

Kohti ympäristöystävällistä rakentamista

Tapaus DAS KELO



Kohti ympäristöystävällistä rakentamista

Miika Poikajärvi (toim.)

Kohti ympäristöystävällistä rakentamista

Tapaus DAS Kelo

Sarja B. Tutkimusraportit ja kokoomateokset 3/2018

© Lapin ammattikorkeakoulu ja tekijät

ISBN 978-952-316-218-1 (pdf)
ISSN 2489-2637 (verkkojulkaisu)

Lapin ammattikorkeakoulun julkaisuja
Sarja B. Tutkimusraportit ja kokoomateokset
3/2018

Kirjoittaja(t): Janne Jokinen, Kirsti Saviaro,
Miika Poikajärvi, Mikko Vatanen, Valtteri
Pirttinen

Toimittaja(t): Miika Poikajärvi

Kansikuva: Aaro Artto, muokattu

Taitto: Lapin AMK, viestintäyksikkö

Lapin ammattikorkeakoulu
Jokiväylä 11 C
96300 Rovaniemi

Puh. 020 798 6000
www.lapinamk.fi/julkaisut

Lapin korkeakoulukonserni



Lapin korkeakoulukonserni LUC
on yliopiston ja ammattikorkea-
koulun strateginen yhteenliittymä.
Konserniin kuuluvat Lapin yliopisto
ja Lapin ammattikorkeakoulu.
www.luc.fi

Sisällys

Miika Poikajärvi, Lapin AMK

ALUKSI	. . . . .	9
Lähteet	. . . . .	11

Janne Jokinen, Lapin AMK

KESTÄVÄN RAKENTAMISEN LAADULLINEN ARVIOINTI	. . . . .	13
Yleistä	. . . . .	13
Kotimainen laatujärjestelmä	. . . . .	14
Lähteet	. . . . .	15

Valtteri Pirttinen, Lapin AMK & Kirsti Saviaro, DAS

ÄLYKÄS YHTEISÖLLINEN PUUKERROSTALO	. . . . .	17
DAS KELO	. . . . .	17
Lapin AMK mukana yhteistyössä	. . . . .	18
Lähteet	. . . . .	19

Valtteri Pirttinen, Lapin AMK

RAKENNUSHANKKEEN KESTÄVÄ TOTEUTUS	. . . . .	21
Johdanto	. . . . .	21
Kestävän rakennushankkeen ohjaus	. . . . .	22
Kestävän rakennushankkeen kosteusturvallinen toteutus	. . . . .	23
Kestävän rakennustyömaan toteutus	. . . . .	26
Havainnot kohteesta	. . . . .	29
Lähteet	. . . . .	30

Miika Poikajärvi, Janne Jokinen & Mikko Vatanen, Lapin AMK

RAKENNUSHANKKEEN TALOUDELLISEN KESTÄVYYDEN ARVIOINTI	. . . . .	33
Johdanto	. . . . .	33
Rakennuksen elinkaarikustannusten arviointi	. . . . .	35
Rakennuksen ylläpidettävyys	. . . . .	37
Havainnot kohteesta	. . . . .	40
Lähteet	. . . . .	41

Janne Jokinen, Miika Poikajärvi & Antti Sirkka Lapin AMK

RAKENNUKSEN YMPÄRISTÖVAIKUTUKSET JA ENERGIATEHOKKUUS	43
Johdanto	43
Kestävästi toteutetun rakennushankkeen hiilijalanjälki	44
Rakennuksen energiankulutus	46
Rakennuksen ympäristövaikutukset	53
Havainnot kohteesta	58
Lähteet	59

Miika Poikajärvi & Janne Jokinen, Lapin AMK

RAKENNUKSEN SISÄILMA JA TERVEELLISYYS	63
Johdanto	63
Rakennuksen sisäilman laatu	64
Materiaalien emissiot	66
Rakennuksen visuaalinen viihtyvyys	68
Rakennuksen akustiikka	70
Havainnot kohteesta	73
Lähteet	74

Janne Jokinen, Lapin AMK

KESTÄVÄN RAKENTAMISEN INNOVAATIOT	77
Johdanto	77
Innovaatiot	78
Havainnot kohteesta	80
Lähteet	81

Valtteri Pirttinen, Lapin AMK

YHTEENVETO	83
KIRJOITTAJAT	89

Aluksi

Kun katsotaan ajassa taaksepäin ja tarkastellaan kaikkea, mitä rakennusteollisuuden saralla on tapahtunut viime vuosikymmenten aikana, ei ole epäselvää miksi kiinnostus kestävästä rakentamisesta kohtaan on noussut polttavaksi puheenaiheeksi. Maailmalla vallitseva kertakäyttökulttuuri on osittain levinnyt jo rakentamisen pariin, jossa uusia rakennuksia joudutaan saneeraamaan tuhansilla euroilla, kunnes pahimmassa tapauksessa ne puretaan ainoastaan muutaman vuoden käyttöään päätteeksi. Uutisotsikoita seuraamalla muodostuu herkästi kuva siitä, että kyseessä on viime vuosina alalle ilmaantunut ongelma, vaikka todellisuudessa ongelmia on ollut jo vuosikymmenten ajan.

On totta, että kiire ja välinpitämättömyys aiheuttavat suuren osan ongelmista mitä kohdataan varsinkin talonrakennuksen parissa. Ongelmien aiheuttajaa ei voi kuitenkaan rajata ainoastaan näihin kahteen tekijään. Suunnitteluosaamisen ollessa puutteellista, on rakennushankkeen onnistuminen jo alkuvaiheessa melko hataralla pohjalla ja myös valvonnan puute luo tilaa ongelmien muodostumiselle, kun mahdollisiin virheisiin ei puututa jo kriittisessä vaiheessa. Myöskään tilaaja ei välttämättä ymmärrä sitä mitä on tilaamassa. Kielimuuri rakennushankkeen eri osapuolten välillä johtaa väärinkäsityksiin ja lopputulos ei välttämättä ole sen mukaista, mitä ollaan alun perin lähdetty hankkeella hakemaan.

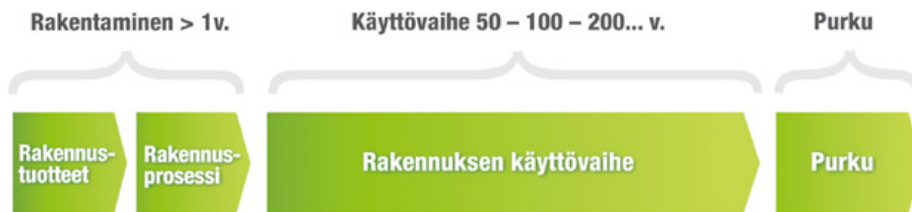
Kuitenkaan edes kaikkien edellä mainittujen asioiden ollessa kunnossa ongelmien välttymiseltä ei voida varmistua tulevaisuudessa. Suomessa on aiemminkin toteutettu hyvän rakennustavan mukaisella rakentamisella riskirakenteita, joista yhtenä suunnitellun kuuluisana esimerkkinä toimii omakoti- ja rivitaloissa yleisesti 1970- ja -80-luvuilla käytetty valesokkeli. Tätä nykyä peruskorjausissä olevia riskirakenteita korjataan ahkerasti mutta kuitenkin myös valesokkelia pidettiin hyvän rakennustavan mukaisena rakenteena 36 vuoden ajan, kunnes se poistettiin RT-kortistosta vuonna 1993. [1]

Ongelmien välttämiseksi tulisikin myös rakennusmääräysten pohjautua tutkituun ja testattuun tietoon, joilla on voitu varmistua rakenteiden ja materiaalien oikeanlaisesta rakennusfysikaalisesta toiminnasta. Uusimpien hullutusten sokea seuraaminen johtaa herkästi tulevaisuuden riskirakenteisiin. Joku voisi sanoa, että se on

jatkuvuutta, kun tulevaisuudessakin riittää töitä rakennusten saneerauksen merkeissä mutta kestävästä rakentamisesta ei ainakaan voida puhua samassa yhteydessä.

Tulevaisuus ei kuitenkaan näytä synkältä. Kertakäyttökulttuurin täyttämässä maailmassa ihmiset ovat alkaneet arvostaa ja vaalia kestävän kehityksen mukaisia periaatteita, joiden mukaan olemassa olevan yhteiskunnan tarpeet tulisi pystyä tyydyttämään vaarantamatta tulevien sukupolvien elämisen mahdollisuuksia. Suomi on omassa yhteiskuntasitoumuksessaan sitoutunut edistämään näitä periaatteita [3]

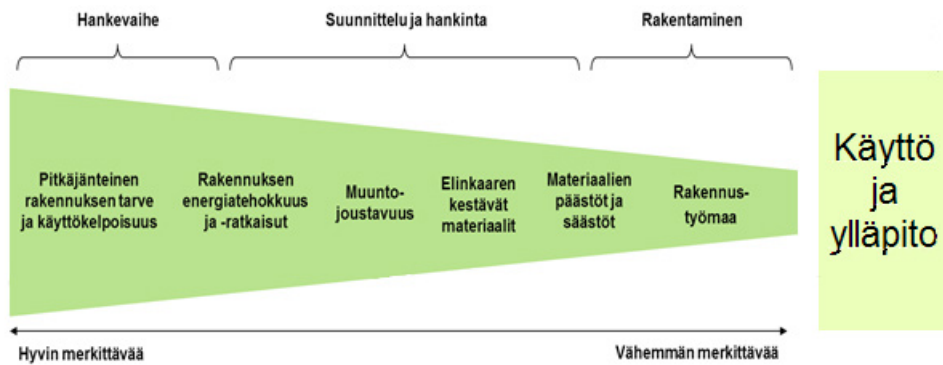
Kestävän kehityksen mukaisia periaatteita voidaan soveltaa myös rakennusalalla, jolloin puhutaan *kestävästä rakentamisesta*. Näitä periaatteita vaalitaan ottamalla huomioon rakentamisen *taloudelliset-, sosiaaliset- ja ekologisetvaikutukset*. Kestävässä rakentamisessa korostuu *elinkaariajattelu* (Kuva 1), jossa pyritään tarkastelemaan rakennuksen kustannuksia ja ympäristövaikutuksia koko sen elinkaaren ajalta, alkaen käytettyjen materiaalien valmistuksesta, rakentamiseen, käyttövaiheeseen ja lopulta elinkaaren lopussa purkamiseen ja materiaalien mahdolliseen uudelleen hyödyntämiseen.



Kuva 1. Rakennuksen elinkaari [4]

Kestävässä rakentamisessa pääpaino ei ole investointivaiheen kustannuksilla, vaan eri ratkaisuista aiheutuvia kustannuksia tarkastellaan koko rakennuksen suunnitellun käyttöajan ajalta. Tämä voi investointivaiheessa johtaa suurempiin investointeihin verrattuna tavanomaiseen tilanteeseen, jossa investointipäätökset tehdään välittömien kustannusten mukaan. Suurempi alkuinvestointi voi kuitenkin pidemmällä aikavälillä tarkasteltuna säästää rakennuksen ylläpitokustannuksissa. Näin kun asiaa ajatellaan, ei sillä hetkellä halvin vaihtoehto olekaan välttämättä se paras.

Merkittävä osa rakennuksen kustannuksista muodostuu käyttövaiheen ajalta ja investointivaiheessa edulliselta vaikuttava ratkaisu voi aiheuttaa moninkertaiset kustannukset rakennuksen elinkaaren aikana. Hanke- ja suunnitteluvaiheen päätöksillä on merkittävin vaikutus rakennuksen elinkaaren kustannusten muodostumiselle (Kuva 2), jolloin tehdään päätökset rakennukseen käytettävien materiaalien, teknisten toteutusten, tavoitellun sisäilma- ja energialuokan suhteen.



Kuva 2. Rakennushankkeen eri vaiheiden vaikutus elinkaarikustannuksiin [4]

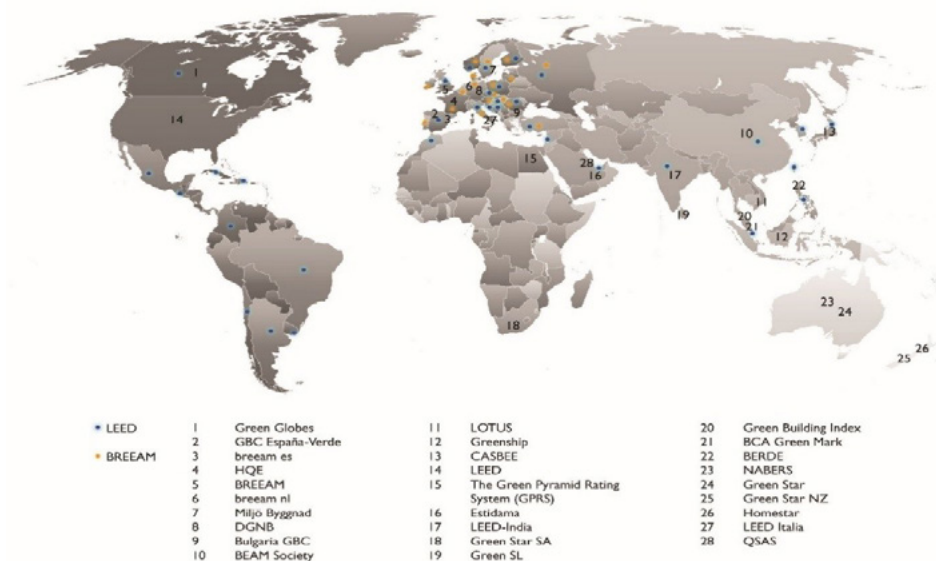
LÄHTEET

- [1] Mölsä, S. Rakennuslehti. Korjausrakentaminen. Näin Suomi homehtui – hyvä rakentamistapa sai aikaan pahaa jälkeä. Noudettu osoitteesta <https://www.rakennuslehti.fi/2016/06/nain-suomi-homehtui-hyva-rakentamistapa-sai-aikaan-pahaa-jalke/> 31.10.2017
- [2] Rakennustietosäätiö Oy 2016. RT-ympäristötyökalu. Noudettu osoitteesta <https://rthankeohjaus.rts.fi> 4.10.2017
- [3] Ympäristöministeriö. Kestävä kehitys. Noudettu osoitteesta http://www.ymparisto.fi/FI/Ymparisto/Kestava_kehitys 23.1.2018
- [4] Rakennusteollisuus RT. Kestävä rakentaminen. Rakennuksen elinkaari. Noudettu osoitteesta <https://www.rakennusteollisuus.fi/Tietoa-alasta/Ilmasto-ymparisto-ja-energia/Kestava-rakentaminen/Rakennuksen-elinkaari/> 26.12.2018

Kestävän rakentamisen laadullinen arviointi

YLEISTÄ

Maailmalla on käytössä useita rakennusten sertifiointijärjestelmiä, joita käyttämällä pyritään varmistamaan rakennusten toteuttaminen hyväksi todettuja käytäntöjä hyödyntäen. Näistä tunnetuimpia ovat Englannin BREEAM ja Yhdysvaltojen LEED. Samankaltaisia rakennusten arviointityökaluja on yhteensä lähes 30, joista jokainen painottaa eri osa-alueita eri tavoilla. Kuvasta 1 on nähtävissä maailmalla käytössä olevia sertifiointijärjestelmiä. Kansainvälisten arviointijärjestelmien ongelmana on niiden epäsopevuus Suomen olosuhteisiin ja rakennusmääräyskokoelman vaatimuksiin. BREEAM ja LEED sertifiointijärjestelmiä on käytetty myös Suomessa ja osa kansainvälisistä vähittäistuotteiden myyntiketjuista vaatii vuokrattavan liikehuoneiston kiinteistöltä ympäristöluokitusjärjestelmän käyttöä osana liiketoimintasuunnitelmaansa.



Kuva 1. Maailmalla käytössä olevia ympäristöluokitusjärjestelmiä [2]

KOTIMAINEN LAATUJÄRJESTELMÄ

Suomessa oli aiemmin saatavilla PromisE ympäristöluokitusjärjestelmä, mutta se ei ole enää käytössä. PromisE toimi suunnannäyttäjänä rakennusten elinkaariajattelussa ja loi pohjan kiinteistöjen arvioinnille ympäristönäkökulmat huomioiden. Rakennustietosäätiö RTS sr lanseerasi vuoden 2017 alussa uuden RTS-ympäristöluokituksen ja siihen liittyvän RT-ympäristötyökalun, jonka avulla uudiskohteissa voidaan toteuttaa ympäristövastuullista rakentamista. Työkalu on kehitetty erityisesti Suomen oloihin soveltuvaksi ympäristöluokitusjärjestelmäksi. [1]

RTS-ympäristöluokitus on kehitetty yhdessä rakennusalan toimijoiden kanssa. Ympäristöluokitusjärjestelmä on tarkoitettu rakennushankkeiden tilaajille, jotka haluavat toteuttaa ympäristövastuullista rakentamista. Ympäristöluokitusjärjestelmä huomioi suomalaiset olosuhteet, lainsäädännön ja kiinteistökannan monipuolisuuden. RTS-ympäristöluokituksen tiedot pohjautuvat eurooppalaisiin standardeihin (CEN TC 350 standardit). RT-ympäristötyökalun avulla todennetaan ympäristön huomiointi rakennushankkeessa ja se käyttää hyväksi rakennusalalla hyväksi todettuja kotimaisia käytäntöjä, kuten Sisäilmastoluokitusta, M1-luokitusta, rakennusten elinkaarimittareita, Kuivaketjuio ja Viherkerroin-menetelmiä. [1]

RTS-ympäristötyökalua voidaan soveltaa uudisrakennus- ja peruskorjaushankkeisiin sekä käyttötarkoituksen muutoksiin. Sitä voidaan käyttää monenlaisten rakennusten toteuttamisessa, kuten opetus- ja päiväkotirakennukset, asuin-, toimisto- ja liikerakennukset sekä majoitusrakennukset. Hankkeelle myönnetään RTS-ympäristöluokitus, joka kertoo, että hankkeelle on tehty puolueeton tarkastelu ulkopuolisen osapuolen toimesta ja että hanke täyttää vaatimukset. Merkkinä ympäristöluokitus-tason täyttymisestä kiinteistölle myönnetään 1-5 tähteä. [1]

Selainpohjainen käyttöliittymä mahdollistaa hankkeen kaikkien osapuolien pääsyn dokumentteihin, joilla todennetaan projektin aikana vaatimusten toteutuminen. RTS Rakennustietosäätiö ylläpitää kriteereitä ja työkalua ajan tasalla, jotta se vastaa nykyistä lainsäädäntöä. Ympäristöluokitus työkalu on jaettu viiteen eri kategoriaan, joiden avulla rakennushanketta ohjataan. Jokaisen kategorian alla on yhteensä 28 kriteeriä, jotka on mainittu alla olevassa kuvassa. [1]

 Prosessi	 Talous	 Ympäristö ja energia	 Sisäilma ja terveellisyys	 Innovaatiot
23 pistettä	12 pistettä	35 pistettä	30 pistettä	10 pistettä
Hankkeenohjaus 8 p	Elinkaari-kustannus 3 p	Hiilijalanjälki 12 p	Sisäilman laatu 18 p	Innovaatiot 10 p
Kosteuden-hallinta 10 p	Ylläpidettävyys 9 p	Energia 16 p	Visuaalinen viihtyvyys 6 p	
Työmaan ohjaus 5 p		Vesi 3 p	Akustiikka 6 p	
		Vaikutukset ympäristöön 4 p		

Kuva 2. RT-ympäristötyökalun pääosiot ja kriteerit [1]

Työkalan maksimipistemäärä on 110 pistettä ja eri osioiden tärkeyttä on painotettu pisteiden jakautumisella eri kategorioiden välillä. Tietyistä alaosiosta on saatavilla osapisteitä näyttämällä toteen vaatimuksen osittainen täyttyminen. Osa kriteerien vaatimuksista tulee täyttää kokonaisuudessaan, jotta pisteet saavutetaan. Muutamissa osioissa on annettu vaihtoehtoinen toteutustapa vaatimusten täyttämiseksi. Työkalu antaa joustoa hankkeelle suunnittelun näkökulmasta. Työmaatoteutuksissa vaatimukset ovat enemmän valvontaan liittyviä varmentavia toimintamalleja, joiden tarkoituksena on varmistaa työmaan toteutuminen suunnitelmien mukaisesti niin rakenteellisesti kuin talotekniikan toimivuuden kannalta. [1]

Alla on esitetty taulukkomuodossa työkalun kriteerien vähimmäisvaatimukset sekä kaikki arvioitavat osa-alueet. Prosessiosion alle jakaantuu kolme pääkriteeriä; hankkeenohjaus, kosteudenhallinta ja työmaan ohjaus. Talousosion alla on kaksi kriteeriä; elinkaarikustannus ja ylläpidettävyyden. Ympäristö- ja energiaosion alla on neljä kategoriaa; hiilijalanjälki, energia, vesi ja vaikutukset ympäristöön. Toiseksi viimeisessä osiossa, sisäilma ja terveellisyys, on kolme alaosiota; sisäilman laatu, visuaalinen viihtyvyys ja akustiikka. Viimeinen osio käsittelee innovaatiota ja siihen liittyviä prosesseja. [1]

Kriteerit	Kriteeri	Tähtiarviointi					Minimivaatimuksen selite
		1 25p	2 40p	3 55p	4 70p	5 85p	
P1.1	Suunnitteluvaiheen arviointi	3					
P1.2	Talotekninen toiminnanvarmennus ja valvonta	3			100 %		TATE valvojat ja valvonta suoritettu
P1.3	Käytön opastus	2					
P2.1	Kosteusteknisten riskien hallinta suunnittelussa	4		75 %	75 %		Nimetty koordinaattori ja laadukas toteutus
P2.2	Työmaan kosteudenhallinta	6		100 %	100 %		Laadukas työmaa aikainen kosteudenhallinta
P3.1	Työmaan ympäristövaikutukset	3					
P3.2	Työmaan puhtaudenhallinta	2					
T1.1	Elinkaarikustannukset	3					
T2.1	Kulutuskestävyys	3					
T2.2	Huollettavuus ja varmuus	4					
T2.3	Muuntojoustavuus	2					
Y1.1	Elinkaaren hiilijalanjälki	12	30 %	30 %	50 %		CO2 säästö 20% / lisäksi FiGBC laskenta
Y2.1	E-luku	8	20 %	40 %	50 %		Energiatehokkuusluokka B
Y2.2	Kulutusmittaukset	3					
Y2.3	Tavoitekulutuksen laskenta	3					
Y2.4	Järjestelmien tehokkuus	2					
Y3.1	Vedenkäytön tehokkuus	3					
Y4.1	Viherrakentaminen ja hulevesi	2					
Y4.2	Turvallisuus ja pyöräily	2					
S1.1	Lämpöolosuhteet	6			50 %		S2 lämpöolosuhteet
S1.2	Sisäilman laatu	7	50 %	50 %	50 %		S2 sisäilman laatu
S1.3	Käyttäjän vaikutusmahdollisuudet	2					
S1.4	Materiaalien emissiot	3	100 %	100 %	100 %		M1 luokan materiaalit
S2.1	Luonnonvalon hyödyntäminen	4					
S2.2	Valaistuksen laatu	2					
S3.1	Tiilä-akustiikka	3					
S3.2	Ääneneristävyyden	3					
I	Innovaatiot	10					

Kuva 3. Vähimmäisvaatimukset tähtiarviointeihin. [1]

LÄHTEET

- [1] Rakennustietosäätiö Oy 2016. RT-ympäristötyökalu. Noudettu osoitteesta <https://rthankeohjaus.rts.fi> 4.10.2017
- [2] Saniuk, I. Review of global environmental assessment methods. Noudettu osoitteesta <https://www.bsria.co.uk/> 11.12.2017

Älykäs yhteisöllinen puukerrostalo

DAS KELO

Domus Arctica-säätiö (DAS) rakennuttaa Rovaniemelle Riihipellonpuiston alueelle 8-kerroksisen CLT ([Cross laminated timber](#))-runkorakenteisen opiskelijakerrostalon, jonka rakennustyöt aloitetaan vuonna 2018. Tavoitteena on rakentaa 103 yksiota opiskelijoiden toiveiden mukaisesti kampusalueelle. Lähtökohtia kohteen suunnittelussa ja rakentamisessa tulee olemaan Rovaniemen kaupungin kiertotalousstrategia, kestävän kehityksen periaatteet, digitalisaation tuomat innovaatiot ja vaihtoehtoiset energiantuottamislähteet. Hankkeen mahdollistaa kumppanuuskaava Rovaniemen kaupungin kanssa ja ARA asumisen rahoitus- ja kehittämiskeskuksen rahoitus. [1]



Kuva 1. 8-kerroksisen DAS KELO CLT-rakenteisen kerrostalon havainnekuva. [2]

Kerrostalon ensimmäisessä kerroksessa sijaitsee tekniset tilat, DAS:n toimisto ja henkilöstön sosiaalitilat, VSS-tilat joissa irtainvälinevarastot ja pesutupa jonka yhteydessä yhteiskäyttötila ”yhteinen olohuone”, sekä polkupyörien huolto- ja säilytystila. Seuraavissa seitsemässä kerroksessa sijaitsee opiskelija-asunnot, jotka ovat 1h+k tyyppisiä yksioita kooltaan 26m², 30,5m², sekä esteettömiä yksioita yksi kappale per kerros kooltaan 32,5m². Kahdeksannessa kerroksessa sijaitsee asuntoja ja yhteiskäytössä oleva saunaosasto.

Rakennuksen ensimmäinen kerros toteutetaan betonirakenteisena. Loput kerrokset rakennetaan tehtaalla esivalmistetuista CLT-tilaelementeistä, jotka asennetaan työmaalla. Sääsuojaus kohteessa on suunniteltu toteutettavaksi käyttämällä siirrettävää vesikattoa.

