



samk



Satakunnan ammattikorkeakoulu
Satakunta University of Applied Sciences

JOONA SALMINEN

Ympäristösertifiointijärjestelmien vaikutukset LVI-suunnittelussa

RAKENNUS- JA YHDYSKUNTATEKNIIKAN KOULUTUS-
OHJELMA
2021

Tekijä(t) Salminen, Joonas	Julkaisun laji Opinnäytetyö, AMK	Päivämäärä toukokuu 2021
	Sivumäärä 33 + 3 liitettä	Julkaisun kieli suomi
Julkaisun nimi Ympäristösertifiointijärjestelmien vaikutukset LVI-suunnittelussa		
Tutkinto-ohjelma Rakennus- ja yhdyskuntatekniikan koulutusohjelma, LVI-tekniikka		
Tiivistelmä <p>Opinnäytetyön tavoitteena oli tutkia yleisimpiä ympäristösertifiointijärjestelmiä, sekä niiden tuomia vaikutuksia LVI-suunnitteluun. Tarkoituksena oli löytää joi-tain perusratkaisuja LVI-suunnittelijan näkökulmasta sertifiointijärjestelmien pe-rusvaatimuksiin. Työssä tarkasteltiin tarkemmin LEED- sekä BREEAM-ympäris-tösertifiointijärjestelmien LVI-suunnitteluun vaikuttavia kriteerejä.</p> <p>Opinnäytetyön toimeksiantajana toimi Sweco Talotekniikka Oy. Työssä tutkittiin case-kohdetta, jolle haetaan LEED-sertifiointia toiseksi korkeimmalta tasolta. Kohteesta tarkasteltiin LVI-tekniisiä ratkaisuja, joilla on ollut vaikutusta sertifioin-tiin.</p> <p>Työssä käytetään apuna laajoja kriteeristöjä eri ympäristösertifiointijärjestel-miltä, sekä talotekniikka-alan määräyksiä ja ohjeistuksia. Lisäksi haastatteluilla pyrittiin tuomaan suunnittelijoiden kokemuksia aikaisemmista sertifiointihank-keista.</p> <p>Lopputuloksena saatiin laaja kuva LEED- ja BREEAM-ympäristösertifiointijärjes-telmien LVI-suunnitteluun vaikuttavista kriteereistä. Lisäksi selvitettiin yleisim-pien kriteerien osalta mahdollisia suunnitteluratkaisuja.</p>		
Asiasanat leed, breeam, ympäristösertifiointi		

Author(s) Salminen, Joonas	Type of Publication Bachelor's thesis	Date May 2021
	Number of pages 33 + 3 appendices	Language of publication: Finnish
Title of publication Environmental certification's effects to HVAC designing		
Degree program Construction and civil engineering, HVAC engineering		
Abstract <p>The goal of this thesis was to study the most common environmental certification systems and their effects on HVAC designing. The purpose was to find basic solutions to HVAC designing for certification system requirements. The aim was also to examine criteriums in certification systems which affects HVAC designing.</p> <p>The thesis was commissioned by Sweco Talotekniikka Oy. A case project was examined in this work which is going to apply for LEED certification at second highest level. HVAC designing solutions were examined at this work which have had an impact for certification.</p> <p>Extensive criteria from various environmental certification schemes, as well as regulations and guidelines in this field of HVAC, was used in this work. Also interviews brought designers' experiences from previous certification projects.</p> <p>The result was a wide picture of affects for HVAC designing from environmental certification systems. Also basic designing solutions for most common requirements were solved.</p>		
<u>Key words</u> leed, breeam, environmental certification		

SISÄLLYS

1 JOHDANTO	5
2 YMPÄRISTÖSERTIFIKOINTIJÄRJESTELMÄT	6
2.1 Yleistä.....	6
2.2 Sertifiointiprosessi	8
2.3 Kustannustaso.....	9
2.4 LEED	10
2.5 BREEAM	13
2.6 RTS-ympäristöluokitus	15
2.7 Joutsenmerkki	16
3 LVI-SUUNNITTELUUN VAIKUTTAVAT KRITEERIT	17
3.1 LEED	17
3.1.1 Vedenkäytön vähentäminen	17
3.1.2 Energian säästäminen	19
3.1.3 Sisäilmaston parantaminen.....	20
3.2 BREEAM	21
3.2.1 Vedenkäytön vähentäminen	21
3.2.2 Energian säästäminen	23
3.2.3 Sisäilmaston parantaminen.....	24
4 SUUNNITTELURATKAISUT	24
4.1 Vedenkulutus ja energiatehokkaat ratkaisut	24
4.2 Sisäilmaolosuhteet	27
4.3 Sertifiointin hyödyt	28
5 CASE-KOHDE	29
5.1 Vedenkäytön vähentäminen.....	29
5.2 Energian säästäminen.....	31
5.3 Sisäilmaston parantaminen	32
6 JOHTOPÄÄTÖKSET	33
LÄHTEET	
LIITTEET	

1 JOHDANTO

Ympäristöystävällinen rakentaminen yleistyy jatkuvasti ja yhä enemmän pidetään huolta myös ympäristömyönteisistä rakennus- ja suunnittelutavoista rakennuksen elinkaaren aikana. Sertifiointijärjestelmillä arvioidaan rakennusten ja alueiden ympäristöominaisuuksia. Sertifikaatit todentavat rakennuksen suunnittelun olevan ympäristötavoitteiden mukaista. Tämä auttaa myös rakennuksen kestävässä ylläpidossa, joka johtaa esimerkiksi säästöihin energiankulutuksessa. (Raksystems, 2021.)

Tässä opinnäytetyössä tutkitaan yleisimpiä Suomessa käytettäviä ympäristösertifiointijärjestelmiä sekä niiden tuomia vaikutuksia LVI-suunnitteluun uudisrakentamisessa. Tavoitteena on löytää perusratkaisuja LVI-suunnittelun osalta ympäristösertifioitavalle hankkeelle. Lisäksi pyritään selvittämään LVI-suunnittelutyöhön liittyviä haasteita haastattelujen perusteella, kun rakennukselle haetaan ympäristösertifiointia.

Opinnäytetyössä vertaillaan ympäristösertifiointijärjestelmiä ja tutkitaan niiden vaatimuksia sekä soveltuvuutta Suomessa tapahtuvaan uudisrakentamiseen talotekniikan näkökulmasta. Opinnäytetyön tutkimusmenetelminä käytetään kirjallisuustutkimuksia, case-tutkimusta, haastatteluja ja vertailua kahden suuren ympäristösertifiointijärjestelmän välillä. Case-kohteessa tutkitaan LEED-ympäristösertifiointijärjestelmän kriteeristöjä hankkeen sertifiointille ja tarkastellaan millaisiin suunnitteluratkaisuihin on päädytty. Lisäksi haastatellaan talotekniikan ammattilaisia, ja pyritään selvittämään heidän aikaisempia kokemuksiaan sertifioiduista hankkeista.

Tässä työssä keskitytään puhtaasti talotekniikkaan liittyviin haasteisiin sertifiointin osalta. Hankkeen sertifiointiin liittyy myös useita muita kriteereitä, jotka eivät niinkään vaikuta talotekniisiin suunnitelmiin.

2 YMPÄRISTÖSERTIFIOINTIJÄRJESTELMÄT

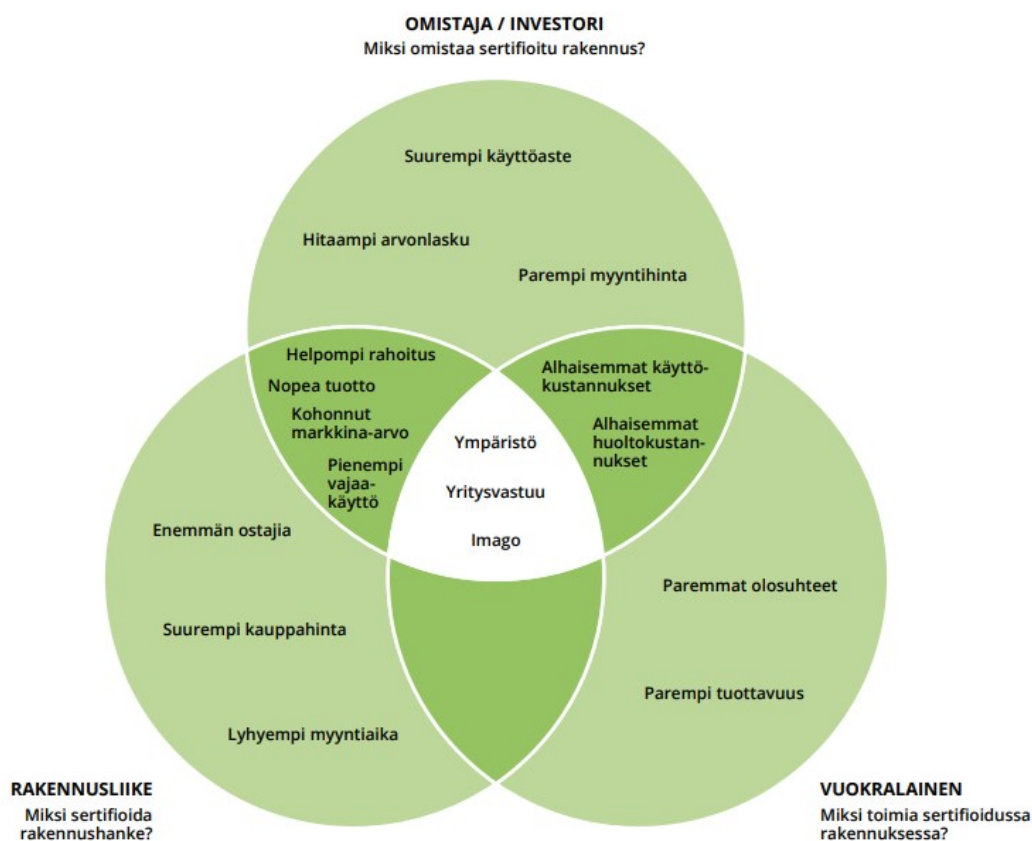
2.1 Yleistä

Ympäristösertifiointijärjestelmät on perustettu työvälineiksi rakennusten ympäristötehokkuuden mittaamiseen sekä sertifioitujen rakennusten vertailtavuuteen keskenään. Sertifioinnin arviointi ja varmistus tapahtuu hankkeen ulkopuolisen konsultin osalta, että rakennus suunnitellaan sekä rakennetaan sen vaatimalla tavalla. Saatua ympäristösertifikaattia käytetään parantamaan rakennusten energiatehokkuutta ja säästämään kustannuksista, sekä tietenkin säästämään ympäristöä. Saavutettu sertifikaatti kertoo myös kiinteistön omistajan ympäristömyönteisyydestä sekä vastuullisuudesta. Kuvassa 1 on havainnollistettu sertifioidun rakennuksen hyötyjä. (Green Building Council Finland, 2018, s. 3).

