

D3 laskentaopas

Kesäajan huonelämpötilan vaatimuksenmu- kaisuuden osoittaminen

RakMK D3 2012 mukaan

14.9.2012

Esipuhe

Tässä oppaassa tarkennetaan kesäajan huonelämpötilan lämpötilanlaskelmaa, joka vaaditaan energiaselvitykseen Suomen rakentamismääräyskokoelmassa osassa D3(Rakennusten energiatehokkuus, Määräykset ja ohjeet 2012). Oppaassa on laskentaesimerkein tarkasteltu kolmen eri käyttötarkoitukseluokan kriittisen tilan kesäjakson astetunteja ja esitetty ratkaisupolku siitä, miten suunnittelussa on mahdollista varmistua kesäajan huonelämpötilan määräystenmukaisuuden täyttymisestä. Laskelmin tuloksena saadaan tilojen kesäajan jäähdytysrajan ylittävät astetuntimäärät, jotka esitetään rakennuksen energiaselvityksessä. Lisäksi oppaassa selvennetään Suomen rakentamismääräyskokoelman osaan D2 (2012) ja siinä esitettyjä vaatimuksia rakennuksen käytönaikaiseen lämpöviihtyvyyteen.

Oppaan sovellusesimerkit, suositukset ja lisätiedot eivät sellaisenaan ole rakentamismääräyskokoelman määräysten tai ohjeiden taseisia kannanottoja, jotka sitoisivat suunnittelua ja rakentamista. Oppaan tarkoituksena on havainnollistaa määräystenmukaisuuden osoittamista ja selventää määräysten ja ohjeiden tulkintaa ja kohdentumista.

Oppaan on laatinut ympäristöministeriön toimeksiannosta DI Kimmo Liljeström ja DI Minna Hurme Optiplan Oy:stä. Työtä on ympäristöministeriön puolesta valvonut ja ohjannut yli-insinööri Pekka Kalliomäki. Ohjausryhmään on kuulunut lisäksi tekniikan lisensiaatti Mika Vuolle Equa Simulation Finland Oy:stä.

Sisältösuunnitelma

Esipuhe	2
1 Johdanto	4
2 Määritelmiä ja käsitteitä	5
3 Kesäajan huonelämpötilan vaatimus	6
3.1 Kesäajan huonelämpötilan hallinnan periaatteet.....	8
3.2 Kesäajan huonelämpötilan täyttymisen ehdot D3 2012.....	9
3.3 Kesäajan huonelämpötilan laskeminen	9
4 Esimerkkilaskelmat kesäajan huonelämpötiloista	17
4.1.1 Asuinhuone – D3 vaatimusten osoittaminen	17
4.1.2 Koululuokka– D3 vaatimusten osoittaminen.....	20
4.1.3 Toimistohuone – D3 vaatimusten osoittaminen.....	23
LIITE 1	26
LIITE 2	27

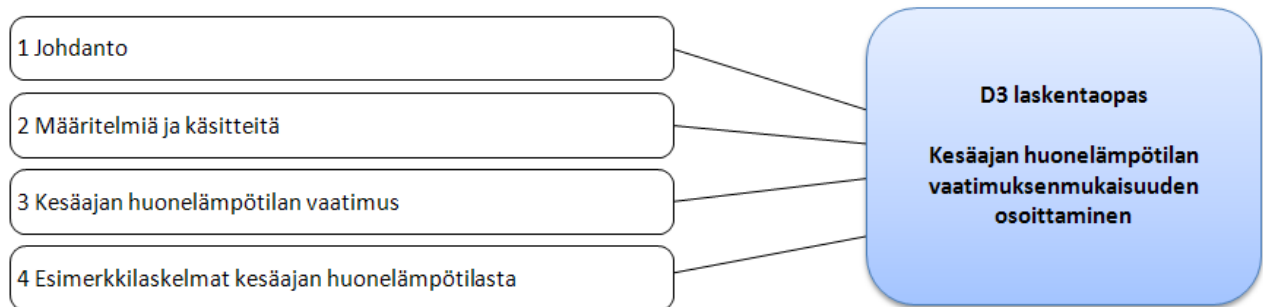
1 Johdanto

Ympäristöministeriön antamat vaatimukset rakennuksen energiatehokkuudesta, sisäilmastosta ja ilmanvaihdosta ovat uudistuneet ja tulleet voimaan 1.7.2012. Rakennuksen sisäolosuhteita käsitellään seuraavissa Suomen rakentamismääräyskokoelman osissa