LAPIN AMK MUKANA YHTEISTYÖSSÄ

Lapin AMK:lla on suunnitteilla kohteeseen tutkimushanke ”Dwell – älykäs taloyhteistö”. Tutkimushankkeen päätarkoituksena on monialaisen tutkimustoiminnan tuloksena edistää käyttäjien ja kiinteistön ylläpitäjien mahdollisuuksia hyödyntää kiinteistöä parhaalla mahdollisella tavalla. Hankkeen tavoitteena on kehittää älykkäiden järjestelmien hyödynnettävyyttä rakennus- ja kiinteistöaloilla sekä edistää uutta yhteisöllisyyttä asumisessa. Tutkimushankkeen keskeisimmät teema-alueet ovat yhteisölliset käyttäjät, älykäs ylläpito ja älykkäät järjestelmät. [3]

Rakennushanketta lähdettiin alusta asti suunnittelemaan pienen hiilijalanjäljen rakennuksena. Pelkästään maininta ekologisesta rakentamisesta ei riitä todisteeksi rakennuksen ympäristöystävällisyydestä. Tämän vuoksi rakennushankkeen tilaaja-osapuoli DAS halusi tarkempaa tietoa rakennushankkeen ympäristövaikutuksista. Rakennushankkeesta päädyttiin Lapin AMK:n toimesta toteuttamaan kokeellinen tarkastelu RT-ympäristötyökalulla. Tarkastelu on kokeellinen, sillä viralliseen sertifiointiin johtavaa ympäristötarkastelua ei toteutettu. Työkalun tarkastelun avulla saadaan vertailtavaa tietoa rakennushankkeen ympäristöystävällisyydestä. Lapin AMK:n tavoitteita tälle työlle oli kerätä oppia RT-ympäristötyökalusta todellisen esimerkkikohteen tietoihin perustuen, lisätä toimijoiden tietoisuutta ympäristötyökalujen käytöstä ja vaikutuksista hankkeen suunnitteluun ja toteutukseen sekä edistää kestävästä rakentamisesta osa-alueiden huomiointia rakennushankkeissa. Kyseinen kohde valikoitui tarkasteltavaksi siinä käytettävän CLT-rakennusmateriaalin vuoksi.

Tietoja rakennushankkeen suunnitelmista RT-ympäristötyökalulla tehtävää ympäristötarkastelua varten on kerätty monella eri tavalla. Lapin AMK:n edustajat ovat olleet rakennushankkeen alusta asti mukana kerrostalon suunnittelutyöryhmässä. Lisäksi Lapin AMK:n projektihenkilöstöä lisättiin rakennushankkeen Haahtela-projektipankkiin. Projektipankista saatiin perustiedot hankkeesta ja sen sisällöistä. Lisätietoja hankittiin toteuttamalla haastattelu hankkeen toimijoille. Haastattelussa täydennettiin kriteerien sisältöjä niiltä osin, joita ei ilmennyt projektipankin dokumenteista. Lisäksi haastattelussa keskusteltiin itse työkalusta, sen hyödyllisyydestä sekä sisällöstä.

Tässä artikkelikokoelmassa keskitytään tarkastelemaan Domus Arctica-säätiön (DAS) suunnitteilla olevan CLT-kerrostalon suoriutumista RT-ympäristötyökalussa. Artikkeleissa työkalun kategorioiden vaatimukset on selitetty auki jokainen omassa osiossaan. Artikkelikokoelmaa voi lukea syventyen yksittäiseen kategoriaan, jossa tekniset kriteerit on kerrottu tarkasti tai lukemalla esimerkiksi vain jokaisen osion vaatimuksien vertailun todellisen kohteen toteutustapaan. Tarkasteltavan kohteen suunnittelu- ja toteutusratkaisuja on vertailtu RT-ympäristötyökalun pohjautuen. Artikkeleissa ei käsitellä vaatimusten kustannuspuolia, vaan keskitytään enemmän tekniisiin toteutuksiin ja yleisiin vallitseviin käytäntöihin alalla. Osioissa on pyritty tuomaan mahdollisimman selkeä kuvaus vaatimuksista, jotta laaja lukijakunta osaamisalasta tai taustasta riippumatta saisi riittävän ymmärryksen työkalusta ja sen käytöstä.

Tämä artikkelikokoelma on tehty osana Future possibilities for CLT (Nya möjligheter för CLT) –hanketta. Future possibilities for CLT (FCLT) –hanke toteutetaan Interreg Pohjoinen EAKR-rahoitteisena tutkimusprojektina, jossa ovat mukana Luulajan tekninen yliopisto, Ruotsin tekninen tutkimus-instituutti (RISE), Centria AMK, Digipolis Oy ja Lapin AMK. Hanke on käynnistynyt syyskuussa 2015 ja kestää toukokuuhun 2018. Hankkeen pääasiallisena tavoitteena on edistää CLT:n monipuolista käyttöä sekä lisätä tietoutta CLT-rakentamisen mahdollisuuksista Interreg Pohjoisen-alueella.

LÄHTEET

- [1] Domus Arctica-säätiö 2017a. Katseet Rantsulle uuden rakentamisessa. Noudettu osoitteesta: <https://das.fi/fi/DASiaa?cid=29264&id=4ebc3847-29fe-4da3-8c51-d88b0c660859&title=Katseet-Rantsulle-uuden-rakentamisessa>. 8.1.2018
- [2] Domus Arctica-säätiö 2017b. Tutustu tietomallinnukseen virtuaalisesti ja vaikuta opiskelijakerrostalon suunnitteluun. Noudettu osoitteesta: <https://www.das.fi/fi/DASiaa?cid=29265&id=5f7ca624-a4ce-425b-a193-f136de5784a4&title=Tutustu-tietomallinnukseen-virtuaalisesti-ja-vaikuta-opiskelijakerrostalon-suunnitteluun> 8.1.2018
- [3] Lapin AMK 2018. Lapin AMK DAS RHP projektisuunnitelma. Sisäinen dokumentti. 8.1.2018

Rakennushankkeen kestävä toteutus



JOHDANTO

Rakennushanke pitää sisällään paljon erilaisia vaiheita, jonka vuoksi kokonaisuuden hallinta on hyvin suuressa roolissa. Rakennushankkeen hyvän lopputuloksen taustalla on aina laadukas ja toimiva rakennusprosessi, jonka kaikki osapuolet osallistuvat aktiivisesti. Rakennuttajan rooli onkin hyvin keskeinen kokonaisuuden hallinnassa. Rakennuttaja määrittelee rakennushankkeen tavoitetta, ohjaa prosessikokonaisuutta ja hankkii tarvittavat resurssit. [1]

Kestävän rakentamisen periaatteiden mukaisen rakennushankkeen toteuttaminen vaatii laadukasta ohjausta aina hankesuunnitteluvaiheesta rakennuksen käyttövaiheeseen ja huoltoon asti. Rakennushankkeen ohjaamisen kannalta erittäin tärkeä vaihe on hankesuunnitteluvaihe. Hankesuunnitteluvaiheessa tulisi esittää kaikki tärkeät tavoitteet niin selvästi, että niiden toteutumista voidaan seurata ja arvioida koko rakennusprosessin ajan. Ohjaamisen kannalta suurin vaikutus hankkeeseen on suunnitteluvaiheessa. Suunnitteluvaiheessa hankkeelle asetetut vaatimukset, ideat ja tavoitteet muunnetaan lopullisen rakennuksen kuvaavaan muotoon. Pelkästään hyvien käytäntöjen huomioiminen hankesuunnittelu- ja suunnitteluvaiheessa ei tietenkään riitä hyvän lopputuloksen saavuttamiseksi. Edellisten vaiheiden lisäksi hyvän lopputuloksen edellytyksiä ovat suunnitelmien mukainen toteutus sekä rakennuksen suunnittelunkaltainen käyttö ja huolto. [2]

RTS-ympäristötyökalun *prosessi-osion* tarkoituksena on ohjata rakennushankkeen eri toteutusvaiheita kestävästä rakentamisen periaatteiden mukaisesti. Rakennushankkeen ohjaus osiossa tarkastellaan hankkeenohjausta, kosteudenhallintaa sekä työmaan ohjausta. Hankkeenohjaus osion tavoitteena on varmistaa luokitustavoitteen saavutettavuus, opastaa ja varmistaa rakennuksen oikeaoppinen toiminta ja käyttö. Kosteudenhallintaa lähestytään kosteusteknisten riskien hallinnan kautta suunnitteluvaiheessa sekä työmaan kosteusturvallisen toteutuksen kautta hyväksi käyttäen

Oulun rakennusvalvonnan kehittämää Kuivaketju 10 toimintamallia. Työmaan ohjauksessa pyritään minimoimaan työmaan ympäristövaikutukset sekä työmaan puhautenhallinta ohjataan P1-luokan mukaisesti. [3]

KESTÄVÄN RAKENNUSHANKKEEN OHJAUS

Luokitustavoitteiden ohjaus ja hallinta

Prosessiosion ensimmäinen tarkastettava kohta on *luokitustavoitteiden välitarkastelu*. Hankkeen ympäristötavoitteiden järjestelmällisellä tarkastuksella suunnitteluvaiheessa varmistetaan tavoitteen saavuttaminen myös lopputuloksessa. Kriteeristä on saatavilla 3 pistettä, jotka saavutetaan auditoimalla suunnitteluvaihe. Auditoinnissa ympäristötavoitteiden toteutuminen varmistetaan perehtymällä suunnittelu- ja urakka-aineistoon. [3]

Talotekninen toiminnanvarmistus ja valvonta

Talotekniikan tarkoituksen mukainen toiminta, on edellytys rakennuksen oikeanlaiselle toiminnalle. Tämän vuoksi talotekninen toiminnanvarmistus ja työtä valvovat asiantuntijat nimetään jo RT-ympäristötyökalun suunnitteluvaiheessa. [3]

Toiminnanvarmistussuunnitelma raportoidaan VTT:n kehittämän ToVa-käsikirjan mukaisesti. Toiminnanvarmistuskäsikirja on kehitetty rakennusten taloteknisten järjestelmien oikeaoppisen toimivuuden varmistamista varten. Rakennuksen toimivuuden varmistaminen on suunnittelutavoitteiden asettamisesta alkaen koko rakennuksen elinkaaren kestävä systemaattista toimintaa. Tällä varmistetaan se että, rakennukselle ja sen järjestelmille asetettavat tavoitteet on selkeästi määritelty ja niiden toteutumista ohjataan säännöllisesti rakennushankkeen eri vaiheissa. Käsikirjan tärkeimmät tarkastelukohdat ovat sisäilmaston ja energiatehokkuuden varmistaminen. [3][4]

ToVa-käsikirjan kolme keskeisintä vaatimusta ovat seuraavat:

1. Suunnittelutavoitteet on kohdistettu rakennuksen toiminnallisuuteen esimerkiksi sisäilmastotavoitteet yksilöitynä hyväksyttäviin lämpötiloihin ja hiilidioksidipitoisuuksiin.
2. Asetetut tavoitteet tulee pystyä todentamaan mittauksin.
3. Mikäli mittauksissa havaitaan poikkeamia tavoitearvoista, poikkeamien syyt tulee selvittää ja mahdolliset viat korjata.

Osiosta on saatavilla 3 pistettä, jotka saavutetaan nimeämällä suunnittelua ja rakentamista valvovat ja toiminnanvarmistuksesta vastaavat asiantuntijat. Konkreettisia tuotoksina RT-ympäristötyökaluun liitetään tiedot valvojista, tehtäväluettelo, valvojien tekemät suunnitelmien tarkastuspöytäkirjat ja toiminnanvarmistussuunnitelma. [3][4]

Toiminnanvarmistussuunnitelmassa esitetään taloteknistenjärjestelmiin liittyvät vastuut, tehtävät, aikataulut ja raportointitavat. Ilmanvaihtojärjestelmien osalta toteutus ja raportointi toteutetaan *SFS-EN 12599 Rakennusten ilmanvaihto. Ilmanvaihto- ja ilmastointijärjestelmien käyttöönottonenettelyt ja mittausmenetelmät* standardin mukaisesti. [3][4]

Käytön opastus

Kiinteistön oikeanlainen käyttö ja ylläpito ovat edellytys kiinteistön käyttöominaisuuksien ja arvon säilyttämiseksi. Käyttöohje ja huoltokirja ovat apuvälineitä kiinteistön ylläpitoon, jotka sisältävät tiedot rakennuksen asianmukaista käyttöä varten ja kunnossapidosta huolehtimisesta. Ohjekirjojen avulla saavutetaan halutut asumisolot, rakenteiden ja laitejärjestelmien suunnitellut käyttöiät sekä toteutetaan hyvä energiatalous asianmukaisesti ja taloudellisesti. [5][6]

Prosessin osiosta käytön opastus on saatavilla 2 *pistettä*, jotka saavutetaan toteuttamalla käyttäjäohje tilojen loppukäyttäjille sekä ylläpitohenkilöille koottu erillinen *ylläpidon perehdytysaineisto*. Käyttäjäohjeessa käsitellään mm. sisäolosuhteiden säädettävyyttä ja toiminta sekä tilan järjestelmien käyttöohjeet jne. Ylläpidon perehdytysaineiston (huoltokirja) on oltava selkeä kokonaisuus, josta on nopeasti omaksuttavissa kokonaiskuva rakennuksen toiminnasta ja teknisistä järjestelmistä. Aineiston perusteella ylläpitohenkilöstö saa perustiedot järjestelmistä ja niiden tavoitteenmukaisesta toiminnasta. Aineisto pitää sisällään mm. taloteknisten laitteiden toimintaperiaate, säätö- ja huoltotoimenpiteet jne. [3]

KESTÄVÄN RAKENNUSHANKKEEN KOSTEUSTURVALLINEN TOTEUTUS

Kosteusteknisten riskien hallinta suunnittelussa

Kosteuden aiheuttamat ongelmat niin vanhoissa kuin uusissakin rakennuksissa ovat merkittävä riski kansantaloudelle sekä –terveydelle. Viime vuosina on yleisesti havahduttu ongelmien suureen määrään ja laajuuteen. Monessa tapauksessa kosteuden aiheuttamat ongelmat olisi voitu estää yksinkertaisilla toimenpiteillä suunnittelu-, rakentamis- tai käyttövaiheessa. Hyvin toteutettu kosteudenhallinta ja laadukas rakentaminen eivät ole rakettitiedettä eikä niin kallistakaan. Kosteuden käyttäytyminen rakenteissa ja ympäristössä on laajalti tiedossa, joten kyse laadukkaassa kosteudenhallinnassa on riskikohtien hallinnassa, huolellisessa suunnittelussa, toteutuksessa sekä rakennuksen oikeanlaisessa käytössä. [6] Kosteusteknisten riskien hallinta suunnittelussa –kriteerissä tunnistetaan suunnittelussa kohteen kosteusriskit ja halitaan kyseiset riskit varmistamalla suunnitteluratkaisujen toimivuus. [3]

Kriteeristä on saatavilla 4 pistettä, joiden saavuttaminen koostuu kahdesta osasta. Ensimmäinen osa on kosteusteknisten riskien tarkastelut, jonka vaatimukset täyttämällä saavutetaan 75% painoarvosta. Osan kriteerit ovat:

- Hankkeessa käytetään puolueetonta kosteusteknistä vastuuhenkilöä.
- Koonti olemassa olevien rakenteiden riskikohteista, sekä selvitys niiden huomioinnista suunnitelmissa.
- Suunnitteluvaiheen kosteudenhallintasuunnitelma, joka sisältää kosteusteknisen riskitarkastelun perusteella laaditun yhteenvedon todetuista riskirakenteista sekä kuvaukset niiden huomioimisesta ja vaatimuksista suunnitelmissa sekä työmaalla.
- Kriittisille rakenteille on tehty kuivumisaikataulut jo suunnitteluvaiheessa sekä varattu hankkeelle realistinen aikataulu eri työvaiheiden kosteusteknisen toimivuuden varmentamiseksi. [3]

Puolueettomalla kosteusteknisellä vastuuhenkilöllä ei ole suunnitteluvastuuta vaan hänen tehtävänä on varmistaa ja valvoa kosteusteknisiä suunnitelmia ja töitä hankkeen ajan. Tehtäviä ovat muun muassa varmistaa ja hyväksyä kosteustekninen riskilista, riskirakenteiden huomiointi suunnitelmissa ja valvoa suunnitelmanmukainen toteuttaminen työmaalla. Kosteudenhallintasuunnitelman tulee sisältää mm. detaljisuunnitelmatarpeet, kuivumisaikalaskelmat, erityisratkaisujen tarpeet jne. Kosteusteknisen riskitarkastelun sekä kosteudenhallintasuunnitelman lähteenä voidaan käyttää mm. *Kosteudenhallinta 10* riskilistaa ja ohjeistusta sekä TKK:n *Rakenteiden lämpö- ja kosteustekninen suunnittelu* -julkaisua. [3]

Toinen osa on korkean riskin rakenteiden erillistarkastelut, jonka kriteerit täyttämällä saavutetaan 25% painoarvosta. [3] Osa pitää sisällään seuraavat kaksi täytettävää kriteeriä:

- Korkean kosteusteknisten riskin rakenteille on teetetty hankkeen ulkopuolisen asiantuntijan tekemä rakennusfysikaalinen tarkastus tai vaihtoehtoisesti kriteeri saavutetaan, mikäli kohteessa ei ole korkean riskin rakenteita.
- Aikaisemmin toteutetussa kosteusriskikartoituksessa havaitut riskit on käsitelty projektiryhmässä ja havainnot on korjattu suunnitelmiin. [3]

Vaihtoehtoisesti kriteerin pisteet voidaan saavuttaa hankkimalla hankkeelle *Kuivaketju 10* statuksen. Kuivaketju 10 on rakennusalan yhdessä kehittämä koko rakennushankkeen kattava toimintamalli kosteudenhallinnan toteutusta varten. Perusajatukseksi Kuivaketju10:ssä on keskittyä rakennushankkeen kriittisimpiin riskitekijöihin hankkeen kaikissa vaiheissa mukaan lukien rakennuksen käyttövaiheessa sekä ohjeistaa kuinka minimoida kosteusongelmien mahdollisuus. Alla olevassa kuvassa esitellään Kuivaketju 10 riskilista, jossa esitellään kymmenen keskeisintä kosteusriskiä, joita hallitsemalla poistetaan 80% kosteusvaurioista. [7]

Riittämätön kokonaisuakataulu vaikeuttaa merkittävästi Kuivaketju10:n onnistumista.

1.	Rakennuksen ulkopuolelta tuleva kosteus vaurioittaa perustuksia ja lattiarakenteita.	6.	Vesiputkien rikkoutumiset aiheuttavat kiinteistöön laajoja vesivahinkoja.
2.	Sadevesi pääsee tunkeutumaan ulkoseinärakenteen sisälle.	7.	Huonosti toteutetussa märkätilassa kosteus vaurioittaa ympäröivät rakenteet.
3.	Vesikatteen läpäisevä vesi tunkeutuu aluskatteen vuotokohdista yläpohjaan.	8.	Kosteiden betonirakenteiden päällystäminen aiheuttaa päällystemateriaalin turmeltumisen.
4.	Kosteutta siirtyy ilmansulkukerroksen vuotokohdista ulkoseinä- ja yläpohjarakenteisiin, jonne sitä tiivisty vedeksi.	9.	Materiaalien ja rakenteiden kastuminen vaurioittaa rakennuksen.
5.	Väärin mitoitettu ja säädetty ilmanvaihto ei poista ylimääräistä kosteutta vaan pakottaa sen siirtymään rakenteisiin.	10.	Huonolla ylläpidolla rakennus rapistuu hitaasti mutta varmasti.

Kuva 1. Rakennuksen yleisimmät kosteustekniset ongelmat Kuivaketju 10 mukaan [8]

Työmaan kosteudenhallinta

Hyvin toteutettu suunnittelu ei pelkästään riitä kosteusteknisesti toimivan rakennuksen saavuttamiseksi. Työmaan aikaisella kosteusteknisien riskien hallinnalla ja laadukkaalla suunnitelmien mukaisella rakentamisella voidaan ehkäistä käytön aikaisia kosteusvaurioita ja sisäilmaongelmia. [3]

Kriteeristä on saatavilla 6 pistettä, joiden saavuttaminen koostuu kahdesta osasta. Ensimmäinen osa on työmaan aikaisen kosteudenhallinnan toteuttaminen parhaiden käytäntöjen mukaisesti, jonka vaatimukset täyttämällä saavutetaan 75% kriteerin painoarvosta. [3] Osan vaatimukset ovat seuraavat:

- Hankkeelle on nimitetty erillinen *kosteustekninen valvoja*.
- Työmaalle on laadittu työmaan kosteusriskienhallintasuunnitelma.
- *Kuivumisaikalaskelmat* on päivitetty kriittisille rakenteille ja aikojen riittävyys on varmistettu yksityiskohtaisessa työmaa-aikataulussa.
- Työmaalle on laadittu erillinen *kosteusmittaussuunnitelma* ja varmistettu *mittaajan pätevyys*.

- Sisätiloihin tulevat rakennusmateriaalit varastoidaan kuivissa suojatuissa olosuhteissa.
- Rakenteiden *kosteusmittaukset* on tehty aluekohtaisesti ja luotettavasti ennen päällysteiden asennusta.
- Kuivumisolosuhteet, *kosteustekninen seuranta* ja havaitut poikkeamat käsitellään kaikissa työmaakokouksissa omana asiakohdanaan. [3]

Kosteusteknisen valvojan tehtäviä on valvoa ja tarkastaa työmaan kosteusteknisiin toimenpiteisiin liittyviä toimenpiteitä. Tehtävät sisältävät muun muassa kosteudenhallintasuunnitelman tarkastamisen, työmenetelmien valvomisen, kosteusmittausten valvominen ja muiden kosteusteknisten toimenpiteiden dokumentointi. *Työmaan kosteusriskienhallintasuunnitelmassa* tulee esittää työmaan konkreettiset kosteusriskit sekä kosteudenhallinnan keinot esim. Kosteudenhallinta.fi sivuston mukaisesti. Kuivumisaikalaskelmissa esitetään *betonirakenteiden kosteusmittaus ja kuivumisen arviointi*. Laskelman työkaluna voidaan käyttää Betoniyhdistyksen BY1021 kuivumisaikalaskuria, vastaavaa laskentamenetelmää tai kosteusteknistä mallinnusta. Työmaan kosteusmittaussuunnitelmassa tulee esittää muun muassa mittauspisteet, menetelmät sekä määrittää mittalaitteisto sekä seurannan osalta kuvataan kosteudenhallinnan seurantamenetelmät, -vastuut ja –aikataulut. [3]

Kriteerin loput 25 % pisteiden painoarvosta saavutetaan täyttämällä seuraavat vaatimukset edellisten lisäksi:

- *Kosteusmittauksilla* on seurattava kriittisten rakenteiden kuivumista vähintään kahdesti kuivumisaikana, mittausten avulla voidaan todeta kuivumisen aikataulun toteutuminen.
- *Kuivumisolosuhteita* seurataan työmaan aikana vähintään viikoittaisilla lämpötila- ja kosteusmittauksilla tiloista/rakenteista. [3]

Vaihtoehtoisesti kriteerin pisteet voidaan saavuttaa hankkimalla hankkeelle *Kuiva- ketju 10* statuksen. [3]

KESTÄVÄN RAKENNUSTYÖMAAN TOTEUTUS

Työmaan ympäristövaikutukset

Työmaan toteutuksen aikana on kiinnitettävä erityistä huomiota sen ympäristövaikutuksiin. Toteuttamalla työmaa hyväksi todettuja käytäntöjä noudattaen vähennetään työmaan haitallisia vaikutuksia ympäristöön. Toteuttamalla energiatehokas ja mahdollisimman vähän häiriöitä aiheuttava työmaa saavutetaan turvallisempi ja tehokkaampi työmaa. [3]

Kyseisestä kriteeristä on saatavilla 3 *pistettä*, joista voidaan saavuttaa 50 % toteuttamalla parhaista käytännöistä 5 kappaletta ja 100 % saavutetaan toteuttamalla kaikki käytännöt. [3] Parhaat käytännöt koostuvat seuraavista osista:

- Toteutetaan *energiatehokkaan työmaan parhaat käytännöt* tarkistuslistan mukaisesti, joka tarkastelee mm. valaistuksen ja lämmityksen toteutustapoja.
- Toteutetaan *työmaan turvallisuus häiriöiden hallinta ja tiedotus* tarkistuslistan mukaisesti, joka tarkastelee mm. tiedottamisen, aitaamisen, meluntorjunnan ja pölyntorjunnan toteutustapoja.
- Huomioidaan työmaan aiheuttamat ympäristöriskit toteuttamalla *ympäristöriskien parhaat käytännöt* tarkistuslistan mukaisesti ja toteuttamalla *vaarallisten aineiden asianmukainen säilytys*.
- Työmaalla on merkityt *jäteasiat* ja lajittelu työmaan aikana vähintään *viiteen jättejakeeseen* lajittelemattoman rakennusjätteen lisäksi.
- Työmaa raportoi kuukausittain *energiankulutuksen, vedenkulutuksen ja jätemäärät* jakeittain.
- Työmaalta pumpattavat *hulevedet* käsitellään vähintään hiekanerottimella ennen pois johtamista työmaalta.
- Työmaan lähiympäristö on siistitty ja työmaan aiheuttamat vauriot lähialueelle on korjattu ennen vastaanottoa. [3]

Taustatietoina kriteereille toimii Helsingin kaupungin ympäristökeskuksen julkaisu *Ympäristösuojelumääräysten noudattaminen rakennustyömailla Helsingin kaupungin alueelle 4/2013*. [3]

Työmaan puhtaudenhallinta

Työmaan puhtaudenhallinnalla on suuri rooli kiinteistön turvallisuuden ja terveellisyyskannalta. Rakennustyömaan aikana syntyvät pölyt aiheuttavat terveys- ja viihtyisyyshaittoja rakennustyöntekijöille sekä valmiin rakennuksen käyttäjille, mikäli puhtaudenhallinta ei ole toteutettu oikein. Toteuttamalla hyvää työmaan pölynhallintaa, minimoidaan järjestelmiin ja tiloihin rakentamisen jäävän pölyn määrää sekä luodaan terveellisempi työympäristö rakennustyöntekijöille. [3] [9]

Puhtaudenhallintaan panostamalla on saatavilla 2 *pistettä*, joista voidaan saavuttaa 75 % toteuttamalla seuraavat P1-puhtausuokan mukaiset parhaat käytännöt:

- Peruskorjauskohteissa työmaa-alue on rajattu käytössä olevista tiloista tiiviillä levyseinällä, kaikki jäävät rakenteet on suojattu kuljetusten aiheuttamia kolhuja vastaan sekä siivousmenettely on suunniteltu yhteiskäytössä oleville tiloille.
- Työmaalle laaditaan erillinen P1 *pölynhallintasuunnitelma*, jossa esitetään vaadittavien toimenpiteiden toteutustavat sekä puhtaudenhallinta alueet.
- Työmaan puhtaudenhallinnan toimintaa seurataan säännöllisesti työmaan sisävalmistusvaiheen aikana.
- Ilmanvaihtotyöt toteutetaan P1 *puhtausluokitellussa tilassa*.
- *Pölykertymä* P1 puhtausluokitellussa tilassa ja ennen toimintakokeiden aloitusta vastaa P1-puhtausluokan vaatimuksia. Alakaton yläpuolinen,

vaakapintojen, lattioiden ja ilmanvaihtokanavien pintojen pölykertymä on arvioitu visuaalisesti ennen toimintakokeiden aloitusta.