Ympäristösertifiointijärjestelmät perustuvat arviointikriteereihin, joiden täyttymisestä jaetaan pisteitä. Usealla sertifiointijärjestelmällä on tietty määrä pakollisia vaatimuksia, jotka täytyy täyttää sertifioinnin läpäisemiseksi. Lisäksi useilla järjestelmillä on niin sanottuja valinnaisia vaatimuksia eli kriteereitä, joita täyttämällä saavutetaan krediittejä eli pisteitä. Lopullinen pistemäärä määrittelee hankkeen sertifiointitason. Jokaisella sertifiointijärjestelmällä on oma kriteeristönsä, mutta niillä on silti sama tavoite: vähentää rakentamisesta ja rakennuksen käytöstä aiheutuvia haitallisia vaikutuksia ympäristöön.

Useiden sertifiointijärjestelmien vaatimuksina on muun muassa vedenkäytön vähentäminen, työmaan aikaisen ympäristösuunnitelman laatiminen, rakennuksen energiasimulointi, jolla osoitetaan vaadittu energiasäästö, sekä sisäolosuhteiden täytyminen rakennuksessa (Green Building Council Finland, 2021, s. 3). Käytännössä jokaisesta suoritetusta vaatimuksesta tai kriteeristä on esitettävä dokumentti, jolla pystytään todentamaan kohteen olevan suunniteltu ja rakennettu kriteerien vaatimalla tavalla. Esimerkiksi jäähdytyslaitteiden erilliset dokumentaatiot, joista selviää laitteen kylmäainetyyppi ja -määrä, ilmanvaihtokoneuuttelo, josta todennetaan tuloilmasuodatuksen taso

koneittain, tai vesikalusteluettelo, joka sisältää vesikalusteiden mallit sekä virtaamat.



Kuva 1. Miksi omistaa sertifioitu rakennus? (Green Building Council Finland, 2018, s. 3)

Tunnettuja ulkolaisia ympäristösertifiointijärjestelmiä ovat muun muassa yhdysvaltalainen LEED sekä eurooppalaisiin oloihin perustuva BREEAM. Suomalaisia ympäristöluokituksia tarjoaa esimerkiksi RTS-ympäristöluokitus sekä pohjoismainen Joutsenmerkki. Taulukossa 1 on esitetty sertifioitujen uudisrakennusten määrä Suomessa huhtikuussa 2021. Hankkeelle mietittäessä sopivaa sertifiointijärjestelmää, tulisi huomioida potentiaalinen laatutaso sekä pohdita mahdollisia saavutettavia kriteerejä.

Taulukko 1. Sertifioidut uudisrakennukset Suomessa 4/2021, jotka on rekisteröity sertifiointijärjestelmille. (U.S. Green Building Council, 2021. BREEAM Tools, 2021. Haaparanta, 2021).

LEED	230 kpl
BREEAM	97 kpl
RTS	2 kpl

2.2 Sertifiointiprosessi

Sertifiointihanke aloitetaan yleensä esiselvityksellä joko yhdestä tai useammasta sertifiointijärjestelmästä osana hankesuunnittelua. Siinä mietitään hankkeelle sopivaa järjestelmää, jonka sertifiointin taso sekä tavoiteltavat kriteerit kohtaavat. Tämän jälkeen hanke rekisteröidään sertifiointia varten sekä sovitaan tehtävistä erillisselvityksistä ja laskelmista sertifiointia varten. Lisäksi hankeryhmä eli hankkeen osapuolet perehdytetään sertifiointin tuomiin lisävaatimuksiin.

Ympäristösertifiointikonsultti ohjaa yleensä koko hankkeen ajan suunnittelu-työtä valittujen tavoitteiden saavuttamiseksi. Myös rakentamista ohjataan työmaalla valittujen tavoitteiden saavuttamiseksi. Lopulta hankkeelle myönnetään sertifiointi kolmannen osapuolen arvioinnin perusteella, mikäli hanke on sertifiointin vaatimusten mukainen. Kuvassa 2 on selvennetty sertifiointiprosessin normaalia järjestystä tarveselvityksestä takuuajasta. (Green Building Council Finland, 2018, s. 5).



Kuva 2. Sertifiointiprosessi Suomessa (Green Building Council Finland, 2018, s. 5).

2.3 Kustannustaso

Ympäristösertifiointin kustannuksen koostuvat yleensä kertaluontoisesta rekisteröintimaksusta, sertifiointimaksusta, joka perustuu yleensä sertifioitavan rakennuksen neliöihin sekä mahdollisista lisämaksuista jotka voivat olla esimerkiksi erityisrakennusten lisämaksuja tai käyttäjälisenssimaksuja. Alla olevaan taulukkoon on koottu tiedot yleisimpien sertifiointijärjestelmien kustannusten muodostuminen 10 000 m² kokoiselle rakennukselle. Tiedot on kerännyt FIGBC 30.9.2018 voimassa olleista julkisista hinnastoista. Hinnat on muutettu euroiksi 3.4.2021 voimassa olleilla valuuttakursseilla.

Taulukko 2. FIGBC:n keräämät tiedot 30.9.2018 voimassa olleista hinnoista. Hinnat ovat kolmannen osapuolen sertifiointimaksuja. (Green Building Council Finland, 2018, s. 4).

LEED	Rekisteröinti: 1020 € Sertifiointi: 0,62 €/m ² Yhteensä noin 7320 €
BREEAM	Rekisteröinti: 1135 € Sertifiointi: 2540–7280 € Käännöspalvelu: 3763 € Yhteensä noin 9000 €
RTS-ympäristöluokitus	Rekisteröinti: 1750 € Sertifiointi: 4000–7000 € Käyttäjälisenssi 150 €/vuosi/hlö Yhteensä noin 8000 €
Joutsenmerkki	Ensimmäisen hakemuksen hakemuskaksu: 3000 € Lupamaksu: 4 €/m ² Rakentajan hankkima peruslupa laskee seuraavien kohteiden hintoja (max. 43 000 €)

2.4 LEED

LEED (*Leadership in Energy and Environmental Design*) on maailmalla paljon käytetty yhdysvaltalainen rakennusten ympäristöluokitusjärjestelmä. LEED-luokituksen omaavia rakennuksia voidaan vertailla helposti yhtenäisen kriteeristön ansiosta. LEED järjestelmän on kehittänyt USGBC (*U.S. Green Building Council*), joka myös tarkastaa sekä myöntää sertifiointihakemukset. USGBC:n logo on esitetty kuvassa 3. Rakennuksille myönnetään eri tasoisia sertifiointeja kriteerien täyttymisen perusteella. Luokitukset ovat *Certified* (40–49 pistettä), *Silver* (50–59 pistettä), *Gold* (60–79 pistettä) ja *Platinum* (yli 80 pistettä). Kuvassa 5 on nähtävillä eri luokitusten sertifiointitasojen logot. (U.S. Green Building Council, 2021). Usean LEED:in vaatimuksen taustalla on

amerikkalaisia käytäntöjä, joita voidaan soveltaa Suomen olosuhteisiin. (Green Building Council Finland, 2018, s. 7).

Opinnäytetyön kirjoitushetkellä uusin versio LEED sertifiointista on LEED v4.1, joka tuotiin käyttöön vuonna 2019. Se on päivitysversio vanhasta LEED v4 järjestelmästä, joka otettiin käyttöön 2015. Tässä opinnäytetyössä tarkastellaan uudempaa järjestelmää.

