

Opinnäytetyö (AMK)

Rakennustekniikan koulutusohjelma

Talonrakennustekniikka

2017

Laura Somppi

KESTÄVÄ RAKENTAMINEN

– Rakennesuunnittelijan näkökulma



Laura Somppi

KESTÄVÄ RAKENTAMINEN

- Rakennesuunnittelijan näkökulma

Opinnäytetyön tavoitteena on selvittää, miten rakennesuunnittelija voi omalta osaltaan edistää kestävästä rakentamisesta. Rakennusten kestävyuden parantamiseksi on kehitetty ympäristöjärjestelmiä.

Kestävän kehityksen mukaisten tavoitteiden toteutumisen kannalta on tärkeää, että monialainen työyhteisö pyrkii selvittämään järjestelmien ja prosessien välisiä yhteyksiä. Kestävä rakennus kostuu monista osatekijöistä, joita ovat turvallisuus, toimivuus ja tuottavuus.

Ensimmäinen vaihe kohti kestävästä rakennuksesta on oikean sijainnin valitseminen. Sijainnin valinnassa tulee huomioida herkäät alueet, jo aikaisemmin rakennetut alueet ja alueet, jotka edistävät ympäristön hyvinvointia. Alueen pinnanmuodot, hydrologia, kasvillisuus ja maaperä arvioidaan. Rakennuksen ympäristö pyritään suojaamaan rakentamisen aiheuttamilta haitoilta, ja tavoitteena on säilyttää ympäristö mahdollisimman luonnontilaisena.

Energiatehokkuus on keskeinen tekijä kestävässä rakentamisessa. Se on myös tekijä, joka vaikuttaa merkittävästi kustannuksiin. Rakennuksen energiatehokkuutta parannetaan energiatehokkailla lämmitys- ja jäähdytysjärjestelmillä hyödyntämällä lämmön talteenottoa ja suosimalla uusiutuvia energialähteitä. Vesitehokkuudella vähennetään myös energian kulutusta. Veden käytössä tavoitteena on minimoida hukka ja valmistella jätevesi uudelleenkäyttöä varten.

Oikein valitut rakennusmateriaalit eivät aiheuta lainkaan tai vain vähän ympäristöhaittoja. Materiaalien valinnassa huomioidaan materiaalin koko elinkaaren aikaiset vaikutukset, raaka-aineiden hankinnasta lähtien. Rakennusmateriaalit vaikuttavat myös sisäilmanlaatuun. Jokaisen materiaalin osalta on varmistettava, ettei se sisällä ympäristölle tai terveydelle haitallisia ainesosia.

Rakennesuunnittelijan tehtävänä on suunnitella pitkäikäisiä, mahdollisimman vähän korjausta ja huoltoa tarvitsevia rakenteita. Kestävä rakenne on energiatehokas, toimiva ja terveellinen.

ASIASANAT:

Kestävä rakentaminen, Ympäristöluokitusjärjestelmät, Tehokkuus

Laura Somppi

SUSTAINABLE CONSTRUCTION PROCESS

- The viewpoint of a structural engineer

The purpose of the thesis was to determine how the structural engineer can contribute to the development of a sustainable construction process. Sustainable building strategies have been developed to create environmentally sound and resource-efficient buildings.

A multidisciplinary work community makes it possible to achieve the goals of sustainable development. The work community examines connections between different systems and processes. Sustainable building is the sum of many components that are security, functionality and productivity.

The first step towards a sustainable building is to choose the right location. Choosing the right location is influenced by many factors. The aim is to avoid the development of environmentally sensitive lands. Construction is encouraged in developed areas. The environment is protected from the disadvantages caused by the construction process. The aim is to keep the environment as natural as possible.

Energy efficiency is a key factor when it comes to sustainable construction. Energy efficiency has a significant impact on costs. Building energy efficiency is improved by using energy-efficient heating and cooling systems, heat recovery systems and renewable energy sources. Water efficiency also reduces energy consumption. The aim is to minimize the use of water and prepare waste water for reuse.

Properly selected building materials do not cause environmental damage. Environmental impact is evaluated throughout the material lifecycle. Building materials affect indoor air quality. For each material, it is ensured that it does not contain any harm to the environment or health.

The task of the structural engineer is to design long-lasting structures that do not require repair or maintenance. Sustainable construction is energy-efficient, functional and healthy.

KEYWORDS:

Sustainable construction, Sustainable building strategies, Efficiency

SISÄLTÖ

KÄYTETYT LYHENTEET TAI SANASTO	7
1 JOHDANTO	9
2 KESTÄVÄN RAKENTAMISEN PERIAATTEET	10
3 YMPÄRISTÖLUOKITUKSET	12
3.1 LEED	12
3.2 BREEAM	13
3.3 Joutsenmerkki	13
3.4 RTS-ympäristöluokitus	13
4 INTEGROIVA SUUNNITTELU	14
4.1 Energiaan liittyvät järjestelmät	14
4.2 Veteen liittyvät järjestelmät	15
5 SIJAINTI JA LIIKKUMINEN	17
5.1 Herkän alueen suojelu	17
5.2 Korkean prioriteetin alue	17
5.3 Tiheästi rakennettu alue	18
5.4 Monipuoliset liikkumismahdollisuudet	18
5.5 Polkupyöräfasiliteetit	18
5.6 Parkkialueiden minimointi	18
5.7 Vihreät ajoneuvot	19
6 RAKENNUKSEN YMPÄRISTÖ	20
6.1 Rakennustyömaan ympäristöhaittojen hallinta	20
6.2 Kohteen arviointi	20
6.3 Elinympäristön suojeleminen ja palauttaminen	20
6.4 Avoimet ulkotilat	20
6.5 Sadevesien käsittely	21
6.6 Heat Island -vaikutuksen minimointi	21
6.7 Valosaasteen vähentäminen	21
7 ENERGIATEHOKKUUS	22

7.1	Energiankulutuksen tavoitteet ja niiden saavuttaminen	22
7.2	Energiankulutuksen minimointi	23
7.3	Rakennuskohtainen energianmittaus	24
7.4	Jäähdytysjärjestelmät	24
7.5	Kysynnän ja tarjonnan tasapainottaminen	24
7.6	Uusiutuvan energian omavaraisuus	25
7.7	Vihreäsähkö	25
8	VESITEHOKKUUS	26
8.1	Rakennuksen ulkopuolisen vedenkäytön vähentäminen	26
8.2	Rakennuksen sisäpuolisen vedenkäytön vähentäminen	26
8.3	Vedenkulutuksen mittaus	27
9	MATERIAALIT	28
9.1	Materiaalitehokkuus	28
9.2	Jätteenlajittelumahdollisuudet	28
9.3	Rakennus- ja purkujätteen käsittely	29
9.4	Elinkaariarviointi	29
9.5	Sertifioidut tuotteet	29
9.6	Raaka-aineiden hankinta	30
9.7	Materiaalien ainesosat	31
9.8	Esimerkkejä ympäristösertifioiduista materiaaleista	31
10	SISÄTILAT	33
10.1	Ilmanvaihto	34
10.2	Radon	35
10.3	Tupakoinnin kontrollointi	35
10.4	Vähäpäästöiset materiaalit	35
10.5	Rakennusaikainen sisäilmanlaatu	37
10.6	Lämpömukavuus	37
10.7	Sisätilojen valaistus	37
10.8	Luonnonvalo	37
10.9	Maisema	38
10.10	Akustiikka	38
11	JOHTOPÄÄTÖKSET	39

LÄHTEET

41

LIITTEET

Liite 1. LEED v4 Pistetaulukko

Liite 2. Joutsenmerkki-säilöntäaineiden rajoitukset

KUVAT

Kuva 1 Kestävän kehityksen ulottuvuudet (VTT 2012, 8)

10

Kuva 2 LEED-sertifiointijärjestelmän käyttö USA:n ulkopuolella (Kubba 2015)

12

Kuva 3 Integroivan suunnittelun osa-alueet (Kubba 2015, 173)

14

Kuva 4 Kontaminoitujen rakennusten prosentuaalinen osuus (Kubba 2017, 304)

33

TAULUKOT

Taulukko 1 Vesikalusteiden baseline-arvot (LEED 2017)

26

KÄYTETYT LYHENTEET TAI SANASTO

ANSI	American National Standards Institute
ASHRAE	American Society of Heating, Refrigerating and Air Conditioning Engineers
BREEAM	Building Research Establishment Environmental Assessment Method
CASRN	Chemical Abstract Service Registration Number
EC Number	European Community Number
GSM	Bruttoneliömetri
LEED	Leadership in Energy and Environmental Design
NSF	The Public Health and Safety Organization
PTB	Persistent, bioaccumulable and toxic
USGBC	The U.S. Green Building Council
vPvB	Very persistent and very bioaccumulable

1 JOHDANTO

Kestävä kehitys ja ympäristönäkökulmat ovat tulleet voimakkaasti esille viime vuosina. Huoli ympäristön tilasta on sitouttanut Suomen moniin kansallisiin ja kansainvälisiin ympäristöohjelmiin. Rakentamista ohjaavilla ohjelmilla ja strategioilla yhteisenä tavoitteena on edistää kestävästä kehitystä, luoda elinvoimainen ja energiatehokas rakennettu ympäristö. Vastuullisella suunnittelulla ja rakentamisella taataan luonnonvarojen kestävä käyttö samalla säilyttäen luonnon monimuotoisuus ja maisema-arvot. Visiona on luoda viihtyisiä, terveellisiä ja turvallisia ympäristöjä nykyisille ja tuleville sukupolville. (Ympäristöministeriö 2017.)

