



Sonja Kokkila

Ympäristöluokitusjärjestelmien kriteerit LVI-suunnittelijan työssä

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Talotekniikka

Insinöörityö

19.3.2024

Tiivistelmä

Tekijä:	Sonja Kokkila
Otsikko:	Ympäristöluokitusjärjestelmien kriteerit LVI-suunnittelijan työssä
Sivumäärä:	48 sivua + 2 liitettä
Aika:	19.3.2024
Tutkinto:	Insinööri (AMK)
Tutkinto-ohjelma:	Talotekniikka
Ammatillinen pääaine:	LVI-tekniikka
Ohjaajat:	Lehtori Aamos Lemström Ryhmäpäällikkö Kauri Salminen

Rakennusten ympäristöluokitusjärjestelmät ohjaavat energiatehokkaaseen ja ympäristön kannalta kestäväan rakentamiseen. Tulevaisuudessa ympäristösertifikaatit ja EU-taksonomia tulevat olemaan nykyistäkin tärkeämpiä kriteereitä myös rahoituksen saamisen kannalta, joten ne vaikuttavat ennen kaikkea kiinteistöjen markkina-arvoon. Kansainväliset kriteeristöt helpottavat kiinteistöjen ympäristöystävällisyyden ja markkinakelpoisuuden vertailua globaalisti.

Opinnäytetyössä tutkittiin teemahaastattelujen avulla LVI-asiantuntijoiden näkemyksiä ja kokemuksia sertifikaattihankkeista. Työn tavoitteena oli tuoda esille kehitys- ja parannusehdotuksia, jotka toisivat kriteeristöjen vaatimuksia helpommin suunnittelijoiden tietoon ja käyttöön, tehostaisivat ja selkeyttäisivät kohteiden suunnitteluun liittyvää sertifioinnin aiheuttamaa työtä ja todistusaineiston laatimista. Haastatteluista poimittiin asiantuntijoiden huomioita ja koottiin vinkkejä sertifikaattihankkeen suunnitteluun ryhtyville LVI-suunnittelijoille. Haastatteluista nousi esiin, että suunnittelun lisäksi työtä aiheuttaa myös kriteeristöjen vaatimien ratkaisujen dokumentointi sertifikaatin myöntävälle taholle.

Lopputuloksissa esitettiin haastateltavien esiin nostamia kehitysehdotuksia yrityksen sisäisen tiedonsaannin ja työn sujuvoittamisen edistämiseksi. Suunnitteluratkaisujen osalta keskityttiin niihin vaatimuksiin, jotka poikkeavat tavanomaisista ratkaisuista. Merkittävimmin kriteeristöt vaikuttavat vesikalusteiden valintaan. Nykyään energiatehokkuus ja muuntojoustavuus ovat luonnollinen osa LVI-suunnittelua, joten melko tavanomaisin suunnitteluratkaisuin päästään jo hyvälle tasolle myös sertifiointikohteen suunnittelussa.

Avainsanat: LVI-suunnittelu, leed, breeam, rakennustiedon ympäristöluokitus, ympäristöluokitusjärjestelmä, ympäristösertifikaatti

Tämän opinnäytetyön alkuperä on tarkastettu Turnitin Originality Check -ohjelmalla.

Abstract

Author: Sonja Kokkila
Title: Criteria of Environmental Certification Systems in HVAC Design
Number of Pages: 48 pages + 2 appendices
Date: 19 March 2024

Degree: Bachelor of Engineering
Degree Programme: Building Services Engineering
Professional Major: HVAC Engineering
Supervisors: Aamos Lemström, Senior Lecturer
Kauri Salminen, Group Manager

This final year project aimed at establishing HVAC designers' views and experiences in projects aiming to fulfil the requirements of environmental certificates or classifications that are often important for future financing of projects. Furthermore, a goal of the thesis was to show how far certified projects can succeed with conventional design solutions.

The project was conducted through thematic interviews with HVAC experts. The tips and observations provided by the interviewees for HVAC designers were presented in the thesis. One of the observations from the interviews was that extra work is also caused by the documentation of solutions required by the criteria.

The results of the thesis include suggestions on how to improve internal information and simplify processes. As water flow rates are heavily restricted depending on the chosen certificate, selection of water fixtures is one of the most important criteria. Nowadays, energy efficiency is a natural part of HVAC design, and a good certificate level can be achieved with fairly conventional design solutions.

Keywords: HVAC design, leed, breem, RTS, environmental certification, environmental classification

Sisällys

Lyhenteet

1	Johdanto	1
2	Rakentamisen ympäristöluokitusjärjestelmät ja EU-taksonomia	3
2.1	LEED	4
2.1.1	Luokitustasot	5
2.1.2	Hankevaiheen sertifiointit	6
2.1.3	Olemassa olevien kiinteistöjen sertifiointit	8
2.2	BREEAM	9
2.2.1	Luokitustasot	11
2.2.2	Hankevaiheen sertifiointit	11
2.2.3	Olemassa olevien kiinteistöjen sertifiointit	12
2.3	Rakennustiedon ympäristöluokitus	12
2.3.1	Hanke2022-kriteeristö	13
2.3.2	Käyttö2023-kriteeristö	16
2.4	Yhteenvedo ympäristösertifiointijärjestelmistä	18
2.5	EU-taksonomia	19
3	Tutkimuksen toteuttaminen	21
4	Ympäristöluokitusjärjestelmien kriteerit LVI-suunnittelussa	23
4.1	Tietojen saatavuus	23
4.2	Lähtötiedot	24
4.3	Todistusaineisto	25
4.4	Muuntojoustavuus	26
4.5	Energian- ja vedenkäytön mittaus	27
4.6	Veden käyttö	28
4.6.1	Vesikalusteiden virtaamarajoitukset	29
4.6.2	Lämpimän veden kierto ja lämmönsiirtimen mitoitus	33
4.6.3	Kastelujärjestelmät	35
4.7	Viemäröinti	35
4.7.1	Jätevesiviemäröinti	35
4.7.2	Sade- ja hulevesiviemäröinti	36
4.8	Ilmanvaihto	37

4.9	Lämmitys ja jäähdytys	38
5	Johtopäätökset ja kehitysehdotukset	40
5.1	Johtopäätökset	40
5.2	Kehitysehdotukset	41
6	Yhteenveto	43
	Lähteet	45
	Liitteet	
	Liite 1: LEEDv4 pisteytystaulukko	
	Liite 2: Vesikalusteiden virtaamavaatimukset luokitusjärjestelmittäin	

Lyhenteet

- AP: *Accredited Professional*. BREEAM-koulutuksen suorittanut henkilö, joka on pätevä antamaan asiantuntemusta ja neuvoja BREEAM-sertifioinnin saavuttamiseksi.
- ASHRAE: *American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers*. Amerikkalainen vuonna 1895 perustettu yhdistys, joka pyrkii kehittämään lämmitys-, ilmanvaihto-, ilmastointi- ja jäähdytysjärjestelmien suunnittelua ja rakentamista.
- BD+C: *Building Design and Construction*. LEED-luokitus uusille rakennuksille ja peruskorjaushankkeille.
- BRE: *Building Research Establishment*. Rakennusalan asiantuntijaorganisaatio, joka myöntää BREEAM-sertifioinnin.
- BREEAM: *Building Research Establishment's Environmental Assessment Method*. Vuonna 1990 Iso-Britanniassa kehitetty BRE Globalin myöntämä kaupallinen ympäristöluokitusjärjestelmä.
- BIU: *BREEAM In-Use*. BREEAM-luokitus olemassa oleville kiinteistöille.
- CFC: *Chlorine-fluorine-carbon, suom. kloorifluorihilivety*. CFC-yhdisteitä eli freoneita käytettiin aiemmin muun muassa ponnekaasuina, kylmäaineina, vaahtomuoveissa, sammutusaineena, liuottimina ja tuholaisten torjunnassa. Nykyään käyttöä on rajoitettu kansainvälisin sopimuksin.
- DN: *Diamètre nominal*. Nimellishalkaisija. Viittaa putken sisähalkaisijan kokoon (mm).
- GBCI: *Green Building Certification Inc*. USGBC:n alainen yhtiö, joka tarkastaa ja myöntää LEED-sertifiointihakemuksen.

- GWP: *Global Warming Potential*. Lämmityspotentiaalinen yksikkö, joka mittaa kaasun aiheuttamaa lämmitysvaikutusta hiilidioksidiin verrattuna massayksikköä kohti 20 tai 100 vuoden aikana.
- INC: *International New Construction*. Uudisrakennukselle sovellettava BREEAM-luokitus, joka kattaa lähes kaikki rakennustyypit asuntorakentaminen mukaan lukien.
- KIRA: *Kiinteistö- ja rakentaminen*.
- LEED: *Leadership in Energy and Environmental Design*. Yhdysvaltalainen U.S. Green Building Councilin myöntämä sertifiointijärjestelmä.
- O+M: *Operations and Maintenance*. LEED-luokitus olemassa oleville rakennuksille.
- PT 20: Rakennustietosäätiö RTS:n *päätoimikunta*.
- RAU: *Rakennusautomaatio*.
- RTS: *Rakennustietosäätiö*. Suomalainen rakennusalan täyden palvelun tieto- ja mediatalo, joka myöntää Rakennustiedon ympäristöluokituksen.
- USGBC: *U.S. Green Building Council*. Yhdysvaltalainen voittoa tavoittelematon organisaatio, jolle toimitetaan LEED-hankkeen dokumentointiin vaadittavat asiakirjat.
- RFO: *Refurbishment and Fit-out*. BREEAM-luokitus eri laajuisille peruskorjaushankkeille, tilamuutoksista täydelliseen peruskorjaukseen osakorjaukset huomioiden.

1 Johdanto

Rakennushankkeen ympäristöluokitus- eli ympäristösertifiointijärjestelmä on ajankohtainen suuntaus, joka pakottaa suunnittelijoita ottamaan huomioon ympäristöystävälliset ja energiatehokkaat ratkaisut LVI-suunnittelussa. Sertifiointiprosessilla varmistetaan, että rakennus suunnitellaan ja rakennetaan asianmukaisesti ja että se toimii tarkoituksenmukaisesti. Saavutettu sertifiointi nostaa kiinteistön arvoa ja auttaa vertailemaan kiinteistöjä keskenään myös kansainvälisesti. [1.]

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena on tutkia sertifikaattihankkeiden vaatimusten vaikutusta nimenomaan LVI-suunnittelijan työhön. Tavoitteena on tuoda työn tilaajalle jatkokehitystä varten esille kehitys- ja parannusehdotuksia, jotka toisivat kriteeristöjen vaatimuksia helpommin suunnittelijoiden tietoon ja käyttöön, tehostaisivat ja selkeyttäisivät kohteiden suunnitteluun liittyvää sertifioinnin aiheuttamaa työtä ja todistusaineiston laatimista sekä sujuvoittaisivat suunnittelijan ja konsultin välistä yhteistyötä. Lisäksi työssä kiinnitetään huomiota asioihin, joista varsinkin ympäristöluokitushankkeissa ensimmäistä kertaa mukana oleva LVI-suunnittelija voi saada hyödyllistä tietoa ja vinkkejä suunnittelun tueksi. Käytännössä tämä tarkoittaa sellaisia suunnitteluratkaisuja, jotka mahdollisesti poikkeavat tavanomaisesta LVI-suunnittelusta tai jotka ainakin on hyvä ottaa huomioon sertifikaattikohteita suunnitellessa.

Prosessin nykytilan ja kehitysehdotusten kartoittaminen perustuu insinööriyön kirjoittajan omaan kokemukseen aloittelevana LVI-suunnittelijana sekä erilaisissa ympäristöluokitusprojekteissa mukana olevien Granlund Oy:n LVI- ja ympäristöasiantuntijoiden haastatteluihin. Haastatteluiden avulla pyritään saamaan tietoa LVI-asiantuntijoiden kokemuksista ja havainnoista sekä myös mielipiteistä ja kehitysehdotuksista aiheeseen liittyen. Haastattelut toteutetaan teemahaastatteluna, jossa keskustelu on hyvin vapaata ja avointa aihealueen sisällä.

Tässä työssä keskitytään BREEAMin, LEEDin ja Rakennustiedon ympäristöluokituksen vaatimuksiin, ja myös EU-taksonomiaa sivutaan. Työ pyritään

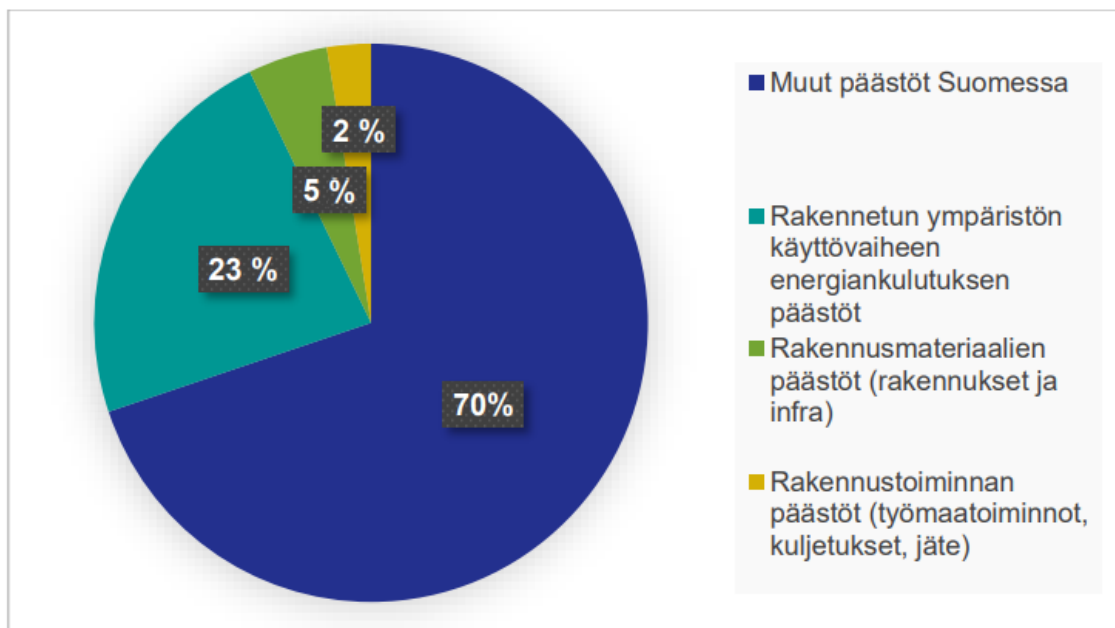
rajaamaan mahdollisimman tiukasti niin, että LVI-suunnittelijan näkökulma säilyy johtavana teemana.

Insinööriyön tilaajana on Granlund Oy, joka on kiinteistö- ja rakennusalan johtava asiantuntijakonserni Suomessa. Yritys on perustettu vuonna 1960, ja sen toimialoja ovat talotekninen suunnittelu, kiinteistöjohtamisen palvelut ja ohjelmistot, energia-, ympäristö- ja kiinteistöalan konsultointi, rakennuttaminen ja valvonta sekä isännöinti. Yrityksessä työskentelee noin 1400 asiantuntijaa, ja sen liikevaihto vuonna 2023 oli noin 139 m€. [2.]

Suunnitteluratkaisuilla pyritään edistämään sertifikaattihankkeita ja toimimaan kriteerien mukaan: käytännössä lähes aina suunnitteluvaiheen valinnat suunnitellaan jo lähtökohtaisesti niin, että ne läpäisevät luokitusjärjestelmien kriteerit. EU-taksonomia asettaa osin vielä ympäristösertifikaattejakin tiukempia vaatimuksia.

2 Rakentamisen ympäristöluokitusjärjestelmät ja EU-taksonomia

Kiinteistö- ja rakennusalalla on merkittävä vaikutus ympäristötavoitteiden saavuttamisessa. Suomessa rakennukset tuottavat lähes kolmanneksen kasvihuonepäästöistä ja kuluttavat noin 40 prosenttia käytetystä energiasta [3, s. 12]. Kuvassa 1 on esitetty, mistä rakennetun ympäristön hiilijalanjälki muodostuu. Jotta ympäristötavoitteet voidaan saavuttaa, on kohteet suunniteltava kestäviksi. Kiinteistöjen ympäristötehokkuuden mittaamista, todentamista ja vertailtavuuden mahdollistamista varten on perustettu ympäristösertifiointi- eli ympäristöluokitusjärjestelmät. Sertifiointiprosessi varmistaa kestävä kehityksen mukaisen ajattelun läpi koko hankkeen. Ulkopuolinen arviointi varmistaa rakennuksen tarkoituksenmukaisen suunnittelun, rakentamisen ja toimimisen. Sertifioinnit parantavat rakennusten tehokkuutta sekä säästävät kustannuksia ja maapallon rajallisia resursseja. [1.]