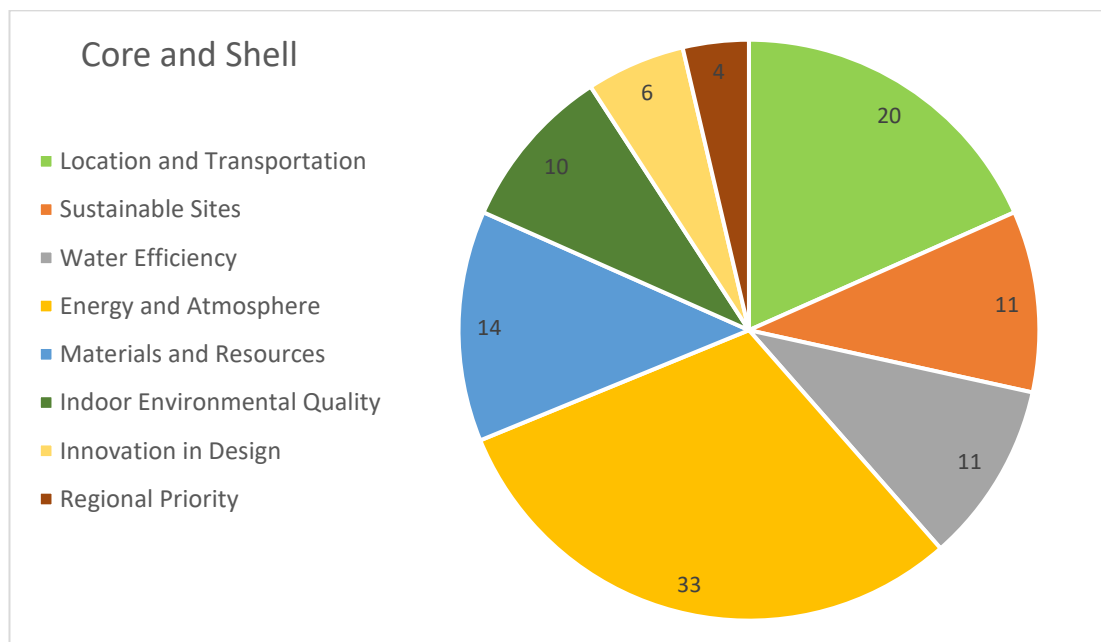
Rakennukset on jaettu *LEED v4.1 Building Design +Construction* -järjestelmässä useaan eri luokkaan, joista tarkastellaan kahta tässä opinnäytetyössä: *New Construction* (uudisrakennukset) sekä *Core & Shell* (rakenteet ja ulkovaippa). Näitä luokkia voidaan käyttää uudisrakennusten sekä talotekniikan osalta laajasti peruskorjattavien kohteiden suunnittelussa. Muita luokkia ovat *Schools* (koulut), *Retail* (vähittäiskaupat), *Data Centers* (palvelinkeskukset), *Warehouses and Distribution Centers* (varastot ja jakeluasemat), *Hospitality* (esim. hotellit) sekä *Healthcare* (terveydenhoito). Hankkeelle valitaan sopivin luokka rakennuksen käyttötarkoituksen perusteella projektin alkuvaiheessa. Kuvassa 4 on nähtävillä eri osa-alueet, joilla sertifiointia tarkastellaan, sekä saatavilla olevat pistemäärät Core and Shell -luokassa. (U.S. Green Building Council, 2021).



Kuva 3. USGBC:n logo.

LEED-sertifiointissa pisteet lasketaan kahdeksan eri osa-alueen avulla, jotka ovat:

- Sijainti ja kulkuyhteydet (*Location and Transportation*)
- Kestävä rakennusalue (*Sustainable Sites*)
- Vedenkäytön tehokkuus (*Water Efficiency*)
- Energia ja olosuhteet (*Energy and Atmosphere*)
- Materiaalit ja kierrätys (*Materials and Resources*)
- Sisäilmaston laatu (*Indoor Environmental Quality*)
- Innovaatiot (*Innovation in Design*)
- Paikallinen prioriteetti (*Regional Priority*)



Kuva 4. Pisteiden jakautuminen Core and Shell -luokassa (U.S. Green Building Council, 2021).

Kukin osa-alue sisältää useita krediittejä (*credit*), joiden vaatimuksen täyttämällä saa pisteitä. Osa-alueissa on myös edellytyksiä (*prerequisite*), jotka on täytettävä sertifiointin saamiseksi. Lopulta toteutuneista tavoitteista saadaan kerrytettyä kokonaispistemäärä, jolla pyritään pääsemään

tavoitettuun luokitustasoon. LVI:n osalta huomio keskittyy enimmäkseen vedenkäytön tehokkuuteen, energiankulutukseen, olosuhteisiin sekä sisäilmaston laatuun. (U.S. Green Building Council, 2021).



Kuva 5. LEED-järjestelmän luokitustasot ja niiden tarvitsemat pistemäärät (U.S. Green Building Council, 2021).

2.5 BREEAM

BREEAM-luokitus (*Building Research Establishment Environmental Assessment Method*) kehitettiin Iso-Britanniassa 1990-luvun alussa. Se perustuu eurooppalaiseen rakennusnormistoon ja on täten johtava rakentamisen ympäristöluokitusjärjestelmä Euroopassa. BREEAM-järjestelmän vaatimuksia voidaan soveltaa myös kansallisesti, joka helpottaa huomioimaan esimerkiksi suomalaisia käytäntöjä hankkeessa. BREEAM-logo on nähtävillä kuvassa 6. BRE (*Building Research Establishment*) myöntää sertifiointin sen jälkeen, kun rakennus on tarkistettu vaatimusten täyttymisen osalta. (Green Building Council Finland, 2018, s. 7).



Kuva 6. BREEAM-logo.

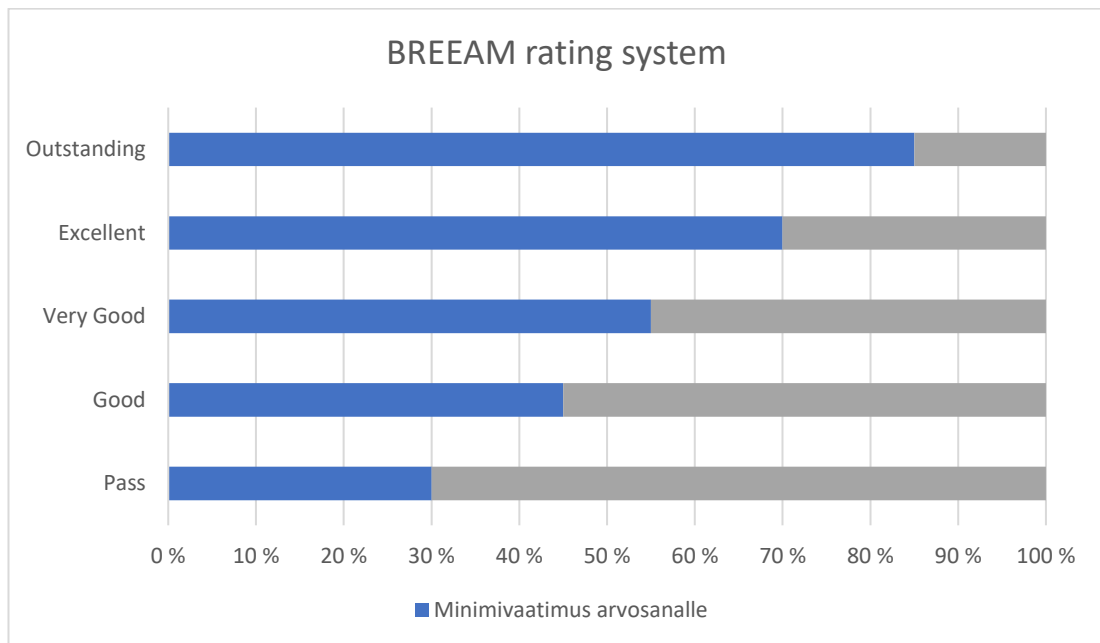
Niin kuin LEED-järjestelmässä, myös BREEAM arvioi hankkeita antamalla pisteitä eri kategorioista. Jokainen kategoria sisältää useita kriteereitä, jotka täyttämällä saa suoriutumisen mukana pisteitä. Eri kategorioilla on omat painoarvonsa lopullisessa arvosanassa.

Hanketta arvioidaan seuraavilla kategorioilla:

- Projektinjohto (*Management*)
- Terveys ja hyvinvointi (*Health and Wellbeing*)
- Energia (*Energy*)
- Liikennöinti (*Transport*)
- Vesi (*Water*)
- Materiaalit (*Materials*)
- Jätehuolto (*Waste*)
- Maankäyttö ja ekologia (*Land Use and Ecology*)
- Saasteet (*Pollution*)
- Innovaatiot (*Innovation*)

Lopullisena tuloksena saadaan tietty prosenttiluku, joka vastaa BREEAM-arvosanaa. Arvosanoja on yhteensä viisi: *Pass*, *Good*, *Very Good*, *Excellent* ja *Outstanding*. Taulukossa 3 on nähtävillä asteikko arvosanan määräytymiselle.

Taulukko 3. BREEAM-arvosanojen jakaantuminen pistemäärittäin.



2.6 RTS-ympäristöluokitus

Rakennustietosäätiön luoma RTS-ympäristöluokitus on Suomen oloihin kehitetty järjestelmä, jossa huomioidaan suomalainen lainsäädäntö, suomalaiset olosuhteet sekä kiinteistökannan monipuolisuus. Se pohjautuu eurooppalaisiin standardeihin (CEN TC 350 standardit) sekä sisältää suomalaisia rakennuskäytäntöjä, kuten Sisäilmastoluokituksen (RT 07-11299), rakennusmateriaalien M1-luokituksen, rakennusten elinkaarimittarit, Kuivaketju10:n sekä Viherkerroin-menetelmän. RTS-ympäristöluokituksen kriteeristö sopii uudisrakennus- sekä peruskorjaushankkeisiin. RTS-logo on esitetty alla olevassa kuvassa. (Rakennustietosäätiö, 2021).



Kuva 7. RTS-logo.

Kuten kansainvälisissä sertifiointijärjestelmissä, myös RTS-ympäristöluokituksessa on eri kriteeristöjä rakennustyypeille. Asuinrakennuskriteeristöä käytetään nimensä mukaisesti asuinrakennuksille, ja toimitila- ja palvelurakennuskriteeristöä käytetään esimerkiksi toimisto-, liike-, majoitusliike- ja opetusrakennuksille sekä useimmille liikuntahalleille. Toimitila- ja palvelurakennuskriteeristön kokonaispistemäärä on 100 pistettä, jonka lisäksi voi ansaita lisäpisteitä innovaatioista. Ansaittujen pisteiden perusteella annetaan lopullinen arvosana, joka esitetään tähtiluokituksena. Luokitusasteikko kulkee nollasta (ei luokitusta) viiteen tähteen. (Rakennustietosäätiö, 2021).

