



SEINÄJOEN AMMATTIKORKEAKOULU
SEINÄJOKI UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Lasse Koivusalo

LEED-ympäristösertifiointi urakkakohteessa ja siihen liittyvät pääurakoitsijan velvoitteet

Opinnäytetyö

Kevät 2023

Insinööri (ylempi AMK), Rakentaminen



SEINÄJOEN AMMATTIKORKEAKOULU

Opinnäytetyön tiivistelmä

Tutkinto-ohjelma: Insinööri (ylempi AMK), Rakentaminen

Suuntautumisvaihtoehto: Talonrakennustekniikka, tuotanto

Tekijä: Lasse Koivusalo

Työn nimi: LEED-ympäristösertifiointi urakkakohteessa ja siihen liittyvät pääurakoitsijan velvoitteet

Ohjaaja: Ilkka Loukola

Vuosi: 2023

Sivumäärä: 38

Liitteiden lukumäärä: 1

Opinnäytetyössä tutustuttiin LEED-ympäristösertifiointijärjestelmään ja sertifikaatin saamisen edellytyksiin sekä siihen kuuluviin vaatimuksiin. Työssä käydään läpi LEED-ympäristösertifiointin tavoitteita ja velvoitteita sekä niistä aiheutuvia pääurakoitsijan toimenpiteitä niiden täyttämiseksi. Työssä keskitytään Peab Oy:n Seinäjoelle urakoiman ESF1-kohteen LEED-ympäristösertifiointin vaatimuksiin ja niiden toteuttamiseen.

Opinnäytetyön tavoitteena on antaa pääurakoitsijalle yleistietoa LEED-ympäristösertifiointin tavoitteista ja velvoitteista. Tavoitteena on luoda ohjeistus, josta selviää, mitä työmaalta vaaditaan tavoitteiden ja velvoitteiden saavuttamiseksi.

Tutkittu tieto perustuu US Green Building Councilin LEED-ympäristösertifiointijärjestelmän ohjeisiin, Ramboll Finland Oy:n laatimaan ESF1-kohteen pääurakoitsijan LEED-ohjeeseen ja pääurakoitsijan tekemiin työmaasuunnitelmiin.

Kehittämistyön tuloksena saadaan tietoa LEED-ympäristösertifiointin vaatimuksista ja velvoitteista ja ohjeistus niiden toteuttamiseksi.

¹ Asiasanat: LEED, ympäristösertifiointi, vihreä rakentaminen

SEINÄJOKI UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Thesis abstract

Degree programme: Master's Degree Programme in Construction Engineering

Specialisation: Building Construction

Author/s: Lasse Koivusalo

Title of thesis: LEED environmental certification system and main contractors' obligations

Supervisor(s): Ilkka Loukola

Year:2023

Number of pages: 38

Number of appendices: 1

The thesis introduces the LEED environmental certification system and the prerequisites for obtaining the certificate, as well as the requirements that belong to it. The work reviewed the goals and obligations of LEED environmental certification, as well as the resulting measures of the main contractor to fulfill them. The work focuses on the LEED environmental certification requirements of the ESF1 site contracted by Peab Oy to Seinäjoki and their implementation.

The aim of the thesis was to give the main contractor general information about the goals and obligations of LEED environmental certification. The goal is to create guidelines that clarify what was required from the site to achieve goals and obligations.

The researched information was based on the instructions of the US Green Building Council's LEED environmental certification system, the LEED instructions of the main contractor of the ESF1 project prepared by Ramboll Finland Oy, and the site plans made by the main contractor.

The result of the development work is information about the requirements and obligations of LEED environmental certification and instructions for their implementation.

¹ Keywords: LEED, environmental certification, green building

SISÄLTÖ

Opinnäytetyön tiivistelmä	2
Thesis abstract	3
SISÄLTÖ	4
Kuva-, kuvio- ja taulukkoluetelo	6
Käytetyt termit ja lyhenteet.....	7
1 JOHDANTO	8
1.1 Alkusanat	8
1.2 Ympäristösertifikaattien esittely.....	9
1.2.1 LEED	9
1.2.2 BREEAM.....	9
1.2.3 RTS-ympäristöluokitus.....	10
1.2.4 Joutsenmerkki.....	10
1.3 LEED-ympäristösertifiointi ESF1 projektissa	10
2 LEED-YMPÄRISTÖSERTIFIKAATTI JA SEN VAATIMUKSET	12
2.1 Mikä LEED on ja mitä se tarkoittaa	12
2.2 Miten LEED toimii.....	12
2.3 LEED-tavoitteet	12
2.4 Sertifiointiprosessin kulku.....	13
2.5 LEED BD+C: uusi rakennus v4-sertifioinnin vähimmäisvaatimukset.....	15
2.5.1 Rakennuspaikka	15
2.5.2 LEED-rajat	15
2.5.3 Projektin kokovaatimus	16
2.6 Sertifiointissa arvioitavat osa-alueet.....	16
2.6.1 Kohteen sijainti ja kuljetusyhteydet	16
2.6.2 Kestävä kehitys.....	17
2.6.3 Vedenkäytön vähentäminen.....	17
2.6.4 Energia ja ilmakehä	18
2.6.5 Materiaalit ja resurssit.....	18
2.6.6 Sisäympäristön laatu.....	19
2.6.7 Kestävä suunnittelu.....	19

2.6.8	Paikalliset ympäristöarvot	20
3	YLEISET OHJEET LEED-YMPÄRISTÖSERTIFIOINNILLE ESF1- PROJEKTISSA.....	21
4	TYÖMAASUUNNITELMAT	23
4.1	Työmaan ympäristösuunnitelma (pakollinen)	23
4.2	Jätteiden hallinta (pakollinen + kaksi pistettä)	25
4.3	Työmaan puhtaudenhallintasuunnitelma (yksi piste).....	26
4.3.1	Talotekniikan suojaukset.....	26
4.3.2	Sisäilman laatua heikentävien päästöjen minimointi.....	26
4.3.3	Pölyn kulkeutumisen estäminen ja siihen suunnitellut toimenpiteet.....	27
4.3.4	Siivous	28
4.3.5	Sisäilmatekijöiden huomioiminen aikataulussa	28
5	HUUHTELUILMANVAIHTO VASTAANOTON JÄLKEEN (yksi piste)	29
6	HANKINNAT	31
6.1	Vähäpäästöiset materiaalit (kolme pistettä).....	31
6.2	Rakennusmateriaalien ympäristöselosteet EPD (yksi piste)	33
6.3	Rakennusmateriaalien tuoteselosteet (yksi piste)	33
6.4	Veden käytön vähentäminen (pakollinen ja 1–4 lisäpistettä).....	33
6.5	Otsonivaarallisten kylmäaineiden hallinta (pakollinen ja yksi lisäpiste)	34
7	LEED-YMPÄRISTÖSERTIFIOINNIN KUSTANNUKSET PÄÄURAKOITSIJALLE	36
8	POHDINNAT YMPÄRISTÖSERTIFIOINNISTA	37
	LÄHTEET	38
	LIITTEET	39

Kuva-, kuvio- ja taulukkoluetelo

Taulukko 1. Yhteenveto tarvittavista toimenpiteistä ja dokumentaatiosta.	22
Taulukko 2. Vesikalusteiden virtaamat.	34

Käytetyt termit ja lyhenteet

LEED	Leadership in Energy and Environmental Design on yhdysvaltalainen maailmanlaajuisesti käytössä oleva ympäristösertifiointijärjestelmä. Se on luokitus, joka kuvaa rakennuksen ympäristötehokkuutta rakennuksen sijainnin, veden, energian, raaka-aineiden ja luonnonvarojen käytön sekä muiden ympäristövaikutusten perusteella.
M1	Tuotteen vähäpäästöisyyden osoittava luokitus.
VOC	Volatile Organic Compounds on orgaaninen yhdiste, joka normaali-paineessa ja normaaleissa käyttölämpötiloissa on kaasumainen tai jonka höyrynpaine vallitsevissa oloissa on niin alhainen, että haihtuminen on merkittävää. Tiedetään heikentävän sisäilman laatua ja aiheuttavan terveyshaittoja.
P1	Rakennustyömailla käytettävä puhtaudenhallintaluokitus, jossa keskitytään pölyttömään ja puhtaaseen rakentamiseen.
EPD	Environmental Product Declaration on tuotteen ympäristöseloste.

1 JOHDANTO

1.1 Alkusanat

Nykypäivänä rakennuksilta ja ennen kaikkea rakentamiselta vaaditaan yhä enemmän ympäristön huomioimista. Puhutaan ympäristösertifikaateista, kestävästä kehityksestä ja hiilijalanjäljestä.

Ympäristösertifikaatilla taataan rakennushankkeen ympäristön huomioiminen aina suunnittelusta toteutukseen asti huomioiden myös rakennuksen käytönaikainen terveellisyys ja turvallisuus.

Ekokompassin mukaan ympäristösertifikaatin avulla todennetaan organisaation ympäristövastuun taso niin yhteistyökumppaneille, asiakkaille kuin omille työntekijöille. Sertifikaatin avulla todistetaan organisaation panostus ympäristövastuunsa eteen.

Aholan (2020) mukaan ympäristösertifioinnilla on myös rakennuksen arvoa nostava vaikutus ja sertifioitu rakennus on näin ollen helpompi myydä. Kansainväliset kiinteistösijoittajat vaativat ympäristösertifikaatin lähes aina, ja saman suuntaan on menossa myös kotimaisten sijoittajien vaatimukset. Ympäristösertifioitu rakennus antaa yrityksestä myös hyvän kuvan julkisuudessa sekä toiminnan ympäristötietoisuudesta.