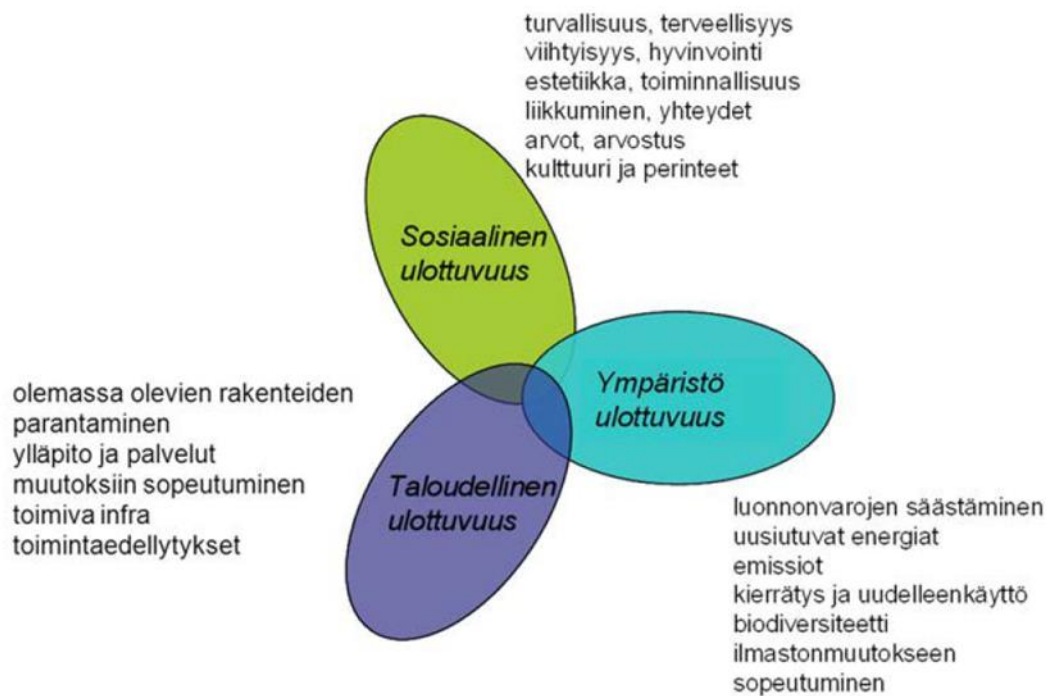
Sweco on tunnistanut ympäristöasioiden tärkeyden ja fokuksena on luoda kestävä yhteiskunta yhdessä yhteistyökumppaneiden kanssa. Tavoitteena on tuottaa välitöntä ja pitkäaikaista hyötyä yrityksille, ihmisille ja ympäristölle. Sweco tarjoaa apua asiakkailleen muun muassa energiatehokkuuden optimoinnissa, uusiutuvan energian tuotannossa, materiaalivalintojen arvioinnissa, ympäristöohjelmien kehittämisessä, maaperän kunnostuksessa, jätteiden sekä jäte- että käyttöveden käsittelyssä, kestävässä infrastruktuurin suunnittelussa, ympäristövaikutusten arvioinnissa ja kestävässä rakentamisessa. (Sweco 2015.)

Tämän opinnäytetyön aiheena on rakennesuunnittelun ympäristönäkökulmat ja tavoitteena on tuoda käytäntöön muun muassa edellä esitettyjen strategioiden ja visioiden asettamat tavoitteet. Tarkoituksena on selvittää, miten jokapäiväinen rakennesuunnittelu toteutetaan vastuullisesti projektin eri vaiheissa tarvesuunnittelusta aina takuu-aikaan asti.

Projektin lähtökohtana on tarve käytännön ohjeelle. Swecolla, kuten rakennusalalla yleisestikin, tiedostetaan, että rakentamisessa tulee huomioida muun muassa lukuisat ympäristöohjeet. Nämä eivät kuitenkaan ole täysin tavoittaneet käytännön tasoa. Ympäristöasiat mielletään tällä hetkellä vieraiksi ehkä jopa vaikeiksi asioiksi, eikä niiden välillä nähdä suoraa yhteyttä käytännön suunnittelutyöhön.

2 KESTÄVÄN RAKENTAMISEN PERIAATTEET

Kestävyden katsotaan muodostuvan kolmesta osa-alueesta, jotka ovat vuorovaikutussuhteessa keskenään. Kestävän kehityksen ulottuvuudet on esitetty kuvassa 1. Ekologisen ulottuvuuden perusehtona on ekosysteemin toimivuuden ja biologisen monimuotoisuuden säilyttäminen sekä ihmisen aineellisen ja taloudellisen toiminnan sopeutuminen luonnon kestokykyyhin. Taloudellisen ulottuvuuden perusehtona on, että kehitys ei perustu varantojen hävittämiseen ja velkaantumiseen. Sosiaalisen ja kulttuurisen ulottuvuuden tavoitteena on taata tuleville sukupolville hyvinvoinnin edellytykset. (Ympäristöministeriö 2013.)



Ku-

va 1 Kestävän kehityksen ulottuvuudet (VTT 2012, 8)

Kestävä rakentaminen tarkoittaa suunnittelun ja rakentamisen kehittämistä niin, että rakennukset tarjoavat hyvät työskentely- ja asumisolosuhteet, ne kestävät pidempään, niiden käyttökustannukset alenevat ja fasiliteetit parantavat tuottavuutta. Ennen kaikkea kestävällä rakentamisella halutaan turvata luonnonvarojen kestävä käyttö ja parantaa rakennettua ympäristöä niin, että ekosysteemit, ihmiset, yritykset ja yhteisöt voivat elää terveellistä ja menestyvää elämää myös tulevaisuudessa. Yksinkertaistaen voidaan todeta, että niin kutsuttu kestävä rakentaminen on vain hyvää suunnittelua ja rakentamista. (Kubba 2013.)

Kestävän kehityksen periaatteet ovat aikaisempaa tärkeämpiä rakentamisessa ja yhä useammat tahot esittävät kiinnostuksensa ympäristöjärjestelmiä kohtaan. Edelleen on olemassa myös tahoja, jotka suhtautuvat vastahakoisesti kestäväan rakentamiseen. Vastahakoinen suhtautuminen johtunee pääasiassa väärinymmärryksestä, että kestävä rakentaminen aiheuttaa automaattisesti kustannusten nousua ja käytännön toteuttaminen on hankalaa. (Kubba 2013.)

Kestävän lopputuloksen saavuttamiseksi on ensisijaisen tärkeää hyödyntää monitie- teistä työyhteisöä päätöksenteossa jo projektin suunnittelun alkuhetkistä lähtien. Holis- tinen työryhmä edesauttaa tehostamaan projektia ja energian käyttöä, luomaan terveen rakennuksen niin käyttäjille kuin omistajillekin sekä minimoimaan haitalliset ympäristö- vaikutukset. (Kubba 2013.)

Jokaista kestäväa rakennushanketta koskevat tietyt perustavaa laatua olevat periaat- teet, joita ovat rakennuksen sijoituspaikka, rakenteiden tehokkuus, energiatehokkuus, veden käyttö, materiaalien valinta, laadunhallinta sekä jätteen ja päästöjen määrä. Ra- kennushankkeessa mukana olevien tulee ohjata projektia kestäväan suuntaan toteut- tamalla energiatehokkaita rakennuksia, joissa hyödynnetään uusiutuvia luonnonvaroja. Kestävä rakentaminen hyödyntää tehokkaasti arvokkaita raaka-aineita kuten, energiaa, vettä ja materiaaleja. (Kubba 2013.)

Perinteisellä rakentamisella on suora vaikutus ajankohtaisiin haasteisiin. Suurimpia maailmanlaajuisia haasteita ovat ilmaston lämpeneminen, veden puute, sisäilmaon- gelmat ja ekosysteemien tuhoutuminen. Tutkimukset todistavat rakennusten aiheutta- van merkittävimmät ympäristövaikutukset, niin rakennusaikana kuin käytönkin aikana. Rakennuksiin käytetään suurin osa kaikista käytetyistä luonnonvaroista. Rakennuksen elinkaariajattelulla saavutetaan niin sosiaalisia, ekonomisia, ekologisia kuin taloudel- lisiakin etuja. (Kubba 2013.)

Kestävien strategioiden ja materiaalien sisällyttäminen suunnitteluun jo alkuvaiheissa on myös ideaali tapa lisätä projektin markkina-arvoa. Kestävissä rakennuksissa voi- daan monen tekniikan ja käytännön avulla vähentää tai jopa poistaa rakennuksen ne- gatiiviset vaikutukset ympäristöön ja terveyteen. Tavoitteena on saavuttaa harmonia rakennuksen ja sen ympäristön välille niin ekologisella kuin esteettiselläkin tasolla. (Kubba 2013.)

3 YMPÄRISTÖLUOKITUKSET

Rakentamisen ympäristövaikutusten arvioimisen helpottamiseksi on kehitetty lukuisia ympäristöluokituksia. LEED on Suomessa yleisesti käytetty kansainvälinen ympäristöjärjestelmä. Suomi onkin sijoittunut LEEDin kymmenen kärkimaan joukkoon, kun arvioidaan LEEDin käyttöä USA:n ulkopuolella. Kuvassa 2 on esitetty maat, joissa LEEDiä käytetään eniten. Tämä opinnäytetyö käsittelee pääasiassa LEED v4 -sertifikaatin asuinrakennuksia koskevia kriteereitä. Lisäksi Suomessa on käytössä esimerkiksi kansainvälinen BREEAM, pohjoismainen Joutsenmerkki ja kotimainen RTS-ympäristöluokitusjärjestelmä.

Rank	Nation	GSM of LEED-certified space (million)	Total GSM of LEED-certified and registered space (millions)	Total number of LEED-certified and registered projects
1	Canada	17.74	58.66	4068
2	China	14.30	96.22	1638
3	India	11.64	66.22	1657
4	South Korea	3.84	16.61	242
5	Taiwan	2.98	6.97	114
6	Germany	2.90	7.32	365
7	Brazil	2.85	23.24	829
8	Singapore	2.16	3.86	91
9	UAE	1.82	47.16	850
10	Finland	1.45	3.56	148

Kuva 2 LEED-sertifiointijärjestelmän käyttö USA:n ulkopuolella (Kubba 2015)

3.1 LEED

LEED on yhdysvaltalainen sertifiointijärjestelmä, joka myöntää pisteytyksen perusteella LEED-arvosanan: Certified, Silver, Gold tai Platinum. Pisteytyksessä huomioidaan muun muassa koko rakennuksen elinkaaren aikana kuluttama energia, vesi ja materiaali. Arviointiperusteet vaihtelevat sen mukaan, onko kyseessä uudiskohde, olemassa oleva rakennus, asuinrakennus tai toimitila. LEED v4 on järjestelmän viimeisin versio, jonka pistetaulukko on esitetty liitteessä 1. (Green Building Council Finland 2017.)

3.2 BREEAM

BREEAM on brittiläinen vihreiden rakennusten luokitusjärjestelmä. Se myöntää kiinteistölle BREEAM-arvosanan: läpäisty, hyvä, erittäin hyvä tai erinomainen. Arvosana perustuu pisteytykseen, jossa huomioidaan esimerkiksi maankäyttö, liikenne, käytetyt materiaalit, johtaminen sekä energian että veden kulutus. BREEAM ohjaa rakennuksen suunnittelua, rakentamista ja käyttöä. (Green Building Council Finland 2017.)