2.7 Joutsenmerkki

Joutsenmerkki on tunnettu ja arvostettu ympäristömerkki Pohjoismaissa. Joutsenmerkkiä voi hakea tuotteille tai palveluille, sekä myös rakennuksille. Sen kriteerit ovat yhteneväiset Pohjoismaissa ja se soveltuu hyvin pohjoismaisiin olosuhteisiin. Joutsenmerkin kriteereissä on mm. vaatimuksia energiankäytölle sekä rakennusmateriaaleille ja sisäilmalle. Joutsenmerkin logo on esitetty alla olevassa kuvassa. Joutsenmerkki kattaa koko rakennuksen elinkaaren, joten kriteeristö saattaa muuttua ajan kuluessa. Tällöin pitää tarkistuttaa, täyttääkö rakennus uudet vaatimukset. Ympäristömerkinnän käyttöluvan voi uusida. (Joutsenmerkki, 2021).



Kuva 8. Joutsenmerkki.

3 LVI-SUUNNITTELUUN VAIKUTTAVAT KRITEERIT

LEED- sekä BREEAM-järjestelmät ovat Suomessa yleisesti rakennushankkeissa käytettyjä ympäristösertifiointijärjestelmiä. Tässä kappaleessa tarkastellaan näiden kahden suuren sertifiointijärjestelmän kriteeristöjä, jotka vaikuttavat LVI-suunnitteluun.

3.1 LEED

3.1.1 Vedenkäytön vähentäminen

Vedenkäytön vähentämiseksi LEED:illä on useita eri kriteereitä *Water Efficiency (WE)* eli vedenkäytön tehokkuuden -osa-alueen alla. Tässä kategoriassa on kolme pakollista vaatimusta, jotka on pakko saavuttaa sertifiointia varten. Ensimmäinen niistä on *Outdoor Water Use Reduction (WEp1)* eli vedenkäytön vähentäminen ulkona. Edellytys vaatimukselle on, että pystytään osoittamaan kastelujärjestelmän tarpeettomuus, tai vähentämään kastelujärjestelmän vedenkäyttöä 30 % lasketusta vertailutasosta. Tästä kategoriasta on mahdollista saavuttaa pisteitä eli krediittejä vähentämällä juomaveden käyttöä

kasteluissa 50 % tai 100 %, tai sillä, että tontille ei asenneta kiinteää kastelu-järjestelmää. (USGBC, 2021, s. 52–66).

Indoor Water Use Reduction (WEp2) tarkoittaa vedenkäytön vähentämistä si-sätiloissa. Tähän vaikuttavat wc-istuimet, urinaalit, pesuallashanat, keittiöha-nat ja suihkut. Vedenkäyttöä tulisi vähentää vähintään 20 % LEED:in määrit-telemästä vertailutasosta, kun haetaan minimivaatimuksia. Jos tahdotaan ke-rätä enemmän krediittejä vedenkäytön vähentämisestä, voidaan lähteä tavoit-telemaan suurempaa säästöä kuin vaadittu 20 %. Täydet pisteet WE2-luo-kassa saavutetaan 50 %:n vedensäästöllä. Kuvassa 9 on esitetty LEED:in määrittelemät vertailutasot vedenkulutukselle. (USGBC, 2021, s. 52–66).

Kolmas pakollinen vaatimus sertifiointille vedenkäytön säästämisessä on *Buil-ding-Level Water Metering (WEp3)* eli talokohtainen vedenmittaus. Tämä vaa-timus toteutuu, kun kiinteistölle asennetaan veden päämittari. Mittaustulokset pitää dokumentoida viiden vuoden ajan sertifikaatin myöntämisestä kuukausi- ja vuositasolla, sekä jakamaan tulokset USGBC:n kanssa. (USGBC, 2021, s. 52–66).

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

* WaterSense label available for this product type
 gpf = gallons per flush
 gpm = gallons per minute
 psi = pounds per square inch

lpf = liters per flush
 lpm = liters per minute
 kPa = kilopascals

Kuva 9. LEED:in määrittelemät vertailutasot vedenkulutukselle (Leed v4.1 BD+C Rating System, 2021, s. 53).

Ammattikeittölaitteille vaaditaan esimerkiksi *Energy Star* -merkintä. Tarkemmat tiedot ammattikeittölaitteiden sekä muiden erikoisten vesikalusteiden vaatimuksista löytyy liitteestä 1. (U.S. Green Building Council, 2021, s. 59–61).

Viimeinen kriteeri, josta voi kerätä pisteitä sertifiointia varten, on *Water Metering* eli pysyvien vesimittarien asennus vähintään kahdelle seuraavista järjestelmistä: kastelu, vesikalusteet, lämmin käyttövesi, uudelleenkäytetty vesi, prosessivesi (mm. pesukoneet, ilmankostutus, uima-altaat) tai boilerit, jotka ovat teholtaan yli 150 kW tai kuluttavat vuosittain vähintään 380 m³ vettä. (U.S. Green Building Council, 2021, s. 65–66).

3.1.2 Energian säästäminen

Energy and Atmosphere (EA) eli energia ja olosuhteet -kategoriassa tarkastellaan energiankulutusta sekä energiansäästöä. Kategoriassa on sekä pakollisia vaatimuksia että vaihtoehtoisia kriteerejä. Näiden vaatimusten sekä kriteerien tarkoitus on optimoida rakennuksen energiankulutusta.

Sertifiointiin saamiseksi tässä kategoriassa on muutamia edellytyksiä, jotka on huomioitava suunnittelussa. Koko rakennuksesta on tehtävä energiasimulointi, jolla osoitetaan 5 % säästö verrattaessa ASHRAE (*American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers*) 90.1.-2016 standardiin. Lisäkredittiejä on saatavilla, kun kohteen energiatehokkuus alittaa ASHRAE-standardin minimivaatimuksen mukaisen energiakustannuksen.

Building-Level Energy Metering eli talokohtainen energianmittaus on yksi pakollisista vaatimuksista, jotka tulee täyttää. Kiinteistölle on asennettava energiamittarit, jotka mittaavat rakennuksen kokonaisenergiankulutusta. Mittaustulokset on sitouduttava jakamaan USGBC:n kanssa seuraavan viiden vuoden ajan sertifiointiin myöntämisestä. On myös mahdollista saavuttaa lisäpisteitä asentamalla kiinteät energiankulutuksen mittarit koko kiinteistön kattaville järjestelmille, sekä kaikille alajärjestelmille, jotka kattavat vähintään 10 % koko kiinteistön energiankulutuksesta. Sähkömittareiden täytyy mitata sekä

kulutusta että tehoa, ja kaikkien tietojen tulee tallentua etäasemalle, jossa pystytään säilyttämään tietoja vähintään kolmen vuoden ajan. Tietojen tulee olla myös etäluettavissa, ja niitä pitää pystyä tarkastelemaan jopa tuntitasolla. (U.S. Green Building Council, 2021, s. 67–71).

Kylmäainetta tarvitsevilla laitteilla ei saa käyttää otsonivaarallisia kylmäaineita. Suomessa sekä koko Euroopassa on kielletty CFC-yhdisteiden valmistus kylmäaineeksi, eikä niitä sisältäviä laitteita saa valmistaa tai maahantuoda. (Suomen ympäristökeskus SYKE, 2021).

Optimize Energy Performance eli energiatehokkuuden optimoinnin kriteeristö on saavutettavissa paljon krediittejä. Vaatimukselle on osoitettava parannuksia energiatehokkuudessa verrattuna hintatasoon, sekä parannuksia energiatehokkuudessa verrattuna kasvihuonepäästöihin. Energiatehokkuuden korkean tason saavuttamiseksi on tehtävä energiatehokkaita taloteknisiä ratkaisuja. Energiatehokkaita ratkaisuja on esimerkiksi ilmanvaihtokoneiden korkean hyötysuhteen moottorit, tai ilmanvaihdon tarpeenmukaisuuden järjestäminen. Tähän kriteeriin liittyy paljon laskentaa ja analysointia, jonka yleensä tekee LEED-konsultti. (U.S. Green Building Council, 2021, s. 76–81).

3.1.3 Sisäilmaston parantaminen

Sisäilman laatu eli *Indoor Environmental Quality (EQ)* -kategorian ainoa pakollinen vaatimus LVI-suunnittelijan näkökulmasta on, että ulkoilmamäärien on oltava tiloittain ASHRAE-standardin mukaisia. ASHRAE-standardit käsittävät ilmanvaihdon, lämmityksen sekä jäähdytyksen asetuksia ja ohjeita. Nämä standardit ovat pääasiassa käytössä Yhdysvalloissa. Suomessa vastaavanlaisia asetuksia ja ohjeita tarjoaa Ympäristöministeriö. Yli 1000 cfm (472 litraa sekunnissa) kokoisilla ilmanvaihtokoneilla on oltava raitisilmamäärän seuranta, jonka mittaustarkkuus voi olla $\pm 10\%$ tarkkuudella, sekä hälytykset automaatiossa, kun ilmavirta poikkeaa $\pm 15\%$ perusarvosta. (U.S. Green Building Council, 2021, s. 113–120).

Muita ilmanvaihtosuunnitteluun liittyviä kriteereitä ovat vähintään ePM₁ 50 % -tason tuloilmasuodattimet ilmanvaihtokoneissa. Epäpuhtaat tilat, esimerkiksi siivoushuoneet tai jätehuoneet, on suunniteltava alipaineisiksi vähintään 2,54 l/s per neliömetri, sekä tiheästi käytössä oleviin tiloihin (esimerkiksi neuvotte-luhuoneet) on suunniteltava sekä asennettava tilakohtainen CO₂-seuranta, joka antaa hälytyksen joko laitteeseen tai talon automaatioon, mikäli hiilidiok-siditaso ylittää perusarvon yli kymmenellä prosentilla. (U.S. Green Building Council, 2021, s. 113–120).