Kuva 1. Rakennetun ympäristön elinkaaren hiilijalanjäljen osuus Suomen päästöistä vuonna 2018 [3, s. 10].

Ympäristösertifiointeja haetaan eniten toimisto- ja liikekiinteistöihin, mutta niitä haetaan yhä enemmän myös asuinrakennuksiin. Tyypillisimpiä kohteita ovat

esimerkiksi kauppakeskukset ja logistiikkakeskukset, mutta sertifiointi yleistyy myös julkisessa rakentamisessa, kuten oppilaitosten käyttämissä tiloissa. [4.] Saavutettu ympäristösertifikaatti viestii rakennuksen omistajan ympäristömyönteisyydestä ja kohteen vastuullisuudesta sekä auttaa myös hallitsemaan riskejä kiinteistökaupan yhteydessä [3, s. 3]. Kiinteistömarkkinoilla monet sijoittajat vaativat sertifikaattia, ja rahoitusta on helpompi saada, kun kohde on saavuttanut ympäristösertifikaatin [5].

Seuraavissa luvuissa esitellään lyhyesti tässä insinööriyössä käsiteltävät ympäristösertifiointi- eli ympäristöluokitusjärjestelmät: LEED, BREEAM ja Rakennustiedon ympäristöluokitus sekä EU-taksonomia. Hankkeen tiilaaja päättää ja määrittää haluamansa ympäristöluokituksen sekä tavoiteltavan tason, jolloin LVI-suunnittelija pyrkii löytämään niihin sopivat ratkaisut. Mikään sertifiointijärjestelmän kriteeristö ei kuitenkaan ole rakennushankkeelle pakollinen.

2.1 LEED

LEED on yhdysvaltalainen sertifiointijärjestelmä, jonka myöntää U.S. Green Building Councilin® (USGBC®) alainen GBCI (Green Building Certification Inc). LEED on arvostettu ja kansainvälisesti laajimmalle levinnyt ympäristöluokitus työkalu, joka on hyvin tunnettu ulkomaisten kiinteistösijoittajien keskuudessa ja jolla on sertifiointeja jo noin 174 000 yli 160 maassa. Suomessa LEED-sertifiointeja on tehty noin 550, joista 69 % on hankevaiheen ja 31 % käyttövaiheen sertifiointeja. LEED soveltuu erityisen hyvin toimistotiloihin ja useita rakennuksia sisältäviin isoihin hankkeisiin. [4; 5; 6.] Opinnäytetyön tekohetkellä käytettävissä oleva tuorein päivitys on LEED v4 ja betaversiona v4.1, mutta uudempi LEED v5 -päivitys on tulossa uudishankkeisiin lähiaikoina. Tässä työssä esitellään vain rakennus- ja korjaushankkeita koskevat kriteeristöt LEED BD+C ja O+M.

LEED-luokituksen sisältö ja vaatimukset vaihtelevat valitun luokituksen ja tavoiteltavan luokitustason mukaan hyvinkin projektikohtaisesti. Kuitenkin jokaisessa luokassa ja tasossa on pakollisia kriteerejä, jotka on saavutettava luokituksen saamiseksi. Luettelo LVI-suunnittelua koskevista kriteereistä ja niiden

pakollisuudesta on esitetty liitteessä 1. LEEDissä hankkeen minimikoolle on myös asetettu rajoja, jotka ovat erilaisia eri kriteeristöillä [7, s. 30].

LEED-järjestelmä perustuu amerikkalaiseen ASHRAE-standardiin, ja sen etuna on yhtenäinen kriteeristö ja vertailtavuus kaikkialla maailmassa [4]. LEED edellyttää hankkeen rekisteröimistä heti hankkeen alussa, mitä vastaan saa online-työkalun käyttöoikeuden. LEEDin rekisteröinti- ja sertifiointimaksu on 5 000–25 000 euroa riippuen kohteen pinta-alasta. Suunnittelutyön ja valittujen ratkaisujen lisäksi hakijalle tulevat maksettavaksi ympäristökonsultin kulut, jotka vaihtelevat 30 000–50 000 välillä. [10].

2.1.1 Luokitustasot

LEED-järjestelmässä on neljä eri luokitustasoa: Certified, Silver, Gold ja Platinum (kuva 2). Prosessin alussa tehtävä esiselvitys auttaa hahmottamaan kohteen tavoitteet ja mahdollisen sertifiointitason. Sertifiointi sisältää pakollisia ja valinnaisia kriteerejä, joten kaikkien sertifioitujen kiinteistöjen ei tarvitse olla samanlaisia.



Kuva 2. LEED luokitustasot ja pisterajat [11].

Sertifiointijärjestelmä tarkastelee rakennuksen ympäristölle aiheuttamaa kuormitusta ja keinoja tämän vähentämiseen. Kolmas tärkeä kriteeri on sijainti, minkä vuoksi kaukana julkisen liikenteen yhteyksistä sijaitsevan kiinteistön on haastavaa saavuttaa ylintä luokitustasoa. LVI-suunnittelijan kannalta LEED-sertifiointissa kiinnitetään huomiota erityisesti energiatehokkuuteen ja vedenkulutukseen. [5].

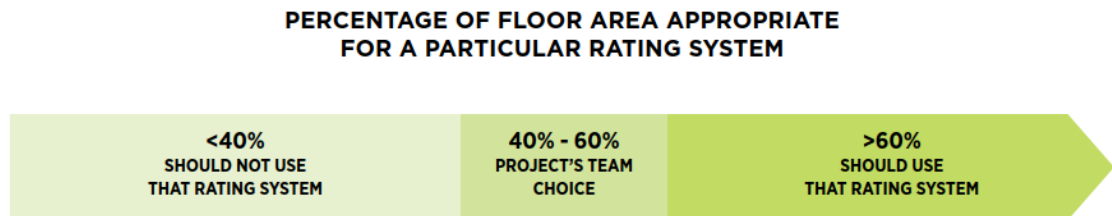
2.1.2 Hankevaiheen sertifiointit

Rakennusvaiheen LEED BD+C -sertifiointi osoittaa rakennuksen ympäristöhokkuuden, ja sen avulla sijoittajat, kiinteistökehittäjät ja tilojen käyttäjän voivat ohjata prosessia ja todentaa, että rakennus täyttää tiukat suunnittelulle ja rakentamiselle asetetut ympäristötavoitteet. LEED BD+C tarjoaa erilaisia vaihtoehtoja moniin erilaisiin uudisrakennus- ja peruskorjaushankkeisiin niiden erityistarpeet huomioiden [7, s. 34]. Taulukossa 1 on listattuna erilaisia kohteita, joissa BD+C-luokitusta voidaan käyttää.

Taulukko 1. LEED v4 BD+C -luokituksen käyttökohteet [7, s.34].

LEED FOR BUILDING DESIGN AND CONSTRUCTION (BD+C)	
Uudet rakennukset tai peruskorjaushankkeet. Vähintään 60 % hankkeen bruttopinta-alasta on oltava valmiina sertifiointiajankohtaan mennessä (pl. LEED BD+C: Core and Shell). Projektiin täytyy sisältyä koko rakennuksen bruttopinta-ala.	
New Construction and Major Renovation	Rakennukset, jossa ei ensisijaisesti toimi K12-koulu, vähittäiskauppa, datakeskus, varasto- ja jakelukeskus, majoituksen tai terveydenhuollon palveluntarjoaja. Yli 4 kerrosta korkeat asuinrakennukset voivat käyttää New Construction tai Multifamily Midrise -kriteeristöä.
Core and Shell Development	Uudet rakennukset tai peruskorjattavat kohteet, joissa uusitaan LVIS-järjestelmiä, mutta ei sisätiloja kokonaisuudessaan.
Schools	K12-koulut. Voidaan valinnaisesti käyttää myös korkea-asteen kouluihin ja ei-akateemisiin rakennuksiin kampusalueella.
Retail	Vähittäiskaupat, niiden showroomit sekä toimintaan liittyvät varastotilat.
Data Centers	Datakeskukset, jotka on suunniteltu esim. isojen tietomäärien varastointiin ja prosessointiin (palvelimet). Koskee vain koko rakennuksen datakeskuksia (>60 %).
Warehouse and Distribution Centers	Rakennukset, joissa varastoidaan tavaroita, raaka-aineita tai henkilökohtaisia tavaroita (pienvarastot).
Hospitality	hotellit, motellit, majatalot tai muut lyhytaikaista majoitusta tarjoavat kohteet, joissa voidaan tarjota myös ruokaa.
Healthcare	24/7 toimivat sairaalat, jotka tarjoavat akuuttia ja pitkäaikaista hoitoa.
Homes and Multifamily Lowrise	Omakotitalot ja 1–3-kerroksiset kerrostalot.
Multifamily Midrise	Asuinkerrostalot, joissa on vähintään 4 asuinkerrosta. Vähintään 50 % pinta-alasta on oltava asumiskäytössä. Voidaan soveltaa myös New Construction -kriteeristöä.

Hankkeiden tulee käyttää kriteeristöä, joka on kohteeseen sopivin. Aina tämä ei ole täysin selvää, jolloin on projektitiimin vastuulla valita oikea järjestelmä ennen kuin projekti rekisteröidään. [7, s. 33.] Kuvassa 3 on esitetty 40/60-sääntö, joka opastaa päätöksentekoa rajatapauksissa.



Kuva 3. LEED 40/60-sääntö käytettävän kriteerin valinnan tueksi [7, s. 35].

Koko LEED-hankkeen alainen bruttopinta-ala tulee sertifioida saman luokitusjärjestelmän mukaan [7, s. 35].

2.1.3 Olemassa olevien kiinteistöjen sertifiointit

Olemassa olevalle kiinteistölle on mahdollista saada LEED O+M -sertifikaatti, joka antaa työkalut rakennuksen kestävään ylläpitoon ja säästöihin. Olemassa olevissa kiinteistöissä tarkastellaan mm. energia- ja vedenkulutusta, käyttäjätuottavuutta, jätetietoja, työmatkaliikennettä ja sisäolosuhteita. 90 % sertifiointin pisteistä tulee rakennuksen suorituskyvystä. Suorituskyky saadaan laskettua, kun kiinteistön päästöt, kulutukset, jätteet ja liikkuminen suhteutetaan kiinteistön pinta-alaan ja käyttäjämäärään. [5.] Taulukossa 2 on listattuna erilaisia kohteita, joissa BD+C-luokitusta voidaan käyttää.

Taulukko 2. LEED v4 O+M -luokituksen käyttökohteet [7, s. 34–35].

LEED FOR BUILDING OPERATIONS AND MAINTENANCE (O+M)	
Rakennukset, jotka ovat olleet täydessä toiminnassa ja käytössä vähintään yhden vuoden. Hanke voi käsittää parannuksia tai vähäistä rakentamista. Projektiin täytyy sisältyä koko rakennuksen bruttopinta-ala.	
Existing Buildings (EB)	Olemassa olevat rakennukset, jossa ei ensisijaisesti toimi K12-koulu, vähittäiskauppa, datakeskus, varasto- ja jakelukeskus tai majoituksen palveluntarjoaja.
Schools	Olemassa olevat K12-koulut. Voidaan valinnaisesti käyttää myös korkea-asteen kouluihin ja ei-akateemisiin rakennuksiin kampusalueella.
Retail	Olemassa olevat vähittäiskaupat, niiden showroomit sekä toimintaan liittyvät varastotilat.
Data Centers	Olemassa olevat datakeskukset, jotka on suunniteltu esim. isojen tietomäärien varastointiin ja prosessointiin (palvelimet). Koskee vain koko rakennuksen datakeskuksia.
Warehouse and Distribution Centers	Olemassa olevat rakennukset, joissa varastoidaan tavaroita, raaka-aineita tai henkilökohtaisia tavaroita (pienvarastot).
Hospitality	Olemassa olevat hotellit, motellit, majatalot tai muut lyhytaikaista majoitusta tarjoavat kohteet, joissa voidaan tarjota myös ruokaa.

Olemassa olevien kiinteistöjen sertifikaatit tulee uusida muutaman vuoden välein, jotta voidaan varmistaa vaatimusten mukainen jatkuva toiminta [4; 5].

2.2 BREEAM

Vuonna 1990 perustettu BREEAM (Building Research Establishment's Environmental Assessment Method) on Suomessa ja Euroopassa käytetyin ympäristöluokitusjärjestelmä, ja se on hyvin tunnettu järjestelmä myös kansainvälisten kiinteistösijoittajien keskuudessa. Sertifiointiin myöntää BRE (Building Research Establishment). Tätä sertifiointijärjestelmää on kansallistettu useaan maahan,

minkä vuoksi se mahdollistaa eri maiden erityispiirteiden huomioonottamisen ja parhaiden kansallisten käytäntöjen hyödyntämisen. Eri aiheiden painotus määritetään maakohtaisesti. Suomessa käytetään kansainvälistä mallia, mutta vedenkäytön ja liikkumisen painotusta on pienennetty, jolloin sertifikaatti soveltuu LEEDIä paremmin myös kauempana keskustoista sijaitseviin kohteisiin. [11.] Suomessa rekisteröityjä BREEAM-kohteita on yli 1 200, maailmanlaajuisesti yli 38 000 [12].

BREEAM on muita sertifiointijärjestelmiä yksityiskohtaisempi, mutta se ottaa myös joustavammin huomioon erilaiset hanketyypit. Muihin sertifiointijärjestelmiin verrattuna BREEAMissa kiinnitetään huomiota toimistorakennuksien kohdalla erityisesti sisäilman laatuun ja maankäyttöön. Aikaisemmin rakennettujen tonttien hyödyntämisestä, luontoarvojen suojelusta ja kehityksestä palkitaan. Lisäksi tarkastellaan, onko tontilla mahdollisesti luontoa, jota olisi syytä suojella. [11.]

BREEAM-sertifiointi vaatii jo suunnittelun alkuvaiheessa tehtäviä selvityksiä. Sertifiointinissa auttava konsultti on hyvä ottaa mukaan jo hankesuunnitteluvaiheessa, jotta joitain luokitustasoon vaikuttavia kriteerejä ei jää saavuttamatta. Esiselvityksessä arvioidaan lähtötietojen perusteella, mitä pisteitä hanke voi tavoitella eli mikä on realistinen tavoite. Tilaja tekee tämän perusteella päätöksen tavoiteltavasta tasosta. Hankkeen edetessä tavoitteita tarkennetaan esiselvityksen työpajoissa. Jotta suunnitteluratkaisujen toteutus saadaan varmennettua ja dokumentoitua, on paikallisen arvioitsijan (BREEAM Assessor) tekemä kohdekierros oleellinen osa sertifikaatin saamista. Myös BREEAMissa vaaditut kriteerit ovat hyvin projektikohtaisia ja riippuvat paljon valitusta luokasta ja tavoiteltavasta tasosta.

BREEAMin rekisteröinti- ja sertifiointimaksu vaihtelee 7 000 ja 14 000 euron välillä, minkä lisäksi maksettavaksi tulevat vielä ympäristökonsultin kulut 30 000–50 000 euroa [9]. Lisäkuluja aiheuttavat myös suunnittelun lisätyö sekä valitut ratkaisut.

2.2.1 Luokitustasot

BREEAM-luokitus perustuu yhteiseen eurooppalaiseen normistoon. Koska luokituksen mittareita on mahdollista kansallisesti soveltaa huomioimaan paikalliset parhaat käytännöt, vaatimusten soveltaminen hankkeessa helpottuu. Paikallinen arvioitsija tarkistaa vaatimusten täyttymisen ja laatii raportin, jonka perusteella BRE myöntää sertifiointin laaturaportin jälkeen. Sertifioitavat rakennukset luokitellaan viiteen eri luokkaan: Pass, Good, Very Good, Excellent ja Outstanding, joiden pisterajat on esitetty kuvassa 4. [1.]

BREEAM rating		% score
Outstanding	★★★★★	≥85
Excellent	☆★★★★	≥70
Very good	☆☆★★★	≥55
Good	☆☆☆★★	≥45
Pass	☆☆☆☆★	≥30
Unclassified	☆☆☆☆☆	<30



Kuva 4. BREEAM luokitustasot ja pisterajat sekä esimerkki luokitusmerkinnästä [13].

2.2.2 Hankevaiheen sertifiointit

Uudisrakennukselle sovelletaan BREEAM International New Construction –luokitusta, joka kattaa lähes kaikki rakennustyyppit asuntorakentaminen mukaan lukien. BREEAMissa sertifiointi voi tapahtua myös ns. Bespoke-menettelyn kautta, mikä mahdollistaa sertifiointin sellaisille rakennuksille, joihin ei löydy valmista kriteeristöä. Suomessa esimerkiksi paloasemat kuuluvat tämän menettelyn alaisuuteen. [11.]