- Pölykertymät vastaavat puhtausluokan P1 mukaisia sallittuja pölykertymiä ennen rakennuksen vastaanottoa. Pölykertymät on tarkastettu visuaalisesti. [3]

Kriteerin loput 25 % painoarvosta saavutetaan toteuttamalla seuraava toimenpide:

Pölymäärät mitataan *hyväksytyllä menetelmällä* ennen toimintakokeita ja käyttöönottoa. [3]

Rakennustöiden puhtausluokituksissa esitetään tavoitteet tavanomaisten työ- ja asuintilojen puhtaudelle. Puhtaudenhallinnan vaatimusten laajuus ja taso ovat riippuvaisia tavoitteeksi asetetusta sisäilmastoluokasta. Rakennushankkeen suunnitelmiin on mahdollista valita vaatimuksia eri puhtausluokista tai jättää jokin kohta määrittelemättä. Kuitenkin saman vyöhykkeen samankaltaisille tiloille on tarkoituksenmukaista valita sama puhtausluokka. Rakennustöiden puhtausluokan päätavoitteena, on varmistaa ohjeiden ja menetelmien avulla, että rakennuksen tilat ovat puhtaat, kun ne luovutetaan loppukäyttäjälle ja että rakennuksen käytön aikana sisäilmaan ei kulkeudu rakennusvaiheesta peräisin olevia epäpuhtauksia. [10]

Hyvälaatuiseen sisäilmaan tähdättäessä, tulee rakennustyömaan olla puhtaudeltaan P1-luokkaa. Helpoiten puhtauden työmaalla saavuttaa, kun pääurakoitsija laatii työmaalle valitun puhtausluokan asettamat vaatimukset täyttävän ilmanvaihto- ja rakennustöiden *pölynhallintasuunnitelman*. Pölynhallintasuunnitelmassa määritellään rakennustarvikkeiden kuljetus, varastointi, tilojen työnaikainen osastointi ja siivous. Noudatettaessa puhtaan rakentamisen periaatteita on esitettävä, miten ilmanvaihtokanavat ja kanavaosat voidaan asentaa ja suojata pölyävien työvaiheiden välissä sekä kuinka pölyävät ja likaavat työvaiheet voidaan tehdä loppuun ennen ilmanvaihtolaitteiden toimintakokeita ja säätötyötä. [9]

Ennen toimintakokeiden aloittamista silmämääräisesti arvioidaan kaikkien pintojen puhtaus, myös niiden pintojen, jotka eivät jää valmiissa rakennuksessa näkyviin. Pintojen arviointi kattaa katto-, seinä-, kaluste- ja lattiapinnat sekä alakattojen yläpuolella olevat pinnat. Tarvittaessa pintojen pölykertymä mitataan geeliteippi menetelmällä *INSTA 800*-standardin liitteen D.1 mukaisesti. Alla olevassa kuvassa on esitetty pölykertymien enimmäistasot. [10]

Tarkastusajan-kohta	Arvioitavat pinnat	Pölykertymä %
Ennen ilmanvaihdon toimintakokeita	<ul style="list-style-type: none">• Alakaton yläpuoli• Pinnat yli 180 cm korkeudella• Pinnat alle 180 cm korkeudella (pl. lattiapinnat)	5,0
Ennen rakennuksen luovutusta	<ul style="list-style-type: none">• Pinnat yli 180 cm korkeudella• Pinnat alle 180 cm korkeudella• Lattiapinnat	1,0 3,0

Kuva 2. Puhtausluokan P1 sallitut pölykertymät [10]

HAVAINTOJA KOHTEESTA

Kestävän rakennushankkeen ohjauksen ensimmäisenä vaatimuksena RTS-ympäristöluokituksen sertifiointin saamiselle on auditoida suunnitteluvaihe. DAS:n Riihipellon kohteessa ei ole tarkoitusta hakea RTS-luokitusta hankkeelle. DAS:n tilaaja- ja rakennettujaosapuolten mielestä vaatimus on tärkeä, jotta sertifiointit ovat vertailtavia keskenään. Sertifiointit eivät kuitenkaan ole näin yksiselitteisesti vertailtavissa keskenään, koska niissä painotetaan eri asioita ja eri luokitukset sisältävät keskenään erilaisia asioitakin. Sertifiointilla ja auditoinnilla voidaan kuitenkin todeta, että käytännön toteuma vastaa tavoiteltua ja suunniteltua.

Toisena vaatimuksena on nimetä hankkeelle taloteknisten järjestelmien toiminnanvarmistuksesta vastaavat henkilöt sekä laatia hankkeelle toiminnanvarmistussuunnitelma VTT:n ToVa mallin mukaisesti. Toiminnanvarmistukset vastaavien vastuuhenkilöiden nimeäminen on tavanomainen käytäntö rakennushankkeessa, joten se toteutuu myös tässäkin hankkeessa. Taloteknisten laitteiden toiminnanvarmistus toteutetaan myös kohteessa, mutta ei VTT ToVa mallin mukaisesti. VTT Tova malli ei ollut täysin tuttu tilaajalle ja rakennuttajalle, mutta yhteinen käytäntö toiminnanvarmistuksessa tuo heidän mielestään myös tasalaatuisuutta rakennushankkeisiin.

Kolmantena vaatimuksena on toteuttaa tilan loppukäyttäjille käyttäjäohje sekä ylläpitohenkilökunnalle rakennuksen perehdytysaineisto. Kohteessa talon käyttäjien käyttäjäopas löytyy DAS:n verkkosivuilta, josta löytyy talokirja sekä mahdollisuus esim. pyykituvan varaukseen. Ylläpitohenkilökunnalle toteutetaan perehdytysaineisto sekä kyseinen henkilöstö perehdytetään rakennuksen käyttöönoton yhteydessä.

Kestävän rakennushankkeen kosteusturvallisen toteutuksen ensimmäisenä tehtävänä on tunnistaa ja hallita kosteustekniset riskit suunnitteluvaiheessa. Vaatimuksena on käyttää hankkeessa puolueetonta kosteusteknistä vastuuhenkilöä, laatia kosteudenhallintasuunnitelma, tehdä kosteustekninen riskitarkastelu, laatia hankkeelle realistinen aikataulu ja mikäli kohteessa on korkean kosteusteknisen riskin rakenteita tulee rakenteille teettää rakennusfysikaalinen simulointi. Kyseisessä kohteessa tullaan käyttämään kosteusteknistä vastuuhenkilöä, sen ollessa myös määräystasolla. Vielä ei ole tiedossa onko kyseessä puolueeton vastuuhenkilö vai jonkun hankkeen osapuolen toimija. Kyseinen vastuuhenkilö toteuttaa myös kosteudenhallintasuunnitelman hankkeeseen. Kyseinen kohde ei sisällä korkean kosteusriskin rakenteita, joten erillistä rakennusfysikaalista simulointia ei tarvitse toteuttaa.

Toisen tehtävän tavoitteena on ehkäistä työmaan aikaiset kosteusriskit laadukkaalla työmaan kosteudenhallinnalla. Vaatimuksina on käyttää kosteusteknistä valvojaa, luoda työmaan kosteusriskienhallintasuunnitelma, päivittää kuivumisaikalaskelmat realistisiksi, työmaalle on laadittu kosteusmittausuunnitelma, sisätiloihin tulevien rakennusmateriaalien varastointi on suunniteltu sekä kuivumisolosuhteita ja kosteusteknistä seurantaa käsitellään työmaakokouksissa omina asioina. Kuten edellisessä kappaleessa mainittiin, DAS rakennushankkeeseen nimetään kosteustekninen vas-

tuuhenkilö, joka tässä hankkeessa vastaa työmaan kosteudenhallinnan suunnitelmista. Kyseisessä kohteessa ei ole vielä valittu urakoitsijaa, joten edellä mainittuihin vaatimuksiin ei vielä voida ottaa kantaa.

Kestävän rakennustyömaan toteutuksen ensimmäisenä tehtävänä on luoda työmaalle mahdollisimman pienet ympäristövaikutukset. Vaatimuksina on toteuttaa energiatehokas työmaa parhaiden käytäntöjen tarkistuslistan mukaisesti, toteuttaa työmaan turvallisuushäiriöiden hallinta ja tiedotus toteutettu parhaiden käytäntöjen tarkastuslistan mukaisesti, toteuttaa ympäristöriskien hallinta tarkastuslistan mukaan, toteuttaa jätteen lajittelu työmaalla viiteen jättejakeeseen, raportoida työmaan kuukausittainen energiankulutus, hulevesien käsittely ja työmaan lähiympäristön siistiminen. Kohteen pääurakoitsijaa ei ole vielä valittu ja tässä kohteessa mennään pääurakoitsijan toimintamallien mukaan hyvä rakennustapa huomioiden. Työmaan jätteenkäsittely tullaan toteuttamaan määräysten mukaisesti. Työmaan energiankulutus mitataan, mitattavia suureita mm. sähkö, vesi ja kaukolämpö. Tilaaja ja rakennuttaja pitivät työkalun tarkastuslistoja hyvänä apuvälineenä urakkasopimuksen määrittelyssä.

Toisena tehtävänä on minimoida järjestelmiin ja tiloihin jäävää pölyn määrää toteuttamalla työmaan puhtaudenhallinta mahdollisimman hyvin. Vaatimuksena on toteuttaa työmaan puhtaudenhallinta P1-luokan mukaisesti sisältäen pölynhallintasuunnitelman, säännöllisen seurannan sekä pölymäärien mittauksen. Käsiteltävässä hankkeessa on päädytty P2-puhtaudenhallinta luokkaan ja ilmanvaihtotyöt toteutetaan P1-luokiteltavassa tilassa. Työmaalle valittava pääurakoitsija vastaa puhtaudenhallintasuunnitelmasta sekä työn toteutumisesta. Pölymäärien mittaustapaa ei ole vielä määritelty.

LÄHTEET

- [1] Rakennustieto Oy. 2013. Hankkeen johtamisen ja rakennuttamisen tehtäväluettelo HJR12. RT 10-11107. Rakennustietosäätiö.
- [2] VTT 2014. Kestävän rakentamisen ohjaus kunnissa. Noudettu osoitteesta: <http://www.vtt.fi/inf/pdf/technology/2014/T179.pdf>. 4.10.2017.
- [3] Rakennustietosäätiö Oy 2016. RT-ympäristötyökalu. Noudettu osoitteesta <https://rthankeohjaus.rts.fi> 4.10.2017.
- [4] VTT 2007. ToVa -käsikirja, Rakennuksen toimivuuden varmistaminen energiatehokkuuden ja sisäilmaston kannalta. 17.10.2017
- [5] Ympäristö 2017. Kiinteistön ylläpito ja korjaaminen. Noudettu osoitteesta http://www.ymparisto.fi/fi-FI/Rakentaminen/Kiinteiston_yllapito_ja_korjaaminen 10.10.2017
- [6] Ympäristö 2017. Rakennuksen käyttö- ja huolto-ohje. Noudettu osoitteesta http://www.ymparisto.fi/fi-FI/Rakentaminen/Kiinteiston_yllapito_ja_korjaaminen/Kiinteiston_kaytto_ja_huoltoohje 4.10.2017

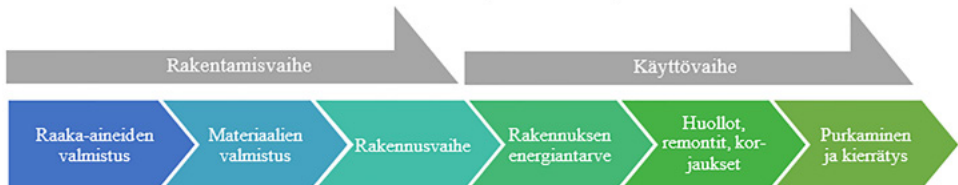
- [7] TTY 2017. Rakennusfysiikka 2017, Kuivaketju10-toimintamallin periaatteet, jatko-kehitys ja kokemukset. Tampereen teknillinen yliopisto. Suomen yliopisto-paino Oy
- [8] Kuivaketju10. Kuivaketju10-riskilista. Noudettu osoitteesta http://kuivaketju10.fi/wp/wp-content/uploads/2017/03/Kuivaketju10-Riskilista_20170308.pdf?x70712 11.10.2017
- [9] Rakennustietosäätiö Oy 2005. Pölytön työmaa – työntekijän ja rakennuksen käyttäjän etu. Noudettu osoitteesta <https://www.rakennustieto.fi/Downloads/RK/RK050504.pdf> 12.10.2017
- [10] Rakennustietosäätiö Oy 2008. Ratu 437-T, Sisäilmastoluokitus 2008 Sisäympäristön tavoitearvot, suunnitteluohjeet ja tuotevaatimukset. 17.10.2017

Rakennushankkeen taloudellisen kestävyysarvio



JOHDANTO

Kiinteistön hankinnasta ja ylläpitämisestä aiheutuu ympäristö- ja kustannusvaikutuksia koko sen elinkaaren aikana. Rakentaminen edustaa vain pientä osaa kiinteistön koko elinkaaresta. Haasteellisinta elinkaaren arvioinnista tekee sen vaikea ennustettavuus. Rakennusosien elinkaarikustannusten arviointi vaatii perehtymistä asiakokonaisuuksiin. Esimerkkinä voidaan käyttää rakennusta, jonka oletetaan kestävänsä 100 vuotta; alla olevassa kuvassa kiinteistön elinkaari on jaettu kuuteen jaksoon:



Kuva 1. Kiinteistön elinkaari

Eri käyttötarkoitukseen valmistetuilla rakennuksilla on erilainen kestävyys ja elinkaari. Käytännössä rakennuksen tavoiteltu käyttöikä määritellään tilaajan toimesta. Käyttöikä ohjaa suunnittelun eri valintoja ja tavoitteisiin päästään ylläpitämällä rakennusta oikeaoppisesti. Rakennuksen elinkaaren aikaisia ympäristövaikutuksia ohjataan haluttuun suuntaan suunnitteluvaiheen aikana. Tärkeimmät hiilijalanjäljen suuruuteen vaikuttavat päätökset tehdään siis jo heti alusta alkaen. Suunnittelun ja rakentamisen aikana tehtyjä valintoja ei läheskään aina voida muuttaa käytön aikana tai niiden muuttaminen on kallista. [1]

Kiinteistöä ei voi ajatella vain kertainvestointina vaan koko elinkaaren aikana muodostuvat kustannukset on huomioitava. Omana kokonaisuutena pitää tiedostaa myös rakennuksen energiankulutus sekä ylläpito koko käyttöajalta, joka voi olla jopa

150 vuotta. Pitkä käyttöikä vaikuttaa myös tilojen muuntojoustavuuteen. Rakennukset tulisi suunnitella tulevaisuuden muutostarpeet ennakoiden. [1]

Rakennuksen teknisten ominaisuuksien parantaminen voi lisätä kustannuksia ja päästöjä rakennusvaiheessa, mutta valintojen ansiosta talon koko elinkaaren aikainen energiankulutus, ympäristökuormitus ja ylläpitokustannus voi olla huomattavasti pienempi. Painoarvoa suunnittelussa on annettava myös rakennuksen kulutuskestävyydelle; rakennuksen tulee riittävässä määrin kestää ulkoista rasitusta ja kulutusta. Valitsemalla oikeat materiaalit ja toteutustavat eri kohteisiin varmistutaan, että kohde pääsee sille asetettuun tavoitekestoikään. [1]

Tärkeimpänä lähtökohtana elinkaariajattelussa on tuottaa kestäviä tuotteita, joiden ympäristörasite on mahdollisimman pieni. Elinkaariajattelu tähtää siis ennen kaikkea ympäristön kannalta tehokkaampaan rakentamiseen, mutta sillä on vaikutusta myös taloudelliselta kannalta. Vuonna 2016 Suomessa energian loppukäytöstä 26% meni rakennusten lämmitysenergiaan ja edelliseen vuoteen verrattuna kasvua oli 8 % [2]. Kasvu selittyy osittain rakennuskannan lisääntymisellä, mutta tästä huolimatta Suomessa käytetään paljon energiaa yhtä henkeä kohti. Merkittävä vaikutus kokonaisenergian kulutukseen on myös kylmä ilmastomme, verrattain pitkät etäisyydet ja teollisuuden energiavaltaisuus. Yksilötasolla kulutustottumuksilla on suuri vaikutus kulutukseen. On siis selvää, että kestävä kehityksen kannalta energian käyttöä tulee vähentää.

Yleisesti elinkaariajattelulla pyritään kestäväan rakentamistapaan ja pienentämään rakennuksen aiheuttamaa hiilijalanjälkeä koko sen elinkaaren aikana. Suunnittelun aikaisten valintojen vaikutuksia on korostettava ja hankkeita on mietittävä kokonais- taloudellisuuden ja elinkaarietäisyyden näkökulmasta. [3]

Suomen asuinkerrostalokanta on suhteellisen nuorta. Elementtirakentamisen vo- lyymituotantoaikakauden laatu ja työtekniikat eivät täyttäneet niille asetettuja kes- toikätaavoitteita, joka rakennukselle aikanaan asetettiin. Voimakas 60- ja 70-lukujen kaupungistuminen aiheutti lieveilmiönä asuntokannan kunnossapidon laiminlyön- nin, jotta vastikkeiden ja vuokrien hintataso voitiin pitää mahdollisimman alhaalla. [1]

Erityisesti kiinteistöjen energian käyttöön ja sen tehostamiseen kiinnitetään tule- vaisuudessakin yhä enemmän huomiota. Energian tuotannolle ja käytölle kohdiste- taan asteittain tiukentuvia ympäristöverorasituksia. Asuinkerrostalojen hoitokustan- nuksista yli neljännes muodostuu energian käytöstä. [1]

Euroopan unionin rakennustuotedirektiivit määräävät, että tuotteissa tulee ottaa huomioon ympäristö- ja terveysvaikutukset, käyttöturvallisuus sekä energiatalous. Rakennusmateriaalin uudelleenkäyttöä pyritään painottamaan EU lainsäädännön ohella myös Suomen jätelaissa. Jo useamman vuoden ajan onkin lisätty voimakkaas- ti rakennusmateriaalien kierrätystä, uusio- ja uudelleenkäyttöä sekä energian hyö- dyntämistä. [1] [3]

RAKENNUKSEN ELINKAARIKUSTANNUSTEN ARVIOINTI

RT-ympäristötyökalun rakennushankkeen taloudelle määrittelemät vaatimukset on jaettu kahteen pääkategoriaan: elinkaarikustannukset ja ylläpidettävyyys. Tässä kapaleessa keskitytään elinkaarikustannusten tarkasteluun. Kyseisestä osiosta on mahdollista saada kolme pistettä ja osapisteitä on saatavilla puolen pisteen tarkkuudella.

Elinkaarikustannusten laskenta

Elinkaarikustannusten laskenta -kriteeri ohjaa tarkastelemaan kustannuksia koskien rakennuksen koko elinkaarta. Tarkoituksena on edistää menettelyitä, joissa hankkeiden suunnittelussa arvioidaan käytön aikaisia kustannuksia ja ylläpidettävyyttä investointikustannusten ohella. (Rakennustietosäätiö RTS, 2017)

Puolet kokonaispisteistä saavutetaan, kun pystytään osoittamaan hankkeelle tehdyn elinkaarikustannusten laskentaraportin ja alustavan PTS:n avulla alla lueteltujen vaatimusten täyttyminen:

1. Elinkaarikustannusten tavoitteiden laskenta tulee olla suoritettu hyväksyttävällä tarkkuudella viimeistään ennen yleissuunnitteluvaiheen loppumista. *Hyväksyttävällä tarkkuudella* tarkoitetaan tässä Green Building Council Finlandin julkaisemaa ”Rakennusten elinkaarimittareiden” laskentaohjeen noudattamista seuraavin tarkennuksin:
 - Investoinnit sisältävät rakentamiskustannusten lisäksi tontin vuokra- tai hankintakulut
 - Ylläpitokustannukset jaettuna ylläpidon kustannusnimikkeiden mukaisiin kustannuseriin, sisältäen kaikki kustannukset lukuun ottamatta vuokralaiskustannuksia (kuten vuokrattavien tilojen siivous)
 - Päärakenteiden ja laitteiden korjausten PTS ja kustannusarvio on tehty sisältäen 50 vuoden tarkastelujaksolle tulevat korjaukset [4]
2. Rakennuskohteelle on laadittu alustava PTS, jossa on esitettyinä luonnosvaiheen ratkaisujen perusteella muodostuvat korjaus- ja uusimistarpeet 50 vuoden jaksolle. Peruskorjausten osalta alustavan PTS-raportin tulee sisältää lisäksi kiinteistöön jäävien vanhojen järjestelmien ja rakennusosien korjaus- ja uusimistarve.
3. Ylläpitokustannusten arviota tulee vertailla vastaavanlaisen rakennustyyppin nimikkeiden tavanomaisiin kustannuksiin. Toteutettavassa vertailussa tulee hankenimikkeistön ja ylläpitonimikkeistön erityispiirteet, joilla on nostava tai laskeva vaikutusta kustannuksiin, olla kirjattuna päätasolla. Vertailuarvoina voidaan käyttää vastaavanlaisen kohteen ylläpitokustannuksia tai vastaavista kiinteistöistä saatavia keskimääräisiä ylläpitokustannustietoja. Tietoina voidaan käyttää myös julkista tietolähdettä kuten KTI Kiinteistötieto Oy:n ylläpitokustannusindeksinä, kuntien erillisiä tilastoja kustannuksista tai tilastokeskuksen vertailutietoja asuinkiinteistöjen kuluista. Peruskorjauksen vertailussa tulee lisäksi esittää kohteen jo toteutuneet ylläpitokustannukset

ennen suoritettavaa peruskorjausta. Vertailua ei tarvitse tehdä, jos rakennuksen käyttö muuttuu merkittävässä määrin ja vertailu toteutuneisiin ylläpitokustannuksiin ei ole järkevää. Ehdon täyttymiseksi tulee sekä uudiskohteessa ja peruskorjauskohteessa tuottaa raportti ylläpitokustannusten vertailusta.

4. Suunnitteluryhmän tulee pitää *erillispalaveri*, jossa käsitellään elinkaarikustannuksia koskeva laskelma. Kokouksen tarkoituksena käydä läpi kustannukset ja samalla miettiä realistisia ratkaisuja sekä vaikutusmahdollisuuksia kustannusten pienentämiseksi ja pohtia riskikohteita. RT-ympäristötyökalun lisäohjeen mukaan kokouksen esityslistalla tulisi olla ainakin seuraavat aiheet:
 - Kustannukset nimikkeittäin
 - Ylläpitokustannukset nimikkeittäin
 - PTS:n mukaiset kunnossapitokaksot
 - Palaverissa tulee olla listauksen mukaiset hanketahojen edustajat:
 - Hankkeen omistaja
 - Rakennuttaja
 - Pääsuunnittelija
 - Arkkitehti
 - Rakennesuunnittelija
 - LVI-suunnittelija
 - Sähkösuunnittelija
 - Ylläpidosta vastaava edustaja

Ylläpidon edustaja voi olla jo tiedossa oleva vastaava henkilö tai erikseen hankkeen aikainen ylläpidon asiantuntija. Palaverin muistio riittää osoittamaan ehdot toteutuneeksi.

Toteutussuunnitteluvaiheessa rakennuksen ylläpidosta aiheutuvat kulut tulee esittää kriittisiltä osilta suorite- tai määräpohjaiseen laskentaan perustuen. *Kriittiset osat tarkoittavat nimikkeinä vähintään seuraavia osia:*

- ulkoalueiden hoito
- siivous
- lämmitys
- sähkö ja kaasu
- kiinteistövero

Laskenta voi pohjautua joko tarjouksista saatuun tietoon tai suunnitteluratkaisuihin perustuen. Jos ylläpitokustannukset voidaan osoittaa laskennalla, osiosta saa 0,75 pistettä. [4]

Elinkaarikustannuksista on toteutettava vertailu vähintään neljälle kustannuksiin vaikuttavalla ratkaisulle. Vertailun tulee johtaa elinkaarikustannuksiltaan edullisimman ratkaisuvaihtoehdon valintaan toteutuksessa. Esimerkkejä ylläpitokustannuksiin vaikuttavista osa-alueista ovat mm. talotekniikan ratkaisut, rakenneratkaisut ja pintaratkaisut.

Vertailussa tulee huomioida eri vaihtoehtojen kustannukset investoinnin, huollon, kunnossapidon sekä energian osalta. Elinkaarikustannusten vaihtoehtovertailun laskenta tulee tehdä ajanjaksolle, joka on lyhyempi seuraavista: vertailtavan järjestelmän oletettu käyttöikä tai rakennuksen tavoitekäyttöikä. [4]

Elinkaarikustannusten arviointia on tehtävä myös rakentamisen ja kiinteistön käytön aikana. Vaatimukset on asetettu PTS:n laatimiselle, ylläpitokustannusten laskennalle sekä toteutuneelle ylläpitokustannusarviolle. Rakennuksesta tulee esittää huoltokirjan PTS tuloste, kun lopullinen PTS on laadittu. Siitä tulee ilmetä valittujen rakenneratkaisujen perusteella syntyvät todelliset korjaus- ja uusimistarpeet 50 vuoden jaksolle.

Rakennusvaiheen lopussa (käyttöönottovaiheessa) ylläpitokustannusten laskenta tulee päivittää todellisen toteutuksen pohjalta. Tuloksia tulee verrata *alkuvaiheessa asetettujen tavoitteiden ja käyttöönottovaiheen toteutumiin* niiltä osin kuin se on mahdollista. Muodostuneet erot tulee olla analysoitu ja ne tulee esittää erillisessä raportissa. Toteutuneen ylläpitokustannusarvion ja laskennallisen ylläpitokustannuksen erot tulee olla käsiteltyinä erillisessä palaverissa ja siitä tulee tehdä muistio.

Käyttövaiheessa tulee suorittaa lopullinen vertailu *laskennallisen elinkaarikustannusten, käyttöönottovaiheen arvion* sekä käyttöjakson *todellisen toteuman* välillä. Erojen syyt tulee analysoida ja niistä tulee muodostaa ylläpitokustannusten vertailuraportti.

Rakennusprojektin käyttövaiheessa tulee lisäksi verrata *suoritepohjaisia ylläpitokustannuslaskelmia* toteutuneisiin *todellisiin ylläpitokustannuksiin*. Erot tulee analysoida ja käsitellä erillisessä palaverissa ja palaverista tulee dokumentoida muistion muodossa.