- o D2 Rakennusten sisäilmasto ja ilmanvaihto, Määräykset ja ohjeet 2012
- o D3 Rakennuksen energiatehokkuus, Määräykset ja ohjeet 2012

Rakentamismääräysten uudistaminen on osa rakennusten energiatehokkuusdirektiivin toimeenpanoa Suomessa. Tässä yhteydessä sisäolosuhteiden vaatimustasoa ei ole varsinaisesti kiristetty. Uudistetut määräykset pyrkivät siihen, että energiatehokkuutta ei ole parannettu sisäolosuhteiden kustannuksella.

Opas käsittelee rakentamismääräyskokoelman osan D3 kesäajan sisälämpötilojen vaatimustenmukaisuuden osoittamista. Lisäksi se pyrkii selventämään määräyksiin liittyviä tulkintoja. Luvussa 4 esitetään yksityiskohtaisesti ja esimerkkilaskelmin sisälämpötilojen tavoitteiden saavuttamista. Oppaan rakenne esitetään kuvassa 1.



Kuva 1. Oppaan rakenne.

Oppaan liitteissä esitetään mallidokumentaatio rakennusluvan kesäajan kesälämpötilatarkastelun lähtötiedoista ja tuloksista.

2 Määritelmiä ja käsitteitä

Tässä oppaassa tarkoitetaan:

- 1) *sisäisellä lämpökuormalla* valaistuksesta, kuluttajalaitteista ja ihmisistä aiheutuvaa lämpökuormaa rakennukseen ja sen tiloihin;
- 2) *standardikäytöllä* rakennuksen vakioitua käyttöä, jolla lasketaan rakennuksen E-luku. Rakennuksen todellinen käyttö useimmiten eroaa standardikäytöstä käyttäjien erilaisten tarpeiden vuoksi;
- 3) *käyttöajalla* aikaa, jolloin rakennuksessa tai tilassa oleskellaan tai rakennusta tai tilaa käytetään sen käyttötarkoituksen mukaisesti;
- 4) *käyttöasteella* vuorokauden keskimääräistä valaistuksen ja kuluttajalaitteiden sekä ihmisten läsnäoloa rakennuksen käyttöajan aikana;
- 5) *käyttöprofiililla* käyttöasteen jakautumista vuorokauden eri tunneille;
- 6) *auringonsuojakeinoilla* lasipintojen kokoa, suuntausta ja rakennuksen massoittelemia sekä muita auringonsuojaratkaisuja, joita ovat esimerkiksi sälekaihtimet, markiisit ja ikkunoiden ulkopuoliset säleiköt ja niiden automaattinen ohjaus
- 7) *käyttötarkoituluokalla* rakennuksen tai sen osan käyttötarkoitukseen perustuvaa luokitusta, jota käytetään E-luvun laskennassa;
- 8) *tilan suunnitellulla käyttötarkoituksella* rakennuksen yksittäisen tilan käyttötarkoituluokasta poikkeavaa yksilöitä käyttöä;
- 9) *laskentasäällä* laskennassa käytettävää säävyöhykkeen I säätiedostoa, jossa on testivuoden ulkoilman tunnitaiset lämpötila-arvot ja auringon säteilytehot;
- 10) *kesäajan mitoittavalla ulko-olosuhteella* ulkoilman ominaisuuksia (entalpia, lämpötila, kosteus, auringonsäteily) joilla aktiivinen jäähdytysjärjestelmä mitoitetaan;
- 11) *jäähdytsrajalla* huonelämpötilaa jota käytetään kesälämpötilatarkasteluissa huonelämpötilan asetusarvona;
- 12) *suunnitteluratkaisulla* kohderakennuksen toteutettavaksi aiottua suunnitelmaa;
- 13) *dynaamisella laskentatyökalulla* työkalua jonka lämmönsiirron laskenta pystyy ottamaan huomioon rakenteiden lämmönvarausominaisuuden ajasta riippuvaisena.
- 14) *ikkunan aurinkoenergian kokonaisläpäisyllä* sitä osuutta auringon kokonaissäteilystä, joka tulee ikkunarakenteen lasiosan läpi lämpökuormana tilaan. Lyhenteinä käytetään esimerkiksi SHGC, g-arvo tai TST;
- 15) *ikkunan valonläpäisyllä* sitä osuutta auringon valosta, joka tulee ikkunarakenteen lasiosan läpi tilaan. Lyhenteinä käytetään esimerkiksi LT tai T_{vis} ;
- 16) *ikkunan suorallapäisyllä* sitä osuutta auringon suorasta säteilystä, joka tulee ikkunarakenteen lasiosan läpi lämpökuormana tilaan. Lyhenteinä käytetään esimerkiksi ST, T tai T_{sol} ;