Ympäristösertifiointijärjestelmät toimivat työkaluina kiinteistön ympäristötehokkuuden mittauksessa ja todentamisessa (Green Building Council Finland, i.a.). Niiden avulla voidaan tunnistaa ympäristöystävälliset rakennukset ja vertailla niitä keskenään. Sertifiointiprosessi varmistaa kestäväen kehityksen mukaisen ajattelun koko projektin läpi. Sertifioinnin suorittaa aina ulkopuolinen taho, joka varmistaa, että rakennus suunnitellaan, toteutetaan ja se toimii tarkoituksenmukaisesti. Ympäristösertifikaatti viestii rakennuksen omistajan vahvasta ympäristömyönteisyydestä. Sertifioinnin avulla parannetaan rakennuksen tehokkuutta, säästetään kustannuksia ja maapallon rajallisia resursseja.

1.2 Ympäristösertifikaattien esittely

Ympäristösertifiointijärjestelmiä on useita erilaisia. Näillä kaikilla on samantyylliset tavoitteet ja perusvaatimukset. Ympäristösertifiointijärjestelmiä löytyy sekä kansainvälisille, Euroopan, että kotimaan markkinoille suunnattuja. Kaikissa painopisteenä on yleinen ympäristötietoisuus ja hiilidioksidipäästöjen vähentäminen. Markkinoilta löytyy myös kansallisia ympäristösertifiointijärjestelmiä, jotka ovat käytössä vain tietyn maan sisällä. Nykyään myös rakennuksen käyttäjien hyvinvointiin on tullut omia sertifiointijärjestelmiä, vaikka ympäristösertifikaateissa keskitytään myös tähän osa-alueeseen. Tässä luvussa 1.2 esitellään yleisesti maailmassa ja Suomessa käytössä olevat ympäristösertifikaatit.

1.2.1 LEED

LEED Leadership in Energy and Environmental Design -ympäristösertifikaatti perustuu yhdysvaltalaisiin standardeihin ja käytäntöihin (Green Building Council Finland, i.a.). Se on kansainvälisesti laajimmin levinnyt ympäristösertifiointijärjestelmä ja sen kehittäjä ja ylläpitäjä on U.S. Green Building Council, USGBC. Sertifioituja projekteja löytyy yli 110 000 yli 160 eri maasta.

LEED-sertifiointijärjestelmässä keskitytään tilojen, rakennusten ja alueiden ympäristöominaisuuksiin (Green Building Council Finland, i.a.). LEEDin mukaisesti sertifioitu rakennus noudattaa tiukkoja ympäristötavoitteita ja se keskittyy myös rakennuksen kestävään ylläpitoon ja energiakustannusten säästöön.

1.2.2 BREEAM

BREEAM (Building Research Establishment Environmental Assessment Method) ympäristösertifikaatti perustuu eurooppalaisiin standardeihin, ja se on johtava ympäristösertifiointijärjestelmä Euroopassa (Raksystems, i.a.). Sen kehittäjä ja ylläpitäjä on brittiläinen BRE (Building Research Establishment) konserni ja sillä on yli 100 vuoden historia (Bre group, i.a.). BREEAMin ympäristötavoitteet ovat hyvin samankaltaiset kuten LEEDissä.

1.2.3 RTS-ympäristöluokitus

RTS-ympäristöluokitus on kehitetty Suomen oloihin (Green Building Council Finland, i.a.). Siinä otetaan huomioon Suomen monipuolinen rakennuskanta, suomalaiset olosuhteet ja lainsäädäntö. RTS perustuu eurooppalaisiin CEN TC 350 -standardeihin. RTS-ympäristöluokitus pohjautuu sisäilman laadun merkitykseen, ja siinä on käytössä seuraavat luokituksen ja mittarit: sisäilmaluokitus, M1-rakennusaineiden päästöluokitus, rakennusten elinkaarimittarit, Kuivaketju10-kosteudenhallintaohje ja Virhekerroin-menetelmä.

1.2.4 Joutsenmerkki

Pohjoismaissa tunnetuin ja arvostetuin ympäristösertifiointijärjestelmä on Joutsenmerkki. Sen kehittäjä ja ylläpitäjä on Ympäristömerkintä Suomi Oy (Green Building Council Finland, i.a.).

Joutsenmerkissä käytössä olevat kriteerit ovat yhtenäisiä kaikissa Pohjoismaissa, ja se soveltuu hyvin pohjoismaisiin olosuhteisiin (Green Building Council Finland, i.a.). Joutsenmerkin perustana on rakennuksen ympäristöystävällisyys koko elinkaaren ajalta huomioiden myös rakennuksen terveellisyys ja turvallisuus.

Joutsenmerkki ohjaa rakennusta ja rakentamista energiatehokkuuden, materiaalivalintojen, turvallisempien kemikaalien käytön, kierrätyksen ja kierrätettävyyden osa-alueilla (Green Building Council Finland, i.a.). Joutsenmerkissä pakollisia vaatimuksia löytyy muun muassa energiakulutukseen ja materiaalivalintoihin liittyen ja lisäpisteitä luokitukseen saa käyttämällä jo Joutsenmerkittyjä tuotteita, kuten maalit, rakennuslevyt, lattiamateriaalit ja ikkunat.

1.3 LEED-ympäristösertifiointi ESF1 projektissa

Opinnäytetyössä keskitytään LEED-ympäristösertifiointijärjestelmään (U.S. Green Building Council, i.a.). LEED-sertifioitu rakennus säästää rahaa, parantaa energiatehokkuutta, vähentää hiilijalanjälkeä ja luo turvallisemman ja terveellisemmän työskentely-ympäristön ihmisille. Sertifioinnin tavoitteena on vähentää rakentamisen ja rakennuksen käytön aikaista ympäristön kuormitusta.

Peab Oy:n Seinäjoella käynnissä olevan kohteen ESF1 tilaaja Epec Oy hakee rakennukselle LEED-sertifikaattia. Ympäristösertifiointiprosessia hoitaa Ramboll Finland Oy.

Epec Oy toimii kotimaassa ja kansainvälisillä markkinoilla työkoneiden ja laitteiden elektronisten ohjausjärjestelmien valmistajana (Epec, i.a.). Asiakkaita on yli 200 ja ohjausjärjestelmiä käytetään muun muassa metsäkone- ja kaivosteollisuudessa ympäri maailmaa. Epec Oy:n omistaa metsäkonevalmistaja Ponsse Oyj.

Seinäjolelle rakennettavan uuden tuotantotilan ja toimiston LEED-sertifiointi antaa hyvän julkisuuskuvan Epec Oy:n toiminnan vihreästä suunnasta ja ympäristön huomioimisesta. Tämä lisää varmasti arvoa kotimaisten ja ulkomaisten sijoittajien ja asiakkaiden silmissä.

Työssä tutkitaan, mitä käytännön toimenpiteitä sertifiointin hakeminen aiheuttaa rakennustyömaalla. Työssä myös kerrotaan, miten Peab Oy tässä kohteessa toteuttaa sertifiointin vaatimat toimenpiteet. Lisäksi työssä käydään läpi ESF1-rakennushankkeen ympäristösertifiointiin liittyviä tehtäviä ja vaatimuksia.

2 LEED-YMPÄRISTÖSERTIFIKAATTI JA SEN VAATIMUKSET

2.1 Mikä LEED on ja mitä se tarkoittaa

LEED-lyhennys tulee sanoista Leadership in Energy and Environmental Design (U.S. Green Building Council, i.a.). Se on maailman laajimmin käytössä oleva vihreiden rakennusten luokitusjärjestelmä. Se on saatavilla lähes kaikentyypisille rakennuksille, sekä uudiskohteille että jo olemassa oleville.

LEED-sertifikaatti luo perusteet rakennuksen käytönaikaiselle terveellisyydelle, ympäristön huomioimiselle, energiatehokkuudelle ja hiiltä sekä energiakustannuksia säästävälle käytölle (U.S. Green Building Council, i.a.). LEED-sertifikaatti on maailmanlaajuisesti arvostettu kestävän kehityksen symboli. Sanotaankin, että LEED-sertifioidut vihreät rakennukset ovat parempia rakennuksia.

2.2 Miten LEED toimii

LEED-sertifiointin tavoitteena on vastuullisuus ja kestävä kehitys ilmastonmuutoksen torjumiseksi (U.S. Green Building Council, i.a.). LEED perustuu pisteytysjärjestelmään, jossa on neljä eri sertifiointitasoa. Nämä ovat: sertifioitu (40–49 pistettä), hopea (50–59 pistettä), kulta (60–79 pistettä) ja platina (80+ pistettä). Pisteitä ansaitaan eri osa-alueilta, jotka liittyvät hiilijalanjälkeen, energiaan, veteen, jätteeseen, rakennuksen sijaintiin ja saavutettavuuteen, materiaaleihin, terveyteen ja sisäympäristön laatuun.

2.3 LEED-tavoitteet

LEED-ympäristösertifikaatti tarkastelee hankkeen kokonaisuutta ottaen huomioon kaikki kriittiset elementit, jotka vaikuttavat yhdessä koko projektiin ja parhaan mahdollisen rakennuksen luomiseen (U.S. Green Building Council, i.a.). Tavoitteena on luoda rakennuksia, jotka vähentävät maailmanlaajuisen ilmastonmuutoksen vaikutusta, suojelevat ja ennallistavat vesivarantoja, edistävät kestävien ja kierrätettävien materiaalien käyttöä, parantavat ihmisten yksilöllistä terveyttä, suojelevat ja parantavat luonnon monimuotoisuutta ja ekosysteemiä sekä parantavat yhteisön elämänlaatua.

Leed-tavoitteet painottuvat seuraavasti eri osa-alueisiin. 35 % liittyy ilmastonmuutokseen, 20 % ihmisten terveyteen, 15 % vesivaroihin, 10 % luonnon monimuotoisuuteen, 10 % vihreään talouteen ja 5 % yhteisöihin ja luonnonvaroihin (Us Green Building Council, i.a.).

