisrakentaminen. Vaikka uudisrakentaminen on ympäristön kannalta epäedullisin vaihtoehto, on siinäkin mahdollisuus vaikuttaa syntyviin päästöihin, ja sitä kautta hillitä ilmastonmuutosta. Hyödyntämällä olemassa olevia rakennuspaikkoja ja keskittymällä tehokkaaseen maankäyttöön, vähennetään metsien ja muiden hiilinielujen raivaustarvetta. Syntyviin päästöihin voidaan vaikuttaa tehokkaan maankäytön ohella myös parantamalla resurssitehokkuutta, hyödyntämällä vanhoja rakennusosia tai käyttämällä kierrätysmateriaaleista valmistettuja tuotteita. Lisäksi rakennuksessa voidaan suunnitella käytettävän materiaaleja, joka sitovat hiiltä pitkäksi aikaa.

4.4 Ilmastonmuutoksen riskitarkastelu

Ilmastonmuutoksen hidastamisen aikaansaaminen lähtee liikkeelle jo hankkeen ensimetreiltä. Kohteelle voidaan ennakkoon laatia ilmastonmuutoksen riskitarkastelu, jossa pyritään tunnistamaan mahdollisia tulevia, ilmastonmuutoksen aiheuttamia riskejä, ja kartoitetaan riskien hallintakeinoja suunnittelu- ja rakennusvaiheessa. Ilmastonmuutoksen myötä rakennuksiin kohdistuvat sääolosuhdekuormitukset muuttuvat, ja lämpötilavaihtelut, sade ja kosteus sekä tuuli ja sään ääri-ilmiöt, kuten myrskytuulet, tulvat ja kaatosateet, lisääntyvät. Riskitarkastelussa arvioidaan näiden olosuhdemuutosten vaikutusta rakennettavaan ympäristöön sekä itse rakennukseen ja sen erilaisiin rakenteisiin.

Tarkastelussa arvioidaan sademäärien, rankkasateiden, sadepäivien määrän, sateettomien poutajaksojen pituuden, lämpötilavaihteluiden, tuulen ja/tai tulvien lisääntymisen todennäköisyyttä rakennettavalla alueella. Oleellisiksi luokiteltujen sääolosuhdemuutosten vaikutusta rakenteisiin ja rakennettavaan alueeseen arvioidaan, sekä pyritään tunnistamaan niiden aiheuttamat riskit. Riskien tunnistamisen jälkeen arvioidaan niiden vaikuttavuutta. Arvioinnissa käydään läpi riskien vaikutus rakenteiden yksityiskohtien toimivuuteen, rakennuksen käyttäjien turvallisuuteen ja terveyteen, rakennuksen toiminnan jatkuvuuteen sekä mahdollisiin muihin näkökulmiin. Vaikuttavuus voi olla merkityksetön, kohtalainen, vakava, erittäin vakava tai kriittinen. Vaikutusluokittelun lisäksi tehdään riskien todennäköisyyden arviointi siitä, miten todennäköisesti tai epätodennäköisesti riski voisi toteutua. Vaikuttavuus- ja todennäköisyysarviointien jälkeen siirrytään kartoittamaan riskien hallintakeinoja. Keinot käydään läpi niiden vaikuttavuuden perusteella.

Mikäli riski on arvioitu merkityksettömäksi ja epätodennäköiseksi, se voidaan jättää huomiotta. Jos taas riskin toteutumista pidetään todennäköisenä, sitä tarkastellaan lähemmin, ja sen toteutumisen ehkäisemiseksi pyritään löytämään ratkaisu. Mahdolliset toimenpide- ja ratkaisuehdotukset tai -määräykset kirjataan raporttiin suunnittelijoiden hyödynnettäviksi suunnitteluprosessin aikana. Osa esitetyistä toimenpiteistä voi liittyä vasta rakennusvaiheeseen, jolloin urakoitsija vastaa niiden toteutuksesta.

4.5 Kaava ja rakennuspaikka

Suomessa rakentamisen vaikutuksia luontoarvojen säilymiseen ja ympäristövaikutuksiin pyritään selvittämään jo kaavoitusprosessin aikana. Maankäyttö- ja rakennuslain säätelemässä kaavoitusprosessissa tutkitaan kaavan vaikutusta kuuteen eri osa-alueeseen. Näitä ovat vaikutus 1) ihmisten elinoloihin ja elinympäristöön, 2) maa- ja kallioperään sekä vesistöihin, ilmanlaatuun ja ilmastoon, 3) kasvi- ja eläinlajeihin sekä luonnon monimuotoisuuteen ja luonnonvaroihin, 4) alue- ja yhdyskuntarakenteeseen, yhdyskunta- ja energiatalouteen sekä liikenteeseen, 5) kaupunkikuvaan, maisemaan, kulttuuriperintöön ja rakennettuun ympäristöön sekä 6) elinkeinoelämän kilpailun kehittymiseen. (MRL, 1999/132, § 39.)

Luontoarvojen ja ympäristövaikutusten ohella kaava määrää alueen käyttötarkoituksessa ja ohjaa rakentamista. Tämän takia rakennushankkeeseen ryhtyvällä onkin Suomessa rajoitetut mahdollisuudet vaikuttaa tontin käyttöön, ja sen infrastruktuuriin, liikenneyhteyksiin ja palveluihin. Vaikutusmahdollisuuksien vähäisyyden vuoksi suomalainen ympäristöluokitus RTS on jättänyt nämä kokonaan pois omista arviointikriteereistään. Sen sijaan kansainväliset LEED ja BREEAM huomioivat joukko- ja kevyenliikenteen mahdollisuudet ja ympäristön palvelut omissa kriteeristöissään, ja antavat niille kohtuullisen suuren painoarvon.

Riippumatta ympäristösertifikaattien arviointikriteereistä rakennuspaikaksi tulisi valita alue, jolla on jo entuudestaan tarvittava infra, liikenneyhteydet, hyvä julkisen liikenteen saavutettavuus ja keskeisimmät palvelut. Mitä vähemmän nämä vaativat rakentamista tai liikkumista toisaalle, sitä paremmin edistetään kestävän kehityksen toteutumista.

4.6 Tonttivaihtoehtojen kartoittaminen

Hankesuunnittelun aikana voidaan vaikuttaa vähähiilisyyteen kartoittamalla eri tonttivaihtoehtoja. Ympäristövaikutusten kannalta on edullisempaa, jos voidaan valita tontti, joka ei vaadi stabilointia tai paalutusta. Pienempiin päästöihin päästään myös sillä, jos massanvaihdossa tai louhinnassa syntyvää maa-ainesta ei tarvitse kuljettaa kauas, vaan sille löytyy sijoituskohde joko samalta tontilta tai sen läheisyydestä.

Rakentamisen aikaisia liikenteen päästöjä merkittävämpään osaan nousevat rakennuksen elinkaarenaikaiset liikkumisen päästöt. Hankesuunnittelun aikana onkin tärkeää selvittää,

että tontille on hyvät liikenneyhteydet tulevia käyttäjiä silmällä pitäen. Lisäksi on otettava huomioon alueen liikennejärjestelmien kehityssuunnat.

Tonttivaihtoehtoja kartoittaessa tulee huomioida myös uusiutuvien energialähteiden hyödyntämismahdollisuudet. Tontille voi olla joko mahdollisuus rakentaa tuuli-, aurinko- tai geotermistä lämpöenergiaa hyödyntäviä ratkaisuja tai liittyä sellaisten piiriin. Toisaalta, jos tontti sijaitsee esimerkiksi pohjavesialueella, on todennäköistä, että maalämpökaivoja ei ole mahdollista rakentaa tontille.

4.7 Ympäristövaikuttavuusarviointi

Valitulla rakennuspaikalla tulee pyrkiä säilyttämään alueen ekologiset piirteet ja sen biotooppi, eli luontoympäristö mahdollisimman alkuperäisenä ja neitseellisenä. Kestävän kehityksen kannalta on olennaista myös se, että rakennettavalle tonttimaalle pyritään mahdollisuuksien mukaan istuttamaan puita ja muuta kasvillisuutta luonnon monimuotoisuuden, ihmisten viihtyvyyden, hulevesien hallinnan ja ilmanlaadun parantamiseksi sekä mahdollisten lämpösaarekkeiden muodostumisen ehkäisemiseksi. Lisäksi tulee muistaa, että kaikki tontin kasvillisuus toimii alueen hiilinieluna. Jotta edellä mainitut seikat voitaisiin ottaa mahdollisimman hyvin huomioon, tulisi rakennettavalle tontille suorittaa ympäristövaikuttavuusarviointi. Arvioinnin tuloksia hyödynnetään niin suunnittelussa kuin itse rakentamisvaiheessakin. Viimekädessä tilaajan tahtotila määrää, millä tasolla raportin ehdotuksia lähdetään toteuttamaan käytännössä. (HE 50/2021.)

Hankkeelle tehdään ympäristövaikuttavuusarviointi, jonka tarkoituksena on selvittää rakentamisen pitkäaikaisia vaikutuksia biodiversiteetille eli luonnon monimuotoisuudelle. Arvioinnin suorittaa biologi, ekologi tai muu alan ammattilainen. Ympäristövaikuttavuusarvioinnissa tontin ja lähialueen luontoarvot kartoitetaan, ja arvioidaan tulevan rakennushankkeen vaikutuksia niille. Kartoituksessa otetaan kantaa siihen, millä toimenpiteillä rakennushankkeen negatiivisia ympäristövaikutuksia voidaan vähentää, ja millä keinoin luonnon monimuotoisuutta voidaan palauttaa kohteen valmistuttua. Rakentamisenaikaisia toimenpiteitä voivat olla alueen puiden suojaaminen rakennushankkeen ajaksi, tontilla olevan kasvillisuuden siirtäminen väliaikaisesti suojaan rakentamisvaiheen ajaksi tai tontilta poistettavien tai

sinne tuotavien maamassojen hyödyntäminen lähialueilla. Vaikuttavuusarvioinnissa selvitetään myös hankkeen melu- ja pölyhaittoja, hankkeen vaikutusta pohjavesiin sekä pintavesien virtausten muutoksia. Näiden lisäksi voidaan arvioida rakennettavasta kohteesta tulevaa valosaasteen määrää. (HE 50/2021.)

Vaikuttavuusarvioinnissa arvion tekijä laatii toimenpidesuositukset ja ohjeet suunnittelijoille ja urakoitsijalle siitä, miten ympäristövaikutukset voidaan minimoida hankkeen rakentamisen aikana. Suunnittelijat huomioivat raportin suositukset tilaajan tahtotilan mukaan kohteen suunnittelussa. Suunnittelijoiden työtä voivat suositusten lisäksi ohjata alueen ympäristöarvoihin perustuvat kaavamääräykset, tai muutoin alueen erityiset luontoarvot, joita on suojattu laeilla. (HE 50/2021.)

Vaikuttavuusarvioinnin ohella kohteelle laaditaan viisivuotinen ympäristönhoitosuunnitelma, joka huomioi kaikki kohteen ekologiset näkökulmat. Jotta selvityksen toimenpidesuositukset tulisi jalkautetuksi työmaavaiheessa, kohteelle nimetään biodiversiteettivastaava. Vastaavan tehtävänä on valvoa suojelutoimien toteutumista, ja raportoida niistä hankkeen tilaajalle. Biodiversiteettivastaavan nimeämisen lisäksi muu työmaahenkilöstö koulutetaan toteuttamaan ekologisia arvoja ja luonnon monimuotoisuuden säilymistä rakennushankkeen aikana. Koulutuksen järjestäminen on pääurakoitsijan vastuulla. Ympäristövaikutusten arviointi alkaa hankesuunnitteluvaiheessa ja päättyy kohteen kasvuunlähtökatselmukseen. (HE 50/2021.)

4.8 Passiivinen suunnittelu

Passiivisella suunnittelulla tarkoitetaan niitä suunnittelun mahdollisuuksia, joilla rakennuksen energiankulutusta voidaan vähentää luonnon omin keinoin. Näitä ovat sekä rakennuksen topografia eli rakennuksen muoto, rakennuksen sijoittelu tontilla eri toimintojen sijoittelu itse rakennuksessa. Toisin sanoen passiivisen suunnittelun avulla hyödynnetään rakennuspaikan ominaisuuksia ilman ostoenergiaa. Näillä ratkaisuilla voidaan vähentää käytönaikaista sähkön, lämmön ja jäähdytysenergian tarvetta.

Yksi passiivisen suunnittelun keinoista on rakennuksen topografian hyödyntäminen energiatehokkuuden parantamiseksi. Rakennuksen erilaisilla muodoilla, mukaan lukien vertikaaliset ja horisontaaliset muodot, voidaan vaikuttaa valaistuksen, lämmityksen ja jäähdytyksen tarpeeseen. Toisaalta kaava ja rakennusoikeuden määrä voivat rajoittaa rakennuksen muodon hyödyntämismahdollisuuksia valitulla tontilla.

Passiivisen suunnittelun ratkaisuja ovat rakennuksen sijoittelu tontilla esimerkiksi niin, että luonnonvaloa voidaan hyödyntää mahdollisimman paljon sähkövalaistuksen vähentämiseksi. Tämä voidaan toteuttaa ilmansuunnat tai ikkunoiden aukotuskoot huomioiden. Passiivista suunnittelua hyödyntäen rakennus voidaan sijoittaa siihen osaan tonttia, jolle sähkö- ja vesijohtojen vetäminen kunnallisinfrasta on mahdollisimman lyhyt. Niin ikään tiloja voidaan suunnitella siten, että pohjoisen tai varjon puolelle suunnitellaan tiloja, joiden ei haluta olevan alttiita auringon vaikutuksille. Tällaisia voivat olla esimerkiksi kylmäsäilytystilat. Auringon säteilyn suunnan ja voimakkuuden ohella tuulen voimakkuudella ja suunnalla on vaikutusta rakennuksen energiankulutukseen. Passiivisen suunnittelun ohella tulisi selvittää uusiutuvan energian hyödyntämismahdollisuuksia rakennuksessa. Aurinko- ja tuulivoimaa sekä geotermistä energiaa hyödyntämällä rakennus voi vähentää käytönaikaisia hiilidioksidipäästöjä ja energiakustannuksia.

4.9 Peruskonsepti, tilakoko ja tehokkuus

Hankesuunnitteluvaiheessa vähähiilistä rakentamista voidaan lähestyä kolmesta eri näkökulmasta: näitä ovat rakennuksen peruskonsepti, tilakoko ja tehokkuus. Rakentamisen peruskonseptilla tarkoitetaan sellaisia perusratkaisuja, joilla sama tilantarve voidaan toteuttaa eri ratkaisuin. Näitä ovat vaihtoehtoiset uudisrakennustyypit tai saman tilaratkaisun toteutus peruskorjaamalla vanhaa, olemassa olevaa rakennuskantaa.

Tilakokoa muuttamalla voidaan vaikuttaa sekä rakentamisen että käytönaikaisiin päästöihin. Kekseliäällä ja eri käyttötarkoituksiin taipuvalla tilasuunnittelulla sekä porrastetuilla käyttöajoilla on mahdollisuus vähentää rakennuksen pinta-ala- tai tilavuustarvetta. Dynaamisen tilasuunnittelun kautta rakennuksen muukin tehokkuus kasvaa. Pienentyneiden rakennusneliöiden tai -kuutioiden myötä materiaalitehokkuus paranee ja lämmitys- ja sähköenergian tarve vähenee.

4.10 Käyttöikä

ISO 15686-1 -standardin mukaan tuotteille ja rakennuksille voidaan määritellä kaksi eri käyttöikää. Nämä ovat suunnittelukäyttöikä (design life) ja ennakoitu käyttöikä (estimated service life). Suunnittelukäyttöiällä tarkoitetaan ikää, jonka rakennuksen omistaja tai hänen edustajansa on asettanut rakennuksen käyttöikätavoitteeksi tai vaatimukseksi. Ennakoitu käyttöikä puolestaan on arvio rakennuksen tulevasta käyttöiästä. Määritellyn suunnittelukäyttöiän perusteella suunnittelijat tekevät rakennusosakohtaisia valintoja, joilla saavutetaan suunniteltu käyttöikä. Osa rakennusosista voidaan suunnitella vaihdettaviksi suunnittelukäyttöiän aikana, mutta lähtökohtaisesti kantavat rakenteet suunnitellaan kestämään rakennuksen koko käyttöiän. (ISO 15686-1, 2011.)

Ennakoituun käyttöikään vaikuttavat rakennesuunnittelu, rakennuksessa käytetyt materiaalit, työn laatu, ympäristöolosuhteet, käyttörasitukset ja käytönaikaisen huollon taso. Suunnittelijoiden vastuulla on huolehtia siitä, että rakennuksen tai sen rakennusosan ennakoitu käyttöikä on pidempi kuin sen suunnittelukäyttöikä. (ISO 15686-1, 2011.)

Rakennukset jaetaan viiteen eri käyttöikäluokkaan. Luokat ovat yli 200 vuotta, yli 100 vuotta, 75–100 vuotta, 50–75 vuotta ja 10–50 vuotta. Suomessa rakennusten yleisin suunnittelukäyttöikä on edelleen 50 vuotta. Luokittelujen tekijöitä ovat rakennustyyppi, käyttötarkoituksen pysyvyys, toimintojen vaihtuvuus ja volyymin pysyvyys käyttötarkoituksen puitteissa, alueen kehittyminen, rakennetun ympäristön kulttuurihistoriallinen ja arkkitehtoninen laatu, rakennuksen kansallinen merkityksellisyys, rakennuksen ajateltu kulttuurihistoriallinen ja arkkitehtoninen merkityksellisyys sekä rakennuksen saavutettavuus ja näkyvyys. (Häkkinen et al. 2001)

Toteutunut käyttöikä ei välttämättä ole sama kuin rakennukselle suunniteltu käyttöikä. Mikäli rakennus puretaan ennen suunnitteluiän tavoitetta, ei se luonnollisestikaan ole täyttänyt sille asetettua käyttöikätavoitetta. Toisaalta rakennus voi saavuttaa huomattavasti käyttöikätavoitettaan pidemmän käyttöiän. Toteutuneeseen käyttöikään vaikuttavat monet eri tekijät. Näitä ovat suunnittelun, rakennusosan ja rakentamisen laatu, sisäympäristö, ulkoinen ympäristö ja käyttöolot sekä huollon taso.

Laadukas suunnittelu huomioi niin tulevan käyttäjän nykyiset tarpeet kuin mahdolliset tulevaisuuden muutos- ja korjaustarpeetkin. Muuntojoustava, helposti ja kohtuuhintaisesti korjattava rakennus saavuttaa todennäköisemmin pidemmän käyttöiän kuin rakennus, jossa näitä asioita ei ole suunnitteluvaiheessa huomioitu. Laadukkaat rakennusosat ja järjestelmät kestävät niin ikään pidempään kuin heikkolaatuisemmat. Laadukkaalla ja ammattitaitoisella rakentamisella saavutetaan kestävämpi lopputulos, joka takaa rakennukselle pidemmän eliniän.

Laadukas rakennuksen sisäympäristö takaa käyttäjilleen toimivat ja viihtyisät tilat, joiden muutos- tai purkutarve on vähäinen. Ulkoinen ympäristö vaikuttaa rakennuksen elinikään. Kun esimerkiksi äärisääolosuhteiden vaikutukset on huomioitu rakennetyyppi- ja materiaalivalinnoissa, voidaan olettaa, että rakennus täyttää sille asetetun suunnittelukäyttöikätavoitteensa. Sääolosuhteiden lisäksi alueen tuleva kehitys voi vaikuttaa rakennuksen ikään. Alue voi esimerkiksi taantua, jolloin rakennus jää tarpeettomaksi, ja se päätetään purkaa jo ennen suunnitteluiän tavoittamista. Toisaalta rakennus voi sijaita alueella, jolla se ei enää myöhemmin nykyisessä käyttötarkoituksessa palvele käyttäjiään. Tällöin käyttöikää voidaan jatkaa käyttötarkoituksenmuutoksella.

Suunnitellun ja ennakoidun käyttöiän lisäksi käytetään termiä tekninen käyttöikä, jolla tarkoitetaan rakennuksen osan tai sen järjestelmän oletettua käyttöikää. Tekninen käyttöikä on monilla tuotteilla lyhyempi kuin itse rakennuksen käyttöikä, ja näin ollen niitä joudutaan usein uusimaan tai vähintään korjaamaan rakennuksen suunnitellun ja ennakoidun käyttöiän aikana. Kun rakennuksen käyttöolot ja huollon taso on optimoitu hyvälle tasolle, vältytään ennenaikaisilta korjaus- ja purkutarpeilta. Tämä edellyttää rakennuksen eri osien ja järjestelmien säännöllistä ja ammattitaitoista huoltoa.

Rakennustietosäätiön julkaisema ohjekortti ”Kiinteistön tekniset käyttöiät ja kunnossapitojaksot” (RT 18-10922) esittää kiinteistön rakenteiden, rakennusosien, aluerakenteiden, LVIA-järjestelmien ja laitteiden keskimääräiset tekniset käyttöiät, tarkastus- ja huoltovälit sekä kunnossapitojaksot. Vastaavat sähköjärjestelmien käyttöikätiedot on julkaistu ST-kortissa ST 96.01 ”Sähkö- ja tietoteknisten järjestelmien hoito-, huolto- ja kunnossapito-ohjelmat”. (RT 18-10922, 2018 & ST 96.01, 2020.)

Ohjekorttien tietoja voidaan hyödyntää rakennuksen ja sen rakenneosien käyttöikäsuunnittelussa sekä ennakoidun käyttöiän määrittelyssä. Lisäksi ohjekortteja voidaan käyttää hyväksi rakennuksen käyttö- ja huolto-ohjeiden sekä huoltokirjan laadinnassa. Tietoja hyödynnettäessä on otettava huomioon rakennustyppi ja sen käyttötilanteet, rakennuksen, rakennusosien ja järjestelmien ikä, huollon merkitys, olosuhteet, rasitusluokat ja käyttötarkoituksen muutokset.

4.11 Elinkaari

Elinkaarella tarkoitetaan tuotteen kaikkia vaiheita aina yksittäisen tuotteen tai rakennuksen esisuunnitteluvaiheesta ja raaka-ainehankinnasta tuotteen tai rakennuksen käytöstä poistamiseen, jätteenkäsittelyyn tai kierrätykseen. Jokainen elinkaaren vaihe kuluttaa energiaa ja materiaaleja, kuten erilaisia raaka-aineita, kemikaaleja, vettä ja työvälineitä.

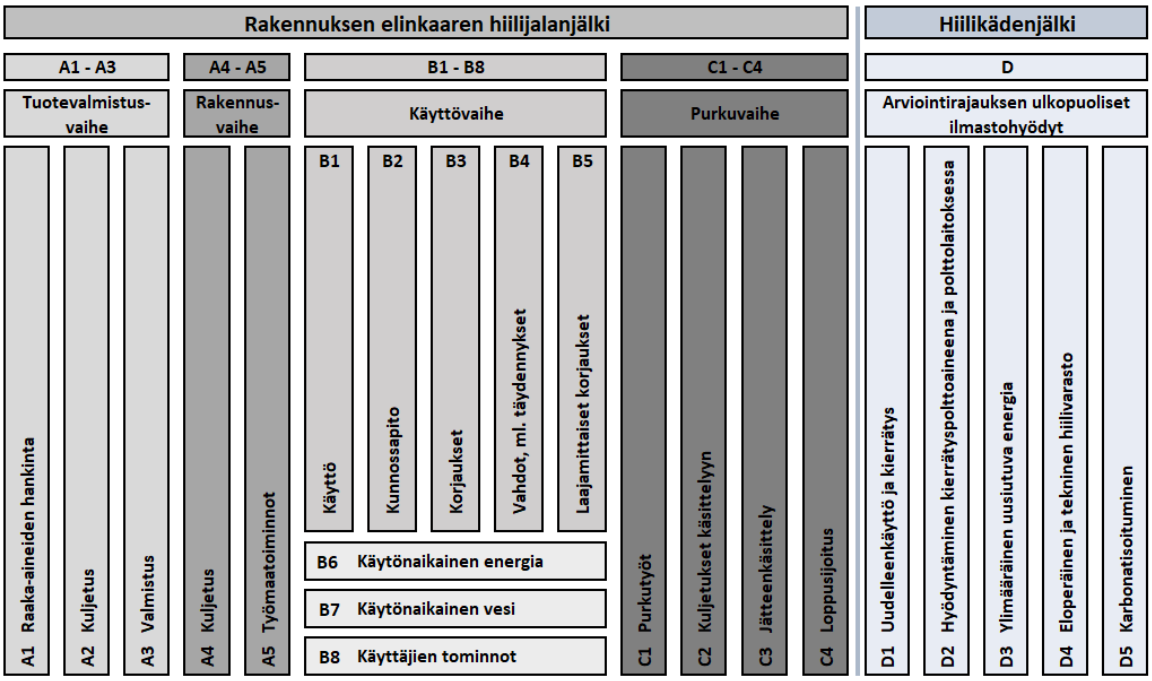
Rakennuksen elinkaaren päävaiheet ovat tuotevaihe, käyttövaihe ja elinkaaren loppuvaihe. Tuotevaihe kattaa raaka-ainehankinnat ja niiden kuljetukset, tuotteiden valmistuksen ja kuljetuksen, maansiirtotyöt, rakentamisen ja asennukset. Käyttövaiheen elinkaari pitää sisällään rakennuksessa olevien tuotteiden ja laitteiden käytön, energian ja veden käytön, rakennuksen ja sen osien huollon ja ylläpidon, korjaukset ja uusimiset sekä kunnostuksen. Viimeiseen, eli elinkaaren loppuvaiheeseen kuuluvat rakennuksen purkaminen, jätteiden käsittely joko kierrätykseen tai loppusijoitukseen sekä näihin liittyvät kuljetukset.

Elinkaarikäsitteen yhteydessä käytetään termejä kehdosta portille, kehdosta hautaan tai kehdosta kehtoon. Kehdosta portille termillä tarkoitetaan raaka-aineen hankkimista ja sen kuljettamista raaka-aineen jatkojalostajalle. Kehdosta hautaan termi kuvaa materiaalin elinkaarta raaka-ainehankinnasta aina loppusijoitukseen saakka. Kehdosta kehtoon termillä tarkoitetaan kiertotaloutta, jossa materiaali päätyy jätteen sijaan uudelleen käyttöön. Hyvä esimerkki tällaisesta materiaalista on teräs, jonka kierrätysaste on yli 90 prosenttia.

4.12 Hiilijalan- ja hiilikädenjälki

Rakennuksen hiilijalanjälki muodostuu koko sen elinkaaren aikana. Hiilijalanjälki jakautuu rakennuksen elinkaaren aikana siten, että rakennusmateriaalien valmistuksen ja itse rakentamisen aikana syntyvien päästöjen osuus on noin neljännes kaikista elinkaarenaikaisista päästöistä. Huomattavasti suurin osuus hiilijalanjäljestä muodostuu rakennuksen käytön aikana sen kuluttamasta sähkö- ja lämpöenergiasta, jonka osuus on 65 prosenttia koko elinkaarenaikaisesta hiilijalanjäljestä. Veden käytön osuus on neljä prosenttia ja kunnossapidon ja osien vaihdon osuus kuusi prosenttia. Purkamisen aiheuttamien päästöjen osuus koko elinkaaren aikaisista päätöstöistä on prosentin luokkaa. (Rakennusteollisuus RT, 2020.)

Rakennuksen elinkaaren hiilijalanjälkilaskenta jakautuu neljään eri moduuliin. Moduulit käsittävät tuotevalmistusvaiheen, rakennusvaiheen, käyttövaiheen ja purkuvaiheen. Näiden lisäksi rakennukselle voidaan laskea hiilikädenjälki, joka on laskennan viides moduuli. Moduulit on esitetty alla olevassa kuvassa (KUVA 2).



Kuva 2. Rakennuksen elinkaaren hiilijalanjäljen moduulit raaka-aineiden hankinnasta rakennuksen purkuvaiheen jätteenkäsittelyyn ja loppusijoitukseen täydennettynä hiilikädenjäljellä (muokattu: CEN-EN 15978, 2011).

Tuotevalmistusvaihe jakautuu kolmeen eri osa-alueeseen, jotka ovat raaka-aineiden hankinta, niiden kuljetus ja tuotevalmistus. Rakennusvaiheen moduuli jakautuu kuljetuksiin ja työmaatoimintoihin. Vaikutuksiltaan suurin, eli käyttövaihe voidaan jakaa hiilijalanjäljen muodostumisen osalta kahteen eri ryhmään. Ryhmät ovat B1-B5 ja B6-B8. Ensimmäiseen vaikuttaa rakennuksen käyttö, kunnossapito, pienet korjaukset, tuotteiden ja tuoteosien vaihdot sekä laajamittaiset korjaukset. Jälkimmäisten hiilijalanjälki syntyy käytönaikaisesta energian ja veden kulutuksesta sekä käyttäjien toiminnoista. Purkuvaihe koostuu itse purkutyöstä, purkujätteen kuljetuksesta jatkokäsittelyyn, varsinaisesta jätteenkäsittelystä ja jätteen loppusijoituksesta.