3.2 BREEAM

3.2.1 Vedenkäytön vähentäminen

Water consumption (Wat01) eli vedenkulutuskategoriassa tavoitellaan vedenkäytön vähentämistä vesikalusteissa. Vesikalusteiksi luokitellaan WC-istuimet, urinaalit, pesuallashanat, keittiöhanat, suihkut, astianpesukoneet sekä pesu-koneet. Vedenkulutuksen laskenta perustuu vesikalusteiden ominaisvirtaamiin sekä annettuun käyttöprofiiliin. Kuvassa 10 on esitetty eri vesikalusteiden vir-taamien vertailutasoja sekä vedenkäytön säästön tasoja. (BREEAM, 2016, kappale 9.0).

Component		Performance levels (quoted numbers are minimum performance required to achieve the level)						Unit
		Base	1	2	3	4	5	
WC		6	5	4.5	4	3.75	3	Effective flush volume (litres)
Wash hand basin taps		12	9	7.50	4.50	3.75	3	litres/min
Showers		14	10	8	6	4	3.50	litres/min
Baths		200	180	160	140	120	100	litres
Urinal (2 or more urinals)		7.50	6	3	1.50	0.75	0	litres/bowl/hour
Urinal (1 urinal only)		10	8	4	2	1	0	litres/bowl/hour
Greywater or rainwater system	Precipitation zone 1	0%	0%	0%	25%	50%	75%	% of WC or urinal flushing demand met using recycled non-potable water
	Precipitation zone 2	0%	0%	0%	0%	25%	50%	
	Precipitation zone 3	0%	0%	0%	0%	0%	15%	
Kitchen tap: kitchenette		12	10	7.50	5	5	5	litres/min
Kitchen taps: restaurant (pre-rinse nozzles only)		10.30	9	8.30	7.30	6.30	6	litres/min
Domestic sized dishwashers		17	13	13	12	11	10	litres/cycle
Domestic sized washing machines		90	60	50	40	35	30	litres/use
Waste disposal unit		17	17	0	0	0	0	litres/min
Commercial-sized dishwashers		8	7	6	5	4	3	litres/rack
Commercial or industrial sized washing machines		14	12	10	7.50	5	4.50	litres/kg

Kuva 10. Vesikalusteiden vedenkäytön säästön tasoja (BREEAM, 2016, kappale 9.0).

Water monitoring (Wat02) -kategorian päämäärä on varmistaa veden vähennetty kulutus sekä rohkaista ylipäättänsä säästämään veden käytössä enemmän. Kohteeseen pitää suunnitella päävesimittari ja lämpimän käyttöveden mittari, sekä alamittareita rakennuksen osille tai laitteille, jotka käyttävät yli 10 % rakennuksen kokonaisvedenkulutuksesta. Tällainen tila voi olla esimerkiksi rakennuksen ravintolatilän keittiö. Kaikki vesimittarit pitää yhdistää kiinteistön automaatiojärjestelmään ja mittareiden pitää perustua esimerkiksi pulssiyksikkömittaukseen, josta tietoja pystyy lähettämään eteenpäin. (BREEAM, 2016, kappale 9.0).

Kiinteistöön on myös suunniteltava vuodonilmaisinjärjestelmä. *Water leak detection and prevention (Wat03)* -kriteerin tavoitteena on vähentää vesivuotojen vahinkoja, jotka jäisivät ilman vuodonilmaisinjärjestelmää huomioimatta. (BREEAM, 2016, kappale 9.0).

Jätehuollon kategoriassa (*Waste Wst03*) on myös kriteeri LVI-suunnittelijalle. Biojätehuoneeseen tai sen läheisyyteen tulee suunnitella vesipiste tilan pesua varten, jos tontilla säilytetään tai kompostoidaan biojätettä. (BREEAM, 2016, kappale 11.0).

3.2.2 Energian säästäminen

Tavoiteltaessa pisteitä sertifiointia varten, voidaan valita kahden vaihtoehdon väliltä energiatehokkuuden todentamisessa. Rakennukselle voidaan tehdä energiasimulointeja paikallisten rakennusmääräysten mukaisesti sekä BREEAM-vaatimusten mukaisesti, jonka jälkeen paikallisia rakennusmääräyksiä voidaan vertailla eri maiden välillä erillistä laskentaohjelmaa käyttäen. Tuloksista saadaan EPR_{INC} -luku (*Energy Performance Ratio for International New Construction*), jolla saavutetaan tietty määrä krediittejä. (BREEAM, 2016, kappale 7.0).

Toinen vaihtoehto on käyttää rakennuksen suunnittelussa energiatehokkaita ratkaisuja BREEAM:in antamien ohjeiden mukaisesti (BREEAM, 2016, kappale 7.0). BREEAM on kehittänyt tätä vaihtoehtoa varten muistilistan, josta näkee vaadittavat kriteerit sekä saavutettavat krediitit (BREEAM, 2016, luku 16.0 Checklist A5).

Muita suunnitteluun vaikuttavia seikkoja on esimerkiksi jäähdytys- ja lämmitysjärjestelmän ohjaus, joka on suunniteltava sellaiseksi, että samanaikaista lämmitystä ja jäähdytystä ei pääse tapahtumaan (BREEAM, 2016, kappale 16.0). Energiankulutusta on mitattava niin, että vähintään 90 % arvioidusta vuosikulutuksesta katetaan jokaisen polttoaineen käytöstä (esimerkiksi kaukolämpö).

Mittarit liitetään rakennusautomaatioon tai erilliseen energianseurantajärjestelmään, josta mittausdata voidaan lukea. (BREEAM, 2016, kappale 7.0).

3.2.3 Sisäilmaston parantaminen

Health and Wellbeing -kategorian eli terveys- ja hyvinvointi -kategorian tavoitteena on toteuttaa hyvät lämpötilaolosuhteet sisätiloihin. Rakennuksen pitää täyttää ISO 7730-standardin B-luokan vaatimukset lämpöolosuhteiden osalta, joka vastaa Sisäilmastoluokituksen S2-tasoa. Lämpöolosuhdetarkastelu tulee tehdä myös 15 vuoden ilmastonlämpenemisen arvioidulle säädatalla. (BREEAM, 2016, kappale 6.0).

4 SUUNNITTELURATKAISUT

4.1 Vedenkulutus ja energiatehokkaat ratkaisut

LEED-järjestelmässä sisätilojen vedenkäyttöä tulee vähentää 20 % LEED:in määrittelemästä vertailutasosta minimivaatimusten täyttymiseksi. Vedenkäyttöä voidaan kuitenkin vähentää jopa 50 %, jolla saavutetaan kriteerin täydet pisteet. Jos vedenkulutusta vähennetään hanalta näin rajusti, täytyy huomioida se, että vesikalusteella on oltava sille tarkoitettu painehäviö käytettävissä, eli putkisto tai virtaamanrajoittimet eivät saa olla hallitsevassa asemassa. Nykyisessä Ympäristöministeriön asetuksessa rakennusten vesi- ja viemärlaitteistoista 1047/2017 ei ole määritelty vesikalusteelle pienintä mahdollista virtaamaa, kunhan kalusteelta saadaan käyttötarkoitukseen nähden tasainen virtaama ilman häiritsevää ääntä tai haitallisia paineiskuja (Ympäristöministeriön asetus rakennusten vesi- ja viemärlaitteistoista 1047/2017, 7 §).

Vanhassa D1 Suomen rakentamismääräyskokoelmassa on tarkempia vesilaitteiston mitoitusohjeita. Siellä on määritelty esimerkiksi tavallisen pesualtaan normivirtaama, joka on 0,1 l/s. Ympäristösertifiointijärjestelmät ovat kuitenkin

ristiriidassa tavallisen suunnittelukäytännön kanssa, kun ne vaativat vedensäästöä, joka menisi kyseisessä pesualtaassa alle ohjeellisen normivirtaaman. Tämä tarkoittaa sitä, että pesuhanasta ei tule riittävää määrää vettä, jotta D1 ohje täyttyisi. Vesilaitteistot ja putkistot kuitenkin mitoitetaan edelleen normivirtaamien mukaisesti, jotta mahdollisten käyttäjämuutosten tai muiden muutosten myötä hanoista on saatavilla ohjeiden mukainen normivirtaama. Tämä kuitenkin voi vaikuttaa jo ansaittuun sertifikaattiin. Liitteessä 3 on esitetty vesikalusteiden normivirtaamat D1 Suomen rakentamismääräyskokoelmasta. (Talotekniikkainfo, 2021).

Toteuttamistapoja virtaaman pienentämiselle on monia, esimerkiksi matalakulitteiset vesikalusteet, hanoille asennettavat virtaamanrajoittimet, tai paineenalennusventtiilit. WC-istuimiksi voidaan valita pienhuuhteluistuimet sekä vedettömät urinaalit.

Ulkoalueiden vedenkäytön vähentämiselle täytyy osoittaa joko ulkoalueiden kastelujärjestelmän tarpeettomuus tai vähentää vedenkäyttöä riittävästi. Tämä ei ole yleensä Suomessa kovin vaikea saavuttaa, sillä harvemmin tarvitaan esimerkiksi ulkoalueiden automaattista kastelua.

Alla olevissa kuvissa on esitetty esimerkit matalakulitteisista pesuallashanoista. Toinen hanoista on perinteinen vipuhana, ja toinen on elektroninen hana.



Kuva 11 vasemmalla. Oras Cubista -pesuallashana. Hanaa saa esimerkiksi 3,4 l/min virtaamalla. (Oras Oy, 2021).

Kuva 12 oikealla. Oras Optima -kosketusvapaa hana. Hanamalla on saatavana esimerkiksi 1,7 l/min virtaamalla. (Oras Oy, 2021).