3.3 Joutsenmerkki

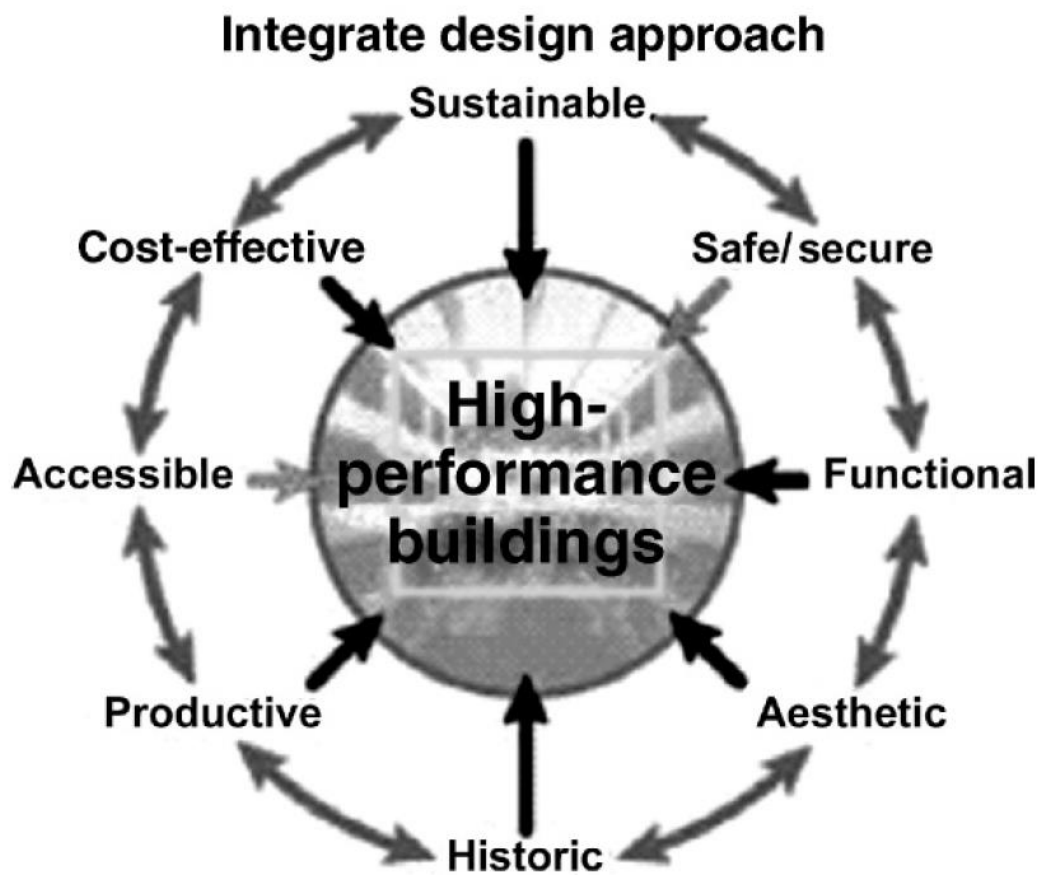
Joutsenmerkki on pohjoismainen ympäristömerkki, joka kertoo tuotteen ympäristöystävällisyydestä. Joutsenmerkki voidaan myöntää rakennukselle, jonka aiheuttamat ympäristövaikutukset ovat vähäiset. Rakennusta arvioidaan elinkaarinäkökulmasta, jolloin ympäristöystävällisyys varmistetaan rakentamisen, käytön ja kierrätyksen ajalta. Eri-tyistä huomiota kiinnitetään energian käyttöön, materiaalivalintoihin, sisäympäristöön ja laadunhallintaan. (Pohjoismainen ympäristömerkki 2017.)

3.4 RTS-ympäristöluokitus

RTS-ympäristöluokitus on suomalainen järjestelmä, joka myöntää rakennukselle yhdestä viiteen tähteä saavutetun tason mukaan. Järjestelmä perustuu eurooppalaisiin standardein ja kotimaisiin menetelmiin, kuten Sisäilmaluokitukseen, M1-luokitukseen, elinkaarimittareihin ja Kuivaketju10:iin. Järjestelmä arvioi rakennuksen viittä osaluuetta: prosessi, talous, innovaatiot, ympäristö ja energia sekä sisäilma ja terveellisyys. (Rakennustieto 2017.)

4 INTEGROIVA SUUNNITTELU

Integroiva suunnittelu koostuu lukuisista osa-alueista, joiden yhteisvaikutuksesta muodostuu kestävä rakennus. Kuvassa 3 on esitetty integroivan suunnittelun periaate. LEED v4 kannustaa analysoimaan järjestelmien välisiä suhteita jo projektin varhaisessa suunnitteluvaiheessa, jotta saavutetaan suorituskykyinen ja kustannustehokas kokonaisuus. Tavoitteena on löytää rakennusjärjestelmien ja prosessien väliset yhteydet. (LEED 2017, 10.)



Kuva 3 Integroivan suunnittelun osa-alueet (Kubba 2015, 173)

4.1 Energiaan liittyvät järjestelmät

Energiaan liittyvistä järjestelmistä suoritetaan yksinkertainen mallinnusanalyysi, jossa selvitetään, miten rakennuksen energiakuormitusta vähennetään ja saavutetaan kestä-

vän kehityksen tavoitteet. LEED v4 edellyttää käyttämään vähintään kahta alla esitetystä strategiasta. (LEED 2017, 10.)

- Kohteen olosuhteet. Arvioidaan varjostus, ulkovalaistus, maisemointi ja naapurikohteiden olosuhteet.
- Massat ja suunta. Arvioidaan massan ja suuntauksen vaikutus LVI-mitoitukseen, energiankulutukseen, valaistukseen ja uusiutuvien energiamuotojen käyttöön.
- Rakennuksen vaippa. Arvioidaan eristysarvoja, ikkunapinta-alan suhdetta seinäpinta-alaan, lasin käyttökelpoisuutta.
- Valaistustasot. Arvioidaan sisäpinnan heijastusarvot ja valaistustaso käyttötiloissa.
- Lämpöolosuhteet. Arvioidaan lämpöominaisuudet.
- Energiakuormitus. Arvioidaan mahdollisuutta pienentää energiakuormitusta ohjelmoitavien ratkaisujen avulla.
- Toiminta ja käyttötarkoitus. Arvioidaan mahdollisuutta tilojen hyödyntämiseen moniin käyttötarkoituksiin tehokkaalla aikataulutuksella. Selvitetään, miten tila jaetaan henkilöiden kesken ja huomioidaan etätyömahdollisuus. Arvioidaan mahdollisuutta rakennusalan pienentämiseen. Arvioinnissa otetaan huomioon odotettavissa olevat toiminnot ja rakennuksen ylläpito. (LEED 2017, 10.)

Arvioinnin perusteella laaditaan dokumentti, miten arviointi vaikutti päätöksentekoon ja suunnitteluun. Dokumentti sisältää tapauskohtaisesti tiedot esimerkiksi rakennuksen muodosta ja geometriasta, vaipasta ja julkisivukäsittelystä tai LVIS-järjestelmien mitoituksesta ja optimoinnista. (LEED 2017, 10.)

4.2 Veteen liittyvät järjestelmät

Veteen liittyvistä järjestelmistä suoritetaan alustava vesibudjettianalyysi. Analyysissä selvitetään, miten vedenkulutusta voidaan pienentää, jotta saavutetaan vedenkulutukseen liittyvät kestävä kehityksen tavoitteet. Vedenkulutusta arvioidaan alla esitettyjen keinojen avulla. (LEED 2017, 11.)

- Rakennuksen sisäveden tarve. Arvioidaan virtaus- ja huuhteluvolyymit hyödyntämällä esimerkiksi WE Prerequisite Indoor Water Use Reduction -mallia.
- Rakennuksen ulkopuolisen veden tarve. Arvioidaan kasteluun tarvittavan vesimäärän volyymi tapauskohtaisesti hyödyntämällä esimerkiksi WE Credit Outdoor Water Use Reduction -mallia.
- Prosessiveden tarve. Arvioidaan keittiössä, pyykinpesussa, jäähdytyksessä ja muissa laitteissa tarvittavan veden määrä.
- Vesilähteet. Arvioidaan kaikki vesilähteet, kuten kohteen sadevedet, harmaat vedet ja LVI-laitteiden kondenssivedet.

Arvioinnista laaditaan dokumentti, miten vesibudjettianalyysi vaikutti suunnitteluun ja päätöksentekoon. Dokumentissa osoitetaan, miten juomakelpoisen vedenkulutusta ja käsiteltävän jäteveden määrää pyritään pienentämään. Lisäksi dokumentti sisältää tiedot putkijärjestelmästä, jäteveden kuljetuksesta ja käsittelystä, sadeveden määrästä ja laadunhallinnasta sekä maisemoinnista ja kastelusta. (LEED 2017, 11.)

5 SIJAINTI JA LIIKKUMINEN

Ensimmäinen vaihe kohti kestävästä rakennuksesta on oikean sijainnin valitseminen. Tieverkoston rakentamiskustannuksilta säästyään, kun kohde valitaan olemassa olevan tieverkoston piiristä. Kestävän kehityksen kannalta on tärkeää, että rakennus sijoitetaan paikkaan, johon on hyvät joukkoliikenneyhteydet. Alueen maisemaa ja luonnollisia ominaisuuksia tulee varjella. (Kubba 2013.)

5.1 Herkän alueen suojelu

Tavoitteena on suojella herkät alueet rakentamisen aiheuttamilta ympäristövaikutuksilta. Ensisijainen vaihtoehtona on sijoittaa rakennus jo rakennetulle alueelle. Toinen vaihtoehto on sijoittaa rakennus rakentamattomaan paikkaan, mutta silloin on varmistettava, ettei alue ole erityisen herkkä. (LEED 2017, 13.)

Herkkiä alueita ovat:

- Ensisijaiset, ainutlaatuiset, alueellisesti tai valtakunnallisesti merkittävät viljelysmaat.
- Tulvatasanteet.
- Elinympäristöt, joissa esiintyy uhanalaisiksi-, GH-, G1- ja G2-luokiteltuja lajeja.
- Ranta-alueet. Rantavyöhykkeeksi luetaan 30 metriä vesirajasta.
- Kosteikot ja niitä ympäröivät 15 metrin suoja-alueet. (LEED 2017, 13.)

5.2 Korkean prioriteetin alue

Hankkeen sijoituspaikaksi suositellaan aluetta, jossa tavoitteena on edistää ympäröivän alueen terveyttä. Sijoituspaikaksi voidaan valita täydennysrakentamiseen sopiva tontti, jolloin alueella on jo historiaa rakentamisesta. Alue, jonka maaperä tai pohjavesi on todettu saastuneeksi, tulee kunnostaa paikallisten määräysten mukaisesti. (LEED 2017, 15.)

5.3 Tiheästi rakennettu alue

Maan ja elinympäristön suojelemiseksi rakentamista kannustetaan tiheästi rakennetuille alueille, joilla on jo olemassa oleva infrastruktuuri. Päivittäiset toiminnot keskitetään lähelle tosiaan, jolloin pitkien välimatkojen kulkemisen tarve vähenee. Tavoitteena on edistää kevyttä liikennettä ja samalla parantaa kansanterveyttä, lisäämällä päivittäistä aktiivisuutta. (LEED 2017, 16.)