Hiilikädenjälki, joka tarkoittaa arviointirajauksen ulkopuolisia ilmastohyötyjä, kattaa viisi eri osa-aluetta. Nämä viisi ovat tuotteiden tai materiaalin uudelleenkäyttö tai kierrätys, tuotteiden tai materiaalien hyödyntäminen kierrätyspolttoaineena tai polttolaitoksessa, ylimääräisen uusiutuvan energian tuotanto, eloperäisenä tai teknisenä hiilivarastona toimiminen ja betonin karbonisoituminen.

4.13 Materiaalitehokkuus ja materiaalien vertailtavuus

Valmisteilla olevaan uuteen Maankäyttö- ja rakennuslakiin on suunnitteilla sisällyttää hankekohtainen hiilijalanjälkilaskenta. Alkuun laskenta suoritettaisiin ilman raja-arvoja, ja se tulisi liittää rakennusluvan liitteeksi. Myöhemmin saadun laskentadatan perusteella laskennalle on tarkoitus asettaa rakennustyyppikohtaiset raja-arvot, joiden alittaminen on rakennusluvan myöntämisen edellytys. (YM, 2021c.)

Materiaalien hiilijalanjälki syntyy materiaalihankinnasta kuljetuksesta, tuotteiden valmistuksesta ja niiden kuljetuksesta. Koska hiilijalanjälkilaskenta perustuu materiaalin massaan, on raskaiden materiaalien, kuten betonin ja teräksen hiilijalanjälki suuri. Lisäksi muun muassa betonin ja teräksen valmistus on hyvin energiaintensiivistä, mikä osaltaan vaikuttaa merkittävästi niiden hiilijalanjälkeen. Vastaavasti puu varastoi hiilidioksidia koko sen kasvun ajan, ja luovuttaa sen vasta siinä vaiheessa, kun se joko lahoaa tai poltetaan. Tässä suhteessa puu on betonia ja terästä huomattavasti ympäristöystävällisempi rakennusmateriaali. Tulee kuitenkin muistaa, että puuta voidaan käyttää vain rajallisesti rakentamiseen. Se soveltuu hyvin matalampiin, muutamakerroksisiin rakennuksiin, mutta rakennelujuudeltaan

sillä ei päästä teräksen ja betonin kantavuuteen. Puu ei myöskään sovellu kosteudelle alttiisiin rakenteisiin, ja paloturvallisuuden osalta sen käyttömahdollisuudet ovat rajalliset.
Kestävän kehityksen kannalta hiilijalanjälkitietojen lisäksi olisi tärkeää edellyttää raaka-aineiden ja materiaalien valmistajia julkaisemaan tuotteiden kemikaalitiedot. Samat tiedot tulisi koota rakennuksen luovutusaineistoon, jotta niitä voitaisiin tulevaisuudessa hyödyntää muun muassa sisäilmatutkimuksissa ja purkusuunnitelmissa sekä materiaalien lajittelussa, ja kierrätettävyyttä ja uudelleenkäyttöä suunniteltaessa.

4.14 Kiertotalous ja materiaalien kierrätys

Kestävää kehitystä tavoiteltaessa kiertotaloudella on tärkeä rooli. Kiertotaloudella tarkoitetaan hyvin suunniteltua taloutta, jossa materiaalihukka ja jätteen määrä on minimoitu. Ensisijaisesti tulee pyrkiä suunnittelemaan mahdollisimman pitkäikäisiä ratkaisuja, mutta jossakin vaiheessa nekin tulevat elinkaarensa päähän, ja edessä on purku. Purku voi tarkoittaa tuotteen, rakennusosan tai järjestelmän purkua ja vaihtoa uuteen, tai se voi koskettaa kokonaista rakennusta.

Euroopan unionin tasolla on säädetty tuotteiden ekosuunnitteludirektiivi, jonka vaatimukset pyrkivät parantamaan energiatehokkuutta integroimalla elinkaariajattelu ja ympäristönäkökohdat tuotteiden suunnitteluvaiheeseen. Direktiivin noudattaminen edellyttää kuitenkin, että tuotteita myydään EU:n alueella yli 200 000 kappaletta, tuotteen valmistus aiheuttaa huomattavia ympäristövaikutuksia, ja että tuotteen valmistuksesta aiheutuvien ympäristövaikutusten vähentämiseen on merkittävät mahdollisuudet ilman kohtuuttomia kustannuksia. (2009/125/EY.)

Ekosuunnitteludirektiivin ohella on säädetty toinen puitedirektiivi, joka koskee tuotteiden energiatehokkuutta. Direktiivin energiamerkinnällä pyritään osoittamaan tuotteen loppukäyttäjälle tuotteen käytönaikaista energiankulutusta ja ohjaamaan käyttäjää näin valitsemaan paremman energialuokan tuotteita. (2009/125/EY.)

Ekosuunnitteludirektiivi ja energiamerkintä ovat askelia ympäristövaikutusten vähentämiseen, mutta niiden ohella tulee pyrkiä parantamaan materiaalien kierrätettävyyttä. Mitä paremmin käytössä jo kertaalleen olleet materiaalit pystytään kierrättämään, sitä vähemmän

tarvitaan neitseellisiä raaka-aineita. Näin ollen tuotteet, ratkaisut ja järjestelmät tulee suunnitella niin, että komponenttien purettavuus ja materiaalien eroteltavuus on helppoa ja kustannustehokasta, ja siten vältetään neitseellisten materiaalien käyttöä.

4.15 Tilojen turvallisuus ja terveys

Kaikkien tilojen on oltava turvallisia ja terveellisiä niiden käyttäjille. Suomessa rakentamismääräyskokoelma ja muu rakentamista ohjaava lainsäädäntö asettaa vähimmäisvaatimukset tilojen turvallisuudelle ja terveellisyydelle. Tilojen turvallisuutta ja terveellisyyttä voidaan edistää myös lisävaatimuksin. Tällaisia ovat esimerkiksi sisäilmaluokitus ja materiaaliemissiot. (RakMK E1, 2011.)

Sisäilmastoluokitus

Sisäilmastoluokitusta käytetään sisäilmastotavoitteiden asettamisessa. Luokituksessa käytetyt tavoitetasot edistävät viranomaisvaatimuksia parempien sisäilmasto-olosuhteiden toteutumista. Sisäilmaluokitusta käytetään pääsääntöisesti uudiskohteiden sisäilmaolosuhteiden määrittelyssä, mutta soveltaen sitä voidaan käyttää myös korjaushankkeiden tavoitteiden määrittelyssä. Sisäilmastoluokitus määrittää lämpö-, ääni- ja valaistusolosuhteiden sekä sisäilman laadun ja ilman nopeuden tavoitetasot eri laatuluokkien tavoitteluun.

Sisäilmastoluokkia on kolme. Laatuluokat ovat S1, yksilöllinen sisäilmasto, S2, hyvä sisäilmasto ja S3, tyydyttävä sisäilmasto. S1-luokassa olosuhteet ovat hyvät: lämpötila on stabiili, vetoisuutta tai hajuja tai ilman epäpuhtauksia ei ilmene. Lisäksi tilojen ääni- ja valaistusolosuhteet täyttävät asetetut vaatimukset. Sisäilmastoluokassa S2 tilojen sisäilman laatu ja lämpöolot ovat hyvät, eikä tiloissa ilmene ilman epäpuhtauksia. Vedon tunnetta ei yleisesti ilmene, mutta hetkellisesti tiloissa esiintyy tilojen ylilämpenemisestä. Ääni- ja valaistusolosuhteet täyttävät tilojen käyttötarkoituksenmukaiset vaatimukset. Heikoimmassa eli S3-luokassa tilojen sisäilman laatu sekä lämpö-, valaistus- ja ääniolot täyttävät lain ja säädösten minimivaatimukset. (RT 07-11299, 2018.)

Hankkeen sisäilmastoluokan tavoitetaso määritellään yhdessä tilaajan ja suunnittelijoiden kesken. Eri olosuhteiden tavoite- ja suunnitteluarvot on mahdollista valita eri laatuluokista.

Määritetyn tavoitetason saavuttaminen edellyttää sitä, että kaikki suunnittelualat huomioivat tavoitteen tekemissään suunnitteluratkaisuissa.

Materiaaliemissiot

Rakennus- ja sisustusmateriaaleista vapautuu sisäilmaan erilaisia kemikaaleja, jotka vaikuttavat sisäilman laatuun. Tilojen epäpuhtaus- eli emissiopitoisuus määräytyy materiaalien kokonaispäästöjen ja ilmanvaihdon perusteella. Ensisijaisesti päästöjen määrää tulee pyrkiä vähentämään käyttämällä pienempipäästöisiä rakennus- ja sisustusmateriaaleja, mutta epäpuhtauspitoisuuksiin voidaan vaikuttaa myös ilmanvaihdon tehostuksella. Rakennusmateriaalit jakautuvat päästöjen perusteella kolmeen eri päästöluokkaan. Päästöluokka M1 on paras eli vähäpäästöisimpien materiaalien luokka. Keskikastiin asettuvat M2-luokan tuotteet. Huonoimpaan, eli M3-luokkaan kuuluvat kaikki ne materiaalit, jotka eivät yllä M2-luokaan. M1- ja M2-luokkien vaatimukset on esitetty Sisäilmastoluokitus 2018, Sisäympäristön tavoitearvot, suunnitteluohjeet ja tuotevaatimukset (RT 07-11299) -ohjekortin erillisessä taulukossa. Tavoiteltavan tason määrittelevät tilaaja ja suunnittelijat yhdessä. Asetettu tavoitetaso ohjaa suunnitteluvalintoja. (RT 07-11299, 2018.)

5 SUUNNITTELUPROSESSI

Sertifikaattien sisällöt antavat hyvän pohjan kestävän kehityksen huomioimiselle rakennushankkeissa, sillä niiden kriteeristöt perustuvat monen eri tieteenalan tutkimustuloksiin, rakentamisen hyväksi havaittuihin käytänteisiin sekä monen eri osa-alueen arviontiin. Lisäksi kriteeristöjä kehitetään jatkuvasta, jotta ne vastaisivat entistä paremmin muuttuvia olosuhteita. Erityisesti kansainvälisten sertifikaattien, kuten LEED:n ja BREEAM:n suosio osoittaa, että sertifiointeja arvostetaan laajalti. Ilmastonmuutos ja ympäristöasioiden aiempaa parempi huomioiminen - osin pakottavista lainsäädännöllisistä syistä, osin tietoisuuden lisääntymisen ja imagon kohottamisen vuoksi - ovat osaltaan lisänneet kiinnostusta sertifiointeihin.

Sertifikaattien avulla voidaan todentaa rakennuksen puolueeton arviointi ja osoittaa sen ympäristöystävällisyys. Samojen asioiden osoittaminen ulkopuoliselle taholle ilman sertifiointia, voi olla työlästä ja vaikeaa. Sertifikaatit eivät kuitenkaan ole ainut keino huomioida kestävä kehitys rakentamisessa. Samaan tai jopa parempaan lopputulokseen voidaan päästä jokaiselle kohteelle erikseen räätälöidyn suunnitteluprosessin avulla. Tällöin suunnitteluprosessiin sisällytetään suunniteltavan kohteen kannalta oleelliset sertifikaattien parhaat käytänteet, mutta niiden lisäksi huomioidaan myös rakentamisen kansalliset hyväksi havaitut toiminta- ja rakentamistavat sekä alueelliset ilmasto-olosuhteet. Toisaalta räätälöidyssä prosessissa voidaan myös huomioida sellaisia asioita, jotka eivät vielä syystä tai toisesta ole jalkautuneet sertifikaattiprosesseihin.

Räätälöidyn suunnitteluprosessin ei tarvitse sulkea pois sitä vaihtoehtoa, etteikö kohteelle silti voida hakea joko kansainvälistä tai kansallista sertifikaattia. Sertifikaatin tavoittelusta olisi kuitenkin hyvä olla näkemys jo mahdollisimman varhaisessa vaiheessa, jotta sertifiointiin liittyvät seikat pystyttäisiin huomioimaan parhaalla mahdollisella tavalla. Lisäksi on huomioitava, että valittavalla urakkamuodolla on merkitystä kohteen sertifiointiin. Urakkamuodoista allianssi soveltuu heikoimmin sertifioitavaan kohteeseen. Tämä johtuu siitä, että kohteen suunnittelua tehdään osin vasta rakennusvaihteen käynnistyttyä. Tällöin kaikkia sertifikaattien kriteereitä ei enää kyetä huomioimaan suunnittelussa.

Seuraavissa kappaleissa käydään läpi suunnittelun eri vaiheet, ja ne toimenpiteet, joilla kussakin eri vaiheessa voidaan edesauttaa kestävän kehityksen toteutumista rakennushankkeessa. Suunnittelun vaiheet on esitetty kronologisessa järjestyksessä, ja niiden alle on kuvattu ne tehtävät tutkimukset, selvitykset ja laskennat, joilla voidaan vaikuttaa kestävän kehityksen, ilmastotavoitteiden ja päästöjen huomioimiseen rakennushankkeessa. Koko suunnitteluprosessi, ja eri hankevaiheiden kestävän kehityksen toimenpiteet on kuvattu tämän työn liitteessä 1. Kestävän kehityksen toimenpiteiden merkityksellisyyden arviointia varten on laadittu erillinen riskianalyysitaulukko. Taulukko on esitetty tämän työn liitteessä 2.

5.1 Tarveselvitys

Tarveselvityksellä tarkoitetaan selvitystä, jonka tarkoituksena on kartoittaa organisaation tarpeet tulevien tilojen osalta. Tilatarve perustuu organisaation näkemykseen sen tulevasta toiminnasta. Näkemys on kirjattu organisaation toimintasuunnitelmaan, joka pitää sisällään myös organisaation yhteiskuntavastuutavoitteet. Vastuutavoitteet voivat olla hyvinkin seikkaperäisiä, tai vain suuntaa antavia. Määrittelyn tarkkuus riippuu yleensä siitä, miten tärkeäksi määrittelyn tehnyt taho vastuullisuuden omassa toiminnassaan arvottaa, ja minkälaista lisäarvoa se kokee siitä saavansa. Mitä tärkeämpänä ja enemmän lisäarvoa tuottavana asiana näitä tavoitteita pidetään, sitä yksityiskohtaisempia kirjaukset niistä yleensä ovat. Osa yhteiskuntavastuutavoitteista voi ohjata myös tilojen hankintaa, jolloin ne on huomioitava tarveselvityksessä. Yhteiskuntavastuutavoitteiden ohella moni organisaatio on ryhtynyt laatimaan toiminnalleen erillisiä ympäristö- tai kiertotaloustiekarttoja. Näiden avulla on pyritty määrittelemään aiempaa tarkemmin organisaation omat ilmasto- ja ympäristötavoitteet. Tiekartan avulla organisaatio kykenee paremmin selkeyttämään omia tavoitteitaan sekä itselleen että yhteistyökumppaneilleen. Suunnitteluprosessissa tulee huomioida tiloja koskevat tiekarttakirjaukset. (RT 103254, 2020, s. 4.)

Tarveselvityksen laatii ulkopuolinen taho, jonka tilaajaorganisaatio on valinnut selvityksen tekijäksi. Ulkopuolinen taho on yleensä konsulttitoimisto. Hankkeeseen nimetty konsulttitoimiston projektin vetäjä ja suunnittelijat muodostavat yhdessä tilaajaorganisaation edustajien kanssa projektiryhmän. Lisäksi projektiryhmään voi kuulua erityisasiantuntijoita.

Tarveselvityksen laadinta lähtee liikkeelle tarvemäärittelystä, joka pohjautuu organisaation toimintasuunnitelmaan ja tarkempiin selvityksiin tilaajan tarpeista. Tarkempien tarpeiden selvittämiseksi, ja tilaajan tahtotilan ymmärtämiseksi voidaan toteuttaa tilaajatahon keskeisiä avainhenkilöitä koskevia haastatteluja tai koko henkilöstön kattava käyttäjäkysely. Toteutettujen selvitysten pohjalta tarveselvitykseen perustellaan tilahankinnan tarpeellisuus tai olemassa olevien tilojen muutostarve. Lisäksi selvitykseen kuvataan alustavasti tarvittavat tilat, ja niiden toiminnalliset tavoitteet suhteessa tilojen käyttäjien tarpeisiin. Samalla määritellään taloteknisten järjestelmien tavoitteet ja niiden tilatarpeet, sekä asetetaan organisaation vastuullisuustavoitteiden mukaiset kestävän kehityksen elinkaaritavoitteet. Tehtyjen määrittelyjen pohjalta tutkitaan erilaisia vaihtoehtoja tarpeiden toteuttamiseksi, ja suoritetaan niiden keskinäistä vertailua alustavat kustannusvaikutukset huomioiden. Suoritettujen vertailujen pohjalta valitaan perusratkaisu, joka täyttää tilaajanorganisaation vaatimukset. Tarveselvityksen lopputuloksena syntyy tilaajaorganisaation hyväksymä tarveselvitysdokumentti, jonka pohjalta se voi tehdä päätöksen hankkeeseen ryhtymisestä. (RT 103254, 2020, s. 4.)

Konsulttien valinta ja projektiryhmän kokoaminen

Tilaajaorganisaatio valitsee asettamiensa kriteerien pohjalta tarveselvityksen tekijän eli konsulttiyrityksen. Valinnan kannalta on olennaista, että suunnittelijoiden ja mahdollisten muiden asiantuntijoiden valintakriteereissä ja referensseissä on huomioitu suunnitteluosaamisen lisäksi myös kestävän kehityksen periaatteiden ja menetelmien hallinta.

Tarveselvityksen tekoa varten kootaan ammattitaitoinen projektiryhmä. Ryhmään kuuluu projektin vetäjän lisäksi tilaajan ja suunnittelijoiden edustajia. On tärkeää, että tilaajan edustajilla on riittävä ja monipuolinen näkemys yrityksen tarpeista tiloihin liittyen. Lisäksi tilaajan edustajilla tulee olla ainakin jonkinasteinen päätöksentekomandaatti, jotta he voivat tehdä hankkeeseen liittyviä pienempiä päätöksiä tarveselvityksen aikana. Suuremmat valinnat hyväksytetään tilaajaorganisaation päätöksentekoelimellä.

Hankkeen laajuudesta riippuen, hankeryhmään voidaan valita pääsuunnittelijan lisäksi muiden suunnittelulajien edustajia. Lisäksi tarvittaessa voidaan hyödyntää mahdollisten muiden

asiantuntijoiden ammattitaitoa. Hankkeen sujuvan etenemisen kannalta on ratkaisevaa, että heti alkuun sovitaan hankeryhmän yhteisistä toimintatavoista ja aikataulusta. Kaikkien projektiryhmän jäsenten tulee sitoutua noudattamaan sovittuja ohjeita.

Haastattelut ja käyttäjäkysely

Tilaajan tai käyttäjien tahtotilan kartoittamiseksi voidaan suorittaa haastatteluja tai käyttäjäkyselyitä. Haastattelut suoritetaan usein miten pienemmälle, tarkoin harkitulle ryhmälle resurssien säästämiseksi. Ne voivat olla suunnattu tilojen omistajalle tai vuokralaisten edustajille. Lomakekyselynä suoritettava käyttäjäkysely on haastattelujen sijaan mahdollisuus soittaa suuremmalle joukolle ihmisiä. Kysely voi koskea vain valittua ryhmää tai koko henkilöstöä. Tilaajan tahtotilasta riippuen haastattelu- tai lomakekysely voi suppea tai hyvinkin seikkaperäinen. Kyselyjen tavoitteena on selvittää tiloihin kohdistuvia määrällisiä, toiminnallisia ja teknisiä tarpeita ja toiveita. Kyselyiden tulokset käydään läpi projektiryhmässä, ja niiden pohjalta tehdään tarvittavat tavoitemääritykset.

Kestävän kehityksen riskienhallintasuunnitelma

Jotta voitaisiin mahdollisimman hyvin edistää kestävän kehityksen toteutumista eri hankkeissa, tulee ymmärtää hankekohtaiset riskit. Riskien kartoittamiseksi, arvioimiseksi ja eliminoimiseksi laaditaan riskienhallintasuunnitelma. Eri hankkeissa riskien todennäköisyys ja panoarvo vaihtelevat muun muassa kohteen sijainnin mukaan. Riskien arvioimiseksi on tätä työtä varten laadittu erillinen riskienhallintataulukko. Taulukko on esitetty liitteessä 2. Sen avulla tunnistetaan kestävän kehityksen määritelmän alle liittyviä mahdollisia riskejä, ja arvioidaan niiden todennäköisyyttä ja vakavuusastetta, sekä esitetään ratkaisu riskin pienentämiseksi tai eliminoimiseksi.

Suoritetun arvion perustella voidaan myös valita kestävän kehityksen huomioivan suunnittelun toimenpiteistä ne, jotka koetaan merkityksellisiksi juuri kyseisessä hankkeessa. Vastaavasti vähemmän merkitykselliset toimenpiteet voidaan jättää huomioitta. Tämä pätee eri-

tyisesti silloin, kun tavoitteena ei ole kohteen ympäristösertifiointi. Sertifiointia tavoiteltaessa voi olla tarpeen huomioida nekin toimenpiteet, jotka osoittautuvat riskienhallintasuunnitelman perusteella merkitykseltään vähäisiksi.

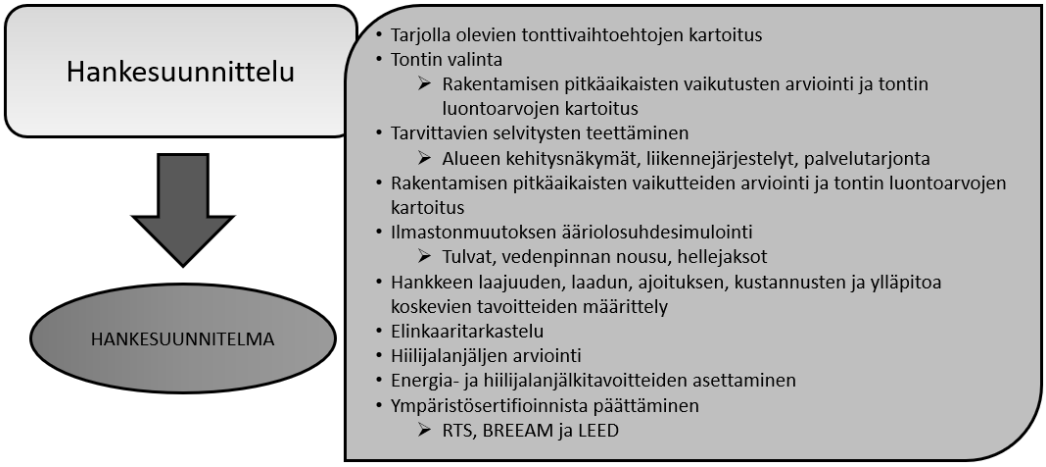
Kestävän kehityksen tavoitteiden asettaminen

Organisaation yhteiskuntavastuulinjaukset tai ympäristötiekartta voivat olla lähtökohta hankkeen kestävän kehityksen tavoitteille. Tarveselvitysvaiheessa asetetut kestävän kehityksen tavoitteet ovat usein epätarkkoja, eikä niille haluta tai edes voida asettaa numeerisia arvoja. Numeeristen arvojen sijaan hankkeelle voidaan kuitenkin asettaa vähintään periaatteelliset tavoitteet, jotka reunaehtoina ohjaavat koko hanketta. Tavoiteasetanta voi esimerkiksi pitää sisällään energia-, tila- tai materiaalitehokkuuteen sekä tilojen muuntojoustavuuteen ja monikäyttöisyyteen liittyviä suunnitteluvaatimuksia. Kun kestävän kehityksen tavoitteet on otettu tällä tavoin mukaan hanketta ohjaaviin vaatimuksiin, niiden vaikuttavuus hankkeen myöhemmissä vaiheissa on todennäköisempää. Tarkoituksena on, että tarveselvitysvaiheessa kestävän kehityksen tavoitteet ja vaatimukset ovat suuntaa antavia, ja tarkentuvat hankkeen edetessä sen myöhemmissä vaiheissa.

5.2 Hankesuunnittelu

Tarveselvityksen lopputuloksena syntyneen yhteenvetoasiakirjan pohjalta tilaaja voi tehdä päätöksen hankkeeseen ryhtymisestä tai sen hylkäämisestä. Mikäli hankkeessa päätetään edetä, siirrytään seuraavaan eli hankesuunnitteluvaiheeseen. Hankesuunnittelu jakautuu kahteen eri vaiheeseen: ensimmäistä kutsutaan hankeselvitykseksi ja jälkimmäiseen hankesuunnitelmaksi. Hankeselvitysvaiheessa ehdotetaan uusia ratkaisuja sekä arvioidaan riittävällä tarkkuudella hankkeen potentiaalisia tila- ja tonttivaihtoehtoja sekä toteuttamisvaihtoehtoja ja -tapoja. Arviointien pohjaksi teetätetään tarvittavia tutkimuksia. Mahdollisista vaihtoehdoista voidaan suorittaa vertailevia elinkaari- ja kustannustarkasteluja sekä vähähiilisyyden arviointeja. Elinkaaritarkastelun ja päästövaikutusten arvioinnin perusteella hankkeelle määritetään elinkaaritavoitteet, ja tarkentaa kestävän kehityksen periaatteita. Lisäksi voidaan määrittää alustavasti hankkeen toteutusmuoto. (RT 103254, 2020, s. 5.)

Hankeselvityksen tulokset kootaan hankesuunnitelmaraportiksi eli hankesuunnitelmaksi, johon on täsmennetty hankkeen laajuus-, aikataulu-, laatu- ja kustannustavoitteet, arkkitehtoniset tavoitteet, energiatavoitteet, elinkaaritavoitteet, kosteudenhallinta, rakennusfysikaalinen toimivuus, käyttöikä, muuntojousto, laajennettavuus, sekä rakentamisen ja käytönaikaiset ympäristövaikutukset. Lisäksi suunnitelmaan kirjataan sisäilmastotavoitteet, talotekniikan varustelutason tavoitteet ja laajuus, turvallisuustavoitteet, joka kattaa henkilö- ja paloturvallisuuden sekä toiminnanvarmistuksen ja määritellään ylläpidon taso mukaan lukien kohteen huollettavuus. Alla olevassa kuvassa (KUVA 3) on esitetty hankesuunnitteluun sisältyviä tehtäviä, joilla voidaan edistää kestävän kehityksen toteutumista hankkeessa. Valmis hankesuunnitelma hyväksytetään tilaajalla, ja sen perusteella tilaaja voi tehdä investointipäätöksen. Hankesuunnitelmaan määritellyt tavoitteet toimivat kaiken suunnittelun lähtökohtana, johon suunnitelmia verrataan koko suunnitteluprosessin ajan. (RT 103254, 2020, s. 5.)



Kuva 3. Kestävän kehityksen toteutumista edistävät toimenpiteet hankesuunnittelun aikana.

Tonttivaihtoehtojen kartoittaminen

Hankesuunnitteluvaiheessa kartoitetaan tarjolla olevia tonttivaihtoehtoja, ja suoritetaan vaihtoehtojen välistä arviointia. Valintaan vaikuttavat tonttimaan hinta, tontin sijainti, tontin koko, olemassa oleva kunnallistekniikka, alueen liikenneyhteydet ja palvelut sekä pysäköintimahdollisuudet ja tontin maaperä. Tyhjän rakentamattoman tonttimaan sijaan tai ohella,

kartoitus voi suuntautua myös olemassa olevien rakennusten kartoittamiseen. Tällöin kartoituksessa pohditaan rakennuksen purku- tai saneerausmahdollisuuksia tilantarpeen täyttämiseksi. Maaperän osalta voi olla hyödyllistä selvittää sekä maaperän koostumusta että sen laatua. Tehdyistä tutkimuksista saadaan tarvittavaa taustatietoa sekä suunnittelun että kustannuslaskennan tueksi.