2.4 Sertifiointiprosessin kulku

Kaikki alkaa hankkeen kehitysvaiheessa suunnittelun ohjaamisesta kustannustehokkaaseen ja ympäristön huomioivaan suuntaan (U.S. Green Building Council, i.a.). Tässä onnistumiseen vaaditaan kaikkien suunnittelualojen yhteistyössä tekemää ideointia järjestelmien ja rakentamisen yhteensovittamiseksi kustannustehokkaasti niin rakennusvaiheessa kuin käytön aikana. Tällä voidaan saavuttaa LEEDin näkökulmasta korkea taso rakennuksen ja ihmisten suorituskyvylle sekä ympäristöarvojen toteutumiselle.

Perinteisesti urakkakohteissa suunnittelu ja toteutuspuoli toimivat erillään (U.S. Green Building Council, i.a.). LEEDin tavoitteena onkin nämä osa-alueet parhaiden tuloksien saamiseksi. Hankkeen suunnitteluvaiheessa tulisi olla mukana myös toteutuspuoli antamassa ja sovittamassa omaa näkemystään eri vaihtoehtojen toteutettavuudesta ja yhteensovittamisesta. Tällä tavoin toimimalla saavutetaan yleensä myös taloudellisia sekä ympäristöön ja ihmisten terveyteen liittyviä etuja.

Tavallisesti jokainen suunnitteluala hoitaa oman osa-alueensa mahdollisimman toimivaksi kustannustehokkaasti (U.S. Green Building Council, i.a.). Kun integroidaan suunnittelu asiakkaan, suunnittelijoiden, rakentajan ja rakennuttajan kesken, tunnistetaan mahdolliset päällekkäisyydet ja järjestelmien yhteensovittamisen ongelmat tehokkaammin. Yhteisesti suunnittelella voidaan saavuttaa myös etuja ja mahdollisuuksia, jotka muuten jäisivät huomamatta. Tämä lisää rakentamisen ja rakennuksen tehokkuutta ja vähentää kustannuksia. Tämän tyylistä urakkamuotoa kutsutaan allianssiksi ja tämän avulla saavutetaan paremmat tulokset LEEDissä.

Opinnäytetyössä tarkasteltavan kohteen urakkamuoto on kuitenkin jaettu urakka, sivu-urakat pääurakoitsijalle alistettuina.

Sertifiointiprosessin alussa selvitetään ja tarkastellaan projektin tavoitteet ja valitaan LEED-luokitusjärjestelmä 21 eri tyylisestä projektityypistä (U.S. Green Building Council, i.a.). Luokitusjärjestelmän sertifiointiohjelman vähimmäisvaatimukset tulee tarkastaa ja varmistaa, että ne saadaan täytettyä.

Projektille määritetään tavoitteet, jotka vastaavat tilaajan tai loppukäyttäjän arvoja (U.S. Green Building Council, i.a.). Tavoitteille sovitaan strategiat sekä kohteelle tavoiteltavat LEED-pisteet. Näissä otetaan huomioon kohteen omistajan tai haltijan tavoitteet, budjetti, aikataulu, toiminnalliset vaatimukset, laajuus, laatu, suorituskyky ja käyttäjien odotukset. Projektin tavoitteet tulisi olla päätettynä ennen varsinaista suunnittelutyön aloitusta. Tavoitteet tulisi kohdistaa siten, että ne luovat arvoa projektin omistajalle, ympäristölle ja yhteisölle.

Lopuksi määritetään tavoiteltava LEED-sertifiointitaso seuraavista: sertifioitu, hopea, kulta tai platina (U.S. Green Building Council, i.a.). Tähän vaikuttaa suunnitteluvaiheessa kerätty tieto ja saavutettavissa oleva pistemäärä. Taso edellyttää kaikkien sovittujen edellytyksien täyttymistä. Tähän kannattaa ottaa huomioon eri osa-alueiden vähimmäispisteiden lisäksi lisäpisteet, jos jokin tavoite ei toteudukaan suunnitellusti tai rakentamisen aikana tapahtuu muutoksia, jotta vähimmäispistemäärä saavutetaan.

Sertifiointiprosessille asetetaan yksi henkilö, joka ottaa vastuun ryhmän johtamisesta ja projektin saattamiseksi LEED-haku- ja sertifiointiprosessin läpi (U.S. Green Building Council, i.a.). Tähän käytetään yleensä ulkopuolista konsulttia, jos projektiin osallistuvilla ei ole riittävästä kokemuksesta prosessin läpiviemiseksi. Vastuhenkilö jakaa tehtävät ja vastuut eri osapuolille ja varmistaa, että kaikki asetetut tavoitteet ja velvoitteet tulevat hoidetuksi.

Asetettujen tavoitteiden täyttymisen todentamiseksi on ehdottoman tärkeää käyttää johdonmukaista dokumentointia (U.S. Green Building Council, i.a.). Projektin aikana kerättävää materiaalia on syytä kerätä säännöllisesti, ja tiedot tulee varmistaa tietyin väliajoin lopullisen sertifiointin onnistumiseksi aikataulussa.

Lopuksi suoritetaan laadunvarmistustarkastus LEED-dokumentoinnin vaatimusten täyttymisen varmistamiseksi (U.S. Green Building Council, i.a.). Laadunvarmistus parantaa ja nopeuttaa prosessin loppuun saattamista ja välttää myöhemmin työlästä ja ylimääräisiä kustannuksia aiheuttavaa korjaamista.

2.5 LEED BD+C: uusi rakennus v4-sertifioinnin vähimmäisvaatimukset

Sertifioitavaan projektiin sisältyy kolme vähimmäisvaatimusta sekä ehtoa, jotta sertifikaattia voidaan ylipäättänsä suunnitella haettavaksi (U.S. Green Building Council, i.a.).

2.5.1 Rakennuspaikka

Sertifioitavan rakennuksen täytyy sijaita pysyvässä paikassa ja olemassa olevalla maalla (U.S. Green Building Council, i.a.). Tämä on tärkeää, ettei ekosysteemiä häiritä tai syrjäytetä siirrettyillä maamassoilla. Laiturille tai rakennetulle maa-alueelle rakennettava rakennus voidaan hyväksyä vain siinä tapauksessa, että rakennuspaikkaa ei ole rakennettu LEED-hankkeen omistajan toimesta tai varta vasten kyseistä rakennusta varten. Mitään rakennusta, jota on jossain kohtaa elinkaartaan suunniteltu siirrettäväksi, kuten veneet tai liikuteltavat rakennukset, ei voida sertifioida.

2.5.2 LEED-rajat

LEED-sertifiointijärjestelmässä arvioidaan rakennuksia, tiloja, naapurustoa, yhteisöjä, kaupunkeja sekä kaikkiin näihin liittyviä ympäristövaikutuksia (U.S. Green Building Council, i.a.). Tämä edellyttää käytettäväksi kohtuullisia LEED-projektin rajoja. Hankkeen rajat tulee sisältää kaikki ympäröivät maa-alueet, jotka liittyvät hankkeeseen ja tukevat sen toimintaa. Tähän kuuluu käyttäjien käyttämät kävely- ja pysäköintialueet, hulevesien käsittelyjärjestelmät sekä maisemointi. Hankkeesta on ilmoitettava tarkasti sertifioinnin laajuus ja rajat.

Tontin ulkopuolella sijaitsevat pysäköinti tai muut alueet, jotka ovat käyttäjien käytössä ja palvelevat suoraan LEED-hanketta, voidaan ottaa mukaan sertifointiin, mikäli niitä ei ole käytetty muiden hankkeiden LEED-sertifioinnissa (U.S. Green Building Council, i.a.).

Hankkeen sertifointiin tulisi sisällyttää koko rakennushanke kaikkine osineen (U.S. Green Building Council, i.a.). Rakennukset, jotka on tarkoitettu yleiseen pysäköintiin, eivät kuulu sertifioinnin piiriin. Jos taas pysäköintirakennus kuuluu sertifioitavan kohteen käyttäjille, tulee se sisällyttää sertifointiin. Hankkeen rakennukset, joilla on fyysinen yhteys toisiinsa, kuuluvat mukaan sertifointiin. Jos rakennuksia erotetaan hankkeesta, tulee niillä olla oma ilmanvaihto sekä veden ja energianmittaukset, ja ne käsitellään omina hankkeina. Poikkeuksia ovat kou-

lut, sairaalat, hotellit ja lomakohteiden rakennukset. Näissä kaikki erilliset rakennukset katsotaan kuuluvaksi yhteen ja samaan LEED-hankkeeseen. Uudisrakennushankkeissa jokaisen erillisen rakennuksen tulee olla alle 25 000 neliometriä, että se lasketaan kuuluvaksi yhteen LEED-hankkeeseen.

Mikäli LEED-hanke sijaitsee rakennuksen sisällä, jossa on muutakin toimintaa, joka ei kuulu sertifioitavaan hankkeeseen, tulee LEED-hanke erottaa muista sisätiloista selkeällä rajalla (U.S. Green Building Council, i.a.).

LEED-hanke sisältää maa-alueen, vesistöt ja rakentamisen projektin rajojen sisällä (U.S. Green Building Council, i.a.). Projektin rajat määritellään yleensä tontin rajojen mukaisesti. Hankeille, jotka sijaitsevat julkisilla alueilla, joilla ei ole varsinaisia kiinteistön rajoja, rajataan hankkeen käytössä oleva vaikutusalue. Hankkeissa voi olla erillisalueita ulkopuolisilta tonteilta, joita ei oteta huomioon sertifioinnissa, mikäli ne eivät ylitä kahta prosenttia hankkeen kokonaispinta-alasta. Hankkeen päätoteuttajan tulee hallita suurinta osaa rakennettavasta alueesta, mutta ei välttämättä koko aluetta.

2.5.3 Projektin kokovaatimus

LEED-sertifiointi on suunniteltu tietyn kokoisille rakennuksille. LEED-projektin bruttopinta-ala tulee olla vähintään 1000 neliometriä (U.S. Green Building Council, i.a.).