5.4 Monipuoliset liikkumismahdollisuudet

Rakentamista ohjataan alueille, joilla on onnistuttu vähentämään moottoriajoneuvojen käyttöä. Moottoriajoneuvojen käytön vähentäminen vähentää kasvihuonekaasuja, ilman pilaantumista ja muita ympäristöön ja kansanterveyteen liittyviä haittoja. Arvioinnissa huomioidaan kaikki olemassa olevat ja suunnitella olevat julkisen liikenteen reitit ja pysäkit kävelymatkan päässä kohteesta. Reittien tulee toimia molempiin suuntiin ja niiden tulee täyttää vähimmäismäärät viikko- ja viikonlopputasolla. (LEED 2017, 19.)

5.5 Polkupyöräfasilitetit

Alueella tulee olla hyvät mahdollisuudet polkupyöräilyyn, jotta ajoneuvoilla tapahtuvat matkustaminen vähenee. Polkupyöräilyn lisääminen edistää kansanterveyden ja lisää vapaa-ajan liikkumista. Kohteen tulee sijaita kävelymatkan päässä kattavasta polkupyörätieverkostosta. Kohteessa tulee olla riittävä määrä polkupyöräpaikkoja ja mahdollisuus suihkun käyttöön. (LEED 2017, 22.)

5.6 Parkkialueiden minimointi

Pysäköintitilojen aiheuttamat ympäristöhaitat minimoidaan, kun parkkitilojen määrä ei ylitä vaadittua minimimäärää. Pysäköintipaikkojen vähentäminen kannustaa käyttäjiä vaihtoehtoisten liikkumismuotojen käyttöön henkilöautoilun sijaan. (LEED 2017, 26.)

5.7 Vihreät ajoneuvot

Vihreiden ajoneuvojen suosiminen vähentää ympäristöhaittoja. Parkkipaikoista vähintään 5 % tulee merkitä vihreiden ajoneuvojen käyttöön. Vihreistä autoista perittävä pysäköintimaksu on pienempi perinteisen auton pysäköintimaksuun verrattuna. Lisäksi alueella tulee olla sähköauton latauspiste tai muu vastaava. (LEED 2017, 28.)

6 RAKENNUKSEN YMPÄRISTÖ

6.1 Rakennustyömaan ympäristöhaittojen hallinta

Työmaan on minimoitava rakentamisen aiheuttamat ympäristöhaitat, kuten maaperän eroosio, vesistöjen sedimentoituminen ja ilmassa leviävä pöly. Kohteeseen laaditaan ympäristösuunnitelma, jossa esitetään toimenpiteet ympäristöhaittojen ehkäisemiseksi. (LEED 2017, 31.)

6.2 Kohteen arviointi

Kestävien ratkaisujen ja päätöksenteon tueksi alueen olosuhteet arvioidaan ennen suunnittelun aloittamista. Arvioinnista laaditaan dokumentti, joka sisältää tiedot kohteen pinnanmuodoista, hydrologiasta, ilmastosta, kasvillisuudesta, maaperästä ja ihmisen vaikutuksesta alueeseen. (LEED 2017, 32.)

6.3 Elinympäristön suojeleminen ja palauttaminen

Lähtökohtana on säilyttää luonnontilaiset alueet ja palauttaa vahingoittuneet elinympäristöt biologisen monimuotoisuuden edistämiseksi. Tontin viheralueista tulee säilyttää rakentamattomana 40 %. Lisäksi rakennusaikana tuhoutunut kasvillisuus on palautettava tai vaihtoehtoisesti voidaan tukea taloudellisesti elinympäristöjen suojeluun suuntautuneita tahoja. (LEED 2017, 34.)

6.4 Avoimet ulkotilat

Tavoitteena on rohkaista käyttäjiä vuorovaikutukseen ympäristön kanssa, lisätä sosiaalista vuorovaikutusta, virkistystä ja fyysistä aktiivisuutta. Ulkotilan on katettava vähintään 30 % tontin pinta-alasta, josta vähintään 25 % on kasvillisuuden peittämää. Ulkotilojen on oltava hyödynnettävissä ja niiden tulee sisältää alueita, jotka kannustavat sosiaaliseen tai fyysiseen aktiivisuuteen. Laadukas ulkotila sisältää myös ympärivuotisia puutarha-alueita tai esimerkiksi hyötykasveja. (LEED 2017, 36.)

6.5 Sadevesien käsittely

Tarkoituksena on jäteveden määrän vähentäminen ja vedenlaadun parantaminen, jäljittelemällä luonnollista hydrologiaa ja vesitasapainoa. Sadevesienhallinta toteutetaan luonnollisin menetelmin, jossa hyödynnetään muun muassa kasveja huleveden keräyksessä, viivytyksessä ja imeytyksessä. (LEED 2017, 37.)

6.6 Heat Island -vaikutuksen minimointi

Tarkoituksena on minimoida ihmisen toiminnasta aiheutuvan lämpöenergian vaikutukset mikroilmastoon ja luonnonvaraisiin elinympäristöihin. Vaikutusta voidaan minimoida istuttamalla varjoja muodostavia kasveja, suosimalla viherkattoja, valitsemalla sopiva kattomateriaalin SRI-arvo kattokaltevuuden mukaan. (LEED 2017, 39.)

6.7 Valosaasteen vähentäminen

Tavoitteena on parantaa yötaivaan näkyvyyttä ja vähentää valosaasteen haittavaikutuksia ihmisiin ja luontoon. Valosaasteen haittavaikutuksia voidaan vähentää esimerkiksi pienentämällä valaistuksen tehoa, valaistuksen suuntauksella ja automaattisella tarveohjauksella. (LEED 2017, 42.)

7 ENERGIATEHOKKUUS

Energiatehokkuus on merkittävin tekijä, kun puhutaan kestävästä rakentamisesta. Se on myös tekijä, joka vaikuttaa merkittävästi projektin kustannuksiin. Energiatehokkuutta voidaan parantaa seuraavilla tavoilla:

- Energiatehokkaan lämmitys- ja jäähdytysjärjestelmän käyttö yhdessä tehokkaasti lämpöä eristävän ulkokuoren kanssa. Optimoimalla ikkunoiden sijainti ja pinta-ala.
- Lämmöntalteenoton hyödyntäminen.
- Uusiutuvien energialähteiden suosiminen, kuten aurinko- ja tuulienergian ja fossiilisten polttoaineiden käytön minimointi.
- Energiatehokkaiden laitteiden suosiminen valaistuksessa, kodinkoneissa ja muissa systeemeissä.
- Liiketunnistimien ja muiden kehittyneiden järjestelmien hyödyntäminen valaistuksessa. Kohdekohtaisten valaisimien käyttö vähentää yleisvalaistuksen tarvetta.
- Rakennuksen muodon ja suunnan valitseminen niin, että aurinkoenergiaa hyödynnetään niin valaistuksessa kuin lämmityksessäkin. Suunnittelussa tulee huomioida auringon sijainti eri vuodenaikoina. Huolellisella huoneiden sijoittelulla ja suunnittelulla voidaan parantaa luonnollista ilmanvaihtoa.
- Nykyaikaisilla energianhallintalaitteilla ja lämpötilan säädöllä varmistetaan mahdollisimman alhainen energiankulutus. (Kubba 2013.)

7.1 Energiankulutuksen tavoitteet ja niiden saavuttaminen

Rakennuksen energian käyttöä kuvaa energialuokka. Suomessa energiatehokkuus lasketaan Ympäristöministeriön asetuksen rakennusten energiatehokkuudesta 2012 mukaan. Rakennus katsotaan energiatehokkaaksi, mikäli se kuuluu energialuokkaan A tai B (Pohjoismainen ympäristömerkki 2017, 36). Esimerkkejä rakennusten sijoittumisesta eri energialuokkiin: A-luokka: talolla on omaa energiantuotantoa, B-luokka: hyvin

matala energiantarve tai passiivitalo, C-luokka: uudisrakentaminen tyypillisesti, D-luokka: 1990-luvun kaukolämpö-, pelletti- tai maalämpötalo, E-luokka: 1980-luvun kaukolämpötaloja F-luokka: 1970-luvun öljylämmitteinen talo (Lemminkäinen 2017).

Energiatehokkuuden osalta on varmistettava, että omistajan asettamat tavoitteet täyttyvät. Käyttöönoton yhteydessä tarkistetaan tilaajan asettamat vaatimukset kohteelle ja rakennuksen suunnitelmat. Laaditaan käyttöönottosuunnitelma ja rakentamisen tarkastuslistat, määritetään testausmenetelmät ja varmistetaan niiden toteutus. Lopuksi käyttöönotosta laaditaan raportti, joka toimitetaan tilaajalle. (LEED 2017.)

Kaikki koneelliset, sähköiset ja putkijärjestelmät testataan ja tarkistetaan, jotta varmistetaan niiden suunnitelmien mukaisuus. Henkilökunta perehdytetään laitteiden käyttöön, jotta rakennus suoriutuu optimaalisella tasolla. (Kubba 2013.)

7.2 Energiankulutuksen minimointi

Tavoitteena on saavuttaa rakennuksen ja sen järjestelmien energiankulutuksen vähimmäistaso, jotta energiankulutuksen aiheuttamat ympäristö- ja taloudelliset haitat saadaan minimoitua. (LEED 2017, 66.)

Energiankulutuksen minimointi osoitetaan rakennuksen energiamallinnuksen avulla, joka sisältää kaikki rakennushankkeeseen ja siihen liittyvät energiankulutukset ja kustannukset. Lisäksi tulee suorittaa vertailu vastaavanlaiseen perusrakennuksen energiankulutukseen. Uusien rakennusten energiatehokkuus tulee olla 5 % parempi, kuin vastaavanlaisen perusrakennuksen suorituskyky. Suorituskykyarviointit toteutetaan ANSI / ASHRAE / IESNA standardien tai muiden vastaavien mukaan. (LEED 2017, 66.)

Energiakulutuksen minimointi voidaan vaihtoehtoisesti saavuttaa ja todentaa noudattamalla opasta ASHRAE 50% Advanced Energy Design Guide tai Advanced Buildings™ Core Performance™ Guide. (LEED 2017, 67.)

7.3 Rakennuskohtainen energianmittaus

Rakennuksen energiankulutusta mittaamalla ja seuraamalla tuetaan energianhallintaa ja tunnistetaan mahdolliset säästökohteet. Vähimmäisvaatimuksena on, että mittarit kuvaavat rakennuksen kokonaisenergiankulutuksen. (LEED 2017, 69.)

Energianmittausta voidaan tehostaa seuraavilla menetelmillä:

- Edistykselliset mittarit tallentavat ja lähettävät datan vähintään tunnin välein.
- Mittarit tallentavat tiedot sekä kulutuksesta että tarpeesta.
- Tiedonkeruujärjestelmä käyttää paikallisverkkoa, rakennuksen automaatiojärjestelmää, langatonta verkkoa tai vastaavaa viestintäinfrastruktuuria.
- Järjestelmä tallentaa kaikki mittaritiedot vähintään 36 kuukauden ajan.
- Tiedot ovat saatavilla etäyhteydellä.
- Järjestelmän kaikki mittarit raportoivat energiankäytön tunti-, päivä-, kuukausi- ja vuositasolla. (LEED 2017, 77.)