3 Kesäajan huonelämpötilan vaatimus

Kesäajan huonelämpötilalle on esitetty vaatimuksia Suomen rakentamismääräyskokoelman osassa D3 (2012) Rakennusten energiatehokkuus, jonka tarkoituksena on estää energiatehokkuuden parantaminen sisäolosuhteiden kustannuksella. Määräyskokoelman osassa D3 (2012) vaaditulla tarkastellulla osoitetaan rakennuslupavaiheessa suunnitteluratkaisun kesäajan laskennallinen huonelämpötilojen vaatimustenmukaisuus tilojen standardikäytöllä ja säällä. Laskennallinen tarkastelu tulee päivitettäväksi toteutuksen muutoksilla kohteen valmistumisen yhteydessä osana energiaselvitystä. Alla on esitetty osan D3 (2012) kohdat, jotka käsittelevät kesäajan lämpöoloja.

D3 (2012) Rakennusten energiatehokkuus, määräykset ja ohjeet

2.2 Kesäajan huonelämpötilan hallinta

2.2.1

Rakennus on suunniteltava ja rakennettava siten, että tilat eivät lämpene haitallisesti. Tilojen ylälämpenemisen estämiseksi käytetään ensisijaisesti rakenteellisia ja muita passiivisia keinoja sekä yöllä tehostettua ilmanvaihtoa.

2.2.1.1

Kesäajan huonelämpötila ei saa ylittää kohdan 3.2.1 taulukon 2 jäädytysrajan arvoa enemmän kuin 150 astetuntia 1. kesäkuuta ja 31. elokuuta välisenä aikana D3 (2012) kohdan 3.1 säätiedoilla, taulukon 3 sisäisillä lämpökuormilla ja suunnitelluilla ilmamäärillä laskettuna.

Selostus

Rakenteellisia ja passiivisia keinoja ovat esimerkiksi auringonsuojausratkaisut, lasipintojen koko ja suuntaus sekä rakennuksen massoittelu.

2.2.2

Kesäajan huonelämpötilan vaatimuksen täyttämiseksi voi olla tarpeen jäädytysjärjestelmän käyttäminen, jolloin kokonaisenergiankulutuksen sisällytetään jäädytysjärjestelmän energiankulutus.

2.2.3

Kesäajan huonelämpötilan vaatimuksenmukaisuus osoitetaan eri tilatyypin lämpötilalaskennalla.

2.2.3.1

Kesäajan huonelämpötilan lämpötilalaskennat tehdään tilatyypeille, joissa on eniten lämpökuormia, esimerkiksi etelä- tai länsijulkisivujen tilat tai pienet asunnot, suurilla lasipinnoilla varustetut tilat tai suuren laitekuorman tilat. Asuinkerrostaloissa tehdään lämpötilalaskennat vähintään yhdelle lämpökuormiltaan suurimmalle makuuhuoneelle ja olohuoneelle. Muissa rakennuksissa tehdään lämpötilalaskennat tyyppitiloille, esimerkiksi toimistohuone, avotoimisto, neuvotteluhuone, opetustila, valitsemalla tilatyyppin edustajaksi edellä mainittuja ominaisuuksia vastaava tila.

2.2.4

Käyttötarkoitukseluokkaan 1 ja 9 kuuluvissa rakennuksissa ei tarvitse suorittaa kesäajan huonelämpötilan laskentaa.

3.1 Säätiedot

3.1.1

Kokonaisenergiankulutuksen laskenta ja kesäajan huonelämpötilan laskenta tehdään D3 (2012) liitteen 2 säävyöhykkeen I säätiedoilla.

5.2 Vaatimukset laskentatyökaluille

5.2.3

Kesäajan huonelämpötilan laskenta pitää suorittaa dynaamisella laskentatyökalulla.