2.6 Sertifioinnissa arvioitavat osa-alueet

Sertifioinnissa arvioidaan eri osa-alueita. Seuraavissa luvuissa esitellään lyhyesti eri osa-alueissa painottuvat arvot.

2.6.1 Kohteen sijainti ja kuljetusyhteydet

Kohteen sijainnilla ja tavoitettavuudella on iso merkitys (U.S. Green Building Council, i.a.). Tämä osa-alue palkitsee kohteita, jotka ovat lähellä yhteisöä ja hyvien kulkuyhteyksien saatavissa. Käyttämällä julkisia kuljetuksia voidaan vähentää ympäristön kuormitusta verrattuna yksityisiin kuljetuksiin. Hyvällä paikalla ja lähellä sijaitseva rakennus hyödyntää ole-

massa olevaa julkista liikennettä, katuverkostoja, kevyenliikenteenväyliä sekä palveluita. Tavoitteena on vähentää yksityisautoilun tarvetta. Autoilun vähentämistä voidaan ohjata vähentämällä parkkialueita ja tarjoamalla polkupyörille säilytystiloja.

Sijainnilla on merkitystä myös vesi- ja viemärijärjestelmän sekä sähkö- ja tietoliikenneverkkojen kannalta (U.S. Green Building Council, i.a.). Tässä pyritään hyödyntämään jo olemassa olevaa verkostoa ja vähentämään uusien verkostojen rakentamisen tuomaa ympäristön kuormitusta. Käyttämällä ja uudistamalla vanhoja teollisuusalueita voidaan välttyä uusien verkostojen rakentamisen tuomilta kustannuksilta.

2.6.2 Kestävä kehitys

Tässä osa-alueessa korostetaan rakennusten ja ekosysteemien elintärkeää suhdetta (U.S. Green Building Council, i.a.). Tavoitteena on säilyttää ja ennallistaa luonnon monimuotoisuutta. Tontilla tulisi suorittaa varhaisessa vaiheessa rakennuspaikan arviointi ja suunnitella rakennukset siten, että ne eivät tuhoa olemassa olevaa kasvustoa ja vesistöjä tarpeettomasti. Hankkeessa tulee huomioida myös luontoa häiritsevän valosaasteen vähentäminen. Alueen sadevesien luonnolliset virtaukset tulisi pyrkiä säilyttämään mahdollisuuksien mukaan.

2.6.3 Vedenkäytön vähentäminen

Juomakelpoisen vedenkäytön vähentäminen ja säästäminen on tärkeä osa-alue LEED-sertifiointissa (U.S. Green Building Council, i.a.). Osiossa tarkastellaan vedenkäyttöä sisällä ja ulkona. Vaihtoehtoisesti juomakelvottoman tai muiden vesilähteiden käytöstä voi saada lisäpiskeitä. Veden kerääminen ja uudelleenkäyttö vähentävät vedenkulutusta. Suurin osa käytetystä vedestä kiertää rakennuksen läpi ja päättyy viemäriverkostoon, josta se ohjataan jätevedenpuhdistuslaitokseen ja uudelleen vesistöön. Tällainen käytäntö vähentää jokien virtausta ja köyhdyttää makean veden pohjakerroksia. Vedenkäsittely käyttää myös energiaa, jota ei voida huomioida rakennuksen energiankulutuksessa.

Vedenkulutuksen vähentämiseen löytyy keinoja (U.S. Green Building Council, i.a.). Vihreässä rakentamisessa tämä otetaan huomioon suunnittelemalla vesikalusteita, joissa vedenkulutusta on rajoitettu. Lisäksi on myös täysin vedettömiä wc-kalustevaihtoehtoja.

Säilyttämällä alkuperäistä luontoa ja luonnollisia vedenkulkureittejä voidaan välttyä istutuksien kastelulta. Kasteluvetenä voidaan käyttää myös juomakelvotonta vettä (U.S. Green Building Council, i.a.).

2.6.4 Energia ja ilmakehä

LEEDissä energiaa tarkastellaan kokonaisuutena, johon liittyy energiankäytön vähentäminen, energiatehokkuus ja uusiutuvat energialähteet (U.S. Green Building Council, i.a.). Nykyinen maailmanlaajuinen energiantuotto painottuu voimakkaasti öljyyn, kivihiileen ja maakaasuun. Nämä ovat kaikki uusiutumattomia energialähteitä, joista aiheutuu lisäksi kasvihuonepäästöjä. Luonnonvarat ovat rajalliset ja niiden kulutus on suurempaa kuin uusiutuminen. Tämä ei ole kestävää pitkässä juoksussa, ja näin ollen uusiutuvia energialähteitä tulee lisätä maailman energian tarpeeseen.

Vihreässä rakentamisessa suunnittelun tulee lähteä kokonaisenergian tarpeen vähentämisestä sekä ilmastoystävällisistä valinnoista (U.S. Green Building Council, i.a.). Tähän voidaan vaikuttaa suunnittelemalla passiivista lämmitystä ja jäähdytystä sekä käyttämällä tehokkaita LVI-järjestelmiä, joita ohjataan älykkäillä järjestelmillä. Lämpöenergiaa voidaan tuottaa maalämmöllä ja sähköenergiaa aurinkosähköjärjestelmillä. Nykypäivänä suunta on oikea ja energiansäästöön kiinnitetään paljon huomiota.

2.6.5 Materiaalit ja resurssit

Materiaalit ja resurssit-osiossa keskitytään rakennusmateriaalien raaka-aineiden louhintaan, käsittelyyn, kuljetukseen, kestävyys- ja hävittämiseen liittyvään energian ja muiden vaikutusten vähentämiseen (U.S. Green Building Council, i.a.). Vaatimukset painottuvat materiaalien tehokkaaseen elinkaariajatteluun.

Rakennusalan osuus jätevirrasta on 25 % Euroopan unionin alueella (U.S. Green Building Council, i.a.). Materiaalien valmistamisesta johtuvan ympäristökuormituksen vähentämiseksi on otettu käyttöön muun muassa seuraavia toimenpiteitä: materiaalilähteiden vähentäminen, uudelleenkäyttö, kierrätys ja jätteen muuttaminen energiaksi. Eniten ympäristöhaittoja vähentäväksi toimenpiteeksi on todettu lähteiden vähentäminen, koska siinä materiaalin koko elinkaaresta jää pois toimitusketju, käyttö, kierrätys ja jätehuolto. Toisena tulee uudelleenkäyttö

ja sen seurauksena vältetään valmistusprosessin ympäristökuormitus. Kolmanneksi tehokain keino on kierrätys, joka nykypäivänä on kehittyneissä maissa suuressa roolissa jätehuoltoa. Kaikkea jätettä ei kuitenkaan voida kierrättää, joten osa siitä muutetaan polttamalla energiaksi.

LEED-sertifioinnissa tarkastellaan rakennukseen pysyvästi asennettuja tuotteita ja materiaaleja, joiden perusteella osion pisteet lasketaan (U.S. Green Building Council, i.a.). Laskennassa huomioidaan myös tuotteiden kustannukset. Paikallisesti tuotetut materiaalit ja tuotteet antavat paremman arvostuksen, ja LEED kannustaakin käyttämään paikallisesti valmistettuja tuotteita, jotka tukevat paikallista taloutta. Käyttämällä kestäviä ja kierrätysmateriaalista valmistettuja tuotteita vähennetään ympäristön kuormitusta.

2.6.6 Sisäympäristön laatu

Tässä osiossa painopisteenä ovat sisäilman laatu ja lämpötila sekä visuaaliset ja akustiset ominaisuudet (U.S. Green Building Council, i.a.). Hyvällä sisäympäristön laadulla parannetaan käyttäjien terveyttä, tilojen mukavuutta ja ihmisten tuottavuutta. Tällä on myös rakennuksen arvoa nostava vaikutus.

Tavoitteet saavutetaan käyttämällä vähäpäästöisiä materiaaleja, suunnittelemalla tilan ja käyttäjien vaatima oikeanlainen valaistus ja akustiikka (U.S. Green Building Council, i.a.). Myös lämpötilalla on suuri vaikutus käyttäjien mukavuuteen, ja sitä tulee saada muutettua tilakohtaisesti erilaisten vaatimusten toteuttamiseksi.

2.6.7 Kestävä suunnittelu

Tässä osiossa keskitytään innovatiivisten ja kestävien rakennuskäytäntöjen käyttöön (U.S. Green Building Council, i.a.). Uusien teknologioiden käyttö voi luoda rakennukselle lisäarvoa ja se voi parantaa tuottavuutta.

2.6.8 Paikalliset ympäristöarvot

LEEDissä huomioidaan maan sisäiset ja paikalliset ympäristöarvot (U.S. Green Building Council, i.a.). Arvot vaihtelevat eri alueiden välillä ja tämä osio antaa mahdollisuuden keskittyä oman maan tai alueen ympäristöongelmiin ja niiden vähentämiseen.

3 YLEISET OHJEET LEED-YMPÄRISTÖSERTIFIOINNILLE ESF1-PROJEKTISSA

ESF1-projektin tilaaja hakee kohteelle LEED-ympäristösertifikaattia. Kohteessa tavoitellaan LEED v4 BD+C New Construction -sertifioinnin hopeatasoa, joka tarkoittaa 50–59 pistettä. Sertifiointia hoitaa Ramboll Oy ja konsulttina toimii Lassi Heikari.

Todistusmateriaalien keräys tapahtuu kahdessa vaiheessa (L. Heikari, henkilökohtainen tiedonanto, 14.7.2022). Suunnitteluvaiheen LEED-raportointi tehdään toteutussuunnitelmien mukaan, ja lopullinen LEED-raportointi tehdään rakennuksen valmistumisvaiheessa ja valmistumisen jälkeen.