BREEAM-järjestelmällä vesikalusteiden vedenkäytön säästössä otetaan huomioon rakennuksen eri alueiden kalusteiden käyttöasteet. Laskenta suoritetaan BREEAM:in omalla Excel-laskentataulukolla. Esimerkiksi WC-istuinten vedenkäyttö lasketaan kaksoishuuhteluistuimille seuraavasti:

$$\frac{((6l \times 1) + (3l \times 3))}{4} = 3,75 \text{ litraa}$$

Laskukaavassa on kaksoishuuhtelu 6/3 litraa per huuhtelu (iso ja pieni) sekä niiden laskennalliset käyttöasteet muissa kuin asuinrakennuksissa. Käyttöasteena on yksi iso huuhtelu jokaista kolmea pientä kohden. (BREEAM, 2016, kappale 9.0).

LEED:llä on vaatimus keittiöihin eli esimerkiksi taukokeittiötiloihin tuleville astianpesukoneille. Niissä tulee olla Energy Star -merkintä, tai ne vastaavat ominaisuuksiltaan sellaista laitetta. Tavalliselle kotitalousastianpesukoneelle vaatimus on energiankulutukselle alle 270 kWh/a ja alle 13 litraa vettä per pesu.

EU:n ja Yhdysvaltojen välinen Energy Star -asetus päättyi vuonna 2018, jonka jälkeen Energy Star -merkintää ei ole enää velvollista käyttää EU:ssa (Motiva, 2020). BREEAM-järjestelmällä astianpesukoneiden vaatimuksena on tietty vesikulutus, joka määräytyy tavoiteltavan tason mukaan 13–10 litran vedenkulutuksella per pesu. Kuvassa 13 on esitetty Energy Star -merkintä.



Kuva 13. Energy Star -merkintä.

Energiatehokkailla taloteknisillä ratkaisulla tarkoitetaan energiankäytön hyötysuhteen parantamista talotekniikan näkökulmasta. Energiatehokkuutta voi parantaa esimerkiksi liittämällä taloteknisiä toimintoja automaatioon, jolloin voidaan säädellä esimerkiksi tarpeenmukaista ilmanvaihtoa tai jäähdytystä. Automaatiojärjestelmällä voidaan myös estää jäähdytyksen sekä lämmityksen samanaikaisuus, joka on myös edellytys joillekin sertifiointijärjestelmille. Energiatehokkuudessa on huomioitava sähköä kuluttavat laitteet, esimerkiksi ilmanvaihtokoneiden moottorit tai lämmitysjärjestelmien pumput sekä niiden tarpeenmukaiset käytöt. (Syrjälä, 2014, liite 1, s. 67).

4.2 Sisäilmaolosuhteet

Ilmanvaihdon osalta LEED:ssä ja BREEAM:ssa olosuhteet sisätiloissa täyttyvät, kun rakennus suunnitellaan Sisäilmastoluokituksen S2-tason mukaisesti. S2-ohjeeseen sisältyy muun muassa operatiivinen lämpötila, LVI-laitteiden äänitasojen tavoitearvot ja ulkoilmavirtojen vähimmäisarvoja eri käyttötarkoituksissa tiloissa. LEED:in mukaan ulkoilmamäärien on oltava ASHRAE-standardin mukaisia. ASHRAE 62.1 ja 62.2-standardit sisältävät asetuksia

ilmanvaihtojärjestelmille sekä sisäilman laadulle. Asetuksista löytyy esimerkiksi ohjeet jäteilmalaitteiden sekä raitisilmalaitteiden etäisyyksistä toisistaan sekä minimi-ilmamääriä eri tiloille. Esimerkkinä, ASHRAE-standardi määrittää opetustiloihin 5 l/s / henkilö tai 0,6 l/s / neliometri (ASHRAE standardit 62.1 ja 62.2, 2019), kun taas Sisäilmastoluokituksessa on esitetty tasolle S2 joko 8 l/s / henkilö tai 4 l/s / neliometri (RT 07-11299, 2018, s. 16). Liitteessä 2 on esitetty Sisäilmastoluokituksen normaalien käyttötilanteiden mitoitusarvoja eri tiloille.

BREEAM:ssa ja LEED:ssä vaatimuksena on, että rakennuksen olosuhteet tulevat täytyä tilakohtaisesti. Rakennukselle täytyy tehdä huonekohtaisia lämpöolosuhdetarkasteluja esimerkiksi simuloiden, jossa huomioidaan myös vuodenajat. BREEAM:ssa simuloinnit tulee tehdä myös 15 vuoden ilmastonmuutoksen arvioidulla säädatalla. Jos olosuhteet eivät enää täyty ilmastonmuutoksen arvioidulla säädatalla, tulee esittää suunnitelmia, joilla myöhemmin päästään hyväksytyihin olosuhteisiin. Näitä keinoja voisi olla esimerkiksi tehovaurukset jäähdytysjärjestelmissä tai aurinkosuojien lisääminen. (BREEAM, 2016, kappale 6.0).

LEED-hankkeissa LVI-suunnittelijan tulee huomioida myös vähintään ePM₁ 50 % -tason tuloilmansuodatus ilmanvaihtokoneita valitessa (U.S. Green Building Council, 2021, s. 120). Tämä vastaa vanhan, jo käytöstä poistuneen, standardin SFS-EN 779:2012 mukaisia F7/EU7-tason suodattimia.

4.3 Sertifiointin hyödyt

Hankkeen sertifiointista on paljonkin hyötyä prosessin jokaiselle osapuolelle. Rakennusten sertifiointi yleisty jatkuvasti, joten suunnittelijoiden on hyvä tietää mahdolliset vaikutukset itse talotekniseen suunnittelutyöhön. Sertifioituun rakennukseen asennetaan yleensä kriteerien vaatimusten mukaisesti useita veden- ja energiankäyttöä mittaavia laitteita, joita kyetään lukemaan myös etänä. Tämä rohkaisee myös rakennuksen käyttäjiä säästämään kuluksissa, joka onkin yksi sertifiointijärjestelmien keskeisimmistä tavoitteista.

Myös työmaa-aikana nähdään hyötyjä sertifiointissa, kun työmailla parannetaan jätehuoltoa, energiaseurantaa sekä dokumentointia. Myös materiaalihokkuus paranee rakennushankkeessa, joka helpottaa sopeutumista ilmastomuutokseen. (Nykter & Salonen, 2020).

Haastattelin Sweco Talotekniikka Oy:n ryhmäpäällikkö Santtu Meristöä, joka on ollut useammassa sertifioitavassa projektissa mukana. Hän mainitsi, että yleisesti sertifiointi vaikeuttaa LVI-suunnittelua. LVI-suunnittelijalle sertifiointit tuottavat lisää työtä, kun kriteereiden täyttymistä täytyy erikseen todentaa dokumenteilla. Kuitenkin mitä parempi sertifiointikonsultti on, sitä helpompi on suunnitella sertifiointijärjestelmien ohjeiden mukaisesti. (Meristö, 2021).

5 CASE-KOHDE

Opinnäytetyön case-kohteena on Turkuun rakennettava toimistorakennus, jonka tavoitteena on saavuttaa toiseksi korkein arvosana LEED-sertifioinnista, eli Gold-taso. Rakennuksen kerrosala on noin 8500 m² ja se on kahdeksan kerroksinen. Sen lisäksi talosta löytyy kaksi jo olemassa olevaa kellarikerrosta, jotka ovat pääasiassa autohallikäytössä. Hanke on opinnäytetyön kirjoitushetkellä toteutusvaiheessa. Hankkeessa on käytössä LEED v4 BD+C for Core & Shell.

5.1 Vedenkäytön vähentäminen

Vedenkäytön vähentämisen kategoriassa hankkeessa tavoitellaan noin puolia jaettavista krediiteistä. Niin kuin aiemmin on todettu, kategoria sisältää kolme kriteeriä, jotka on pakko toteuttaa sertifiointin saamiseksi. Ne ovat ulkoalueiden vedenkulutuksen vähentäminen, sisätilojen vedenkulutuksen vähentäminen sekä talokohtainen vedenmittaus. Ensimmäinen kriteeri toteutuu kohteessa sillä, että sinne ei rakenneta ulkoalueiden kastelua. Jos kohteeseen kuitenkin tulisi ulkoalueiden kastelu, on osoitettava, että kastelujärjestelmän

vedenkulutusta voidaan vähentää 30 % LEED:in asettamasta vertailutasosta. Rakennuksen ulkopuolelle saa kuitenkin asentaa vesiposteja.

Sisätilojen vedenkäytön vähentämisen kriteeri toteutuu, kun vedenkäyttöä vähennetään 20 % vertailutasosta. Tähän kuuluvat WC-istuimet, urinaalit, pesuhanat, taukokeittiöhanat ja suihkut. Kohteeseen tavoitellaan 30 % säästöä, jolla saa kaksi lisäkrediittiä. Kohteeseen ei ole tulossa suihkuja eikä urinaaleja. Markkinoilla on tarjolla runsaasti pienikulutuksellisia vesikalusteita. Esimerkiksi Oras Oy:llä on niin sanottu ”Green Building” -mallisto, joista löytyy niin elektronisia hanoja kuin tavallisia vipuhanoja, sekä suihkusekoittajia tai taukokeittiöiden hanoja. Yksi ratkaisu on asentaa virtauksenrajoitin sellaiseen hanaan, jossa virtaus on liian suuri LEED-vaatimukselle. Taulukossa 4 on esitetty tavoiteltavat virtaamat erilaisille vesikalusteille 30 %:n vedensäästöllä.

Taukokeittiöön tulevien astianpesukoneiden tulee täyttää vähintään yksi seuraavista kriteereistä: EnergyStar-merkintä, A+++ energialuokka, tai vedenkulutus on maksimissaan 11 litraa/pesu.

Taulukko 4. Vesikalusteiden virtaamat 30 % säästöllä.