Kesäajan huonelämpötilalle on esitetty lisäksi vaatimuksia Suomen rakentamismääräyskokoelman osassa D2 (2012) Rakennuksen sisäilmasto ja ilmanvaihto, jolla luodaan edellytykset tavanomaisissa sääoloissa ja käyttötilanteissa terveelliselle, turvalliselle ja viihtyisälle sisäilmastolle. Määräyskokoelman osassa D2 (2012) viitataan rakennuksen suunnitteluvaiheessa arvioituun käyttöön. Alla on esitetty osan D2 (2012) kohdat, jotka käsittelevät kesäajan lämpöoloja.

D2 (2012) Rakennusten sisäilmasto ja ilmanvaihto, määräykset ja ohjeet

2.2 Lämpöolot

2.2.1

Rakennus on suunniteltava ja rakennettava siten, että oleskeluvyöhykkeen viihtyisä huonelämpötila voidaan ylläpitää käyttöaikana niin, ettei energiaa käytetä tarpeettomasti.

2.2.1.1

Oleskeluvyöhykkeen huonelämpötilan lämmityskauden suunnitteluarvona käytetään yleensä lämpötilaa 21 °C. Oleskeluvyöhykkeen huonelämpötilan kesäkauden suunnitteluarvona käytetään yleensä lämpötilaa 23 °C.

2.2.1.2

Rakennuksen käyttöaikana ei oleskeluvyöhykkeen lämpötila yleensä saa olla korkeampi kuin 25 °C.

2.2.1.3

Ulkoilman lämpötilan viiden tunnin enimmäisjakson keskiarvon ollessa korkeampi kuin 20 °C voi huoneilman lämpötila ylittää tämän arvon korkeintaan 5 °C.

2.2.1.4

Lämpöolojen ylläpidon suunnittelussa käytetään lämmityskauden mitoittavina ulkoilman lämpötiloina rakentamismääräyskokoelman osan D3 liitteen 2 taulukossa L2.1 esitettyjä ulkoilman lämpötiloja.

2.2.1.5

Lämpöolojen ylläpidon suunnittelun perusteena käytettävänä kesäkauden mitoittavina säätietoina voidaan käyttää esimerkiksi osan D3 liitteen 2 testivuotta tai kesäkauden mitoittavana ulkoilman lämpötilana +25 °C ja ulkoilman entalpiana Lapin läänissä 50 kJ/kg ja muualla Suomessa 55 kJ/kg.

2.2.2

Tilojen haitallisen lämpenemisen estämisestä ja kesäajan huonelämpötilan hallinnasta on annettu säännökset rakentamismääräyskokoelman osassa D3.

3.1 Kesäajan huonelämpötilan hallinnan periaatteet

Tilojen kesäajan ylikuumenemiseen vaikuttavat merkittävimmin auringon säteilyenergia ja rakennuksessa tapahtuvasta toiminnasta aiheutuvat lämpökuormat. Auringon säteilyenergian haitallista vaikutusta voidaan vähentää rakennuksen muodolla ja rakenteellisilla varjostuksilla, ikkuna-aukotusten suuntauksella, koolla ja lasilaadulla sekä muilla auringonsuojauskeinoilla. Kunkin tilan käyttötarkoituksen mukaisen käytön aiheuttamat lämpökuormat hallitaan riittävällä ulkoilmavirralla ja tarvittaessa aktiivisilla jäähdytysratkaisuilla.

Myös ulkoalueiden pinnat (mm. asfaltti, kivetykset, nurmikko, vesistö, viherkatto, viherseinä) vaikuttavat kohteen kesäajan huonelämpötiloihin. Viheralueet sitovat kosteutta ja luovuttavat sitä hellepäivinä viilentäen rakennuksen lähiympäristön pienilmastoa. Viheralueista poiketen esimerkiksi laajat asfalttipinnat lämmittävät lähiympäristön pienilmastoa. Kesällä asfaltti varastoi merkittävän määrän auringon lämpöenergiaa ja luovuttaa sitä lähiympäristön pienilmastoon muodostaen lämpösaarekkeita.

Auringonsuojaus

Aurinkosuojauksessa voidaan hyödyntää arkkitehtonisen perusratkaisun elementtejä kuten räystäitä ja parvekkeita, oikein sijoitettua kasvillisuutta sekä erillisiä sisä- tai ulkopuolisia säleikköjä, luukkuja, lippoja, markiiseja, sälekaihtimia ja verhoja. Ulkopuoliset suojaratkaisut ovat sisäpuolisia suojausratkaisuja tehokkaampia.