Sertifioinnin hakemiselle on välttämätöntä, että LEED-minimivaatimukset toteutuvat kohteessa (L. Heikari, henkilökohtainen tiedonanto, 14.7.2022). Lisäksi kaikki erikseen listatut LEED-pistevaatimukset tulee toteutua hankkeessa. Tilanteessa, jossa toteutumiselle tulee esteitä, tulee asiasta keskustella LEED-konsultin kanssa vaihtoehtojen kartoittamiseksi.

Toteutussuunnitelmat laaditaan ja tarkastetaan hankkeen alussa (L. Heikari, henkilökohtainen tiedonanto, 14.7.2022). Suunnitelmien mukaista toteutusta tulee seurata säännöllisesti hankkeen aikana. Materiaalitoimittajilta pyydetään vaaditut materiaalitodistukset sekä päästöluokitustodistukset, joista pitää selvittää tuotteen VOC-pitoisuudet. VOC-lyhennys tulee sanoista Volatile Organic Compounds, joka tarkoittaa suomeksi haihtuvia orgaanisia yhdisteitä (Hengitysliitto, i.a.). Ne ovat kaasuja, joiden on tutkittu aiheuttavan terveyshaittoja ja sisäilma-ongelmia.

Hyväksytyjä sertifikaatteja päästöluokituksen toteamiseen ovat M1, Green Label Plus, Floor Score, GUT ja EMICODE EC1plus. Taulukossa 1 on yhteenveto vaadittavista toimenpiteistä ja dokumenttien keräyksestä ennen työmaan aloitusta, työmaan aikana sekä työmaan valmistuttua.

Taulukko 1. Yhteenveto tarvittavista toimenpiteistä ja dokumentaatiosta (L. Heikari, henkilökohtainen tiedonanto, 14.7.2022).

LEED-vaatimus	Työmaan alussa	Työmaan aikana	Työmaan valmistuttua
Ympäristösuunnitelma	Suunnitelman laatiminen ja hyväksytys	Toimenpiteiden toteuttamisen varmistaminen ja dokumentointi	Yhteenveto tehdyistä toimenpiteistä / valokuvat / seurantapöytäkirjat
Puhtaudenhallintasuunnitelma	Suunnitelman laatiminen ja hyväksytys	Säännöllinen jäteraportointi	Loppuraportti sisältäen kaikki jätemäärät, sekä hyötykäyttöasteet jätejakeittain
Vähäpäästoiset materiaalit	Vaatimukset urakkakyselyihin	Lista käytetyistä materiaaleista (tuote, määrä, M1 ja VOC-tiedot) ja tuotekortit, joista arvot selviävät. Lisätiedot kohdassa	
Rakennusmateriaalien ympäristöselosteet	Vaatimukset urakkakyselyihin	Kerätään toimittajilta ympäristöselosteet	Lista käytetyistä tuotteista, joilla on ympäristöselostus
Kemikaaleja sisältävät tuotteet	Vaatimukset urakkakyselyihin	Kerätään toimittajilta tuotekortit/kemikaali-ilmoitukset/käyttöturvallisuustiedotteet, joista käy ilmi tuotteen kemiallinen sisältö. Lisätiedot kohdassa 3.3.	

4 TYÖMAASUUNNITELMAT

LEED-ympäristösertifikaatti edellyttää tiettyjen työmaasuunnitelmien laatimista. Osa suunnitelmista on pakollisia ja osasta voi ansaita lisäpisteitä sertifiointiin. Seuraavilla sivuilla käydään läpi työmaasuunnitelmat ja mitä vaatimuksia niiden sisällölle on asetettu.

4.1 Työmaan ympäristösuunnitelma (pakollinen)

Työmaan alkaessa pääurakoitsijan tulee laatia ympäristösuunnitelma (L. Heikari, henkilökohtainen tiedonanto, 14.7.2022). Ympäristösuunnitelmassa tulee tunnistaa mahdolliset riskit ja laatia toimenpiteet niiden välttämiseksi. Mahdollisia riskejä ovat: maaperän eroosio, vesistöjen suojelu ja pölynhallinta tontilla.

L. Heikarin (henkilökohtainen tiedonanto, 14.7.2022) mukaan ympäristösuunnitelmassa tulee käsitellä ja laatia toimenpiteet seuraaville kohdille:

- Maa-ainesten hallinta
 - Tontilla säilytettävien maa-ainesten suojaus sadevedeltä ja tuulelta esimerkiksi peittämällä kasat.
 - Maaperän painumista tulee välttää rajoittamalla työkoneiden liikkumista alueilla, joissa tullaan rakentamaan tai säilyttämään viheralueita.
 - Kaivettu pintamaa pyritään säilyttämään ja hyödyntämään sen uusiokäyttö kohteessa.
 - Lopulliset viheralueet tulee suojata väliaikaisilla tai lopullisilla istutuksilla 14 vuorokauden kuluessa pintamaan levityksestä.
- Sadevesien hallinta
 - Alueella sijaitsevien vesistöjen ja maanrakennusalueen välille tulee tehdä suoja-alue, joka rauhoitetaan maanrakennustöiltä. Suoja-alueen leveyden pitää olla vähintään 15,25 m.

- Alueen sadevedet tulee ohjata saostusaltaisiin maaperän kulkeutumisen estämiseksi.
- Tontille rakennettavat sadevesi- ja viemäriverkostot ja kaivot tulee suojata esimerkiksi suodatinkankaalla maa-aineksen pääsyn estämiseksi viemäriverkoston.
- Epäpuhtauksien leviäminen
 - Työmaa-alueen ulkopuolelle kulkeutuvan maa-aineksen määrä tulee pyrkiä pitämään mahdollisimman pienenä. Tätä voidaan vähentää käyttämällä työmaaliikenteelle pinnoitettuja ajoväyliä sekä puhdistamalla ajoneuvojen renkaiden tarvikkeissa. Työmaa-alueen ulkopuolisille katualueille levinnyt maa-aines tulee poistaa päivittäin.
 - Työmaan pölyämistä pitää vähentää esimerkiksi kastelemalla.
 - Työmaa-alueelta ei saa päätyä puhdistamattomia jätevesiä tai muita haitallisia aineita ympäristöön. Haitallisiksi aineiksi luokitellaan muun muassa maalit, öljyt, liuottimet, polttoaineet ja betoni.
 - Haitallisille aineille tulee järjestää asianmukaiset säilytystilat kuten kemikaalikontti ja valumakaukalot. Lisäksi työmaalta pitää löytyä torjuntakalusto mahdollisten kemikaalivuotojen varalle.

Rakennusprojektin alussa laaditaan ympäristösuunnitelma, jossa otetaan huomioon edellä mainitut asiat. Työmaasta tehdään aluesuunnitelma, jossa on esitetty sadevesien kulkeutumisreitit tontilla, työmaaliikenteen reitit ja kielletyt ajoalueet, maa-ainesten säilytyspaikat sekä tarvittavat haitallisten aineiden säilytyspaikat ja torjuntakalusto, kuten polttoainekontit ja kemikaalivarastot.

Ennen luovutusta tehdään yhteenveto ympäristösuunnitelmassa esitettyjen toimenpiteiden toteutumisesta. Yhteenvedossa tulee todentaa käytetyt toimenpiteet, ohjaus ja valvonta esimerkiksi valokuvien ja tarkastusmuistioiden avulla.

4.2 Jätteiden hallinta (pakollinen + kaksi pistettä)

Työmaalla syntyvästä jätteestä on asetettu tavoitteeksi ohjata vähintään 75 % hyötykäyttöön (L. Heikari, henkilökohtainen tiedonanto, 14.7.2022). Hyötykäyttöksi luetaan purettavien rakennusosien uudelleenkäyttö, rakennusjätteiden kierrätys ja energiahyötykäyttö tietyin rajoituksin.

Rakennusjätteen hyötykäyttöasteen laskentaan voidaan hyväksyä myös ulkopuolisen jätteenkäsittelijän toimesta tehty jätteen lajittelu, mikäli siitä on saatavilla työmaakohtainen seuranta (L. Heikari, henkilökohtainen tiedonanto, 14.7.2022). Vaarallisia aineita ja maamassoja ei oteta laskennassa huomioon. Jätteenkäsittelijälle tulee toimittaa ohjeet LEED-sertifioinnin asettamista vaatimuksista.

Työmaan alkaessa tulee laatia jätteenhallintasuunnitelma (L. Heikari, henkilökohtainen tiedonanto, 14.7.2022). Suunnitelmasta tulee selvittää työmaalla syntyvät jätelajit ja esittää niiden keräystavat, jätehallintayritys sekä lajittelutoimenpiteet. Jätteen määrä arvioidaan jokaisesta eri jätelajista. Suunnitelmassa esitetään vähintään 5 eri jätejakea, joita työmaalla lajitellaan. Suunnitelmassa tulee esittää jokaisen eri jätejakeen jatkokäsittely, eli minne jätteet viedään ja kuinka suuri osa siitä erotellaan hyötykäyttöön. Jätteen määrää ja hyötykäyttöä tulee seurata jatkuvasti koko työmaan ajan.

Ennen luovutusta tehdään lopullinen jäteraportti kohteesta (L. Heikari, henkilökohtainen tiedonanto, 14.7.2022). Raportissa esitetään kokonaisjättemäärät jätelajeittain sekä lopullinen hyötykäyttöaste. Rakennussekajätteen jatkokäsittelystä annetaan selvitys, josta selviää jätteenkäsittelylaitoksen rakennussekajätteen vuotuinen kierrätysaste.

Kohteessa lajitellaan seka-, puu-, metalli-, kiviaines- ja kipsijäte. Jokaiselle jätteelle on ulkona oma vaihtolava, johon jätteet kerätään. Työmaan sisätiloissa käytetään pienempiä liikuteltavia jäteastioita, joita on jokaiselle jätteelle omansa. Tämä helpottaa jätteiden lajittelua ja tyhjästä jätelavoihin. Jätelavojen tyhjäyksen jäteasemalle hoitaa jätteenkäsittely urakoitsija. Kuukausittainen jäteseuranta tapahtuu myös jätehuoltoyrityksen toimesta.