BREEAM Refurbishment & Fit-out (RFO) on eri laajuisille peruskorjaushankkeille soveltuva luokitusmalli. Se kattaa hankkeet tilamuutoksista täydelliseen peruskorjaukseen ja mahdollistaa osakorjausten huomiointin. [11.]

2.2.3 Olemassa olevien kiinteistöjen sertifiointit

BREEAM In-Use (BIU) soveltuu hyvin erilaisiin kiinteistöjen hallintamalleihin, minkä avulla kiinteistön teknisiä ominaisuuksia ja kestävää ylläpitoa voidaan jatkuvasti ja systemaattisesti kehittää. Olemassa olevia kiinteistöjä arvioidaan BREEAM-sertifiointijärjestelmässä toisistaan hieman eroavien Commercial tai Residential -luokkien mukaan. Hankkeessa arvioinnin kohteena ovat sekä itse kiinteistön fyysiset ominaisuudet ja ympäristömyönteisyys että teknisen ylläpidon menettelyt, prosessit ja käytännöt. Olemassa olevien kiinteistöjen luokitusjärjestelmä on hyvin suoraviivainen ja perustuu kysymyslistaan. [11.]

Sertifiointin laajuutta voi joustavasti muokata koskemaan pelkästään kiinteistöä, teknistä ylläpitoa tai käyttäjäorganisaation toiminnan ympäristöhallintaa. Näin ollen sertifiointi on mahdollista saada hyvin monenlaisille kiinteistöille ja erilaisissa ylläpitojärjestelyissä. [11.]

2.3 Rakennustiedon ympäristöluokitus

Rakennustiedon ympäristöluokitus (kuva 5, aik. RTS-ympäristöluokitus) on suomalainen ympäristöluokitus, jonka kehityksessä ovat olleet mukana keskeiset KIRA-alan toimijat. Luokitus tukeutuu vahvasti EU-standardeihin (CEN TC 350 standardit) ja taksonomiaan ottaen samalla huomioon suomalaiset hyvät käytännöt ja kansallisen lainsäädännön, kuten Sisäilmaluokituksen, M1-luokituksen, rakennusten elinkaarimittarit, Kuivaketju10:n ja Viherkerroin-menetelmän. Rakennustiedon ympäristöluokitusta ohjaa ja toimintaa kehittää Rakennustietosäätiö RTS:n päätoimikunta PT 20. [15.]



Kuva 5. Rakennustiedon ympäristöluokituksen merkki [15].

Luokitus sisältää omat kriteeristönsä uudisrakennuksille ja peruskorjauksille asuinkerrostaloille sekä toimitila- palvelurakennuksille. Vielä tuloillaan oleva Hanke2023-kriteeristö koskee pien- ja rivitalohankkeita. Myös käytössä oleville rakennuksille on omat kriteeristönsä asuinkerrostalojen sekä toimitila- ja palvelurakennusten osalta. Kriteeristö toimii rakennusten ympäristövastuullisuuden toteuttamisessa koko elinkaaren ajan. Kun rakennus on saavuttanut vähintään kolme tähteä Rakennustiedon ympäristöluokituksella, se on osoittanut täytävänsä vastuullisen rahoituksen vaatimukset arvioitavien kriteerien osalta. Rakennustiedon ympäristöluokituksen rekisteröityjä hankkeita on ympäristöluokituksen hankegallerian mukaan vasta noin 40, ja ne ovat suurimmaksi osaksi asunto- tai julkisia kohteita [16].

Rakennustiedon ympäristöluokituksen hankekohtainen rekisteröintimaksu vuonna 2024 on noin 600–3 000 euroa riippuen käytetystä kriteeristöstä. Hanke rekisteröidään Ympäristöluokituksen työkaluun, jonka lisenssin vuosimaksu yhdelle käyttäjälle on 188 euroa. Lisäksi maksettavaksi tulee luokitusmaksu, joka on suuruudeltaan noin 2 100–7 400 euroa pinta-alan mukaan. Toimitilan käyttövaiheen luokitus maksaa 800 euroa. [15.] Vaatimuksille esitetyt todistusaineistot on esitetty selkeästi kunkin kriteeristön materiaaleissa, jotka ovat vapaasti ja ilmaiseksi ladattavissa Rakennustiedon verkkosivuilta [17–20].

2.3.1 Hanke2022-kriteeristö

Rakennustiedon ympäristöluokituksen uudisrakennus- ja peruskorjaushankkeille tarkoitettu Hanke2022-kriteeristö on jaettu kahteen kategoriaan: Asuinkerrostalot sekä Toimitila- ja palvelurakennukset. Kolmen tähden luokitus vastaa EU-taksonomian vaatimuksia niiltä osin, kuin ne kuuluvat arvioitavaksi Rakennustiedon ympäristöluokitukseen. [17.]

Taulukossa 3 on esitetty kriteeristön viisi pääryhmää, aiheryhmät, kriteerit sekä niiden painoarvot. Arvioitavia kriteerejä on yhteensä 28, ja niistä voi saada enintään 100 pistettä. Lisäksi innovaatioista on mahdollista saavuttaa 10 lisäpistettä. [17.]

Taulukko 3. Rakennustiedon ympäristöluokitus Hanke2022 v 2.1 -kriteeristöjen yhteenveto ja painoarvot [17, s. 3; 18, s. 3].

Pääryhmät		Ryhmät		Kriteerit		
Prosessi	23	Hankkeenohjaus	8	P1.1	Luokitustavoitteen ohjaus ja hallinta	3
				P1.2	Talotekninen toiminnanvarmennus ja valvonta	3
				P1.3	Käytön opastus	2
		Kosteudenhallinta	10	P2.1	Kosteusteknisten riskien hallinta suunnittelussa	4
				P2.2	Työmaan kosteudenhallinta	6
		Työmaan ohjaus	5	P3.1	Työmaan ympäristövaikutukset	3
P3.2	Työmaan puhtaudenhallinta			2		
Talous	12	Elinkaarikustannus	3	T1.1	Elinkaarikustannukset	3
		Ylläpidettävyys	9	T2.1	Kulutuskestävyys	3
				T2.2	Ylläpidettävyys	4
T2.3	Muuntojoustavuus	2				
Ympäristö ja energia	35	Hiilijalanjälki	11	Y1.1	Elinkaaren hiilijalanjälki	7
				Y1.2	Materiaalitehokkuus	4
		Energia	16	Y2.1	Energiatehokkuus	8
				Y2.2	Kulutusmittaukset	3
				Y2.3	Tavoitekulutuksen laskenta	3
				Y2.4	Järjestelmien tehokkuus	2
		Vesi	3	Y3.1	Vedenkäytön tehokkuus	3
		Vaikutukset ympäristöön	5	Y4.1	Viherrakentaminen ja hulevesi	3
Y4.2	Turvallisuus ja pyöräily			2		
Sisäilma ja terveellisyys	30	Sisäilman laatu	18	S1.1	Lämpöolosuhteet	6
				S1.2	Sisäilman laatu	7
				S1.3	Käyttäjän vaikutusmahdollisuudet	2
				S1.4	Materiaalien emissiot	3
		Visuaalinen viihtyvyys	6	S2.1	Luonnonvalon hyödyntäminen	4
				S2.2	Valaistuksen laatu	2
		Akustiikka	6	S3.1	Tila-akustiikka	3
				S3.2	Ääneneristävyys	3
Innovaatiot	10	Innovaatiot	10	I	Innovaatiot	10

Ryhmäjako ja painoarvo ovat samat sekä Asuinkerrostalot- että Toimitila- ja palvelurakennukset -kategoriassa. Taulukossa 4 on esitetty vähimmäisvaatimukset eri luokitustasojen saavuttamiseksi.

Taulukko 4. Rakennustiedon ympäristöluokitus Hanke2002 v2.1 -kriteeristöjen vähimmäisvaatimukset eri luokitustasoissa [17, s. 4; 18, s. 4].

Kriteeri	Luokitustaso 2-tähteä	Luokitustaso 3-tähteä	Luokitustaso 4-tähteä
P1.2 Talotekninen toiminnanvarmistus		50 %	100 %
P1.3 Käytön opastus		100 %	100 %
P2.1 Kosteusteknisten riskien hallinta suunnittelussa		75 %	75 %
P2.2 Työmaan kosteudenhallinta	75 %	75 %	100 %
Y1.1 Elinkaaren hiilijalanjälki; SÄÄSTÖ		15 %	30 %
Y2.1 Energiategokkuus	20 %	30 %	40 %
S1.1 Lämpöolosuhteet		25 %	50 %
S1.2 Sisäilman laatu	50 %	50 %	50 %
S1.4 Materiaalien emissiot		50 %	75 %

Hankeluokituksen arvosana esitetään tähtiluokituksella (kuva 6), joka perustuu saavutettavaan pistemäärään. Tiettyihin tasoihin liittyy vähimmäisvaatimuksia, jotka kiinteistön on pakko saavuttaa saadakseen tähtiluokituksen.

Luokitustaso	Saavutettu pistetaso	Tason kuvaus
Ei luokitusta	< 25 p	
★	≥ 25 p	Tavanomainen ympäristölaadun taso
★★	≥ 40 p	Tavanomaista parempi ympäristölaadun taso
★★★	≥ 55 p	Hyvä ympäristölaadun taso
★★★★	≥ 70 p	Korkea ympäristölaadun taso
★★★★★	≥ 85 p	Erinomainen ympäristölaadun taso

Kuva 6. Rakennustiedon ympäristöluokituksen Hanke2022:n luokitustasot sekä niitä vastaavat pistetasot [17, s. 4; 18, s. 4].

2.3.2 Käyttö2023-kriteeristö

Rakennustiedon ympäristöluokituksen käytössä oleville rakennuksille tarkoitettu Käyttö2023-kriteeristö on myös jaettu kahteen kategoriaan: Asuinrakennukset sekä Toimitila- ja palvelurakennukset. Käyttövaiheen ympäristöluokituksella arvioidaan käytössä olevien kiinteistöjen ympäristöominaisuuksia, kuten kiinteistön teknisiä ominaisuuksia ja ylläpidon ympäristövastuullisuutta. [19, s. 4; 20, s. 4.]

Kuvassa 7 on esitetty ympäristöluokituksen luokitustasot. Tiettyihin tasoihin liittyy pakollisia vähimmäisvaatimuksia: kolmen tähden luokitustason saavuttamiseksi on kriteereistä H2.3 ja Y2.2 (taulukko 3) saavutettava vähintään 50 %:n taso.

Luokitus taso	Saavutettu pistemäärä	Tason kuvaus
Ei luokitusta	< 25 p	
★	≥ 25 p	Tavanomaista parempi ympäristösuorituskyky
★★	≥ 40 p	Hyvä ympäristösuorituskyky
★★★	≥ 55 p	Korkea ympäristösuorituskyky
★★★★	≥ 70 p	Erinomainen ympäristösuorituskyky
★★★★★	≥ 85 p	Johtava ympäristösuorituskyky

Kuva 7. Rakennustiedon ympäristöluokituksen Käyttö2023 tähtiluokituksen luokitustasot sekä niitä vastaavat pistemäärät [19, s. 6; 20, s.6].

Taulukossa 4 on esitetty kriteeristön viisi pääryhmää, aiheoryhmät, kriteerit sekä niiden painoarvot. Arvioitavia kriteerejä on yhteensä 32, joista voi saada maksimissaan 100 pistettä. Lisäksi innovaatioista on mahdollista saavuttaa 10 lisäpistettä. [19, s. 5; 20, s. 5.]

Taulukko 5. Rakennustiedon ympäristöluokitus Käyttö 2023 v1.1 -kriteeristöjen vähimmäisvaatimukset eri luokitusasteissa. [19, s. 5; 20, s. 5.]

Pääryhmät		Teemat	Painoarvo	Kriteeri			
Kiinteistönhallinta	25	H1	Ylläpidon johtaminen	14	3	H1.1	Ympäristötavoitteet
				4	H1.2	Ylläpidon hallintajärjestelmät	
	3	H1.3		Vastuulliset hankinnat			
	3	H1.4		Käyttäjyhteistyö			
	1	H1.5		Vihreä vuokrasopimus			
		H2	Kunnossapito	11	4	H2.1	Kunnossapidon suunnitelmallisuus
				2	H2.2	Kulutuskestävyys	
				2	H2.3	Ilmastoriskien huomiointi	
				3	H2.4	Siivouksen laatu	
Ympäristö ja energia	45	Y1	Hiilijalanjälki	5	2	Y1.1	Energianhankinnan hiilijalanjälki
					2	Y1.2	Päästötön energiantuotanto tontilla
					1	Y1.3	Kylmäaineet
		Y2	Energia	16	8	Y2.1	Kiinteistön toteutunut energiankulutus
					2	Y2.2	Kiinteistön energialuokka
					2	Y2.3	Energiankäytön mittaus
					4	Y2.4	Energiatehokkuuden kehittäminen
		Y3	Vesi	3	Y3.1	Vedenkäytön tehokkuus	
		Y4	Viheralueet	7	4	Y4.1	Viherympäristö
					3	Y4.2	Hulevesien hallinta
Y5	Matkustaminen	8	4	Y5.1	Julkinen liikenne ja palvelut		
Y6	Jätehuolto	6	4	Y5.2	Matkustamisen päästöjen vähentäminen		
			2	Y6.1	Jätehuoltotilat		
			4	Y6.2	Jätehallinta		
Hyvinvointi ja terveellisyys	30	S1	Sisäilmasto	19	7	S1.1	Lämpöolosuhteet
					6	S1.2	Sisäilman laatu
					4	S1.3	Käyttäjän vaikutusmahdollisuudet
					2	S1.4	Materiaalien emissiot
		S2	Visuaalinen viihtyvyys	6	2	S2.1	Valaistuksen laatu
					4	S2.2	Luonnonvalo
S3	Käytettävyys	5	2	S3.1	Kiinteistön aktivoivat ratkaisut		
			3	S3.2	Esteettömyys		
Innovaatiot	10	I1	Innovaatiot	10	10	I1.1	Innovaatiot

Ryhmäjako ja painoarvo ovat samat sekä Asuinrakennukset- että Toimitila- ja palvelurakennukset -kategoriassa.

Kriteeristöjen todentamiseksi Rakennustiedon ympäristöluokituksen konsultti tekee kohdekierroksen, mutta lisäksi tarvitaan myös muita todentamistapoja:

kullekin vaatimukselle esitetty todistusaineisto, energiankulutustiedot Käyttö-E-laskuria käyttäen sekä käyttäjätyytyväisyyskysely. [19, s. 7; 20, s. 7.]

2.4 Yhteenveto ympäristösertifiointijärjestelmistä

Tässä työssä tarkasteltujen ympäristöluokitusjärjestelmien välillä on jonkin verran eroja keskenään. Rakennustiedon ympäristöluokitus on suomalainen luokitusjärjestelmä, joka soveltuu parhaiten ei-kaupallisiin kohteisiin eikä siten ole kovin suosittu kansainvälisten kiinteistösijoittajien kohteissa. BREEAM ja LEED ovat yksityisen toimijan isoissa toimitilakohteissa selvästi käytetympiä järjestelmiä, koska ne tunnetaan maailmanlaajuisesti. Kansainväliset sertifiointijärjestelmät myös maksavat enemmän kuin suomalainen vastaava, joten niiden kannattavuutta tulee tarkastella hankkeen koon ja kiinteistön markkinatilanteen mukaan. Jos kohde toimii vain suomalaisilla kiinteistösijoitusmarkkinoilla, ei sen kansainvälisen tason sertifiointiin välttämättä ole järkevää sijoittaa kymmeniä tuhansia euroja.

BREEAM on kansainvälinen, Suomessa ja Euroopassa eniten käytetty ympäristöluokitusjärjestelmä. BREEAMin vaatimukset muokkautuvat kansallisten vaatimusten mukaan ja se ottaa huomioon eri maiden erityispiirteet, joten luokituksen saamiseen riittää hyvin pitkälti kansallisten standardien noudattaminen. Suomessa käytetään kansainvälistä mallia, mutta vedenkäytön ja liikkuamisen painotusta on pienennetty, jolloin sertifikaatti soveltuu LEEDiä paremmin myös kauempana keskustoista sijaitseviin kohteisiin. BREEAM on muita sertifiointijärjestelmiä yksityiskohtaisempi, mutta se ottaa myös joustavammin huomioon erilaiset hanketyypit.

LEED soveltuu erityisen hyvin toimistotiloihin ja useita rakennuksia sisältäviin isoihin hankkeisiin, jotka sijaitsevat hyvien liikenneyhteyksien varrella. LEED perustuu yhdysvaltalaiseen ASHRAE-standardiin, mikä aiheuttaa jonkin verran poikkeamia rakentamismääräyskokoelman ja Sisäilmaluokitus 2018 -ohjeisiin verrattuna. LEEDissä on myös muita järjestelmiä tiukemmat vesikalusteiden

virtaamavaatimukset. LEED on yhteneväinen kaikilla alueilla, joten luokitusasteiden keskinäinen vertailu on helppoa maailmanlaajuisesti.