Myös itse lasituksen valinnalla (auringonsäteilyn kokonais- ja suora läpäisy) on suuri merkitys auringonsuojauksessa, mutta pelkällä lasilla ei yleensä päästä haluttuun suojaustasoon. Usein lisäksi vaaditaan myös muita suojauskeinoja. Auringonsuojauksen olisi hyvä olla säädeltävä, mikä paitsi lisää käyttäjän vaikutusmahdollisuuksia, voi myös toimia arkkitehtonisena julkisivusuunnittelun keinona.

Mikäli kohteessa mahdollisilla auringonsuojauskeinoilla ei saavuteta kesäajan lämpötilavaatimusta, on harkittava aktiivista jäähdytysratkaisua auringonsuojauksen lisäksi. Aktiivista jäähdytystä ei kuitenkaan saisi käyttää ainoana ratkaisuna lämpötilavaatimusten täyttämiseksi.

Sisäiset lämpökuormat ja rakennuksen käyttö

Kesäajan huonelämpötilaan vaikuttavat auringon lämpökuorman lisäksi rakennuksessa tapahtuvasta toiminnasta aiheutuvat lämpökuormat (valaistus, laitteet ja käyttäjät). Rakentamismääräyksissä (D3 2012) on annettu sisäisille lämpökuormille rakennuksen käyttötarkoitukseen perustuvat standardiarvot (lämpökuorman suuruus, käyttöaika ja käyttöaste), joilla asetettu kesäajan huonelämpötilavaatimus tulee laskennallisesti täyttyä.

Sisäilmastosuunnittelussa tulee varmistaa, että tilakohtainen suunniteltu lämpöviihtyvyys (D2 2012) täyttyy standardiarvojen lisäksi myös kunkin tilan suunnitellulla käytöllä. Tilan suunnitellut lämpökuormat, käyttöajat ja käyttöasteet voivat poiketa merkittävästi rakennustyyppien standardiarvoista. Aina kun mahdollista, tiedot tulisi varmistaa tilan tulevalta loppukäyttäjältä.

Sisäolosuhdetarkasteluiden yhteydessä tulee aina esittää laskelmissa käytetyt lähtötiedot. Lisäksi käyttäjiä olisi hyvä ohjeistaa kesäajan ylikuumenemisen hallinnan keinoista sekä niiden vaikutuksista tilojen sisälämpötiloihin, jotta oleskeluvyöhykkeen viihtyisä huonelämpötila voidaan saavuttaa.

3.2 Kesäajan huonelämpötilan täyttymisen ehdot D3 2012

Jotta kesäajan huonelämpötilan ehdot täyttyvät, tulee osoittaa laskennallisesti dynaamisella laskentatyökalulla, että kesäajan huonelämpötila ei ylitä tilatyypin jäähdytysrajan arvoa enemmän kuin 150 astetuntia 1. kesäkuuta ja 31. elokuuta välisenä aikana, taulukko 1. Jäähdytysrajan arvo määräytyy rakennuksen käyttötarkoituksen mukaan. Laskennassa tulee käyttää vakioituja säätietoja ja sisäisiä lämpökuormia. Laskelmissa huomioidaan kuitenkin kohteeseen suunnitellut ilmamäärät sekä passiiviset ja käyttötekniset lämpötilan hallintakeinot.

Taulukko 1. Kesälämpötilatarkasteluissa käytettävät käyttötarkoituksen mukaiset jäähdytysrajat.

Käyttötarkoitukseluokka	Jäähdytysraja
	°C
Erillinen pientalo sekä rivi- ja ketjutalo	27,0
Asuinkerrostalo	27,0
Toimistorakennus	25,0
Liikerakennus	25,0
Majoitusliikerakennus	25,0
Opetusrakennus ja päiväkot	25,0
Liikuntahalli	25,0
Sairaala	25,0

Lämpötilalaskelmat tehdään tilatyypeille ja huoneille, joissa on suurin riski ylikuumenemiselle. Tällaisia ovat esimerkiksi etelä- tai länsijulkisivujen tilat tai pienet asunnot ja suurilla lasipinnoilla varustetut tilat.