7.4 Jäähdytysjärjestelmät

Jäähdytysjärjestelmien ohjailun tarkoituksena on otsonikerroksen suojeleminen. Rakennuksen lämmitys-, ilmanvaihto-, ilmastointi- ja jäähdytysjärjestelmät eivät saa käyttää CFC-pohjaisia aineita. (LEED 2017, 70.)

7.5 Kysynnän ja tarjonnan tasapainottaminen

Tavoitteena on edistää jakelujärjestelmien tehokkuutta, verkon luotettavuutta ja vähentää kasvihuonekaasupäästöjä tasapainottamalla sähkön tarjonnan ja kysynnän suhdetta. Rakennus liitetään ohjelmaa, joka tasapainottaa sähkön tarjonnan ja kysynnän suhdetta. Järjestelmä automatisoidaan niin, että kulutushuippuina minimoidaan sähkön kulutus. (LEED 2017, 79.)

7.6 Uusiutuvan energian omavaraisuus

Tavoitteena on vähentää fossiilisilla polttoaineilla tuotetun energian ympäristöhaittoja lisäämällä uusiutuvan energian omavaraisuutta (LEED 2017, 80). Rakennusten ja alueiden omalla energiatuotannolla pystytään vähentämään energiatuotannon päästöjä ja ostosähkön määrää. Paikallisesti sähköä voidaan tuottaa esimerkiksi tuulen tai aurin-
gon avulla. Hyvällä suunnittelulla rakennuksiin integroitu energiatuotanto on mahdollis-
ta toteuttaa niin uudis- kuin korjauskohteissakin. (Kubba 2013.)

7.7 Vihreäsähkö

Tavoitteena on kasvihuonekaasupäästöjen vähentäminen suosimalla uusiutuvia ener-
gianlähteitä ja hillitsemällä hiilen käyttöä. Vähintään 50 % vuotuisesta kulutuksesta,
tulee tuottaa uusiutuvilla energialähteillä. (LEED 2017, 85.)

8 VESITEHOKKUUS

Vedenkulutus on tehokasta, kun minimoidaan hukka ja valmistellaan jätevesi ja sen sisältämä energia uudelleenkäyttöä varten.

8.1 Rakennuksen ulkopuolisen vedenkäytön vähentäminen

Tavoitteena on piha, joka ei vaadi lainkaan kastelua maksimissaan kahden vuoden perustamisajan jälkeen. Vaihtoehtoisesti voidaan osoittaa, EPA:n Water Sence Water Bud-get -työkalua hyödyntäen, miten veden kulutusta on vähennetty. Tarkasti kohteeseen sopivilla kasvivalinnoilla ja tehokkaalla kastelujärjestelmällä on mahdollista vähentää kasteluveden kulutusta. (LEED 2017, 51.)

8.2 Rakennuksen sisäpuolisen vedenkäytön vähentäminen

Vesikalusteiden ja varusteiden vedenkulutuksille on laskettu niin kutsuttu baseline-arvo, joka tulee alittaa vähintään 20 %:lla. Baseline-arvoja on esitetty taulukossa 1. Kaikista kalusteista, kuten WC-istuimesta, urinaaleista ja suihkuista on löydettävä merkintä WaterSense tai vastaava, joka todentaa vedenkäytön minimoinnin.

Taulukko 1 Vesikalusteiden baseline-arvot (LEED 2017)

<i>Fixture or fitting</i>	<i>Baseline (IP units)</i>	<i>Baseline (SI units)</i>
Toilet (water closet)*	1.6 gpf	6 lpf
Urinal*	1.0 gpf	3.8 lpf
Public lavatory (restroom) faucet	0.5 gpm at 60 psi** all others except private applications	1.9 lpm at 415 kPa, all others except private applications
Private lavatory faucets	2.2 gpm at 60 psi	8.3 lpm at 415 kPa
Kitchen faucet (excluding faucets used exclusively for filling operations)	2.2 gpm at 60 psi	8.3 lpm at 415 kPa
Showerhead*	2.5 gpm at 80 psi per shower stall	9.5 lpm at 550 kPa per shower stall

8.3 Vedenkulutuksen mittaaminen

Vedenkulutuksen seuraaminen mahdollistaa vedenkäytön hallinnan ja säästämahdollisuuksien tunnistamisen. Vesimittarit luetaan kuukausittain ja vuosittain joko automaattisesti tai manuaalisesti. (LEED 2017, 55.)

Edistyksellisessä mittausjärjestelmässä vesimittarit asennetaan myös joihinkin osajärjestelmiin. Mitattavia osajärjestelmiä ovat esimerkiksi kastelu, sisäpuoliset putkistot ja varusteet, kotitalouden kuuma vesi, kattila (vuotuinen käyttö on vähintään 378 500 litraa tai 15 kW), kierrätetty vesi tai muut prosessivedet. (LEED 2017, 62.)

9 MATERIAALIT

Rakennusmateriaali luokitellaan ympäristöystävälliseksi, mikäli se ei aiheuta lainkaan ympäristövaikutuksia tai vaikutukset ovat minimaaliset. Sopivien rakennusmateriaalien valinta on tärkeää, sillä ne vaikuttavat monella tavalla ympäristöömme. Raaka-aineiden hankinnasta, tuotannosta ja kuljetuksesta aiheutuu moninaisia ympäristövaikutuksia. Materiaalien valinta on tärkeää myös asukkaiden ja käyttäjien terveyden takaamiseksi. (Kubba 2013.)

9.1 Materiaalitehokkuus

Luonnonvarojen riittävyyden, ilmastonmuutoksen hillitsemisen ja muiden ympäristöongelmien torjunnan kannalta materiaalitehokkuuden merkitys korostuu jatkuvasti. Talonrakennus on Suomen suurimpia luonnonvarojen kuluttajia. (Ympäristöministeriö 2013.)

Materiaalitehokkuuden saavuttamiseksi suunnittelussa huomioidaan rakennuksen toimintojen, järjestelmien ja rakennusosien muunneltavuus. Rakennus ja sen osat suunnitellaan pitkäikäisiksi, helposti ylläpidettäviksi ja korjattaviksi. Materiaalivalinnoissa suositaan kierrätettyjä materiaaleja neitseellisten sijaan. Suunnittelussa ja rakentamisessa korostetaan laadunvarmistamista. Rakennuksen suunnitellaan niin, että rakennusmateriaalit ovat helposti kierrätettävissä rakennuksen elinkaaren lopussa. Tavoitteena on välttää materiaalihukkaa ja rakennusjätteen syntymistä. (Ympäristöministeriö 2013.)

Materiaalitehokkuus vähentää uusiutumattomien ja uusiutuvien luonnonvarojen kuluusta, edistää luonnon monimuotoisuuden säilymistä, sekä vähentää haitallisten päästöjen, että rakennus- ja purkujätteen määrää. Materiaalitehokkuus edistää työmaan siisteyttä, tehokkuutta ja työturvallisuutta sekä lisää rakennusjätteen uusiokäyttöä ja kierrätystä joko materiaalina tai energiana. Materiaalien tehokkaalla hyödyntämisellä saavutetaan myös taloudellisia säästöjä. (Ympäristöministeriö 2013.)

9.2 Jätteenlajittelumahdollisuudet

Tarkoituksena vähentää kaatopaikalle joutuvan jätteen määrää lajittelemalla syntyvät jätteet. Kohteeseen on suunniteltava riittävät tilat jätteiden lajitteluun ja varastointiin.

Erikseen kerättävät jätejakeet ovat paperi, pahvi, lasi, muovit ja metallit. Lisäksi patte-reille, elohopeaa sisältäville lamputuille ja elektroniikkaromulle on järjestettävä turvallinen keräys. (LEED 2017, 86.)

9.3 Rakennus- ja purkujätteen käsittely

Kaatopaikalle ja polttolaitokseen päätyvän rakennus- ja purkujätteen määrä on minimoitava materiaalien uudelleenkäytön ja kierrätyksen avulla. Kohteeseen laaditaan rakentamista ja purkutöitä koskeva jätehuoltosuunnitelma. Suunnitelmassa esitetään vähintään viisi merkittävää jätejakeeta, jotka lajitellaan ja valmistellaan uudelleenkäyttöä tai kierrätystä varten. Jätehuoltosuunnitelmassa esitetään keinot, joiden avulla varmistetaan, että syntyvän jätteen määrä ei ylitä 12,2 kg/m². (LEED 2017, 87.)

9.4 Elinkaariarviointi

Uusien rakennusten kohdalla elinkaariarviointia verrataan ominaisuuksiltaan ja toiminnoiltaan vastaavaan perusrakennukseen. Alla on esitetty elinkaariarvioinnin osa-alueet. Vähintään kolmesta osa-alueesta on saatava 10 % parempi tulos kuin verrokkikohteesta. (LEED 2017, 90.)

- ilmaston lämpeneminen (kasvihuonekaasut, CO₂)
- stratosfäärin otsonikerroksen ehtyminen (CFC)
- maaperän ja veden happamoituminen (H⁺ ja SO₂)
- rehevöityminen (typpi ja fosfori)
- troposfäärin otsonin muodostuminen (NO_x, O₃, eteeni)
- uusiutumattomien energialähteiden väheneminen

9.5 Sertifioidut tuotteet

Tarkoituksena on lisätä sellaisten tuotteiden ja materiaalien käyttöä, joilla on edulliset elinkaari-vaikutukset niin ympäristön, talouden kuin yhteiskunnallisten vaikutusten osal-

ta. Materiaalien valinnassa tulee suosia tuotteita, joille on myönnetty kolmannen osapuolen ympäristösertifikaatti tai muu vastaava. Luotettavia standardeja ovat ISO 14044, ISO 14025, ISO 14040, ISO 21930 ja EN 15804. LEED v4 kannustaa käyttämään kohteessa vähintään 20 pysyvästi asennettua materiaalia tai tuotetta, jotka ovat peräisin vähintään viideltä eri valmistajalta ja joilla on jokin edellä esitetyistä tunnustuksista. (LEED 2017, 93.)

9.6 Raaka-aineiden hankinta

Raaka-aineiden hankinnan ohjailulla edistetään sellaisten tuotteiden ja materiaalien käyttöä, joiden elinkaaritiedot ovat saatavilla. Tavoitteena on valita tuotteita, joilla on edulliset taloudelliset, sosiaaliset ja ekologiset vaikutukset. Valituilla tuotteilla tulee olla vahvistus siitä, että ne on hankittu ja tuotettu vastuullisesti. (LEED 2017, 95.)