4.3 Työmaan puhtaudenhallintasuunnitelma (yksi piste)

Kohteen alkaessa laaditaan puhtaudenhallintasuunnitelma (L. Heikari, henkilökohtainen tiedonanto, 14.7.2022). Työmaan luovutusvaiheen aikana annetaan kirjallinen selvitys toimenpiteiden toteutuksesta päivätyin valokuvoin tai koostamalla suunniteltujen toimenpiteiden toteutuksesta yhteenvetoraportti.

Seuraavissa alaluvuissa on poimittu LEED-ohjeen mukaiset puhtaudenhallintasuunnitelman vähimmäisvaatimukset ja kerrottu, kuinka vaatimukset on kohteessa suunniteltu toteutettaviksi.

4.3.1 Talotekniikan suojaukset

Kuinka työmaalla varastoidaan ilmanvaihto-osat ja kuinka toteutetaan asennetun ilmanvaihtojärjestelmän suojaus? Ilmanvaihto-osat varastoidaan irti maasta ja suojataan säältä suojapeittein tai rakentamalla erillinen suojateltta tai katos. Ilmanvaihtokanavissa pidetään suojatulpat paikoillaan aina asennukseen saakka.

Kuinka rakentamisen aikainen ilmanvaihto järjestetään? Uudiskohteessa ei yleensä järjestetä rakentamisen aikaista ilmanvaihtoa vaan keskitytään ilmankosteuspitoisuuden alhaalla pitämiseen kosteuden poistajilla tai tuulettamalla rakennusta.

Ilmanvaihtokonehuoneissa tulee kieltää sellaisen ylimääräisen tavaran varastointi, joka ei kuulu talotekniikka-asennuksiin. Ilmanvaihtokonehuoneen asennuksen aikana tilan pitää täyttää P1-vaatimukset, eli olla osastoitu ja pölytön. Ylimääräistä materiaalia ei myöskään tule säilyttää tiloissa. Tiloissa suoritetaan jatkuvaa ylläpitosiivousta koko asennuksen ajan.

4.3.2 Sisäilman laatua heikentävien päästöjen minimointi

Rakennusmateriaalien päästövaatimukset täytyy ottaa huomioon ja kohteessa tulee käyttää vähäpäästöisiä materiaaleja vaadituilta osin (L. Heikari, henkilökohtainen tiedonanto, 14.7.2022). Rakennusmateriaalin tai -tuotteen vähäpäästöisyys täytyy todistaa esimerkiksi esittämällä tuotteesta M1-todistus tai muu vastaava vähäpäästöisyyden osoittava todistus, josta selviää materiaalin tai tuotteen VOC-pitoisuus, eli haihtuvat orgaaniset yhdisteet. Käy-

tännössä kaikista materiaaleista pois lukien kivi, keramiikka, metallit, lasi, betoni, tiilet tai käsittelemätön puu tulee löytyä päästöpitöisuuden osoittava todistus. Materiaalien VOC-pitöisyyksien tulee alittua vaadituilta osin.

Työmaalla käytettävistä haitallisista aineista täytyy antaa selvitys (L. Heikari, henkilökohtainen tiedonanto, 14.7.2022). Kemikaaliluettelossa kerrotaan aineen kaupp nimi, mahdolliset varoitukset, vaaraa osoittavat lausekkeet, turvallisuustoimenpiteitä osoittavat lausekkeet, käyttöturvallisuustiedote, kemikaalin käyttötarkoitus, käyttö- sekä säilytyspaikka ja käyttävä urakoitsija.

Työkoneista tulevia pakokaasuja täytyy rajoittaa työmaan sisällä, kun vaippa on ummessa. Hyvä vaihtoehto on käyttää sähkötoimisia koneita tai käyttää polttomoottorisissa koneissa pakokaasun poistoon tarkoitettua pakokaasuimuria, joka siirtää pakokaasut letkua pitkin ulos rakennuksesta.

Tupakointi kielletään rakennuksen sisällä ja 8 metrin säteellä sisäänkäynneistä. Tupakointipaikka on hyvä osoittaa kyltein ja järjestää paikalle palamaton tumpienkeräysastia.

Rakennusmateriaalien työnaikainen suojaus kosteudelta ja lialta tulee suunnitella varastoinnin ja asennuksen aikana. Materiaalit pitää olla irti maasta ja peitellä suojapeitteillä tai rakentaa erillinen katos tai suojateltta varastointia varten. Asennettujen materiaalien suojausta säätä vastaan täytyy jatkaa, kunnes lopullinen suojaava rakenne on valmis. Erityisesti eristysvillojen ja muiden kosteudelle alttiiden materiaalien suojaukseen tulee kiinnittää huomiota.

4.3.3 Pölyn kulkeutumisen estäminen ja siihen suunnitellut toimenpiteet

Työmaa on hyvä osastoida pienempiin lohkoihin pölyn kulkeutumisen estämiseksi rakentamalla suojaseiniä ja suljettavia ovia. Puhtauden- ja pölynhallinta on nykypäivänä suuressa roolissa rakennustyömailla. Pienillä toimenpiteillä saadaan terveellisempi työskentely-ympäristö rakentajille ja puhtaampi rakennus loppukäyttäjälle.

Kohteessa noudatetaan P1-luokitusta, joka on puhtaudenhallintaluokitus. Pölyävissä työvaiheissa tulee aina käyttää imuria ja imuriliitännällä varustettuja koneita. Mikäli tämä ei ole mahdollista, tulee työpiste osastoida muusta alueesta ja alipaineistaa. Tällä tavoin estetään pölyn leviäminen muihin tiloihin.

Ilmanvaihtotöissä asennusalue osastoidaan muista tiloista suojaseinin ja siivotaan pölyttömäksi. Asennusalueella ei saa suorittaa pölyäviä töitä samaan aikaan.

4.3.4 Siivous

Suunnitelmassa tulee esittää työmaan siivouskäytännöt. Työmaasiivouksen täytyy olla säännöllistä ja huolellista. Ylimääräistä tavaraa ei saa turhaan säilyttää rakennuksen sisätiloissa, koska se hankaloittaa siivoustyötä. Työmaalla tulee käyttää HEPA-suodattimilla varustettuja imureita. Pöly imuroidaan ja pölypussit joko tyhjennetään pihalla astioihin tai viedään suoraan jäteastiaan.

Työmaan yleisjärjestys vaikuttaa koko työmaan yleisilmeeseen. Hyvässä järjestyksessä pidettyä työmaata on helppo siivota ja työskentely on myös turvallisempaa.

4.3.5 Sisäilmatekijöiden huomioiminen aikataulussa

Pintamateriaalien asennus voidaan aloittaa vasta kun materiaalin asettamat alustan kosteusvaatimukset on saavutettu. Nykypäivänä rakennusalalla tätä seurataankin hyvin tarkasti alalla esiin tulleiden kosteudesta johtuvien ongelmien välttämiseksi.

Betonialustan riittävää kuivumista ja pinnoitteiden asennuksen aloitusta arvioidaan laskennallisesti ja mittaamalla. Työmaalla tehdään kosteusmittaus suunnitelma, jossa arvioidaan eri aikaan valettujen seinien ja lattioiden pinnoitusten alkamisajankohtaa. Lisäksi suunnitelmasta selviää käytettävät kosteusmittausmenetelmät. Nykypäivänä rakentamisen aikataulut ovat tiukkoja, joten kuivumista joudutaan nopeuttamaan kosteudenpoistajilla ja tuuletuksella sekä ilman liikkumista lisäävien puhaltimien avulla.

Työmaan luovutusta varten laaditaan erillinen luovutusvaiheen aikataulu. Aikataulussa tulee ottaa huomioon vika- ja puutelistojen teko ja korjaukset, loppusiivous, talotekniikan toimintakokeet, mahdolliset huuhteluilmanvaihdot ja itse vastaanotto. Kaikille työvaiheille tulee suunnitella riittävästä ajasta. Loppusiivouksen ensimmäinen vaihe eli pölyttömäksi siivous täytyy olla suoritettu ennen toimintakokeiden alkamista.

5 HUUHTELUILMANVAIHTO VASTAANOTON JÄLKEEN (yksi piste)

Ennen rakennuksen käyttöönottoa sisäilman laadun varmentaminen voidaan toteuttaa joko tehostetulla ilmanvaihdolla eli huuhteluilmanvaihdolla tai mittaamalla sisäilman laatua (L. Heikari, henkilökohtainen tiedonanto, 14.7.2022).

Ennen huuhteluilmanvaihtoa tilojen loppusiivous pitää olla tehtynä ja kaikki puutelistat korjattuna; käytännössä rakennuksessa ei saa enää suorittaa rakennustöitä (L. Heikari, henkilökohtainen tiedonanto, 14.7.2022). Myös ilmanvaihdon toimintakokeet, säädöt ja mittaukset pitää olla hyväksytysti suoritettuna. Tilat pitää olla käytännössä käyttökunnossa ja kalustettuna. Jos ilmanvaihtokoneita on käytetty rakentamisen aikana, täytyy niihin vaihtaa uudet suodattimet ennen huuhteluilmanvaihdon aloittamista.

Huuhteluilmanvaihdon toteutukselle on asetettu tietyjä vaatimuksia (L. Heikari, henkilökohtainen tiedonanto, 14.7.2022). Toteutuksen aikana rakennuksen sisäilman lämpötila pitää olla 15–27 °C ja ilman suhteellinen kosteus pitää olla alle 60 %. Ilmanvaihtoa pidetään päällä, kunnes ilmaa on vaihdettu yhteensä 4300 m³/m². Tuloilmana tulee käyttää puhdasta ulkoilmaa. Ennen rakennuksen käyttöönottoa ilmaa tulee vaihtaa vähintään 1100 m³/m². Huuhtelun ollessa kesken käyttöönoton aikana tulee raitisilman määrä olla vähintään 1,5 l/s/m² ja huuhteluilmanvaihto tulee aloittaa päivittäin vähintään 3 h ennen rakennuksen päivittäisen käytön alkua. Huuhteluilmanvaihdon jälkeen ilmanvaihtokoneisiin asennetaan uudet vähintään EU7-tason suodattimet, pois lukien ainoastaan ulkoilmaa käsittelevät yksiköt.