Asuinkerrostaloissa osoitetaan huonelämpötilan tavoitetason täytyminen lämpötilalaskelmin vähintään yhdelle lämpökuormiltaan suurimmalle makuuhuoneelle ja olohuoneelle. Muissa rakennuksissa tehdään lämpötilalaskelmat tyypittiloille, esimerkiksi toimistohuone, avotoimistotila, neuvotte- luhuone, opetustila, valitsemalla tilatyypin edustajaksi edellä mainittuja ominaisuuksia vastaava tila.

On huomattava, että tässä vaatimus (D3 2012) koskee standardoidun käytön ja ulkoilmaolosuhteiden mukaisia lämpötilalaskelmia, joilla osoitetaan kohteen kesäajan huonelämpötilojen vaatimuk- senmukaisuus. Tämä tarkastelu ei välttämättä riitä varmistamaan rakentamismääräyskokoelman osan D2 (2012) kesäajan lämpötilavaatimuksen täyttymistä. Jotta voidaan varmistua suunnitellun käyttötarkoituksen käyttöajan viihtyvyydestä, tulisi tilojen lämpöolosuhteita tarkastella rakennus- tyyppin standardoidun käytön lisäksi myös tyypittilojen suunnitellulla käytöllä.

3.3 Kesäajan huonelämpötilan laskeminen

Kesäajan huonelämpötilan laskeminen tulee suorittaa dynaamisella laskentatyökalulla D3 (2012). Laskelmissa tulee huomioida rakennuksen todellinen muoto, rakenteet, talotekniikka sekä sisäiset lämpökuormat. Laskennassa huomioitavia lähtötietoja on kuvattu taulukossa 2.

Taulukko 2. Laskennassa huomioitavia lähtötietoja.

Ominaisuudet	
Muoto	Rakennuksen muoto, naapurirakennukset ja ulkoalueet, joilla on merkitystä tilan sisälämpötiloihin, huomioidaan suunnitteluratkaisun mukaisesti.
Rakenne	Rakenteet huomioidaan suunnitteluratkaisun mukaisesti samoin rakennuksen tiiveyden suunnitteluarvo.
Talotekniset järjestelmät	Talotekniset järjestelmät huomioidaan laskelmissa siten kuin ne on rakennukseen suunniteltu.
Sisäiset lämpökuormat	Laskelmissa voidaan käyttää joko; <ul style="list-style-type: none"> - rakennuksen käyttötarkoituksenmukaisia standardoituja sisäisiä lämpökuormia, taulukko 7 - tilan suunniteltua käyttöä (käyttöprofiilia), kuitenkin siten, että suunnitellun käytön vuorokautinen lämpökuormataso on vähintään standardoidun käytön lämpökuormatasoa vastaava, tämä pitää osoittaa laskelmaraportissa. Esimerkkikuvat 3 ja 4.

Muoto

Kohteen lämpötilatarkasteluissa tulee huomioida rakennuksen muoto. Lähtötietona laskelmissa on mahdollista käyttää arkkitehdin tilamallia. Laskennan suorittamiseksi mallissa tulee olla ikkuna- ja oviaukotukset ainakin tarkasteltavien tilojen osalta. Lisäksi tarkasteltavan tilan ulkopuoliset varjostavat rakenteet ja kasvillisuus voidaan huomioida (esim. parvekkeet, säleiköt, puut). Kriittisten tilojen tarkastelussa tulisi mallintaa myös niitä ympäröivät tilat, jos ne vaikuttavat tilan kesän lämpöolosuhteisiin kuten esimerkiksi asunnon muut tilat, kaksikerroksisen asunnon molemmat kerrokset, porrashuone tai atrium. On myös huomattava, että asuinrakennuksissa kriittinen makuu- ja olohuone ei välttämättä ole samassa asunnossa.

Laskelmissa käytettävän geometrian tulee vastata rakennuslupavaiheessa esitettyä arkkitehtisuunnitelmaa. Laskelmat tulisi päivittää viimeistään käyttöönottovaiheessa, mikäli kohteeseen on tapahtunut merkittäviä muutoksia, kuten esimerkiksi auringonsuojauksen tai ikkunakoon muutokset. Rakennuksen muodon huomioiminen kesälämpötilatarkasteluissa on esitetty taulukossa 3.

Taulukko 3. Rakennuksen muodon huomioiminen kesälämpötilatarkasteluissa.