LEED v4 kannustaa käyttämään kohteessa vähintään 20 pysyvästi asennettua tuotetta, viideltä eri valmistajalta, jotka ovat julkaisseet raportin käyttämistään raaka-aineistaan. Raportti sisältää tiedot raaka-aineiden hankkijoista, sitoutumisen ekologisesti vastuulliseen maankäyttöön, sitoutumisen louhinnan ja valmistusprosessin aiheuttamien ympäristövahinkojen vähentämisestä sekä sitoutumisen vastuullisten hankintakriteerien noudattamisesta. (LEED 2017, 95.)

Raaka-aineiden vastuullisuus voidaan varmistaa käyttämällä listan mukaisia tuotteita:

- Tuote, jolla on laajennettu tuottajanvastuu.
- Biobohjainen materiaali, joka täyttää Sustainable Agriculture Networksin Sustainable Agriculture Standardin vaatimukset.
- Puutuote, joka on Forest Stewardship Councilin tai muun USGBC:n hyväksymän tahon hyväksymä.
- Uudelleenkäytetty materiaali.
- Kierrätetty materiaali. (LEED 2017, 96.)

9.7 Materiaalien ainesosat

Tavoitteena on minimoida haitallisten aineiden käyttö ja syntyminen suosimalla tuotteita, joiden kemialliset ainesosat on esitetty hyväksytyllä tasolla. Kaikista tuotteen sisältämistä aineista on esitettävä nimi ja CASRN / EC numero. Loppukäyttötuotteelle on julkaistu täydellinen terveystuoteilmoitus, jossa tunnistetut vaarat ilmoitetaan. Tuoteselosteiden on osoitettava, että kaikki ainesosat on arvioitu ja paljastettu pitoisuuteen 1000 ppm asti. Tuote luokitellaan turvalliseksi, mikäli sillä USGBC:n luotetun tahon hyväksyntä, kuten GreenScreen benchmark, Globally Harmonized System, Product-Lens Certification, NSF/ANSI 336 ja REACH Optimization. (LEED 2017, 97.)

Materiaalihankinnoissa suositaan tuotteita, joiden valmistajat ovat sitoutuneet valikoituihin turvallisuus-, terveys- ja riskiohjelmiin ja joilla on kolmannen osapuolen varmistus tuotantoketjusta. Tuotantoketjujen läpinäkyvyyden ja avoimen kommunikoinnin mahdollistamana arvioidaan ainesosia ja tunnistetaan ne, jotka vaativat yksityiskohtaisempaa arviointia. Kemiallisten ainesosien terveys-, turvallisuus- ja ympäristöominaisuudet dokumentoidaan ja tiedot välitetään eteenpäin. Tunnistetut haitat minimoidaan. Kehitystyössä huomioidaan terveys, turvallisuus ja ympäristö. Kemiallisten ainesosien tiedot on oltava saatavilla koko tuotantoketjun osalta. (LEED 2017, 98.)

9.8 Esimerkkejä ympäristösertifioiduista materiaaleista

ARXX ICF Eristettyjä betoniharkkoja voidaan käyttää perustuksissa ja seinissä. Molemmiin puolin kiinteällä eristeellä varustettu betoniseinä edistää rakennuksen energiatehokkuutta. Käyttämättä jääneet harkot ja ylijäämäpalat palautetaan tehtaalte, jolloin jätemäärä vähenee. (Meisel 2010, 26.)

Durisol IFC Kantavissa ja kevyissä seinissä voidaan käyttää eristettäviä valuharkkoja, jotka on valmistettu sementin ja puukuidun seoksesta. Harkko on valmistettu 80 % kierrätetystä materiaalista ja se on täysin kierrätettävissä. (Meisel 2010, 31.)

Eco-Cement Hiilidioksidia sitovaa sementtiä voidaan käyttää perinteisen sementin tilalla. Eco-Cement sisältää kierrätettyjä materiaaleja kuten lentotuhkaa. (Meisel 2010, 32.)

Insulspan SIP

Seinä-, lattia- ja kattorakenteissa on mahdollista hyödyntää SIP-elementtiä (Structural insulated panels), joka muodostuu kahdesta OSB-levystä, joiden väliin on asennettu EPS-eriste. SIP-elementit valmistetaan kohteen mittojen mukaan, jolloin syntyvän jätteen määrä saadaan minimoitua. (Meisel 2010, 41.)

Kirei Wheatboard

Tarpeettomista vehnäkorsista valmistettua MDF-levyä voidaan käyttää esimerkiksi seinissä, lattioissa ja kalusteissa. Tuote ei sisällä formaldehydi- tai VOC-yhdisteitä. (Meisel 2010, 61.)

The Natural Glue

Ruokatuotteista valmistettua liimaa käytetään puulattioissa. Pääasiassa riisistä valmistettu liima ei sisällä kemiallisia aineita tai aiheuta vaarallisia päästöjä. (Meisel 2010, 63.)

Terramica Lastulevyä, joka on valmistettu 100 % kierrätetyistä materiaaleista, voidaan käyttää esimerkiksi seinärakenteissa. Kyseisen lastulevyn valmistuksessa ei ole käytetty formaldehydipitoisia liimoja. (Meisel 2010, 72.)

BioBased Insulation

Soijapohjaista pursotettavaa eristettä voidaan käyttää esimerkiksi seinissä, lattioissa ja ullakoilla. Pursotettava eriste on helppo asentaa tiiviisti, niin että ehkäistään ilmavuodot. Soijapohjainen eriste valmistetaan nopeasti uusiutuvista luonnonvaroista. (Meisel 2010, 80.)

EcoRock Kierrätysmateriaaleista valmistettua levyä voidaan käyttää esimerkiksi katto- ja seinärakenteissa kipsilevyn tapaan. Se on valmistettu 80 % kierrätetyistä materiaaleista. (Meisel 2010, 83.)

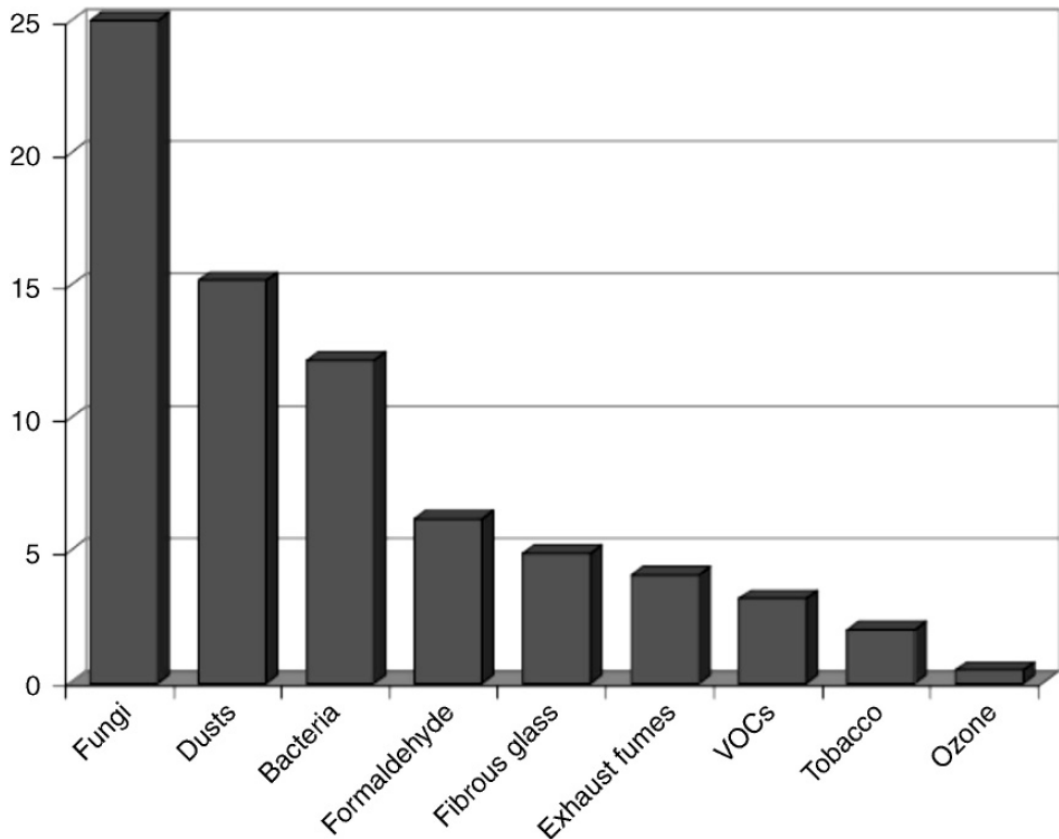
Igloo Cellulose Insulation

Eristeestä 85 % on kierrätettyä puukuitua ja loppu 15 % muuta biologisesti hajoavaa materiaalia, jolloin se on helposti kierrätettävissä. Se toimii rakenteessa tehokkaana lämmön ja äänen eristeenä. (Meisel 2010, 89.)

10 SISÄTILAT

Kestävän rakentamisen periaatteiden mukaisesti rakentamalla parannetaan käyttäjien mukavuutta ja työntekijöiden tehokkuutta. Hyvällä ilmalaadulla ehkäistään sairauksia, allergioita ja astmaa, mutta myös parannetaan tuottavuutta. Rakennuksessa käytetään vain materiaaleja, jotka eivät aiheuta päästöjä sisäilmaan. (Kubba. 2013.)

Tutkimukset ovat osoittaneet, että 50 % kaikissa sairastapauksissa on osallisena saastunut tai kontaminoitunut sisäilma. Sisäilman laatua heikentäviä aineita on tunnistettu yli 900. Kuvassa 4 on esitetty tavallisimmat ilmanlaatua heikentävät aineet. (Kubba 2017, 304.)



Kuva 4 Kontaminoitujen rakennusten prosentuaalinen osuus (Kubba 2017, 304)

Sisäilman laatua voidaan parantaa seuraavilla menetelmillä:

- Pääsisäänkäynnit varustetaan vähintään kolmen metrin pituisella säleiköllä, ritilällä, matolla tai muulla käyttötarkoitukseen suunnitellulla likaa ja hiukkasia talteen ottavalla järjestelmällä.
- Haitallisten aineiden leviäminen estetään tehostamalla ilmanvaihtoa tiloissa, joissa käsitellään haitallisia kaasuja tai kemikaaleja.
- Ilmanvaihtojärjestelmät varustetaan hiukkassuodattimilla tai ilmanpuhdistuslaitteilla.
- Raitisilman määrää lisäämällä.
- Hiilidioksidin mittausta voidaan tehostaa asentamalla automatisoidut mittarit.
- Asentamalla automaattiset ilmanlaatumittarit, jotka hälyttävät, kun määritetty parametri ylittää sallitun arvon. (LEED 2017.)