WC-istuimet	4,0/2,5 litraa/huuhtelu
Pesuhanat	3,4 litraa/min
Taukokeittiöhanat	5,0 litraa/min
Suihkut	7,5 litraa/min

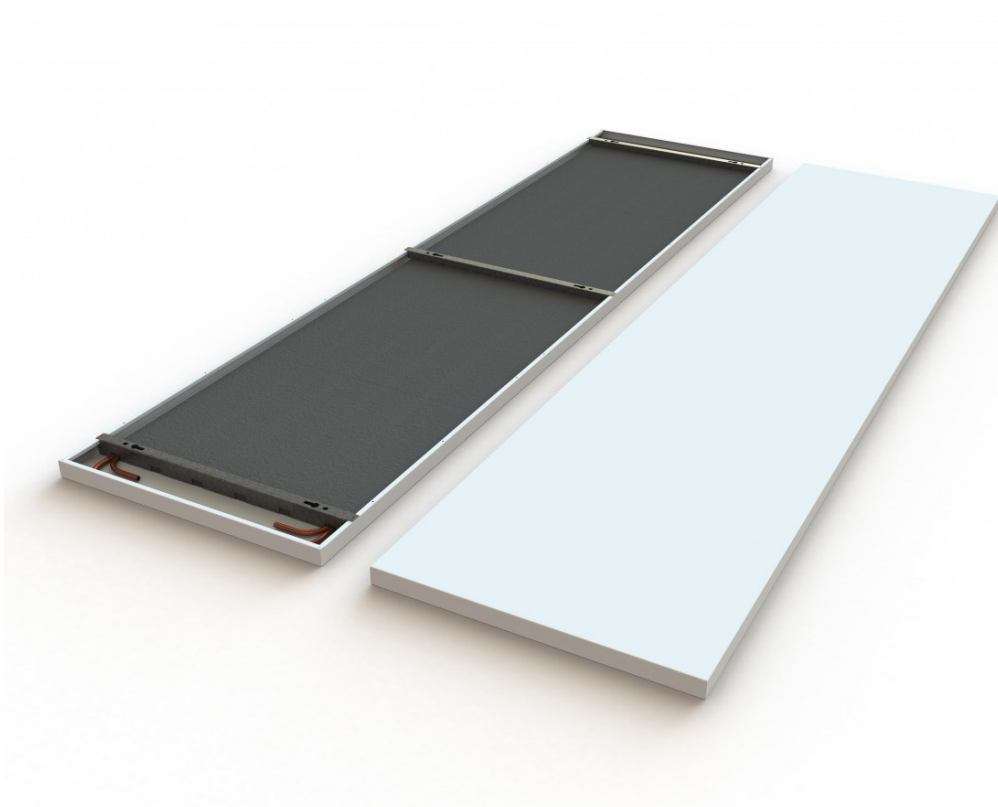
Case-kohde liitetään kaukolämpö- sekä kaukokylmäverkostoon. LEED:in vaatimusten täyttämiseksi ja kriteerien lisäpisteiden saavuttamiseksi on mitattava kiinteistön vedenkulutusta rakennuksen tasolla, sekä sitouduttava luovuttamaan tiedot USGBC:lle viiden vuoden ajan sertifikaatin saavuttamisesta. Rakennuksella on myös oltava kaukolämmityksen sekä kaukojäähdytyksen päämittaus, jonka mittaustiedot luovutetaan myös USGBC:lle viiden vuoden ajan.

5.2 Energian säästäminen

Kuten on mainittu, kiinteistö liitetään kaukolämmitykseen sekä kaukojäähdytykseen. Energialaitoksen tulee osoittaa, että kaukokylmän järjestelmä on suljettu kierto, eikä siinä käytetä jäähdytystorneja.

Jotta saavutetaan pisteitä energiatehokkuudesta, on suunniteltava energiatehokkaita taloteknisiä ratkaisuja. Kyseinen kohde jäähdytetään sekä lämmitetään pääasiallisesti säteilypaneeleilla, jotka kytketään jäähdytysvesi- sekä lämmitysvesiverkoston. Kuvassa 14 on esitetty Itulan säteilypaneelit, jotka on suunniteltu kohteeseen.

Tiettyihin tiloihin, joissa tarvitaan tehokasta jäähdytystä, asennetaan puhallinkonvektorit. Tällaisia tiloja ovat esimerkiksi neuvotteluhuoneet sekä suuria lämpökuormia tuottavat sähkötilat. Puhallinkonvektorit liitetään myös jäähdytysvesiverkoston. Neuvotteluhuoneiden ilmanvaihto toteutetaan tarpeenmukaisella ilmanvaihdolla, sekä tilassa seurataan ilman olosuhdetta, jonka perusteella tilaa jäähdytetään tai lämmitetään. Tilojen jäähdytys- sekä lämmitystarvetta seurataan sekä ohjataan tilakohtaisesti.



Kuva 14. Itulan säteilypaneeli (Itula, 2020).

5.3 Sisäilmaston parantaminen

Kohde toteutetaan Sisäilmastoluokituksen S2-tason mukaisesti, jolloin vaadittavat kriteerit sisäilmaston parantamiseksi toteutuu. Saavutettavia kriteereitä ovat esimerkiksi *Minimum Indoor Air Quality Performance*, joka vaatii, että ulkoilmamäärien on oltava tiloittain ASHRAE-standardin mukaisia. S2-tasolla saavutetaan myös kriteeri ilmanvaihdon 30 %:n tehostamisesta vaatimustasosta. Lisäksi jokaiseen tiheästi käytettyyn tilaan, eli neuvotteluhuoneisiin, asennetaan hiilidioksidianturit seuraamaan tilan olosuhdetta. Käytössä olleiden autohallien osalta piti toimittaa todistusaineistoa ilmanvaihdon riittävästä.

6 JOHTOPÄÄTÖKSET

Jokaiselle hankkeelle yksilöidään valitun sertifiointijärjestelmän tavoitteet. Valitut tavoitteet pysyvät keskenään suhteellisen samanlaisina, mutta niitä voidaan laajentaa saavuttaakseen enemmän krediittejä loppuarvosanaa varten. Tavoitteita voidaan myös supistaa, jos jotkin kriteerit aiheuttaisivat kohtuuttoman suuria kustannuksia toteutuksessa.

Opinnäytetyön tarkoituksena oli selventää LVI-suunnitteluun vaikuttavia kriteereitä kahden suuren ympäristösertifiointijärjestelmän mukaisesti. Vaikka LEED ja BREEAM sertifiointijärjestelmät ovat pohjiltaan ulkomailta, niitä pystytään soveltamaan suomalaisiin olosuhteisiin. Kaikki järjestelmien LVI-suunnitteluun vaikuttavista kriteereistä on saavutettavissa, joskin hankkeen kustannukset voivat nousta sopimattoman korkeiksi. Sertifiointihankkeessa onkin tärkeää jo alkuvaiheessa määritellä rajat kustannuksille sekä tavoiteltaville kriteereille, jotka tulevat määräämään loppuarvosanan.

Lopputulokseksi saatiin kattava kuvaus LEED- ja BREEAM-ympäristösertifiointijärjestelmien vaatimuksista LVI-suunnittelijan näkökulmasta, sekä perusratkaisuja yleisimpiin sertifiointijärjestelmien tuomiin haasteisiin. Suunnittelijat ovat tärkeässä roolissa omalta osaltaan hankkeiden sertifiointiprosessin tehokkaassa läpiviemisessä, joten on tärkeää, että suunnittelijat tietävät valmiiksi yleisimmät vaikutukset LVI-suunnittelussa. Haastattelun perusteella sain myös tukea ajatukseeni, että sertifiointijärjestelmät tuovat omia haasteita suunnitteluun, mutta hyvän sertifiointikonsultin kanssa suunnittelu helpottuu sekä nopeutuu huomattavasti.

Vaikka sertifioituja rakennuksia on Suomessakin olemassa jo satoja, olisi tärkeää saada useampia oppaita sekä ohjeita ympäristöystävälliseen suunnitteluun sekä rakentamiseen. Ympäristöystävällinen rakentaminen tulee ottamaan isoja harppauksia eteenpäin tulevaisuudessa ilmastonmuutoksen vastaisessa työssä, joten on tärkeää, että myös suunnittelun osalta nämä perusratkaisut tulisivat osaksi tavallista suunnittelukäytäntöä.

LÄHTEET

ASHRAE. (2019). Standards 62.1 & 62.2. Haettu 3.5.2021 osoitteesta <https://www.ashrae.org/technical-resources/bookstore/standards-62-1-62-2>

BREEAM. (2016). BREEAM International New Construction 2016. <https://www.breeam.com/BREEAMInt2016SchemeDocument/>

BREEAM Tools. (2021). Explore BREEAM. Haettu 1.4.2021 osoitteesta <https://tools.breeam.com/projects/explore/buildings.jsp>

Green Building Council Finland. (2018). Rakennushankkeiden ympäristöluokitukset Suomessa. <https://figbc.fi/wp-content/uploads/sites/4/2018/11/Rakennushankkeiden-ymp%C3%A4rist%C3%B6luokitukset-Suomessa.pdf>

Haaparanta, M. (8.4.2021). Rakennustieto Oy:n koordinaattori Minttu Haaparannan sähköposti.

Itula Oy. (2020). Vesikiertoiset kattosateilijät yleistyvät. <https://www.itula.fi/ajankohtaista/uutiset/talotekniikka-lehti-22020-vesikiertoiset-kattosateilijat-yleistyvat>

Joutsenmerkki. (2021). Joutsenmerkin kriteerit. Haettu 1.3.2021 osoitteesta <https://joutsenmerkki.fi/kriteerit/089-talot-pientalot-kerrostalot-koulu-ja-paiva-kotirakennukset-3/>

Meristö, S. (6.5.2021). Henkilökohtainen keskustelu ryhmäpäällikkö Santtu Meristön kanssa.