Rakentamisen pitkäaikaisten vaikutusten arviointi ja luontoarvojen kartoitus

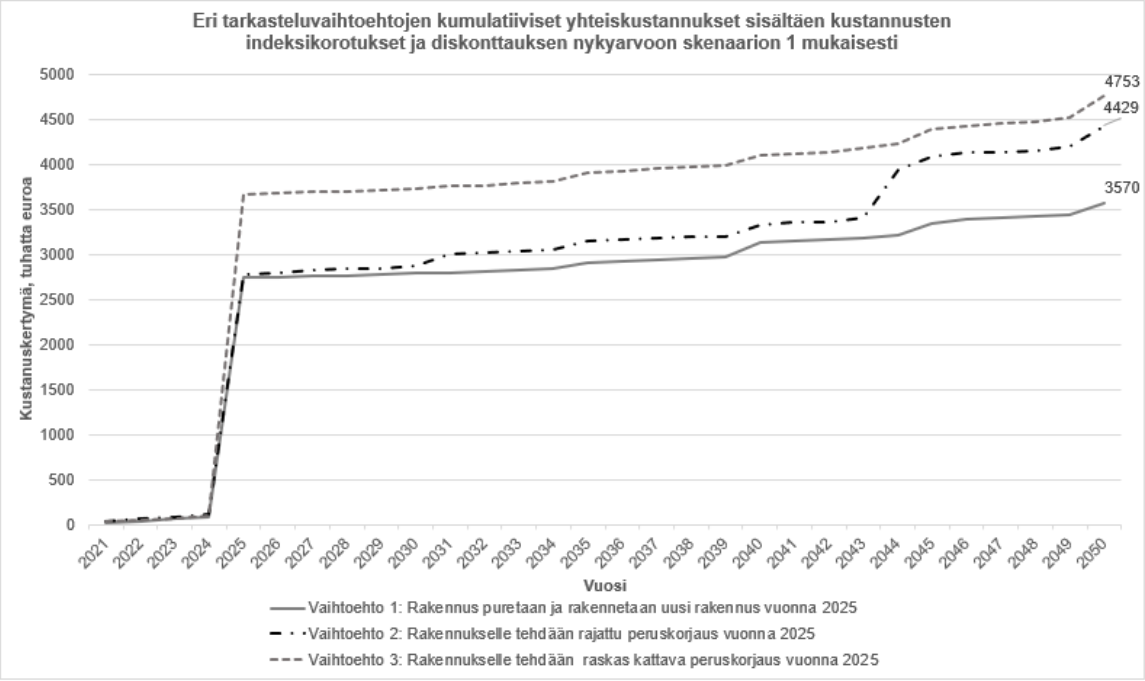
Asemakaavaa määriteltäessä alueelle on tehty rakentamisen pitkäaikaisten vaikutusten arviointi ja luontoarvojen kartoitus. Tässä suhteessa kaavamääräykset tulee ottaa huomioon niiden edellyttämällä tavalla. Rakennuttaja voi kuitenkin huomioida näitä seikkoja, myös omaan rakennushankkeeseensa liittyen. Tontille voidaan suorittaa arvio siitä, millaisia rakentamisen pitkäaikaisia vaikutuksia suunnitellulla rakentamisella on kyseiselle alueelle, ja millä keinoin hankkeen negatiivisia vaikutuksia voidaan vähentää. Pitkäaikaisten vaikutusten lisäksi on mahdollista kartoittaa tontin luontoarvot, ja pyrkiä säilyttämään ne mahdollisuuksien mukaan. Luontoarvoja on mahdollisuus myös jossakin määrin palauttaa hyvän vihersuunnittelun keinoin rakennushankkeen loppuvaiheessa.

Ilmastonmuutoksen ääriolosuhdesimulointi

Alue, jolle rakennus suunnitellaan rakennettavaksi, voidaan suorittaa ilmastonmuutoksen ääriolosuhdesimulointi. Selvityksen tarkoituksena on pyrkiä ennustamaan tarkasteltavalla alueella tapahtuvia tulevaisuuden muutoksia, jotka ovat seurausta ilmastonmuutoksesta ja ilmaston lämpenemisestä. Näitä voivat olla esimerkiksi vedenpinnan nousu, rankkasateiden aiheuttamat tulvat tai pitkien hellejaksojen aiheuttama sisälämpötilojen nousu yli sallitun rajan. Simuloinnin avulla pyritään selvittämään näiden vaikutusta suunniteltavaan rakennukseen ja tonttimaahan, sekä näin edistämään sitä, että esille nousseet uhat ja niiden vaikutus voidaan huomioida ja yrittää ennaltaehkäistä jo rakennuksen suunnitteluvaiheessa.

Elinkaarikustannustarkastelu ja vähähiilisyyden arviointi

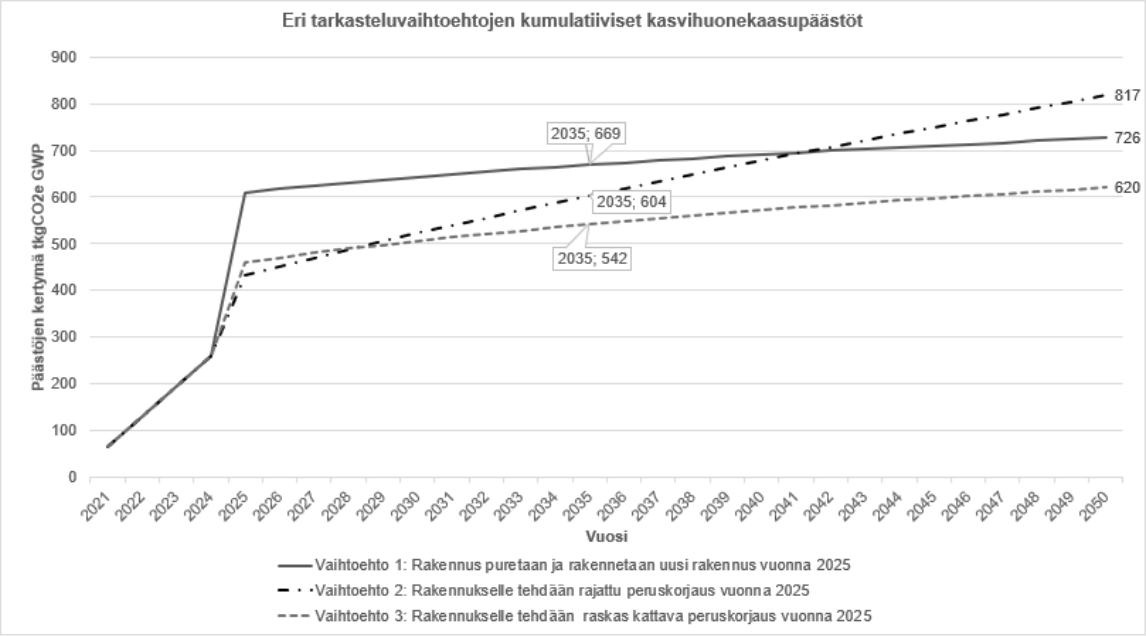
Elinkaarikustannustarkastelun päämääränä on tuottaa keskenään vertailukelpoista elinkaarikustannustietoa hankkeen eri korjaus- ja uudisrakentamisvaihtoehdoissa valitun tarkasteluajakson ajalta. Vertailua voidaan suorittaa eri vaihtoehtojen välillä huomioiden korjaus- tai uudisrakentamiskustannukset sekä mahdolliset purku-, kunnossapito- ja energiakustannukset eri energiantuotantomuodoilla tuotettuna. Lisäksi vertailussa voidaan ottaa huomioon eri korkokantoja ja kustannusten indeksikorotuksia. Alla olevassa kuvassa (KUVA 4) on esitetty kustannusgrafiikkaa eräästä elinkaarikustannusten tarkastelusta, jossa vertailtiin kevyttä ja raskasta korjausrakentamista ja purku- ja uudisrakentamista keskenään kustannusten indeksikorotukset huomioiden ja nykyarvomenetelmää käyttäen.



Kuva 4. Tarkasteluvaihtojen kumulatiivisten yhteiskustannusten kertyminen skenaarion 1 mukaisesti: Diskonttokorko 2 %, energiakustannusindeksi 5 % ja muiden kustannusten indeksi 3 %. (Muokattu: Toorikka A. et al. 2021.)

Elinkaarikustannustarkastelun lisäksi hankkeelle voidaan suorittaa vähähiilisyyden arviointi, joka kuvaa eritasoisten korjausrakentamisvaihtoehtojen ja purku- ja uudisrakentamisen aiheuttamia kasvihuonekaasupäästöjä. Rakennuksen koko elinkaarenaikaiset kasvihuo-

nekaasupäästöt voidaan laskea kaikille neljälle eri vaiheelle eli tuotevaiheelle, rakentamisvaiheelle, käyttövaiheelle ja purkuvaiheelle. Alla olevassa kuvassa (KUVA 5) on esitetty erään arviointikohteen eri tarkasteluvaihtoehtojen kumulatiiviset kasvihuonekaasupäästöt.



Kuva 5. Tarkasteluvaihtojen kumulatiiviset kasvihuonekaasupäästöt rakennuksen käyttövaiheen energiantuotannon tulevaisuuden skenaariot huomioivilla päästökertoimilla. (Muokattu: Toorikka A. et al. 2021.)

E-lukutavoitteen asettaminen

Rakennukselle tai sen osalle asetetaan hankesuunnitteluvaiheessa tavoite E-luvulle eli energiatehokkuuden vertailuluvulle. E-luku ilmaiseen rakennuksen käyttämän laskennallisen ostoenergian kulutuksen. E-luku määritellään laskemalla yhteen rakennuksen vakioituun käyttöön perustuvan vuotuisen ostoenergian ja rakennuksissa käytettävien energiamuotojen kertoimien tulot eri energiamuodoittain lämmitettyä nettoalaa kohden vuositasolla. E-luvun eli energiatehokkuuden vertailulukuna käytetään yksikköä $kWh_E/m^2/a$. Rakennustyyppikohtaiset E-luvun luokitteluasteikot ilmoitetaan kirjaimilla A–G, jossa A kuvaa parasta ja G huonointa energiatehokkuusluokkaa. Tarkastelu koskee kaikkea rakennuksessa tai sen osassa tapahtuvaa energiankulutusta; lämmitystä, jäähdytystä, ilmanvaihtoa, käyttöveden lämmitystä ja valaistusta, ja siinä huomioidaan rakennuksen tekniset järjestelmät sekä eri rakennusosien ominaisuudet. Suoritettavassa tarkastelussa määritellään myös se, kuinka paljon rakennus tai sen osa tarvitsee ostoenergiaa, kuten kaukolämpöä, sähköä tai kaukokylmää.

Hankesuunnitteluvaiheessa kohteen tiedot ovat vielä sen verran puutteelliset, ettei tarkkaa E-lukua ole mahdollista laskea. Tämän vuoksi E-luvun arvioinnissa hyödynnetään olemassa olevaa rakennuskantaa. Samanlainen rakennustyyppi, samankaltaisilla rakenne- ja järjestelmäratkaisuilla antaa riittävän tarkan tiedon E-luvun tavoitetason asettamiseksi. Asetettu E-lukutavoite on se, mihin myöhemmin tehtävillä suunnitteluratkaisuilla pyritään pääsemään. Vaikka E-luku arvioinnissa voidaan hyödyntää olemassa olevaa rakennuskantaa, ei mikään estä tavoittelemasta kunnianhimoisempaa E-lukuarvoa.

Energiankulutus- ja hiilijalanjälkitavoitteen asettaminen

Jo hankesuunnittelun aikana voidaan selvittää erilaisten energiaratkaisujen vaikutusta hankkeelle. Alustavasti voidaan selvittää mahdollisuutta uusiutuviin energiamuotojen, kuten maalämmön tai aurinkoenergian hyödyntämistä kohteessa. Kohteelle voidaan asettaa erilaisia energiatehokkuustavoitteita liittyen valaistuksen, lämmityksen tai ilmanvaihdon energiankulutukseen tai lämmöntalteenoton hyödynnettävyyteen.

Mikäli tarveselvityksen aikana ei ole vielä asetettu rakennukselle hiilijalanjälkitavoitetta, se voidaan tehdä hankesuunnittelun aikana. Samalla tulisi tarkastella rakennuksen elinkaaren aikaisten päästöjen muodostumista jaotellen ne tuotesidonnaisiin ja käyttösidonnaisiin vaikutuksiin. Käyttösidonnaisiin päästöihin kyetään vaikuttamaan asettamalla rakennukselle energiatavoite. Se voi tapahtua hyödyntämällä E-luvun luokitteluasteikkoja tai asettamalla numeeriset, mitattavat tavoitteet joko osto- tai primäärienergian kulutukselle. Tavoitetasot voivat löytyä myös ympäristösertifikaattien kriteeristöjen kautta. Tuotesidonnaisten päästöjen määrään voidaan vaikuttaa rakennusmateriaali- ja järjestelmävalinnoilla.

Ympäristösertifikaatin valinta ja tavoitteiden asettaminen

Hankesuunnitteluvaiheessa on hyvä tehdä päätös mahdollisesta ympäristösertifikaatin tavoittelusta. Mitä varhaisemmassa vaiheessa päätös ympäristösertifikaatin tai ylipäätään erilaisten ympäristötavoitteiden tavoittelusta tehdään, sitä paremmin siihen liittyvät toimenpiteet tulevat huomioiduksi suunnitteluprosessin aikana. Yleisimmät Suomessa tavoitellut sertifikaatit ovat RTS, BREEAM ja LEED. Kun sertifikaatti on valittu, asetetaan tavoitetaso,

jota hankkeelle lähdetään toteuttamaan. Ympäristösertifikaatin valintaan vaikuttavat muun muassa toimintakenttä, jolla organisaatio toimii, sertifikaatin kriteerit ja sen hinta. Tavallisimmin kansainväliset ja ammattimaiset kiinteistösijoittajat suosivat BREEAM- tai LEED-ympäristösertifikaattia, ja vastaavasti suomalaisissa julkisissa hankkeissa suositaan RTS ympäristöluokitusta.

5.3 Ehdotus- eli luonnossuunnittelu

Mikäli investointipäätös hyväksytään, hankesuunnittelusta edetään ehdotussuunnitteluun eli luonnossuunnitteluun. Ehdotussuunnittelu on järjestelmätason suunnittelua. Ehdotussuunnittelu edellyttää laaja-alaista suunnitteluosaamista kokonaisuuteen vaikuttavien ratkaisujen tunnistamiseksi ja ristiriitaisuuksien välttämiseksi. Ehdotussuunnitteluvaiheessa lähdetään toteuttamaan hankesuunnitteluvaiheessa projektille asetettuja tavoitteita. (RT 103254, 2020, s. 8.)

Rakennuksen sijoittelu tontilla, sen tilatehokkuus, päämateriaalivalinnat, massoittelu, toiminnalliset ja tekniset suunnitelmat sekä energiaratkaisut vaikuttavat merkittävästi rakennuksen päästöihin. Tehdyillä valinnoilla on vaikutusta myös rakennuksen investointi- ja käyttökustannuksiin sekä sen elinikään. Kestävän kehityksen kannalta on tärkeää kiinnittää edellä mainittujen seikkojen lisäksi huomiota niin rakennuksen monikäyttöisyyteen kuin muuntojoustavuuteenkin. (RT 103254, 2020, s. 8.)

Rakennuksen sijoittelulla tontilla voi olla mahdollisuus vaikuttaa perustustöistä aiheutuviin päästöihin ja mahdollisuuteen hyödyntää passiivisen suunnittelun etuja. Mitä paremmin passiivista suunnittelua voidaan hyödyntää sitä kustannustehokkaampaa ja vähähiilisempään lopputulokseen on mahdollisuus päästä. Lisäksi vertailemalla rakennuksen sijoitusvaihtoehtoja tontilla, voi olla mahdollisuus löytää myös potentiaalisia hiilijalanjäljen kompensointivaihtoehtoja.

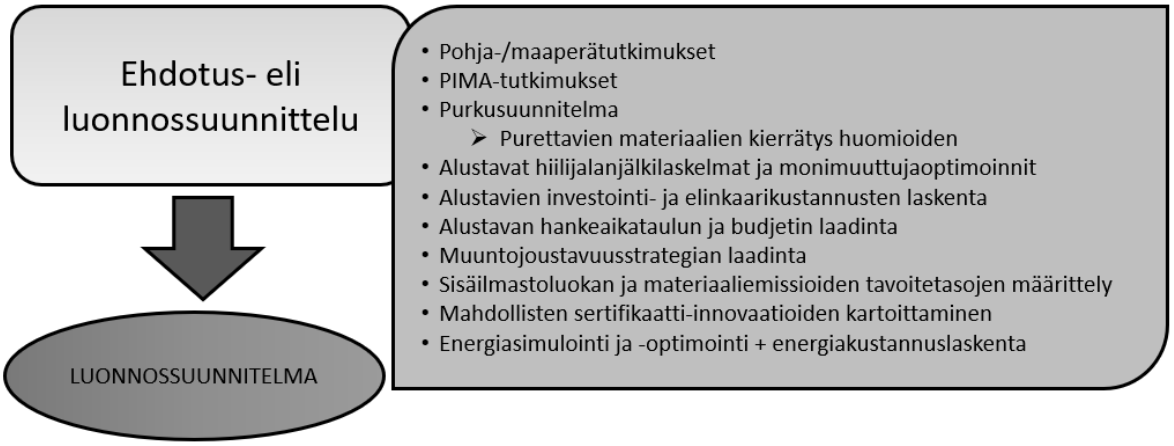
Yksi tehokkaimmista keinoista vähentää rakennuksen elinkaarenaikaisia hiilidioksidipäästöjä, on rakennuksen energiankulutuksen pienentäminen. Tarkkoja energian kulutustietoja ei ehdotussuunnitteluvaiheessa voida vielä laskea, mutta energiatehokkuus voidaan kuiten-

kin huomioida muiden suunnitteluperiaatteiden avulla. Tekemällä yhteistyötä energia- ja talotekniikkasuunnittelijoiden kanssa, on rakennesuunnittelijoilla ja arkkitehdeillä useita vaihtoehtoisia keinoja rakenteellisen energiatehokkuuden saavuttamiseksi. Jotta taloteknisten järjestelmien väliset liitynnät ja yhteistoiminta tulisi huomioiduksi riittävällä tasolla, laaditaan ehdotussuunnitteluvaiheessa eri järjestelmien yhteensovituskaavio rakennusautomaatiosuunnittelijan johdolla.

Ehdotussuunnittelun aikana voidaan suorittaa alustavat hiilijalanjälkilaskelmat sekä tehdä monimuuttujaoptimointia. Hiilijalanjälkilaskelmat ovat suuntaa antavia. Niiden laskennassa hyödynnetään sekä geneerisiä eli tyypillisiä tietoja energiapalveluiden päästöarvoista että rakennusosa- ja järjestelmäkohtaista tuotetietodataa. Vertailu suoritetaan aiempiin vastaavantyyppisiin rakennuksiin ja niitä koskeviin arvoihin.

Monimuuttujaoptimointi mahdollistaa useiden eri ratkaisujen keskinäisen vertailun. Se on matemaattinen tarkastelutapa, jota hyödyntämällä on mahdollisuus löytää paras mahdollinen ratkaisu lukuisten eri vaihtoehtojen joukosta. Keskinäistä vertailua voidaan suorittaa muun muassa energian hinnan, energian tarpeen, CO_2-päästöjen, rakenteiden U-arvojen ja rakenteiden hinnan välillä. Monimuuttujaoptimoinnin avulla voidaan rakennuksen tilaajalle tai sen loppukäyttäjälle osoittaa esimerkiksi investointikustannusten ja elinkaarikustannusten välinen suhde.

Luonnossuunnittelun suunnitteluratkaisujen valinnan ohella arvioidaan myös sitä, onko rakennukselle asetettu tavoitekäyttöikä saavutettavissa hankkeen aikataulu ja budjetti huomioon ottaen. Samalla on luontevaa arvioida täyttyvätkö rakennukselle asetetut toiminnallisuusvaatimukset, ja miten rakennuksen käytönaikaiset uusimis-, korjaus- ja kunnossapitotyöt ovat toteutettavissa. Alla olevassa kuvassa (KUVA 6) on esitetty luonnossuunnittelun aikaisia toimenpiteitä, joilla voidaan edesauttaa kestävän kehityksen toteutumista rakennushankkeessa.



Kuva 6. Ehdotus- eli luonnossuunnittelun aikaiset keinot, joilla voidaan vaikuttaa kestävän kehityksen toteutumiseen rakennushankkeessa.

Pohja-/maaperätutkimus

Pohja-/maaperätutkimuksen avulla selvitetään tontin maaperän koostumus ja mahdolliset pohjavesialueet. Tutkimuksen tavoitteena on pyrkiä selvittämään maaperän rakenne, kantavuus ja pohjaveden taso. Maaperätutkimuksen tulos määrittelee sen, millaiset perustukset tontille tarvitaan, ja millaisen rakennuksen tontille voi rakentaa. Tutkimuksesta saatujen tietojen perusteella suunnittelijat voivat suunnitella turvallisesti ja luotettavasti rakennukselle tarpeenmukaiset perustukset. Suoritetun maaperätutkimuksen avulla voidaan myös selvittää maanrakennus- ja perustamiskustannukset sekä harkita maalämmön hyödyntämismahdollisuuksia suunniteltavassa kohteessa.

Pilaantuneen maaperän tutkimus

Maaperän turvallisen käytön takaamiseksi on pilaantunut maaperä aina otettava huomioon kaavoitus- ja rakentamisvaiheessa. Pilaantuneen maaperän tutkimus (PIMA-tutkimus) suoritetaan alueelle, jonka maaperässä epäillään tai tiedetään olevan pilaantunut. Tontin omistaja on velvollinen tutkimaan ja kunnostamaan pilaantuneen maaperän. Maaperätutkimuksissa otettujen maanäytteiden avulla selvitetään pilaantuneisuuden laatu ja laajuus. Niiden pohjalta voidaan arvioida kunnostustarve, laatia kunnostussuunnitelma ja arvioida kunnostuskustannukset.

Kiertotalouden purkusuunnitelma

Mikäli tontilla sijaitsee entuudestaan rakennus, joka on suunniteltu purettavaksi uuden tilalta, tehdään olemassa olevalle kohteelle purkusuunnitelma. Kestävän kehityksen huomioimiseksi purkusuunnitelmaan voidaan sisällyttää materiaalien kierrätysselvitys. Tällöin puhutaan kiertotalouden purkusuunnitelma. Purkusuunnitelman pohjaksi kohteessa suoritetaan purkukatselmus, jonka tarkoituksena on inventoida rakennuksen materiaalit ja rakenteet. Suoritetun katselmuksen perusteella laaditaan purkusuunnitelma, jossa purettavat materiaalit jaotellaan neljään eri luokkaan. Luokat ovat uudelleenkäyttö, kierrätys, hyödyntäminen energiantuotannossa ja jätteen loppukäsittely. Ensisijaisesti tulee pyrkiä siihen, että materiaalit päätyvät uudelleenkäyttöön ja vasta viimeisimpänä vaihtoehtona on jätteen loppukäsittely. Kiertotalouden purkusuunnitelma voidaan laatia myös saneerattavalle kohteelle. Tällöin suunnitelmassa käsitellään ne materiaalit, jotka on suunniteltu rakennuksesta poistettaviksi tai vaihdettaviksi.

Investointi- ja energiakustannuslaskelman laadinta

Luonnossuunnitteluvaiheessa hankkeelle lasketaan alustavat investointi- ja energiakustannuslaskelmat. Investointikustannusten selvittämiseksi tehdään erilaisten teknisten ja toiminnallisten ratkaisuvaihtoehtojen vertailua, ja arvioidaan niiden vaikutusta kustannuksiin. Investointikustannuslaskennassa arvioidaan myös erilaisia rahoitusvaihtoehtojen ja rahan hinnan vaikutusta hankkeeseen. Samalla voidaan selvittää vihreän rahoituksen mahdollisuutta.

Valmiin rakennuksen ylläpitokustannuksista energiakustannukset muodostavat merkittävän osan koko rakennuksen elinkaarenaikaisia kustannuksia. Kustannusten lisäksi energiankulutus muodostaa suurimman osan rakennuksen päästöistä. Jotta tulevia energiakustannuksia voitaisiin arvioida, suunniteltavalle rakennukselle laaditaan energiakustannuslaskelma. Toisin kuin elinkaarikustannuslaskelmassa, jossa huomioidaan muun muassa rakennuksen huolto- ja korjauskustannukset, energiakustannuslaskelmassa huomioidaan ainoastaan energiankulutus ja sen kustannukset. Kustannuslaskennan avulla voidaan tehdä eri energiamuotojen välistä vertailua, ja hyödyntää saatuja tietoja sekä suunnittelun järjestelmävalinnoissa että investointikustannusten ja käyttökustannusten arvioinnissa.

Investointi- ja energiakustannuslaskentojen perusteella hankkeelle laaditaan alustava budjetti ja hankeaikataulu. Hankkeen aikataulu tulee laatia realistiseksi, jotta vältytään kiireen aikaansaamilta virheiltä ja odottamattomilta lisäkustannuksilta rakennushankkeen muissa hankevaiheissa.

Muuntojoustavuusstrategian laadinta

Rakennuksen maksimaalisen pitkän eliniän saavuttamiseksi, sille voidaan laatia muuntojoustavuusstrategia mahdollisia tulevia muutostarpeita silmällä pitäen. Muuntojoustavuusstrategia laadinta aloitetaan kohteen luonnossuunnitteluvaiheessa, ja sitä tarkennetaan suunnittelun myöhäisemmissä vaiheissa. Suunnitelma laaditaan yhdessä tilaajan, suunnittelijoiden ja muun projektiryhmän kanssa.

Strategian tavoitteena on pyrkiä hahmottelemaan skenaarioita siitä, millaisia muutostarpeita rakennus tulevaisuudessa kohtaa. Muuntojoustavuuden avulla voidaan varautua muutosten toteuttamiseen materiaali- ja kustannustehokkaasti. Kun rakennuksen muuntojoustavuus huomioidaan heti suunnittelun alkuvaiheesta lähtien, voidaan päästä sekä taloudellisesti että ympäristön kannalta parempiin ratkaisuihin. Tulevaisuuden muutostarpeissa voidaan varautua esimerkiksi peruskorjaukseen ja rakenneosien ja taloteknisten järjestelmien uusimiseen rakennuksen käyttöiän aikana. Muutostarpeita voivat aiheuttaa myös työtapojen, kulttuurin tai rakennuksen käyttötarkoituksen muuttuminen sekä tarve laajentumiselle.

Rakennuksen muuntojoustavuusstrategiassa määritellään muuntojoustavuudessa tavoiteltava taso, ja otetaan kantaa määriteltyjen muutosehdotusten toteutumisen todennäköisyyteen. Strategiassa kartoitetaan muuntojoustavuuden vaatimukset ja rajoitukset, kuten esimerkiksi se, kuinka laajoja peruskorjaus- ja uusimistarpeita rakennuksen rakenteille ja järjestelmille on tarve tehdä, ja mitkä ovat näitä rajoittavat tekijät. Strategiassa arvioidaan koko rakennuksen tai joidenkin sen tilojen käyttötarkoituksen muutostarpeita, sekä tarvetta rakennuksen laajentamiselle joko korottamalla tai rakentamalla lisäosia. Lisäksi otetaan kantaa verkostoliittymien, kuten sähkö-, data-, lämpölämpöliittymien tarvittaviin varauksiin.

Kun tarpeet on kartoitettu, arvioidaan keinot, joilla niihin päästään. Strategian avulla tilaajalle ja suunnittelijoilla hahmottuu käsitys siitä, millaisiin muutostarpeisiin on syytä varautua, ja miten ja millaisin kustannuksin ne voidaan toteuttaa. Valmis strategia ohjaa suunnitteluratkaisujen tekemistä.

Sisäilmastoluokan ja materiaaliemissioiden tavoitetasojen määritteleminen

Sisäilmastoluokituksen avulla kohteelle määritellään sisäilmaston tavoitetaso. Tyypillisin tavoiteltava laatuluokka on S2. Tavanomaisesti sisäilmastoluokituksen mukainen tavoitetaso määritellään vain uudiskohteille, mutta luokittelua voidaan hyödyntää soveltuvin osin myös korjausrakentamisessa. Sisäilmastoluokka määritellään yhdessä tilaajan ja suunnittelijoiden kesken. Kohteelle määritelty tavoitetaso ohjaa kaikkien suunnittelualojen suunnitteluratkaisuja. Mikäli sisäilmastoluokan tavoitetasoa ei ole määritelty, se ei kuitenkaan estä huomioimasta sisäilmastoluokitusta suunnittelussa.

Sisäilmastoluokan tapaan kohteelle voidaan asettaa materiaaliemissioiden tavoitetaso. Tällöin suunnittelijoiden tulee huolehtia siitä, että kohteessa käytetään tavoitetason mukaisia materiaaleja. Mikäli joidenkin materiaalien osalta päädytään valitsemaan tavoitetasoa heikompilaatuisia materiaaleja, tulee se ottaa huomioon ilmanvaihdon suunnittelussa.