10.1 Ilmanvaihto

Käyttäjien mukavuuden ja hyvinvoinnin takaamiseksi koneellinen ja luonnollinen ilmanvaihto on suunniteltava ASHRAE 62.1-2010, EN 15251-2007 ja EN 13779-2007 standardien tai paikallisten määräysten mukaan. (LEED 2017, 107.)

Koneellista ilmanvaihtoa seurataan mittaamalla tuloilman virtausta. Mittareiden tarkkuus on +/- 10 %. Mikäli virtauksessa havaitaan yli 15 % poikkeama, laukeaa hälytys. Luonnollista ilmanvaihtoa seurataan mittaamalla poistoliman virtausta ja sisäilman hiilidioksidipitoisuutta. Tuuletusaukkoihin voidaan myös asentaa indikaattorit, jotka ilmoittavat automaattisesti aukon sulkeutumisesta. (LEED 2017, 108.)

Rakentamisen ja loppusiivouksen jälkeen rakennuksessa suoritetaan kattavat ilmamittaukset, jonka tuloksia verrataan sallittuihin raja-arvoihin. Mittaus sisältää muun muassa VOC-, TVOC-, CO- ja Formaldehydipitoisuuksien arvioinnin.

10.2 Radon

Radonin osalta on tehtävä riskianalyysi maaperästä sekä ostetuista täyttömaista. Riskianalyysi voi olla osa geoteknistä selvitystä. Lisäksi on selvitettävä, miten radon torjutaan ja varmistettava, että kansalliset viranomaisvaatimukset ja raja-arvot täyttyvät. (Pohjoismainen ympäristömerkintä 2017, 11.)

10.3 Tupakoinnin kontrollointi

Rajoittamalla tupakointia estetään käyttäjien, sisäpitojen ja ilmanvaihtojärjestelmien altistuminen tupakansavulle. Tupakointi kielletään kokonaan sisätiloissa. Ulkotiloissa suojaetäisyys sisäänkäynteihin, ikkunoihin ja ilma-aukkoihin on 7,5 metriä. (LEED 2017, 111.)

10.4 Vähäpäästöiset materiaalit

Tarkoituksena on vähentää sellaisten materiaalien käyttöä, jotka aiheuttavat kemiallisia epäpuhtauksia ja päästöjä sisäilmaan. Epäpuhtaudet voivat vahingoittaa ilmanlaatua, ihmisten terveyttä ja tuottavuutta sekä ympäristöä. (LEED 2017, 118.)

Materiaalien päästöt arvioidaan listan mukaan:

- Rakennuksen sisällä käytetyistä maaleista ja pinnoitteista on tehtävä yleinen päästöjen arviointi ja VOC pitoisuuden arviointi.
- Liimoista ja tiivistysaineista on tehtävä yleinen päästöjen arviointi ja VOC pitoisuuden arviointi.
- Lattiamateriaaleista on tehtävä yleinen päästöjen arviointi.
- Komposiittipuusta tehdään formaldehydimittaus.
- Katto-, seinä- ja eristemateriaaleista tehdään yleinen päästöjen arviointi.
- Huonekalut testataan ANSI/BIFMA Standard Method M7.1–201 -menetelmällä.

Joutsenmerkkirakennuksen materiaalien päästövaatimukset

Joutsenmerkkirakennukset eivät saa sisältää materiaaleja, joilla on CLP1272/2008 luokittelemia haittavaikutuksia: vesiympäristölle vaarallinen, vaarallista otsonikerrokselle, välitön myrkyllisyys, elinkohtainen myrkyllisyys, syöpää aiheuttava, sukusolujen perimää vaurioittava ja lisääntymiselle vaarallinen. (Pohjoismainen ympäristömerkintä 2017, 17.)

Lähtökohtaisesti vältettäviä aineita:

- Kandidaattilistan aineet
- Aineet, jotka EU on määritellyt PBT- tai vPvB-aineiksi
- Aineet, jotka kuuluvat EU:n prioriteettilistan mahdollisesti hormonitoimintaa häiritsevien aineiden luokkiin 1 tai 2.
- Lyhytketjuiset klooriparafiinit ja keskiketjuiset klooriparafiinit
- Per- ja polyfluoratut alkyylilyhdisteet (PFA)
- Alkyylifenolietoksylaatit (APEO) ja alkyylifenolijohdannaiset (aineet, jotka vapauttavat alkyylifenoleita hajotessaan)
- Bromatut palonestoaineet
- Ftalaatit
- Bisfenoli-A, Bisfenoli-S ja Bisfenoli-F
- Raskasmetallit lyijy, kadmium, arsenikki, kromi (VI), elohopea ja niiden yhdisteet
- Haihtuvat aromaattiset yhdisteet yli 1 paino- % pitoisuuksissa
- Orgaaniset tinayhdisteet. (Pohjoismainen ympäristömerkintä 2017, 19.)

Kemikaalien kuten sisämaalien ja lakkojen säilöntäainepitoisuuksille on asetettu raja-arvot, jotka on esitetty liitteessä 2. (Pohjoismainen ympäristömerkintä 2017, 19.)

10.5 Rakennusaikainen sisäilmanlaatu

Tarkoituksena on vähentää rakennusaikaisia sisäilmaongelmia työntekijöiden hyvinvoinnin turvaamiseksi. Kohteeseen laaditaan suunnitelma sisäilmanlaadunhallinnasta, joka käsittelee muun muassa rakennusmateriaalien käsittelyä, rakennusaikaista ilmanvaihtoa ja tupakoinnin rajoittamista. (LEED 2017, 123.)

10.6 Lämpömukavuus

Käyttäjien tuottavuutta, mukavuutta ja hyvinvointia parannetaan laadukkaalla lämpömukavuudella. Mukavuuteen vaikuttavat ilman lämpötila, säteilylämpötila sekä ilman virtaus ja kosteus. LVIS-järjestelmien suunnittelussa noudatetaan ISO Standardia 7730:2005 Ergonomics of the Thermal Environment ja CEN Standard EN 15251:200 Indoor Environmental Input Parameters for Design and Assessment of Energy Performance of Buildings, addressing indoor air quality, thermal environment, lighting, and acoustics. (LEED 2017, 128.)

10.7 Sisätilojen valaistus

Laadukkaalla valaistuksella parannetaan käyttäjien tehokkuutta, mukavuutta ja hyvinvointia. Käyttäjillä tulee olla mahdollisuus säätää valaistusta yksilöllisten tehtäviensä ja mieltymystensä mukaan. Valaistuksessa tulee olla vähintään kolme tasoa: päällä, keskitaso ja pois päältä. Valaistuksen laatua voidaan parantaa esimerkiksi valitsemalla valaisimia, joiden luminanssi on alle 2500 cd/m^2 ja suosimalla valonlähteitä, joiden CRI on 80 tai suurempi. (LEED 2017, 130.)

10.8 Luonnonvalo

Tuomalla luonnonvaloa tilaan vähennetään sähkövalaistuksen tarvetta sekä vahvistetaan käyttäjien vuorokausirytmää ja yhteyttä luontoon. (LEED 2017, 132.)

10.9 Maisema

Käyttäjien yhteyttä luontoon vahvistetaan tarjoamalla laadukas maisema. Käytössä olevasta lattiapinta-alasta 75 % tulee olla sellaista, josta näkyy maisema ulos. Maisemasta tulee näkyä esimerkiksi kasvillisuutta, eläimiä tai taivasta. (LEED 2017, 135.)

10.10 Akustiikka

Tehokas akustinen suunnittelu parantaa käyttäjien tuottavuutta, kommunikaatiota ja hyvinvointia. Akustiikkasuunnittelussa huomioidaan LVIS-järjestelmien aiheuttama taustamelu, äänen kulkeutuminen huoneesta toiseen, jälkikaiunta-aika ja äänieristys. (LEED 2017, 137.)

11 JOHTOPÄÄTÖKSET

Ratkaisevat päätökset kestävästä yhdyskunnan rakentamiseen tehdään jo ennen suunnittelun aloittamista. Rakennuksen elinkaaren aikaisista kustannuksista suunnittelun osuus on vähäinen, mutta laadukkaalla suunnittelulla tehostetaan tilojen toimintaa ja parannetaan merkittävästi rakennuksen elinkaarikustannuksia. (VTT 2012, 47.)

Rakennesuunnittelijan on hyödyllistä tutustua pääpiirteittäin ympäristöjärjestelmiin, jolloin huomataan, että kestävä rakentaminen on vain laadukasta suunnittelua ja rakentamista. Tilaaja tekee päätöksen siitä, minkä tasoinen rakennus suunnitellaan ja toteutetaan. Rakennesuunnittelijalla on kuitenkin velvollisuus tehdä oma osuutensa mahdollisimman laadukkaasti. Lisäksi rakennesuunnittelija voi kannustaa projektiryhmää kehittämään uusia innovaatioita paremman suorituskyvyn saavuttamiseksi.

Rakennesuunnittelija toteuttaa kestävästä rakentamisesta parhaiten suunnitteleamalla pitkäikäisiä, mahdollisimman vähän korjausta ja huoltoa tarvitsevia rakenteita. Kestävä rakenne on energiatehokas, toimiva ja terveellinen. Lisäksi se on mahdollista toteuttaa resurssi- ja materiaalitehokkaasti. Rakennosista ulkoseinät, väliseinät, välipohjat, yläpohjat ja parvekkeet aiheuttavat perustapauksessa suurimmat hiilijalanjäljet, jolloin kyseisten rakennosien optimoinnilla saavutetaan parhaat tulokset (Ympäristöministeriö 2013, 14).

Integroivan suunnittelun tavoitteena on selvittää järjestelmien väliset yhteydet sekä saavuttaa kustannustehokas ja suorituskykyinen kokonaisuus. Rakennuksen potentiaaliset ongelmat kohdat pyritään selvittämään monialaisen työryhmän avulla jo varhaisessa luonnosvaiheessa, jolloin haittavaikutukset saadaan minimoitua. Yksittäisten rakennusosien optimointi ei takaa energiatehokkuutta ja pitkää käyttöikää (Rakennusteollisuus 2017, 7).

Rakenteiden on vastattava lämpö- ja kosteusteknisiltä ominaisuuksiltaan määräyksiä ja toimittava optimaalisella tavalla käytössä olevien taloteknisten järjestelmien kanssa. Rakennuksen vaipan tiiveyteen ja lämpöominaisuuksiin vaikuttavat lisäksi esimerkiksi detaljitason liitossuunnittelu ja kylmäsiltojen muodostumisen estäminen. Rakennusfyysikka on hallittava entistäkin paremmin, kun energiatehokkuusvaatimukset kasvavat (Rakennusteollisuus 2017, 7). Lämpö- ja kosteusteknisten riskien tunnistaminen on ensiarvoisen tärkeää (Rakennusteollisuus 2017, 7).