Ominaisuus	Huomiointi laskelmissa
Rakennuksen muoto	Huomioidaan rakennuksen monimuotoisuus ja rakenteellisten osien varjostus.
Parveke	Voidaan huomioida varjostavana tekijänä. Myös lasitetun parvekkeen kiinteät osat tulisi huomioida. Lasitetun parvekkeen avattavat ikkunat voidaan pitää laskennassa täysin auki.
Kasvillisuus ja ympäröivät rakennukset	Ulkopuolinen suojaus on mahdollista huomioida laskelmissa.

Rakenne

Lämpötilatarkasteluissa tulee huomioida rakenteiden ominaisuudet ja rakennuksen tiiveyden suunnitteluarvo. Rakenteiden ominaisuuksia ovat suunnitelmien mukaiset, rakenne-, ovi- ja ikkunatyypit ja niiden ominaisuudet (U-arvo, g-arvo, karmin osuus ikkuna-aukosta). Ovirakenteissa myös oven lasitus tulee mallintaa ja huomioida siten myös ovilasin läpi tuleva auringon lämpökuorma tarkasteltavaan tilaan. Laskelmissa on mahdollista huomioida lasin todellinen sijainti seinärakenteessa.

Määräystenmukaisuutta osoitettaessa rakennuksen ulkovaipassa olevien avattavien rakenteiden (esimerkiksi tuuletusikkuna, ikkuna tai parvekeovi) aukioloa ei saa huomioida ilmanvaihdon tehositustoihin. Tilojen väliset ovet tai aukot voidaan pitää auki, jos se tilan käyttötarkoituksen

huomioiden on mahdollista tai järkevää lämpötilahallinnan kannalta, tämä tasaa tilojen välisiä lämpötilaeroja.

Parvekkeen vaikutus sisäolosuhteisiin voidaan huomioida laskelmissa. Kesän hellepäivänä lasitetun parvekkeen lämpötila saattaa nousta korkeaksi parvekelasituksen ollessa kiinni. Tällöin parvekkeen korkea lämpötila vaikuttaa myös sen vieressä sijaitsevan tilan sisälämpötiloihin. Lasitetun parvekkeen kesälämpötilaan voidaan vaikuttaa esimerkiksi parvekelasituuletuksella tai auringonsuojausratkaisuilla.

Epäsuoran aurinkoenergian määrään (ns. hajasäteily) vaikuttaa myös ulkopintojen heijastuskertoimet. Mitä pienempi pinnan heijastuskerroin on sitä vähemmän auringon lämpösäteilyä pinnasta heijastuu. Heijastuskertoimen oletusarvona voidaan käyttää arvoa 0,2. Laskelmissa voidaan käyttää myös pinnalle ominaista heijastuskerrointa (esimerkiksi asfaltti 0,1, murskattu kivi 0,2 ja kirkas ruoho 0,25, uusi betoni 0,32, vanha betoni 0,22).

Auringonsuojausratkaisut voidaan huomioida olevan käytössä koko tarkastelujakson ajan. Esimerkiksi sälekaihtimet huomioidaan 45 °C kulmassa vasten aurinkoa ja 100 % peittoasteella. Rakenteiden ominaisuuksien huomioiminen kesälämpötilatarkasteluissa on esitetty taulukossa 4.

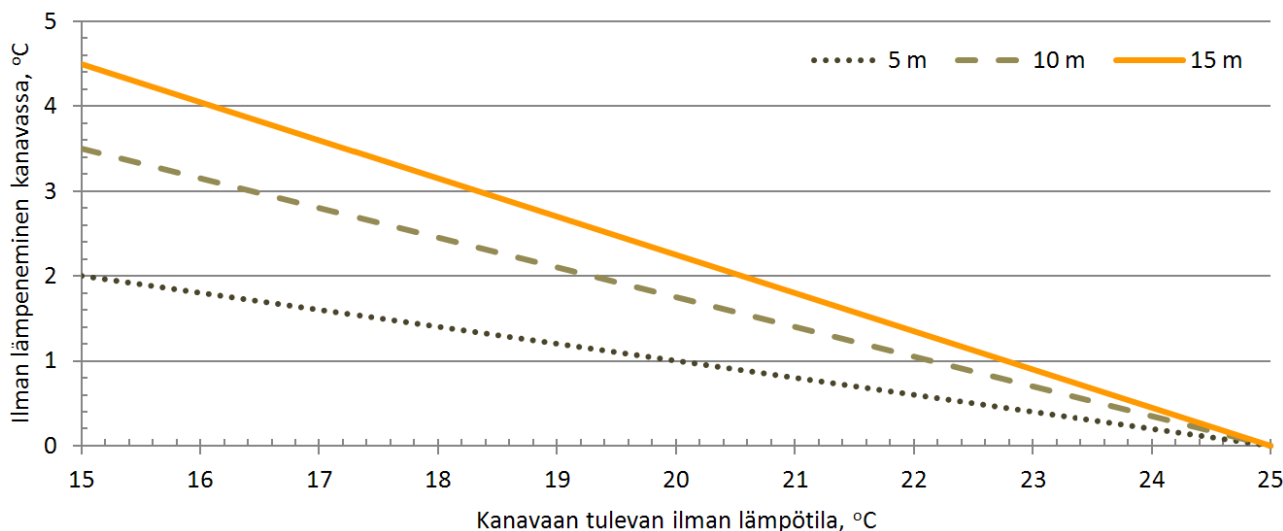
Taulukko 4. Rakenteiden ominaisuuksien huomioiminen kesälämpötilatarkasteluissa.