Suomen oloissa selkein luokitusjärjestelmä on Rakennustiedon ympäristöluokitusjärjestelmä, joka nojautuu hyvin vahvasti kansallisiin määräyksiin ja standardeihin. Luokituksen ohjeet ovat suomenkieliset, selkeät ja ilmaiseksi kaikkien saatavilla. Hinnaltaan Rakennustiedon ympäristöluokitusjärjestelmä on edullisempi kuin kansainväliset sertifikaatit. Rakennustiedon ympäristöluokitus onkin eniten käytetty työkalu asuin- ja julkisessa rakentamisessa. Vastaavasti BREEAM ja LEED eivät kokemusten mukaan sovi kovin hyvin julkiseen rakentamiseen.

LVI-suunnitteluun vaikuttavin osin kriteeristöt periaatteiltaan ovat melko samantaisia, vaikka joitain painotus- ja vaatimustasojen eroja löytyykin. Tavoiteltu sertifiointiluokka ja taso määritellään aina hankekohtaisesti.

2.5 EU-taksonomia

Green Building Council Finlandin verkkosivuilla kerrotaan EU-taksonomiasta tiivistetysti seuraavaa:

Euroopan unioni on asettanut tavoitteen olla hiilineutraali vuoteen 2050 mennessä. Tämän tavoitteen saavuttamiseksi EU on luonut Euroopan vihreän kehityksen ohjelman. Ohjelman osana EU on julkaissut kestävän rahoituksen luokittelujärjestelmän eli taksonomian. Taksonomian tarkoituksena on määritellä yhteisesti, mitkä toiminnot voidaan katsoa kestäviksi. Taksonomia muodostuu asetuksesta ja sen perusteella annetuista delegoiduista asetuksista. Tämän sääntelyn on tarkoitus helpottaa kestävää sijoittamista. Taksonomian avulla kestäväälle taloudelliselle toiminnalle määritetään yhteinen luokittelu ja kriteerit. [21.]

EU-taksonomiaan sisältyvät tekniset arviointikriteerit ovat luettavissa Komission delegoidusta asetuksesta (EU) 2021/2139, jossa luku 7 koskee rakennus- ja kiinteistöalan toimintaa [22, s. 137]. Kriteeristöt on jaoteltu alla olevan taulukon 5 mukaisesti. EU-taksonomia ei vielä vaikuta merkittävästi LVI-suunnitteluun, mutta tulevaisuudessa rakennus- ja korjaushankkeiden tulee ainakin

suurimmalta osin täyttää sen vaatimukset. Kuitenkin osa kohteista halutaan suunnitella jo nyt niin, että taksonomian kokonaisuuksia otetaan huomioon. Suunnitteluratkaisujen valintoja ohjaavat esimerkiksi energialuokka ja vesikaluste-vaatimukset. Jos hankkeessa pyritään täyttämään taksonomiavaatimukset, jotka joltain osin saattavat erota tavoiteltavan sertifikaatin kriteereistä, käytetään silloin tiukempaa kriteeristöä, jotta molemmat tavoitteet voidaan saavuttaa.

Taulukko 6. Komission asetuksen arviointikriteerien kategoriat koskien rakennus- ja kiinteistöalan toimintaa [22, s. 137–146].

Luku	Otsikko
7.1.	Uusien rakennusten rakentaminen
7.2.	Olemassa olevien rakennusten korjaus
7.3.	Energiatehokkuuslaitteiden asennus, huolto ja korjaus (yksittäiset peruskorjaustoimenpiteet)
7.4.	Sähköajoneuvojen latausasemien asennus, huolto ja korjaus rakennuksissa ja rakennusten yhteydessä olevissa pysäköintihalleissa
7.5.	Rakennusten energiatehokkuuden mittaamisessa, säätelyssä ja valvonnassa käytettävien välineiden asennus, huolto ja korjaus
7.6.	Uusiutuviin energialähteisiin liittyvän teknologian asennus, huolto ja korjaus, paikalla
7.7.	Rakennusten hankinta ja omistaminen

3 Tutkimuksen toteuttaminen

Insinööriyötä varten haastateltiin sellaisia Granlund Oy:n LVI-asiantuntijoita, jotka ovat olleet mukana useammassa ympäristöluokituksen piiriin kuuluvassa korjaus- tai uudisrakennushankkeessa. Haastattelu toteutettiin kvalitatiivisena teemahaastatteluna, eli haastateltavat saivat tuoda varsin vapaasti esille omia näkemyksiään ja kokemuksiaan ohjaavien kysymysten avulla. Kysymykset painottuivat hiukan eri tavalla riippuen kunkin haastateltavan taustasta ja kokemuksesta. Lisäksi kuultiin Granlund Oy:n omia ympäristökonsultteja.

Haastattelujen tarkoituksena oli luoda kokonaisvaltainen kuva ympäristöluokituksen sisällöstä ja vaatimuksista nimenomaan LVI-suunnittelijoiden roolista käsin. Haastateltavilla oli mahdollisuus tuoda esiin myös prosessin mahdollisia haasteita ja kehitysehdotuksia. Kysymyksillä pyrittiin teknisten seikkojen lisäksi selvittämään, kuinka hyvin asiantuntijat kokivat saavansa tietoa kriteeristöistä sekä kuinka hyvin yhteistyö ja tiedonkulku toimivat organisaation sisällä.

Työssä haastateltiin kuutta asiantuntijaa, joiden joukossa oli LVI-suunnittelijoita, ryhmäpäällikköitä, johtava asiantuntija ja suunnittelujohtaja. Kaikilla haastateltavilla asiantuntijoilla oli monen vuoden kokemus LVI-suunnittelusta sekä vähintään muutamasta BREEAM- tai LEED-sertifikaattihankkeesta. Lisäksi työtä varten kuultiin muutaman kerran yrityksen kahta ympäristöasiantuntijaa (taulukko 6), joiden kanssa käytiin läpi kriteeristöjen vaatimuksia ja prosessia. Ympäristöasiantuntijoiden haastattelujen osalta painopiste oli prosessin kulun hahmottamisessa, mikä auttoi luomaan käsityksen sertifikaattihankkeiden vaatimusten kokonaisuudesta.

Taulukko 7. Haastateltavien ympäristöasiantuntijoiden työnimikkeet ja sertifikaatit.

Työnimike	Sertifikaatit
Ryhmäpäällikkö	LEED AP Building Design + Construction RTS ympäristökonsultti
Ympäristöasiantuntija	BREEAM AP BREEAM International RFO Assessor BREEAM International Assessor LEED AP Building Design + Construction RTS ympäristökonsultti

Osassa hankkeista, joissa haastateltavat ovat olleet mukana, ympäristökonsulttina toimii tai on toiminut Granlund Oy:n ulkopuolinen konsultti, mikä mahdollisti joiltain osin vertailun myös muiden toimijoiden prosesseihin.

4 Ympäristöluokitusjärjestelmien kriteerit LVI-suunnittelussa

Tässä luvussa käydään haastatteluista saadut huomiot läpi teemoittain. Tarkoituksena on tuoda esille haastateltavien asiantuntijoiden näkökulmia, kokemuksia ja ehdotuksia sertifikaattikohteen dokumentointivaatimuksiin sekä huomioita suunnitteluratkaisuihin liittyen. Teemat on jaettu yleisiin LVI-suunnittelijaa työllistäviin niin sanottuihin hallinnollisiin seikkoihin, joita sertifiointiprosessiin liittyy. Näihin kuuluvat mm. lähtötiedot, tiedon saatavuus, viestintä ja dokumentointi. Kriteeristöjen vaatimukset ja todistusaineiston dokumentointitavat vaihtelevat suurestikin valitun sertifikaatin ja tavoiteltavan tason mukaan, mutta tässä on esitelty yleisiä huomioita prosessiin liittyen. LVI-suunnittelun kaikista tekniikan aloista on otettu mukaan ne teemat, jotka asiantuntijoiden mukaan vaativat perussuunnittelusta poikkeavia ratkaisuja.

Jokainen hanke on omanlaisensa ja sisältää erilaisia vaatimuksia valitusta luokasta ja tavoiteltavasta tasosta riippuen, mutta niille on myös monia yhteisiä kriteerejä, kuten muuntojoustavuus ja energian- ja vedenkäytön vähentäminen. Kun valittu kriteeristö ja taso on valittu, tulee suunnittelijan tutustua vaatimuksiin ja löytää kriteerit täyttävät suunnitteluratkaisut. Yksi tärkeä seikka tuotiin haastatteluissakin esille: kun aloitetaan uutta sertifiointihanketta, ei suunnittelijan kannata ennakoida ratkaisuja edellisten kohteiden mukaan, vaan suunnitteluratkaisut laaditaan aina yksilöllisesti ja kohdekohtaisesti.

4.1 Tietojen saatavuus

Lähtökohtaisesti jo perustasoisessa LVI-suunnittelussa pyritään asiantuntijoiden mukaan nykyään tekemään ympäristöystävällisiä, kestäviä ja muuntojoustavia suunnitteluratkaisuja, joten ympäristöluokitukset vain tukevat tätä kehitystä. Sertifikaatti tuo lähinnä lisäarvoa kiinteistön omistajalle, kun suunnittelussa energia- tehokkuus on jo arkipäivää. Yhden hankkeen LVI-suunnitteluun osallistuu usein kirjava joukko eri tasoisia suunnittelijoita kokeneista konkareista harjoittelijoihin, jotka kaikki eivät luonnollisestikaan osallistu kaikkiin hankkeeseen liittyviin palaverihin, mukaan lukien sertifiointiprosessiin liittyvät työpajat, eivätkä näin ollen

ole välttämättä niin syvällisesti perehtyneitä aiheeseen. Niin sanottu vihreä suunnittelu tuo kuitenkin mukanaan myös joitakin haasteita ja erityistilanteita, joita erityisesti kokematon suunnittelija ei automaattisesti tule ajatelleeksi. Erityistilanteisiin ei välttämättä löydy ohjeistusta tai ohjeita ei osata etsiä. Ohjeet myös päivittyvät aika ajoin, joten viimeisimmän tiedon tulisi olla helposti ja luotettavasti suunnittelijoiden saatavilla.

Kun haastateltavilta kysyttiin, mistä he suunnittelua aloittaessaan lähtevät etsimään tai kysymään yksityiskohtaisia tietoja kriteeristöjen vaatimuksista, vastaukset olivat melko kirjavia: osa kertoi etsivänsä Googlesta, osa kaivelevansa projektiarkiston syövereistä, osa kysyvänsä konsultilta ja loput eivät oikein osanneet vastata. Selvästi tarvetta näytti olevan sille, että ympäristökuokitusjärjestelmien keskeisimmät kriteerit olisivat helposti löydettävissä esimerkiksi yrityksen sisäisestä koulutus- ja tukimateriaalista. Etenkin vesikalusteiden virtaamavaatimuksia kaivattiin yksinkertaisesti ja selkeästi saataville, ja muilta osin viimeisimmät päivitettyt versiot kriteeristöistä voisivat vähintäänkin löytyä edellä mainituista tukimateriaaleista.

4.2 Lähtötiedot

Tilaaajan toimittamat hankkeen lähtötiedot, niiden saatavuus ja oikeellisuus ovat hyvin tärkeitä kaikille hankkeen osapuolille. Haastatteluissa kävi ilmi, että joskus eteen on tullut tilanteita, jossa LVI-suunnittelijalla ei ole ollut suunnittelua aloittaessaan tietoa siitä, että rakennushankkeessa tulisi noudattaa jotakin ympäristöluokituksen kriteeristöä. Tilaaja ei siis välttämättä ole toimittanut tältä osin kattavia lähtötietoja ja erityisiä suunnittelutarpeita suunnittelijan tietoon, ja tämä on saattanut tulla yllätyksenä vasta siinä vaiheessa, kun kohde on jo melkein valmiina. Läheskään aina ympäristöluokituksen laatua ja tasoa ei ole edes osoitettu kiinteistössä näkyvin kilvin. Riskinä siis on, että etenkin kokemattomat suunnittelijat eivät välttämättä osaa kysyä sertifikaateista, jollei sitä ole lähtötietona annettu.

Ratkaisuksi ehdotettiin, että projektia perustettaessa suunnittelutoimiston käyttämissä kohderekisterijärjestelmissä olisi kiinteistön tiedoissa kohta, jossa mainitaan mahdollinen sertifikaatti ja vaadittu tai tavoiteltava taso. Näin tieto olisi kiinteistön tiedoissa heti kaikkien projektiin osallistuvien saatavilla ja sitä osaisi myös systemaattisesti kysyä projektin perustamisvaiheessa. Tällä tavalla välttäisiin ikäviltä ja joskus jopa kalliiltakin yllätyksiltä myöhemmässä vaiheessa. Tämä olisi erityisen hyödyllinen tieto etenkin korjausrakentamisessa. Toinen esiin nostettu vaihtoehto oli se, että jo tarjouksentekovaiheessa olisi ainakin maininta mahdollisen sertifikaatin tai sen tarpeen tarkistamisesta.

Lähtötietojen oikeellisuus on suunnittelijoiden ja hankkeen onnistumisen kannalta erityisen tärkeä asia, joka vaatii avointa viestintää tilaajan ja eri suunnittelijoiden välillä. Jos suunnittelija ei tiedä sertifikaattitarvetta tai sen olemassaoloa, tulee asia varmistaa tilaajalta, jos sen huomaa tehdä. Lisäksi esimerkiksi kaikista BREEAM-kohteista löytyy ajantasainen listaus GreenBookLiven verkkosivuilta [12], LEED-sertifioidut ja rekisteröidyt hankkeet löytyvät LEED Project Directorysta [8] ja Rakennustiedon ympäristöluokituksen kohteet ympäristöluokituksen hankegalleriasta [16]. Näistä kuka tahansa voi tarkistaa kiinteistön kuulumisen ympäristöluokituksen piiriin. Nämä tiedot olisi syytä olla helposti löydettävissä suunnittelijoiden käyttöön.

4.3 Todistusaineisto

Jokaista sertifiointiprosessia varten on oltava suunnitelmiin perustuvaa todistusaineistoa, jonka täytyy olla tietyssä muodossa ja joskus myös ilmaistuna kirjallisesti juuri täsmällisin sanamuodoin. Haastatteluista kävi ilmi, että sertifikaattihankkeissa ylimääräistä työtä suunnittelijoille aiheuttavat paitsi lukuisat työpajat ja palaverit, myös todistusaineiston dokumentointityö. Erityisesti todistusaineiston dokumentointi sisältää paljon toistuvaa työtä, ja vaikka itse kriteeristöjä ei koettu vaikeiksi tai mahdottomiksi, suunnitteluratkaisujen todisteluun joudutaan toisinaan käyttämään kohtuuttoman paljon työaika suhteessa niiden tavanomaisuuteen: suuri osa kriteeristöjen vaatimuksista täyttyy jo kansallisia määryksiä ja asetuksia noudattaen, eli niiden täytyminen voitaisiin todistaa jo

pelkästään sillä, että kohde on saanut rakennusluvan ja myöhemmin rakennus-tarkastaja on sen hyväksynyt.

Kokemukset dokumentoinnin haasteellisuudesta ja suunnittelijan siihen käyttämä työaika näyttivät haastatteluiden perusteella kuitenkin olevan vahvasti riippuvaisia sekä sertifikaatista että hankkeeseen nimetyn ympäristökonsultin mahdollisuudesta tuottaa todistusaineisto itse saatavilla olevista suunnitelma-asiakirjoista. Näitä asiakirjoja ovat muun muassa LVI-tasokuvat tai muut projektipankissa olevat dokumentit, kuten esim. järjestelmäkaaviot ja LVI-työselostukset. Yleisesti voidaan todeta, että BREEAM koettiin raskaimmaksi järjestelmäksi, koska siinä on muita enemmän todistusaineistovaatimuksia.

4.4 Muuntojoustavuus

Muuntojoustavuudella tarkoitetaan rakennuksen kykyä sopeutua ja muuttua eri tarpeisiin ja vaatimuksiin ajan myötä. Tähän päästään suunnitteluratkaisuilla, jotka mahdollistavat tilojen joustavuuden, teknisen muokattavuuden, laajennettavuuden ja kestävyuden, käytettävyyttä unohtamatta. [22.]