Motiva. (2020). Energiamerkinnot ja Energy Star. Haettu 25.4.2021 osoitteesta https://www.motiva.fi/ratkaisut/ohjauskeinot/direktiivit/energiamerkinnot_ja_energy_star

Nykter, U. & Salonen, T. (26.10.2020). Riittääkö vastuulliseen rakentamiseen ympäristösertifikaatti? <https://www.rakennuslehti.fi/blogit/riittaako-vastuulliseen-rakentamiseen-ymparistosertifikaatti/>

Oras Oy. (2021). Green Building tuotteet. Haettu 3.4.2021 osoitteesta <https://www.oras.com/fi/tuotteet/kategoria/green-building>

Rakennustietosäätiö. (n.d.) RTS-ympäristöluokitus rakennushankkeelle. Haettu 1.3.2021 osoitteesta <https://cer.rts.fi/rts-ymparistoluokitus/mika-on-rts-ymparistoluokitus/>

Raksystems. (n.d.). Ympäristösertifioinnit rakennushankkeisiin. Haettu 10.2.2021 osoitteesta <https://rakersystems.fi/kunnat-ja-kiinteistokehittajat/ymparistosertifioinnit-rakennushankkeisiin/>

RT 07-11299. Sisäilmastoluokitus. (2018). Rakennustieto. <https://kortistot.rakennustieto.fi/kortit/RT%2007-11299>

Suomen Ympäristökeskus SYKE. (2021). Otsonikerrosta heikentäviä aineita koskevat rajoitukset. Haettu 30.3.2021 osoitteesta https://www.ymparisto.fi/fi-fi/ilmasto_ja_ilma/otsonikerroksen_suojelu/Otsonikerrosta_heikentavia_aineita_koskevat_rajoitukset

Syrjälä, O. (2014). Talotekniikan energiatehokkuus. [AMK-opinnäytetyö, Tampereen ammattikorkeakoulu]. Theseus. <http://urn.fi/URN:NBN:fi:amk-201405096747>

Talotekniikkainfo. (2021). Vesilaitteiston mitoitusohjeet. Haettu 12.5.2021 osoitteesta <https://www.talotekniikkainfo.fi/vesilaitteiston-mitoitusohjeet-d12007-liite-2>

U.S. Green Building Council. (2021). Projects. Haettu 1.4.2021 osoitteesta <https://www.usgbc.org/projects>

U.S. Green Building Council. (2021). LEED v4.1 BD+C Rating System. <https://www.usgbc.org/leed/v41>

U.S. Green Building Council. (2021). LEED rating system. Haettu 27.4.2021 osoitteesta <https://www.usgbc.org/leed>

Ympäristöministeriön asetus rakennusten vesi- ja viemäristölaitteistoista 1047/2017. Haettu 3.5.2021 osoitteesta <https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2017/20171047>

Table 2. Compliant commercial washing machines

To use Table 2, the project must process at least 120,000 lbs. (57,606 kg) of laundry per year.

<i>Washing machine</i>	<i>Requirement (IP units)</i>	<i>Requirement (SI units)</i>
On-premise, minimum capacity 2,400 lbs. (1,088 kg) per 8-hour shift	Maximum 1.8 gals per pound *	Maximum 7 liters per 0.45 kilograms *

* Based on equal quantities of heavy, medium, and light soil laundry.

Table 3. Standards for commercial kitchen equipment

To use Table 3, the project must serve at least 100 meals per day of operation. All process and appliance equipment listed in the category of kitchen equipment and present on the project must comply with the standards.

<i>Kitchen equipment</i>		<i>Requirement (IP units)</i>	<i>Requirement (SI units)</i>
Dishwasher	Undercounter	ENERGY STAR	ENERGY STAR or performance equivalent
	Stationary, single tank, door	ENERGY STAR	ENERGY STAR or performance equivalent
	Single tank, conveyor	ENERGY STAR	ENERGY STAR or performance equivalent
	Multiple tank, conveyor	ENERGY STAR	ENERGY STAR or performance equivalent
	Flight machine	ENERGY STAR	ENERGY STAR or performance equivalent
Food steamer	Batch (no drain connection)	≤ 2 gal/hour/pan including condensate cooling water	≤ 7.5 liters/hour/pan including condensate cooling water
	Cook-to-order (with drain connection)	≤ 5 gal/hour/pan including condensate cooling water	≤ 19 liters/hour/pan including condensate cooling water
Combination oven,	Countertop or stand	≤ 1.5 gal/hour/pan including condensate cooling water	≤ 5.7 liters/hour/pan including condensate cooling water
	Roll-in	≤ 1.5 gal/hour/pan including condensate cooling water	≤ 5.7 liters/hour/pan including condensate cooling water
Food waste disposer	Disposer	3-8 gpm, full load condition, 10 minute automatic shutoff; or 1 gpm, no-load condition	11-30 lpm, full load condition, 10-min automatic shutoff; or 3.8 lpm, no-load condition
	Scrap collector	Maximum 2 gpm makeup water	Maximum 7.6 lpm makeup water
	Pulper	Maximum 2 gpm makeup water	Maximum 7.6 lpm makeup water
	Strainer basket	No additional water usage	No additional water usage

gpm = gallons per minute

gph = gallons per hour

lpm = liters per minute

lph = liters per hour

Table 4. Compliant laboratory and medical equipment

To use Table 4, the project must be a medical or laboratory facility.

<i>Lab equipment</i>	<i>Requirement (IP units)</i>	<i>Requirement (SI units)</i>
Reverse-osmosis water purifier	75% recovery	75% recovery
Steam sterilizer	For 60-inch sterilizer, 6.3 gal/U.S. tray For 48-inch sterilizer, 7.5 gal/U.S. tray	For 1520-mm sterilizer, 28.5 liters/DIN tray For 1220-mm sterilizer, 28.35 liters/DIN tray
Sterile process washer	0.35 gal/U.S. tray	1.3 liters/DIN tray
X-ray processor, 150 mm or more in any dimension	Film processor water recycling unit	
Digital imager, all sizes	No water use	

LIITE 2

Taulukko 2.4.3. Ulkoilmavirtojen normaalin käyttötilanteen mitoitusarvot tiloissa, jotka täyttävät erittäin vähäpäästöisen rakennuksen kriteerit. Huonelämpötilan hallinta tai varautuminen muuntojoustoon saattavat edellyttää suurempia ilmavirtoja.

Tila	Lattia-ala m ² /hlö	S1-luokka		S2-luokka		S3-luokka	
		dm ³ /s, hlö	dm ³ /s, m ²	dm ³ /s, hlö	dm ³ /s, m ²	dm ³ /s, hlö	dm ³ /s, m ²
Toimitila, normaali tilatehokkuus	10–12	16	1,5	11	1,0	6	1,0
Toimitila, suuri tilatehokkuus	6–8	14	2,0	9	1,5	6	1,5
Neuvotteluhuone	3	12	4,0	8	3,5	6	3,0
Taukotila, kahvio	1,5	11	5,0	8	4,0	6	2,0
Hotellihuone		10		8		6	
Opetustila tai muu oleskelutila	2	11	5,5	8	4,0	6	3,0
Luentosali		10		8		6	
Päiväkodin ryhmätilat	3	12	4,0	8	3,0	6	3,0
Käytävä ja porrashuone			1,0		0,5		0,5
Käytävä, aula			1,5		1,0		1,0
Ruokala ja kahvila	2	11	5,5	8	4,0	6	3,0
Kuumennus- ja jakelukeittiö ¹⁾			10		10		5–10
Valmistuskeittiö ¹⁾			15–40		15–40		15–25
Astianpesuhuone ¹⁾			12–20		10–15		10
Liiketila, myymälä ¹⁾		10	1–3	8	1–3	6	1–3
Näyttelytila			3		3		2
Kirjasto			3		2		2
Salit (konsertti-, teatteri-, elokuva-, koulun sali)		10		8		6	
Lämpö			5		5		5
Kuntosali			6		6		6
Liikuntahalli, urheilijat			2,5		2		2
Liikuntahalli, katsojat		10		8		6	
Potilashuone ²⁾		15	3,5	12	3	10	2,5
Varasto, arkisto (poisto)			0,5		0,5		0,35

¹⁾ Prosessien aiheuttama ilmanvaihdon tarve tai yllämmön poistaminen tulee suunnitella tapauskohtaisesti.

²⁾ Sairaalatiolojen sisäilmaston suunnittelusta ja ilmavirroista on tietoja raportissa Sairaalailmanvaihdon suunnitteluohjeita (Ryynänen 2007).

TAULUKKO 1.**Mitoituksessa käytettävät vesikalusteiden normivirtaamat.**

Vesipiste ¹⁾	Normivirtaama q_N dm ³ /s	
	Kylmä vesi	Lämmin vesi
Astianpesuallas	0,2	0,2
Astianpesukone kotitaloudessa	0,2	(0,2)
Pesuallas	0,1	0,1
Suihku	0,2	0,2
Kylpyamme	0,3	0,3
WC-istuin	0,1	-
Pesukone kotitaloudessa	0,2	-
Pesukone talopesulassa tai vastaavassa	0,4	-
Vesiposti pientalossa, DN 15	0,2	-
Vesiposti kerrostalossa, DN 20	0,4	-
Laskuhana, tasapohja-allas	0,2	0,2
Pesuistuin	0,1	0,1
Urinaalin huuhteluventtiili	0,4	-
Urinaalin huuhteluhana	0,2	-
Ryhmäpesuallas (n kpl)	0,07 + 0,03 n	0,07 + 0,03 n
Sarjaan kytketyt urinaalit (n kpl)	0,14 + 0,06 n	-
Ryhmäsuihku (n kpl)	0,14 n	0,14 n
Teollisuus ym. laitteet	Lask. erikseen	-

¹⁾ Jos vesikalusteessa on vaihtoehtoisia ulostuloja, otetaan mitoituksessa huomioon vain suurimman virtaaman antava ulostulo. Ulostuloksi luetaan tässä yhteydessä myös järjestely, jossa kalusteesta johdetaan vesi jollekin laitteelle, esimerkiksi pesukoneelle, helposti irrotettavan kytkennän kautta.