RAKENNUKSEN YLLÄPIDETTÄVYYS

Rakennuksen taloudellista kestävyyttä arvioitaessa huomioidaan myös rakennuksen ylläpidettävyys ja siihen panostamisen taso. Ylläpidettävyys tulee ottaa huomioon jo rakennuksen suunnitteluvaiheessa, jolloin *kulutuksestävyyyteen, ylläpidettävyyyteen* sekä *muuntojoustavuuteen* vaikuttaviin ominaisuuksiin voidaan vaikuttaa ja tehdä päätöksiä jo hankkeen varhaisessa vaiheessa. Näin pystytään varmistumaan siitä, että RT-ympäristötyökalun ylläpidettävyydelle asettamat kriteerit tulee otettua huomioon. Osiosta saavutettava maksimipistemäärä on yhdeksän pistettä, joista kolme saa *kulutuksestävyyydestä*, neljä *ylläpidettävyyydestä* ja kaksi *muuntojoustavuudesta*. [4]

Kulutuskestävyys

Rakennuksen kulutuskestävyyden kannalta on oleellista huomioida rakennuksessa tapahtuva henkilöliikenne ja sen aiheuttamat rasitukset. Jos kyseessä on rakennus, jossa on odotettavissa runsasta tavaraliikennettä, tulee sen aiheuttamat rasitukset kartoittaa myös. Kulutuskestävyyttä arvioitaessa tulee myös ottaa huomioon ulko-alueilla tapahtuva ajoneuvoliikenne ja tunnistaa siitä rakennukselle ja rakennuksen ulkoalueille aiheutuvat riskialueet. Kulutuskestävyydestä saavutettavan kolmen pisteen maksimimäärän voi saavuttaa huomioimalla seuraavat asiat ja toteuttamalla niihin liittyvät toimenpiteet:

1. Huomioidaan ajoneuvoliikenteestä aiheutuvat mahdolliset riskialueet ja toteutetaan mahdolliset suojaukset ulkoseinille ja ulkorakenteille. Todennetaan aluekuvalla, johon merkitään ajoneuvoliikenteen reitit, sekä riskikohteet ja niiden suojaukset.
2. Tunnistetaan lumitöille alttiit riskikohteet ja toteutetaan niiden suojaukset. Todennetaan aluekuvalla, johon on merkitty lumitöille alttiit riskikohteet ja niiden suojaukset.
3. Mahdollisille tavaraliikenteen reiteille suunnitellaan kulutuskestävyyttä parantavat ratkaisut. Todentamiseksi tulee esittää tasokuva tai selvitys, josta ilmenee tavaraliikenteen reitit ja suojausratkaisut.
4. Rakennuksessa tapahtuvat henkilöliikenteen pääreiteille valitaan kulutuskestävä lattiamateriaali ja seinäpinnat. Todentaminen tapahtuu henkilöreittien tasokuvalla tai selvityksellä henkilöliikenteen reiteistä ja toteutettavista suojuksista. [4]

Ylläpidettävyys

Taloudellisesti kestävässä rakennuksessa tulee ottaa huomioon taloteknisten laitteiden, rakennusosien ja piha-alueiden ylläpidon tarve sekä huollettavuuden helppous. Edellä mainittujen asioiden huomioon ottaminen jo suunnitteluvaiheessa voi jatkossa helpottaa tulevia huoltoja. Kun rakennuksen ja rakennusosien ylläpidontarpeet kartoitetaan jo aikaisessa vaiheessa, voidaan niiden varalle tehdä huoltosuunnitelmat ja valita parhaimmat huollettavuuden käytännöt. Ylläpidettävyys-osion maksimipistemäärä neljä, joka jaetaan huollettavuuden ja ylläpidontarpeen huomioimisen kesken puolittain. [4]

Rakennuksen huollettavuuteen panostamalla voidaan saavuttaa kaksi pistettä toteuttamalla seuraavat toimenpiteet:

1. Taloteknisten laitteiden huollettavuus varmistetaan suunnittelemalla haalausreitit niin, että TATE laitteiden uusiminen on mahdollista. Todennetaan *tasokuvilla ja suunnitelmilla, joissa on esitetty TATE haalausreitit ja niiden toteutustapa.*

2. Tunnistetaan säännöllisen huollon riskikohteet ja huomioidaan ylläpito suunnitelmissa RT-ympäristötyökalun tarkastuslistan mukaan. Todennetaan huollon riskipaikkojen selvityksellä ja huollettavuuden huomioinnilla suunnitteluratkaisuissa.
3. Rakennuksen huoltoreitit suunnitellaan parhaiden käytäntöjen mukaisesti RT-ympäristötyökalusta löytyvän tarkastuslistan mukaan. *Todentaminen katto ja/tai tasokuvilla, jossa esitetään toteutettavat huoltosillat ja huollot kulkureitit katolla ja ullakolla.*
4. Pääkulkureitit, portit ja aukot suunnitellaan huoltoajoneuvojen koon mukaan, jolla mahdollistetaan koneellinen lumenauraus. Lumenläjitysmaat suunnitellaan riittävän etäälle rakennuksesta. *Todennetaan aluekuvalla, josta ilmenee lumenläjitysmaat ja aurattavien reittien leveydet. [4]*

Toiset kaksi pistettä on mahdollista saavuttaa huomioimalla ylläpidolliset tarpeet seuraavien vaatimusten mukaisesti:

5. Rakennuksen vaipan rakenteille on tehty pitkäntähtäimensuunnitelma (PTS) ja korjaussuunnitelma jo toteutussuunnitteluvaiheessa, joissa esitetään rakenteiden kunnossapitotoimenpiteet, korjaukset ja osien uusimisen tarve seuraavan 50 vuoden ajalle. *Todennetaan rakennusteknisten osien PTS:llä.*
6. Vaipan rakenteiden helppo huollettavuus ja korjattavuus käydään läpi ja esitetään ratkaisut. Todentaminen tapahtuu kunnossapitotarpeiden läpikäymisen muistiolla.
7. Rakennuksen ylläpidon kanssa tehdään järjestelmien huollettavuuden ongelmien selvitys ja käydään läpi huollon riskipaikat. Todennetaan esittämällä selvitys huollon riskipaikoista ja yhteenvedolla mahdollisista huollettavuuden parantamisen huomioista. [4]

Muuntojoustavuus

Rakennuksen käyttö- ja muuntojoustavuudella tarkoitetaan rakennuksen kykyä muokata käyttötarkoitusten muutoksiin. Tilojen muutostarpeet tulisi huomioida jo suunnitteluvaiheessa, koska alkuvaiheen suunnittelutyön aiheuttamat kulut ovat hyvin pienet verrattuna rakennusaikaiseen muutostyöhön. Rakennuksen muuntojoustavuus saavutetaan tehokkaimmin suunnittelemalla mahdollisimman laajoja ja avoimia tiloja. Mahdollinen hyötykuorman muutos käyttötarkoituksesta johtuen tulisi suunnitella riittävällä mitoituksella. Toisaalta on huomioitava, että ylilimitoittaminen ei ole ympäristö- ja kustannustehokasta. Hyvänä periaatteena rakennukselle tulisi miettiä mahdollinen vaihtoehtoinen käyttötarkoitus ja huomioida kyseisen käyttötavan aiheuttamat muutostarpeet jo suunnitteluvaiheessa.

Puolet pisteistä saavutetaan, kun tilaohjelma suunnitellaan joustavaksi. Jotta muuntojoustavuus voidaan osoittaa toteutuneeksi, tulee seuraavien ehtojen täyttyä:

1. Suunnitteluryhmän suunnitelmista tulee käydä ilmi tilajako kiinteään ja muuttuvaan tilaosaan avoimen rakentamisperiaatteen mukaisesti. Mitoitusperusteina pitää käyttää joustavan tilaohjelman ja tilaohjelman perusteita.
2. Kiinteiden tilojen osalta tulee ottaa huomioon pääreittien ja pääjärjestelmien joustavan tilaohjelman vaatimukset mitoitukselle. Mitoitusarvot tulee esittää sähkö-, LVI ja automaatiojärjestelmille. Lisäksi tulee kiinteille tilaosille osoittaa mitoitusarvot rakennekuormille pääjärjestelmätasolla. Rakennusvaiheessa tulee esittää työmaan tarkastusmuistio toteutuneista Rakenne- ja TATE-järjestelmien mitoituksista. Mitoitusperusteina pitää käyttää joustavan tilaohjelman ja tilaohjelman perusteita.
3. Suunnitelmat kiinteälle tilaosalle tulee esittää erillisinä ilman muuttuvan tilaosan järjestelmiä ja rakenteita. Kiinteistä tiloista vaaditaan ARK ja LVI piirustukset sekä sähkösuunnitelmat.

Loput pisteistä saavutetaan, kun rakennuskohteelle pystytään osoittamaan vähintään yksi vaihtoehtoinen käyttötarkoitus suunnitellun päätarkoituksen lisäksi. Vaihtoehdosta tulee esittää tekniset vaatimukset ja niiden huomioiminen suunnitelmissa.

Vaatimuksen täyttymistä varten vaihtoehtoisesta käyttötarkoituksesta tulee tehdä kuvaus ja esittää mitä teknisiä vaatimuksia se aiheuttaa muuttuvassa tilaohjelmassa. Teknisten ominaisuuksien vaatimukset tulee osoittaa vähintään seuraaville osa-alueille:

- Rakenteiden ja välipohjien kantavuus
- Teknisten järjestelmien lisätarve ja reitit
- Ilmanvaihdon ja jäähdytyksen mitoitusarvot ja vaikutus tilatarpeeseen
- Sähköjärjestelmän muuttuneet tehotarpeet
- Vaikutukset turvajärjestelmiin ja palo-osastointiin
- Vaikutus pysty-yhteyksien mitoituksiin ja määriin [4]

HAVAINTOJA KOHTEESTA

Rakennuksen taloudellisen kestävyuden arvioinnissa ensimmäinen kohta on elinkaarikustannusten määrittely ja ensimmäinen vaatimus on elinkaarikustannusten laskenta. Elinkaarimallinen PTS ei ole arkipäivää mutta varsinkin tilaajalla olisi suuri mielenkiinto elinkaarimallisen PTS:n käyttöön, joka voisi osaltaan auttaa varautumaan tulevaisuuteen ajoittuviin huoltokustannuksiin. Hankkeelle laaditaan pitkän tähtäimensuunnitelma (PTS), joka tulee laadittua yleensä jokaisessa hankkeessa. Hankesuunnitteluvaiheessa laadittu alustava ylläpitokustannusten vertailu käsittää ainoastaan vertailun eri julkisivumateriaalien osalta.

Rakennuksen ylläpidettävyyttä arvioitaessa ensimmäinen vaatimus asetetaan rakennuksen kulutuskestävyydelle. Kyseenomainen kohde on opiskelija-asuntola, jossa asukkaiden vaihtuvuus on suurta ja sen myötä henkilöliikenteen määrä pääkulkuväylillä on huomattavaa. Tästä johtuen DAS:n kohteissa on totuttu panostamaan kulutuskestäviin seinä- ja lattiamateriaaleihin.

Toinen vaatimus asetetaan rakennuksen ja rakennuksen järjestelmien ylläpidettävyydelle. Piha-alueen liikenteen reitit huomioidaan asemapiirustusta valmistellessa. Erityistä huomiota kiinnitetään lumenläjitysalueisiin ja alueen koneellisen puhdistamisen mahdollistamiseen. Myös liikennereitit pyritään toteuttamaan siten, ettei vaarallisia pyörä- ja autoliikenteen risteysalueita pääsisi syntymään. Helppo huollettavuus on avaintekijä rakennuksen taloteknisiä laitteita valittaessa. Laitteet pyritään asentamaan myös niin, että mahdollisimman paljon huolloista pystytään tekemään ilman asuntoon menemisen tarvetta. Kyseisessä kohteessa asuntokohtaiset IV-koneet tulevat huoneistoihin, joten niiden huollettavuuteen on panostettu suunnitteluvaiheessa. Erityistä huomiota kiinnitetään myös yhteiskäyttöpesulan koneiden ja sähköpääkeskuksen mitoitukseen ja huollettavuuteen.

Kolmas vaatimus asetetaan rakennuksen muuntojoustavuudelle. Rakennuksen muuntojoustavuus on huomioitu katutasen toimistotiloissa kevyiden väliseinärakenteiden käytöllä. Kyseisiä tiloja on mahdollista muuttaa tulevaisuudessa palvelemaan joustavasti käyttäjien tarpeita. Koska rakennuksen pääasiallinen käyttötarkoitus on asuntilojen tarjoaminen opiskelijoille, ylempien kerrosten muuntojoustavuutta ei ole erityisesti huomioitu. Muuntojoustavuuteen vaikuttaa myös asuinkerrosten suunniteltu toteutustapa CLT-tilaelementeistä. Tilaelementtien mukaan määräytyvät kantavat linjat ovat huoneistojen väliset seinät, joka estää rakennuksen tilojen vapaan muuntamisen.

LÄHTEET

- [1] Rakennusteollisuus RT ry 2017. Rakennuksen elinkaari. Noudettu osoitteesta <https://rakennusteollisuus.fi> 17.10.2017.
- [2] Tilastokeskus 2017, Energian loppukäyttö sektoreittain 1970-2016. Noudettu osoitteesta <https://stat.fi> 25.10.2017.
- [3] VTT 2007. Elinkaariedullisuus. Noudettu osoitteesta: <http://www.vtt.fi/inf/pdf/tiedotteet/2007/T2409.pdf> 17.10.2017.
- [4] Rakennustieto Oy 2016. RT-ympäristötyökalu. Noudettu osoitteesta <https://rthankeohjaus.rts.fi> 4.10.2017.

Rakennuksen ympäristövaikutukset ja energiatehokkuus



JOHDANTO

Kun tarkoituksena on toteuttaa rakennushanke kestävän kehityksen mukaisesti, on oleellista, että rakennuksen ympäristövaikutukset ja energiatehokkuus huomioidaan jo hankkeen varhaisessa vaiheessa. Tärkeää on myös huomioida energiatehokkuus ja ympäristövaikutukset rakennuksen koko elinkaaren ajalta. Rakennusten kuluttaessa lähes 40 % kaikesta Suomessa kulutetusta energiasta aiheuttaen yli 30 % päästöistä on rakennusten energiatehokkuuteen panostaminen tehokas tapa vaikuttaa ilmastonmuutoksen hillintään. [1]

Viimeisen 15 vuoden aikana on lainsäädännön avulla pyritty systemaattisesti ohjaamaan vähemmän energiaa kuluttavien rakennusten toteuttamiseen ja vuonna 2012 määritettiin ensimmäisen kerran energiatehokkuusvaatimukset koskemaan koko rakennusta, poiketen aiemmista yksittäiselle rakennusosalle määritettyille vaatimuksista. Lähes nollaenergiataloja koskevat energiatehokkuusvaatimuksen, jotka koskevat kaikkia uudisrakennuksia, tulevat voimaan *viranomaiskäytössä tai niiden omistuksessa* oleviin rakennuksiin vuoden 2019 alusta ja vuoden 2020 lopusta alkaen ne koskevat kaikkia uudisrakennuksia. Näiden määräysten mukaisesti toteutetut rakennukset tuottavat siis lähes saman verran energiaa kuin mitä ne kuluttavat. [11]

Rakennuksen koko elinkaaren alusta loppuun ulottuva hiilijalanjäljenlaskenta on oleellisessa osassa määriteltäessä rakennuksesta aiheutuvia ympäristövaikutuksia. Suurin osa rakennuksen päästöistä syntyy sen käytönaikaisesta energiankulutuksesta, varsinkin vanhempien rakennusten kohdalla, joiden energiatehokkuus on huomionmpi kuin uusien rakennusten. Siirryttäessä kohti lähes nollaenergiataloja, voi käytönaikaisen energiankulutuksen osuus rakennuksen hiilijalanjäljen muodostumisessa pienentyä ja käytettyjen rakennusmateriaalien sekä rakentamisen päästöjen merkitys korostua. Materiaalien osuus koko elinkaaren aikana muodostuvaan hiilijalan-

jälkeen ei kuitenkaan ole nykyisillään kuin 10 % ja vaikka suhteellinen osuus rakennuksen hiilijalanjäljestä voi nousta tulevaisuudessa, absoluuttinen osuus pysyy kuitenkin lähes samana. [1]

Rakennuksella on suurempi vaikutus ympäristöön, kuin yleensä luullaan. Rakennettava kiinteistö tulisi sopeutua ja yhdistyä ympäröivään ympäristöönsä muutenkin kuin kunnallistekniikan liittymäraja-pintana. Rakennus – olipa se sitten asunrakennus, toimistorakennus tai majoitusrakennus – muokkaa ympäristöä jo suunnittelu- vaiheesta alkaen. Ihmisen tarpeella laajentaa asuinaluettaan on vaikutusta ympäristöön. Suurimmat vaikutukset muodostuvat käyttövaiheen aikana, mutta niitä ohjaavat ratkaisut tehdään jo suunnittelu- ja rakentamisvaiheessa. Matkalla kohti vähemmän energiaa kuluttavia rakennuksia, rakentamisvaiheessa muodostuva ympäristövaikutus korostuu entisestään. Käytönaikaista energiankulutusta voidaan simuloida nykypäivänä pitkälle vietyjen tietomallien avulla ennen kuin tontilta on kaadettu ensimmäistä puutakaan. [12]

Kiristyvän EU-lainsäädännön myötä ei riitä, että ympäristövaikutukset minimoidaan pelkästään rakennettavan kiinteistön osalta. Suuressa kuvassa tulee ottaa huomioon myös luonnonvaraisuuden säilyttäminen. Nykyaikainen rakentaminen ottaa huomioon myös luonnon kyvyn rajoittaa ilmastonmuutoksesta aiheutuvia rasituksia. Jättämällä kasvillisuutta rakennettavalle tontille, vähennetään mahdollista tulvariskiä, lisätään hiilinielun vaikutusta, viilennetään ja puhdistetaan ympäröivää ilmaa sekä lisätään yleistä hyvinvointia, viihtyisyyttä ja alueen estetiikkaa. [12]

Olenainen osa ympäristövaikutusten ja energiatehokkuuden arvioinnissa on myös rakennuksen vedenkäytön tehokkuus. Kasvavassa maailmassa makean käyttöveden varannot hupenevat päivä päivältä ja puhtaan veden tarpeetonta kuluttamista tulisi pyrkiä välttämään. Varsinkin lämpimän käyttöveden tuottamiseen kuluu suuri määrä rakennusten käyttämästä energiasta.

Rakennuksen ympäristövaikutusten ja energiatehokkuuden arvioinnista on mahdollista saavuttaa 35 pistettä. Suurin painoarvo on energiaosiolla, jossa maksimipistemäärä on 16 pistettä. Toiseksi suurin painoarvo on rakennuksen elinkaaren hiilijalanjäljen arvioinnilla, josta on mahdollista saada 12 pistettä. Kaksi muuta arvioitavaa kohtaa ovat rakennuksen vedenkulutus, jonka maksimipistemäärä on kolme pistettä ja viimeinen kohta on rakennuksen ympäristövaikutusten arviointi, jonka maksimipistemäärä on neljä.

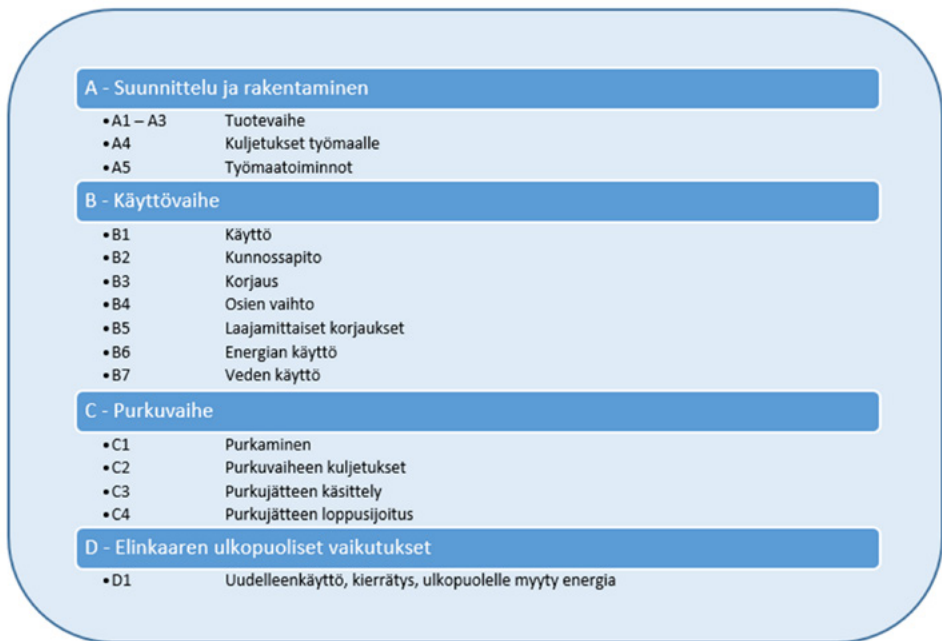
KESTÄVÄSTI TOTEUTETUN RAKENNUSHANKKEEN HIILIJALANJÄLKI

Elinkaaren hiilijalanjälki

Elinkaaren hiilijalanjäljellä kuvataan CO₂ -päästöjä, jotka huomioidaan koko rakennuksen elinkaaren ajalta, aina rakennusmateriaalien valmistuksesta rakennukseen purkuun saakka. Laskennassa tarkastellaan laajasti rakentamisen ja rakennuksen käytön materiaali- sekä energivirtoja, jotka aiheuttavat ilmaston lämpenemistä, tu-

lokset ilmoitetaan yleensä hiiliekvivalenttitonneina tn CO_{2e}. Hiilijalanjäljen laskennan perustana on standardi EN 15978 Assessment of environmental performance of buildings – Calculation method. Samaan standardiperheeseen luetaan myös EN 15804 -standardi, joka määrittää tuotetason laskennan osana koko rakennuksen elinkaarilaskentaa. Edellä mainitut standardit pohjautuvat eurooppalaiseen CEN/TC 350 Sustainability of Construction Works –standardiin. [2]

Rakennuksen elinkaaren hiilijalanjälkilaskennalla voidaan vertailla erilaisia toteutustapoja ja tehdä hankkeeseen liittyviä päätöksiä. Hiilijalanjälkeä voidaan käyttää myös suunnittelutavoitteena tai kilpailutuksen perustana. Koko elinkaaren vaikutusten arvioinnin helpottamiseksi rakennuksen elinkaari on jaettu osiin seuraavan kuvan mukaisesti. [2]



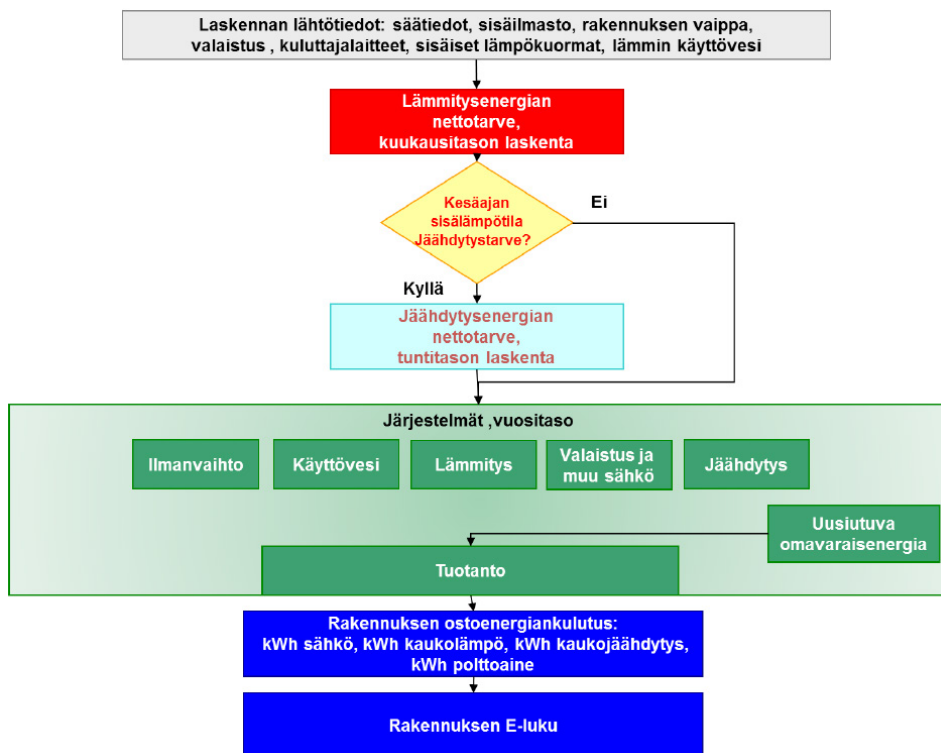
Kuva 1. Elinkaaren hiilijalanjäljen laskennan vaiheet

Elinkaaren hiilijalanjäljen laskenta toteutetaan GBC Finlandin Rakennusten elinkaarimittareiden mukaisesti, jonka sisältö täyttää (CO₂-laskurin) minimivaatimukset. Menettelyn pohjatiedoksi vaaditaan FIGBC:n hankevaiheen kiinteistöpassi sekä energiatodistus. Tuloksia verrataan erilliseen vastaavien kohteiden tuloksiin. Elinkaaren hiilijalanjäljen laskenta ja vertailu tuottavat 3/12 kriteerin kokonaispisteistä. Loput 9/12 pisteistä voi saavuttaa portaittain, mikäli elinkaaren hiilijalanjäljen säästö on 10 - 50 % suhteessa vertailutasoon. [3]

RAKENNUKSEN ENERGIANKULUTUS

Energiatehokkuus

Rakennuksen energiatehokkuus perustuu rakennuslupamenettelyssä toteutettavaan E-lukulaskentaan ja energiatodistuksen mukaiseen arvosanaan. E-luku on rakennustyyppin tyyppilliselle käytölle laskettu ja energiamuotojen kertoimilla painotettu rakennuksen vuotuinen ostoenergiankulutus laskettuna rakennuksen lämmitettyä nettoalaa kohden (kWh/m²,a). E-luvulla ei pyritä kuvaamaan rakennuksen todellista energiankäyttöä vaan se toimii lähinnä energiankäytön tunnuslukuna vertailtaessa rakennuksia keskenään. E-lukua voidaan hyödyntää suunnitteluratkaisujen optimointiin. Rakennuksen E-luvun laskenta toteutetaan ympäristöministeriön asetuksen ”Ympäristöministeriön asetus uuden rakennuksen energiatehokkuudesta” mukaan. Kuvassa 8 on esitetty rakennuksen energiakulutuksen ja lämmitystehontarpeen laskentamenetelmän vaiheet, jotka toteutetaan yleensä siihen tarkoitukseen kehitettyjä laskentaohjelmia hyödyntäen. Mikäli rakennuksessa käytetään jäähdytystä, toteutetaan dynaaminen tuntitaso laskenta standardoidulla laskentaohjelmistolla. [2]