Muuntojoustavuus on yksi ympäristöluokitusjärjestelmien kriteereistä, joka on vähimmäisvaatimuksena luokituksen saamiselle: kohteelle tulee olla mietittynä yksi tai useampi vaihtoehtoinen käyttötarkoitus, joka voidaan tarvittaessa toteuttaa. Muuntojoustavuus vaatii huolellista suunnittelua jokaisella suunnittelun-alalla. Ympäristöluokitushankkeiden LVI-suunnittelussa korostuu varautuminen tulevaisuuden ilmastonmuutokseen, mikä vaatii lämmitys- ja etenkin jäähdytys-verkostoilta laajennusmahdollisuuksia. Tämän vuoksi suunnitelmiin tulee lisätä varauksia, joiden avulla verkostoa on helppo myöhemmin laajentaa tai muuttaa käyttötarkoituksen muuttuessa. Myös ilmanvaihtokanavat tulee suunnitella niin, että esimerkiksi tilamuutokset voidaan toteuttaa mahdollisimman helposti ja tehokkaasti sekä IV-koneissa on tarpeeksi kapasiteettia ja ilmamäärissä säätömahdollisuutta. [22.]

Hyvin suunniteltu muuntojoustavuus säästää resursseja myöhemmin, mutta täydellinen muuntojoustavuus on luonnollisestikin haastavaa saavuttaa kaikissa tilanteissa. Sen tavoittelu tuo kuitenkin monia etuja kiinteistön pitkäikäisyyden näkökulmasta. [22.] Haastateltavien asiantuntijoiden mukaan muuntojoustavuuden huomioiminen on nykyään itsestään selvää ainakin korjausrakentamisen kohteissa. Ammattimaisen rakennuttajan kohteissa muuntojoustavuus ja -työpajat otetaan aina mukaan prosessiin, vaikka kyseessä ei olisi edes sertifiointihanke. Hyvin toteutettu muuntojoustavuus lisää kustannuksia, koska järjestelmiä ja verkostoja joudutaan ylivoimittamaan lisäkapasiteetin ja muutosten mahdollistamiseksi. Tämän vuoksi on ensisijaisen tärkeää sopia muuntojoustavuuden tasosta eri suunnittelualojen sekä tilaajan kesken, jotta muuntojoustavuuden taso on kaikilla tiedossa.

4.5 Energian- ja vedenkäytön mittaus

Ympäristöluokitusjärjestelmät edellyttävät vähintään yhtä energiamittaria jokaista eri energiamuotoa (sähkö, kaukolämpö, jäähdytys, aurinkokeräimet ym.) kohden, jos ko. muodon energiankulutuksen voidaan sanoa olevan merkittävä. Esimerkiksi BREEAM vaatii, että päämittarin lisäksi vähintään 90 % kunkin energiamuodon vuosittaisesta kulutuksesta on voitava mitata ja kohdistaa. Kulutusseurannan tulee käsittää ainakin seuraavat: sisätilojen lämmitys, lämpimän käyttöveden energiankulutus, jäähdytys, ilmanvaihto (esim. merkittävimmät puhaltimet), pumput, valaistus, pistorasiakuormat, uusiutuvan energian järjestelmät sekä rakennusautomaatio. Lisäksi kulutusseurannan piiriin kuuluvat myös muut mahdolliset merkittävät energiaa kuluttavat järjestelmät, mm. laajamittaiset kylmäsäilytysjärjestelmät (vähittäiskaupat), ammattikeittiöt, parkkihallit ja palvelinkeskukset. [17, s. 47–48; 18, s. 50–51; 19, s. 33–34; 20, s. 30–31; 24, s. 35.]

Rakennusta kohden tulee asentaa vähintään yksi päävesimittari. Lisäpisteitä saa veden alamittauksista, esimerkiksi vuokralaisalueittain tai jos kulutuskohde kuluttaa yli 10 % kokonaisvedenkulutuksesta. Kulutusseuranta on aina lisättävä RAU- tai mittarointijärjestelmään. [24, s. 55; 18, s. 56.] Pakollinen vaatimus on

saman kaltainen kaikissa sertifiointihankkeissa, mutta pientä vaihtelua on lisäpisteiden suhteen.

Esimerkiksi Rakennustiedon ympäristöluokituksen Hanke2022: Asuinkerrostalot -kriteeristön rakennuksissa vedenkulutuksen seuranta tulee olla järjestetty huoneistokohtaisin etäluettavin vesimittarein [18, s. 56]. Peruskorjaushankkeissa riittää, kun asunnoista vähintään 20 % ja yleisistä tiloista kaikki vesikalusteet ovat kulutusmittauksen piirissä [20, s. 34]. Toimitila- ja palvelurakennusten peruskorjauksessa vedenkulutusta tulee mitata vähintään 20 % vesikalusteista kaikista eri käyttäjien tiloista sekä kaikki yleisten tilojen kalusteet [19, s. 37].

4.6 Veden käyttö

LEED-menettelyssä veden käyttöön liittyy muutamia pakollisia kriteerejä, jotka rakennuksen tulee saavuttaa LEED-luokituksen saadakseen. Näitä vaatimuksia ovat ostetun kasteluveden vähentäminen, käyttöveden vähentäminen vähintään 20 prosentilla määriteltyyn perustasoon nähden ja veden kulutusseuranta. Lisäpisteitä voi saavuttaa yli 25–50 % vedensäästöllä. [7, s. 22–25; 25, s. 3 ja 5.]

BREEAMissa juomakelpoisen veden kulutus rakennuksessa lasketaan käyttämällä BREEAM Wat 01 calculator -laskentataulukkoa, joka kuuluu järjestelmän työkaluihin. Laskuri vertaa rakennuksen vedenkulutusta laskennalliseen vertailurakennuksen kulutukseen (litraa/hlö/päivä), ja yhteen pisteeseen vaaditaan 12,5 %:n vähennys. Täydet viisi pistettä edellyttää jo 55 %:n vedensäästöä vertailutasoon nähden. [24, s. 48; 26, s. 41]

Rakennustiedon ympäristöluokituksen Hanke2022: Toimitila- ja palvelurakennukset -kriteeristössä sallitaan keskiarvoperiaate, jolloin voidaan käyttää vesikalusteiden ominaiskulutuskulutuksen kalustemäärällä painotettua keskiarvoa vesikalustetyypeittäin (WC-istuimet, urinaalit, pesuallashanat tai suihkut). Tällöin yksittäisen kalusteen vedenkulutus voi olla suurempi kuin vaatimus. [17, s. 54.] Toimitila- ja palvelurakennusten korjaushankkeissa, joissa vain osa

rakennuksen vesikalusteista uusitaan, tulee vanhat kalusteet säätää normivirtaamatasoon [17, s. 53].

4.6.1 Vesikalusteiden virtaamarajoitukset

Ehkä näkyvin ja selkein kokonaisuus ympäristöluokitusjärjestelmien kriteereissä on vesikalusteiden virtaamarajoitukset. Tämä oli haastateltavien asiantuntijoiden mielestä myös käytännössä helpoin asia hahmottaa. Liitteessä 2 on esitelty kootusti eri luokitusjärjestelmien vesikalustekriteerit. LEEDin määrittämät virtaamatasot riippuvat paljon tavoitelluista pisteistä ja laskentaperusteeksi on valittava yksi tapa kahdesta vaihtoehdosta, joten tarkemmat arvot tulee aina käydä hankekohtaisesti läpi yhdessä sertifiointin ohjauksesta vastaavan tahon kanssa. LEEDin pakollinen minimivaatimus vedenkulutuksen säästössä on aina 20 % perustasoon nähden, mutta yleensä lähdetään tavoittelemaan suurempia pisteitä. Rakennustiedon ympäristöluokituksen, BREEAMin ja EU-taksonomian suhteen maksimivirtaamavaatimukset ovat yksiselitteisempiä.

Yleisesti vesikalustemallistojen virtaamia voidaan varsin laajasti rajoittaa, vaikka tämä ei mitenkään kävisi ilmi kalustevalmistajien julkisilta verkkosivuilta tai esitteistä. Toisaalta on myös paljon mallistoja, jotka ovat tyylikkäitä, mutta eivät täytä valitun kriteeristön vaatimuksia. Arkkitehdin toivoma design ei aina kohtaa hanojen virtaamavaatimusten kanssa, joten yhteydenpito ja yhteistyö eri suunnittelutahojen välillä on tässäkin asiassa tärkeää, jotta löydetään kaikkia osapuolia tyydyttävät ratkaisut. Nykyaikaiset WC-kalusteet täyttävät virtaamavaatimukset suurimmalta osin ja niiden huuhtelumäärät ovat helposti säädettävissä haluttuun arvoon säätöalueen sisällä, joten niiden valinta harvoin aiheuttaa merkittävää lisätyötä sertifiointihankkeissa.

Kun hanaan lisätään virtaamarajoitin, valmistajan tulee voida toimittaa vesikalusteen virtaamakäyrä, jotta määrätty virtaama ei ylity vaaditullakaan painetasolla. Esimerkiksi kuvassa 8 esitetyissä LEEDin virtaamasuosituksissa pesualashanojen virtaamia on tarkasteltava paineessa 415 kPa ja suihkupäitä paineessa 550 kPa. Jos kalusteen virtaama kasvaa paineen kasvaessa, tämä

tulee ottaa huomioon virtaamarajojen täyttymisessä. [25, s. 4.] Toistaiseksi esipesusuihku vaatii räätälöinnin, koska kriteerit täyttävää kalustetta ei löydy valmiina markkinoilta [27, s. 2]

Virtausnopeutta tulee saada tarpeeksi, jotta pienellä vesimäärällä käyttömukavuus pysyy edes siedettävällä tasolla. Esimerkiksi Oraksella on oma valmistajan laboratorio, jossa virtaamadataa eri painealueilla voi ajaa jokseenkin joustavasti tarpeiden mukaan, pienempien valmistajien kohdalla tämä saattaa olla hyvin haasteellista. Näin ollen oikean hanan etsiminen jää käytännössä usein LVI-suunnittelijan harteille, jotta vaadittavat dokumentit saadaan hankittua ja kriteerit täytettyä.

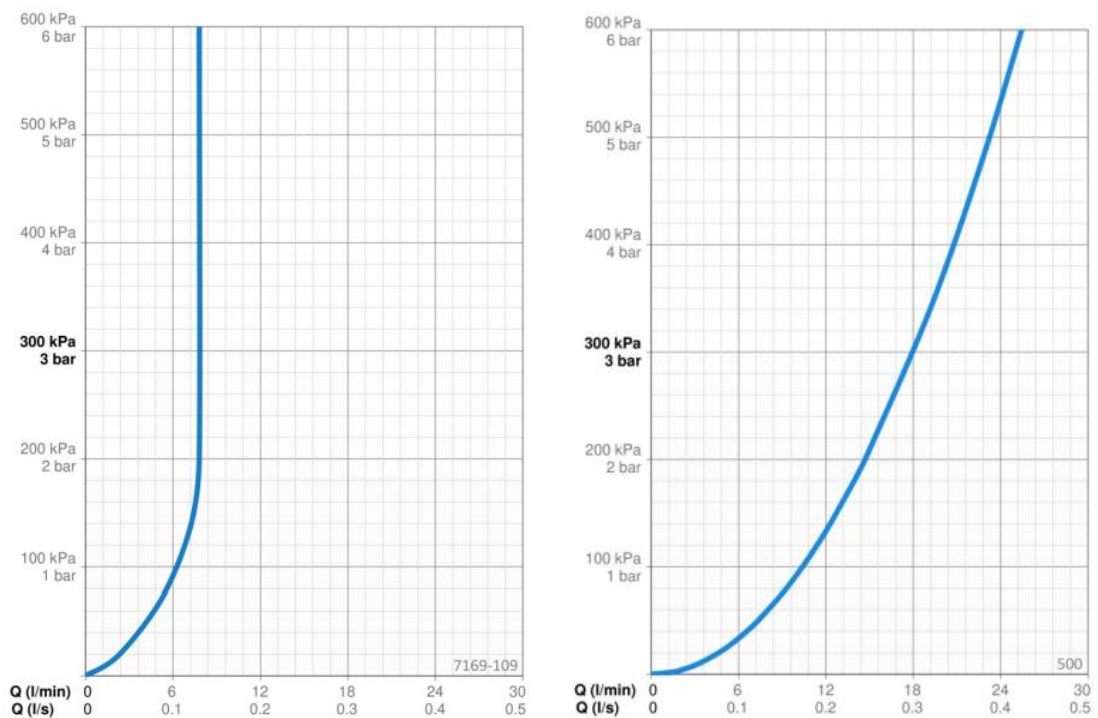
Tässä insinööriyössä käytetään selvyuden vuoksi esimerkkeinä yhden valmistajan eli Oraksen vesikalusteita. Myös useilla muilla valmistajilla hanoihin saa virtaamarajoittimia kysymällä, mutta haastateltavien kokemusten mukaan ei aivan yhtä laajasti kuin Oraksella, tai ei ainakaan kaikista tiukimpiin vaatimuksiin soveltuen. Pienvirtaamakalusteita voi etsiä mm. Grohen, Hansgrohen, Lapetekin ja Geberitin valikoimista.

Vesikaluste	Suositteltu virtaama (3p)
WC-istuimet	4/2,5 l/veto
Urinaalit	Vedetön
Käsienpesuallashanat	1,7 l/min, 415 kPa
Käsienpesuallashanat, hotellihuoneet	3,36 l/min 415 kPa
Suihkut (Toimisto)	7,2 l/min, 550 kPa
Suihku, hotellihuoneet	7,6 l/min 550 kPa
Keittiöhanat (vain kerroskeittiöt)	4,2 l/min, 415 kPa
Keittiön esipesusuihku	4,9 l/min (pakollinen vaatimus)

Kuva 8. Esimerkki vesikalusteiden virtaama- ja painetasovaatimuksista LEED BD+C v4 - Core And Shell -menettelyssä [25, s. 4].

Oraksen hanoja on saatavilla sekä sisäänrakennetulla ECO-ominaisuudella että ns. ekonapilla varustettuna. Ekonappi mahdollistaa virtauksenrajoittimen

ohittamisen, kun normaalitilassa virtaus on rajoitettu jopa 50 prosenttiin. Näistä suositetaan rajoittimella toimivaa ECO-kalustetta, jossa rajoittavan poresuuttimen lisäksi rajoitetaan vivun liikettä. Tämän yhdistelmän turvin saadaan tuotettua sama virtaama laajalla painealueella verrattuna painikkeella varustettuun kalusteeseen. Käyttöpaineita eri virtaamilla ECO-kalusteessa ja ekonapilla varustetussa kalusteessa on vertailtu kuvassa 9. Oraksella on oma Green Building -mallisto, josta löytyy em. virtaamarajoitettuja ECO-kalusteita. [28; 29.]



Kuva 9. Käyttöpaineet eri virtaamilla virtauksenrajoittimella varustetussa Oras Optima Style Eco -suihkuhanassa (vas.) sekä ekonapikkeella varustetussa Oras Natura Eco -suihkuhanassa [30; 31].

Vesihanoja valittaessa on erittäin suositeltavaa olla yhteydessä suoraan valmistajaan ja varmistaa saatavilla olevat vaihtoehdot. Esimerkiksi Oraksen Green Building -malliston virtaamarajoitettuja ECO-malleja on merkitty tuotetunnuksin, joiden loppuosa on muotoa -102, -104, -105, -106, jne. Nämä numerokoodit eivät välttämättä kerro edes kokeneelle suunnittelijalle mitään, mutta Oraksen edustajalta kysyttäessä on saatu lisätietoa. Esimerkiksi päätte -102 tarkoittaa,

että virtaama on 1,7 l/min eli hana täyttää vaatimuksen alle 2 l/min. Vastaavasti -104 tarkoittaa virtaamaa alle 4 l/min, jne.

Vaikka näitä vaihtoehtoja ei ole näkyvissä kaikille tuotteille, haluttu virtaamanrajoitin on kuitenkin saatavilla tilauksesta suurimpaan osaan ECO-malleista. Kun virtaamanrajoittimen saatavuus ja soveltuvuus on varmistettu valmistajalta, vesikalusteluetteloon merkitään urakoitsijaa varten rajoitinta vastaava tunnus mallinumeron perään. On huomioitava, että erikseen tilatun yhdistelmän toimitusaika voi olla muutamia viikkoja, koska ne tilataan erikseen tehtaalta.

Jos hana ei kuulu Oraksen Green Building -tuoteperheeseen ja siihen halutaan virtaamanrajoitin, valmistaja ohjeistaa käyttämään vipuhanan yhteydessä yksisuuntaventtiiliä. Mikäli vipuhanan virtaamaa rajoitettaisiin pelkästään virtaamaa rajoittavalla poresuuttimella esimerkiksi jälkikäteen, voi hanan sisällä tapahtua ristiinvirtausta: kylmä vesi pääsee lämpimän veden putkistoon ja päinvastoin, koska verkostossa on aina paine-eroa kuumen ja kylmän puolen välillä. Ristiinvirtausriski on sitä suurempi, mitä enemmän poresuuttimella virtaamaa rajoitetaan. Tämän vuoksi Oraksen suositus on, että alle 0,07 l/s (4,2 l/min) rajoitetut vesikalusteet vaativat kytkentäletkuihin yksisuuntaventtiilit esim. hanakulmayhteeseen. Kosketusvapaat hanat sisältävät aina automaattisesti yksisuuntaventtiilit kytkentäputkissa. Myös kaikissa termostaattisissa suihkunoissa on yksisuuntaventtiilit vakiona. [28; 29.] Vesikalusteluetteloä laatiessa nämä asiat tulee muistaa mainita urakoitsijalle esimerkiksi kuvan 10 osoittamalla tavalla.