Rakenteisiin tulee valita kestäviä ja toimivia materiaaleja, jotka on osattava yhdistää oikein (Rakennusteollisuus 2017, 7). Materiaalitehokkuutta voidaan edistää optimoimalla rakenteen mitoitus, niin että materiaalia käytetään mahdollisimman vähän. Materiaalivalinnoissa tulee suosia standardoituja ja sertifioituja tuotteita mahdollisuuksien mukaan. Kierrätetyt rakennustuotteet ja uusiomateriaalit ovat myös suositeltavia. Lisäksi paikallisesti tuotettujen materiaalien suosiminen edistää kestäväää kehitystä.

Sisätilojen terveellisyyden ja viihtyvyyden toteutumisen osalta rakennesuunnittelijalla on keskeinen rooli. Haitta-aineiden leviämisen estäminen sisäilmaan on yksi merkittävimmistä tavoitteista. Edellä esitettyä tavoitetta tukevat muun muassa onnistunut radonin torjunta, rakenteiden riittävästä tuuletuksesta huolehtiminen ja turvallisten materiaalien käyttö.

Rakennesuunnittelijalla on mahdollisuus edistää työmaan ympäristöhaittojen hallintaa informoimalla työmaata hyviksi havaituista käytännöistä ja huomauttamalla työmaata havaitsemistaan epäkohdista esimerkiksi pölyn tai melun suhteen.

Opinnäytetyön tarkoituksena on auttaa rakennesuunnittelijoita näkemään yhteys oman työn ja ympäristöasioiden välillä. Ympäristöasiat kuuluvat kiinteänä osana rakentamiseen ja pienten asioiden huomioimisella saavutetaan entistä kestävämpiä rakennuksia.

LÄHTEET

Green Building Council Finland 2017. Rakennusten ympäristöluokitukset. Viitattu 12.05.2017 figbc.fi > Tietopankki > Ympäristöluokitukset

Joutsenmerkki 2017. Talot, pientalot, kerrostalot, koulu- ja päiväkotirakennukset. Viitattu 29.11.2017 <https://joutsenmerkki.fi> > kriteerit > talot, pientalot, kerrostalot, koulu- ja päiväkotirakennukset

Kubba, S. 2016 Leed V4 Practices, Certification, and Accreditation Handbook. Second edition. Netherlands: Butterworth-Heinemann.

Kubba, S. 2012 Handbook of Green Building Design and Construction: LEED, BREEAM, and Green Globes. Boston: Butterworth-Heinemann.

Meisel, A. 2010 LEED Materials: A Resource Guide to Green Building. New York, N.Y.: Princeton Architectural Press.

Pohjoismainen ympäristömerkintä 2017. Joutsenmerkin kriteerit -Pientalot, kerrostalot, koulu- ja päiväkotirakennukset Versio 3.4 9.3.2016 – 31.3.2020.

Rakennusteollisuus 2017. Kestävä rakentaminen torjuu ilmastonmuutosta. Viitattu 09.12.2017 <https://www.rakennusteollisuus.fi> > Ajankohtaista > Julkaisut > Kestävä rakentaminen torjuu ilmastonmuutosta.

Rakennustieto 2017. RTS-ympäristöluokitus. Viitattu 29.11.2017 <http://glt.rts.fi> > rts-ympäristöluokitus > luokituskriteerit

Sweco 2015. Working together for a sustainable development. Viitattu 12.05.2017 Swecon intranet > Sustainability

U.S. GREEN BUILDING COUNCIL 2017. LEED v4 for BUILDING DESIGN AND CONSTRUCTION. USGBC.

Vainio, T. 2012 Kestävän yhdyskunnan rakentaminen Näkökulmia ja liiketoimintamahdollisuuksia. Espoo: VTT.

Ympäristöministeriö 2017. Maankäyttö ja Rakentaminen. Viitattu 12.05.2017 ym.fi > Maankäyttö ja rakentaminen.

Ympäristöministeriö 2013. Rakentamisen materiaalitehokkuuden edistämishjelma, loppuraportti, versio 24.10.2013.

Ympäristöministeriö 2013. Rakennusmateriaalien ympäristövaikutukset. Helsinki: Ympäristöministeriö Rakennetun ympäristön osasto.

Ympäristöministeriö 2013. Mitä on kestävä kehitys. Viitattu 09.12.2017 ym.fi > Ympäristö > Kestäväkehitys > Mitä on kestävä kehitys.

.

LIITE 1. LEED v4 PISTETAULUKKO

LEED v4 for BD+C: New Construction and Major Renovation Project Checklist



Project Name:
Date:

Y	?	N	Credit	Integrative Process	Points
0	0	0	0	16	16
Location and Transportation					16
Credit				LEED for Neighborhood Development Location	10
Credit				Sensitive Land Protection	1
Credit				High Priority Site	2
Credit				Surrounding Density and Diverse Uses	5
Credit				Access to Quality Transit	5
Credit				Bicycle Facilities	1
Credit				Reduced Parking Footprint	1
Credit				Green Vehicles	1
0	0	0	0	10	10
Sustainable Sites					10
Prereq				Construction Activity Pollution Prevention	Required
Credit				Site Assessment	1
Credit				Site Development - Protect or Restore Habitat	2
Credit				Open Space	1
Credit				Rainwater Management	3
Credit				Heat Island Reduction	2
Credit				Light Pollution Reduction	1
0	0	0	0	11	11
Water Efficiency					11
Prereq				Outdoor Water Use Reduction	Required
Prereq				Indoor Water Use Reduction	Required
Prereq				Building-Level Water Metering	Required
Credit				Outdoor Water Use Reduction	2
Credit				Indoor Water Use Reduction	8
Credit				Cooling Tower Water Use	2
Credit				Water Metering	1
0	0	0	0	33	33
Energy and Atmosphere					33
Prereq				Fundamental Commissioning and Verification	Required
Prereq				Minimum Energy Performance	Required
Prereq				Building-Level Energy Metering	Required
Prereq				Fundamental Refrigerant Management	Required
Credit				Enhanced Commissioning	6
Credit				Optimize Energy Performance	18
Credit				Advanced Energy Metering	1
Credit				Demand Response	2
Credit				Renewable Energy Production	3
Credit				Enhanced Refrigerant Management	1
Credit				Green Power and Carbon Offsets	2
0	0	0	0	13	13
Materials and Resources					13
Prereq				Storage and Collection of Recyclables	Required
Prereq				Construction and Demolition Waste Management Planning	Required
Credit				Building Life-Cycle Impact Reduction	5
Credit				Building Product Disclosure and Optimization - Environmental Product Declarations	2
Credit				Building Product Disclosure and Optimization - Sourcing of Raw Materials	2
Credit				Building Product Disclosure and Optimization - Material Ingredients	2
Credit				Construction and Demolition Waste Management	2
0	0	0	0	16	16
Indoor Environmental Quality					16
Prereq				Minimum Indoor Air Quality Performance	Required
Prereq				Environmental Tobacco Smoke Control	Required
Credit				Enhanced Indoor Air Quality Strategies	2
Credit				Low-Emitting Materials	3
Credit				Construction Indoor Air Quality Management Plan	1
Credit				Indoor Air Quality Assessment	2
Credit				Thermal Comfort	1
Credit				Interior Lighting	2
Credit				Daylight	3
Credit				Quality Views	1
Credit				Acoustic Performance	1
0	0	0	0	6	6
Innovation					6
Credit				Innovation	5
Credit				LEED Accredited Professional	1
0	0	0	0	4	4
Regional Priority					4
Credit				Regional Priority: Specific Credit	1
Credit				Regional Priority: Specific Credit	1
Credit				Regional Priority: Specific Credit	1
Credit				Regional Priority: Specific Credit	1
0	0	0	0	TOTALS	Possible Points: 110
					Certified: 40 to 49 points, Silver: 50 to 59 points, Gold: 60 to 79 points, Platinum: 80 to 110

LIITE 2. JOUTSENMERKKI-SÄILÖNTÄAINEIDEN RAJOITUKSET

Säilöntäaineet sisämaaleissa ja -lakoissa

Säilöntäainepitoisuutta sisämaaleissa ja -lakoissa yksinään tai yhteensä rajoitetaan alla olevien taulukoiden mukaisesti.

Tuotteiden luokitusta koskeva vaatimus (O16) ja muut kemikaalivaatimukset on myös täytettävä.

Taulukko 5a: Pitoisuusrajat säilöntäaineille

	Pitoisuusraja
Maalit, lakat, pohjavärit ja sävytysvärit sisäkäyttöön	700 ppm (0,07 paino- %)
Märkätilamaalit	2500 ppm (0,25 paino- %)

Taulukko 5b: Pitoisuusrajat isotiazolinoneille

Säilöntäaine	Pitoisuusraja
Isotiazolinonien kokonaismäärä	500 ppm (0,05 paino- %)
2-metyyl-2H-isotiazol-3-on (MIT**) (CAS-nr: 2682-20-4)	100 ppm (0,01 paino-%)
5-klor-2-metyyl-4-isotiazolin-3-on/2-metyyl-4-isotiazolin-3-on (CMIT/MIT) (CAS: 55965-84-9)	15 ppm (0,0015 paino- %)

Säilöntäaineella tarkoitetaan sekä tuotteen säilyvyyden takia lisättyä säilöntäainetta (PT6) että niitä, joiden funktio on suojata maalipintaa (PT7).

Sävytysjärjestelmille tehdään worst case -laskelma, sen sävyn mukaan, jossa eniten sävytysväriä ja sen perusvärin kanssa, joka sisältää eniten säilöntäaineita ja isotiazolinoniyhdisteitä.

Huomaa, että 2,2'-ditiobis(N-metyyl)bensamid (DTBMA) tulee sisältyä isotiazolinonien kokonaismäärään.

Säilöntäaineet muissa sisäkäyttöön tarkoitetuissa kemiallisissa tuotteissa

Säilöntäaineen määrä sisäkäyttöön tarkoitetuissa kemiallisissa tuotteissa ei saa ylittää taulukon 6:n raja-arvoja. Ulkona käytettäville kemiallisille tuotteille ei ole erityisiä vaatimuksia.

Tuotteiden luokitusta koskeva vaatimus (O16) ja muut kemikaalivaatimukset on myös täytettävä.

Taulukko 6: Säilöntäaineiden pitoisuusrajat

Säilöntäaine	Pitoisuusraja
Isotiazolinonien* kokonaismäärä	500 ppm (0,05 paino-%)
5-klor-2-metyl-4-isotiazolin-3-on/2-metyl-4-isotiazolin-3-on (CMIT/MIT) (CAS-nr: 55965-84-9)	15 ppm (0,0015 paino-%)
Iodopropynyl butylkarbanat (IPBC) (CAS-nr: 55406-53-6)	2000 ppm (0,2 paino-%)
Bronopol (CAS-nr: 52-51-7)	500 ppm (0,02 paino-%)

* Huomaa, että 2,2'-ditiobis(N-metyl)bensamid (DTBMA) tulee sisältyä isotiazolinonien kokonaismäärään.