Huuhteluilmanvaihdon toteutus tarkoittaa käytännössä sitä, että ilmanvaihtoa pidetään täydellä teholla noin 6 päivää ennen tilojen käyttöönottoa ja noin kolme viikkoa käyttöönoton jälkeen. Ajoissa on käytetty ilmamääräperusteena 2 dm³/s/m² (L. Heikari, henkilökohtainen tiedonanto, 14.7.2022).

L. Heikarin (henkilökohtainen tiedonanto, 14.7.2022) mukaan huuhteluilmanvaihdosta tehdään kirjallinen selvitys ennen luovutusta. Selvityksessä tuodaan esille:

- päivämäärät, jolloin huuhtelukäyttö on ollut päällä
- Ilmoitetaan toteutuneet huuhtelun ilmamäärät (l/s/m²) sekä sisälämpötila ja ilmankosteus huuhtelun aikana.

- Lasketaan vaihdettu kokonaisilmamäärä ennen käyttöönottoa.
- Ilmoitetaan käyttöönoton jälkeen vaihdetut ilmamäärät ja virtaamat (l/s/m²).
- Ilmoitetaan ilmanvaihdon käyttöajat käyttöönoton jälkeen.

6 HANKINNAT

Hankintaosiossa käydään läpi kohteen hankintoihin liittyvät vaatimukset (L. Heikari, henkilökohtainen tiedonanto, 14.7.2022). Tarjouspyyntöasiakirjoihin tulee sisällyttää rakennusmateriaalien ja -tuotteiden turvallisuutta ja ekologisuutta koskevat vaatimukset. Tavarantoimittajilta ja urakoitsijoilta pyydetään käytetyistä materiaaleista ja tuotteista dokumentit, joista selviää tuotteiden ominaisuudet, vähäpäästöisyys ja ympäristöselosteet. Pääurakoitsija tekee yhteenvedon käytetyistä materiaaleista ja dokumenteista ennen luovutusta.

6.1 Vähäpäästöiset materiaalit (kolme pistettä)

Kohteessa tavoitellaan vähäpäästöisten materiaalien valinnalla kolmea pistettä (L. Heikari, henkilökohtainen tiedonanto, 14.7.2022). Tämä edellyttää neljän eri kategorian valitsemista seuraavista: maalit ja pinnoitteet, liimat ja tiivisteet, lattiamateriaalit, seinämateriaalit, sisäkattomateriaalit, eristeet sekä vaneri- ja lastulevytuotteet.

Vaatimukset koskevat sisämateriaaleja (L. Heikari, henkilökohtainen tiedonanto, 14.7.2022). Sisämateriaaleiksi lasketaan kaikki vettä tai höyryä eristävän kerroksen sisäpuoliset materiaalit. Vain työmaalla käytettävät materiaalit ja tuotteet kuuluvat tarkasteluun. Tehdasmaalattut tuotteet kuten ovet, ikkunat ja pellitykset eivät sisälly tarkasteluun.

Käytetyistä tuotteista kerätään tuotteen nimi ja valmistaja, tuotteen käyttötarkoitus sekä todistukset ja sertifikaatit, joista tulee selvittää tuotteen vähäpäästöisyys ja VOC-pitoisuus gramma/litra (L. Heikari, henkilökohtainen tiedonanto, 14.7.2022). Hyväksytyjä sertifikaatteja ja todistuksia ovat esimerkiksi M1, Green Label Plus, Floor Score, GUT, EMICODE ja EC1plus.

Kohteen vähäpäästöisiksi materiaaleiksi valittiin kerättäväksi seuraavat kategoriat (L. Heikari, henkilökohtainen tiedonanto, 14.7.2022).

– **Maalit ja pinnoitteet**

- Näihin kuuluvat kaikki märkänä työmaalla vettä eristävän kerroksen sisäpuolella käytetyt maalit ja pinnoitteet. Tuotteista ilmoitetaan työmaalla käytetty määrä litroina. Maaleissa ja pinnoitteissa on asetettu raja-arvot VOC-pitoisuuksille, jotka löytyvät liitteestä 1.
- Näissä emissiokriteerien tulee täytyä vähintään 75 %:lla käytetyistä tuotteista mitattuna litroina.

– **Lattiamateriaalit**

- Näihin kuuluvat kaikki kovat ja pehmeät lattiamateriaalit, listat ja alustamateriaalit, (ei lattioiden pohjarakenteita). Tuotteista ilmoitetaan käytetyt määrät pinta-aloina.
- Näissä emissiokriteerien tulee täytyä vähintään 90 %:lla käytetyistä pinta-aloista.

– **Sisäkattomateriaalit**

- Näihin kuuluvat kattopaneelit, kattolevyt, katon pintarakenteet kuten kipsilevyt, alakattojärjestelmät ja kattoikkunat. Tuotteista ilmoitetaan käytetyt määrät pinta-aloina.
- Näissä emissiokriteerien tulee täytyä vähintään 90 %:lla käytetyistä pinta-aloista.

– **Eristemateriaalit**

- Näihin kuuluvat kaikki vettä eristävän kerroksen sisäpuoliset lämmöneristeet, akustiset eristeet, sisäseinien eristeet ja paloeristeet (LVI-eristystä ei huomioida). Tuotteista ilmoitetaan käytetyt määrät pinta-aloina.

- Näissä emissiokriteerien tulee täytyä vähintään 75 %:lla käytetyistä pinta-aloista.

6.2 Rakennusmateriaalien ympäristöselosteet EPD (yksi piste)

Ympäristöseloste EPD tulee sanoista Environmental Product Declaration (Rakennustietosäätiö, i.a.). EPD on kolmannen osapuolen todentama tuotteen ympäristövaikutukset esittävä dokumentti. Ympäristövaikutukset on koottu tuotteen raaka-ainehankinnasta loppusijoitukseen saakka.

Pääurakoitsijan tulee pyytää materiaalien toimittajilta tuotteiden EPD-kortit (L. Heikari, henkilökohtainen tiedonanto, 14.7.2022). Työmaalla käytetyistä tuotteista tulee kerätä EPD-kortteja vähintään kahdestakymmenestä eri tuotteesta viideltä eri valmistajalta. Hankkeen lopussa tulee toimittaa tuotelistaus ja kerätyt EPD-kortit.

6.3 Rakennusmateriaalien tuoteselosteet (yksi piste)

Työmaalla käytetyistä kemikaaleista tulee esittää viidestä eri tuotteesta tuotteen sisällön kerovat dokumentit, joista löytyy kemiallinen sisältöinventaarioruokki 0,01 % tarkkuudella (L. Heikari, henkilökohtainen tiedonanto, 14.7.2022). Vaadittavat tiedot löytyvät yleensä tuotteen käyttöturvallisuustiedotteesta tai terveyttä koskevasta tuoteselosteesta (HPD, Health Product Declaration).

Esitetyt tuotteet eivät saa sisältää yhtään ainesosaa EY No 1907/2006 (REACH) asetuksesta löytyvistä liitteistä XIV: Luvanvaraisten aineiden luettelo ja XVII: Tiettyjen vaarallisten aineiden, seosten ja esineiden valmistuksen, markkinoille saattamisen ja käytön rajoitukset sekä SVHC kandidaattilistassa esitetyistä erityistä huolta aiheuttavista aineista (L. Heikari, henkilökohtainen tiedonanto, 14.7.2022).

6.4 Veden käytön vähentäminen (pakollinen ja 1–4 lisäpistettä)

Tämä osa-alue on pääosin LVI-suunnittelijan vastuulla (L. Heikari, henkilökohtainen tiedonanto, 14.7.2022). Kohteeseen tulee suunnitella LEED-perustason nähden 20 % säästöä vedenkulutukseen käyttämällä pienen virtaaman vesikalusteita. Tämä osa-alue on pakollinen,

ja sen vaatimukset tulee täyttyä, että rakennukselle voi hakea LEED-sertifikaattia. Kaikista kohteessa käytetyistä vesikalusteista tulee esittää tuotekortit, joista selviää veden virtaamat.

Kohteessa voidaan ansaita 1–4 lisäpistettä parantamalla vedensäästöä 25–40 % verrattuna perustasoon (L. Heikari, henkilökohtainen tiedonanto, 14.7.2022). Kohteen LEED-konsultti tekee laskelmat arvioitujen käyttäjämäärien mukaan. Alla esitetyssä taulukossa on esitetty 4 lisäpisteen vaatimat vesikalusteiden maksimivirtaamat tarkastelupaineessa.

Taulukko 2. Vesikalusteiden virtaamat (L. Heikari, henkilökohtainen tiedonanto, 14.7.2022)

Vesikaluste	Maksimivirtaama (4p)
WC-istuimet	4,0/2,5 l/veto
Urinaalit (Mikäli tulee)	Vedetön
Käsienpesuallashanat	1,7 l/min, 415 kPa
Suihkut	7,2 l/min, 550 kPa
Keittiöhanat (vain kerroskeittiöt)	4,2 l/min, 415 kPa
Keittiön esipesusuihku	4,9 l/min (pakollinen vaatimus)

Vettä käyttävien koneiden ja laitteiden, kuten pyykinpesukoneet, astianpesukoneet ja jääpalakoneet, tulee olla Energy Star sertifioituja (L. Heikari, henkilökohtainen tiedonanto, 14.7.2022). Mikäli kohteeseen tulee suuria pyykinpesukoneita, jäähdytystornia tai haihdutusjäähdytystä käyttäviä kylmäkoneita täytyy niiden vaatimukset selvittää erikseen.