Huomautukset

WC, LE-WC:

(perusmalli, LEED-hintavaikutusten laskentaa varten)

Vipuhana + Bidetta

Min 4,2 l/min = Laitetoimittajan suositus manuaalihanoissa

-> 0,056 l/s - 3,4 l/min kuitenkin mahdollinen -> (vaatii 1-suuntaventtiilit esim hanakulmayhteeseen)

H 2.a Pesuallashana	
H 2.a Pesuallashana	
Tyyppi	Pesuallashana
Malli (esimerkki)	Optima 1724FTZ-102
Valmistaja	Oras
Normivirta dm ³ /s	0,028
Painehäviö kPa (alustava)	300

Kuva 10. Esimerkki vesikalusteluetteloon kirjattavista huomioista liittyen hanan virtaamarajoituksiin [32].

Käyttäjäkokemuksiin perustuen Oras ei suosittele suihkuihin rajoittimia, joiden virtaama jää alle 8 l/min. Koska osassa luokitusjärjestelmistä on tätäkin tiukemmat kriteerit, pienemmän virtaaman tuotteita on kuitenkin oltava tarjolla. [28.]

Haastateltu suunnittelujohtaja toi esille, että kun rajoitus tapahtuu kalusteella, saadaan verkostoon tarpeeksi painetta. Kalusteen virtaamarajoitukset ovat siis hyvä asia jo verkoston tasapainon takia, jotta virtaamaa riittää hyvin laajalla painealueella.

4.6.2 Lämpimän veden kierto ja lämmönsiirtimen mitoitus

MagiCADissa on hyvin huonosti, käytännössä ei lainkaan, valittavissa ECO-malliston vesikalusteita. Jos suunnittelussa käyttää vastaavaa MagiCADin kirjastosta löytyvää ns. perushanaa, ohjelma laskee esimerkiksi lämpimän käyttöveden odotusajat väärin. Myös perushanojen virtaamatietona käytetään yleensä normivirtaamaa, vaikka se ei vastaisikaan todellisuutta. Näin ollen käyttövesiverkosto mitoitetaan lähtökohtaisesti aina normivirtaamien mukaan, jotta verkosto mahdollistaa myöhemmin laajentamisen tai vesikalusteiden vaihtamisen.

On toki mahdollista määritellä kalusteiden virtaamat todellisten virtaama-arvojen mukaan, mutta käytännössä suunnittelijat käyttävät suunnitelmissa peruskalusteita, jolloin lämpimän käyttöveden kiertojohto ns. mitoitetaan yli. Jos suunnitelmat haluttaisiin jostain syystä toteuttaa todellisten virtaamien mukaisilla pienvirtaamakalusteilla, voi vesivirrat määritellä kytkentäjohtoihin erikseen MagiCADin connection node -toiminnolla. Käytännössä olemassa olevan vesikalusteen voi hakkeroida myös itse vastaamaan rajoitettua kalustetta. Tällöin etenkin 2D-suunnittelussa riittäisi, että hanoja määriteltäisiin muutama ja käytettäisiin samaa mallia jokaisessa vastaavilla ominaisuuksilla varustetussa vesikalusteessa, vaikka hana ei ulkoisesti vastaisikaan todellisuutta.

Haastateltavat korostivat, että suunnittelijan tulee olla tarkkana lämpimän veden odotusajan kanssa. Koska pitkä odotusaika lisää vedenkulutusta, vettä säästetään mitoittamalla kiertojohto yli, jotta odotusaika pysyy lyhyenä. Tämä koskee yleisesti kaikkia suunnittelukohteita. Koska sertifiointihankkeissa saa lisäpisteitä eri tilojen vesimittaroinneista, saattaa suunnitteluvaiheessa tulla haasteita lämpimän veden odotusajan suhteen. Lämpimän veden kiertojohto joudutaan usein jättämään suhteellisen kauas vesikalusteista, koska kiertojohdon tulisi päättyä ennen vesimittaria. Vesimittari on lisäksi melko kallis investointi, joten niitä ei yleensä haluta asentaa enempää kuin on pakollista. Lämpimän veden odotuskavaatimuksia on jo pidennetty kumotun rakentamismääräyskokoelman asetus-tekstin 10 sekunnista nykyiseen 20 sekuntiin, vaikka suunnitteluarvona suositellaan yhä käytettävän 10 sekuntia [33, s. 13; 34, s. 9].

Haastateltavilta kysyttiin myös lämpimän käyttöveden lämmönsiirtimen mitoituksista. Kun kohteessa käytetään paljon virtaamarajoitettuja hanoja, tulee lämpimän käyttöveden lämmönsiirinkin mitoitettua todennäköisesti liian suureksi, kun mitoituksen pohjana käytetään vastaavia normikalusteita. Tämän vuoksi kaukolämmön vesivirtaa lämmönsiirtimessä säätävissä moottoriventtiileissä tulee olla riittävästi säätövaraa, jotta ne toimivat pienemmälläkin osateholla. Käytännössä kuitenkin nykyajan venttiileiden kanssa tässä ei yleisesti ollut koettu haasteita.

4.6.3 Kastelujärjestelmät

LEED-luokituksessa tontille ei ensisijaisesti saa asentaa kiinteää kastelujärjestelmää, vaan kastelu tulisi toteuttaa jollakin muulla tavoin. Jos kastelujärjestelmä kuitenkin rakennetaan, pisteitä saa, jos vetenä käytetään muuta kuin juomavettä. Edellä mainittu pätee myös BREEAMiin [35, s. 272; 25, s. 59]. Yksi vaihtoehto kiinteälle kastelujärjestelmälle on esimerkiksi sadevesien talteenottojärjestelmä, josta kastelu voidaan hoitaa. Näin kasteluun ei tarvitse käyttää juomakelpoista vettä. Jos kastelujärjestelmää ei toteuteta lainkaan, voidaan maiseointi toteuttaa kasveilla, jotka pärjäävät Suomen nykyisissä ja myös tulevaisuuden sääolosuhteissa ilman kastelua.

4.7 Viemäröinti

4.7.1 Jätevesiviemäröinti

Vedettömät urinaalit tuovat lisäpisteitä sertifiointihankkeissa. Nämä yhdessä pienvirtaamakalusteiden kanssa saattavat tuoda ongelmia jätevesiviemäreille. Vaikka luokitusjärjestelmät eivät suoraan aseta erityisiä kriteerejä viemäröinnille, tulee suunnittelussa kuitenkin ottaa huomioon muutamia haasteita. Yleisiä pienvirtaamakalusteista viemäreille aiheutuvia ongelmia ovat etenkin valurautaviemäreihin muodostuvat virtsakivet, jotka tukkivat viemäreitä ja aiheuttavat korjaustarpeita. WC-istuimien pienet vesivirtaamat tulisikin huomioida kokoojaputkien kallistuksissa. Suomen kumotun rakentamismääräyskokoelman D1 mukainen suositus kytkentäviemärin ja siihen liittyvän vaakaviemärin vähimmäiskaltevuudelle on 20 %, kun WC-istuimen huuhtelu on alle 6 litraa [34, s. 47].

Suomessa käytetään edelleen kumotun D1:n suosituksen mukaista DN 100 viemäriä WC-istuimille myös uudisrakennuksissa, vaikka viemäreiden vesimäärät ovat jo pitkään olleet huomattavasti pienempiä kuin aikaisemmin [34, s. 47]. Keski-Euroopassa yleisesti käytetty DN 90 -viemäri olisi näin ollen edellisessä kappaleessa mainittujen seikkojen valossa hyvin perusteltu vaihtoehto, joka

säästäisi myös materiaalia ja kustannuksia. Toistaiseksi rakennusvalvonnat eivät niitä kuitenkaan vielä Suomessa hyväksy määräysten vastaisina.

Vedettömät urinaalit vaativat toisinaan vesihuuhtelua, jolla ehkäistään viemäreiden ns. kivettyminen ja varmistetaan kalusteen moitteeton toiminta. Suunnittelijan on vähintäänkin hyvä pyrkiä suunnittelemaan urinaalilaan vesipiste, pesuallas tai pesukoneventtiili, josta tarvittaessa voidaan ottaa vettä urinaalin huuhtelua varten. Huolto-ohjelmassa tämä tarve olisi myös hyvä ottaa huomioon.

4.7.2 Sade- ja hulevesiviemärointi

Yleisesti ilmastonmuutos ja sen myötä mahdollisesti lisääntyvä sademäärä tulee ottaa huomioon hulevesiratkaisuja suunnitellessa. Uudesta kohteesta on suositeltavaa laatia tulvariskianalyysi, mutta sen hoitaa yleensä rakennusfysikaalinen suunnittelija. LEEDissä hulevesien käsittelyyn ei kohdistu pakollisia kriteerejä (liite 1), mutta pisteitä saa, jos tontin pinnoitetuille alueille satava vesi pystytään pidättämään suodattamalla, kokonaishaihduttamalla tai keräämällä ja uudelleenkäyttämällä 80–95-prosenttisesti. Hulevedet tulee käsitellä tontilla mahdollisimman luontoperustaisesti. Näitä viivytyksratkaisuja voivat olla esimerkiksi viherkatto, sadepuutarha, lammikko ja läpäisevät piha-alueen pinnoitteet. Tavanomaiset huleveden varastointi- ja viivyttämiskäytännöt, kuten keinotekoiset altaat, kaivot ja putket, hyväksytään ainoastaan, jos ne ovat yhteensovitetuna luontoperustaisten ratkaisujen kanssa. [25, s. 3.]

Rakennustiedon Hanke2022-ympäristöluokitus antaa pisteitä hulevesikuormituksen pienentämisestä. Viherkertoimen iWater-laskennan perusteella korkeintaan 25 % tontin sadannasta jää viivyttämättä. Luokitus hyväksyy erilaiset viivytyksratkaisut, eli se ottaa huomioon sekä hulevesimäärän pienentämisen eri ratkaisuilla että erilaisten hulevesirakenteiden käytön. Luokituksessa kuitenkin korostetaan luonnon monimuotoisuutta ja viherrakentamista, jotka täytyy ottaa huomioon myös hulevesien hallintarakenteita suunnitellessa. [17, s. 55–56; 18, s. 57–58.]

BREEAM ohjaa LEEDin tavoin luontoperusteisiin huleveden käsittelyratkaisuihin tai uudelleenkäyttöön. Vaihtoehtona on esimerkiksi, että sadevettä läpäisemättömien alueiden pinta-ala ei saisi kasvaa tai ne täytyy pystyä käsittelemään tontilla. [36, s. 200.] Joskus voi kuitenkin olla tilanne, ettei sadeveden viivyttämiin yksinkertaisesti ole tilaa eikä mahdollisuuksia esimerkiksi kaupungin keskustan pienellä tontilla.

4.8 Ilmanvaihto

Ilmanvaihdon osalta haastatteluissa tuli ilmi muutamia tavallisesta poikkeavia ratkaisuja. Nämä ovat yksittäisiä huomioita, jotka tulee aina käydä läpi hankekohtaisesti. BREEAM ja Rakennustiedon ympäristöluokitus noudattavat kumotun Rakentamismääräyskokoelman D2 ja Sisäilmastoluokituksen 2018 standardeja, mutta LEEDin vaatimukset pohjautuvat ASHRAE 62.1-2010-standardin kappaleiden 4–7 vähimmäisvaatimuksiin. Käytännössä rakentamismääräyskokoelman D2-osan mukaisesti suunniteltu rakennus täyttää ASHRAEn vaatimukset muutamaa poikkeusta lukuun ottamatta. ASHRAE-standardissa on mm. seuraavia D2:sta poikkeavia vaatimuksia:

- Tuloilmamäärä varastoissa 0,6 l/s/m² (0,8 l/s/m², jos varastossa säilytetään nesteitä)
- poistoilmamäärä siivouskomoissa 5,0 l/s/m²
- poistoilmakapasiteetti parkkihallissa 3,7 l/s/ m² (koneellista poistilmaa ei tarvita, jos parkkihallin kaksi sivua ovat avonaisia).

ASHRAE-standardissa IV-suunnittelun perusteena käytetään neliöitä, ei henkilö määrää. Luonnollisesti suunnitelmien tulee kuitenkin täyttää myös suomalaiset standardit, jolloin tiukempaa kriteeristöä tulee noudattaa.

Vaihtoehtoina ASHRAE-standardille LEEDin vaatimuksen mukaisen ilmanvaihdon on täytettävä CEN EN 15251-2007 -standardin vähimmäisvaatimukset ja CEN EN 13779-2007 -standardin vaatimukset. Muuttuvan ilmajärjestelmässä tulee olla erillinen ulkoilmamäärän mittaus, jolla voidaan seurata tuloilmakoneiden tuloilmavirtaa 10 %:n tarkkuudella. Jos tuloilmavirta eroaa 15 %

oletusarvosta, täytyy tästä lähteä hälytys rakennusautomaatiojärjestelmään. Jokaisessa IV-koneessa on oltava ilmamäärän mittaus ja hälytys. Vakioilmavirtainen järjestelmä tulee tasapainottaa ulkoilmamääriltään vähintään ASHRAE 62.1.2010 -standardin mukaiseksi. [25, s. 9; 27.]

Toistaiseksi ulkoilmamäärän mittaaminen puhaltimessa olevalla mittauksella ei ole LEEDissä hyväksytty mittaustapa (25, s. 9; 27). Haastatteluissa tuli esille, että teknisiä ratkaisua muunlaiseen mittaustapaan ei löydy valmiina. Laittevalmistajilla on tarjota vain kanavaan asennettavaa mittasiipeä 500 mm:iin asti. IV-konehuoneissa, joissa kanavat mutkittelevat, on usein vaikeaa noudattaa IMS:n vaatimia suojaetäisyyksiä, varsinkin kun käytännön kokemusten mukaan suojaetäisyyksiin on hyvä lisätä vielä vähän ylimääräistä valmistajan suositusten päälle. Ratkaisuna tuloilmamittaus on toteutettu esimerkiksi peräkkäin sijaitsevien lämmitys- ja jäähdytyspatterien väliseen rakennusosaan, jolloin patterit tasaavat ilmavirran tasaiseksi laminaariseksi virtaukseksi mahdollistaen mittauksen. Automaatiokuvien tulee vastata täydellisesti suunniteltuja tasokuvia.

Vaatus erillisestä mittauksesta on hiukan erikoinen nykypäivänä, kun laittevalmistajien lupaama tarkkuus puhaltimen omalla mittauksella mittauslaipoilla tai anemometrillä toteutettuna on vähemmän kuin 10 % [38]. Nykyajan puhaltimissa puhaltimen ilmamäärätuotto eri painetuotoilla on valmistajan omissa laboratorioissa määrittämää oikeaan mittaukseen perustuvaa tietoa, joten data on luotettavuudeltaan aivan eri luokkaa kuin aiemmin moottorin pyörimisnopeutta säättävän taajuusmuuttajan taajuudesta mitattu tieto.

4.9 Lämmitys ja jäähdytys

Lämmitys ja jäähdytys liittyvät läheisesti ympäristöluokitusjärjestelmien vaatimukseen rakennuksen energiatehokkuudesta. Rakennuksista on laadittava energiasimulointi, ja LVI-suunnittelijan tehtävänä on toimittaa energiasimuloinnin tekijälle laskijan pyytämä lähtöaineisto. LEED-hankkeessa energiatehokkuuteen liittyvät vaatimukset pohjautuvat ASHRAE 90.1-2010 -standardin Mandatory Provisions -vaatimukseen, jotka ovat ko. sertifioinnin minimivaatimuksia. LVI-

suunnittelijan tulee yhdessä energiasuunnittelijan kanssa nimetä ilmanvaihdon ja lämmityksen osalta kaksi vaihtoehtoista ratkaisua, joilla käytönaikaista energiankulutusta voitaisiin vähentää. Näitä vaihtoehtoja arvioidaan energiasimulointien avulla. [25, s. 2 ja 6.]

Lämmitys- ja jäähdytysjärjestelmien suunnittelun suhteen ympäristöluokitukset näyttivät haastattelujen perusteella aiheuttavan yleisesti hyvin vähän poikkeuksia perusratkaisuihin, koska energiatehokkuus on perusvaatimus kaikessa suunnittelussa. Haastateltavien henkilöiden sertifikaattihankkeiden aikana on tullut eteen suunnitelmia esimerkiksi jäteveden talteenotosta lämmityksen käyttöön, mutta niitä ei lopulta ole kuitenkaan viety suunnitelmiin asti, koska järjestelmän rakentamista ei ole koettu tarpeeksi kannattavaksi tai ratkaisuille ei ole ollut tarpeeksi tilaa. Näitä on kuitenkin toteutettu useissa muissa hankkeissa.