Kuva 2. Rakennuksen energiankulutuksen laskennan vaiheet [8]

RT-ympäristötyökalun energiatehokkuus kriteerissä verrataan kohdetta E-luvun raja-arvoihin. Määräystason rakennus ei saa pisteitä, mutta sitä laskennallisesti energiatehokkaammat toteutukset arvioidaan E-luvun perusteella. Energiatodistuksen C-luokan rakennus voi saada 10 - 30 %, B-luokan rakennus 40 – 70 % ja A-luokan rakennus 80 – 100 % jaossa olevista 8 pisteestä. Kriteerin toteutumisen todentamiseksi vaaditaan energiaselvitys kokonaisuudessaan, joten todentaminen ei vaadi erillisiä toimenpiteitä normaaliin rakennuslupamenettelyyn nähden. [3]

Energiankäytön mittaus

Rakennusten energian kulutusmittaus luo edellytykset tehokkaalle ja tavoitteelliselle energiankäytön hallinnalle. Energian käytön seurannan avulla seurataan rakennuksen sähkön, veden ja kaukolämmön kulutuksia. Energian käytön seurannan avulla tuotetaan tieto energiankulutuksen tasosta, jota voidaan verrata tavoitetasoon ja aiempien ajanjaksojen kulutuksiin sekä sen avulla voidaan tuoda esille rakennuksen energiankulutuksen ongelmakohdat. Lisäksi esittämällä rakennuksen energiankulutusta saadaan motivoitua rakennuksen käyttäjiä seuraamaan ja tehostamaan omaa energiankulutustaan. [7]

Kyseisestä kriteeristä on saatavilla yhteensä 3 *pistettä*, joista saavutetaan 50 % toteuttamalla laadukas energiankäytön mittausjärjestelmä. Tämä painoarvo saavutetaan täyttämällä seuraavat vaatimukset:

- Toteutetaan rakennusmääräyskokoelman vaatimusten mukaiset *kiinteistön energian mittaukset*.
- Merkittävimpiin teknisiin järjestelmiin on toteutettu *jatkuva automaattinen tehokkuus seuranta*.
- Kootaan kaikki energiankäytön käytön mittaukset, joista saadaan päivä-, viikko- ja kuukausitason seurantatietoa energiankäytöstä. [3]

Kiinteistön energiankäytön mittaus tulee toteuttaa ”Ympäristöministeriön asetus uuden rakennuksen energiatehokkuudesta”-asetuksen mukaisesti seuraavilla tarkoituksilla:

- Lämmitysenergian tuotanto tai ostoenergia eriteltynä jokaiselle lämmönlähteelle
- Lämpimän käyttöveden tuotanto
- Kiinteän valaistuksen sähkönkulutus yhteistiloista
- Ilmanvaihdon sähkönkulutus
- Jäähdytysjärjestelmän sähkönkulutus
- Vuokralaisten kokonaissähkönkulutus yhteensä
- Merkittävät sulatukset

Teknisille järjestelmille tulee toteuttaa jatkuva toiminnan tehokkuusseuranta automaatioon seuraaville järjestelmille:

- Päivän lämmönkulutus kWh/d/päivän keskilämpötila
- Jäähdytysjärjestelmän tuotannon hyötysuhde COP
- Lämpöpumppujen lämmöntuotannon hyötysuhde COP
- Lämpöpumpuilla tai maakyilmällä tuotetun jäähdytyksen hyötysuhde COP
- Vastaavat energiantuotantojärjestelmät

Kriteeristä saatavat loput pisteet on jaettu kahteen osaan. Käyttäjäsähkön mittauksesta on saatavilla 25 % kokonaispisteistä. Pisteet saavutetaan toteuttamalla laadukas *vuokralaiskohtainen kulutuksen* mittaus sekä *toimintokohtainen kulutuksen* mittaus. Loput 25 % pisteistä saavutetaan toteuttamalla aktiivinen energiankäytön tiedotus kohteessa. Pisteet saavutetaan jakamalla rakennuksen kulutuspalautetta käyttäjälle reaaliajassa hyödyntäen intranet-sivuja tai kerros- tai aulanäyttöjä. [3]

Tavoitekulutuksen laskenta

Energiankulutustavoitteiden määrittämisellä saadaan rakennuksen energiankulutukselle referenssiarvot, eli tavoitekulutus johon toteutunutta kulutusta verrataan. Vertailun avulla pystytään havainnoimaan ja diagnosoimaan kiinteistön käytöstä, laitetekniikasta tai rakenteellisista ominaisuuksista johtuvat kulutuspoikkeamat. Tunnistamalla näitä poikkeamia, voidaan tarpeettomia kulutuksia pyrkiä eliminoidaan ja näin laskemaan ja tehostamaan rakennuksen energiankulutusta.

Rakennuksen tavoitekulutuksen laskennan pisteytys jakautuu kahden painopistealueen kesken tasapuolisesti. Osion maksimipistemäärä kolme pistettä on mahdollista saavuttaa laskemalla rakennuksen *tavoitekulutus*, josta tarjolla on puolitoista pistettä ja toiset puolitoista pistettä rakennuksen energiankulutuksen *pohjatehotavoitteen määrittelemisestä*. Molemmat laskennat tulee suorittaa *dynaamiseen simulointiin* soveltuvalla simulointiohjelmalla. Rakennuksen tavoitekulutuksen laskennalle annetaan seuraavat kriteerit RT-ympäristötyökalussa: [3]

1. Pääjärjestelmätasoiset tavoitekulutukset lasketaan vuosi-, kuukausi- ja viikkotasolle. *Todentaminen energiankulutuksen laskentaraportilla.* [3]
 - Pääjärjestelmiksi lasketaan:
 - Tilalämmitys (ulkolämpötilasovite)
 - Lämmin käyttövesi
 - Valaistus (yleiset tilat)
 - Ilmanvaihtokoneiden sähkö
 - jäähdytysjärjestelmä ja jäähdytyksen pumppu
 - Merkittävät prosessit
 - Käyttäjäsähkö, vuokralaisen sähkökulutuksessa voidaan mitata laite- ja valaistussähkö yhdellä mittauksella [3]

2. Lämmönkulutukselle lasketaan päivätasoinen ominaiskulutustavoite kWh/d suhteessa ulkolämpötilaan. *Todentaminen energiankulutuksen laskentaraportilla.*
3. Merkittävimmät tavoitekulutuksen laskentaan liittyvät oletukset kootaan laskentadokumenttiin. Todentaminen energiankulutuksen laskentaraportilla. [3] Laskentaolettamuksista tulee esittää vähintään seuraavat:
 - Tilalämmitys (IV-käyttöajat)
 - Tuloilmalämmitys (koneiden käyttöajat, Lämpötilahyötysuhde, tarpeenmukaisen ohjauksen vaikutus)
 - Lämmin käyttövesi (kulutustavoite lämmin- ja kylmä vesi, LKV kierron jäähtymä)
 - Valaistus (tilatyypeittäin käyttöajat, ohjaukset, ominaisteho W/m²)
 - Ilmanvaihdon sähkö (SFP luvut)
 - Jäähdytys (tuotannon COP, vapaajäähdytyksen ohjausarvo (°C), tilajäähdytyksen teho)
 - Prosessit (tavoitekulutus)
 - Energiantuotanto (Maalämmön COP, Aurinkoenergian hyötysuhde%) [3]
4. Energiankulutustavoitteet kirjataan mittaritasoisesti huoltokirjaan tai energiaseurantajärjestelmään
5. Rakennuksen pohjatavoitteen laskennalle on annettu seuraava kriteeri:
 - Pohjateho on laskennallisesti arvioitu ja tavoitearvot on määritelty pääjärjestelmittäin.
 - Todennetaan raportoimalla pohjatehon tavoitteet sekä niiden määrittämissuhteet.

Järjestelmien tehokkuus

Osiin sisältyy muut kiinteistön järjestelmät, jotka eivät sisälly energiatodistuksen laskennan piiriin. Maksimipistemäärä on kaksi pistettä ja osapisteitä ei ole saatavilla. Näiden ulkopuolisten järjestelmien energiatehokkuus ja ohjaus tulee vastata hyviä käytäntöjä. RT-ympäristötyökalu on listannut merkittävät järjestelmät kuuteen alakategoriaan. Järjestelmille on määritelty tavoitearvo(t) tai automaation pohjautuva ratkaisu, jolla taataan riittävä tehokkuus. Merkittäviksi järjestelmiksi katsotaan tässä yhteydessä seuraavat järjestelmät tai tilat:

1. Ulkovaistus

Ulkovaistuksen valaisimien keskimääräinen valovirrantuotto (tuotto = valaisimen hyötysuhde x valonlähteen hyötysuhde) syötettyä tehoa kohden on oltava yli 50 lm/W (pohjautuen valaisinkohtaisiin arvoihin, LOR-luku huomioituna). Ylöspäin suuntautuvan valovirran (ULR) osuus tulee olla alle 5 %. Ulkovaistusta tulee pystyä tarpeen mukaan ohjaamaan esim. valoisuusanturilla. Ulkovaistus on jaettava ryhmiin siten, että pääosa ulkovaistuksesta (>75% tehosta) voidaan sammuttaa suunnitelmallisesti varsinaisen käyttöajan ulkopuolella tai ohjataan tarpeen

mukaan esim. liiketunnistimella. Vaatimus tulee osoittaa suunnitteluvaiheessa toteutuneeksi automaation ohjauksen tarkastuksella. Rakentamisvaiheessa tulee toimittaa lopullinen ulkovalaisinluettelo ja niihin liittyvät laskelmat. [3]

2. Julkisivuvalaistus

Julkisivuvalaistuksen valaisimien valoteho tulee olla yli 70 lm/W. Julkisivuvalaistuksen ohjaus tulee toteuttaa valoisuusanturilla ja aikaohjelmalla siten, että julkisivuvalaistus voidaan sammuttaa yöajaksi ohjelmallisesti. Tyypillinen sammutusaika voi olla esimerkiksi kello 23-06 välillä. Vaatimus tulee osoittaa suunnitteluvaiheessa toteutuneeksi automaation ohjauksen tarkastuksella. Rakentamisvaiheessa tulee toimittaa lopullinen ulkovalaisinluettelo ja niihin liittyvät laskelmat. [3]

3. Autohallit

Autohallien ilmanvaihtoon on toteutettava sisäilman laatuun perustuva tarpeenmukainen ohjaus sekä lämmöntalteenotto, jos sisälämpötila on yli 15 C. Vaatimus tulee osoittaa suunnitteluvaiheessa toteutuneeksi automaation ohjauksen tarkastuksella. Rakentamisvaiheessa autohallin ilmanvaihtokoneiden toiminta tulee tarkistaa. [3]

4. Jäähdytysjärjestelmät

Kylmäntuotannon lämpökerroin, COP (coefficient of performance), tulee olla yli 3.0 (kompressorit, lauhdepumppu ja lauhduttimet huomioituna). Jos kylmälaite palvelee sekä ilmanvaihtoa että tilajäähdytystä, tulee pumppujen olla varustettu kaksoispumpuilla tai riittävällä säätövaralla talvikauden osatehon käyttöön. Järjestelmä on varustettava tuotetun kylmän muuttuvalla lämpötilalla, jolloin talvikaudella ei tuoteta tarpeettomasti alle +12°C asteen nestettä. Jos kohteessa on tilajäähdytysverkosto, järjestelmä on varustettava vapaajäähdytyksellä, jonka käyttöönottoraja on yli +7°C. Suunnitteluvaiheessa tulee olla tiedossa kylmälaitteiden ja kylmäaineiden tekniset vaatimukset tai koneajot. Rakentamisvaiheessa tulee toimittaa tieto toteutuneiden kylmälaitteiden koneajoista ja päivitetty laskenta. [3]

5. Sulatukset

Sulana pidettävistä alueista on jokainen suunniteltava itsenäisiksi ohjausalueiksi, joille voidaan automaatiassa asettaa aluekohtaisesti ohjausarvot. Ohjauksen ja säädön tulee pohjautua pelkän ulkolämpötilan lisäksi pintalämpötiloihin, sadetunnistukseen tai vastaavaan tarpeenmukaiseen ohjaukseen. Edellä esitettyjen sulatusten ohjausvaatimusten lisäksi kaikille yli 500 m² säätöalueille on toteutettava sääennustepohjainen säätö. Suunnitteluvaiheessa tulee toimittaa sulanapidon toimintakaaviot ja yli 500 m² alueille kuvaus sääennustepohjaisen järjestelmän toi-

minnasta. Lisäksi tulee esittää aluekuva, jossa on esitetty sulatukset ja kuvaus sulatusten toiminnasta ja ohjauksista. Rakennusvaiheessa sulanapitojen toiminta ja ohjausjärjestelmä tulee tarkastaa automaatiosta. [3]

6. Keittiölaitteet

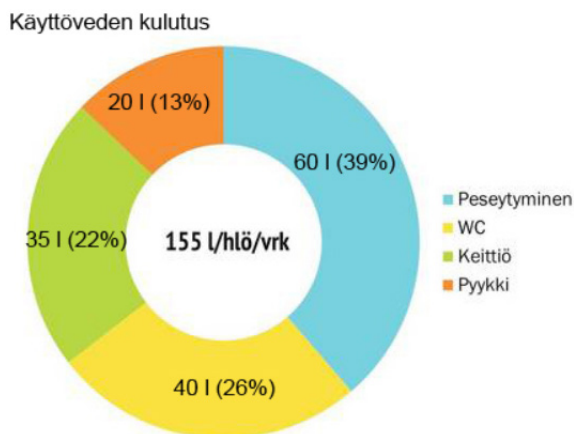
Valitaan tarpeenmukaisesti ja automaattisesti säätyviä keittiölaitteita. Huomioidaan keittiölaitesuunnittelussa Motivan ja Työteho seuranta Energiat ehokas ammattikeittiö -oppaat. Määritetään laskennallinen käytetty energiamäärä per annos, joka saa olla maksimissaan Motivan Energiat ehokas ammattikeittiö -julkaisun tyyppikeittiölle määritetty arvo. Suunnitteluvaiheessa tulee esittää laskelma käytetystä energiamäärästä per annos pohjautuen valittuihin laitteisiin ja niiden ominaisuuksiin. Rakennusvaiheessa tulee esittää lopullinen keittiölaiteluettelo sekä kuvaus energiat ehokkuusominaisuuksista ja niiden toiminnasta. Lisäksi tulee esittää lopullinen laskennallinen energiamäärä per annos. [3]

Mikäli kohteessa ei ole merkittäväksi luettavia järjestelmiä, vaatimukset voidaan katsoa täyttyneeksi.

Rakennuksen vedenkäytön tehokkuus

Varsinaiseksi ympäristökysymykseksi vedensäästö ei ole vielä noussut Suomessa, vaikka maailmanlaajuisesti makean veden varannot ovat hupenemassa. Suomessa ollaan totuttu siihen, ettei makeasta vedestä ole ollut pulaa ja vedenkäyttö on ollut hyvinkin runsasta. Parannusta on kuitenkin tullut 1970-luvun huippukulutusvuosista, jolloin vedenkäyttö saattoi olla jopa 400 litraa / henkilöä kohden. Kiitos nykyaikaisten vähän vettä kuluttavien kodinkoneiden, keskimääräinen vedenkulutus vaihtelee nykyään 135-170 litrassa / henkilöä kohden. Huomattavaa on kuitenkin, että henkilökohtaiset vedenkäyttötottumukset vaihtelevat suuresti, jonka johdosta todellinen vedenkäyttö henkilöä kohden voi vaihdella 60-270 litran välillä. [3]

Käyttöveden lämmitykseen kuluttaessa tavallisesti 20-30 % kiinteistön lämmitysenergiasta ja lämpimänveden kulutuksen osuuden ollessa keskimäärin 40 % asuin- kerros- ja rivitalojen kulutuksesta, on vedenkulutuksen tehostamisella mahdollista saavuttaa huomattavia säästöjä. [4] Käyttöveden kulutus jakautuu keskimääräisen kulutuksen 155 l/ per henkilö Kuva 4 mukaisesti: [4]



Kuva 3. Käyttöveden kulutuksen jakauma [4]

Henkilökohtaisilla vedenkäyttötottumuksilla on suuri vaikutus vedenkulutukseen mutta käyttämällä *pienvirtaamisia vesikalusteita* voidaan veden käyttöä myös tehostaa. Virtauksien tulee kuitenkin täyttää ”Ympäristöministeriön asetus rakennusten vesi- ja viemärlaitteistoista”-asetuksen asettamat vaatimukset verkoston virtaamille. Vesikalusteita voidaan pitää vähän vettä kuluttavina, jos niiden virtaamat ovat seuraavanlaiset:

- WC-istuimien huuhtelu enintään 6/3 litraa/huuhtelu
- Urinaalit automaattisella ohjauksella enintään 2 litraa/huuhtelu tai vedettömät
- Asiakasvessojen pesuallashanat automaattiohjattuja tai virtaama enintään 5 dm³/min
- pesuallashanat WC-tiloissa enintään 5 dm³/min
- suihkujen virtaama enintään 11 dm³/min [4]

Vedenkäytön tehokkuus

Vedenkäytön tehokkuuteen panostamalla on mahdollista saavuttaa kolme pistettä RT-ympäristötyökalussa toteuttamalla seuraavat toimenpiteet:

1. Jos rakennuksessa on erilliskulutustiloja (kampaamot, ravintolat, pesulat, autopesulat, autopesupaikat, valmistus- ja lämmityskeittiöt, uima-allastilat, vettä käyttäjät prosessitilat), tulee ne varustaa omilla kylmän- ja lämpimän veden mittareilla. Mittarien tulee olla liitettynä jatkuvaan seurantaan.
Todentaminen esittämällä kuvaus mittareista ja mittausten periaatekaaviolla.
2. Rakennuksen vesikalusteet on varustettu automaattisilla vuotohälyttimillä.
Todennetaan vuotohälyttimien ja niiden toiminnan kuvauksella.
3. Kohteeseen on valittu ainoastaan vähäkulutuksellisia vesikalusteita.
Todentaminen vesikalusteluettelon kautta, josta ilmenee kalustetyypit ja niiden virtaamat.

4. Rakennuksen vesiverkosto säädetään niin, ettei ylimpien vesikalusteiden vesiverkostonpaine ylitä 50kPa enempää yli vaatimustason. *Todennetaan rakennuksen vesiliittymän painemittauksella ja rakennuksen paineen hallintajärjestelmän kuvauksella. [4]*

RAKENNUKSEN YMPÄRISTÖVAIKUTUKSET

Uudella rakennuksella on aina moniulotteinen vaikutus ympäristöönsä. Euroopan komissio pyrkii ohjaamaan rakentamista ekologisempaan suuntaan vihreän infrastruktuurin avulla [5]. Uuden ajattelumallin avulla pyritään sopeuttamaan kaupunkikehityksen muuttuvan ilmaston haasteisiin ja lisäämään kaupunkialueiden ilmastokestävyttä. Vihreään infrastruktuuriin voidaan ajatella sisältyvän luonnontilaiset alueet (metsät ja purot) sekä rakennettu omaisuus (puistot, viherkatot ja hulevesirakenteet). [6]

Keskittyminen pelkästään perinteiseen infrastruktuuriin ei tuo riittävästi edistystä ilmastomuutoksen torjumiseen ja sopeutumiseen. Palauttamalla ekosysteemejä, ja säilyttämällä luonnonvaraisuutta kohteissa, saadaan hyödynnettyä luonnon oma kyky rajoittaa ja hillitä ilmastomuutosta. On havaittu, että kasvillisuuden peittämät pinnat vähentävät tulvariskiä, toimivat hiilinieluna, viilentävät ja puhdistavat kaupunki-ilmaa sekä parantavat kaupunkitilan esteettisyyttä, viihtyisyyttä ja terveysvaikutuksia. [6]

Panostaminen vihreään infrastruktuuriin tuo myös taloudellisia etuja; ”Kaupunkivihreän on todettu vaikuttavan myös suoraan tonttien hintoihin”. Kaupunkien yhä tiivistyessä kasvillisuudella pystytään sitomaan hiilidioksidia, viilentämään ympäristön lämpösaarekkeita ja lisäämään kaupunkitilan terveysvaikutuksia ja viihtyisyyttä. Meillä ja maailmalla on jo useita onnistuneita projekteja, joissa juuri vihreän infrastruktuurin avulla on saatu aikaan näkyviä tuloksia kaupunkirakentamisen yhteydessä. [6]

Viherrakentaminen ja hulevesien hallinta

Kun rakentamisaikana otetaan huomioon maaperän toiminta, monimuotoisuuden edistäminen ja kasvillisuuden elinvoimaisuus saadaan aikaan ekologisen tarkastelun kestävä ympäristö. Myös paikallisen miljööän ominaispiirteiden huomioiminen edistää kestävä kehityksen mukaista rakentamista. RT-ympäristötyökalu painottaa viherrakentamista ja hulevesien hallintaa *kahden pisteen* verran. Pisteytys on jaettu puoliksi kahden osa-alueen kesken; laatu ja monimuotoisuus. Laatuosio on jaettu neljään alakategoriaan, jotka käsittelevät tontin kasvillisuutta eri näkökulmista. Monimuotoisuuden osiossa tavoite on asetettu viherkertoimen (Kuva 5) tavoitetason täyttymiselle. [4]



Kuva 4. Viherrakentamisen vaikutus viherkertoimeen

Ensimmäinen piste savutetaan olemassa olevien vihreiden arvojen huomioinnilla ja monimuotoisella viherrakentamisella, joka huomioi hulevesien hallinnan. Ehdot tulee täyttää seuraavien kriteerien mukaisesti:

1. Rakennettavalla tontilla on arvioitu olemassa olevan kasvillisuuden säilytysmahdollisuudet ja kasvillisuuslajit on kartoitettu. *Tontista tulee tehdä kasvillisuuden kartoitus ja aluekuvaus nykytilanteesta.*
2. Kasvillisuudella, joka tullaan säilyttämään tontilla ja tontin rajoilla, on riittävät suojaukset ennen rakentamisen aloitusta. Suojausmenetelmät tulee kirjata työselitykseen tai muuhun vastaavaan dokumenttiin. Suojausten toteutus pitää tarkistaa ennen työmaan aloittamista.
3. Tontilla ei saa olla haitallisia tai potentiaalisesti haitallisia vieraslajeja. Peruskorjauskohteiden tonteilta tulee poistaa haitalliset tai erittäin haitalliset vieraslajit. *Pihasuunnittelijan tulee laatia lausunto toteutettavan kasvillisuuden toteutustavasta ja tontin mahdollisista vieraslajeista sekä niiden poistamisesta. Vieraslajeilla tarkoitetaan RT-ympäristötyökalussa Kansallisen vieraslajistrategian (2012) määrittelemiä lajeja, jotka ovat levinneet luontaiselta levinneisyysalueeltaan uudelle alueelle joko tarkoituksella tai tahattomasti. Strategia (2012) määrittelee lajit ”Erittäin haitallisiksi”, ”Haitallisiksi” ja ”Tarkkailtaviksi tai paikallisesti haitallisiksi” kasvilajeiksi. Haitallisten vieraslajien on todettu aiheuttavan selkeitä haittoja. Ajantasainen luettelo löytyy osoitteesta <http://vieraslajit.fi>. [3]*
4. Tontin viherkerroin saa olla enintään 0,2 yksikköä pienempi, kuin viherkerroinmenetelmällä määritetty viherkerrointavoite. Kuvassa 6 on esitetty viherkertoimen kaava. *Vaatimuksen täyttymiseksi tulee osoittaa viherkerroinmenetelmällä tehdyt laskelmat piha- ja vihersuunnitelmalle. Rakennusvaiheessa tulee laatia tarkastusmuistio vihersuunnitelman toteutuksesta ja tarvittaessa tehdä päivitetty vihersuunnitelma ja viherkertoimen laskenta, jos toteutustapa on muuttunut. [3]*

Toinen piste saavutetaan, kun tontille laskettu viherkerroin *ylittää* viherkerrointa-voitteen mukaisen tavoitetason. Tasonylitys tulee osoittaa piha- tai vihersuunnitelmalla sekä viherkerroinmenetelmällä tehdyillä laskelmilla. [3]

$$\text{Viherkerroin} = \frac{\text{pisteetty viherpinta-ala}}{\text{kokonaispinta-ala}}$$

Kuva 5. Viherkertoimen laskentakaava

Tarkennuksia

Osiosta ei voi saada pisteitä peruskorjauskohteissa, jos tontille ei kohdistu toimenpiteitä. Kriteerin pisteet ovat kuitenkin saavutettavissa, jos olemassa oleva kasvillisuus voidaan osoittaa vaatimusten mukaisiksi. [3]

Tontin *kasvillisuuskartoituksen* tarkoituksena on selvittää olemassa oleva kasvillisuus. Mikäli tontti ei sisällä kasvillisuutta tai sen arvo on vähäinen, kartoitus voidaan korvata valokuvilla, jotka todentavat tontin tilan. Tällaisissa tapauksissa kasvillisuuden säilytysmahdollisuudet tulee esittää rakennusten, rakenteiden, teiden ja kulkuväylien ulkopuolisille maa-alueille. [3]

Työnaikainen kasvillisuuden suojaus tulee toteuttaa tässä esitettyjen InfraRYL:n vaatimusten mukaisesti:

- Kaivuualueella tulee puiden rungot suojata laudoituksella neljän metrin korkeuteen.
- Liikkumialueella tulee puiden rungot suojata laudoituksella neljän metrin korkeuteen.
- Juuristo tulee suojella vähintään kahden metrin etäisyydellä rungosta.
- Säilytettävien puiden ravinteiden ja veden saanti tulee varmistaa työmaan aikana.
- Säilytettävä matala kasvillisuus tulee rajata kiinteästi yhden metrin etäisyydellä kasvillisuudesta.
- Työmaa-alueen ulkopuoliset osat tulee rajata selkeällä merkinnällä työmaa-alueesta, esim. lippusiimalla tai vastaavalla menetelmällä. [3]

Viherkerroinmenetelmän tavoitteena on varmistaa, että tontilla säilyy riittävä viherpinta-ala. Menetelmällä saadaan tonttikohtainen tavoitearvo, joka ottaa huomioon rakennustyyppin sekä tontin ominaisuudet. Laskentaan vaikuttavat hulevesialueet, viheralueiden pinta-ala, valittu kasvillisuus, bonuselementit ja liikennealueille valittu pintamateriaali. Osoitteesta <http://ilmastotyokalut.fi/laskuri> löytyy online laskuri sekä ladattava Excel-taulukko viherkertoimen laskemiseen. Jos laskurista ei löydy rakennusprojektin kaupunkia, voidaan käyttää lähimmän kaupungin laskentataulukkoa tai vastaavasti suoraan Helsingin taulukkoa. [4]

Viherkertoimen tavoitearvo määräytyy kuntakohtaisesti, mutta jos arvoa ei ole määritetty, tulee käyttää Helsingin kaupungin tavoitearvoja aluetyypeittäin:

- Asuinalueet 0,8
- Palvelujen alueet 0,7
- Kaupan ja liikerakentamisen alueet 0,6
- Teollisuustoiminnan ja logistiikan alueet 0,5 [3]

Pyöräilyn ja kävelyn turvallisuus ja suosiminen

Kävelyn ja pyöräilyn merkitys kaupunkiliikenteessä korostuu tulevaisuudessa yhä enemmän. Suomessa liikenteen aiheuttamat kasvihuonepäästöt edustavat 20 % koko maan aiheuttamista päästöistä [7]. Vuonna 2014 EU:ssa sovitut tavoitteet ohjaavat EU:ta vähentämään kasvihuonepäästöjä vähintään 40 % vuoden 1990 tasosta ja tavoite tulisi saavuttaa vuoteen 2030 mennessä [8]. Pyöräily ja kävely ovat kestäviä tapoja liikkua, koska ne eivät aiheuta melua, päästöjä tai ilmansaasteita. RT-ympäristötyökalussa on varattu erikseen osio pyöräilyn ja kävelyn edistämiseksi turvallisuuskohdat huomioiden. Osioista on saatavilla kaksi pistettä; 50 % pisteistä saavutetaan täyttämällä tonttialueen liikenteen turvallisuuskriteerit ja loput 50 % saavutetaan, kun pyöräsäilytystilat ja sosiaalilat on toteutettu laadukkaasti [3].