Innovaatioiden kartoittaminen

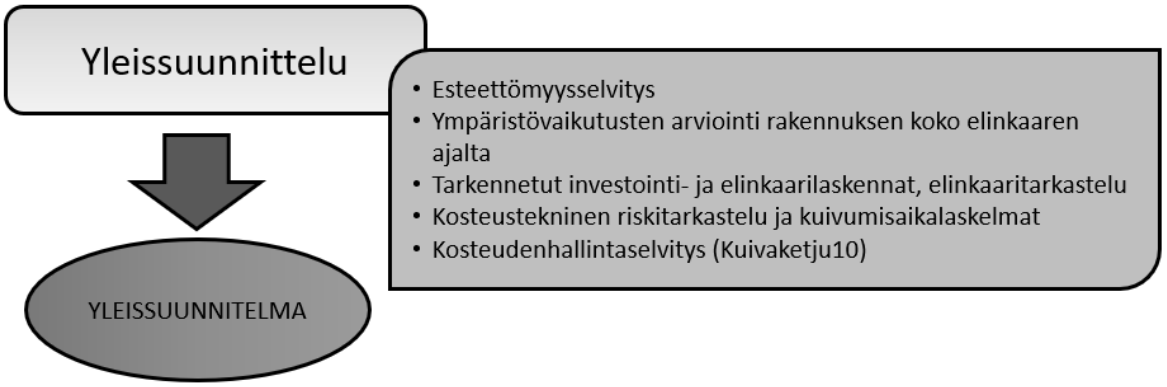
Rakennushankkeen suunnittelun yhteydessä kartoitetaan mahdollisia innovaatioita, joiden avulla voidaan saada aikaan positiivisia ympäristövaikutuksia. Näitä ovat monet hiilikädenjäljen alle lukeutuvat seikat. Innovaatioita voivat olla myös uudenlaiset energiaa säästävät järjestelmät, rakennuksessa tuotettu uusiutuva energia tai merkittävästi päästöjä tai muita ympäristövaikutuksia vähentävät materiaali- ja tuotevalinnat. Uusien innovaatioiden löytäminen edellyttää koko hankeryhmän yhteistyötä, ideointikykyä ja positiivista suhtautumista uusia ratkaisuja kohtaan. Erityisesti suunnittelijoilta on keskeinen rooli innovaatioiden visioinnissa. Tämä edellyttää sekä suunnittelijoiden ympäristötietoisuutta että ajantasaista uu-

sien ratkaisujen ja tuotekehityksen seuraamista. Innovaatiot voivat sisältyä suunnittelun muihin tehtäviin, mutta sertifiointia tavoiteltaessa ne käsitellään osin erillisinä, jotta ne voidaan huomioida innovaatioiden pisteytyksessä.

5.4 Yleissuunnittelu

Luonnossuunnittelusta hanke etenee yleissuunnitteluun, joka tapahtuu osin päällekkäin luonnossuunnittelun ja toteutussuunnittelun kanssa. Yleissuunnittelun tarkoituksena on tarkentaa luonnossuunnittelun aikaisia ratkaisuja. Jotta rakennukselle asetetut toiminnalliset, elinkaari-, vähähiilisyys- ja muut tavoitteet saavutetaan, vaaditaan suunnittelijoilta entistä vuorovaikutteisempaa yhteistyötä. Yleissuunnitteluvaiheessa keskeisessä roolissa ovat rakennussuunnittelija ja/tai arkkitehti, rakennesuunnittelija ja energiasuunnittelija. (RT 103254, 2020, s. 10.)

Yleissuunnittelun aikana tarkennetaan ja kehitetään luonnossuunnitteluvaiheessa tehtyjä periaatteellisia ratkaisuja. Energia-, materiaali- ja toteutustaparatkaisujen tarkentuminen sekä rakenteiden käyttöikäsuunnittelu mahdollistavat erilaisten laskelmien suorittamisen. Tarkentuneiden tietojen avulla suoritetaan muun muassa energia-, hiilijalanjälki- ja elinkaarilaskentaa. Laskelmien lisäksi tehdään myös optimointia, jolla pyritään varmistamaan eri tavoitteiden välisen tasapainon säilyminen ja parhaan mahdollisen ratkaisun löytyminen. Samalla arvioidaan valittavan ratkaisun vaikutusta investointi- ja ylläpitokustannuksiin. (RT 103254, 2020, s. 10.) Alla olevassa kuvassa (KUVA 7) on esitetty yleissuunnittelun aikaiset kestävän kehityksen toimenpiteet.



Kuva 7. Yleissuunnittelun aikaiset keinot, joilla voidaan vaikuttaa kestävän kehityksen toteutumiseen rakennushankkeessa.

Kestävän kehityksen kannalta on tärkeää, että yleissuunnitteluvaiheessa varmistetaan eri rakennusosien ja materiaalien tekniset käyttöiät sekä huomioidaan niiden uudelleenkäyttö- ja kierrätysmahdollisuudet. Samalla on hyvä arvioida tilojen mahdollista muunneltavuutta ja rakenteiden purettavuutta niiden kustannusvaikutuksia unohtamatta.

Yleissuunnittelun jälkeen suunnitelmasta laaditaan nykyisten säännösten edellyttämä energiatodistus sekä mahdollisesti uuden maankäyttö- ja rakennuslain tulevien säännösten edellyttämä hiilijalanjälkilaskelma. Tehdyillä yleissuunnitelmilla haetaan hankkeelle rakennuslupaa.

Energiasimulointi

Energiasimuloinnin avulla saadaan realistinen arvio rakennuksen energiankulutuksesta ja energiatarpeesta. Arviointi voidaan suorittaa joko staattisena tai dynaamisena simulointina. Simuloinnin avulla kyetään optimoimaan lämmitys- ja jäähdytysjärjestelmien tehot, ja vältytään niiden ali- tai ylimitoitukselta. Energiankulutuksen ja tehontarpeiden lisäksi saadaan laskettua rakennuksen tarkka E-luku, ja kyetään selvittämään esimerkiksi huonekohtaiset lämpötilatasot, huoneilman kosteustasot ja CO_2-pitosuudet. Energiasimuloinnilla voidaan myös kartoittaa rakennuksen niin sanottujen ilmaisenergioiden, kuten aurinko- ja tuulienergian sekä ihmisten, koneiden ja laitteiden sekä valaistuksen luovuttaman lämpöenergian määrä.

Elinkaaren hiilijalanjälkilaskenta, LCA

Elinkaaren hiilijalanjälkilaskennalla selvitetään rakennuksen ympäristövaikutuksia, ja sen avulla pyritään vaikuttamaan rakennuksen koko elinkaaren aikaisiin päästöihin. Jo hankkeen tarveselvitysvaiheessa tai myöhemmin hankesuunnittelun aikana rakennukselle voidaan asettaa hiilijalanjälkitavoite. Tavoitteenasetanta perustuu muiden samankaltaisten rakennusten hiilijalanjälkilaskennan tuloksiin.

Varsinainen rakennuksen elinkaaren hiilijalanjäljen laskenta suoritetaan suunnitteluvaiheen aikana siten, että laskentaa tarkennetaan suunnittelun edetessä. Hiilijalanjälkilaskelmat voidaan laatia käyttämällä apuna Suomen ympäristökeskus geneeristä eli tyypillistä päästötietokantaa tai hyödyntämällä valmistajien tarjoamia tuotetietokohtaisia päästötietoja. Suurimmat päästöt muodostuvat yleensä tontin maatöistä, rakennuksen perustuksista ja sen kantavasta rungosta ja ulkosienistä. Näin ollen kiinnittämällä niihin huomiota yleissuunnitteluvaiheessa, voidaan syntyviin päästöihin vaikuttaa tehokkaasti.

Laskenta pitää sisällään aiemmin tässä työssä esitetyt (KUVA 2) moduulit, eli se kattaa materiaalien hankinnasta ja valmistuksesta, rakennusvaiheesta, rakennuksen käytöstä ja ylläpidosta sekä purusta aiheutuneet päästöt. Laskenta voidaan suorittaa pinta-alaperusteisesti ($kgCO_2e/m^2$). Vaihtoehtoisesti pinta-alaperusteisesti laskettu arvo voidaan suhteuttaa rakennuksen käyttöikään, jolloin saatu tulos kuvaa rakennuksen päästöjen määrää vuositasolla ($kgCO_2e/m^2/a$). Laskenta tulisi jaotella tuote- ja käyttösidonnaisiin päästöihin, jolloin olisi selkeämmin eroteltavissa päästöjen syntylähteet. Suunnittelun aikana voidaan suorittaa simulointia, jonka avulla nähdään paremmin tuote-, materiaali- ja järjestelmävalintojen vaikutus lopullisiin laskentatuloksiin. Hiilijalanjäljen laskennan yhteydessä rakennushankkeelle voidaan myös suorittaa hiilikädenjälkilaskenta. Hiilikädenjälkilaskelmassa voidaan esittää muun muassa mahdollisia rakennusmateriaalien uudelleen hyödyntämisen, kierrättämisen, hiilen varastoinnin tarjoamia etuja.

Tällä hetkellä hiilijalanjäljen laskenta on rakennushankkeeseen ryhtyvälle vapaaehtoista, mutta lausuntokierroksella olevassa Maankäyttö- ja rakennuslain uudistuksessa siitä esitetään tulevan velvoittavaa. Alkuun laskentaa suoritetaan ilman rakennustyyppikohtaista raja-arvoa, mutta myöhemmin raja-arvoihin pääsemisemisestä on tulossa rakennusluvan edellytys. (YM, 2021c.)

Investointi- ja elinkaarikustannuslaskenta, LCCA/LCC

Investointilaskennan avulla selvitetään hankkeen hankintakustannuksia, ja arvioidaan investoinnin kannattavuutta. Elinkaarikustannusanalyysi ulottuu pidemmälle aikajänteelle kuin

investointilaskelma, ja sen tarkoituksena arvioida rakennuksen koko elinkaaren aikaiset kustannukset. Elinkaarikustannuslaskenta pitää sisällään kohteen investointikustannukset, käytönaikaiset kustannukset ja käytöstä poistokustannukset. Käytönaikaisiin kustannuksiin luetaan mukaan muun muassa energiakustannukset, huolto- ja korjauskustannukset sekä erilaiset maksut, kuten jätemaksut ja kiinteistöverot. Erilaisten laitteiden energiakäyttökustannukset voivat usein olla hankintahintaakin suuremmat. Elinkaarikustannuslaskennan avulla voidaan vertailla erilaisia suunnitteluratkaisuja, ja selvittää simuloimalla kokonaistaloudellisesti kannattavin toteutusvaihtoehto.

Kosteustekninen riskitarkastelu ja kuivumisaikalaskelmat

Kohteelle suoritetaan kosteustekninen riskitarkastelu, jonka tarkoituksena on tunnistaa kohteen kosteusriskit, ja pyrkiä vaikuttamaan niihin suunnitteluratkaisujen avulla. Riskitarkastelun perustella määritellään rakennusosakohtaiset riskiluokat, ja kriittisille rakenteille tehdään suunnitteluvaiheessa kuivumisaikalaskelmat. Tehtyjen laskelmien perusteella varmistetaan, että kohteelle on laadittu realistinen rakentamisaikataulu, ja aikatauluun on lisätty kriittisten työvaiheiden ajankohdat. Riskitarkastelun laadintaan osallistuvat kohteen kaikki suunnittelijat. Mikäli kohteessa on vaativia tai erittäin vaativia kosteusteknisten riskien rakenteita, kohteelle valitaan erillinen puolueeton rakennusfysiikan suunnittelija, joka suorittaa kohteelle rakennusfysikaalisen tarkastelun.

Kosteudenhallintaselvitys

Kohteelle laaditaan kosteudenhallintaselvitys, johon kirjataan rakennushankkeen kosteudenhallinnalle asetetut tavoitteet hankkeen eri vaiheissa aina suunnittelusta kohteen valmistumiseen asti. Selvityksen tarkoituksena on varmistaa se, että rakennuksen rakenteiden kosteudesta ei ole haittaa rakennuksen terveellisyydelle, turvallisuudelle tai pitkäikäisyydelle. Selvityksessä käydään pääpiirteittäin läpi ne toimenpiteet, joilla varmistetaan rakentamismääräysten ja vaatimusten toteutuminen sekä asetettuihin tavoitteisiin pääseminen. Kosteudenhallintaselvitys on rakennusvalvonnan edellyttämä lupahakemuksen liiteasiakirja. Kos-

teudenhallintaselvityksen pohjalta urakoitsija tai hänen palkkaamansa asiantuntija laatii työmaalle kosteudenhallintasuunnitelman. Suunnitelma on laadittava ennen rakennustöiden aloitusta.

Esteettömyysselvitys

Hankkeen esteettömyysselvitys tehdään suunnittelun perustaksi, jotta esteettömyys tulee huomioiduksi rakennuksen suunnittelussa. Selvitys kattaa rakennuksen sisätilojen lisäksi rakennuksen ulkopuoliset alueet. Esteettömyysasetus määrittää esteettömyyden vähimmäisvaatimukset, mutta jokaisen hankkeen esteettömyyden tavoitetaso määritellään hankekohtaisesti. Mitä paremmin esteettömyys ja siihen liittyvät mahdolliset tulevaisuuden tarpeet huomioidaan jo suunnitteluvaiheessa, sitä pitkäikäisempään ja kestävämpään lopputulokseen päästään. Esteettömyysselvityksessä huomioidaan liikkumisen esteettömyyden lisäksi myös aistiesteettömyys, jota suunnittelussa tuetaan selkeillä tilaratkaisuilla. Rakennus, jossa esteettömyys on huomioitu kattavasti, mahdollistaa tilojen käytön mahdollisimman laajalle käyttäjäkunnalle. Samalla se vähentää sellaisia tulevia muutostarpeita, jotka johtuvat esimerkiksi käyttäjien liikunta- tai näkökyvyn rajoitteisuudesta. Kattavasti huomioitu rakennuksen ja sen ympäristön esteettömyys voi lisäksi parantaa rakennuksen myöhempiä muuntojoustavuusmahdollisuuksia.

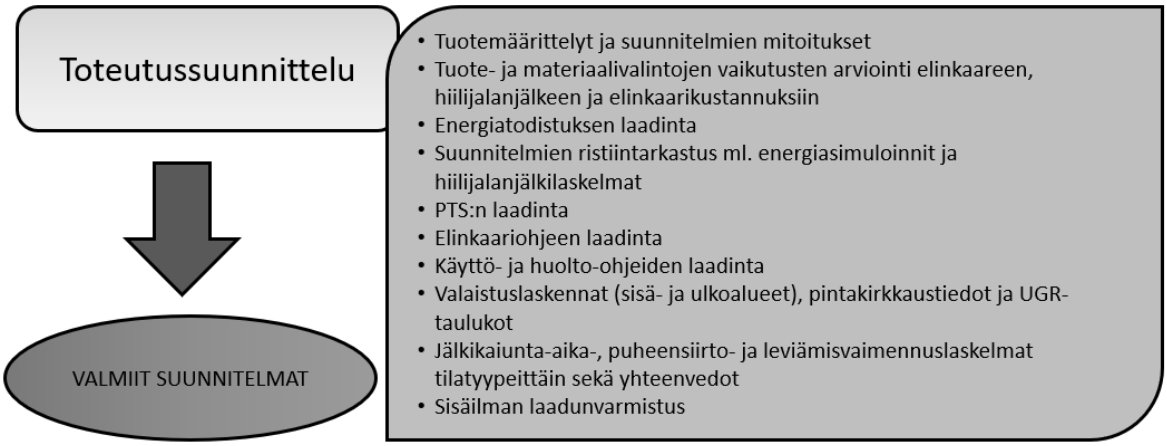
5.5 Toteutussuunnittelu

Luonnos- ja yleissuunnittelua seuraa toteutussuunnittelu. Toteutussuunnittelun aikana tehdään tuotemäärittelyt ja mitoitetaan suunnitelmat. Valintoja tehtäessä voidaan vielä vertailla varsin tarkasti eri tuote- ja ratkaisuvaihtoehtojen vaikutuksia rakennuksen elinkaareen, hiilijalanjälkeen ja investointikustannuksiin. Rakennuksen käyttöikäsuunnittelulla varmistetaan, että suunniteltu rakennus ylittää sille asetetun käyttöiän suunnitteluarvon. (RT 103254, 2020, s. 12.)

Toteutussuunnittelun yhteydessä laaditaan alustava rakennuksen käyttö- ja huolto-ohje. Rakennuksen osien kestävyyden ja rakennuksen käyttöiän sekä energiatehokkuuden ja päästö-

jen varmistamiseksi on tärkeää, että ohje on kattava ja sisältää kaikki tarvittavat tiedot. Kestävän kehityksen ja vähähiilisen rakentamisen kannalta ohje tulisi laajentaa elinkaariohjeeksi, joka sisältää tuotteiden korjaus- ja kierrätysohjeet. (RT 103254, 2020, s. 12.)

Ennen toteutussuunnittelun päättymistä pääsuunnittelija varmistaa yhdessä tilaajan kanssa, että hankkeelle asetetut tavoitteet täyttyvät. Lopuksi tilaaja hyväksyy syntyneet suunnitelmat ja muut suunnitteluun sisältyvät asiakirjat. Hyväksyttyjen dokumenttien avulla hanke voidaan kilpailuttaa. (RT 103254, 2020, s. 12.) Alla olevassa kuvassa (KUVA 8) on esitetty toteutussuunnittelun aikaisia kestävää kehitystä edistäviä toimenpiteitä.



Kuva 8. Toteutussuunnittelun aikaiset keinot, joilla voidaan vaikuttaa kestävän kehityksen toteutumiseen rakennushankkeessa.

Energiatehokkuus ja energian päästöt

Rakennusteollisuus RT:n vähähiilisyyden tiekartan nykytila-analyysiä varten tehtyjen selvitysten perusteella on todettu, että käytönaikainen energiankulutus muodostaa peräti kolme neljäsosaa Suomen koko rakennetun ympäristön vuotuisista päästöistä. (Rakennusteollisuus RT sr, 2020). Näin ollen käytönaikaisen energiankulutuksen määriin vaikuttaminen, onkin tehokkain tapa vähentää syntyviä päästöjä. Syntyviin päästöihin voidaan vaikuttaa sekä rakennuksen energiatehokkuuden että lämmitys- ja sähköenergian tuotantomuotojen kautta. Rakennuksen energiatehokkuudella voidaan vaikuttaa siihen, kuinka paljon energiaa raken-

nuksessa tarvitaan rakennuksen valaistukseen, lämmittämiseen ja siinä tapahtuvien toimintojen tuottamiseen. Energiankulutuksen päästöihin taas vaikuttaa se, millä ostoenergiana käytettävät sähkö-, kaukolämpö ja mahdollinen kaukokylmä ovat tuotettu.

Suomen hiilineutraaliustavoitteiden myötä energiantuotanto tulee siirtymään fossiilisista polttoaineista päästöttömiin energian tuotantomuotoihin, joten rakennusten käytönaikaiset energiankulutuksen päästöt tulevat pienenemään vuoteen 2035 mennessä ja siitä eteenpäin. Tämän vuoksi uusissa suunnitteilla olevissa rakennuksissa olennaisempaa onkin keskittyä rakennuksen rakentamisenaikaisiin päästöihin. Olemassa olevien rakennusten osalta käytönaikaisia päästöjä voidaan vähentää parantamalla rakennusten energiatehokkuutta.

Rakentamisen aikaisia päästöjä voidaan vähentää suunnittelun keinoin hyödyntämällä passiivista suunnittelua ja energiasimuloinnin tuloksia. Oleellisessa osassa ovat rakenne- ja tilaratkaisut, tuote-, materiaali- ja järjestelmävalinnat sekä rakennusautomaatio. Lisäksi energiatehokkuuteen on mahdollisuus vaikuttaa mittauksen ja kulutuskäyttäytymisen keinoin. Rakennuksen sijoitteluun tontilla ja sen topografisella suunnittelulla voidaan vaikuttaa tarvittavan lämitys- ja jäähdytys- sekä valaistusenergian määrään. Asemointi ja suuntaus voivat lisäksi vaikuttaa mahdollisten uusiutuvien energiamuotojen kuten maalämmön, aurinkoenergian ja tuulivoiman hyödynnettävyyteen.

Energiatodistuksen laadinta

Rakennuksen energiatodistus on virallinen asiakirja, joka kuvaa sen energiatehokkuutta. E-lukulaskennasta saatava rakennustyyppikohtainen energiatehokkuusluokka perustuu rakennuksen ominaisuuksiin ja niistä johdettuun energiankulutukseen, eikä käyttäjien kulutustottumuksilla ole vaikutusta luokitukseen. Luokittelun avulla samankaltaisia rakennuksia voidaan vertailla keskenään. Rakennuksen energiatehokkuus riippuu sen suunnitteluratkaisuista, kuten esimerkiksi rakennuksen arkkitehtuurista, lämpöteknisistä ominaisuuksista ja teknisistä järjestelmävalinnoista.

Uudiskohteelle energiatodistus laaditaan toteutussuunnittelun aikana, ja se liitetään rakennusluvan liitteeksi. Olemassa olevalta rakennuksilta vaaditaan energiatodistusta niiden

vuokrauksen tai myynnin yhteydessä. Olemassa olevien rakennusten osalta energiatodistuksessa ilmoitetaan laskennallisen energiatehokkuusarvon lisäksi rakennuksen todellinen toteutunut energiankulutus. Energiatodistus ei saa olla yli kymmentä vuotta vanhempi, ja se tulee päivittää jokaisen energiatehokkuutta parantavan toimenpiteen jälkeen.

Valaistuslaskelmat

Kohteelle kaikille eri tiloille laaditaan sisä- ja ulkotilojen valaistuslaskelmat. Laskelmat pitävät sisällään energiankulutuslaskelmia ja valo- sekä häikäisytehoon ja -voimakkuuteen liittyviä laskelmia. Energiankulutuksen osalta selvitetään valaisinten käyttämä sähköenergian määrä, jonka yksikkö on kWh. Valaisinten liityntätehon eli ottotehon [W] avulla saadaan selville koko valaisinten sähköverkosta ottama teho. Valaisinten lisäksi kokonaistehoon tulee huomioida vielä valaistuksen ohjauksen ja muiden valaistusjärjestelmien käyttämä sähköteho. Valaistuslaskelmat voi tehdä joko valaistussuunnittelija tai sähkösuunnittelija.

Akustiikkalaskelmat

Akustiikkalaskelmien avulla voidaan varmistaa, että tilat täyttävät niiden käyttötarkoituksen mukaiset äänivaatimukset. Vaatimusten täyttämisen varmistamiseksi laaditaan tilatyypeittäin puheensiirto-, jälkikaiunta-aika- ja leviämisvaimennuslaskelmat sekä niiden yhteenveto. Laskelmat suorittaa tyypillisesti akustiikkasuunnittelija.

Työselostusten laadinta

Jokainen suunnitteluala laatii piirustusten lisäksi työselostukset, ja varmistaa osaltaan, että piirustuksissa ja työselostuksessa ei ole ristiriitaisuuksia. Kohteen työselostuksiin kirjataan tavanomaisten työselostusasioiden lisäksi erikseen sellaiset asiat, jotka vaativat urakoitsijalta erillisiä toimenpiteitä tai erityishuomiota. Näitä voivat olla esimerkiksi tavanomaista tarkemmat järjestelmämäärittelyt, tiukemmat energiankulutusvaatimukset tai tietyt materiaalivalinnat. Kirjaukset voivat koskea myös työtapoja tai raportointia. Oikeanlaisen lopputuloksen varmistamiseksi kirjaukset on tehtävä selkeiksi ja yksiselitteisiksi.

Suunnitelmien tarkastus

Kohteen suunnittelun valmistuttua suunnitelmille suoritetaan ristiintarkastelu, jolla varmistetaan eri suunnittelualojen suunnitelmien yhteensopivuus. Virheettömien ja laadukkaiden suunnitelmien takaamiseksi suunnitelmille tulisi suorittaa ulkopuolinen tarkastus. Luonnollisina suunnitelmien tarkastajina voivat toimia kohteen tulevat valvojat, mutta suunnitelmat voidaan tarkastaa kenen tahansa muun riittävän ammattitaidon omaavan tahon toimesta. Tarkastuksen tulee kattaa kaikki suunnittelualat, ja kohdentua sekä piirustuksiin että työselostuksiin. Suoritetun ristiintarkaselun todentamiseksi suunnitelmat päivätään ja allekirjoitetaan. Tarkastuksen tarkoituksena on havaita suunnitteluasiakirjojen mahdolliset virheet, puutteet ja ristiriitaisuudet ennen hankkeen kilpailutusta. Näin pyritään eliminoimaan virheistä ja puutteista mahdollisesti aiheutuvat lisätyöaika- ja lisäkustannusvaikutukset sekä vähentämään työnaikaista suunnittelua.

Käyttö- ja huolto-ohjeet

Suunnittelijat osallistuvat osaltaan kohteen käyttö- ja huolto-ohjeiden laadintaan. Käyttö- ja huolto-ohjeisiin liitetään tuotteiden ja laitteiden käyttö- ja huolto-ohjeet sekä tuotetiedot. Laadittujen ohjeiden tulee kattaa kaikki rakennuksen laitteet ja järjestelmien osat. Käyttö- ja huolto-ohjeet kootaan yhdeksi dokumentiksi, mieluiten sähköiseen muotoon, jonka jälkeen dokumentti luovutetaan tilaajan edustajalle. Luovutuksesta laaditaan erillinen molempien osapuolten allekirjoittama luovutusasiakirja myöhempien epäselvyyksien välttämiseksi.

Elinkaariohje

Kohteelle laaditaan elinkaariohje, jonka tarkoituksena on parantaa rakennuksen ylläpidettävyyttä, ja mahdollisuutta arvioida tulevia huolto- ja korjauskustannuksia. Elinkaariohje voidaan laatia hyödyntäen ”Kiinteistön tekniset käyttöiät ja kunnossapitojaksot” (RT 18-10922) -ohjekortin mukaista nimikkeistöä ja jaottelua. Jokaisen rakennusosan tai -järjestelmän kohdalle kirjataan sen keskimääräinen käyttöikä ja suunnitelman mukainen ylläpidon toimenpide sekä toimenpiteen kustannusarvio. Elinkaariohjeen perusteella kiinteistön omistaja voi huomioida tulevat huolto- ja uusimistarpeet sekä niiden kustannukset omassa toiminnassaan.

Liitteessä 3 on esitetty erään kohteen elinkaariohje sähköjärjestelmien osalta. Samanlainen kunnossapitoehdotus laaditaan rakennuksen muillekin osille ja teknisille järjestelmille. (RT 18-10922, 2018.)

5.6 Valmiit suunnitelmat

Tavoitteiden varmistaminen

Suunnitelmien valmistuttua tehdään sekä sisäistä että ulkoista laadunvarmistusta, ja tarkastetaan, että kaikki hankkeelle asetetut tavoitteet on täytetty. Ensin varmistus tehdään suunnittelutoimistossa sisäisesti, ja sen jälkeen asetettujen tavoitteiden ja niiden toteutuminen käydään läpi yhdessä tilaajan kanssa. Lisäksi hyväksytetään suunnitelmat ja muut hankkeen asiakirjat tilaajalla kirjallisesti, ja luovutetaan aineisto tilaajan käyttöön kilpailutusta varten.

Hankkeen onnistumisen arviointi hankkeen valmistuttua

Hankkeen onnistumisesta suoritetaan itsearviointi, ja siitä laaditaan muistio. Muistioon kirjataan hankkeen onnistumiset, ja ne seikat, joihin jäi parannettavaa. Muistioon kirjatut asiat käydään läpi suunnittelijoiden kanssa, jotta seuraavassa hankkeessa voidaan onnistua entistä paremmin.

Itsearvioinnin lisäksi kerätään palautetta hankkeen muilta osapuolilla. Itsearvioinnin tapaan saatu palaute käydään läpi asianosaisten suunnittelijoiden kanssa, ja saatu palaute hyödynnetään seuraavissa suunnittelukohteissa.

5.7 Valmis rakennus ja sen ylläpito

Koska rakennuksen käytönaikaiset päästöt muodostava suurimman osan elinkaarenaikaisista päästöistä, ei kestävän kehityksen huomioiminen lopu rakennuksen valmistumiseen. Valmistumisen jälkeen suoritetaan rakennuksen laitteiden ja järjestelmien säätöä, jotta kulutus voidaan optimoida mahdollisimman tarkoituksenmukaiselle tasolle. Optimoinnin ja säädön

lisäksi rakennuksessa suoritetaan jatkuvaa energian- ja vedenkulutukseen liittyvää kulutusseurantaa. Seurannan avulla voidaan havaita poikkeamat tavanomaiseen kulutukseen nähden, ja puuttua niihin mahdollisimman varhaisessa vaiheessa.

Rakennuksen käyttöiän aikana rakennukselle voidaan suorittaa tarpeen mukaan kuntoarvioita ja -tutkimuksia. Tutkimusten avulla kyetään selvittämään tulevaa korjaustarvetta ja täydentämään elinkaariohjetta. Rakennuksen käyttöiän aikana sille tullaan todennäköisesti suorittamaan useita muutos-, korjaus- ja saneeraustöitä. Kestävän kehityksen kannalta keskeisessä osassa ovat energiaremontit, joilla voidaan vähentää rakennuksen energiankulutusta tai muuttaa sitä fossiilittomampaa suuntaan.

Mikäli kyseessä on kiinteistöön kohdistuva kauppa, sille voidaan laatia Technical Due Diligence (TDD) -raportti, jonka tarkoituksena on selvittää tonttiin ja kiinteistöön liittyvät riskit, rakennuksen kunto, korjaus- ja kunnossapitotarpeet sekä niiden kustannukset. TDD-raportin tulokset vaikuttavat kiinteistön lopullisen kauppahinnan muodostumiseen. TDD-selvitysten ohella kiinteistöille voidaan lisäksi suorittaa Environmental Due Diligense eli EDD-selvitys. Sen tarkoituksena on arvioida kiinteistökauppoihin, yritysjärjestelyihin tai toiminnanmuutos- tai lopetustilanteisiin liittyviä ympäristöriskejä, vastuita ja velvoitteita.