Jäähdytyksen osuus rakennuksen energiankulutuksesta tulee varmasti kasvamaan tulevaisuudessa, ja jäähdytysjärjestelmiä suunnitellaan jo nyt entistä enemmän uusiin ja peruskorjattaviin kohteisiin. Jäähdytyksessä on käytännössä kyse rakennuksen lämpöenergian poistamisesta jonnekin muualle, nykyisellään pääasiassa ulkoilmaan tai energialaitoksen kaukojäähdytysverkkoon. Jotta tämä lämpöenergia saadaan talteen, sitä voidaan varastoida maaperään tai lämpöakkuihin lämmityskauden tarpeita varten.

Jäähdytyksessä tulee kiinnittää huomiota myös käytettäviin kylmäaineisiin, niiden elinkaaren aikaisiin kasvihuonepäästöihin, johon vaikuttaa mm. kylmäaineen GWP-arvo. CFC-pohjaisia yhdisteitä ei saa käyttää missään taloteknisessä järjestelmässä [25, s. 7].

5 Johtopäätökset ja kehitysehdotukset

5.1 Johtopäätökset

Haastattelujen ja kirjallisuuslähteiden perusteella erilaiset ympäristösertifiointi- eli luokitusjärjestelmien tekniset vaatimukset noudattavat hyvin pitkälti samoja periaatteita kuin suunnittelutoimistoissa yleisesti käytössä olevat suunnitteluratkaisut. Parhaimpaan luokitustasoon päästäkseen suunnittelijoiden on kuitenkin nähtävä enemmän vaivaa ja etsittävä uusia suunnitteluratkaisuja.

Rakennuksen sertifiointin tarkoituksena on osoittaa rakennus- tai korjaushankkeen tilaajan sekä rakennuksen ympäristömyönteisyys ja kestävän kehityksen mukainen toiminta läpi koko hankkeen ja rakennuksen elinkaaren ajan. Tilaajan ja kiinteistösijoittajan kannalta kiistattoman tärkeää on myös saadun sertifikaatin vaikutus rahoituksen saamiseen. LVI-suunnitteluun vaikuttavin osin kriteeristöt ovat keskenään melko samanlaisia, vaikka joitain painotus- ja vaatimustasoeroja löytyykin. Tavoiteltu sertifiointiluokka ja taso määritellään aina hankekohtaisesti: tilaaja päättää, mitä luokitusta ja tasoa lähdetään tavoittelemaan, ja sen mukaan eri suunnittelualat pyrkivät löytämään vaatimukset täyttävät parhaat ratkaisut ympäristökonsultin avustuksella.

Eniten sertifikaattihankkeen aiheuttamaa ylimääräistä suunnittelutyötä aiheuttavat vesikalusteiden tiukat virtaamavaatimukset. Virtaamarajoitettuja peruskalusteita on nykyään jo hyvin saatavilla, mutta ne eivät välttämättä aina kohtaa arkkitehdin toivoman designin kanssa. Oikean ja kaikkia osapuolia tyydyttävän ratkaisun löytyminen vaatii yhteistyötä LVI- ja arkkitehtisuunnittelijoiden välillä sekä usein myös yhteydenottoa kalustevalmistajaan, koska kaikkia vaihtoehtoja ei ole yleisesti esillä.

Suunnittelutyön lisäksi työtä aiheuttavat sertifiointihankkeiden vaatimien suunnitteluratkaisujen dokumentointi ja todistusaineiston kokoaminen sekä oikean tiedon löytäminen. Näihin liittyen haastattelujen perusteella kerättiin kehitysehdotuksia työn sujuvoittamiseksi.

5.2 Kehitysehdotukset

Haastattelujen ja keskustelujen pohjalta nousi esiin muutamia kehitysehdotuksia, joilla voitaisiin parantaa LVI-suunnittelijoiden tiedonsaantia ja ohjeistusten saatavuutta ympäristöluokitushankkeissa. Selkeästi ja vapaasti kaikkien suunnittelijoiden saatavilla olevat materiaalit lisäisivät myös yleistä tietoisuutta ympäristöluokitusjärjestelmistä, koska aihetta ei esimerkiksi LVI-insinöörin koulutuksessa sivuta ollenkaan. Kehitysideoina ja jatkokehittelyn tueksi esitettiin mm. seuraavia toimenpiteitä:

- Kriteeristöjen yhteenvetojen ja viimeisimpien ohjeiden tulisi olla esillä yrityksen sisäisissä koulutus- ja tukimateriaaleissa, joista löytyisi vähintäänkin linkit viimeisimpien kriteeristöjen versioihin.
- Yrityksen kohderekisterijärjestelmiin kiinteistön tietojen kohdalle olisi hyvä olla mahdollisuus lisätä maininta tai merkintä mahdollisesta sertifikaatista ja sen tasosta, jotta tieto olisi heti kaikkien projektiin osallistuvien nähtävillä. Tämä mahdollistaisi myös ympäristöluokitushankkeiden määrän tilastoinnin.
- Edellisen lisäksi tai vaihtoehtoisesti jo tarjouspohjassa saisi olla maininta siitä, että sertifikaatti tai sen tarve tulee tarkistaa.
- Sertifikaatin myöntävän tahon verkkosivuilla oleva ajantasainen luettelo sertifikaattikohteista olisi hyvä olla linkitettyinä kaikkien saataville esimerkiksi liiketoimintaohjeiden yhteyteen.
- Ympäristökonsulttien LVI-tietämystä voisi lisätä esimerkiksi konsultteille suunnatulla koulutuksella, jotta he osaisivat entistä paremmin itse tulkita tasopiirustuksia ja järjestelmäkaavioita tarvittavilta osin.
- Malliasiakirjaa toivottiin todistusaineiston laatimisen tueksi. Malliasiakirjassa voisi olla esitettynä kaikki yleisimmät ko. sertifiointijärjestelmän todistusaineistovaatimukset varustettuna valmiin esimerkkitekstein, joita voidaan käyttää dokumentoinnin pohjana ja tarvittaessa poistaa tarpeettomia vaatimuksia projektikohtaisesti.

Insinööriyön tuloksena syntyi myös asiantuntijoiden toivoma yhteenvetotaulukko vesikalusteiden virtaamavaatimuksista yleisimpien sertifiointijärjestelmien osalta (liite 2). Tätä taulukkoa käytettäessä tulee huomioida, että BREEAMin ja LEEDin osalta lopulliset virtaamavaatimukset määritetään tai tarkennetaan hankkeen sertifioinnista vastaavan tahon toimesta. Taulukko tulee myös muistaa tarvittaessa päivittää sitä mukaa kun uusia versioita kriteeristöistä julkaitaan, jos muutokset koskevat myös virtaamavaatimuksia.

Kaiken kaikkiaan ympäristösertifiointeihin liittyvän tiedon saatavuudessa ja löydettävyydessä todettiin olevan parantamisen varaa, ja suhteellisen pienillä muutoksilla sekä avoimella tiedonjakamisella tilannetta saataisiin ehkä korjattua parempaan suuntaan.

6 Yhteenveto

Opinnäytetyön tarkoituksena oli tutkia, miten sertifikaattihankkeiden vaatimukset vaikuttavat erityisesti LVI-suunnitteluun ja LVI-suunnittelijan työhön. Tavoitteena oli tuoda työn tilaajalle jatkokehitystä varten esille kehitys- ja parannusehdotuksia, jotka toisivat kriteeristöjen vaatimuksia helpommin suunnittelijoiden tietoon ja käyttöön, tehostaisivat ja selkeyttäisivät kohteiden suunnitteluun liittyvää sertifioinnin aiheuttamaa työtä ja todistusaineiston laatimista sekä sujuvoittaisivat suunnittelijan ja konsultin välistä yhteistyötä. Lisäksi työssä tuotiin esille teema-haastattelujen perusteella asioita, joista varsinkin ympäristöluokitushankkeissa ensimmäistä kertaa mukana oleva LVI-suunnittelija saisi hyödyllistä tietoa ja vinkkejä suunnittelun tueksi

Aluksi esiteltiin hyvin lyhyesti kaikki tässä työssä mukana olleet ympäristöluokitusjärjestelmät eli LEED, BREEAM ja Rakennustiedon ympäristöluokitus sekä EU-taksonomia. Työssä käytiin läpi keskeisimpiä kriteerejä sekä luokitusasoja. Seuraavaksi esiteltiin haastatteluissa ilmi tulleita seikkoja. Tässä työssä kiinnitettiin huomiota asioihin, joista varsinkin ympäristöluokitushankkeissa ensimmäistä kertaa mukana oleva LVI-suunnittelija voisi saada hyödyllistä tietoa suunnittelun tueksi. Käytännössä tämä tarkoitti sellaisia suunnitteluratkaisuja, jotka mahdollisesti poikkeavat tavanomaisesta LVI-suunnittelusta tai jotka ainakin on hyvä ottaa huomioon sertifikaattikohteita suunnitellessa.

Haastattelujen perusteella itse kriteeristöt ja niihin sopivien suunnitteluratkaisujen löytyminen koettiin suhteellisen helpoksi. Sertifikaattihankkeiden suunnitteluratkaisut eivät suurimmilta osin merkittävästi poikenneet tavanomaisista ratkaisuksista, koska energiatehokkuus on nykyään jo arkipäivää kaikessa LVI-suunnittelussa. Vesikalusteiden virtaamavaatimukset koettiin merkittävimmäksi tekniseksi yksityiskohdaksi, jonka huomioiminen saattaa välillä tuottaa paljon ylimääräistä työtä ja selvittelyä, joten tätä käsiteltiin työssä muita aiheita laajemmin. Muista tekniikan aloista nostettiin esiin muutamia tärkeimpiä huomioita.

Vaadittujen ja toteutuneiden suunnitteluratkaisujen todistusaineiston dokumentoinnin koettiin tuottavan eniten lisätyötä LVI-suunnittelijalle, etenkin BREEAM-hankkeissa. Myös luokitusjärjestelmien kriteeristöjen materiaalien ja ohjeistusten löytäminen tuotti suunnittelijoille päänvaivaa. Haastatteluissa tuotiin esiin muutamia tiedonjakoon liittyviä ideoita, ja niiden pohjalta laadittiin kehitysehdotuksia eteenpäin työn tilaajalle kehitettäväksi.

Lähteet

- 1 Ympäristöluokitukset. Verkkoaineisto. Green Building Council Finland. <<https://figbc.fi/ymparistoluokitukset>>. Luettu 3.2.2024.
- 2 Meistä. Verkkoaineisto. Granlund Oy. <<https://www.granlund.fi/meista/>>. Luettu 17.2.2024.
- 3 Kuittinen, Matti & le Roux, Simon. 2017. Ympäristöopas 2017. Vähähiilisen rakentamisen hankintakriteerit. Helsinki: Ympäristöministeriö.
- 4 Ympäristösertifioinnit. Verkkoaineisto. Granlund Oy. <<https://www.granlund.fi/palvelut/ymparistosertifioinnit/>>. Luettu 1.3.2024.
- 5 Leed-sertifikaatti takaa energiatehokkaita kiinteistöjä. 2023. Verkkoaineisto. Raksystems. <<https://raksystems.fi/ajankohtaista/leed-sertifikaattitakaa-energiatehokkaita-kiinteistoja/>>. 2.2.2023. Luettu 3.2.2024.
- 6 Suomessa suhteellisesti suuri määrä rakennusten käyttövaiheen LEED-ympäristösertifiointeja. 2023. Verkkoaineisto. Raksystems. <<https://raksystems.fi/tiedote/suomessa-suhteellisesti-suuri-maara-rakennusten-kayttovaiheen-leed-ymparistosertifiointeja/>>. 15.10.2023. Luettu 5.3.2024.
- 7 LEED Reference guide for Building Design and Construction. Versio v4. 2017. U.S. Green Building Council. Päivitetty 8/2017.
- 8 LEED Project Directory. Verkkoaineisto. U.S. Green Building Council. <<https://www.usgbc.org/projects?SearchResultsSortOption=%22Featured+Projects%22>>. Luettu 9.3.2024.
- 9 Mitkä ovat rakentamisen sertifikaatit rakennushankkeille? 2022. Verkkoaineisto. RakentajaPRO. <<https://rakentaja.pro/artikkelit/mitk%C3%A4-ovat-rakentamisen-sertifikaatit-rakennushankkeille/>>. 28.4.2021. Päivitetty 15.11.2022. Luettu 5.3.2024.
- 10 BREEAM-sertifikaatti soveltuu poikkeuksellisellekin kohteelle. 2023. Verkkoaineisto. Raksystems. <<https://raksystems.fi/ajankohtaista/breeam-sertifikaatti-soveltuu-poikkeuksellisellekin-kohteelle/>>. 28.12.2023. Luettu 3.2.2024.
- 11 Baulding, Lesley. 2020. LEED Certification. How to Become a LEED Silver Certified Contractor. Verkkoaineisto. Everblue Training Institute. <<https://everbluetraining.com/how-become-leed-silver-certified-contractor/>>. Päivitetty 27.4.2020. Luettu 5.2.2024.

- 12 Certified BREEAM Assessments. Verkkoaineisto. BRE Global. <<https://www.greenbooklive.com/search/scheme.jsp?id=202>>. Luettu 5.2.2024
- 13 How BREEAM works. Verkkoaineisto. BRE. <<https://bregroup.com/products/breeam/how-breeam-works/>>. Luettu 5.2.2024.
- 14 Rakennustiedon ympäristöluokitus. Verkkoaineisto. Rakennustieto Oy. <<https://ymparisto.rakennustieto.fi/rakennustiedon-ymparistoluokitus>>. Luettu 4.2.2024.
- 15 Rakennustiedon ympäristöluokituksen käyttäjälisenssi ja hinnasto. Verkkoaineisto. Rakennustieto Oy. <<https://ymparisto.rakennustieto.fi/rakennustiedon-ymparistoluokitus/rakennustiedon-ymparistoluokitusl-kayttajalisenssi-ja-hinnasto>>. Luettu 9.3.2024.
- 16 Ympäristöluokituksen hankegalleria. Verkkoaineisto. Rakennustieto Oy. <<https://ymparisto.rakennustieto.fi/rakennustiedon-ymparistoluokitus/hankegalleria>>. Luettu 9.3.2024.
- 17 RTS-ympäristöluokitus Hanke2022: Toimitila- ja palvelurakennukset. Rakennushankkeen ympäristöluokitus V 2.1. Verkkoaineisto. 2022. Rakennustieto Oy. <https://tiedostot.rakennustieto.fi/ymparisto/yl/rts-ymparistoluokitus_v2-1_hanke2022_toimitila_ ja_palvelurakennukset2022_221110.pdf>. 1.11.2022. Luettu 9.3.2024.
- 18 RTS-ympäristöluokitus Hanke2022: Asuinkerrostalot. Rakennushankkeen kriteeristö V 2.1. Verkkoaineisto. 2022. Rakennustieto Oy. <https://tiedostot.rakennustieto.fi/ymparisto/yl/rts-ymparistoluokitus-_2-1_hanke2022_asuinkerrostalot_221109.pdf>. 1.11.2022. Luettu 9.3.2024.
- 19 Rakennustiedon ympäristöluokitus. Käyttö2023 Toimitila- ja palvelurakennukset. Käytössä olevan rakennuksen kriteeristö. V 1.1. Verkkoaineisto. 2023. Rakennustieto Oy. <https://tiedostot.rakennustieto.fi/ymp/Kaytto2023_toimitila_231115.pdf> 15.11.2023. Luettu 9.3.2024.
- 20 Rakennustiedon ympäristöluokitus. Käyttö2023 Asuinrakennukset. Käytössä olevan rakennuksen kriteeristö V 1.1. Verkkoaineisto. 2023. Rakennustieto Oy. <https://tiedostot.rakennustieto.fi/ymp/Kaytto2023_asunnot_231115.pdf>. 15.11.2023. Luettu 9.3.2024.
- 21 EU-taksonomia. Verkkoaineisto. Green Building Council Finland ry. <<https://figbc.fi/opi-lisaa/eu-taksonomia>>. Luettu 15.1.2024.