Tonttialueen liikenteen turvallisuuden osoittamiseksi tulee seuraavien ehtojen täytyä (50% pisteistä):

1. Jalankulku- ja pyöräilyreitit on selkeästi erotettu tontin autoliikennealueista sekä tontin ulkopuolisissa liittymissä, jotka liittyvät alueellisiin verkostoihin. Rakennuksen sisäänkäynneille ja pyöräsäilytystiloihin kulkee liikennereitit tontin rajalta. Reittien leveyden on oltava vähintään kaksi metriä.
Suunnitteluvaiheessa reitit tulee ilmetä asemapiirustuksesta ja rakentamisvaiheessa reiteistä tulee laatia tarkastusmuistio. [3]
2. Autoliikenteen ja jalankulku tai pyöräreittien risteyksien turvallisuus on varmistettava suunnitelmallisesti alentamalla ajoneuvoliikenteen nopeus risteyskohdissa. Toteutustapana ei riitä pelkkä nopeusrajoituksen laskeminen, vaan esimerkiksi ajoneuvoväylän kavennus, korotettu suojatie, hidastimet tai muu vastaava toteutustapa. Risteyskohdissa tulee olla riittävä näkyvyys, joka varmistetaan järjestämällä esteetön näkyvyys vähintään viiden metrin matkalta kaikkiin liikennesuuntiin risteysalueelta. Näkemäalueella ei saa sijoittaa näkemää estäviä rakenteita, kuten esimerkiksi korkeita pensaita tai aitoja. Vaatimukset eivät koske satunnaisesti liikennöityjä alueita.

Suunnitteluvaiheessa vaatimukset tulee ilmetä asemapiirustuksesta, johon on merkitty risteysalueiden turvallisuustekijät ja nopeusrajoitukset ajoneuvoliikenteelle. Rakentamisvaiheessa reiteistä tulee laatia tarkastusmuistio. [3]

3. Jalankululle tai pyöräilylle osoitetut reitit eivät saa ristetä tontin lastauslaiturille tulevan tavaraliikenteen kanssa. Suunnitteluvaiheessa vaatimus tulee ilmetä asemapiirustuksesta ja rakentamisvaiheessa toteutuminen tulee todentaa tarkastusmuiston avulla.
4. Tontilla sijaitsevat liikennereitit tulee valaista riittävällä tasolla, joka on asetettu standardissa SFS EN12464-2 Työpaikkojen valaistus. Osa 2: Ulkotyöalueet. Suunnitteluvaiheessa tulee laatia valaistuskannat ulkoalueista ja keskimääräisistä valaistustasoista eri alueilla. Rakentamisvaiheessa vaatimusten toteutuminen tulee osoittaa tarkastusmuiston avulla.

Seuraavassa on esitetty pyöräilyä tukevien laadukkaiden tilojen vaatimukset (50% pisteistä):

1. Pyöräilijöiden käyttöön tulee varata riittävästi turvallisia säilytystiloja polkupyörille. Tilojen rakennustyyppikohtaiset määrä- ja laatuminimivaatimukset on esitetty RT 98-11207 –kortissa. Mikäli kohteessa on parkkihalli, tulee ainakin osa paikoista varata pyörien säilytystilaksi. Tässä yhteydessä ”turvallisella säilytystilalla” tarkoitetaan:
 - a. Ulkona, ei lukittavassa tilassa olevaa kiinteää telinettä, johon polkupyörän saa kiinnitettyä rungosta

TAI
 - b. Lukitussa tilassa oleva kevyempi rakenteinen teline ja vain kohteen käyttäjillä on pääsy tilaan. Esimerkkinä tällaisesta tilasta on mm. erillinen varasto, parkkihalli tai sisäpiha.

Turvalliset tilat tulee ilmetä alue- ja pohjakuvista, joissa esitetään paikat, määrät ja telinetyypit. Rakentamisvaiheessa vaatimuksen toteutuminen tulee osoittaa tarkastusmuiston avulla.

1. Työtiloihin, joissa on jatkuvaa käyttöä ja pysyviä työpisteitä, on varattava riittävä määrä peseytymistiloja ja tilojen yhteydessä sijaitsevia pukuhuoneita sekä varattavia pukukaappeja. Peseytymistiloja tulee toteuttaa RT 94-10969 – kortin mukainen minimimäärä, joka tarkoittaa vähintään yhtä suihkua rakennuksen 50 vakituista työntekijää kohti. Pukukaappeja tulee mitoittaa pyöräsäilytyspaikkojen minimimäärää vastaava määrä. Pukuhuoneiden yhteydessä tulee olla kuivauskaappi.

2. Suunnitteluvaiheessa vaatimusten täytyminen osoitetaan pohjakuvilla, joissa on esitetty pukuhuoneet, pukukaappien määrä ja suihkutilat. Rakentamisvaiheessa vaatimusten toteutuminen tulee osoittaa tarkastusmuistion avulla.
3. Asiakkaille ja vierailijoille tulee varata riittävä määrä pyörätelineitä pääsisäänkäynnin yhteyteen. Mikäli pääsisäänkäynti rajoittuu katuun ja läheisyyteen ei ole mahdollista sijoittaa pyörätelineitä, tulee lähimpien pyöräsäilytystilojen sijainti tontilla osoittaa opastekyltillä.
4. Suunnitteluvaiheessa vaatimuksen täytyminen osoitetaan asemakuvalla ja pyörätelinekuvalla. Rakentamisvaiheessa vaatimuksen toteutuminen tulee osoittaa tarkastusmuistion avulla.

HAVAINTOJA KOHTEESTA

Kestävästi toteutetun rakennuksen ympäristövaikutuksia arvioitaessa ensimmäinen kohta on rakennuksen elinkaaren hiilijalanjäljen laskenta. DAS:n hankkeessa kohteelle tullaan toteuttamaan elinkaaren hiilijalanjäljen laskenta. Ympäristöministeriö on valinnut DAS Kelon yhdeksi esimerkkikohteeksi hiilijalanjäljen laskentaa varten.

Rakennuksen energiankulutuksen arvioinnissa, ensimmäinen vaatimus on energiatehokkuuden määrittelyllä. Rakennuksen suunnittelun lähtökohtana on ollut energiatehokkuusluokan C saavuttaminen. Lähtökohtaisesti kiinteistöä ei ole lähdetty tekemään energiatehokkuus edellä vaan ratkaisuihin on pyritty kustannustehokkuuden kautta unohtamatta ympäristöystävällisyysnäkökulmia. Kohteessa pyritään innovatiivisilla toteutuksilla energiatehokkuuteen, kuten aurinkopaneelien, akustojen ja viemäriveden lämmön talteenoton avulla. Kohteessa kustannustehokkain tapa pienentää E-lukua oli jätevedenlämmöntalteenotto.

Toinen vaatimus on energiankäytön mittaaminen ja sen alakohdat. DAS:n opiskelijakerrostalossa tullaan mittaamaan poisto- ja tuloilmamääriä, lämpötilaa, kosteutta sekä sähkön- ja vedenkulutusta. Mitattavien suureiden avulla rakennuksen energiankulutusta voidaan seurata ja tarvittaessa säätää. Järjestelmät liitetään DAS:n jo olemassa olevaan kiinteistöautomaatioverkkoon. Seuranta varten on tarkoitus rakentaa mobiilialustalle applikaatio, jonka avulla käyttäjä voi seurata huoneistonsa kulutusta ja verrata sitä rakennuksen keskimääräiseen kulutukseen.

Kolmas vaatimus on rakennuksen tavoitekulutuksen laskenta. DAS:n hankkeessa rakennuksen tavoitekulutus tulee todettua energialaskennan yhteydessä.

Neljännessä kohdassa annetaan vaatimuksia rakennuksen järjestelmien tehokkuuksille. Tarkastelun kohteena olevassa opiskelijakerrostalossa ei ole merkittäviä energiatodistuksen laskennan ulkopuolisia suuri tehoisia järjestelmiä.

Rakennuksen vedenkäytön tehokkuutta arvioitaessa vaatimuksia annetaan vesikalusteiden maksimivirtaamille, kulutuksen seurannalle, vuotohälyttimille ja vesijohdotoverkon maksimipaineelle. DAS:n opiskelijakerrostalossa vesikalusteita ei varusteta

erillisillä vuotovahdeilla, vaan vuotojen havaitsemiseen varaudutaan asuntokohtaisen vedenkulutuksen mittaamisella, joka antaa hälytyksen, jos vedenkulutus on poikkeavaa. Kyseiseen menetelmän valintaan DAS:n tapauksessa vaikutti se, että vesikalusteisiin asennettavat vuotovahdit kuormittavat ylläpitohenkilökuntaa huomattavasti väärien hälytysten ja muiden ylläpidollisten toimenpiteiden kautta. Huoneisto-kohtaisen vedenmittauksen yhteyteen asennetulla vuotovahdilla pystytään rakennuksen vesijärjestelmän vuotohälytyksen toteuttamaan kustannustehokkaasti. DAS:n hallinnoimissa rakennuksissa on aina kiinnitetty huomiota pienivirtaamisten vesikalusteiden käyttöön. Panostamalla vähän vettä kuluttaviin kalusteisiin, on rakennusten vedenkäyttöä pystytty tehostamaan huomattavasti.

Rakennuksen ympäristövaikutuksia arvioitaessa ensimmäinen vaatimus on viherkentämällä ja hulevesien hallinnalla. Opiskelijakerrostalolle varatulle tontille on toteutettu alustava kasvillisuuskartoitus, mutta pihan suunnittelu on vielä vaiheessa. Tontti tullaan liittämään erilliseen hulevesijärjestelmään ja asiasta on tehty sopimus Rovaniemen kaupungin kanssa. Tässä vaiheessa ei voida vielä tehdä tarkempaa analyysia kohteen ratkaisusta suhteessa RT-ympäristötyökalun vaatimuksiin.

Toinen vaatimus asetetaan pyöräilyn ja kävelyn suosimiselle sekä turvallisuuden varmistamiselle. RT-ympäristötyökalun pyöräilylle ja kävelyllä esitettyihin vaatimuksiin on DAS:n hankkeessa kiinnitetty huomiota järjestämällä asianmukaiset tilat pyörien säilytykselle sekä kiinnittämällä huomiota autoliikenteen kulkureitteihin tontilla. Pyöräilyn edistäminen koetaan DAS:n kohteissa tärkeänä ja tähän hankkeeseen tuodaan uutena palveluna yhteiskäyttösähköpyöriä. Tontilla ei ole osoitettu asuntokohtaisia autopaikkoja, vaan asukkaiden käyttöön tulee yksi sähköauto. Toimiston henkilökunnalle ja toimistossa asioiville asiakkaille rakennetaan oma autopaikoitus.

LÄHTEET

- [1] Rakennusteollisuus RT Ry. Ympäristö ja energia. Rakennettu ympäristö ja ilmastomuutos. Noudettu osoitteesta <https://www.rakennusteollisuus.fi/Tietoa-alasta/Ilmasto-ymparisto-ja-energia/Materiaalitehokkuus/> 29.1.2018
- [2] Green Building Council Finland. Elinkaarimittarit, E-luku. Noudettu osoitteesta <http://figbc.fi> 16.1.2018
- [3] Rakennustieto Oy 2016. RT-ympäristötyökalu. Noudettu osoitteesta <https://rt-hankeohjaus.rts.fi> 4.10.2017.
- [4] Helsingin seudun ympäristöpalvelut HSY. Kodin vesiasiat. Käytä vettä järkevästi. Noudettu osoitteesta <https://www.hsy.fi/fi/asukkaalle/kodinvesiasiat/kaytavetta-jarkevasti/Sivut/default.aspx> 27.10.2017
- [5] Euroopan ympäristökeskus 2017, Vihreä infrastruktuuri: parempi elämänlaatu luontoon perustuvilla ratkaisuilla. Noudettu osoitteesta <https://eea.europa.eu> 26.10.2017.
- [6] Ilmastokestävän kaupungin suunnitteluopas 2017. Noudettu osoitteesta <https://ilmastotyokalut.fi> 26.10.2017.

- [7] Tilastokeskus 2017, Kasvihuonekaasupäästöt Suomessa 1990-2015. Noudettu osoitteesta <https://stat.fi> 31.10.2017.
- [8] Tilastokeskus 2017, Ilmastopoliittinen tausta. Noudettu osoitteesta <https://stat.fi> 31.10.2017.
- [9] Tampuuri. Huollolle. Kulutusseuranta. Noudettu osoitteesta <http://www.tampuuri.fi/huollolle/kulutusseuranta/> 16.1.2018
- [10] Ympäristöministeriö. Suomen rakentamismääräyskokoelma. Osa D5 – Rakennuksen energiankulutuksen ja lämmitystehontarpeen laskenta.
- [11] Rakennusteollisuus RT Ry. Ympäristö ja energia. Energiatohokkuus. Noudettu osoitteesta <https://www.rakennusteollisuus.fi/Tietoa-alasta/Ilmasto-ymparisto-ja-energia/Ilmasto-ja-energiapolitiikka/> 29.1.2018
- [12] Suomen ympäristöopisto SYKLI 2018. Ympäristöosaava. Rakentamisen ympäristövaikutukset. Noudettu osoitteesta <http://www.ymparistoosaava.fi> 30.1.2018

Rakennuksen sisäilma ja terveellisyys



JOHDANTO

Perinteisessä rakentamisessa, hyvä sisäilmasto ei välttämättä ole kirjattuna tavoitteena urakka-asiakirjoissa, vaikka se onkin osaltaan yksi tärkeimmistä tavoitteista rakentamisen saralla. Nykymaailmassa ihmiset viettävät suurimman osan ajastaan sisätiloissa ja huonolle sisäilmalle altistuminen voi aiheuttaa monenlaisia terveysongelmia.

Hyvän sisäilmaston ja terveellisen rakennuksen toteuttaminen vaativat sisäilma-asioiden huomioon ottamisen rakennushankkeen jokaisessa vaiheessa. Tavoitteiden asettaminen sisäilmastolle tuo mukanaan monia rakennushankkeen toteutukselle asetettavia vaatimuksia, joita ilman sisäilmastovaatimuksia ei pystytä täyttämään. Nämä asiat tulee huomioida jo rakennuksen toteutustapaa suunniteltaessa. Hyvän sisäilmaston ja terveellisen rakennuksen tavoittelu tulee aloittaa jo hankkeen alkutai-paleella, jossa rakennuttaja määrittelee rakennuksen sisäilmaston tavoitearvot yhdessä suunnittelijoiden kanssa. [1]

Hyvin tärkeää on ohjata suunnittelijoiden työtä kirjaamalla selkeästi sisäilmastotavoitteet hankeasiakirjoihin ja saattamalla ne kaikille suunnittelijoille tiedoksi. Jo-kainen suunnittelija huolehtii osaltaan, että tavoiteltujen sisäilmastotavoitteiden saavuttamiseksi tehdyt suunnitteluratkaisut ovat esitettyinä rakennushankkeen asiakirjoissa. Suunnittelijoiden tulee myös esittää tekniset ratkaisut, joilla sisäilmastolle asetetut tavoitteet saavutetaan. Pääsuunnittelijan tehtävänä on varmistaa ristiriidat-tomuus suunnitelmien välillä. [1]

Vaikka esitetyt tavoitearvot saavutettaisiin rakennuksessa, ei se automaattisesti ta-kaa täydellistä sisäilmaa. Ihmisten oireilu ja sen vakavuus ovat aina yksilöllistä ja näin ollen herkemvät ihmiset saattavat oireilla jo tavoitearvoja pienemmillä pitoisuuksil-la. [1]

On huomattava, etteivät sisäilmaluokitus ja siitä johdetut RT-ympäristötyökalun vaatimukset, ole viranomaisohjeita taikka sellaisen tulkintaa. Sopimusasiakirjoihin yksilöllisesti kirjatut ja viitatus tavoitteet sekä vaatimukset muuttuvat sopimusosapuolia sitoviksi vasta sopimusten allekirjoitusvaiheessa. Sisäilmaluokitus 2008 on tarkoitettu käytettäväksi rakennus- sekä taloteknisessä suunnittelussa ja rakennustarviketeollisuudessa. Luokituksen tarkoituksena on olla apuna, kun tavoitteena on rakentaa entistä terveellisempiä ja viihtyisämpiä rakennuksia. [1]

RT-ympäristötyökalun ”Sisäilma ja terveellisyys”-osiosta on mahdollisuus saada yhteensä 30 pistettä. Suurin painoarvo pisteytyksessä on *Sisäilman laadulla*, josta suurin mahdollinen pistemäärä on 18 pistettä. Kaksi muuta rakennuksen terveellisyttä arvioivaa osiota ovat *Visuaalinen viihtyvyys* ja *Akustiikka*, joista molemmista on mahdollista saada kuusi pistettä. RT-ympäristötyökalun ”Sisäilma ja terveellisyys”-osiossa rakennuksen sisäilman korkeaan laatuun ja rakennuksen terveellisyteen pyritään antamalla tavoitearvoja tilojen lämpöolosuhteille, CO₂-pitoisuuksille, rakennusmateriaalien päästöille, valaistukselle sekä akustiikalle. Muutama piste on tarjolla myös *Käyttäjän vaikutusmahdollisuudet* osiossa, jonka maksimipistemäärä on kaksi pistettä.

RAKENNUKSEN SISÄILMAN LAATU

Lämpöolosuhteet ja sisäilman laatu

Lämpöolosuhteet ja sisäilman laatu ovat RT-ympäristötyökalussa kahtena erillisenä osionaan omine tavoitteineen ja pisteytyksineen, mutta molempien osioiden vaatimukset pohjautuvat samoihin asioihin, eli sisäilmaluokituksiin. Sisäilman laadun arvioinnista saavutetussa pisteytyksessä näillä kahdella on suurin painoarvo, Lämpöolosuhteiden maksimipistemäärän ollessa kuusi pistettä ja sisäilman laadulla seitsemän.

Tavoiteltavat sisäilmaluokat jaetaan kahteen luokkaan, S₁ ja S₂. Näistä kahdesta parempi on S₁ ja se tarkoittaa *yksilöllistä sisäilmaa* ja S₂ luokitellaan *hyväksi sisäilmaksi*. Lämpöolosuhteiden arvioinnin perustana on tilojen *operatiivinen* lämpötila. Operatiivinen lämpötila arvioi käyttäjän kokemia lämpöolosuhteita, ottamalla huomioon pintojen lämpötilat ja niistä säteilevän lämmön. RT-ympäristötyökalu asettaa lämpöolosuhteille seuraavat vaatimukset:

50% pisteistä, Sisäilmaluokka S₂:

1. Kaikkien tilatyypin oleskeluvyöhykkeen sisälämpötilan jatkuva mittaus, joka on yhdistettynä rakennusautomaatioon. Todentaminen RAU-pohjakuvilla, joihin on merkitty lämpötila-antureiden sijainti, sekä RAU-pisteluettelolla, johon on listattu kaikki tilojen lämpötila-anturit.

2. Oleskelutilojen (toimistotilat, neuvotteluhuoneet, opetus- ja liiketilat sekä aulat) operatiivinen lämpötila pysyy sisäilmaluokan S2 mukaisissa rajoissa vähintään 90% käyttöajasta. *Todentaminen tapahtuu dynaamisella olosuhdesimuloinnilla.*

100% pisteistä, Sisäilmaluokka S1:

1. S2-luokan vaatimusten lisäksi oleskelutilojen operatiivinen lämpötila pysyy sisäilmaluokan S1 mukaisissa rajoissa vähintään 95% käyttöajasta. *Todentaminen tapahtuu dynaamisella olosuhdesimuloinnilla.*

Sisäilman laatua arvioidaan sisäilman CO₂-pitoisuuksien mukaan. Vaatimukset on asetettu sisäilmaluokkien S1 ja S2 mukaan. Vaatimukset sisäilman laadulle ovat seuraavat:

50% pisteistä:

1. Oleskelutilojen CO₂-pitoisuus alittaa sisäilmaluokan S2-arvon tilan käyttöaikana. *Todentaminen voidaan tehdä laskelmilla, olosuhdesimuloinnilla tai riittävän ilmanvaihdon osoittamisella. Ilmanvaihto lasketaan riittäväksi käytettäessä Sisäilmaluokitus 2008:n mukaisia S1 ja S2-sisäilmaluokan mukaisia tilatyypin mitoitusarvoja.*
2. Suuren henkilökuorman tiloissa tilakohtainen CO₂-anturi tai ilmanlaatuanturi, jossa tilakohtainen näyttö sekä automaatioseuranta. *Todennetaan RAU-tasokuvilla, joista ilmenee CO₂- ja/tai CO-anturien sijainti.*

100% pisteistä vaatii edellisen kohdan lisäksi seuraavat vaatimukset:

1. Oleskelutilojen CO₂-pitoisuus alittaa sisäilmaluokan S1 raja-arvon tilan käyttöaikana. *Todennetaan olosuhdesimuloinneilla tai varmistamalla riittävä ilmanvaihto, käyttämällä Sisäilmastoluokitus 2008:n S1-sisäilmaluokan mitoitusarvoja.*
2. Suuren henkilökuorman tiloissa on tilakohtainen ilmanvaihdon tarpeenmukainen ohjaus, jota ohjataan sisäilman laadun perusteella. *Todennetaan RAU-tasokuvilla, joista ilmenee CO₂- ja/tai CO-antureiden sijainti ja ilmanvaihtokoneiden tai tilasäätimien säätökaaviot.*
3. Pysäköintihalleissa on ilmanvaihdon tarpeenmukainen ohjaus CO₂-pitoisuuksien perusteella. *Todennetaan RAU-tasokuvilla, joista ilmenee CO₂- ja/tai CO-antureiden sijainti, sekä ilmanvaihtokoneiden ja tilasäätimien säätökaaviot.*

S2-luokan sisäilmaa saavutetaan hyvin harvoin ilman jäähdytystä, vaikka se onkin mahdollista riippuen rakennuksen muodosta, rakennuspaikasta ja muista rakenteellisista suunnitteluratkaisuista. Sisäilmaluokka S2 vaatii rakennusautomaatiojärjestelmään kytketyn jatkuvan sisälämpötilan mittauksen ja tiloissa on yleensä koneellinen jäähdytys. S1-luokassa vaatimuksena on muuttuvailmavirtainen ilmanvaihto suuren henkilökuorman tiloissa, joissa ilmanvaihdon tarpeen vaihtelu voi olla suurta riippuen tilojen käyttöasteesta. S1-luokassa jäähdytys on jo pakollinen vaatimus. [1]

Käyttäjän vaikutusmahdollisuudet

Käyttäjien vaikutusmahdollisuuksien arvioinnista on myös mahdollista saada kaksi pistettä. Panostamalla käyttäjän vaikutusmahdollisuuksiin, voidaan käyttäjien tyytyväisyyttä parantaa joustavammilla lämpö- ja valaistusolosuhteilla. RT-ympäristötyökalu asettaa seuraavia kriteereitä käyttäjän vaikutusmahdollisuuksille:

Säädettävä valaistus, 50% pisteistä:

1. Työtiloissa on käyttäjäkohtainen mahdollisuus valaistustason säätämiseen. *Todennetaan yhteenvedolla eri tilatyyppeiden valaistuksen ohjauksista.*
2. Käyttäjillä on mahdollisuus säätää päivänvalon määrää ja estää auringonvalo aiheuttama häikäisy työpisteellä. *Todennetaan kirjaamalla työselitteeseen päivänvalon määrän ja häikäisyn eston toteutus. (esim. sälekaihtimet)*
3. Rakennusautomaatiojärjestelmään ohjaama aikaohjaus valaistukselle käyttöajan ulkopuolella.

Säädettävät lämpöolosuhteet, 50% pisteistä:

1. Työtiloissa on käyttäjä- tai säätöaluekohtainen mahdollisuus lämpötilatason säätämiseen. *Todentaminen RAU-taoskuvilla, joista ilmenee tilasäätimien paikat.*
2. Rakennusautomaatiojärjestelmään on asetettu rajoitukset käyttäjäkohtaiselle säädettävyydelle, eli lämpötilan ala- ja ylärajat. *Todennetaan tilaohjauksien säätökaavioilla.*

MATERIAALIEN EMISSIOT

Rakennuksessa käytettävien materiaalien huoneilmaan kulkeutuvilla kemiallisilla päästöillä eli *emissioilla*, on suuri vaikutus rakennuksessa saavutettavaan sisäilmanlaatuun. Rakennuksen käyttäjien kokemia oireita ja herkistymisiä voidaan vähentää käyttämällä laboratorionkokein testattuja rakennusmateriaaleja, jotka on luokiteltu vähäpäästöisiksi. Vähäpäästöisyys vaatimus koskee kaikkia höyrynsulun sisäpuolisia materiaaleja. Vaatimus vähäpäästöisten materiaalien käytöstä rakennuksessa tulee kirjata urakkavaatimukseen. Rakennuksen valmistuttua, rakentamiseen käytetyistä

tuotteista kootaan yhteenvedo, josta ilmenee tuotenimi, valmistaja, käyttökohde sekä materiaalien sertifikaatit.