6 SUUNNITTELUN VAIKUTUSMAHDOLLISUUDET

6.1 Arkkitehti- ja rakennusteknisten ominaisuuksien suunnittelu

Arkkitehti laatii kohteen luonnossuunnitelmat, joiden pohjalta muiden suunnittelualojen suunnittelijat lähtevät toteuttamaan rakennuksen teknisiä ratkaisuja. Arkkitehti määrittelee alustavasti rakennuksen muodon ja materiaalit kaavamääräykset huomioiden. Arkkitehtisuunnittelun määrittelyjen perusteella rakennesuunnittelu lähtee tekemään rakennusteknistä suunnittelua. Suunnitteluprosessin aikana osa arkkitehdin tekemistä suunnitelmista voi muuttua sen vuoksi, ettei jokin suunnitelma ole joko rakennusteknisesti mahdollista tai taloudellisesti kannattavaa toteuttaa. Hyvän lopputuloksen aikaansaamiseksi on tärkeää, että suunnittelijat ymmärtävät erilaisten suunnitteluratkaisujen keskinäisen vaikutuksen, ja kykenevät arvioimaan tehtyjen ratkaisujen kestävyyttä suhteessa aikaan, olosuhteisiin ja käyttötarkoitukseen.

6.1.1 Arkkitehtisuunnittelu

Arkkitehti rakennuksen pääsuunnittelijana vastaa siitä, että suunnittelu täyttää tiloille asetetut tavoitteet. Suunnittelun lähtökotana toimivat tarveselvitys ja muut tilojen hankintaa määrittelevät lähtötiedot. Hankesuunnittelun aikana hahmotellaan erilaisia vaihtoehtoja tilantarpeen toteuttamiseksi. Tarve voidaan täyttää saneeraamalla vanhaa tai rakentamalla uutta. Saneerattaessa olemassa olevaa rakennusta tulisi ensisijaisesti lähteä siitä, että mahdollisimman suuri osa nykyisistä rakenteista ja materiaaleista voitaisiin säilyttää. Purettaessa vanhaa tulisi pohtia sitä, miten materiaaleja voidaan uusiokäyttää tai kierrättää. Purkamisen ja säilyttämisen väliltä pitäisi löytää ratkaisu, joka sekä täyttää tilojen toiminnallisuudelle asetetut vaatimukset että huomioi kestävän kehityksen.

Uudisrakentamisessa suunnittelun vaikutusmahdollisuudet ovat laajemmat. Arkkitehtisuunnittelu pitää sisällään niin passiivisen suunnittelun mahdollisuudet kuin kaavan määräämien rajoitusten huomioonottamisen. Kestävän kehityksen näkökulmasta rakennuksen muoto, materiaalivalinnat ja sijoittelu tontilla vaikuttavat niin rakennuksen elinikään kuin siitä syntyviin päästöihinkin.

Arkkitehti tekee valtaosan rakennuksen materiaalivalinnoista. Tehdyillä valinnoilla on keskeinen merkitys siihen, päästäänkö suunniteltuun käyttöikään vai ei. Materiaalivalintojen lisäksi rakennuksen muodolla on merkitystä rakennuksen ennakoidun käyttöiän saavuttamiseen. Molempia valintoja tehtäessä tulisi ottaa huomioon ilmastonmuutoksen mukanaan tuomat sään ääri-ilmiöt, joiden oletetaan lisääntyvän tulevaisuudessa. Esimerkiksi rakennuksen harjakatolla ja räystäiden pituudella pystytään tasakattoa paremmin varautumaan sekä lisääntyviin sade- ja lumimääriin että ehkäisemään auringon lämpö- ja häikäisyvaikutuksiin rakennuksen sisätiloissa.

Käyttöiän pidentämiseksi rakennus tulisi suunnitella siten, että se mahdollistaa rakennuksen toiminnalliset ja käyttötarkoitukselliset muutokset. Tämän vuoksi suunnittelun yhtenä lähtökohtana tulisi olla rakennuksen muuntojoustavuus, vaikka sen pitkän käyttöiän vuoksi, voikin olla vaikeaa ennustaa, millaisia muutoksia rakennus tulee sen elinkaaren aikana kokemaan. Joitakin asioita voidaan kuitenkin ottaa huomioon jo suunnittelun aikana. Kantavat rakenteet ja paloalueet voidaan suunnitella siten, että ne mahdollistavat myöhemmät tilamuutokset rakennuksessa. Tiloja voidaan myös suunnitella useampaan eri käyttötarkoitukseen. Tällöin tilat ovat muunneltavissa uuteen käyttöön mahdollisimman pienin muutoksin.

Jotta tilat palvelisivat mahdollisimman hyvin ja pitkään käyttäjiään, tilojen tulee olla toimivat, sisäilmasto-olosuhteiltaan hyvät ja visuaalisesti viihtyisät. Sisäilmasto-olosuhteisiin vaikuttavat muun muassa tiloihin valitut materiaalit, ilmanvaihto, lämpötila, luonnon valo ja valaistus. Näin ollen voidaankin todeta, että vaikka arkkitehti vastaa tarpeenmukaisten sisäilmaolosuhteiden suunnittelun toteutumisesta, suunnittelu tehdään tiiviissä yhteistyössä muiden suunnittelualojen kanssa.

6.1.2 Rakennesuunnittelu

Kestävän kehityksen huomioiminen rakentamisessa vaikuttaa rakennesuunnitteluun monella tapaa. Rakennesuunnittelu voidaan ottaa mukaan hankkeeseen jo tarveselvitysvaiheessa, jolloin rakennesuunnittelijan rooli on osallistua avustaviin tehtäviin. Tehtävät voivat liittyä erilaisiin rakennejärjestelmien selvityksiin, alustavan kustannusennusteen laaditaan tai olla kannanotto rakentamisaikatauluun rakennustekniikan osalta. Hankesuunnitteluvaiheessa rakennesuunnittelija voi osallistua hankkeen suunnittelutavoitteiden ja hankkeen läpimenolle

asetettavien tavoitteiden määrittelyyn. Rakennesuunnittelijan ammattitaitoa voidaan hyödyntää elinkaariselvityksessä, jossa selvitetään tarjolla olevien vaihtoehtoisten rakennuspaikkojen elinkaari-, käyttöikä- ja ympäristövaikutuksia. Lisäksi rakennesuunnittelija voi antaa näkemyksensä vaihtoehtoisten rakennuspaikkojen toteutettavuutta, kustannuksia ja elinkaariedullisuutta arvioitaessa. Hankesuunnitteluvaiheessa rakennesuunnittelija määrittelee rakennusosien ja -järjestelmien rakennetekniset suunnittelutavoitteet ja osallistuu rakennusfysikaalisten tavoitteiden, rakenteiden laatutason ja toiminnallisten tavoitteiden sekä käyttöikä- ja elinkaaritavoitteiden määrittelyyn yhdessä muun projektiryhmän kanssa.

Erilaisten määräysten, lähtötietojen, rakennesuunnittelun tueksi tehtyjen ennakkotutkimusten, kestävän kehityksen tavoitteiden ja arkkitehtiluonnosten pohjalta rakennesuunnittelija ryhtyy laatimaan omia suunnitelmiaan. Koska rakennuksen perustukset ja kantava runko aiheuttavat suurimman osan rakennuksen hiilijalanjäljestä, on hyvä kiinnittää huomiota valittavien materiaalien päästöjen määrään. Esimerkiksi valittavina olevien eri betoni- ja teräsvalmistajien tuotteiden päästöt vaihtelevat sen mukaan, missä tuote on valmistettu, ja mikä on tuotteen valmistukseen käytetyn kierrätettävän materiaalin osuus suhteessa neitseellisiin materiaaleihin. Tulevaisuudessa materiaalipäästöihin tulee vaikuttamaan merkittävästi myös materiaalin tuotantotapa. Erityisesti kehitteillä oleva teräksen valokaariprosessi tulee vähentämään valmistuksen päästöjä huomattavasti nykyiseen masuuniprosessiin verrattuna.

Muuntojoustavuuden toteutumista voidaan edistää erilaisin rakennusratkaisuin. Rakennuksessa voidaan varautua taloteknisiin muutoksiin suunnittelemalla kohteeseen tekniikkakuiluvarauksia, jotka voidaan myöhemmin ottaa muutostarpeiden mukaan käyttöön. Tilojen muuntojoustavuutta voidaan edistää siten, että rakennuksen runko rajoittaa tulevia muutoksia mahdollisimman vähän. Kantavien pilareiden ja betoniseinien määrää rungon sisällä pyritään vähentämään ilman, että rakennuksen stabiliteetti kärsii. Jäykistävät betoniseinät pyritään sijoittamaan sellaisiin kohtiin, joissa ne rajoittavat rakennuksen myöhempää muuntojoustavuustarvetta mahdollisimman vähän. Myöhempien taloteknisten muutosten vuoksi, rakennuksen huonekorkeus tulisi suunnitella sellaiseksi, että se mahdollistaa talotekniikan asennuksen joko kattoon tai joissakin tapauksissa korokelattian alle.

Luonnon ääri-ilmiöiden määrä on Suomessa moniin muihin maihin verrattuna vähäinen. Suomessa ei esimerkiksi juuri tarvitse varautua maanjäristyksiin tai tsunameihin, mutta etenevä ilmastonmuutos ja sen mukanaan tuomat sään ääri-ilmiöt lisäävät rakennesuunnittelussa huomioitavien asioiden määrää.

Rakennesuunnittelussa on otettava entistä paremmin huomioon muun muassa lisääntyvien sateiden aiheuttama eroosiorapautuminen, ilmankosteuden lisääntymisen ja kuivien kausien lyhentyminen sekä myrskytuulet, rankkasateet ja hellejaksot. Nämä asettavat rakenteet aiempaa kovemmalle rasitukselle, ja voivat vaikuttaa siihen, ettei rakennukselle asetettua käyttöikätavoitetta saavuteta. Tämän vuoksi onkin kiinnitettävä entistä enemmän huomiota rakenteiden kestävyyteen ja niiden mahdollisuuteen kuivua.

Ilmankosteuden, myrskytuulten ja rankkasateiden lisääntymisen ohella huomionarvoisia seikkoja ovat tulvat ja vedenpinnan nousu vesistöjen äärellä. Muun muassa Suomen valtion ympäristöhallinnon yhteisestä verkkopalvelusta, Ympäristö.fi ja Suomen ympäristökeskuksen ja ilmatieteenlaitoksen yhteisestä Tulvakeskuksen tulvatilannepalvelusta on saatavissa arviotietoa vedenpinnan nousukorkeudesta ja tulvien vaikutuksesta eri alueilla. Vedenpinnan nousu ja tulvien vaikutus tulee ottaa huomioon erityisesti silloin, kun suunnitellaan vesialueiden läheisyydessä ja alavilla mailla sijaitsevien rakennusten perustuksia ja maantasossa sekä sen alapuolella olevia kerroksia. Näiden rakenteiden tulee kestää sekä mahdollista vedenpainetta että kosteusvaikutuksia. Lisäksi suunnittelussa on huomioitava tilankäyttäjien turvallisuus tulvatilanteissa.

6.2 Taloteknisten ominaisuuksien suunnittelu

Taloteknisellä suunnittelulla on suuri vaikutus rakennuksen sisäilmasto-olosuhteisiin. Ensiarvoisen tärkeää on se, että rakennushankkeeseen ryhtyvä ja vielä mieluummin tilojen tuleva käyttäjä, kykenee ilmaisemaan tulevat tarpeensa riittävän yksityiskohtaisesti parhaan mahdollisen lopputuloksen saavuttamiseksi. Toisaalta vähintään yhtä tärkeää on, että suunnittelija sekä ymmärtää tilaajan tarpeet että osaa esittää tarvittavat kysymykset oikeiden suunnitteluratkaisujen löytämiseksi.

Rakennuksen elinkaarisuunnittelussa tulisi ottaa huomioon rakennuksen mahdolliset tulevat muutostarpeet ja muuntojoustavuus. Muunneltavuutta silmällä pitäen, olisi tärkeää pohtia, onko rakennus tarpeen jakaa erilaisiin toiminta-alueisiin talotekniikan osalta. Millaisiksi ilmanvaihto-, vesi- ja viemäri- sekä sähkö- ja paloalueiksi rakennus olisi jaettava ja millaiset reitit olisi tehtävä, jotta tulevat muutokset olisivat mahdollisimman vähäisin toimenpitein ja toimivasti toteutettavissa. Alueiden ja reititysten lisäksi tulisi pohtia ilmanvaihto-, sähkö-, lämpö- ja jäähdytysjärjestelmien mitoituskapasiteettia tulevia muutostarpeita silmällä pitäen. Rakennuksen energiankulutuksen ja ylläpitokustannusten kannalta on kuitenkin tärkeää, ettei järjestelmiä ylimitoiteta vain varmuuden vuoksi.

6.2.1 Lämmitysjärjestelmien suunnittelu

Ilmaston lämpenemisen sekä parantuneiden rakenneratkaisujen ja lämmöneristävyyden myötä rakennusten lämpöenergian tarve on vähentynyt. Kaupunki ja taajama-alueilla kaukolämpö on edelleen yleisin lämmitysmuoto, mutta kaukolämmön hinnannousun ja maalämpöjärjestelmien kehityksen myötä maalämpö on alkanut nostaa suosiotaan. Olemassa olevissa kohteissa erilaisten ilma- ja ilmavesilämpöpumppujen suosio päälämmönlähteen lisänä on kasvanut merkittävästi. Syynä lämpöpumppujen suosioon voidaan pitää lämpöenergian kallistumista, pumppujen hinnanlaskua ja sitä, että pumppuja voidaan käyttää lämmityksen lisäksi myös tilojen viilennykseen.

Kaukolämpö

Huolimatta siitä, että kaukolämmön hinta on ollut nousussa, se on edelleen suosituin kaupunki- ja taajama-alueiden lämmitysmuoto. Suunniteltava kohde varustetaan lämmönjakokeskuksella, joka pitää sisällään käyttöveden ja tilalämmityksen lämmönsiirtimet ja säätölaitteet. Lisäksi järjestelmään kuuluu lämmönjakoverkosto, jolla lämpö siirretään tilakohtaisiin lämmönluovutuslaitteisiin, kuten radiaattoreihin tai lattialämmityspiireihin. Kaukolämmön eduiksi voidaan lukea sen toimintavarmuus, huolettomuus sekä pieni tilantarve. Heikkouksia ovat suhteellisen korkea liittymismaksu, ja epävarmuus kaukolämmön hinnankehityksestä.

Maalämpö ja muut lämpöpumppujärjestelmät

Maalämpö on monessa suhteessa varteenotettava vaihtoehto lämmitysmuodoksi, ja sen käyttö onkin viime vuosina lisääntynyt merkittävästi. Maalämpö on yleistynyt niin uudis- kuin saneerauskohteissa. Sitä on alettu hyödyntää omakotitaloissa, kerrostaloissa ja monissa julkisissa rakennuksissa kuten kouluissa. Mikäli kaukolämpö tuotetaan fossiilisilla polttoaineilla, on maalämpö usein ympäristöystävällisempi lämmitysmuoto kuin kaukolämpö. Asiaan vaikuttavat kuitenkin oleellisesti kaukolämmön tuotantomuoto. Maalämmön suosiota kasvattaa myös kaukolämmön hinnannousu.

Maalämpö voidaan toteuttaa joko maalämpökaivoilla tai keruupiireillä. Taajama-alueella, jossa tontit ovat pieniä, kaivot ovat pääasiallisin maalämmön toteutusmuoto. Keruupiirejä voidaan suunnitella sellaisiin kohteisiin, jossa tontin koko mahdollistaa vaakatasoon asennettavan keruupiirin asentamisen. Maalämpökaivojen asennuksen esteeksi voi osoittautua pohjavesialue, sillä vesilain nykyinen tulkinnan perusteella lämpökaivojen rakentaminen vaatii pohjavesialueella aina vesiluvan. Vesiluvan tarvearvioinnin tekevät kunnan ympäristöviranomainen ja Elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus (ELY-keskus) yhdessä. Varsinaisen vesiluvan myöntää paikallinen aluehallintovirasto (AVI). Aiemmin ELY-keskukset ovat perustaneet päätöksiään ympäristöministeriön teettämään lämpökaivo-oppaaseen, joka ei kategorisesti kiellä kaivojen rakentamista pohjavesialueella. Sittemmin tulkintaa on muutettu monissa kunnissa, sillä korkeimman hallinto-oikeuden (KHO) suhteellisen tuoreiden vuosikirjapäätösten perusteella maalämpökaivoille ei tule pohjaveden pilaantumisen tai sen vaaran vuoksi myöntää lupaa (KOH: 2015:150 & KHO:2019:37).

Maalämmön lisäksi kohteisiin voidaan suunnitella ja asentaa muita lämpöpumppujärjestelmiä. Nämä soveltuvat harvoin ainoaksi lämmönlähteeksi, mutta niiden avulla voidaan vähentää merkittävästi ostoenergian tarvetta. Lisäksi niitä voidaan hyödyntää lämmityskauden ulkopuolella jäähdytykseen. Käyttötarkoituksesta riippuen kohteeseen voidaan valita ilma-ilmalämpöpumppu, poistoilmalämpöpumppu tai ilmavesilämpöpumppu. Ilma-ilmalämpöpumppu ja ilmavesilämpöpumppu käyttävät lämmönlähteenä ulkoilmaa.

Valittaessa kohteeseen lämpöpumppua, tulisi kiinnittää huomiota laitteen tehokertoimeen. Tehokerroin (COP - Coefficient Of Performance) kertoo sen, kuinka tehokkaasti sähköenergia saadaan muutettua lämpöenergiaksi. Esimerkiksi arvo COP 3 tarkoittaa sitä, että yhdellä kilowatilla sähköenergiaa saadaan tuotettu kolme kilowattia lämpöenergiaa. Mitä suurempi laitteen COP-arvo on, sitä parempi suorituskyky sillä on. Laitteiden COP-arvoja vertailtaessa tulee olla tarkkana, sillä laitteesta riippuen hyötysuhteen laskennassa on voitu käyttää joko uutta tai vanhaa EN-standardia. Vanhaa standardia (EN 255) käytettäessä hyötysuhteen arvoksi saadaan suurempi lukema, kuin uudempaa virallista standardia (EN 14511) käytettäessä. Todellisuudessa COP on hetkellinen arvo, joka vaihtelee jatkuvasti sisä- ja ulkolämpötilan mukaan.

Hyötysuhdetta luotettavampi arvo on vuosihyötysuhde eli SCOP (Seasonal Coefficient of Performance), joka ilmaisee koko lämmityskauden hyötysuhteen. SCOP-luvun laskenta perustuu EN 14825-standardiin, jonka mukaan Eurooppa on jaettu kolmeen eri ilmastovyöhykkeeseen: Etelä-, Keski- ja Pohjois-Eurooppaan. Suomi kuuluu Pohjois-Euroopan vyöhykkeeseen, jonka laskenta perustuu Helsingin ilmasto-olosuhteisiin. Kun laskennassa hyödynnetään aluekohtaisia vyöhykkeitä, kertoo SCOP-luku tarkemmin laitteen oikean hyötysuhteen sen markkina-alueella. Suunnittelijan on kuitenkin huomioitava, että Suomessa myynnissä olevan laitteen SCOP-arvo on laskettu pohjoisen vyöhykkeen eli Helsingin arvoilla. Uudella energiamerkinnällä, joka ilmaisee SCOP-arvon lisäksi myös energialuokan, pyritään helpottamaan laitteiden vertailtavuutta. Energialuokka määräytyy sen mukaan, minkä ilmastovyöhykkeen arvoilla SCOP-arvo on laskettu.

SCOP-arvoja käytetään jo yleisesti ilmalämpöpumpuille ja ne ovat parhaillaan tulossa myös maalämpöpumpuille. Vuosihyötysuhde on selkein tapa ilmaista laitteen hyötysuhdetta, sillä se on suoraan verrannollinen muiden SCOP-arvollisten laitteiden kanssa. Ilma- ja maalämpöpumppujen vuosihyötysuhdelukujen sijaan poistoilmalämpöpumpuille (PILP) ilmoitetaan COP-arvo. Tämä johtuu siitä, että poistoilmalämpöpumppu ottaa lämpöenergiaa jäteilmasta/poistuvasta sisäilmasta, joka on tavanomaisesti säädetty 21-asteiseksi. Poistoilmalämpöpumpun COP-arvoon eli hyötysuhteeseen eivät vaikuta ilmasto-olosuhteet samalla tavalla kuin maalämpö tai ilmalämpöpumppujen. Sen sijaan poistoilmalämpöpumpun ilmoitettuun

COP-arvoon voi vaikuttaa monet eri tekijät, kuten lämpimän käyttöveden lämpötila ja ilmastoinnin teho. Lisäksi arvoon vaikuttaa oleellisesti sekundaaripiirien lämpötilat: mitä korkeampia menoveden lämpötiloja joudutaan tuottamaan, sitä heikompi on hetkellinen COP-arvo ja sitä kautta myös SCOP-arvo.

Aurinkokeräimet

Rakennukseen voidaan suunnitella aurinkokeräimet. Keräimien avulla auringon säteily on mahdollista muuttaa lämmöksi, jota voidaan hyödyntää tilojen tai käyttöveden lämmitykseen. Järjestelmä koostuu aurinkokeräimistä, varaajasta, pumppu- ja ohjausyksiköstä sekä putkistosta. Lämpöpumppujen tapaan keräimet tarvitsevat rinnalleen lisäjärjestelmän. Aurinkokeräimiä suunnitellaan pääasiassa pientalokohteisiin, mutta niitä voidaan hyödyntää myös esimerkiksi myymäläkohteissa.

6.2.2 Jäähdytysjärjestelmien suunnittelu

Rakennuksen jäähdytys voidaan järjestää keskitetyillä tai paikallisilla jäähdytysjärjestelmillä. Keskitetyllä järjestelmällä tarkoitetaan järjestelmää, joka jäähdyttää koko rakennusta tai jotakin sen osaa. Paikallisesti toteutettu jäähdytysjärjestelmä puolestaan jäähdyttää vain tiettyä, jäähdytystä vaativaa tilaa.

Jäähdytys voidaan toteuttaa puhallinkonvektoreiden, ilmastointipalkkien, jäähdytyspaneeleiden, ilma- ja/tai vesilämpöpumpuilla, maalämmöllä tai kaukokylmällä. Nykyisellään kaukokylmän piiriin liittyminen on kuitenkin hyvin rajallista, sillä vain pieni osa taajamien rakennuskannasta sijaitsee kaukokylmäverkoston äärellä. Puhallinkonvektorin, ilmastointipalkin ja jäähdytyspaneelin jäähdytys tapahtuu vedenjäähdyskoneissa (VJK) viilennetyn veden avulla. Ilma- ja vesilämpöpuppujen toiminta voidaan muuttaa käänteiseksi, jolloin pumput tuottavat lämpimän ilman sijaan viileää ilmaa. Lämpöpumppujen tapaan maalämmön toiminta voidaan muuttaa käänteiseksi jäähdytyskaudella eli kesäaikana. Tällöin maaperän ulkoilmaa viileämpi maalämpö voidaan käyttää jäähdyttämään verkostossa kiertävää vettä, ja näin viilentää tiloja. Näin saadaan maalämpö hyödynnettyä sekä lämmitys- että jäähdytyskaudella, ja järjestelmän takaisinmaksuaika lyhemmäksi.

6.2.3 Ilmanvaihdon suunnittelu

Tilojen ilmanvaihto tulee suunnitella vastaamaan käyttäjien tarpeita, ja se tulee mitoittaa oikein. Rakennukseen voidaan suunnitella joko koneellinen tai painovoimainen ilmanvaihto. Koneellinen ilmanvaihto voidaan toteuttaa joko niin, että sekä tulo- että poistoilmanvaihtoa ohjataan koneellisesti tai niin, että ainoastaan poistoilmanvaihto tapahtuu koneellisesti. Lisäksi koneellinen ilmanvaihto voi toteutettu keskitetysti tai hajautetusti eli tilakohtaisesti. Keskitetyssä ilmanvaihdossa laajempaa aluetta ohjataan samalla ilmanvaihtokoneella, kun taas tilakohtaisessa esimerkiksi yhden huoneiston ilmanvaihto on hoidettu huoneistokohtaisella ilmanvaihtokoneella.

Painovoimaisen ilmanvaihdon etuja ovat hiljainen ääni, ja se, ettei järjestelmä tarvitse toimiakseen sähköenergiaa. Huollon osalta järjestelmä vaatii ainoastaan hormistojen ajoittaisen nuohouksen ja korvausilmaventtiilien puhdistuksen. Huonoina puolina voidaan pitää järjestelmän tehottomuutta ajanjaksoina, jolloin sisä- ja ulkoilman lämpötilaero on pieni tai ulkoilma on sisäilmaa lämpimämpää. Koneellisen ilmanvaihdon eduiksi voidaan laskea järjestelmän säätömahdollisuudet ja tehokkuus. Vastaavasti heikkouksia ovat koneiden aiheuttama ääni ja niiden huolto- ja uusimistarve. Esimerkiksi ilmanvaihtokoneiden suodattimet tulee vaihtaa rakennuksen sijainnista riippuen jopa muutaman kuukauden välein.

Kestävän kehityksen ja energiankulutuksen vähentämiseksi ilmanvaihtojärjestelmä on järkevää varustaa lämmön talteenotolla (LTO). Tällöin jäteilmasta saadaan talteen lämpöä, joka voidaan hyödyntää ilmanvaihdon tuloilman tai käyttöveden lämmittämiseen. Lämmön talteenotto perustuu lämmönsiirtimen läpi virtaavien aineiden lämpötilaeroihin. Laitetyypit jaetaan neste- ja ilmakiertoisiin järjestelmiin lämpöä siirtävän aineen mukaan. Laitetyypit jaetaan nestekiertoisiin lämmönsiirtimiin, ristivirtalevylämmönsiirtimiin, vastavirtalevylämmönsiirtimiin ja regeneratiivisiin lämmönsiirtimiin. Nestekiertoisten järjestelmien väliaineena on tavallisimmin vesi-glykoli-seos. Risti- ja vastavirtasiirtimet perustuvat ilmavirran virtaussuuntiin, ja regeneratiivisen lämmönsiirtimen periaatteena on lämmön siirtyminen ainevirrasta kiinteään aineeseen, ja lämmön luovuttamiseen kiinteästä aineesta edelleen toiseen ainevirtaan. Lämpötilahyötysuhteiltaan vastavirtalevy- ja regeneratiivisilla lämmönsiirtimillä päästään nestekiertoisia ja ristivirtalevylämmönsiirtimiä parempaan energiatehokkuuteen hyötysuhteen ollessa 60–80 prosentin luokkaa. (Sandberg, 2014.)

Kohteen ilmanvaihtoa suunniteltaessa tulisi kiinnittää huomiota valittavan ilmanvaihtokoneen SFP-lukuun (Specific Fan Power). Siinä missä COP tai SCOP kuvaavat lämpöpumppujen hyötysuhteita, SFP-luku ilmaisee ilmanvaihtokoneen ominaissähkötehoa. Se kertoo, kuinka paljon sähkötehoa ilmanvaihtokone tarvitsee yhden ilmakuution siirtämiseen sekunnissa. SFP-luvun yksikkö on siis $kW/m^3/s$. Ammattitaitoisella suunnittelulla ja oikeilla laitevalinnoilla voidaan vaikuttaa paljon rakennuksen ilmanvaihtojärjestelmien sähkönkulutukseen, ja sitä kautta edelleen rakennuksen elinkaarikustannuksiin ja ympäristökuormituksiin. Suunniteltavalle kohteelle voidaan määritellä ilmanvaihtojärjestelmien ominaissähkötehon tavoitetaso, ja sen avulla varmistua siitä, että suunnittelu ja toteutus johtavat haluttuun lopputulokseen. Esimerkiksi ilmanvaihtojärjestelmän tavoitetasoksi eli SFP-arvoksi voidaan määritellä 2,3. Tämä tarkoittaa sitä, että kaikki ilmanvaihtokoneet ja puhaltimet on mitoitettava ja valittava siten, että niiden painotettu keskiarvo alittaa 2,3 $kW/m^3/s$. Yksittäisten koneiden ja puhaltimien kohdalla ylitykset ovat sallittuja, mikäli ne voidaan kompensoida jonkin toisen laitteen kohdalla. Ilmanvaihtojärjestelmien pieni sähkönkulutus ei kuitenkaan pidä olla itseisarvo, eli siihen ei pidä pyrkiä sisäilmaolosuhteiden kustannuksella eikä heikentämällä ilmanvaihdon tai rakennuksen energiatehokkuutta. Ilmanvaihtojärjestelmien sähkötehokkuuden suunnittelun tulee edetä muun suunnittelun rinnalla, jotta ilmanvaihdon toiminnalliset tavoitteet, kuten lämpötila, suodatustaso tai ilmavirta eivät kärsi.

Koneellista ilmanvaihtoa on mahdollisuus ohjata eri tavoin. Ilmanvaihtoa voidaan ohjata aikaohjatusti siten, että kovimman käyttöasteen aikoina ilmanvaihtoa lisätään, ja vastaavasti pienemmän käyttöasteen aikoina sitä vähennetään. Tehostus voi perustua ajan lisäksi myös esimerkiksi CO_2-päästöjen määrään. Tällöin tiloihin asennetut anturit aistivat tilan CO_2-pitoisuuksia, ja rakennusautomaatio ohjaa tilan ilmanvaihtoa tarpeen mukaisesti.