- 22 Komission delegoitu asetus. 2021. Asetus (EU) 2021/2139. Verkkoaineisto. Euroopan unionin virallinen lehti 4.6.2021. <<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FI/TXT/PDF/?uri=CELEX:02021R2139-20230101>>. Luettu 5.3.2024.
- 23 Walden, Michael. Mitä on muuntojoustavuus? 2023. Teho-opisto. Helsinki. 6.7.2023. <<https://teho-opisto.fi/mita-on-muuntojoustavuus/>> luettu 17.2.2024.
- 24 LVI-suunnittelijan NCv6 BREEAM-ohjeet. 2022. Yrityksen sisäinen aineisto. Granlund Oy.
- 25 LEED ohje. LVI suunnittelijan vastuut LEED hankkeessa. 2019. Yrityksen sisäinen aineisto. Ramboll.
- 26 LVI-suunnittelijan RFO 2015 BREEAM-ohjeet. 2022. Yrityksen sisäinen aineisto. Granlund Oy.
- 27 LEED v 4 ohjeet LVIA. 2024. Yrityksen sisäinen aineisto. Granlund Oy.
- 28 Vehanen, Markku. 2024. Tuotepäällikkö, tekniset venttiilit, Oras Oy, Rauma. Sähköposti 8.2.2024.
- 29 Green Building -tuotteet. 2023. Verkkoaineisto. Oras Oy. <<https://www.oras.com/fi/ammattilaiset/green-building>>. Luettu 17.3.2024.
- 30 Oras Natura ECO suihkuseti. Tuotelehti. 2024. Verkkoaineisto. Oras Oy. <<https://www.oras.com/fi/tuoteperheet/oras-natura/suihkuseti/500#guides>>. Luettu 17.3.2024.
- 31 Oras Optima Style ECO Suihkuhana ja suihkuseti. Tuotelehti. 2024. Verkkoaineisto. Oras Oy. <<https://www.oras.com/fi/tuoteperheet/oras-optima-style/suihkuhana-ja-suihkuseti/7169-109>>. Luettu 17.3.2024.
- 32 LVI huonelaiteluettelo, vesi ja viemäri. 2020. Yrityksen sisäinen aineisto. Granlund Oy.
- 33 Talotekniikkainfo. Vesi- ja viemärlaitteistot -opas. 2023. Verkkoaineisto. Talotekninen teollisuus ja kauppa ry. <<https://talotekniikkainfo.fi/vesi-ja-viemarilaitteistot-opas>>. Päivitetty 7.6.2023. Luettu 10.3.2024.
- 34 Viemärlaitteiston mitoitusohjeet (D1/2007 liite 4). 2007. Verkkoaineisto. Ympäristöministeriö. <https://talotekniikkainfo.fi/sites/default/files/d1_2007_liite_4.pdf>. Luettu 10.3.2024.

- 35 BREEAM International New Construction, version 6.0. 2021. Global Ltd.
- 36 BREEAM International Non-Domestic Refurbishment 2015. BRE Global Ltd.
- 37 ANSI/ASHRAE Standard 62.1-2010. Ventilation for Acceptable Indoor Air Quality. 2010. ASHRAE.
- 38 Liikola, Tommi. 2024. Tuoteryhmäpäällikkö, ETS Nord Suomi, Tuusula. Sähköposti 19.3.2024.

LEED v4 pisteytystaulukko

LEED v4 -työkalun pisteet ja pakolliset vaatimukset LVI:n osalta [7, s. 22–25].

TABLE 2. Credit Attributes														
Category	Prerequisite/ Credit	Credit Name	Eligibility		Design/ Construction	Exemplary Performance	Points							
			Campus Approach	Group Approach			New Construction	Core and Shell	Schools	Retail	Data Centers	Warehouses and Distribution Centers	Hospitality	Healthcare
WE														
Water Efficiency														
WE	P	Outdoor Water Use Reduction	C	G	D	no	Req'd	Req'd	Req'd	Req'd	Req'd	Req'd	Req'd	Req'd
WE	P	Indoor Water Use Reduction	-	-	D	no	Req'd	Req'd	Req'd	Req'd	Req'd	Req'd	Req'd	Req'd
WE	P	Building-Level Water Metering	-	-	D	no	Req'd	Req'd	Req'd	Req'd	Req'd	Req'd	Req'd	Req'd
WE	C	Outdoor Water Use Reduction	C	G	D	no	2	2	2	2	2	2	2	1
WE	C	Indoor Water Use Reduction	-	G	D	yes	6	6	7	7	6	6	6	7
WE	C	Cooling Tower Water Use	C	G	D	no	2	2	2	2	2	2	2	2
WE	C	Water Metering	-	-	D	no	1	1	1	1	1	1	1	1
EA														
Energy and Atmosphere														
EA	P	Fundamental Commissioning and Verification	-	G	C	no	Req'd	Req'd	Req'd	Req'd	Req'd	Req'd	Req'd	Req'd
EA	P	Minimum Energy Performance	-	-	D	no	Req'd	Req'd	Req'd	Req'd	Req'd	Req'd	Req'd	Req'd
EA	P	Building-Level Energy Metering	-	-	D	no	Req'd	Req'd	Req'd	Req'd	Req'd	Req'd	Req'd	Req'd
EA	P	Fundamental Refrigerant Management	C	-	D	no	Req'd	Req'd	Req'd	Req'd	Req'd	Req'd	Req'd	Req'd
EA	C	Enhanced Commissioning	-	G	C	no	6	6	6	6	6	6	6	6
EA	C	Optimize Energy Performance	-	G	D	yes	8	8	8	8	8	8	8	20
EA	C	Advanced Energy Metering	-	-	D	no	1	1	1	1	1	1	1	1
EA	C	Demand Response	-	G	C	no	2	2	2	2	2	2	2	2
EA	C	Renewable Energy Production	-	G	D	yes	3	3	3	3	3	3	3	3
EA	C	Enhanced Refrigerant Management	Opt 1-yes	-	D	no	1	1	1	1	1	1	1	1
EA	C	Green Power and Carbon Offsets	Opt 2-no	G	C	no	2	2	2	2	2	2	2	2
EQ														
Indoor Environmental Quality														
EQ	P	Minimum Indoor Air Quality Performance	-	-	D	no	Req'd	Req'd	Req'd	Req'd	Req'd	Req'd	Req'd	Req'd
EQ	P	Environmental Tobacco Smoke Control	C	G	D	no	Req'd	Req'd	Req'd	Req'd	Req'd	Req'd	Req'd	Req'd
EQ	P	Minimum Acoustic Performance	-	-	D	no	n/a	n/a	Req'd	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a
EQ	C	Enhanced Indoor Air Quality Strategies	-	-	D	yes	2	2	2	2	2	2	2	2
EQ	C	Low-Emitting Materials	-	G	C	yes	3	3	3	3	3	3	3	3
EQ	C	Construction Indoor Air Quality Management Plan	-	G	C	no	1	1	1	1	1	1	1	1
EQ	C	Indoor Air Quality Assessment	-	-	C	no	2	n/a	2	2	2	2	2	2
EQ	C	Thermal Comfort	-	-	D	no	1	n/a	1	1	1	1	1	1
EQ	C	Interior Lighting	-	G	D	no	2	n/a	2	2	2	2	2	1
EQ	C	Daylight	-	-	D	no	3	3	3	3	3	3	3	2
EQ	C	Quality Views	-	-	D	yes	1	1	1	1	1	1	1	2
EQ	C	Acoustic Performance	-	-	D	no	1	n/a	1	n/a	1	1	1	2

Vesikalusteiden virtaamavaatimukset luokitusjärjestelmittäin

Taulukot ovat kuvia tilaajalle laadituista virtaamataulukosta.

Vesikaluste	Virtaamaehdotus				1 dm ³ = 1 litra
	RTS-ympäristöluokitus Hanke2022: Toimitila- ja palvelurakennukset*	RTS- ympäristöluokitus Hanke2022: Asuinkerrostalot	Rakennustiedon ympäristöluokitus Käyttö 2023: Toimitila- ja palvelurakennukset	Rakennustiedon ympäristöluokitus Käyttö 2023: Asuinrakennukset	Yksikkö
WC-istuim					
- kaksihuuhTELulla			4,5	4,5	keskimääräinen huuhtelumäärä (dm ³)**
iso huuhtelu	6	4			huuhtelumäärä/iso huuhtelu (dm ³)
pieni huuhtelu	3	2,5			huuhtelumäärä/pieni huuhtelu (dm ³)
- yksihuuhTELulla	4,5		4,5	4,5	huuhtelumäärä/pieni huuhtelu (dm ³)
Urinaalit (autom. ohjauksella)	2				virtaama (dm ³ /urinaali/h)
Urinaalit			2		huuhtelumäärä (dm ³)
Pesuallashanat	5	5	6	6	virtaama (dm ³ /min)
Keittiöhana					virtaama (dm ³ /min)
Suihkut	8	11	8	12	virtaama (dm ³ /min)
* Vesikalustetyypeittäin (WC-istuimet, urinaalit, pesuallashanat tai suihkut) voidaan myös laskea vesikalusteiden ominaiskulutuksen kalustemäärällä painotettu keskiarvo, jolloin yksittäinen kaluste voi olla suurempi kuin vaatimus. Virtaamavaatimuksen täyttymiseen voidaan hyödyntää mahdollista kalustekohtaista virtaamarajoitinta. Vesikalustevaatimukset koskevat vain yllä esitettyjä normaaleja vesikalusteita. Vesikalustevaatimuksia ei ole erityistilojen (valmistuskeittiöt, keittiöt, laboratoriot, sellitilat tmv) tai teknisten tilojen (siivoustilat) vesikalusteille, joiden käyttö on vähäistä tai joihin liittyy tilan toimintaan liittyviä erityisvaatimuksia.					
** Huuhtelusuhde (iso:pieni):					
- Käyttö2023	1:2				
- EU-taksonomia	1:3 (täysi huuhtelumäärä max. 6 dm ³ , keskimääräinen max. 3,5 dm ³)				

Kuva 1. Rakennustiedon ympäristöluokituksen virtaamavaatimukset [17, s. 53–54; 18, s. 56; 19, s. 37; 20, s. 34].

Vesikaluste	Virtaamaehdotus		1 dm ³ = 1 litra
	EU-taksonomia 7.1. Uudet rakennukset	EU-taksonomia 7.2. Olemassa olevat rakennukset	Yksikkö
WC-istuin			
- kaksihuuhtelulla	3,5	3,5	keskimääräinen huuhtelumäärä (dm ³)**
iso huuhtelu	6	6	huuhtelumäärä/iso huuhtelu (dm ³)
pieni huuhtelu			huuhtelumäärä/pieni huuhtelu (dm ³)
- yksihuuhtelulla	3,5	3,5	huuhtelumäärä/pieni huuhtelu (dm ³)
Urinaalit (automaattisella ohjauksella)	2	2	virtaama (dm ³ /urinaali/h)
Urinaalit	1	1	huuhtelumäärä (dm ³)
Pesuallashanat	6	6	virtaama (dm ³ /min)
Keittiöhana	6	6	virtaama (dm ³ /min)
Suihkut	8	8	virtaama (dm ³ /min)
** Huuhtelusuhte (iso:pieni):	1:3 (täysi huuhtelumäärä max. 6 dm ³ , keskimääräinen max. 3,5 dm ³)		

Kuva 2. EU-taksonomian virtaamavaatimukset [22, s. 138 ja 141].

LEEDv4 - Vedenkulutustasot eri vesikalusteille				
New Construction, Core and Shell, Schools, Retail, Data Centers, Warehouse and Distribution Centers, Hospitality, Healthcare				
TÄRKEÄÄ! Hankkeen sertifiointin ohjauksesta vastaava taho määrittää / tarkentaa vaaditun virtaamatason! Käytettävä vaihtoehto (1 tai 2) on oltava tiedossa ennen tämän taulukon arvojen soveltamista. Usage-based calculation (vaihtoehto 2) laskemiseen käytetään LEED Indoor Water Use Reduction Calculator -laskuria, jonka kautta voi vielä tulla tiukennuksia maksimivirtaamavaatimuksiin. Tässä taulukossa on esitetty minimitaso. Varsinaisia LEED-pisteitä tavoitellessa vähennyksen tulee olla 25-50 % perustasosta.				
Vesikaluste	BASELINE Perustaso*	INDOOR WATER USE REDUCTION -20% perustasosta, PAKOLLINEN MINIMIVAATIMUS*	vaihtoehto 1: Prescriptive achievement - path*	Yksikkö
WC-istuin**	6	4,8	4,8	huuhtelumäärä (dm ³)
Pesuallashana (käsienspesu)***	1,9 / 8,3	1,5 / 6,6	1,5 / 5,7	virtaama (dm ³ /min)
Suihku	9,5	7,6	7,6	virtaama (dm ³ /min)
Kylpyamme				täyttökerta (dm ³)
Urinaalit	3,8	3,0	1,9	huuhtelumäärä (dm ³)
-sarjaan kytketyt (autom. huuhtelu tai vedetön)				virtaama (dm ³ /urinaali/h)
-yksittäiset (autom. huuhtelu tai vedetön)				virtaama (dm ³ /urinaali/h)
Harmaa vesi / sadevesi				% WC:n / urinaalien vedenkäytöstä korvattu
Taukokeittiön pesuallashana	8,3	6,6	6,7	virtaama (dm ³ /min)
Ravintolakeittiön esipesusuihku****		4,9	4,9	virtaama (dm ³ /min)
Kotitalouskokoinen apk (taukokeittiö)		*****	*****	vedenkulutus (dm ³ /jakso)
Kotitalouskokoinen ppk		*****	*****	vedenkulutus (dm ³ /käyttö)
Jätemylly				virtaama (dm ³ /min)
Ammattikeittiön apk				vedenkulutus (dm ³ /kori)
Ammattikäyttöön tarkoitettu ppk		*****	*****	vedenkulutus (dm ³ /kg)
* virtaamia tarkasteltava paineessa 415 kPa ja suihkupäitä paineessa 550 kPa.				(1 dm ³ = 1 litra)
** kaksoishuuhtelussa keskimääräinen huuhtelu, kun huuhtelujen suhde (iso huuhtelu:pieni huuhtelu) on 1:2				
*** LEED: julkinen / yksityinen wc-tila				
**** esipesusuihku vaatii räätälöinnin (toistaiseksi ei löydy markkinoilta).				
***** Energy Star -merkitty tai vastaava				
***** CEE Tier 3A (https://cee1.org/program-resources/tiers-and-energy-star/)				

Kuva 3. LEED v4 virtaamavaatimukset [7, s. 269–274].

BREEAM INCv.6.0 ja IRFO 2015- Vedenkulutustasot eri vesikalusteille							
HUOM! Jos projektin alussa virtaamat eivät ole tiedossa, tämän taulukon arvoja voidaan käyttää suunniteltaessa vesikalusteiden valintaa. Arvot ovat raja-arvoja eri tasoille, lopullinen tulos selvää BREEAM Wat 01 calculator -laskentataulukolla.							
Vesikaluste	Perustaso	Taso 1	Taso 2	Taso 3	Taso 4	Taso 5	Yksikkö
WC-istuin*	6	5	4,5	4	3,75	3	huuhtelumäärä (dm ³)
Pesuallashana (käsienspesu)	12	9	7,5	4,5	3,75	3	virtaama (dm ³ /min)
Suihku	14	10	8	6	4	3,5	virtaama (dm ³ /min)
Kylpyamme	200	180	160	140	120	100	täyttökerta (dm ³)
Urinaalit							huuhtelumäärä (dm ³)
-sarjaan kytketyt (autom. huuhtelu tai vedetön)	7,5	6	3	1,5	0,75	0	virtaama (dm ³ /urinaali/h)
-yksittäiset (autom. huuhtelu tai vedetön)	10	8	4	2	1	0	virtaama (dm ³ /urinaali/h)
Harmaa vesi / sadevesi	0	0	0	25	50	75	% WC:n / urinaalien vedenkäytöstä korvattu
Taukokeittiön pesuallashana	12	10	7,5	5	5	5	virtaama (dm ³ /min)
Ravintolakeittiön esipesusuihku**	10,3	9	8,3	7,3	6,3	6	virtaama (dm ³ /min)
Kotitalouskokoinen apk (taukokeittiö)	17	13	13	12	11	10	vedenkulutus (dm ³ /jakso)
Kotitalouskokoinen ppk	90	60	50	40	35	30	vedenkulutus (dm ³ /käyttö)
Jätemyly	17	17	0	0	0	0	virtaama (dm ³ /min)
Ammattikeittiön apk	8	7	6	5	4	3	vedenkulutus (dm ³ /kori)
Ammattikäyttöön tarkoitettu ppk	14	12	10	7,5	5	4,5	vedenkulutus (dm ³ /kg)
* kaksoishuuhtelussa keskimääräinen huuhtelu, kun huuhtelujen suhde (iso huuhtelu:pieni huuhtelu) on 1:3							
** esipesusuihku vaatii räätälöinnin (toistaiseksi ei löydy markkinoilta).							

Kuva 4. BREEAM INCv.6.0 ja IRFO 2015 virtaamavaatimukset [35, s. 258; 36, s. 206].