Jotkin perusmateriaalit luokitellaan automaattisesti vähäpäästöisiksi, eikä niitä tarvitse erikseen sertifioida. Näihin lukeutuvia materiaaleja ovat mm. betoni, luonnonkivi, keraamiset- ja puristelaatat sekä käsittelemättömät puutuotteet. Muissa tapauksissa valmistajat voivat hakea tuotteelleen tai tuotepereheilleen vähäpäästöisyysluokitusta.

Luokitusta varten tuotteesta testattavia ominaisuuksia ovat: [2]

- Haihtuvien orgaanisten yhdisteiden (TVOC) kokonaisemissio.
- Yksittäinen VOC $\mu\text{g}/\text{m}^3$
- Formaldehydin (HCHO) emissio
- Ammoniakin (NH_3) emissio
- CMR-yhdisteiden emissio
- Haju [2]

Jotta rakennus saavuttaisi materiaalien emissioiden osalta täydet kolme pistettä RT-ympäristötyökalussa, tulee sen täyttää jompikumpi seuraavista vaatimuksista:

1. Höyrinsulun sisäpuolella käytetyt maalit, liimat, lattiamatot ja lattiapinnoitteet sekä puulevyt ovat vähäpäästöisiä. *Todentaminen materiaalivaatimusten kirjaamisella urakka-aineistoon.*
 - Hyväksytyt materiaalisertifioinnit:
 - Rakennusmateriaalien päästöluokka M1
 - Emission EC1 ja EC1Plus
 - Blue Angel
 - GUT [2]
2. Hyvän sisäilman enimmäispitoisuudet todennetaan alittuvan mittaamalla ennen rakennuksen käyttöönottoa.

Materiaalipäästöjen pitoisuuksien mittaukset tulee tehdä seuraavien standardien mukaisesti:

- ISO 16000-3:2011 (formaldehydi)
- EN ISO 16017-1:2003 tai ISO 16000-6:2011 (tVOC)

Hyvän sisäilman enimmäispitoisuudet:

- Formaldehydi enintään $15 \mu\text{g}/\text{m}^3$
- tVOC enintään $300 \mu\text{g}/\text{m}^3$ [2]

RAKENNUKSEN VISUAALINEN VIIHTYVYYS

Luonnonvalon määrä

Luonnonvalon määrälle asetettuja päivänvalokertoimen ja valoaukkojen kokonaispinta-alan vaatimuksia sovelletaan työtiloille, joissa on jatkuvaa käyttöä ja pysyviä työpisteitä. RT-ympäristötyökalun *S2.1 Luonnonvalon määrä* -osiosta voi saada yhteensä neljä pistettä. Pisteet on mahdollista saavuttaa, kun kaikki työskentelytilat täyttävät joko päivänvalokertoimelle asetetun arvon tai valoaukon kokonaispinta-alan vaatimuksen. [1] Tarkennukset vaatimuksista on esitetty alla:

Vaatus 1: On pystyttävä osoittamaan, että työskentelytilojen päivänvalokerroin on vähintään 2 % 80 % tilan pinta-alasta. [3]

Vaatus voidaan osoittaa toteen päivänvalokertoimen laskentaraaportin ja pohjakuvien avulla. Pohjakuviin pitää olla merkittynä huomioon otettu (eli yllä mainittu 80 % vaatimus) työskentelyalue. Toisin sanoen alue, jolla saavutetaan päivänvalokertoimen osuus 2 %. Rakennusvaiheessa tulee tarkastusmuistiolla osoittaa laskennallisten ominaisuuksien toteutuminen tilatyypeittäin. [3]

TAI

Vaatus 2: Työtilojen valoaukkojen kokonaispinta-alan on oltava vähintään 15 % tilan lattiapinta-alasta. Lisäksi vähintään 80 % työskentelyalueen tiloista tulee sijaita enintään etäisyydellä, joka on kaksi kertaa valoaukon yläreunan korkeus lattiasta, kun käytetään tyyppillisiä ratkaisuja. [3]

Vaatus voidaan osoittaa toteen pohjakuvien avulla, joihin on laskettu tila- tai tilatyyppikohtaisesti valoaukkojen yhteenlasketun pinta-alan osuus kyseisen tilan lattiapinta-alasta. Rakennusvaiheessa tulee tarkastusmuistiolla osoittaa työskentelyalueet ja niiden tilaominaisuudet. [3]

Tässä ja seuraavassa kappaleessa on kirjoitettu auki keskeisiä määritelmiä, jotka liittyvät visuaaliseen viihtyvyyteen. Työskentelytiloiksi luetaan työtilat, joissa on pysyviä työpisteitä tai jatkuvaa käyttöä. Työskentelytiloja ovat: toimistot, koulut, sairaalat, hotellit, ravintolat, urheilutilat, tukku- ja vähittäismyymälät sekä tuotantolaitokset. Päivänvalokerroin kuvaa vaakasuunnassa olevalle pinnalle (työtasolle) tulevan päivänvalon osuutta kattopinnalle tulevasta valomäärästä. Päivänvalokerroin lasketaan simulointiohjelmistolla diffuusin valon, eli hajavalon, tilanteelle. Simulointia varten ulkovalaistuksen tasoksi on määritelty 10 000 luksia (lx). Laskenta ottaa huomioon mm. ikkunan ominaisuudet, ulkopuoliset varjostukset sekä pintojen heijastuvuuden. Tarkempi määritelmä kaavoineen löytyy standardista SFS-EN 15193, Liite C. [4]

Valoaukon pinta-alasta puhuttaessa tarkoitetaan ikkunan lasiosan pinta-alaa ilman karmeja. Puhuttaessa Tyyppillisestä ratkaisusta, tarkoitetaan kohdan 2 vaatimuksen soveltamista, kun laskenta-arvot ovat tyyppilliset ja ne täyttävät vähintään seuraavat vaatimukset:

- Katon ja seinien väri on vaalea
- Lattian väri ei ole tumma
- Ikkunan valonläpäisy (Light Transmission, LT) on yli 55 %
- Ikkunassa ei ole merkittäviä ulkopuolisia varjostuksia kuten lippaa tai lähellä olevaa toista rakennusta

Valaistuksen laatu

Luonnonvalolle asetettujen vaatimusten kautta päästään tarkentamaan valon laadulliset määritteet. Ei siis riitä, että työtilassa on yleisesti valoa saatavilla, vaan valaistuksen osalta pitää täyttyä määrälliset ja laadulliset vaatimukset. Riittävä määrä laadusta valoa takaa suunniteltavalle tilalle turvallisen työskentely-ympäristön, jossa silmät eivät väsy.

Valaistusvaatimukset on määritelty kolmen perustarpeen täyttymisenä:

1. Näkömukavuus – Työntekijä kokee valaistuksen vaikuttavan positiivisesti hänen hyvinvointiinsa ja tällä on epäsuora vaikutus työn laatuun sekä tuottavuuteen.
2. Näkötehokkuus – Työntekijät pystyvät suoriutumaan näkötehtävästään myös vaativissa olosuhteissa ja pidempiä työjaksoja.
3. Turvallisuus – Työntekijällä on riittävä valaistus suorittamaan työtehtävänsä turvallisesti. [5]

Tärkeimmät tekijät, jotka vaikuttavat näköympäristöön suhteessa päivänvaloon ja keinovaloon ovat:

- Luminanssijakauma
- Valaistusvoimakkuus
- Valon suuntaus, sisätilan valaisu
- Valon vaihtelevuus (valon tasot ja värit)
- Valon väri ja sen värintoisto-ominaisuudet
- Häikäisy
- Välkyntä. [5]

RT-ympäristötyökalun osiossa S2.2 Valaistuksen laatu on mahdollista saada kaksi pistettä. Osapisteitä ei voi saada. Osiolle on asetettu kolme tarkasteltavaa vaatimusta ja niiden on kaikkien täyttyvä, jotta pisteet voidaan saavuttaa. [3]

Ensimmäinen vaatimus koskee työskentelytilojen valaistustasoa; SFS standardi EN 12464-1 määrittelee vaatimukset valaistusvoimakkuudelle (lx) sekä valon tasaisuudelle. Ehdot voidaan osoittaa toteen esittämällä valaistuslaskennat tyyppitiloista. Tuloksista pitää lisäksi esittää vertailu yllä mainitun standardin vaatimuksiin. Rakennusvaiheessa tulee esittää tarkastusmuistio, josta käy ilmi valaisimien vastaavuus

suhteessa suunnitelmiin. Lisäksi tulee esittää mahdolliset muutokset ja päivitykset valaistuslaskelmiin.

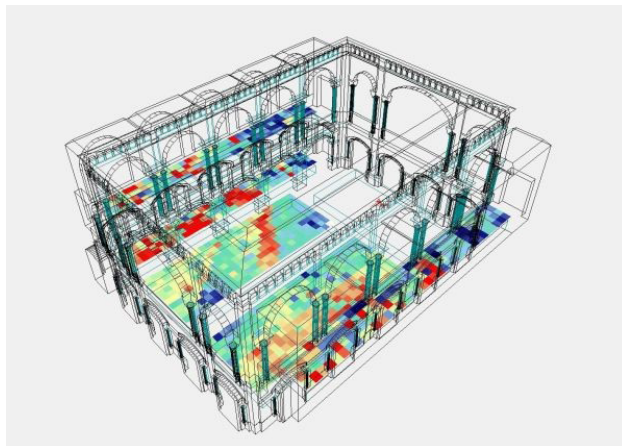
Toinen vaatimus on asetettu työskentelytilojen valaisimien pintakirkkaudelle ja kiusahäikäisyarvolle UGR (Unified Glare Rating). Arvojen tulee vastata SFS standardissa EN 12464-1 määritellyn tilatyypin mukaisia vaatimuksia. RT-ympäristötyökalun pisteiden toteutumista varten tämä voidaan osoittaa työtilojen valaisimien UGR-taulukkoilla sekä pintakirkkaustiedoilla. Rakennusvaiheessa tulee esittää tarkastusmuistio, josta käy ilmi valaisimien vastaavuus suhteessa suunnitelmiin. Lisäksi tulee esittää mahdolliset muutokset ja päivitykset valaistuslaskelmiin.

Kolmas vaatimus koskee liikennealueiden ulkovalaistukselle asetettuja vaatimuksia, jotka on esitetty SFS standardissa EN 12464-2. Ulkovalojen tulee täyttää keskimääräiselle valaistusvoimakkuudelle (lx) asetetut vaatimukset. Pisteet kolmannesta vaatimuksesta voidaan osoittaa toteen ulko- ja liikennealueiden valaistuslaskelmilla. Rakennusvaiheessa tulee esittää tarkastusmuistio, josta käy ilmi valaisimien vastaavuus suhteessa suunnitelmiin.

Kaikkien yllämainittujen vaatimusten lisäksi tulee rakennuksen käyttöönoton jälkeen toteuttaa työtilojen käyttäjille käyttäjätyytyväisyyskysely. Vaatimuksena on, että kyselyn perusteella käyttäjien tyytyväisyys valaistuksen laatuun on yli 85%. Kyselystä tulee esittää tulosraportti.

RAKENNUKSEN AKUSTIIKKA

Tilojen akustiikan suunnittelu on jaettu RT-ympäristötyökalussa kahteen alakategoriaan; tila-akustiikka ja ääneneristävyys. Seuraavassa tekstissä on aukaistu molempien osioiden vaatimukset pisteytyksen suhteen. Melulla ja sitä kautta akustiikalla on tutkittuja vaikutuksia ihmisen terveyteen. Akustisesti toimiva tila auttaa ja edistää mm. keskittymiskykyä, jaksamista ja sosiaalista vuorovaikutusta. Huoneakustista mallia (kuva 1) voidaan käyttää suunnittelun apuvälineenä ja saadaan selville esim. minne tilassa tarvitaan ääntä vaimentavaa tai heijastavaa pintaa.



Kuva 1. Huoneakustinen malli. Kuva: TTY/Henry Niemi ja Mikko Kylliäinen

Tila-akustiikka

Osiosta on mahdollista saada yhteensä *kolme pistettä*. Puolet pisteistä koostuu tila-akustiikan toteamisesta ja puolet avoimien työympäristöjen hyvän akustisen toteutuksen pohjalta. Edellä mainitut vaatimukset koskevat pääsääntöisesti kaikkia jatkuvan oleskelun tiloja, joita ovat mm. opetustilat, liiketilat, toimistotilat, neuvotteluhuoneet ja aulat. Oleskelutiloista on olemassa tarkempi listaus ja niitä koskevat vaatimukset on esitetty erillisessä tilatyypiluettelossa SFS Standardissa *SFS 5907:2004 Rakennusten akustinen luokitus*. [3]

Hyvän tila-akustiikan toteamiselle on RT-ympäristötyökalussa asetettu kolme vaatimusta (50 % pisteistä):

1. Oleskelutilojen jälkikaiunta-ajan tulee täyttää standardin SFS 5907 B-luokan tilatyypikohtaiset vaatimukset työ- ja oleskelutilojen osalta. Toteutuminen voidaan osoittaa jälkikaiunta-aikojen laskennalla ja niiden yhteenvedolla.
2. Esitys- ja opetustiloissa puheensirtoindeksin STI (Speech Transmission Index) tulee täyttää standardin SFS 5907 B-luokan vaatimukset. Toteutuminen voidaan osoittaa puheensirtoindeksin laskennalla ja niiden yhteenvedolla.
3. Akustisten vaatimusten saavuttaminen on ohjeistettu suunnitteluryhmälle. Vaatimus voidaan osoittaa toteutuneeksi laatimalla akustinen suunnitteluohje hankkeelle

Loput 50 % tila-akustiikan pisteistä muodostuu avoimien työympäristöjen hyvästä akustisesta toteutuksesta. Tavoite saavutetaan huomioimalla avoimille työympäristöille asetetut leviämismuunnosasteen vaatimukset, jotka on esitetty ISO 3382-3 standardissa. Vaatimuksen täyttyminen voidaan osoittaa toteutuneeksi leviämismuunnosasteiden laskennalla ja niiden yhteenvedolla.

Tässä ja seuraavassa kappaleessa on kirjoitettu auki keskeisiä määritelmiä, jotka liittyvät akustiikkaan. Jälkikaiunta-aika kuvastaa äänen leviämistä tilassa ja se vaikuttaa mm. puheen erotettavuuteen. SFS standardissa 5907:2004 on annettu tilatyypikohtaiset tavoitearvot jälkikaiunta-ajoille. Vaatimukset tulee täyttää vähintään B-luokan tason mukaisesti. Jälkikaiunta-aikaa voidaan pienentää suunnittelussa lisäämällä tilaan mm. absorptiopintoja. Avoin työympäristö on tila, jossa on yli 10 työpistettä sekä lisäksi kaikki opetustilat, joissa työskentelee useita ryhmiä yhtä aikaa. Jos kohteessa ei ole avoimiksi työympäristöiksi luettavia tiloja, voidaan olettaa arviointikriteerin täyttyvän. [3]

Leviämismuunnosastetta sovelletaan avotoimistojen suunnittelussa. Niissä ei sovelleta avoimille työympäristöille käytettävää jälkikaiunta-aikaa suunnittelun lähtökohtana. Avotoimistojen suunnittelussa sovelletaan RIL 243-3-2008 -ohjetta, jonka mukaan leviämismuunnosasteen tulisi olla $D_{2S} > 7$ dB. Puheensirto-indeksistä STI

puhuttaessa tarkoitetaan puheen erotettavuutta ja ymmärrettävyyttä huonetilassa. Standardissa SFS 5907:2004 on annettu esitys- ja opetustiloille tavoitearvot, jotka tulee täyttyä B-luokan tason mukaisesti. [3]

Ääneneristävyys

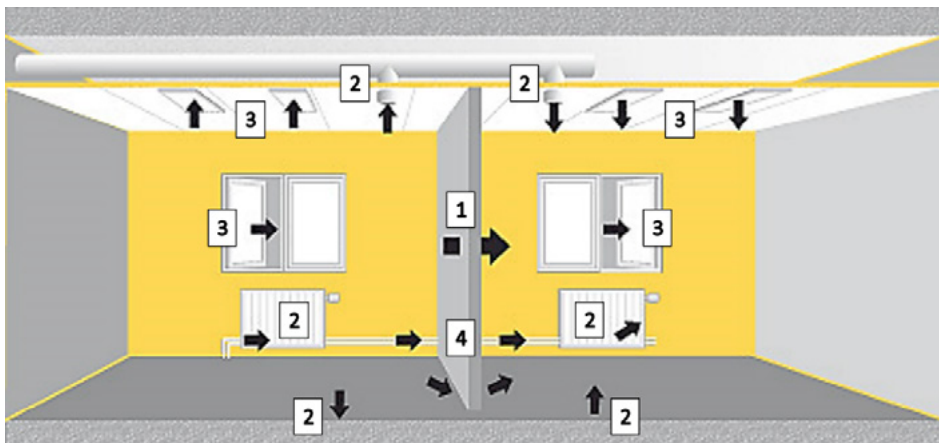
Hyvällä rakenteellisella ääneneristävyydellä saadaan minimoitua tiloista toisiin kuuluvia ääniä sekä vähentämään esimerkiksi niin askeläänistä kuin vesikalusteista johtuvia ääniä (kuva 2). Osioista on mahdollista saada *kolme pistettä*. RT-ympäristötyökalu asettaa erilliset vaatimukset uudiskohteille ja peruskorjauskohteille. Pisteet voidaan saavuttaa toteuttamalla määräystasoa parempi rakenteellinen ääneneristys. [3]

Uudiskohteissa kaikki kantavat ja ei-kantavat rakenteet tulee suunnitella siten, että ne täyttävät SFS standardin 5907 määrittelemät B-luokan vaatimukset rakenteiden ilmaääneneristävyysluvulle $R'w$ (dB). Ehtojen täytyminen on lisäksi todennettava mittauksin. Osion pisteiden saavuttamiseksi rakenteiden ilmaääneneristävyydestä tulee laatia yhteenveto ja arvoja tulee verrata standardin asettamiin vaatimuksiin. Urakka-asiakirjoissa tulee olla kirjattuna mittausvaatimukset kohteelle. Todennusmittaukset suoritetaan rakennuksen vastaanottotarkastuksen yhteydessä. [3]

Peruskorjauskohteissa vanhojen rakenteiden ääneneristävyys tulee selvittää mittaamalla. Jotta akustiikalle asetetut vaatimukset täyttyvät, tulee todettuihin puutteisiin esittää ratkaisutavat, joilla päästään standardin SFS 5907 C-luokan vaatimuksiin. Pisteiden saamiseksi riittää akustinen selvitys rakenteiden vastaavuudesta suhteessa vaatimuksiin. [3]

Kuvassa 2 näkyy äänen siirtymisen reitit:

1. Suora äänen läpäisy
2. Sivutiesiirtymä
3. Läpikuuluminen
4. Vuotaminen



Kuva 2. Äänen kulkeutuminen. [6]

HAVAINTOJA KOHTEESTA

Rakennuksen sisäilman laadun arvioinnissa ensimmäinen kohta on lämpöolosuhteiden hallinta. Kohdassa annetaan vaatimuksia operatiivisen lämpötilan hallinnalle, jonka tulee pysyä valitun sisäilmaluokan mukaisissa rajoissa tilojen käytön aikana. DAS:n kohteessa sisäilmaluokaksi on asetettu S2 ja lämpöolosuhteiden tulisi pysyä S2-luokan mukaisissa rajoissa tilojen käytön aikana. Ainoastaan ensimmäisen kerroksen toimistotiloissa on koneellinen jäähdytys. Asuntojen kohdalla käytetään ainoastaan ikkunoiden sälekaihtimia passiivijäähdytyskeinona. Asuntojen ikkuna pintala ei ole suuri, jonka johdosta ylilämpenemisen vaara on hyvin pieni. Kuitenkin kohteen energiatarkastelun yhteydessä tehdään lämpötilatarkastelu, jolla todennetaan, että vaadituissa rajoissa pysytään. Mahdollisen tuuletuksen tarpeen ilmetessä voidaan asuntojen ranskalaistaparveketta hyödyntää tilapäisessä tuuletuksessa.

Toisena kohtana on sisäilman laadun arviointi, jossa vaatimuksia asetetaan rakennuksen sisäilman CO₂-pitoisuuksille ja tilojen CO₂-pitoisuuksien tulee pysyä valitun sisäilmaluokan mukaisissa rajoissa tilojen käyttöaikana. DAS Riihipellonpuiston asunnot tullaan varustamaan asuntokohtaisella tulo- ja poistoilmakoneella, jossa hyödynnetään ulkoseinän läpi tapahtuvaa ilman ottoa ja –poistopuhallusta. Ulkoseinän kautta tehty toteutus ei aiheuta haasteita suunnitteluun, joka myös simuloidaan rakennesuunnitteluvaiheessa. Kohteeseen ei tulla asentamaan hiilidioksidiantureita vaan ilmanvaihtojärjestelmän virtaamat mitoitetaan suomen RakMK D2 mukaan, jolloin sisäilmaluokan S2 vaatimukset täytetään.

Kolmannessa kohdassa arvioidaan rakennuksen käyttäjien vaikutusmahdollisuuksia vaikuttaa valaistus- ja lämpöolosuhteisiin. Valaistuksen osalta DAS:n kohteessa toimistotiloissa panostetaan työntekijöiden mahdollisuuksiin vaikuttaa oman työympäristönsä valaistukseen. Vaatimus huomioidaan työterveyden näkökulmasta. Lämpöolosuhteita on mahdollista säätää 1-2 astetta seinässä sijaitsevalla säätimellä. Asuntojen kylpyhuoneiden lämpötila ei ole säädettävissä käyttäjän toimesta.

Neljännessä kohdassa vaatimuksia asetetaan materiaalien emissioille. Kohdan mukaan kaikkien rakennuksen *höyrynsulun sisäpuolella* käytettyjen materiaalien tulee olla vähäpäästöisiä. DAS:n kohteessa kaikki sisätiloissa käytettävät materiaalit ovat M1-luokan materiaaleja, paitsi ensimmäisen kerroksen pesulaan asennettava akryylibetonilattia. Materiaalien vähäpäästöisyyteen on kiinnitetty huomiota mm. kirjajamalla vaatimukset urakka-asiakirjoihin. Nykyään lähtökohtaisesti kaikki käytettävät materiaalit ovat M1-luokkaa.

Rakennuksen visuaalisen viihtyvyyden arvioinnissa ensimmäinen vaatimus koskee rakennuksen sisätilojen luonnonvalon määrää. RT-ympäristötyökalussa on asetettu kriteerejä päivänvalokertoimelle sekä valoaukkojen kokonaispinta-alalle suhteessa lattiapinta-alaan. DAS Riihipellonpuistossa ei toteuteta päivänvalokertoimen laskentaa ja valoaukkojen kokonaispinta-ala jää 12 prosenttiin, vaatimuksen ollessa 15 prosenttia.

Toinen vaatimus koskee tilojen valaistuksen laatua. Valaistus mitoitetaan työskentelyalueilla vastaamaan standardin EN12464-1 vaatimuksia. Laskenta ja simulointi

suoritetaan DIALux evo –ohjelmistolla. Suunnittelun avulla päästään valaistusvoimakkuuden mitoituksessa vaadittuun 500 lx:n arvoon. Työpisteille tulee säädettävä valaistus, jonka käyttäjä voi itse asettaa sopivalle tasolle. [7]

RT-ympäristötyökalun valaistusvaatimus täyttyy myös UGR-arvojen osalta, koska valaistuslaskentaohjelma laskee myös kiusahäikäisyarvot. Valon tasaisuudelle saadaan myös arvot laskentaohjelman kautta ja suunnittelun edetessä tasaisuusarvot asetetaan vastaamaan yllämainitun standardin vaatimuksia. Ulkoalueiden sekä julkisivun valaistuksen suunnittelu toteutetaan 3D mallinnuksen avulla. [7]

Rakennuksen akustiikan arvioinnissa ensimmäinen vaatimus koskee rakennuksen tila-akustiikkaa. DAS:n hankkeessa ei ole laadittu erillistä akustista suunnitteluohjetta ja sen myötä kohteessa ei ole toteutettu erillistä akustista suunnittelua. Täten RT-ympäristötyökalun vaatimat jälkikaiunta-aikojen ja puheensirtoindeksin laskentaa ei toteuteta. Myöskään leviämismuunnosasteiden laskentaa ei suoriteta kohteessa.

Toinen akustinen vaatimus koskee rakenteiden ääneneristävyyttä. Sisäilmaluokitus 2008:n asettamia ääneneristysvaatimuksia ei ole erityisesti huomioitu mutta ne tulevat täyttymään S2-luokan vaatimusten mukaisesti käyttämällä Suomen RakMk osan C1 mukaisia rakenteiden ääneneristysarvoja. Kohteessa ei alustavasti ole tarkoitusta suorittaa ääneneristysmittausta, vaikka yleinen käytäntö on, että 10–20 % rakenteista mitataan pistekokeiden muodossa. Joissain kaupungeissa ääneneristysmitaukset ovat vaatimus rakennusvalvonnan osalta.

LÄHTEET

- [1] Rakennustieto Oy. RT 07-10946. Sisäilmaluokitus 2008.
- [2] Rakennustieto Oy. 2017. M1-vaatimukset ja luokiteltujen tuotteiden käyttö. Osoitteessa <http://m1.rts.fi/m1-vaatimukset-ja-luokiteltujen-tuotteiden-kaytto>. Viitattu 11.10.2017.
- [3] Rakennustieto Oy 2016. RT-ympäristötyökalu. Noudettu osoitteesta <https://rthankeohjaus.rts.fi> 4.10.2017.
- [4] Suomen Standardisoimisliitto SFS. SFS-EN 15193, Liite C 2008.
- [5] Suomen Standardisoimisliitto SFS. SFS-EN 12464-1, 2011.
- [6] Saint-Gobain Finland Oy. 2017. Äänen kulkeutumisreitit huoneiden välillä. Noudettu osoitteesta <http://www.ecophon.com>. Viitattu 6.11.2017.
- [7] Jokinen, J. 2017. DAS Riihipellonpuisto. Sähköposti juha.konttinen@sdh.fi 21.12.2017. Tulostettu 17.1.2018.

Kestävän rakentamisen innovaatiot



JOHDANTO

Innovaatio eli uudennos on jokin uusi tai olennaisesti parannettu, taloudellisesti hyödyllinen tuote, prosessi, palvelu tai keksintö. Innovaatio voidaan ymmärtää ideana, käytäntönä tai esineenä, jota yksilöt pitävät uutena. Innovaation ensimmäinen askel voi löytyä arkisesta ja jokapäiväisestä linjatyöstä tai laajemmasta useamman toiminnon kokonaisuudesta. [1] Esimerkkinä innovaatiosta ovat mm. innovatiiviset liiketoimintakonseptit, tuoteinnovaatiot, palveluinnovaatiot sekä prosessi- ja työelämäinnovaatiot.