Sisäilmaolosuhteiden laatuun vaikuttaa raikkaan sisäilman lisäksi myös vedon tunne ja äänimaailma. Ilmanvaihdon tulee olla suunniteltu, asennettu ja säädetty niin, että siitä ei aiheudu vedon tunnetta tai häiritsevää ääntä käyttäjilleen. Ilmanvaihtokanavien pääte-elinten tulee ohjata ilmavirta tilaan siten, että sen heittopituus ulottuu mahdollisimman laajalle, ja kattaa koko tilan. Näin vähennetään vedon tunnetta ja lisätään tilojen viihtyvyyttä.

Ilmanvaihtoa suunniteltaessa tulisi huomioida tilojen myöhempi muunneltavuus. Tavanomaisimpia muutostarpeita ovat väliseinien lisäys tai niiden vähentäminen. Tällöin kanavistoa tulisi pystyä muuttamaan mahdollisimman pienin toimenpitein. Myöhempien muutostarpeiden myötä voi olla tarve kasvattaa tilojen ilmamääriä. Ilmanvaihtojärjestelmässä voidaan varautua pieneen ilmamäärien kasvattamiseen, mutta energiankulutuksen kannalta ei ole optimaalista ylimitoittaa kanavistoa ja konetta epävarman muutostarpeen vuoksi.

6.2.4 Vesi- ja viemärijärjestelmien suunnittelu

Rakennukseen suunnitellaan käyttötarkoitusta vastaavat vesi- ja viemärijärjestelmä. Lämmitysenergian- ja vedenkulutuksen vähentämiseksi kohteeseen suunnitellaan vettäsäästävät vesikalusteet ja sekoittajat. Kulutuksen seuraamiseksi ja mahdollisten vesivahinkojen havaitsemiseksi järjestelmä varustetaan vedenkulutusmittareilla. Vesivuotojen havaitsemiseksi tiloihin voidaan suunnitella myös erillisiä vesivuodon ilmaisimia.

6.2.5 Hulevesijärjestelmien suunnittelu

Rankkasateiden ja tulvien lisääntyessä hulevesien hallinta saa yhä suuremman painoarvon rakennuksen suunnittelussa. Hulevesiä voidaan hallita monella tapaa, ja tämän vuoksi onkin tärkeää, että ratkaisu on kokonaisvaltainen. Hyvän lopputuloksen aikaansaaminen edellyttää yhteistyötä vihersuunnittelijan, arkkitehdin, rakennesuunnittelijan ja LVI-suunnittelijan välillä.

Hulevesien syntyyn vaikuttaa oleellisesti alueen paikallisilmasto, kuten lämpötila ja sadanta. Merkitystä on myös lähialueen vesistöillä ja pohjavesialueilla sekä niiden pinnankorkeudella. Lisäksi alueen maaperällä, läpäisemättömien pintojen pinta-alalla, maan pinnanmuodoilla, alueen kasvillisuudella sekä olemassa olevalla ja suunnitellulla maankäytöllä on vaikutusta siihen, miten hulevedet ja niiden virtaama vaikuttavat tontilla.

Ensisijaisesti hulevedet tulisi pyrkiä käsittelemään tontilla, ja vasta toissijaisesti johtaa ne kunnan hulevesiviemäriverkostoon. Asemakaavamääräykset ja lainsäädäntö antavat suuntaviivat hulevesien hallinnalle, mutta myös suunnittelijoille jää mahdollisuus vaikuttaa asiaan. Rakennus voidaan sijoittaa tontin korkeimmalle kohdalle niin, että mahdolliset tulvat ja rankkasateet aiheuttavat rakennukselle ja sen rakenteille mahdollisimman vähän kosteusrasitusta.

Hulevesien haittavaikutuksia voidaan ehkäistä sekä ei-rakenteellisilla että rakenteellisilla toimenpiteillä. Ei-rakenteellisia ovat toimintojen suunnittelu, ohjeistus ja olemassa olevien luonnonmukaisten alueiden säilyttäminen mahdollisuuksien mukaan. Esimerkki toimintojen suunnittelusta ja ohjauksesta on aurauslumien läjitys tontilla sellaiselle alueelle, jossa niiden sulamisvedet eivät aiheuta kosteusrasitusta rakenteille. Myös rakennuksen sijoittelulla tontilla on merkitystä. Rakennuksen sijoittaminen tontin korkeimmalle kohdalle on usein paras vaihtoehto ehkäistä hulevesien rakenteille aiheuttamaa riskiä.

Hulevesien hallintaan rakenteellisin toimenpitein voidaan vaikuttaa sekä hulevesijärjestelmällä että erilaisilla muilla hulevesien hallintamenetelmillä. Osana hulevesijärjestelmää tontille voidaan muun muassa suunnitella hulevesien viivytyskaivo tai -kenttä. Näiden avulla kyetään säätelemään kunnan hulevesiviemäriverkoston kuormitusta rankkasateiden aikana. Hulevesiä voidaan hallita myös käyttämällä tontilla vettäläpäiseviä maa-aineksia tai pintamateriaaleja. Asfaltin sijaan alueella voidaan käyttää esimerkiksi nurmikiveä tai hiekkaa. Kasvien ja puiden säilyttäminen tai istuttaminen alueelle on tehokas tapa imeyttää hulevesiä, sillä esimerkiksi yksi täysikasvuinen lehtipuu imee vettä useamman sata litraa vuorokaudessa.

6.2.6 Sähköjärjestelmien suunnittelu

Rakennusta suunniteltaessa sähkösuunnittelu on pitkälti muiden suunnittelualojen ehdoilla tapahtuvaa suunnittelua. Sähkösuunnittelun keskeisin tehtävä on varmistaa, että rakennukseen suunnitelluille järjestelmille, kuten ilmanvaihto-, vesi- ja viemäri- sekä lämmitys- ja jäähdytysjärjestelmille, on suunniteltu tarpeenmukainen sähköistys. Edellä mainittujen lisäksi sähköä vaativat rakennuksen sisä- ja ulkovalaistus sekä erilaiset palojärjestelmät ja rakennusautomaatio. Pääasiallisena lämmönlähteenä sähkölämmitys on lähinnä enää vain pientaloissa, mutta sähköä tarvitaan monissa rakennuksissa muiden lämmitysjärjestelmien kuten ilma- ja maalämpöpumppujen pyörittämiseen.

Rakennuksen käyttämä sähkö voi olla joko energiayhtiön tuottamaa sähköä tai rakennuksessa tuotettua sähköä. Ostosähkön osalta on valittavana joko uusiutuvilla energiamuodoilla

tai fossiilisilla polttoaineilla tuotettua sähköä. Päätöksen tästä tekee sähköyhtiön asiakas solmiessaan sähkösopimuksen energialaitoksen kanssa. Rakennukseen voidaan suunnitella myös oma aurinkosähköjärjestelmä. Järjestelmän avulla auringon säteilyenergia muutetaan sähkövirraksi. Järjestelmä koostuu aurinkopaneeleista, invertteristä eli vaihtosuuntaajasta, kaapeloinnista, turvakytkimestä sekä ryhmä- ja pääkeskuksesta. Aurinkosähköjärjestelmän avulla voidaan vähentää rakennuksen ostoenergian tarvetta, mutta se tarvitsee rinnalleen ostosähköä, jolla varmistetaan laitteiden toimivuus kulutushuippujen ja pilvisten jaksojen aikana. Perinteisten aurinkopaneelien rinnalle on nykyään saatavissa erilaisiin rakennusmateriaaleihin integroituja ratkaisuja, kuten aurinkopaneeli-ikkunat tai -katto.

Yksi tärkeimmistä sähköön liittyvä sisäolosuhdetekijä on tilojen valaistus. Osa tilojen valaistuksesta voidaan hoitaa päivänvaloa hyödyntämällä, mutta sen lisäksi tarvitaan niin kohde- kuin yleisvalaistustakin. Sähkönkulutusta voidaan vähentää suunnittelemalla kohteeseen led-valaisimia. Kulutukseen voidaan vaikuttaa myös ohjaamalla tilojen tai alueiden valaistusta joko liike-, hämärä- tai aikaohjausperusteisesti. Kussakin tapauksessa suunnittelijan tulee valita kuhunkin käyttötarkoitukseen parhaiten sopiva ohjausvaihtoehto.

Tällä hetkellä valaistustekniikka ottaa isoja harppauksia, ja markkinoille tulee jatkuvasti uusia valaistusvaihtoehtoja. Tämän kehityksen varjopuolena on valaisintekniikoiden ja valaisinten lyhyt markkinoilla oloaika. Kohteen rakennusvaiheessa voidaan olla tilanteessa, jossa suunnittelijan suunnitteluvaiheessa määrittelemiä valaisimia ei ole enää saatavilla. Vaihtoehtoisesti kohde saadaan toteutettua suunnittelijan määrittelemillä valaisimilla, mutta niiden vikaantuessa, valaisimiin ei enää ole saatavissa varaosia tai edes kokonaan uutta samanlaista valaisinta. Sähkösuunnittelussa tulisi kiinnittää erityistä huomiota valaistusjärjestelmien käyttöikään ja niiden huollettavuuteen ja korjattavuuteen.

Sähköautoilun voimakas kasvu on lisännyt sähköautojen latauspisteiden tarvetta. Tämän vuoksi sekä uudis-, että korjaushankkeissa tulee arvioida latauspisteiden rakentamisen tarvetta. Sähköautojen latauspisteitä suunniteltaessa tulee kiinnittää huomiota valittavaan järjestelmään. Valittavana on sekä pikalatausjärjestelmä tai hitaammin lataava latausjärjestelmiä. Suunnittelussa on järjestelmävalinnan ja latauspaikkojen määrän lisäksi otettava huomio kiinteistön liittymäkoko. Latausjärjestelmien kehitys on sähköautoilun kasvun myötä

nopeutunut, jonka vuoksi on tärkeää, että suunnittelijat päivittävät omaa osaamistaan, ja ovat tietoisia latausjärjestelmien uusimmista vaihtoehdoista.

6.2.7 Rakennusautomaation suunnittelu

Erilaiset automaattiset säätö-, ohjaus-, valvonta- ja hälytystoiminnot määritellään rakennusautomaatioksi. Rakennusautomaatio voi pitää sisällään vain jonkun tai jotkut edellä mainituista toiminnoista tai se voi kattaa ne kaikki. Rakennusautomaatiolaitteiden keskeisenä tarkoituksena on aikaansaada kiinteistöön käyttötarkoituksenmukaiset olosuhteet sekä varmistaa kiinteistön taloudellinen käyttö ja taata sen turvallisuus. Rakennusautomaation avulla voidaan parantaa kiinteistön tuottavuutta muun muassa säästämällä energiaa, parantamalla sisäilmasto-olosuhteita, vähentämällä kiinteistönhoidon rutiinityön määrää ja minimoimalla sekä taloudellisia että henkilöriskejä.

Perusautomaation avulla voidaan toteuttaa kiinteistön tekniset ja taloudelliset minimiratkaisut, jotka täyttävät viranomaismääräykset ja -ohjeet LVIS-laitteiden toiminnan ja sisäilmasto-olosuhteiden osalta. LVIS-laitteiden ohella rakennusautomaatioon voidaan liittää valvontajärjestelmä, joka valvonta-alakeskusten (VAK) avulla saavat muun muassa mittaus-, käyttötila- ja hälytystietoja yksittäisiltä järjestelmiltä, ja samalla ohjaavat niiden toimintaa. Valvontajärjestelmä voi olla toteutettu joko keskitetysti tai hajautetusti. Keskitetyllä valvontajärjestelmällä tarkoitetaan järjestelmää, jonka kaikki toiminnot on kytketty yhden tietokoneen taakse valvonta-alakeskukset mukaan lukien. Hajautetulla järjestelmällä puolestaan tarkoitetaan järjestelmää, jossa suurin osa ohjauksen prosesseista on itsenäisiä toiminnallisesti ja rakenteellisesti hajautettuja valvonta-alakeskusten alaisia järjestelmiä. Tällä varmistetaan se, ettei tiedonsiirtoyhteyden väliaikainen yhteyden katkeaminen valvomoon haittaa alakeskusten toimintaa. (KH10-00105)

Perusautomaation ja valvontajärjestelmien ohella kiinteistöihin on tarjolla rakennusautomaation erikoislaitteita. Erikoislaitteilla tarkoitetaan sellaisia järjestelmiä, jotka eivät kuulu perusautomaatiolaitteisiin tai valvontajärjestelmiin. Näitä ovat esimerkiksi kulunvalvonta sekä palo- ja rikosilmoitinjärjestelmät. Toimiakseen rakennusautomaatiojärjestelmä tarvitsee osakseen ohjelmiston. Järjestelmän vakio-ohjelmisto kattaa yleisimmät ohjelmat, kuten

säätö-, optimointi- ja aikaohjauksen sekä kulutuksen, käyttötilojen ja mittausarvojen tarkkailu- ja raportointiohjelmat. Vakio-ohjelmistojen ohella tarjolla on myös hyvinkin spesifioituja ohjelmistoja. Alla olevassa taulukossa (taulukko 2) on esitetty joitakin valvontajärjestelmien ohjelmistoja ja niiden toimintoja.

Taulukko 2. Rakennusautomaation valvontajärjestelmien ohjelmistoja ja niiden toimintoja.

Ohjelman nimi	Toiminta
Akaohjaus	Koneteknisten laitteiden ohjaus päälle ja pois kellonajan tai kalenterin mukaan.
Entalpian ohjaus	Vertaa ulko- ja sisäilman entalpiaa (lämpösisältöä) toisiinsa, ja säätää sen perusteella raitisilman sisäänottoa.
Huipputehon valvonta ja rajoitus	Tasaa sähkön huipputehoa ohjaamalla osan tehoa kuluttavista laitteista pois päältä tai osateholle ennalta laaditussa järjestyksessä.
Kulunvalvonta	Valvoo kiinteistön tilojen käyttöä. Tiettyyn tilaan pääsy sallitaan vain tiettynä kellonaikana tai pääsyoikeuden omaavalle henkilölle. *)
Työajan valvonta	Valvoo työntekijän työajan käyttöä kortinlukijan tai vastaavan laitteen avulla. *)
Kulutuksen valvonta	Seuraa sähkön, lämmön ja veden kulutusta ja raportoi tiedot, vertailee aiemmin kerättyyn tietoon ja tavoitearvoihin, raportoi poikkeamat.
Käyttötilan ja hälytyksen valvonta	Valvoo laitteiden käyttötilaa sekä hälytysliitäntöjen tilaa. Tieto poikkeavasta toiminnasta raportoidaan eteenpäin.
Käyttötuntilaskenta	Ohjattavan tai valvottavan laitteen käynti- tai käyntiajan mittaus.
Energiankulutuksen optimointi	Optimoi kiinteistön energiankulutusenergian määrää käyttöasteen, ulkolämpötilan tms. tekijöiden mukaan.
Säätö	Säätää esimerkiksi lämmitys- tai jäähdytystehoa, ilmastointilaitteiden toimintaa tai käyttöveden lämpötilaa asetusarvoihin tai olosuhdetietoihin perustuen.
Terndiseuranta	Yhden tai useamman mittausarvon tallennus, seuranta ja raportointi enalta-asetetuin aikavälein.
Mittaustietojen keruu ja raja-arvojen valvonta	Kerää ja muokkaa mittaustietoja ja valvoo mittausten ylä- ja alarajoja.
Raportointi	Raportoi käyttötilat, mittausarvot, hälytykset, käyntiajat, kulutukset ym. Tarpeelliset tiedot määritellyille tahoille.
Palovalvonta	Perustuu savunilmaisemien tai muiden vastaavien antureiden antamaan informaatioon. Paloilmoitinjärjestelmän tieto ohjataan edelleen hälytyskeskukseen. *)
Rikosvalvonta	Valvoo rikosilmoitinjärjestelmän avulla, ettei kiinteistön tiloihin murtauduta tai ettei valvotuissa kohteissa liiku asiaankuulumattomia henkilöitä. Ohjaa hälytyksen hälytyskeskukseen tai muulle erikseen määritellylle taholle. *)
Sähkökatkotkon jälkeinen kytkentä	Kytkee sähköt laitteisiin ennalta asetetussa järjestyksessä .
Varavoiman syötön kytkentä	Sähkökatkon tapahduttua ohjaa varavoiman käyttöä esimerkiksi akuista ja dieselgeneraattoreista tehontarpeiltaan priorisoiduille laitteille.

*) Toteutetaan usein omana erillisenä järjestelmänä.

Rakennusautomaatiota suunniteltaessa tulisi ottaa huomioon, että järjestelmä on niin sanottu avoin järjestelmä, joka mahdollistaa sen, että tiedot ovat luettavissa ulkoisiin järjestelmiin, ja että automaatiota on mahdollista ohjata ulkoisesta järjestelmästä. Valittavasta järjestelmästä riippumatta automaatiossa tulisi olla riittävä määrä olosuhdemittauksia, jotta ne mahdollistavat rakennuksen älykkäät ohjaukset. Energiamittausten osalta järjestelmä tulisi olla rakennettu vaikutusalueiltaan muuntojoustavaksi, ja mittarointi tehty osaksi automaatiota.

Valittavan järjestelmän tulee olla puolueeton ja riippumaton: automaatiotoimittaja ja palvelun tarjoaja eivät voi olla sidottu toisiinsa siten, että se poissulkevat muiden osapuolten mahdollisuuden tuottaa samaa palvelua myöhemmässä vaiheessa. Yksi keskeisimmistä valintaan vaikuttavista tekijöistä tulee olla järjestelmän tietoturva, jotta vältytään ulkopuolisilta kyberhyökkäyksiltä ja taataan automaation virheetön toiminta.

6.2.8 Palosuunnittelu

Palosuunnittelun avulla lisätään rakennuksen käyttäjien turvallisuutta. Suomen Rakentamismääräyskokoelman osassa E1 on esitetty rakennusten paloturvallisuutta koskevat määräykset ja ohjeet. Rakennusten käyttötarkoitusten mukaan rakennuksen jaetaan eri paloluokkiin, jotka ovat P1, P2 ja P3. P1-luokan määritelmän mukaan luokkaan kuuluvat sellaiset rakennukset, joiden oletetaan kestävän palossa sortumatta. P1-luokan rakennuksen henkilömäärää tai kokoa ei ole rajoitettu. P2-paloluokkaan kuuluvien rakennusten rakenteet voivat olla P1-luokkaa paloteknisesti matalampia. P2-luokan rakennuksissa rakennuksen pintaosien ominaisuuksille ja paloturvallisuutta parantaville laitteille on asetettu erityisvaatimuksia. Lisäksi rakennuksen henkilömäärää ja koko on rajoitettu käyttötavasta riippuen. P3-paloluokkaan kuuluvien rakennusten rakenteille ei ole asetettu erityisvaatimuksia palonkestävyyden suhteen, mutta niiden henkilömäärää ja kokoa on rajoitettu käyttötavasta riippuen. (RakMK E1, 2011.)

Tulipalon leviämisen estämiseksi rakennukset suunnitellaan siten, että palo ei pääse leviämään osastosta toiseen. Tällöin puhutaan osastoivista rakennusosista. Rakenteille ja osastoille on asetettu erilaisia polonkestovaatimuksia tilojen käyttötarkoituksen mukaan. Palonkestovaatimukset ilmaistaan REI-luokkina, jossa R tarkoittaa rakenteen kantavuutta, E rakenteen tiiveyttä ja I rakenteen eristävyyttä. Kirjainyhdistelmän perässä oleva luku kertoo, sen kuinka kauan rakenne tulee säilyttämään kantavuutensa, tiiveytensä ja eristävyytensä. Esimerkiksi REI 60 tarkoittaa, että rakenne säilyttää kantavuutensa, tiiveytensä ja eristävyytensä 60 minuutin ajan. Vastaavasti EI 30 tarkoittaa, että rakennus säilyttää tiiveytensä ja eristävyytensä 30 minuutin ajan. Palosuunnittelussa tulee kiinnittää erityistä huomiota rakenteiden ja palo-osastojen läpi kulkevaan talotekniikkaan ja huolehtia siitä, että myös läpivientien palonkesto täyttää rakenteille asetetut vaatimukset. (RakMK E1, 2011.)

Kestävän kehityksen huomioimiseksi palosuunnittelun ratkaisuja tulisi pohtia myös rakennuksen muuntojoustavuuden näkökulmasta: millaisia tilamuutoksia on mahdollista tehdä valitun palo-osastoinnin puitteissa tai kuinka suurin muutoksin palo-osastoja on muutettavissa, mikäli rakennuksen tilajakoja tai käyttötarkoitusta halutaan myöhemmin muuttaa. Suunnittelijan mahdollisuudet vaikuttaa materiaalivalintoihin tai materiaalien menekkeihin ovat palosuunnittelussa muita suunnittelualoja vähäisemmät. Lainsäädäntö ja viranomaiset määrittelevät raamit, joiden puitteissa palosuunnittelijan tulee toimia, ja joista hän ei voi tinkiä. Tuotekehityksen myötä markkinoille on kutenkin tullut joitakin uusia tuotteita, joilla voidaan edistää materiaalitehokkuutta. Yksi tällainen on esimerkiksi hätäpoistumistievalaistuksen ja paloilmaisimet yhdistävä järjestelmä, joka voidaan toteuttaa yhdellä kaapeloinnilla aiemman kahden kaapeloinnin sijaan.

6.2.9 Äänisuunnittelu

Sisäolosuhteiden viihtyvyyttä lisätään hyvällä äänisuunnittelulla, joka huomioi tilojen akustiset suorituskyvyt, melutasot ja jälkikaiunta-ajat. Arkkitehti- ja palosuunnittelun ohella myös äänisuunnittelussa materiaalivalinnoilla on merkitystä niin päästöjen kuin sisäilman laadun osalta. Äänisuunnittelu on yksi hyvään sisäolosuhteisiin vaikuttava tekijä, jonka merkitystä ei tule vähätellä. Äänisuunnittelun hyvän lopputuloksen aikaansaamiseksi tarvitaan sekä tieto tulevien käyttäjien tarpeista, ympäristön melulähteistä ja materiaalien vaimennusominaisuuksista. Näiden arvioimiseksi kohteelle voidaan tehdä tilakohtaiset jälkikaiunta-aika-, puheensiirto- ja leviämisvaimennusastelaskelmat sekä niiden yhteenvedot.

7 ASIAKKAAN TARPEET JA TAHTOTILA

Tilaajalla eli asiakkaalla tarkoitetaan tässä työssä niitä organisaatioiden edustajia, jotka ovat mukana hankkeen suunnitteluprosessiin vaikuttavassa päätöksenteossa. Asiakas voi olla hankkeen rakennuttaja, kiinteistön omistaja, kiinteistön vuokralainen tai näiden yhdistelmä. Asiakkaan tarpeet ja tahtotila muodostuvat muun muassa yrityksen vastuullisuusstrategiasta, tilojen käyttäjätarpeista, tilojen toiminnallisuuteen ja teknisiin ominaisuuksiin liittyvistä tarpeista ja vaatimuksista, tulevista ylläpitokustannuksista sekä hankkeeseen käytettävissä olevista euroista.

7.1 Haastattelumenetelmä

Asiakkaan tarpeita ja tahtotilaa selvitettiin avoimien teemahaastattelujen avulla, joissa haastateltavan ja haastattelijan välillä oli reflektiivinen vuorovaikutus. Haastateltaviksi valittiin sekä yksityisen että julkisen alan toimijoita. Haastatteluja suoritettiin kaikkiaan seitsemän kappaletta. Kaikki haastattelut olivat kestoltaan tunnista puoleentoista tuntiin. Haastattelut suoritettiin joko kasvotusten tai Teams-videohaastatteluina. Haastateltavat henkilöt edustivat Helsingin Asuntotuotantotoimistoa (ATT), Senaattia, Y-Säätiötä, Eläkevakuutusyhtiö Ilmarista sekä kolmea Suomen suurinta kaupparyhmittymää, Keskoa, S-ryhmää ja Lidliä. Haastattelujen alkuun haluttiin tietää yleisiä ajatuksia vastuullisuuteen ja ilmastonmuutokseen liittyen. Seuraavaksi haastateltavilta kysyttiin, miten yrityksissä on varauduttu ilmastonmuutoksen mukanaan tuomiin haasteisiin, ja miten kestävää kehitystä on tarkoitus edistää olemassa olevissa kiinteistöissä ja tulevissa rakennushankkeissa. Lopuksi haastateltavia pyydettiin nimeämään sellaisia konkreettisia asioita, mitä he toivoisivat suunnittelutoimistojen ottavan huomioon kestävän kehityksen edistämiseksi heidän hankkeissaan.

7.2 Kestävän kehityksen nykytila yrityksissä

Kaikissa haastateltavissa yrityksissä oli ryhdytty suorittamaan hiilijalanjälkilaskentaa uusien rakennettavien rakennusten osalta. Osassa yrityksistä laskentaa oli tehty jo useamman vuoden ajan, jolloin suoritettujen laskentojen perusteella oli ehtinyt muodostua jo dataa rakennustyyppikohtaisista hiilidioksidipäästöistä. Samalla oli alkanut muodostua käsitys siitä, millaisilla toimenpiteillä hiilijalanjäljen muodostumiseen kyetään parhaiten vaikuttamaan. Haastatteluissa kuitenkin todettiin, että tämänhetkisen laskennan haasteena oli se, että laskentaa suoritettiin eri tavoin, jolloin tulosten vertailtavuus vaati laskelmien tulkintaa. Tämän

vuoksi pidettiin erityisen tärkeänä, että laskentaraporteissa on avoimesti ja selkeästi kerrottu käytetty laskentamenetelmä sekä laskentaan liittyvät oletukset ja laskenta-arvot. Hiilijalanjäljen pienentämiseksi haastatteluissa pohdittiin muun muassa väestösuojatilojen tarpeellisuutta varsinkin myymälärakennuksissa, sillä myymälätiloissa sijaitsevien väestösuojien realisoitumista tarkoituksenmukaiseen käyttöön pidettiin erittäin epätodennäköisenä.

Haastateltavissa yrityksissä oli asetettu yrityskohtaisia hiilineutraalius- tai hiilinegatiivisuus tavoitteita. Valtaosa yrityksistä pyrki pääsemään tavoitteeseen hiilijalanjälkikompensaatioiden avulla, mutta joukoissa oli myös yritys, joka oli asettanut tavoitteekseen päästä hiilineutraaliuteen ilman ulkopuolisia kompensaatioita. Huomiona hiilineutraaliuteen liittyen tuotiin esiin se, että eri ympäristöjärjestöjen ja ministeriöiden välillä oli eroavaisuuksia hiilineutraaliustulkinnan suhteen.

Muuntojoustavuuden ja kustannustehokkuuden parantamiseksi oli ainakin yhdessä vähittäiskaupan yrityksessä siirrytty betonista teräspilarirunkoisiin ja pelti-villa-pelti-elementtisiin konseptimyymälöihin. Lisäksi yrityksen kaikissa myymälöissä oli puukattoelementit käytössä. Yksittäistapauksena oli testattu myös puurakentamista, jolloin myymälä oli toteutettu kertoripaelementeistä. Kaavamääräyksissä koettiin olevan eroavaisuuksia maakuntien ja pääkaupunkiseudun välillä. Haastatteluissa todettiin muun muassa, että maakunnat sallivat siirrettävien myymälöiden rakentamisen toisin kuin pääkaupunkiseutu. Siirrettävät myymälät voidaan maakunnissa sijoittaa pelkkien betonipalkkien päälle, sinne missä niille on kysyntää. Kysynnän muuttuessa myymälä voidaan siirtää palvelemaan uutta aluetta. Siirrettävä myymälä vaatii betonipalkkien lisäksi erilliset sähkö-, vesi- ja viemäriliittymät. Muun muassa tämänkaltaisten ratkaisujen koettiin edistävän kestävää kehitystä rakennusalalla.

Kestävän kehityksen huomioimiseen rakentamisessa liittyi monenlaisia haasteita. Haastatteluissa kävi ilmi, että joillakin alueilla kaava määritteli rakentamista siten, ettei tahtotilasta huolimatta ollut mahdollisuus valita ympäristöystävällisintä vaihtoehtoa. Esimerkkinä tästä mainittiin kaavamääräys tiilijulkisivusta, vaikka tahtotilana olisi ollut rakentaa puujulkisivu. Toisaalta todettiin myös, että puurakentamisen esteenä olivat tällä hetkellä liimapuupalkkien saatavuusongelmat, niiden haasteelliset toimitusehdot ja hinnannousu. Vastaavasti julkisella puolella koettiin, että hinnan ollessa määrittelevä valintakriteeri, ei välttämättä voitu valita

kestävän kehityksen kannalta parasta vaihtoehtoa. Asia korostui suhteutettaessa tehty valinta koko rakennuksen elinkaareen.