6.5 Otsonivaarallisten kylmäaineiden hallinta (pakollinen ja yksi lisäpiste)

Otsonivaarallisten kylmäaineiden hallinta kuuluu myös pääosin LVI-suunnittelijan vastuulle. Kohteessa käytettävissä järjestelmissä ei saa käyttää CFC-pohjaisia yhdisteitä (L. Heikari, henkilökohtainen tiedonanto, 14.7.2022). Nämä yhdisteet ovat klooripitoisia ja aiheuttavat otsonikatoa (Kylmäaine, i.a.). Näiden käyttö on kielletty Montrealin pöytäkirjassa 1987 alkaen eikä niitä nykyisin uusissa laitteissa enää käytetä.

Nykyisin käytössä olevat kylmäaineet R-404A, R-407C, R410A ja R507A täyttävät vaatimukset, mutta ne täytyy varmistaa laskennassa. (L. Heikari, henkilökohtainen tiedonanto, 14.7.2022). Tarkastelun kohteeksi kuuluvia kylmlaitteita ovat vedenjäähdytyskoneet, lämpö-

pumput, puhallinkonvektorit, kylmähuoneet, jääkaapit ja pakastimet sekä jääpalakoneet. Käytetyistä tuotteista tehdään luettelo, josta selviää tuotteiden merkki ja malli, tyyppi, jäähdytysteho sekä käytettävä kylmäaine ja määrä.

7 LEED-YMPÄRISTÖSERTIFOINNIN KUSTANNUKSET PÄÄURAKOITSIJALLE

Vihreän suunnan ja ympäristötekijöiden huomioiminen sekä kestävä kehitys rakentamisessa on alkanut yleistyä. Lisäksi vähäpäästöisten sekä ympäristölle ja terveydelle turvallisten materiaalien käyttö rakentamisessa alkaa olla myös yleistä.

LEED-sertifiointi maksaa hakijalle kohteen koosta riippuen 5000–25 000 euroa (RakentajaPRO, 2022). Lisäksi hakijan maksettavaksi tulee LEED-konsultin kulut, jotka vaihtelevat 30 000 ja 50 000 euron välillä. Saavutettu LEED-sertifikaatti on rakennukselle ikuinen eikä sitä tarvitse päivittää.

Pääurakoitsijalle LEED-sertifioinnista aiheutuvat kustannukset koostuvat pääosin siitä ajasta, jonka tämä on käyttänyt työmaan johtamiseen LEED-sertifiointin vaatimusten mukaisesti, sekä materiaalin keräämisestä ja dokumentoinnista.

Pääurakoitsijan tulee vaatia urakoitsijoita käyttämään M1-luokiteltuja tai muuten vähäpäästöisiksi osoitettuja tuotteita ja materiaaleja. Tämä tulee tuoda esille jo tarjouspyyntövaiheessa. Lähes kaikki yleisesti käytössä olevat maalit ja muut pinnoitteet ovat M1-luokiteltuja, joten tästä ei lisäkustannuksia pitäisi aiheutua.

Pääurakoitsijalle jää käytettävien tuotteiden vähäpäästöisyyden varmistaminen, vaadittujen dokumenttien kerääminen sekä yhteenvetolistauksien tekeminen. Tätä on hyvä tehdä työmaan edetessä koko ajan ja järjestelmällisesti. Edellä mainittujen tehtävien suorittamiseen kuluvaan aikaan vaikuttaa kohteen koko ja sertifiointin tavoiteltu luokka. Tässä opinnäytetyössä tarkastellun kohteen osalta kustannuksia on vielä toistaiseksi mahdoton arvioida. Pääosin sertifiointiin liittyvät tehtävät on pystytty tekemään oman työn ohessa ja hyvällä yhteistyöllä työmaaorganisaation kanssa.

Peab Oy:n käyttämä työmaiden toimintasuunnitelma sisältää LEED-sertifiointin vaatimat toimenpiteet, käytännöt ja suunnitelmat. Työmaalla tehtävät ympäristön, jätteen ja pölynhallinnan suunnitelmat sekä laadunvarmistuksen vaadittavat toimenpiteet tehdään kaikilla Peabin työmailla, eikä siitä näin ollen aiheudu ylimääräisiä kustannuksia.

8 POHDINNAT YMPÄRISTÖSERTIFOINNISTA

Vihreä rakentaminen ja ympäristön huomioiminen on oikea suunta rakennusalalla. Luonnon suojeleu järkevissä määrin on aiheellista, vaikka ihminen ei teoillaan kaikkeen pystykään vaikuttamaan.

Käyttämällä vähäpäästöisiä ja turvallisia materiaaleja ja tuotteita voidaan vaikuttaa rakentajien ja loppukäyttäjien terveellisempään työskentely-ympäristöön ja samalla myös suojellaan luontoa sekä vähennetään hiilidioksidipäästöjä.

Osa LEED-sertifioinnin tavoitteista keskittyy suurempiin kaupunkeihin, eikä niitä ole mahdollista toteuttaa järkevästi Suomen pienissä kaupungeissa. LEEDin perusajatus on kuitenkin hyvä ja sen avulla saadaan varmasti parannettua ympäristönsuojelua.

Ympäristösertifiointi on uusi aihe Peab Oy:ssä ainakin Pohjanmaan alueella. Tästä huolimatta Peab Oy:n toiminnassa kunnioitetaan vihreitä arvoja ja otetaan kestävä kehitys huomioon kaikilla toimialoilla. Peab Oy:n tavoitteena onkin luopua ympäristölle ja terveydelle haitallisista aineista vuoteen 2030 mennessä, tehdä liiketoiminnasta 100 % energiatehokasta vuoteen 2040 mennessä ja olla hiilineutraaleja vuoteen 2045 mennessä (Peab, i.a.).

LÄHTEET

Ahola, R. (6.11.2020). Näin löydät sopivimman ympäristösertifikaatin. *Bonnier Business Forum*. <https://kiinteistouutiset.fi/nain-loydat-sopivimman-ymparistosertifikaatin/>

BRE Group. (i.a.). *Our history*. <https://bregroup.com/about-us/our-history/>

Ekokompassi. (i.a.). *Ekokompassi-ympäristösertifikaatti*. <https://ekokompassi.fi/sertifikaatti/>

Epec. (i.a.). *Company*. <https://epec.fi/company/>

Green Building Council Finland. (i.a.). *Ympäristöluokitukset*. <https://figbc.fi/ymparistoluokitukset/>

Hengityслиitto (i.a.). *Sisäilman epäpuhtaudet ja hajut*. <https://www.hengityслиitto.fi/kodin-sisailma-ja-kunnossapito/sisailman-laatu/sisailman-epapuhtaudet-ja-hajut/>

Kylmäaine. (i.a.). *Tietoa kylmäaineista, talteenotosta, kylmäaineiden regeneroinnista ja kierrätyksestä*. <https://www.kylmaaine.fi/>

Peab. (i.a.). *Transition in progress. Annual and sustainability report 2021*. <https://peab.fi/siteassets/vastuullisuus/peab-annual-and-sustainability-report-2021.pdf>

Rakennustietosäätiö. (i.a.). *RTS EPD -ympäristöseloste*. [https://cer.rts.fi/epd-ymparistose-loste/](https://cer.rts.fi/epd-ymparistoseloste/)

RakentajaPRO. (15.11.2022). *Mitkä ovat rakentamisen sertifikaatit rakennushankkeille*. <https://rakentaja.pro/artikkelit/mitk%C3%A4-ovat-rakentamisen-sertifikaatit-rakennushankkeille/>

Raksystems. (i.a.). *Ympäristösertifioinnit rakennushankkeisiin*. [https://raksystems.fi/kun-
nat-ja-kiinteistokehittajat/ymparistosertifioinnit-rakennushankkeisiin/](https://raksystems.fi/kun-
nat-ja-kiinteistokehittajat/ymparistosertifioinnit-rakennushankkeisiin/)

U.S. Green Building Council. (i.a.). *Leed rating system*. <https://www.usgbc.org/leed>

LIITTEET

Liite 1. VOC-pitoisuuksien raja-arvot: Maalit ja pinnoitteet

Liite 1. VOC-pitoisuuksien raja-arvot: Maalit ja pinnoitteet

European Decopaint Directive (2004/42/EC)	VOC pitoisuus [g/litra]	
	Vesi- ohenteiset	Liutini- ohenteiset
Sisäseinien ja -kattojen himmeät maalit ja pinnoitteet (kiiltoarvo enintään 25 yksikköä 60°:n heijastuskulmalla)	30	30
Sisäseinien ja -kattojen kiiltävät maalit ja pinnoitteet (kiiltoarvo yli 25 yksikköä 60°:n heijastuskulmalla)	100	100
Mineraalialustaisten julkisivujen maalit ja pinnoitteet	40	430
Sisä- ja ulkoverusteiden ja ulkoverhousien maalit puu- ja metallipinnoille	130	300
Sisä- ja ulkolakat ja kuultavat pintakäsittelyaineet, peittävät puunsuojat mukaan luettuina	130	400
Erittäin ohutkalvoiset puunsuojat	130	700
Pohjamaalit	30	350
Pohjustusaineet	30	750
Yksikomponenttiset erikoispinnoitteet	140	500
Kaksikomponenttiset reaktiiviset erikoispinnoitteet erityisiin käyttötarkoituksiin kuten lattiapinnoille	140	500
Moniväripinnoitteet	100	100
Koristemaalit	200	200

SCAQMD Rule 1113	VOC pitoisuus [g/litra]
Korroosion- ja ruosteenestomaalit	100
Vedeneristeet ja primerit	100
Vedeneristeet ja ja rasiusta kestävä pinnoitteet betoni ja tiilipinnoille	100