Joskus innovaatiota on vaikea tunnistaa tai se tunnistetaan vasta jälkikäteen. Tuotteen tai palvelun kokeilu- ja kehittämisjakson aikana ei voi aina tietää, toimiiko ratkaisu isossa mittakaavassa ja onko sille laajempaa käyttöä. Työpaikalla ilmapiiriä ja asenteita voidaan tietoisesti muokata innovaatioita edistäviksi. Idea, joka hyödyttää muita työpaikalla, voi syntyä arkisen ja esimerkiksi päivittäin tapahtuvan työn aikana. [2]

Innovaatio ei aina tarkoita yksittäistä selkeästi rajattua tapahtumaa tai tilannetta, vaan se voi olla epäjatkuvan kehityksen tulos, jossa muutokset tapahtuvat loikkina. Kun innovaatio on havaittu ja sitä lähdetään jatkojalostamaan, kehitys etenee aluksi pienemmillä siirroilla. Ajan edetessä voi tulla tilanne, jolloin kehitystyössä otetaan suuri harppaus ja idea ikään kuin sysätään eteenpäin. Pienilläkin parannuksilla voi olla voimakas muutos, joka johtaa radikaalien innovaatioiden kehittymiseen. Innovaatiolla ei ole olemassa tarkkapiirteistä rajaa; pienikin arkea helpottava idea tai toteutus voi olla innovaatio. [2]

Haluttaessa luoda innovaatioita työyhteisössä, tulee asettaa yhteisiä ja pitkäjänteisiä tavoitteita, joilla henkilöstö saadaan motivoitua innovointiin. Asettamalla selkeä tavoite alussa, edesauttaa huomaamaan asioita, joiden avulla toimintatapaa, tuotetta tai palvelua voidaan parantaa. Tavoitteen asettaminen auttaa huomaamaan uusia mahdollisuuksia toteutuksiin, joita voidaan soveltaa muihin palveluihin tai tuotteisiin. Kuvassa 1 on nähtävillä innovaatioon liittyviä lähtökohtia. [2]



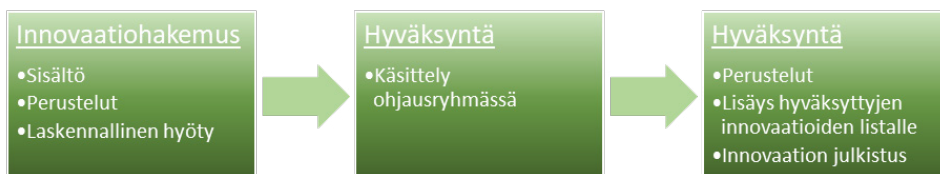
Kuva 1. Innovaation osatekijät

INNOVAATIOT

RT-ympäristötyökalun viimeinen osio käsittelee innovaatioita. Suunnittelussa tehtävien kestävä kehityksen ratkaisuille on mahdollisuus saada 10 pistettä. Pisteet voidaan saavuttaa, jos pystytään osoittamaan selkeä kriteerin asettaman vaatimustason ylitys tai ratkaisuille joita ei palkita RT-ympäristötyökalun muissa osioissa.

Rakennustietosäätiö ylläpitää listaa hyväksytyistä innovaatioista sekä niiden saavuttamisen perusteista. Lista on nähtävissä osoitteessa *glt.rts.fi*. Rakennushankkeissa on mahdollista hyödyntää jo hyväksytyjä innovaatioita, joista on annettu esimerkkejä myöhemmin tässä aihealueessa. Innovaatioissa käytetään samaa aiheen rajausta kuin varsinaisten luokituskriteerien määrittämisessä. Innovaatio ei voi siis liittyä tonttiin, kohteen sijaintiin tai rakennuksen käyttövaiheeseen. [3]

Innovaation hakeminen ja hyväksyminen toteutetaan kolmivaiheisen prosessin kautta, joka on kuvattuna kaaviossa 2.



Kuva 2. Innovaatiohakemuksen prosessikuva

Käytettävästä innovaatiosta täytetään hakemus ohjeiden mukaisesti. Innovaatioehdotus lähetetään Rakennustietosäätiön ohjausryhmän käsiteltäväksi ennen hankkeen lopullista ympäristöluokituksen hakemista. Projektiryhmää tiedotetaan erikseen päätöksestä. [3]

Hakemuksessa esitetään:

- Kuvaus innovaatiosta sekä yleistasoinen tavoite
- Laskennallinen tai perusteltu hyöty, joka täyttää kestävä kehityksen vaatimukset ja hyödyn suuruus verrattuna tavanomaiseen rakentamiseen
- Ehdotus innovaation saavuttamisen teknisestä vaatimustasosta
- Kuvaus tavoitteen saavuttamisesta, jossa hyödynnetään esitettyä teknistä- tai suunnitteluratkaisua
- Muut mahdolliset ratkaisut joilla päästään yleistason tavoitteeseen
- Innovaation rajaukset [3]

Innovaatiot voivat liittyä lähes mihin tahansa hankkeen välilliseen osa-alueeseen, kuten esimerkiksi talouteen, ympäristöön, energiankäyttöön, sisäilmaan tai elinkaariasiin. Innovaatioiden lisäpisteytys edustaa kokonaisuudessaan kymmentä prosenttia kokonaispistemäärästä, joten sillä on suuri vaikutus suhteessa lopulliseen pisteytykseen. Aihe itsessään antaa hyvät lähtökohdat opinnäytetöiden aiheille erilaisten mahdollisuuksien kartoittamiseksi käytännön toteutuksena tai jo keksityn innovaation jatkojalostamiseksi.

Seuraavassa taulukossa on kerrottu erilaisia esimerkkejä innovaatioista eri osa-alueilla:

Prosessi <ul style="list-style-type: none">- Talotekninen valvonta selkeän prosessin mukaisesti. Esimerkiksi ToVa-käsikirja- Erillinen RAU valvonta ja tarkastus- Rakennuksen painetasojen hallinta ja mittaus- Rakentaminen sääsuojassa	Talous <ul style="list-style-type: none">- Elinkaaritalouden hallinta (elinkaarihankkeet, laajennetut vastuut)- Rakennuksen purettavuus ja siirrettävyys
Ympäristö ja energia <ul style="list-style-type: none">- Rakentamistekniikan pilottikohteet (esim. puurakentaminen)- Energiamittausten yksityiskohtaisempi toteutus (esim. lämmön käyttäjäkohtainen mittaus)- Energiantuotannon erityispiirteet- Tekniset innovaatoratkaisut	Sisäilma <ul style="list-style-type: none">- Ilmastonmuutostilanteen huomiointi- Sisäilman kosteuden hallinta (kostutus/kui-vatus)- Laajempi kemikaalien hallinta<ul style="list-style-type: none">- TVOC- Formaldehydi- SVOC- Yksityiskohtainen kemikaalikuormituksen hallinta

Kuva 3. Esimerkkejä innovaatioista aihealueittain

Innovaatioiksi ei hyväksytä kriteeristörajauksen ulkopuolisia näkökohtia:

- Tontin sijaintiin tai sen valintaan liittyviä kriteereitä
- Julkisen liikenteen tasoon liittyvät parannukset
- Tontin puhdistaminen käyttökuntoon
- Vihreän sähkön hankinta, uusiutuva energia E-lukurajauksen ulkopuolella
- Kiinteistöhoitoon liittyvät sopimus- ja järjestäytymisasiat tai palkkiomallit
- Ylläpitokauden tekijät käyttövaiheen varmentavan luokituksen ulkopuolella [3]

HAVAINTOJA KOHTEESTA

RT-ympäristötyökalun innovaatio-osiossa mahdollisen uuden innovaation tulee saada hyväksyntä Rakennustieto ry:ltä, jotta se oikeuttaa pisteisiin. Nelivaiheinen hakeusprosessi varmistaa, että kaikki innovaatiopisteitä hakevat toimijat arvioidaan tasapuolisesti. DAS Riihipellonpuiston tapauksessa kohteesta pyrittiin toteuttamaan mahdollisimman innovatiivinen annetuissa kustannusraameissa. Innovaatiohakemuksia ei ole tarkoitus täyttää, vaan arviointi toteutetaan vain varjotarkasteluna.

Riihipellonpuiston kohteessa innovatiivisuutta on pyritty hakemaan erilaisten toteutustapojen kautta:

- Jäteveden lämmöntalteenotto
- Yhteiskäyttösähköauto
- Yhteiskäyttösähköpolkupyöriä
- Aurinkoenergian laaja-alainen hyödyntäminen
- Kiinteistökohtainen sähköakkujärjestelmä
- Älykkäät jäteastiat
- Käyttäjälähtöinen tilasuunnittelu virtuaalilaseilla

Suunnittelun lähtökohtana on ollut mieltä kokonaisuuden kannalta järkeviä ja arvoa tuottavia ratkaisuja. Suuressa mittakaavassa puurunkoinen kerrostalo tilaelementeistä on jo itsessään innovatiivinen ratkaisu. Kerrostalon ensimmäinen kerros tullaan tekemään betonista paloteknisistä syistä. Loput seitsemän kerrosta tehdään CLT-tilaelementeistä. Kuvassa 4 on puurakenteisia tilaelementtejä.



Kuva 4. Vasemmassa kuvassa tilaelementti ilman julkisivuverhousta ja oikeassa kuvassa tilaelementti, jossa myös julkisivuverhouk. [4]

LÄHTEET

- [1] Rogers, Everett M. Diffusion of Innovations. 5. painos. Free Press, New York 2003.
- [2] Työterveyslaitoksen, Aalto-yliopiston BIT-tutkimuskeskuksen ja VTT:n yhteisen tutkimushankkeen internetsivut. 2017. Innovoiminnin periaatteet. Noudettu osoitteesta <http://www.inno-vointi.fi/> 21.12.2017.
- [3] Green building council Finland. 2017. RT-ympäristötyökalun koulutus.
- [4] Stora Enso internetsivut. 2017. Noudettu osoitteesta <http://www.storaenso.com/> 26.12.2017.

Yhteenvedo

Maaailmanlaajuinen vahva tahtotila ilmastonmuutoksen hidastamiseksi on ajanut myös rakennusteollisuutta pienentämään rakentamisen ympäristövaikutuksia. Yhdessä keinoksi tähän tarpeeseen on kehitetty rakentamisen ympäristösertifioinnit, joista tunnetuimmat ovat LEED ja BREEAM. Vanhentuneen PromisE:n tilalle Rakennustieto julkaisi vuonna 2017 RTS-ympäristöluokituksen. Tämä luokitus on kehitetty yhdessä Suomen rakennusalan toimijoiden kanssa vastaamaan Suomen olosuhteita, lainsäädäntöä ja ominaispiirteitä. [1]

Rovaniemelle Rantavitikalle Rihipellonpuiston alueelle suunnitteilla oleva 8-kerroksinen CLT-kerrostalo on Domus-Arctica säätiön (DAS) pienen ekologisen jalanjäljen opiskelijakerrostalo. DAS halusi yleistettäviä todisteita rakennuksen ekologisuudesta, jonka vuoksi tarkastelun pohjaksi valittiin kansallinen RTS-ympäristöluokitukseen liittyvä RT-ympäristötyökalu. Lapin AMK:n tutkimushenkilöstö on ollut alusta alkaen mukana rakennushankkeen suunnittelussa, joten oli luontevaa, että tutkimushenkilöstö toteuttaa RT-ympäristötyökalulla tarkastelun kohteen ympäristövaikutuksista. Tarkastelu toteutettiin Lapin AMK:n Interreg Nord rahoitteisessa Future possibilities for CLT (FCLT)-tutkimushankkeessa. Hankkeen pääasiallisena tavoitteena on edistää CLT:n monipuolista käyttöä sekä lisätä tietoutta CLT-rakentamisen mahdollisuuksista Interreg Pohjoisen-alueella, jonka vuoksi tarkastelu soveltui hyvin toteutettavaksi hankkeessa. Auditointua RTS-ympäristösertifikaattia DAS ei ole hakemassa Rihipellonpuiston kohteelle, mutta vastuullisena toimijana kohteen sijoittuminen ympäristöluokituksessa on heille hyvin kiinnostavaa.

FCLT-hankkeen projektihenkilöt keräsivät tietoa suunnitteilla olevasta kohteesta rakennushankkeen Haahtela projektipankista, suunnittelukokouksista sekä toteuttamalla haastattelu suunnittelutyöryhmän jäsenille. Haastatteluissa kerättiin tarkentavaa tietoa asioista, jotka eivät ilmenneet projektipankin dokumenteista. Haastattelun lisäksi suunnittelutyöryhmän jäseniltä kysyttiin kommentteja RT-ympäristötyökalusta, joka oli suurimmalle osalle uusi työkalu hankkeen ympäristövaikutusten arviointiin. Artikkelikokoelman artikkeleissa esiteltiin RT-ympäristötyökalun kriteerit omissa artikkeleissaan.

Alla olevaan taulukkoon 1 on koottu yhteenvedo RT-ympäristötyökalun kriteereistä, pisteistä, tavoitteista sekä CLT-rakentamisen mahdollisista vaikutuksista. Taulu-

kosta ilmenee, että RT-ympäristötyökalu on hyvin materiaalineutraali, käyttämällä CLT:tä runkomateriaalina ei saavuteta automaattisesti kovinkaan paljon pisteitä. Ainoastaan innovaatio-osiossa voidaan saavuttaa suoraan pisteitä toteuttamalla puurakenteinen pilottikohde. CLT:n käyttö vaikuttaa myös ympäristö- ja energiakriteerin osaan elinkaaren hiilijalanjälki. Kyseisessä osassa CLT:n käytöllä ei voi todeta olevan suoraa edellytystä pisteisiin. Toki puu on vähähiilinen materiaali, mutta runkorakenteen hiilijalanjälkeä voidaan pienentää myös käyttämällä esimerkiksi ns. vihreää betonia. Sisäilma ja terveellisyys kriteerin kohdassa materiaalien emissiot, CLT lukeutuu vähäpäästöiseksi materiaaliksi. On kuitenkin huomioitava, että CLT ei itsessään tuo lisäpisteitä, vaan se on yksi vaihtoehto joka täyttää vaatimuksen.

Taulukko 1. RT-ympäristötyökalun kriteerit, pisteet, tavoitteet sekä CLT-rakentamisen mahdollinen vaikutus [1]

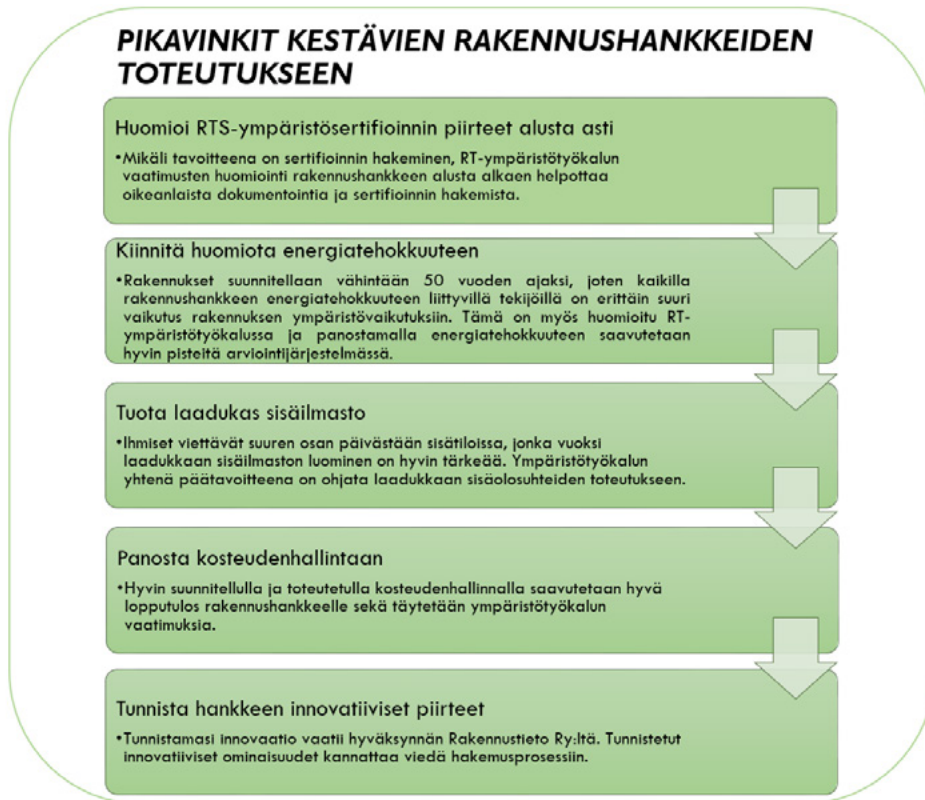
<i>Kriteeri Pistemäärä (x/110p)</i>	<i>Tavoite</i>	<i>CLT-rakentamisen mahdollisuudet</i>
<i>Prosessi 23</i>	<i>Ohjata rakennushankkeen eri toteutusvaiheita kestävän rakentamisen periaatteiden mukaisesti hyvien toimintamallien avulla.</i>	<i>Tarkastelu ei sisällä CLT-rakentamisen kannalta erityisiä kohtia.</i>
<i>Talous 12</i>	<i>Kiinnittää huomiota rakennushankkeen elinkaarikustannuksiin, kulutuskestävyyteen, ylläpidettävyyteen ja muuntojoustavuuteen.</i>	<i>Tarkastelu ei sisällä CLT-rakentamisen kannalta erityisiä kohtia.</i>
<i>Ympäristö ja energia 35</i>	<i>Kiinnittää huomiota rakennushankkeen ympäristövaikutuksiin sekä energiatehokkuuteen. Tarkasteluissa huomioidaan elinkaaren hiilijalanjälki, energiatehokkuus, energia- ja vesijärjestelmät sekä vaikutukset ympäristöön</i>	<i>Kriteerin osiossa Elinkaaren hiilijalanjälki, Elinkaaren hiilijalanjäljen säästössä voidaan saavuttaa pisteitä käyttämällä CLT:tä runkomateriaalina. Suurin painoarvo elinkaaren hiilijalanjäljessä on käytön aikainen energiankäyttö ~60%. Kyseisestä osiosta on saatavilla yhteensä 9 pistettä, joista rakennosien ja rakentamisen osuus on noin 20%.</i>

<p><i>Sisäilma ja terveellisyys</i> 30</p>	<p><i>Toteuttaa mahdollisimman hyvää sisäympäristöä, kiinnittämällä huomiota lämpöolosuhteisiin, sisäilman laatuun, emissioihin, valaistukseen sekä akustiikkaan.</i></p>	<p><i>Kriteerin osiossa Materiaalien emissiot, josta voidaan saavuttaa 3 pistettä, mainitaan seuraavasti: ”Höyrynsulun sisäpuolella käytetyt maalit, liimat, lattiamatot ja lattiapinnoitteet sekä puulevyt ovat vähäpäästöisiä.”</i> <i>CLT luokitellaan kyseiseksi materiaaliksi. CLT:n käyttö ei itsessään tuota pisteitä kriteeristä, mutta voi toimia osana.</i></p>
<p><i>Innovaatiot</i> 10</p>	<p><i>Edistää uusien innovaatioiden käyttöä rakennushankkeissa.</i></p>	<p><i>Rakentamistekniikan pilotitkohteet esim. puurakentaminen on mainittu lähdemateriaalissa mahdolliseksi innovaatioksi. Joten käyttämällä CLT:tä rakennuksen runkomateriaalina voidaan saavuttaa 10 pistettä.</i></p>

Hankkeen osapuolia haastateltaessa kävi ilmi, että monet RT-ympäristötyökalussa vaatimuksina olevat asiat tulevat otettua huomioon jo rakennettaessa normaalien käytäntöjen mukaan, vaikka niihin ei olisi päätetty panostaa erityisesti työkalun vaatimusten mukaisesti. Mikäli kohteeseen haettaisiin virallista sertifiointia, aiheuttaisi se lisätyötä erilaisten dokumenttien ja raporttien muodostamisessa, joilla vaatimusten täytyminen saadaan todennettua. Työkalua pidettiin hyvänä keinona arvioida puolueettomasti keskenään eri rakennushankkeiden ympäristövaikutuksia. Työkalua pidettiin myös hyvänä keinona ohjata rakennushanketta kohti ympäristöystävällistä, turvallista ja terveellistä lopputulosta.

Tärkeä ohje RTS-ympäristöluokitukselta kiinnostuneille on ottaa työkalu käyttöön heti rakennushankkeen hankesuunnitteluvaiheessa. Näin ympäristötyökalun ohjeet ja vaikutukset hankkeeseen tulee huomioida jo aikaisessa vaiheessa ja täten kaikki hankkeen osalliset sisäistävät työkalun sisällöt ja vaatimukset. Kuten haastattelussa kävi ilmi, RTS-ympäristöluokitus tuottaa lisätyötä dokumentoinnissa yms. joita hankkeen auditointiin vaaditaan. On kuitenkin huomioitava, että työkalun ohjeita ja toimintamalleja noudattamalla on todennäköistä saavuttaa parempi lopputulos hankkeelle. Tämä artikkelikokoelma toimii hyvänä perehdytyksenä RT-ympäris-

tötyökalun sisällöistä. Alla olevaan kuvaan (Kuva 1) on koottu muutamia keskeisiä havaintoja tämän case studyn toteutuksen pohjalta.



Kuva 1. Pikavinkit kestävien rakennushankkeiden toteutukseen

Kuten alussa mainittiin, on rakennusteollisuus alkanut laajalla rintamalla taisteluun ilmastonmuutosta vastaan. Rakennusten ympäristötyökalut pyrkivät omalta osaltaan edistämään ympäristöystävällisempää rakentamisen tulevaisuutta. Suomen Rakennusmääräyskokoelman uudet määräykset tulivat voimaan 1.1.2018. Uutena asetuksena tuli lähes o-energiarakentaminen. Kyseisestä asetuksesta määräyskokoelmassa mainitaan seuraavasti: ”Rakennushankkeeseen ryhtyvän on huolehdittava, että rakennus sen käyttötarkoituksen edellyttämällä tavalla suunnitellaan ja rakennetaan siten, että energiaa ja luonnonvaroja kuluu säästeliäästi” Asetuksen perimmäinen tarkoitus on energian ja luonnonvarojen säästössä [2]. Ympäristöministeriön tavoitteena on, että rakennuksen elinkaaren aikaista hiilijalanjälkeä ohjataan lainsäädännön avulla 2020-luvun puoliväliin mennessä. Tämä ilmenee ympäristöministeriön teettämästä selvityksestä tiekartasta, jolla vähennetään rakentamisen ja erityisesti rakennusmateriaalien hiilijalanjälkeä sekä edistetään Suomen rakennus- ja kiinteistöalaa koskevia ilmastotavoitteita. [3]

LÄHTEET

- [1] Rakennustietosäätiö Oy 2016. RT-ympäristötyökalu. Noudettu osoitteesta <https://rthankeohjaus.rts.fi> 16.1.2018.
- [2] Ympäristöministeriö 2017a. Muuttuva rakentamismääräyskokoelma. Noudettu osoitteesta: http://www.ria.fi/files/2968/Muuttuva_rakentamisma_a_ra_yskokoelma31.3..pdf 10.1.2018
- [3] Ympäristöministeriö 2017b. Selvitys rakennusten hiilijalanjäljen vähentämisestä valmis. Noudettu osoitteesta: [http://www.ym.fi/fi-FI/Maankaytto_ja_rakentaminen/Selvitys_rakennusten_hiilijalanjaljen_va\(43779\)](http://www.ym.fi/fi-FI/Maankaytto_ja_rakentaminen/Selvitys_rakennusten_hiilijalanjaljen_va(43779)) 15.1.2018

Kirjoittajat

Jokinen, Janne

Insinööri (AMK), projekti-insinööri
Lapin AMK

Pirttinen, Valtteri

Insinööri (AMK), projekti-insinööri
Lapin AMK

Poikajärvi, Miika

Insinööri (AMK), projekti-insinööri
Lapin AMK

Sirkka, Antti

Insinööri (AMK), projektipäällikkö
Lapin AMK

Vatanen, Mikko

Insinööri (AMK), projektipäällikkö
Lapin AMK

Saviaro, Kirsti

Hallintotieteiden maisteri (HM), toiminnanjohtaja
Domus Arctica-säätiö sr

Tapaustutkimuksella selvitetiin, miten RT-ympäristötyökalu soveltuu käytännössä kestäväen rakennushankkeen ohjaamiseen ja mihin kaikkeen urakkaan ryhtyvän täytyy varautua eri vaiheissa. Tutkimus rajattiin koskemaan vain ympäristötyökalun suunnitteluun ja työmaakäytäntöihin liittyviä teknisiä vaatimuksia. Siinä ei otettu kantaa vaatimusten aiheuttamiin kustannuksiin suhteessa Suomen rakennusmääräyskokoelman asettamiin minimivaatimuksiin.

Tapaustutkimuksen perusteella voidaan todeta, että RT-ympäristötyökalu soveltuu hyvin kestäväen rakentamisen edistämiseksi. Työkalu asettaa tarkat vaatimukset rakennusprosessin reunaehdoiksi, joita noudattamalla projekti saavuttaa kaikilla osa-alueilla ympäristön ja energiansäästön kannalta parhaan mahdollisen lopputuloksen. Projektin laadukas toteutus varmistetaan ympäristötyökaluun tallennettavien seurantaraporttien ja suunnitteluasiakirjojen avulla. Työkalu on julkaistu vuoden 2017 alussa, joten se ei ole vielä laajassa käytössä. Rakennushankkeet, joissa ympäristöluokitustyökalu on ollut käytössä, julkaistaan Rakennustiedon internetsivuilla.

Tämä artikkelikokoelma on tehty osana Future possibilities for CLT (Nya möjligheter för CLT) –hanketta. Future possibilities for CLT (FCLT) –hanke toteutetaan Interreg Pohjoinen EAKR-rahoitteisena tutkimusprojektina, jossa ovat mukana Luulajan tekninen yliopisto, Ruotsin tekninen tutkimus-instituutti (RISE), Centria AMK, Digipolis Oy ja Lapin AMK. Hanke on käynnistynyt syyskuussa 2015 ja kestää toukokuuhun 2018. Pääasiallisena tavoitteena on edistää CLT:n monipuolista käyttöä sekä lisätä tietoutta CLT-rakentamisen mahdollisuuksista Interreg Pohjoinen-alueella.



LAPIN AMK⁷
Lapland University of Applied Sciences

www.lapinamk.fi

ISBN 978-952-316-218-1