Hankkeiden pitkä kesto tarveselvityksestä valmiiksi rakennukseksi vie vuosia, ja tämän vuoksi nähtiin haasteellisena yrittää valmistautua muun muassa rakentamisen sääntömuutoksiin ja tulevaan taksonomia-asetukseen. Lisähaasteen valittaviin ratkaisuihin toivat energiaan liittyvät asiat, kuten energian hinnannousu ja tulevaisuuden energiamuotojen kehitys. Haastateltavien keskuudessa havaittiin näkemyseroja aurinkoenergian suhteen. Osa yrityksistä oli valinnut linjakseen toteuttaa kaikkiin kohteisiin aurinkosähköjärjestelmän. Osassa yrityksiä taas koettiin, ettei aurinkosähkö ollut ekologisesti kannattavaa paneelien lyhyen käyttöiän vuoksi. Aurinkokeräinten tuotto suhteessa investointikustannuksiin oli todettu kannattamattomaksi.

Geotermisestä lämmöstä ja energian kausivarastoinnista oltiin hyvin kiinnostuneita. Muun muassa Helsingin kaupunki teetättää tällä hetkellä kaikkiin suunnitteilla oleviin kohteisiinsa maalämpöselvityksen, jonka tarkoituksena on arvioida maalämmön kannattavuutta kyseisessä kohteessa. Kaupan alalla oli parhaillaan menossa selvityksiä energian kausivarastoinnista ja lämmöntalteenoton hyödyntämisestä saman rakennuksen muiden toimijoiden hyväksi. Energian- ja vedenkulutuksen seurannan taso vaihteli yrityskohtaisesti. Osassa yrityksiä seuranta oli viety tuntitasolle saakka, kun taas osassa yrityksistä seurantaa tehtiin huomattavasti pidemmillä ajanjaksoilla.

Haastateltavissa yrityksissä oli havaittavissa halua edistää kiertotaloutta, mutta esteeksi nähtiin kierrätettävien tuotteiden ja materiaalien CE-merkintöjen ja EPD- eli ympäristötuoteselosteiden puute. Useammassa yhteydessä olisi haluttu kierrättää tuotteita ja materiaaleja, mutta nykyinen lainsäädäntö ja viranomaismääräykset estivät sen. Materiaalien kierrätykseen liittyvän lainsäädännön ja määräysten haasteellisuuden vuoksi nähtiin, että kiertotalouden edistäminen tulisi lähteä liikkeelle jo tuotesuunnitteluvaiheesta. Tällöin tuotteet ja materiaalit voitaisiin jo ennen valmistusta suunnitella mahdollisimman hyvin kierrätettäviksi.

Useammassa haastateltavassa yrityksessä oli joko jo laadittu tai työn alla oleva yrityskohtainen tiekartta, jolla pyritään edistämään rakentamiseen liittyviä ympäristö- ja kiertotalousasioita. Tiekarttojen tarkoituksena oli selkeyttää yritysten omaa ympäristöstrategiaa, määritellä toimintatapoja ja viestiä ympäristöarvojen tärkeydestä asiakkaille ja yhteistyökumppaneille. Haastattelujen perusteella kävi ilmi, että yritysten omat vastuullisuusohjelmat vaikuttivat esimerkiksi siihen, millaisiin tiloihin haluttiin vuokralle.

Osa yrityksistä oli hakenut hankkeilleen ympäristösertifiointeja, ja asettanut jopa uudisrakennuksilleen tavoitetason, johon tuli päästä. Osa taas koki, että hankkeiden omalla konseptoinnilla tai hyödyntämällä omien vastuuhenkilöiden asiantuntemusta oli paremmat mahdollisuudet vaikuttaa kestävän kehityksen toteutumiseen kuin sertifikaattien avulla olisi ollut. Helsingin kaupungin palvelurakennuksia toteutettiin kaupungin oman elinkaariohjausmallin mukaan, joka on kevennetty versio ympäristösertifikaateista. Lisäksi hankkeissa toteutettiin Helsingin kaupungin kaupunkistrategiaa, hiilineutraali Helsinki-hanketta ja kierto- ja jakamistalouden tiekarttaa.

Huolimatta siitä, haettiinko kohteelle sertifiointia vai ei, uudiskohteille suoritettiin luontoarvojen kartoitusta. Luonnon monimuotoisuuden edistämiseksi tonteilla pyrittiin vaalimaan luontoarvoja ja säilyttämään olemassa olevaa kasvillisuutta sekä toteuttamaan biodiversiteettiä edistäviä toimenpiteitä kohteen valmistuttua. Esimerkkejä tästä olivat muun muassa hyönteishotellit.

7.3 Kestävän kehityksen toimenpide-ehdotukset suunnittelijoille

Haastatteluissa kysyttiin konkreettisia toimenpide-ehdotuksia siihen, miten suunnittelutoimistot voisivat heidän mielestään edistää parhaiten kestävää kehitystä, ja huomioida paremmin asiakkaiden tarpeita. Tehtyjen haastattelujen perusteella tärkeimmäksi kestävää kehitystä edistäväksi tekijäksi nähtiin suunnittelijoiden ammattitaito. Suunnittelijoiden edellytettiin olevan ajan hermolla, ja tietoisi tarjolla olevista uusista materiaali-, laite-, järjestelmä- ja ratkaisuvaihtoehdoista. Suunnittelijoiden toivottiin olevan perehtyneitä yritysten vastuullisuusstrategioihin ja tiekarttoihin, ja tarjoavan niiden mukaisia ratkaisuja. Arvojen vastaisia ratkaisuehdotuksia ei haluttu. Ehdotettujen suunnitteluratkaisujen tuli olla pitkäikäisiä, ja mieluummin innovatiivisia ja kokeellisia kuin valmiiksi vanhentuneita. Valittujen laitteiden

haluttiin olevan korjattavissa, vaihdettavissa ja kierrätettävissä. Kierrätettävyyttä toivottiin myös valituilta materiaaleilta.

Yksittäisenä haasteita tuottavana asiana mainittiin LED-tekniikka ja valaisimet. Hiljattainkin valmistuneen kohteen rikkoutunutta valaisinta ei ollut mahdollisuus korjata tai uusia, sillä joko valaisimen osia tai itse valaisinta ei ollut enää saatavissa. Tämän vuoksin sähkö- ja valaistussuunnittelijoiden haluttiin valitsevan sellainen valaisinjohdotus, jota ei tarvitse uusia valaisinten uusinnan yhteydessä. Myös valaisinten polttimot tuli olla vaihdettavissa. Ylipäätään suunnittelijoilta toivottiin rehellistä tietoa tuotteiden korjattavuudesta, käyttöiästä ja uusittavuudesta.

Suunnittelukokoukset haluttiin päivitettävän tähän päivään, ja suunnittelijoilta toivottiin edelläkävijyyttä ja rohkeutta. Lisäksi todettiin, että tekojen tuli vastata annettuja lupauksia. Kiertotalouden edistämiseksi haluttiin kuulla uusia näkemäisiä. Yhteistyön edistämiseksi, ja uusien kestävän kehityksen ratkaisujen ideoimiseksi ehdotettiin tilaajien ja suunnittelijoiden välisiä vapaamuotoisia tapaamisia jonkin teeman ympärillä.

Suunnittelutoimistojen lisäksi kestävän kehityksen edistämistä toivottiin myös viranomaisilta. Erityisesti kiertotaloutta, ja sitä rajoittavia tekijöitä haluttiin vähennettävän, ja saada kiertotalous osaksi vakiintunutta toimintaa. Esimerkkinä mainittiin, että maailmalla kiertotalouden edistämisestä on mahdollisuus saada etua rakennuslupamenettelyn käsittelyssä. Muun muassa ehdotettiin kiertotalouden paluulogistiikkaa, jossa työmaan tavarantoimittajat kuljettaisivat paluukuormassa kierrätysmateriaaleja takaisin toimittajille uusien tuotteiden raaka-aineeksi. Tavarantoimittajien ja urakoitsijan välille ehdotettiin takaisinottosopimusta käyttämättä jääneille rakennusmateriaaleille, jotta ne eivät päätyisi jätteeksi.

8 TULOKSET JA JOHTOPÄÄTÖKSET

Selvityksen perusteella saatiin kattava käsitys kestävää kehitystä edistävistä rakennussuunnittelun toimenpiteistä, ja niihin vaikuttavista taustatekijöistä. Toimenpiteistä kasattiin hankevaihekohtainen palvelukokonaisuus, josta rakennushankkeeseen ryhtyvällä on mahdollisuus valita toteutettavaksi merkityksellisiksi ja tarkoituksenmukaisiksi koettuja, kestävää kehitystä edistäviä palveluja. Palveluiden valintaa helpottamaan laadittiin riskiarviotaulukko, jonka avulla on tarkoitus arvioida hankkeeseen kohdistuvien riskien todennäköisyyttä, ja ryhtyä tulosten mukaisiin toimenpiteisiin.

Työtä varten tehtyjen haastattelujen perusteella voitiin todeta, että kaikissa haastateltaviksi valikoiduissa yrityksissä oli ryhdytty kestävää kehitystä edistäviin toimenpiteisiin. Yrityksissä oli esimerkiksi ryhdytty suorittamaan hiilijalanjälkilaskentaa, ja laatimaan yrityskohtaisia ympäristötiekarttoja. Yleinen mielipide oli se, että kestävään kehitykseen liittyviä asioita haluttiin edistää. Toisaalta oli kuitenkin havaittu, että kehityksen ennustettavuus ja nykyinen lainsäädäntö hankaloittivat jossakin määrin kestävän kehityksen huomioimista rakennushankkeissa.

Haastateltavat toivoivat, että suunnittelutoimistoilla olisi tarjota innovatiivisia suunnitteluratkaisuja toisinaan jo valmiiksi vanhentuneiden järjestelmien sijaan. Lisäksi toivottiin, että yhteistyötä tilaajan ja suunnittelijoiden välillä voitaisiin tiivistää, ja siten lisätä avointa tiedonkulkua. Tilaajia edustaneissa yrityksissä koettiin, että ilmastonmuutoksen hillitseminen on yhteinen haasteemme, jonka ratkaisemiseksi tarvitaan kaikkien osapuolten panosta. Tärkeänä pidettiin sitä, että suunnittelijat kehittävät jatkuvasti omaa osaamistaan, ja ovat perillä sekä tulevista lainsäädäntömuutoksista että uusista tuotteista. Tämän ei koettu tällä hetkellä täysin toteutuvan.

Sekä kirjallisuuskatsauksen että tehtyjen haastattelujen perusteella voitiin havaita, että kestävän kehityksen edistämiseen liittyy paljon kompleksisuutta. Yhtäällä kestävälle vaikuttava vaihtoehto ei välttämättä enää ole sitä toisesta näkökulmasta tarkasteltuna. Tämän vuoksi on tärkeää, että tarjolla olevia vaihtoehtoja arvioidaan eri näkökulmista, ja pyritään ymmärtämään niiden kokonaisvaikutukset.

Kompleksisuuden lisäksi haasteena on se, miten alan ammattilaisten osaamista kyetään lisäämään vastaamaan alan tarpeita. Esimerkiksi muuttuva lainsäädäntö, hiilijalanjäljen laskennan yleistyminen ja ilmastonmuutoksen ääriolosuhteiden huomioiminen suunnitteluratkaisuissa luovat uusia koulutustarpeita, joihin on vaikea löytää tarjontaa tällä hetkellä. Tämän vuoksi oppilaitosten ja koulutusta tarjoavien yritysten tulisikin pohtia koulutustarjontaansa, ja pyrkiä osaltaan vastaamaan alan kysyntään.

Hiilijalanjäljen laskennan yleistyessä ja lainsäädännön muuttuessa on oletettavaa, että materiaalien tuoteselosteet yleistyvät, ja markkinoille tulee yhä enemmän vähähiilisiä tuotteita ja materiaaleja. Parhaillaan muun muassa betonin ja teräksen osalta tehdään merkittävää kehitystyötä valmistusvaiheen hiilijalanjäljen pienentämiseksi. Puurakentamisen on jo nyt nähty yleistyvän puun ekologisuuden ja lainsäädäntömuutosten vuoksi sekä paloturvallisuuden kehittymisen myötä. Lisäksi on oletettavaa, että hallituksen puurakentamisen ohjelma kasvattaa puun käyttöä, ja lisää sen käyttömahdollisuuksia rakentamisessa. Puurakentamisen ohella hybridirakentaminen lisääntyy.

Kallistuvan energianhinnan myötä, rakennuskohtaiset uusiutuvan energian tuotantojärjestelmät tulevat yleistymään, ja niiden hinnan oletetaan kasvavan kysynnän vuoksi laskevan. Samalla järjestelmistä ja rakenteista tulee entistä energiatehokkaampia. Rakennusautomaatio tulee jatkossa olemaan yhä keskeisemmässä roolissa, ja entistä enemmän rakennusten toimintoja ohjataan automaation kautta.

Oletettavaa on, että rakennusten muuntojoustavuus nousee nykyistä merkittävämpään rooliin. Tilojen käyttöasteen parantamiseksi niiden odotetaan taipuvan monenlaisiin käyttötarkoituksiin. Toisaalta rakennuksen pitkä käyttöikä tarkoittaa usein sitä, että rakennuksen käyttötarkoitus muuttuu sen elinkaaren aikana. Suunnitteluvaiheessa asiaa voi olla vaikea ennakoida, mutta joillakin yleispätevillä suunnitteluratkaisuilla voidaan edistää tulevia muutostarpeita. On todennäköistä, että markkinoilla tullaan näkemään nykyistä enemmän erilaisia järjestelmäratkaisuja, jotka mahdollistavat nykyistä paremmin erilaisia muutostarpeita.
Kiertotaloutta tulee edistää sekä tuotesuunnittelussa että materiaalien kierrätettävyydessä. Tietoisuuden lisäämisellä ja helpoilla kierrätysjärjestelmillä voidaan edistää tuotteiden ja materiaalien kierrätystä. On oletettavissa, että monien tuotteiden valmistukseen käytettävien

neitseellisten materiaalien hinnat tulevat kohoamaan, ja osaltaan tämä edesauttaa kiertotalouden toteutumista.

Lainsäädäntöön ja lupakäsittelyihin tarvitaan enemmän joustoa, jotta kierrätysmateriaalien käyttöä rakennusmateriaaleina voidaan lisätä. Toisaalta tarvitaan lisää tutkimusta, jotta voidaan varmistaa, että kierrätetyt materiaalit ovat sekä turvallisia että terveellisiä käyttäjilleen. Kestävän kehityksen ja rakennuksen suunnitellun käyttöiän toteutumiseksi ei voi liikaa korostaa rakennusten huollon ja suunnitelmallisen ylläpidon merkitystä. On myös tärkeää, että rakennuksen käyttäjät ohjeistetaan toimimaan järjestelmien edellyttämällä tavalla, sillä virheellisellä käytöllä voidaan aiheuttaa sekä järjestelmille että rakenteille vaurioita.

9 YHTEENVETO

Työn alkuperäisenä tavoitteena oli selvittää ja tunnistaa kestävän kehityksen kannalta oleellisimmat suunnitteluun liittyvät tekijät, joihin keskittymällä suunnittelutoimisto voi parhaiten omalta osaltaan edistää kestävän kehityksen toteutumista rakennussuunnitteluhankkeissa. Työn tarkoituksena oli saada aikaiseksi valmiutta, jolla Vahanen-konserni pääsee mukaan elinkaarihankkeisiin. Lisäksi haluttiin selvittää asiakkaiden näkemyksiä kestävään kehitykseen liittyen.

Työn kirjallisuuskatsauksessa tarkastellut teemat vastasivat hyvin työn tutkimusosan käsittelyn tarpeisiin, ja sen perusteella muodostui hyvä kokonaisuus kestävään kehitykseen vaikuttavista taustatekijöistä. Merkityksellisiksi tunnistetuista toimenpiteistä laadittiin kestävää kehitystä edistävä prosessikuvaus, jonka tarkoituksena on tarjota tilaajille rakennussuunnittelun eri hankevaiheisiin kestävää kehitystä edistäviä palveluita. Palveluiden tarpeellisuuden arviointia varten luotiin riskiarviotaulukko. Sen avulla on mahdollisuus tarkastella hankkeeseen liittyvien riskien todennäköisyyttä, ja valita tulosten perusteella tehtäväksi niitä hakevaihekohtaisia toimenpiteitä, joilla voidaan välttää riskien toteutumista.

Kestävää kehitystä edistävien hankevaihekohtaisten palveluiden lisäksi työssä tarkasteltiin suunnittelun vaikutusmahdollisuuksia kestävän kehityksen toteutumiseksi. Ympäristösertifikaattien kriteerien pohjalta käytiin läpi suunnittelualoittain niitä asioita, joiden avulla suunnittelijat voivat omalta osaltaan edistää kestävää kehitystä rakennussuunnitteluhankkeissa.

Tutkimusta varten tehtyjen haastattelujen perusteella todettiin, että yrityksissä oli jo aloitettu hiilijalanjälkilaskenta ja laadittu yrityskohtaisia ympäristötiekarttoja. Vähähiilisten materiaalien käyttöä hidastivat osaltaan kaavamääräykset, ja toisaalta kierrätysmateriaalien hyödyntämistä rajoittava tiukka lainsäädäntö. Kestävään kehitykseen liittyvät asiat koettiin osin kompleksisiksi. Suunnittelijoiden toivottiin olevan perillä tulevista lainsäädäntömuutoksista ja uusimmista ratkaisuvaihtoehdoista. Lisäksi toivottiin, että suunnittelijoilla olisi tarjota tilaajille innovatiivisia suunnitteluratkaisuja. Hyvä yhteistyö ja avoin tiedonvaihto koettiin keskeisiksi kestävää kehitystä edistäviksi toimenpiteiksi.

LÄHTEET

Kirjallisuuslähteet:

2009/125/EY. Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivi 2009/125/EY, Energiaan liittyvien tuotteiden ekologiselle suunnittelulle asetettavien vaatimusten puitteista. Euroopan Unionin virallinen lehti. 30.10.2009. [verkkoaineisto]. [viitattu 21.7.2021]. Saatavissa: https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FI/TXT/PDF/?uri=CELEX:32009L0125&from=FI

BRE. 2021. BREEAM. What is BREEAM? 2021. [verkkoaineisto]. [viitattu 21.4.2021]. Saatavissa: https://www.breeam.com

Bre Global Ltd. 2016. BREEAM International New Construction 2016. Technical Manual. Document Reference SD233. Version 2.0. 2016. [pdf-dokumentti]. [viitattu 20.4.2021].

CEN. 2011. Sustainability of constructions - environmental product declarations - core rules for the product category of construction products, EN 15978:2011

DGNB GmbH. 2021. The DGNB System. 2021. [verkkoaineisto]. [viitattu 2.4.2021]. Saatavissa: https://www.dgnb-system.de/en/system/index.php

DKCO. 2021. Vihreä rahoitus – Kustannuksien loputon suo vai avain taloudelliseen menestykseen? DKCO Asianajotoimisto. 2021. [verkkoaineisto]. [viitattu 1.11.2021]. Saatavissa: https://www.dkco-law.com/fi/ajankohtaista/vihrea-rahoitus-kustannuksien-loputon-suo-vai-avain-taloudelliseen-menestykseen/

EC. 2021. 2030 Climate & Energy Framework. The 2030 Climate and Energy Framework includes EU-wide Targets and Policy Objectives for trh Period from 2021 to 2030. European Commission. 2021. [verkkoaineisto]. [viitattu 2.4.2021]. Saatavissa: https://ec.europa.eu/clima/policies/strategies/2030_en

European Council. 2014. 2030 Climate and Energy Policy Framework. EUCO 169/14. Brysels. 24 October 2014. [verkkoaineisto]. [viitattu 21.3.2021]. Saatavissa: https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=COM:2021:82:FIN

FGBC. 2018. Rakennushankkeiden ympäristöluokitukset Suomessa. Green Building Council Finland. 2018. [verkkoaineisto]. [viitattu 26.3.2021]. Saatavissa: https://greenbuildingcouncil.fi/wp-content/uploads/sites/4/2018/11/Rakennushankkeiden-ymp%C3%A4rist%C3%B6luokitukset-Suomessa.pdf

HE 50/2021. Hallituksen esitys eduskunnalle laeiksi ympäristövaikutusten arviointimenettelystä annetun lain sekä siihen liittyvien lakien muuttamisesta. Hallituksen esitys 50/2021. [verkkoaineisto]. [viitattu 1.8.2021]. Saatavissa: https://www.finlex.fi/fi/esitykset/he/2021/20210050.pdf

HQE. 2016. HQE Certification. Indroduction to HQE™ Certification. Cerway. 2016. [verkkoaineisto]. [viitattu 7.4.2021]. Saatavissa: https://www.behqe.com/cerway/essentials

Häkkinen Tarja & Kuittinen Matti. 2020. Kohti vähähiilistä rakentamista. Opas arviointiin ja suunnitteluun. Viro. Rakennustieto Oy. 2020.

Häkkinen T. et al. 2001. Rakennusten elinkaaritekniikka. Tuoteinformaatio käyttöikäsuunnittelun tueksi. VTT julkaisuja – Publikationer 848. Espoo. Otavamedia Oy. 2001.

Ilmatieteen laitos. 2021. Suomen IPCC-työryhmä. 2021. [verkkoaineisto]. [viitattu 15.7.2021]. Saatavissa: https://www.ilmatieteenlaitos.fi/suomen-ipcc-tyoryhma

IPCC. 2018. Global Warming of 1.5°C. An IPCC Special Report on the impacts of global warming of 1.5°C above pre-industrial levels and related global greenhouse gas emission pathways, in the context of strengthening the global response to the threat of climate change, sustainable development, and efforts to eradicate poverty. Masson-Delmotte, V., P. Zhai, H.-O. Pörtner, D. Roberts, J. Skea, P.R.Shukla, A.Pirani, W. Moufouma-Okia, C. Péan, R. Pidcock, S. Connors, J.B.R. Matthews, Y. Chen, X. Zhou, M.I. Gomis, E. Lonnoy,

T. Maycock, M.Tignor, and T. Waterfield (eds.). [verkkoaineisto]. [viitattu 26.11.2021]. Saatavissa: https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/sites/2/2019/06/SR15_Full_Report_High_Res.pdf

IPCC. 2020. The IPCC and the Sixth Assessment Cycle. The Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). April 2020. [verkkoaineisto]. [viitattu 28.3.2021]. Saatavissa: https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2020/05/2020-AC6_en.pdf

IPCC. 2021. About the IPCC. The IPCC Provides Regular Assessments of the Scientific Basis of Climate Change, Its Impacts and Future Risk, and Options for Adaptation and Mitigation. 25. July 2021. [verkkoaineisto]. [viitattu 27.7.2021]. Saatavissa: https://www.ipcc.ch/2021/07/25/ipcc-opens-meeting-to-approve-wg1-ar6/

ISO 15686-1. 2011. Buildings and constructed assets — Service life planning — Part 1: General principles and framework. The British Standard Institution. London.

KHO:2015:150. Vuosikirjapäätös. Diaarinumero: 3378/1/14. Korkein hallinto-oikeus. 2015. [verkkoaineisto]. [viitattu 27.11.2021]. Saatavissa: https://www.kho.fi/fi/index/paatokset/vuosikirjapaatokset/1444285972448.html

KHO:2019:37. Vuosikirjapäätös. Diaarinumero: 110/1/18. Korkein hallinto-oikeus. 2019. [verkkoaineisto]. [viitattu 27.11.2021]. Saatavissa: https://www.kho.fi/fi/index/paatokset/vuosikirjapaatokset/1552043238595.html

Kouri Milla. 2020. Kestävä rahoitus, Taksonomia ja Strategia. Valtiovarainministeriö. 2020. [verkkoaineisto]. [viitattu 2.8.2021]. Saatavissa: https://tem.fi/documents/ 1410877/50530988/Kouri-VM-Kestava-rahoitus-ja-taksonomia.pdf/d5acbf8e-10d1-3e02-fc25-98b4002cd42b/Kouri-VM-Kestava-rahoitus-ja-taksonomia.pdf?t=1608042005032

Ministry of Economic Affairs and Employment of Finland. 2021. Summary of Sector-Specific Low-Carbon Roadmaps. Publications of the Ministry of Economic Affairs and Employment, Energy, 2021:9. [verkkoaineisto]. [viitattu 4.4.2021]. Saatavissa: https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/bitstream/handle/10024/162851/TEM_2021_9.pdf?sequence=1&isAllowed=y

MRL. 1999/132. Maankäyttö- ja rakennuslaki. § 39: Yleiskaavan sisältövaatimukset. Helsinki. 5.2.1999.

Rakennusteollisuus RT sr. 2020. Vähähiilinen rakennusteollisuus 2035. Vähähiilisen rakentamisen tiekartta -päätösseminaari 2.6.2020. [verkkoaineisto]. [viitattu 7.5.2021]. Saatavissa: https://www.rakennusteollisuus.fi/tiekartta

Vuorinen Pekka. 2021. KIRA-sektori osana EU:n kestävän rahoituksen luokitusjärjestelmää. Rakennustekniikka-lehti. Julkaisija RIL. 11.6.2021. [verkkoaineisto]. [viitattu 28.8.2021]. Saatavissa: https://www.ril.fi/fi/rakennustekniikka/uutisarkisto/kira-sektori-osana -eun-kestavan-rahoituksen-luokitusjarjestelmaa.html

Rakennusteollisuus RT. 2020. Vähähiilinen rakennusteollisuus 2035 -päätösseminaari 2.6.2020. Seminaaritallenne. [verkkoaineisto]. [viitattu 21.8.2021]. Saatavissa: https://youtu.be/LdStBSFcfHc

Rakennustietosäätiö RTS sr. 2021a. RTS-ympäristöluokitus rakennushankkeille. 2021. [verkkoaineisto]. [viitattu 9.4.2021]. Saatavissa: https://cer.rts.fi/rts-ymparistoluokitus/mika-on-rts-ymparistoluokitus/

Rakennustietosäätiö RTS sr. 2021b. RT-ympäristötyökalu. Testiympäristö. 2021. [verkkoaineisto]. [viitattu 13.6.2021]. Saatavissa: https://rthankeohjaus.rts.fi/projects/81d3f0bd-6920-4bf9-ad2b-b0abc5374a90/

RakMK. 2011. Suomen rakentamismääräyskokoelma E1. Rakennusten paloturvallisuus. Ympäristöministeriö. 2011.

RT 07-11299. 2018. Sisäilmastoluokitus 2018. Sisäympäristön tavoitearvot, suunnitteluohjeet ja tuotevaatimukset. Helsinki. Rakennustieto Oy 2018.

RT 18-10922. 2018. Kiinteistön tekniset käyttöiät ja kunnossapitojaksot. Helsinki. Rakennustieto Oy. 2018.

RT 103254. 2020. Pääsuunnittelun tehtäväluettelo PS18. Helsinki. Rakennustieto Oy. 2020.

Sandberg Esa. 2014. Sisäilmasto ja ilmastointijärjestelmät. Ilmastointitekniikka osa 1. Talotekniikka Julkaisut Oy. 2014.

SDK 718/2020. Ympäristöministeriön asetus eräiden rakennuksen teknisten järjestelmien energiatehokkuuden vaatimuksista. Suomen säädöskokoelma 718/2020. Helsinki. 27.20.2020. [verkkoaineisto]. [viitattu 22.3.2021]. Saatavissa: https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2020/ 20200718

SopS 61/1994. Ilmastonmuutosta koskeva Yhdistyneiden kansakuntien puitesopimus. 61/1994. [verkkoaineisto]. [viitattu 21.3.2021]. Saatavissa: https://www.finlex.fi/fi/sopimukset/sopsteksti/1994/19940061/19940061_2

SopS 13/2005. Ilmastonmuutosta koskeva Yhdistyneiden kansakuntien puitesopimuksen Kioton pöytäkirja. 13/2005. [verkkoaineisto]. [viitattu 21.3.2021]. Saatavissa: https://www.finlex.fi/fi/sopimukset/sopsteksti/2005/20050013/20050013_2

Stockholm Resilience Center. 2016. How food connects all the SDGs. 2016. [verkkoaineisto]. [viitattu 15.7.2021]. Saatavissa: https://www.stockholmresilience.org/research/research-news/2016-06-14-how-food-connects-all-the-sdgs.html

SGBC. 2021. Vad är Miljöbyggnad? Sweden Green Building Council. 2021. [verkkoaineisto]. [viitattu 4.4.2021]. Saatavissa: https://www.sgbc.se/certifiering/miljobyggnad/vad-ar-miljobyggnad/

TEM. 2017. Valtioneuvoston selonteko kansallisesta energia- ja ilmastostrategiasta vuoteen 2030. Työ- ja elinkeinoministeriön julkaisuja. Energia. 4/2017. Helsinki. 2017. [verkkoaineisto]. [viitattu 21.3.2021]. Saatavissa: https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/bitstream/handle/10024/79189/TEMjul_4_2017_verkkojulkaisu.pdf?sequence=1&isAllowed=y

TEM. 2020. Vähähiiliset tiekartat 2035. Hankkeet ja säädösvalmistelu. 2020. [verkkoaineisto]. [viitattu 4.4.2021]. Saatavissa: https://tem.fi/tiekartat

Toorikka A. et al. 2021. Elinkaaritarkasteluraportti. Vahanen Rakennusfysiikka Oy. 2021.

UN. 1986. Report of the World Commission on Environment and Development: Our Common Future. Noeway, Oslo, 20 March 1987. [verkkoaineisto]. [viitattu 3.4.2021]. Saatavissa: http://www.un-documents.net/our-common-future.pdf

UN. 1989. General Assembly. Protection of Global Climate for Present and Future Generations of Mankind. Report of the Secretary – General. A/44/484. 19 September 1989. [verkkoaineisto]. [viitattu 26.11.2021]. Saatavissa: https://unfccc.int/sites/default/files/resource/docs/1989/un/eng/a44484.pdf

UN. 1992. United Nations Framework Convention on Climate Change. Convention. 1992. [verkkoaineisto]. [viitattu 21.3.2021]. Saatavissa: https://unfccc.int/files/essential_background/background_publications_htmlpdf/application/pdf/conveng.pdf

UN. 1997. Sustainable Development Goals. Earth Summit. Agenda 21, The Rio Declaration on Environment and Development, and the Statement of principles for the Sustainable Management of Forests. Rio de Janeiro, Brazil, 3 to 14 June 1992. [verkkoaineisto]. [viitattu 3.6.2021]. Saatavissa: https://sustainabledevelopment.un.org/index.php?page=view&nr=23&type=400&menu=35

UN. 1998. Kyoto Protocol to the United Nations Framework Convention on Climate Change. The Protocol. 1998. [verkkoaineisto]. [viitattu 21.3.2021]. Saatavissa: https://unfccc.int/resource/docs/convkp/kpeng.pdf

UN. 2012. Sustainable Development Goals. United Nations Conference on Sustainable Development, Rio+20. Rio de Janeiro, Brazil, 20 to 22 June 2012. [verkkoaineisto]. [viitattu 3.6.2021]. Saatavissa: https://sustainabledevelopment.un.org/rio20

UN. 2015a. United Nations Sustainable Development Summit. New York, USA, 25 to 27 September 2015. [verkkoaineisto]. [viitattu 4.6.2021]. Saatavissa: https://www.un.org/sustainabledevelopment/blog/2015/09/summit-charts-new-era-of-sustainable-development-world-leaders-to-gavel-universal-agenda-to-transform-our-world-for-people-and-planet/

UN. 2015b. Resolution adopted by the General Assembly on 25 September 2015. 70/1. Transforming our world: the 2030 Agenda for Sustainable Development. New York, USA, 25 to 27 September 2015. [verkkoaineisto]. [viitattu 4.6.2021]. Saatavissa: https://www.un.org/ga/search/view_doc.asp?symbol=A/RES/70/1&Lang=E

UN. 2015c. Transforming our world: the 2030 Agenda for Sustainable Development. A/RES/70/1. 2015. [verkkoaineisto]. [viitattu 4.6.2021]. Saatavissa: https://sustainabledevelopment.un.org/content/documents/21252030%20Agenda%20for%20Sustainable%20Development%20web.pdf

UN. 2015d. Framework Convention on Climate Change. Adoption on the Paris Agreement. FCCC/CP/2015/L.9/Rev.1. Conference, 30 November to 11 December 2015. Paris. 12. December 2015. [verkkoaineisto]. [viitattu 21.3.2021]. Saatavissa: https://unfccc.int/resource/docs/2015/cop21/eng/l09r01.pdf

UN. 2016. Framework Convention Climate Change. Conference of the Parties. Report of the Conference of the Parties on its twenty-first session, heldin Paris from 30 November to 13 December 2015. Addendum. Part two: Action taken by the Conference of the Parties at its twenty-first session. 29 January 2016. [verkkoaineisto]. [viitattu 27.4.2021]. Saatavissa: https://unfccc.int/resource/docs/2015/cop21/eng/10a01.pdf

UN. 2021. United Nations, Climate Change. What is the United Nations Framework Convention on Climate Change? 2021. [verkkoaineisto]. [viitattu 15.7.2021]. Saatavissa: https://unfccc.int/process-and-meetings/the-convention/what-is-the-united-nations-framework-convention-on-climate-change

USGBC. 2021a. This Is LEED. Better Buildings Are Our Legacy. 2021. [verkkoaineisto]. [viitattu 17.5.2021]. Saatavissa: http://leed.usgbc.org/leed.html

USGBC. 2021b. LEES v4.1: Building Design and Construction. Technical Manual. US. Green Building Council. April 9, 2021.

VNa 76/2016. Valtioneuvoston asetus Pariisin sopimuksen voimaansaattamisesta ja sopimuksen lainsäädännön alaan kuuluvien määräysten voimaansaattamisesta annetun lain voimaantulosta. 76/2016. [verkkoaineisto]. [viitattu 27.4.2021]. Saatavissa: https://www.finlex.fi/fi/sopimukset/sopsteksti/2016/20160076

VNa. 2016. Suomi, jonka haluamme 2050 - Kestävän kehityksen yhteiskuntasitoumus. Valtioneuvoston kanslia. 20.4.2016. [verkkoaineisto]. [viitattu 15.8.2021] Saatavissa: https://kestavakehitys.fi/documents/2167391/2186383/FINAL+Kest%C3%A4v%C3 %A4n+kehityksen+yhteiskuntasitoumus+20+4+2016.pdf/d2d827e7-033a-4d2b-9239-aed 6605a12c4/FINAL+Kest%C3%A4v%C3%A4n+kehityksen+yhteiskuntasitoumus+20+4+ 2016.pdf

VNa. 2017. Valtioneuvoston selonteko kestävän kehityksen globaalista toimintaohjelmasta Agenda2030:sta. Kestävän kehityksen Suomi – pitkäjänteisesti, johdonmukaisesti ja osallistavasti. Valtioneuvoston kanslian julkaisusarja 3/2017. [verkkoaineisto]. [viitattu 30.6.2021]. Saatavissa: https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/bitstream/handle/10024/79854/VNK_J0317_net.pdf?sequence=1

VNa. 2018. Puurakentamisen toimenpideohjelma. Hankkeet. YM025:00/2018. 2018. [verkkoaineisto]. [viitattu 22.7.2021]. Saatavissa: https://valtioneuvosto.fi/hanke?tunnus=YM025:00/2018

VNa. 2019. Osallistava ja osaava Suomi – sosiaalisesti, taloudellisesti ja ekologisesti kestävä yhteiskunta. Pääministeri Sanna Marinin hallituksen ohjelma 10.12.2019. Valtioneuvoston

julkaisuja 2019:31. [verkkoaineisto]. [viitattu 22.7.2021]. Saatavissa: https://valtioneuvosto.fi/marinin-hallitus/hallitusohjelma/hiilineutraali-ja-luonnon-monimuotoisuuden-turvaava-suomi

VNa. 2020a. Kohti hiilineutraalia hyvinvointiyhteiskuntaa – Valtioneuvoston selonteko kestävän kehityksen globaalista toimintaohjelmasta Agenda2030:sta. Valtioneuvoston kanslian julkaisuja 2020:7. [verkkoaineisto]. [viitattu 30.6.2021]. Saatavissa: https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/bitstream/handle/10024/162475/VNK_2020_7.pdf?sequence=1&is Allowed=y

VNa. 2020b. Yhteenveto toimialojen vähähiilitiekartoista. Työ- ja elinkeinoministeriön julkaisuja. Energia. 2020:52. Helsinki 2020. [verkkoaineisto]. [viitattu 31.8.2021]. Saatavissa: https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/bitstream/handle/10024/162494/ TEM_2020_ 52.pdf? sequence=1&isAllowed=y

VNa. 2021a. EU:n ilmastopaketti auttaa myös Suomea hiilineutraaliuden saavuttamisessa. 14.7.2021. [verkkoaineisto]. [viitattu 20.7.2021]. Saatavissa: https://valtioneuvosto.fi/-/10616/eu-n-ilmastopaketti-auttaa-myos-suomea-hiilineutraaliuden-saavuttamisessa

VNa. 2021b. Maankäyttö- ja rakennuslain kokonaisuudistus. Säädösvalmistelu. YM014:00/2018. 2021. [verkkoaineisto]. [viitattu 17.7.2021]. Saatavissa: https://valtioneuvosto.fi/hanke?tunnus=YM014:00/2018

VNa. 2021c. EU:n ilmastopaketti auttaa myös Suomea hiilineutraaliuden saavuttamisessa. Tiedote 440. 14.7.2021. [verkkoaineisto]. [viitattu 18.7.2021]. Saatavissa: https://valtioneuvosto.fi/-/10616/eu-n-ilmastopaketti-auttaa-myos-suomea-hiilineutraaliuden-saavuttamisessa

YM. 2020. Pitkän aikavälin korjausrakentamisen strategia 2020–2050. Suomi. Rakennusten energiatehokkuusdirektiivin (2010/31/EU), muutettuna direktiivillä 2018/844/EU, artiklan 2a mukainen ilmoitus. 10.3.2020. [verkkoaineisto]. [viitattu 22.3.2021]. Saatavissa: https://ym.fi/documents/1410903/38439968/Suomen-EPBD-2a-ilmoitus_final_10-03-20 20-242AE19E_F497_4A38_8DF2_95556530BA53-156573.pdf/37a_549e9-b330-5f8c-d863-

2e51f2e8239a/Suomen-EPBD-2a-ilmoitus_final_10-03-2020-242AE19E_F497_4A38_8DF2_95556530BA53-156573.pdf/Suomen-EPBD-2a-ilmoitus_final_10-03-2020-242AE19E_F497_4A38_8DF2_95556530BA53-156573.pdf?t= 1603259873424

YM. 2020b. Maankäyttö- ja rakennuslaki. Maankäyttö- ja rakennuslaki uudistuu. [verkkoaineisto]. [viitattu 20.6.2021]. Saatavissa: https://ym.fi/maankaytto-ja-rakennuslaki

YM. 2021a. Valtioneuvoston periaatepäätös kiertotalouden strategisesta ohjelmasta. Periaatepäätös. 30.3.2021. [verkkoaineisto]. [viitattu 22.3.2021]. Saatavissa: https://ym.fi/documents/1410903/42733297/Valtioneuvoston+periaatep%C3%A4%C3%A 4t%C3%B6s+8.4.2021+kiertotalouden+strategisesta+ohjelmasta.pdf/aee1e0d0-802f-b272-e424-50c9cd1c5f5e/Valtioneuvoston+periaatep%C3%A4%C3%A4t%C3%B6s+8.4.2021+kiertotaloden+strategisesta +ohjelmasta.pdf?t=1617783970488

YM. 2021b. Hallituksen esitys eduskunnalle ilmastolaiksi. Luonnos 2.7.2021. [verkkoaineisto]. [viitattu 27.7.2021]. Saatavissa: https://api.hankeikkuna.fi/asiakirjat/4592289f-ee2e-456e-a17b-66b71dd124bf/d46a96da-111c-43d3-a6cd-5272916ad733 /LAUSUNTOPYYNTO_20210706110335.PDF

YM. 2021c. Maankäyttö- ja rakennuslaki uudistuu. Rakennuksen ilmastoselvityksen asetusluonnos lausunnoille – tavoitteena yhdenmukainen ja luotettava vähähiilisyyden arviointi. 4.6.2021. [verkkoaineisto]. [viitattu 18.7.2021]. Saatavissa: https://mrluudistus.fi/uutiset/rakennuksen-ilmastoselvityksen-asetusluonnos-lausunnoille-tavoitteena-yhdenmukainen-ja-luotettava-vahahiilisyyden-arviointi/

YM. 2021d. Rakennuksen vähähiilisyyden arviointimenetelmä 2021. Luonnos lausuntokierrosta varten. 6/2021. [pdf-aineisto]. [viitattu 18.7.2021].

YM. 2021e. Level(s) – rakennusten resurssitehokkuuden yhteiset EU-mittarit. 2021. [verkkoaineisto]. [viitattu 5.4.2021]. Saatavissa: https://ym.fi/levels-rakennusten-resurssitehokkuuden-mittarit

Haastattelulähteet:

Jarmas Ossi. 2021. Rakennuttamisen tiimipäällikkö. Lidl Suomi Ky. Espoo. Haastattelu. 20.10.2021.

Kasurinen Petri. 2021. Rakennuttajapäällikkö. SOK Kiinteistöässät. Teams-haastattelu. 29.10.2021.

Kemppainen Seppo. 2021. Projektijohtaja, rakennuttaminen. Kesko Oyj. Helsinki. Haastattelu. 20.10.2021.

Nurminen Niina. 2021. Rakennuttajapäällikkö. Eläkeyhtiö Ilmarinen. Teams-haastattelu. 28.10.2021.

Rekola Mirkka. 2021. Senaatti. Teams-haastattelu. Ympäristövastuun ja tietomallinnuksen asiantuntija. 25.10.2021.

Seppänen Jonna. 2021. Ympäristöasiantuntija. Helsingin Asuntotuotantotoimisto ATT. Teams-haastattelu. 20.10.2021.

Virkkala Inari. 2021. Projektipäällikkö. Y-Säätiö. Helsinki. Haastattelu. 6.10.2021.

Riskienhallintasuunnitelma

Riskienhallintasuunnitelma

Hankesuunnittelun aikataulu, resurssiriskit ja riskianalyysi

Hanke:	
Laatija:	
PVM:	

I luokka
II luokka
III luokka
IV luokka
V luokka > vaatii välittömiä toimenpiteitä

NRO	LISÄTTY	KÄSITTELY HANKEORGANI-SAATIOSS	RISKIN ALKUPERÄ	TUNNISTETTU RISKI	RISKIN PERUSTELUT	RISKIN SEURAUKSET	TUTKIMUSEHDOTUS	TODENNÄ-KÖISY	VAKAVUUS	SUURUUS	TOIMENPIDE-EHDOTUS
1	pvm	Kyllä	Ilmastonmuutos	Sisäilmaston lämpötilan nousu yli sallitun	Ilmaston lämpeneminen ja hellejaksojen yleistyminen	Sisäilmaston lämpötila nousee hellejaksoina yli sallitun	Olosuhdesimulointi	5	1	Vähäinen	Suunnitellaan viileämmäksi tarkoitetut tilat rakennuksen pohjoispuolelle. Lisätään rakennukseen jäähdytys! liitetään rakennus kaukokylmään
2	pvm	Ei	Ilmastonmuutos	Rakenteiden aiempaa heikompi kuivuminen	Ilmankosteuden lisääntyminen	Rakennuksen kastepiste muuttuu ja rakenteet eivät pääse kuivumaan aiempaan tapaan. Tämän seurauksena ilmenee kosteus- ja homevaurioita.	Ilmastonmuutoksen riskitarkastelu	1	3	Merkityksetön	Kiinnitetään huomiota rakennuksen fysikaalisiin ominaisuuksiin, rakenneratkaisuihin, materiaalivalintoihin ja tuuletusväleihin.
3	pvm	Ei	Ilmastonmuutos	Julkisivujen aiempaa todennäköisempi kastuminen	Viistosateiden lisääntyminen	Julkisivut altistuvat aiempaa enemmän kosteusrasitukselle.	Ilmastonmuutoksen riskitarkastelu	1	1	Merkityksetön	Kiinnitetään suunnittelussa huomiota rakennuksen suuntaukseen, topografiaan ja materiaaleihin sekä vedenohjaukseen. Pyritään toteuttamaan rakennukselle harjakatto pitkillä räystäillä.
4	pvm	Ei	Ilmastonmuutos	Vedenpinnan nousu	Rankkasateiden ja tulvien lisääntyminen	Tulvavesi nousee rakennuksen kellaritiloihin aiheuttaen kosteus- ja homevaurioita.	Ilmastonmuutoksen riskitarkastelu	5	5	Vakava	Suunnitellaan pengerrykset ja perustukset niin, että niissä on huomioitu vedenpinnan nousu. Käytetään materiaaleja, jotka kestävät kosteutta ja suolavettä.
5	pvm	Ei	Ilmastonmuutos	Alueen hulevesiverkoston liian pieni mitoitus	Rankkasateiden ja tulvien lisääntyminen	Hulevesiverkostot eivät vedä rankkasateiden aiheuttamia vesimassoja, jonka seurauksena ulkoalueet ja rakennusten kellaritilat tulvivat. Vesimassat aiheuttavat maa-aineisten liikkeellelähdön.	Ilmastonmuutoksen riskitarkastelu	3	4	Kohtalainen	Suunnitellaan tontille viivytyskaivoja ja/tai -altaita.
6	pvm	Ei	Aiempi toiminta tontilla	Saastunut maaperä	Tontilla on aiemmin harjoitettu toimintaa, jonka seurauksena maaperä on saastunut tai sen oletetaan olevan saastunut.	Myrkylliset kaasut, maanvajoamat ja viranomaisvelvoitteiden täyttämättä jättäminen.	PIMA-tutkimus	4	4	Merkittävä	Tehdään tarvittavat massanvaihdot.
7	pvm	Ei	Ilmastonmuutos ja rakentamisen tiivistäminen	Biodiversiteetin väheneminen	Neitseellistä luontoa otetaan uudisrakentamisen käyttöön.	Luonnon monimuotoisuuden köyhtyminen ja virkistyskäyttöön tarkoitetun lähiluonnon häviäminen.	Ympäristövaikuttavuusarviointi	2	3	Vähäinen	Selvitetään tonttivaihtoehdot ja pyritään vähentämään hankkeen ympäristövaikutuksia.

Riskienhallintasuunnitelma

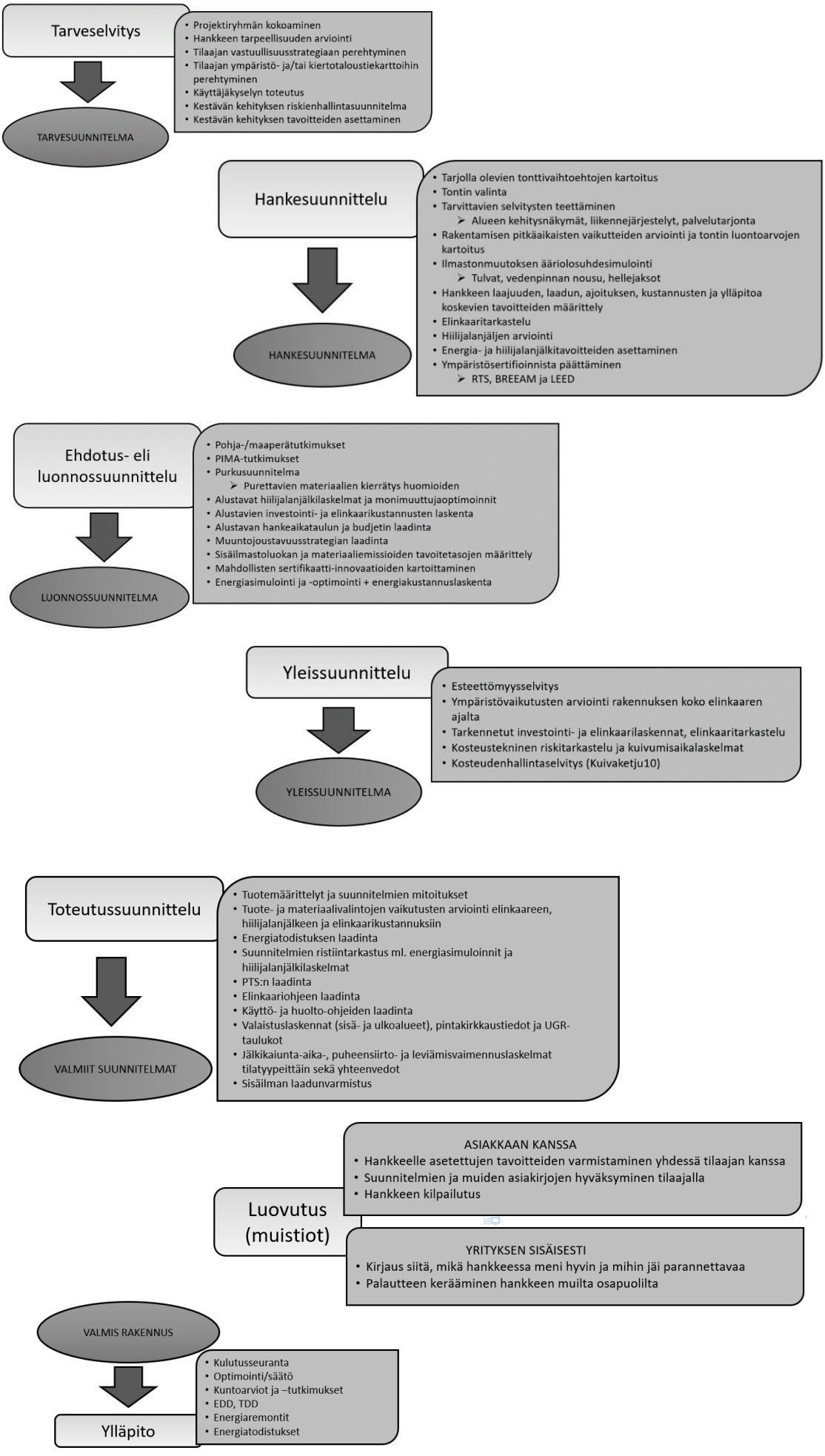
Hankesuunnittelun aikataulu, resurssiriskit ja riskianalyysi

Hanke:	
Laatija:	
PVM:	

I luokka
II luokka
III luokka
IV luokka
V luokka > vaatii välittömiä toimenpiteitä

NRO	LISÄTTY	KÄSITTELY HANKEORGANI-SAATIOSS	RISKIN ALKUPERÄ	TUNNISTETTU RISKI	RISKIN PERUSTELUT	RISKIN SEURAUKSET	TUTKIMUSEHDOTUS	TODENNÄ-KÖISY	VAKAVUUS	SUURUUS	TOIMENPIDE-EHDOTUS
8	pvm	Ei	Energiantuotanto: fossiilittomaan sähkön tuotantoon siirtyminen	Sähköenergian kallistuminen	Sähköenergia on jo nyt kääntynyt nousuun ja tulee jatkamaan nousuaan. Euroopassa hinnannousu on Pohjoismaita voimakkaampaa.	Energiankultuksen hinnannousu.	Energiaselvitys	1	5	Kohtalainen	Valitaan energiatehokkaat talotekniikan laitteet. Kiinnitetään huomiota laitteiden SFP-lukuihin ja COP-arvoihin. Valitaan kohteeseen LED-valaistus. Toteutetaan rakennukselle oma aurinkovoimala.
9	pvm	Ei	Energiantuotanto: fossiilittomaan lämpöenergian tuotantoon siirtyminen	Lämpöenergian kallistuminen	Suomi pyrkii hiilineutraaliksi vuoteen 2035 mennessä ja useimmissa kaupungeissa on pyrkimys päästä eroon fossiilisilla polttoaineilla tuotetusta lämpöenergiasta vuoteen 2025 mennessä. Siirtymä aiheuttaa hinnannousua.	Energiankultuksen hinnannousu.	Energiaselvitys	3	4	Kohtalainen	Toteutetaan kohteeseen maalämpökaivot jaltai LTO jaltai PILP jaltai aurinkokeräimet tai -paneelit.
10	pvm	Ei	Uusi MRL	Velvoittava CO_2-laskenta, joka edellyttää tietyyn rakennustyyppikohtaiseen raja-arvoon pääsemistä.	Uusi MRL velvoittaa raja-arvon saavuttamista vuoden 2025 jälkeen (alustava tieto).	Ei päästä rakennustyyppikohtaiseen raja-arvoon, jolloin joudutaan vastaamaan ylityksestä MRL:n seuraamusten mukaan.	CO_2-laskenta hankkeen alkuvaiheesta saakka, jolloin pystytään vaikuttamaan rakennuksen CO_2-arvoon mahdollisimman aikaisessa vaiheessa.	4	2	Vähäinen	CO_2-laskentaa ryhdytään suorittamaan hankesuunnittelusta asti, jonka jälkeen laskentaa tarkennetaan suunnittelun edetessä. Kaikkia hankkeen osapuolia velvoitetaan huomioimaan asia omassa tekemisessään.
11	pvm	Ei	Ilmastonmuutos	Myrskytuulten aiheuttamat vauriot.	Myrskytuulien lisääntyminen.	Rakenteet vaurioituvat myrskytuulien seurauksena.	Tuulikuormalaskelmat	3	2	Vähäinen	Huomioidaan tuulen suunta ja voimakkuus rakennuksen sijoittelussa tontilla ja rakenneratkaisuissa.
12	pvm	Ei	Ei ole tunnistettu tiloihin liittyviä tarpeita ja tarjolla olevia vaihtoehtoja riittävällä tavalla.	Hankitaan tilat, jotka eivät palvele käyttötarkoitusta tai täytä tiloille asetettuja teknisiä vaatimuksia.	Tarjolla olevat erilaiset vaihtoehdot	Hankitaan käyttötarkoitukseen nähden epäsopivat tilat. Maksetaan mahdollisesti turhista neliöistä ja kuutioista (tilojen hankintahinta ja tilojen lämmitys)	Tilantarpeen täyttämisen vaihtoehtotarkastelu	3	3	Kohtalainen	Lähdetään toteuttamaan vaihtoehtotarkastelun perusteella parhaaksi valittua tilakokonaisuutta.
13	pvm	Ei	Tulevaisuuden epävarmuus	Rakennus ei tule olemaan koko elinkaartaan samassa käyttötarkoituksessa.	Rakennuksen käyttöiän aikainen muutostarve.	Mikäli muuntojoustavuutta ei huomioida rakennusvaiheessa, on muutosten tekeminen myöhemmin vaikeampaa ja voi sulkea pois joitakin muutosvaihtoehtoja.	Muuntojoustavuusstrategia	2	2	Merkityksetön	Huomioidaan strategiaan kirjatuista toimenpiteistä ne, joita pidetään merkityksellisinä ja kustannuksiltaan kohtuullisina.
14	pvm	Ei	Energiantuotanto: fossiilittomaan lämpöenergian tuotantoon siirtyminen	Eri vaihtoehtojen investointi- ja ylläpitokustannusten sekä CO_2-päästöjen välillä voi olla huomattavia eroja.	Energianhinnan kallistuminen	Valintaan investointi- ja ylläpitokustannusten jaltai CO_2-päästöjen osalta kalleinthuonoin vaihtoehto	Elinkaaritarkastelu	3	4	Kohtalainen	Lähdetään toteuttamaan elinkaaritarkastelun perusteella parhaaksi osoittautunutta vaihtoehtoa.

Kestävän kehityksen mukainen rakennussuunnittelun prosessikaavio



Sähköjärjestelmien kunnossapitoehdotus

SÄHKÖJÄRJESTELMIEN KUNNOSSAPITOEHDOTUS																															Kustannustaso 2021 ALV 0%
Suositellut toimenpiteet	**Kustannusennuste (x 1000 EUR)**																														
	2021	**2022**	**2023**	**2024**	**2025**	**2026**	**2027**	**2028**	**2029**	**2030**	**2031**	**2032**	**2033**	**2034**	**2035**	**2036**	**2037**	**2038**	**2039**	**2040**	**2041**	**2042**	**2043**	**2044**	**2045**	**2046**	**2047**	**2048**	**2049**	**2050**	**YHT**
Läpiviennit																															
Paloläpivientien tarkastaminen ja sulkeminen vaatimuksien mukaisesti					1										1										1						3
Sähkön pääjakelujärjestelmä																															
Sähkökeskuksien lämpökuvaukset	1									1										1										1	4
Sähkökeskuksien lämpökuvaukset ja määräaikaistarkastus															2										2						4
Laitteiden- ja laitteistojen sähköistykset																															
Keittiölaitteiden uusiminen osittain	15									15										15					15						60
Sähköliitäntäjärjestelmät																															
Varaudutaan uusimaan pistorasioita osittain																														2	2
Valaistusjärjestelmät																															
Varaudutaan osittaiseen (25%) sisävalaisimien uusimiseen							4																		4						8
Varaudutaan ulkovalaisimien uusimiseen																				2											2
Urheilukentän valaistuksen uusiminen																				4											4
Turvavalaistusjärjestelmä																															
Uusitaan keskusyksikkö																									2						2
Uusitaan poistumisopastevalaisimet (LED-valaisimia)					3										3										3						9
Uusitaan turvavalaisimet (LED-valaisimia)																									2						2
Antennijärjestelmä																															
Uusitaan antennivahvistin ja antennit					2										2										2						6
Yleiskaapelointijärjestelmä																															
Varaudutaan uusimaan osa kerroskaapeloinnista (30 %)																									2						2
Kameravalvontajärjestelmä																															
Varaudutaan uusimaan keskusyksikkö ja ulkokamerat					5								5								5								5		20
Paloilmoitinjärjestelmä																															
Uusitaan paristokäyttöiset palovaroittimet							2								2										2						6
LVI-säätöjärjestelmät																															
Uusitaan paikallissäätimet ja toimilaitteet																				6											6
Sähkötekniikka yhteensä	**16**	**0**	**0**	**0**	**11**	**0**	**6**	**0**	**0**	**16**	**0**	**0**	**5**	**0**	**10**	**0**	**0**	**0**	**0**	**28**	**5**	**0**	**0**	**0**	**35**	**0**	**0**	**0**	**5**	**3**	**140**

(Muokattu: Toorikka A. et al. 2021.)