Vaippa	
Ulkoseinä	Suunnitelman mukaan: U-arvo, rakenteen massiivisuus
Väliseinä	Suunnitelman mukaan: U-arvo, rakenteen massiivisuus
Välipohja	Suunnitelman mukaan: U-arvo, rakenteen massiivisuus
Yläpohja	Suunnitelman mukaan: U-arvo, rakenteen massiivisuus
Alapohja	Suunnitelman mukaan: U-arvo, rakenteen massiivisuus
Ikkuna	
- tekniset arvot	Suunnitelman mukaan: U-arvo, auringonsäteilyn kokonais- ja suora läpäisy, rakenteen massiivisuus.
- karmit	Suunnitelman mukaan (esitettävä laskelma) tai oletusarvona 10 % ikkuna-aukosta
Ovi, tilojen väliset aukot	Simuloinneissa oletetaan, että tilojen väliset ovet ja aukot voidaan pitää auki, jos se tilan käyttötarkoituksen huomioiden on mahdollista.
Auringonsuojaus	Suunnitelman mukaan
Parvekelasitus	Suunnitelman mukaan, kaikki aukaistavat parvekelasit voidaan pitää auki ma-su 24 h
Ilmanpitävyys	Suunnittelu-arvo (vakioarvo, ei huomioida tuulen painetta)

Talotekniikka

Lämpötilatarkasteluissa talotekniikka huomioidaan suunnitelmien mukaisena. Tarkasteltaviin tiloihin tulee mallintaa suunnitelmien mukainen lämmitys- ja ilmanvaihtojärjestelmä sekä huomioida simuloinneissa myös talotekniikan suunniteltu ohjaus, taulukko 5 ja 6. Tehostettua ilmanvaihtoa voidaan käyttää laskelmissa yllämmön hallintakeinona, jos normaalin käyttöajan äänitasojen ohje- ja arvot eivät ylitä tehostuksen aikana, esimerkiksi asuinhuoneessa 28 dB(A).

Laskelmissa tulee huomioida ilman lämpeneminen ilmanvaihtojärjestelmässä (puhallin ja tuloilmakanavisto). Tuloilman oletetaan lämpenevän tuloilmapuhaltimessa + 1 °C, jos laskelmin ei toisin osoiteta. Mikäli tuloilmakanavisto on lämpöeristetty, voidaan tuloilman lämpeneminen ilmanvaihtokanavassa jättää huomiotta. Mikäli tuloilmakanavisto ei ole lämpöeristetty on tuloilman lämpeneminen siinä huomioitava. Ilman lämpeneminen tuloilmakanavistossa voidaan osoittaa laskelmin tai käyttää oletusarvona + 1 °C tai kanavan tulevan ilman lämpötilan funktiona kuvan 2 mukaisesti. Ilmanvaihtosuunnittelussa tulee huomioida raitisilmaoton sijoitus siten, että siitä ei aiheudu merkittävää tuloilman lämpenemistä.



Kuva 2. Ilman lämpeneminen sisätilassa (sisälämpötila + 25 °C) kulkevassa eristämättömässä kanavassa eri kanavapituuksilla (5, 10 ja 15 metriä) kanavaan tulevan ilman lämpötilan funktiona.

Talotekniikasta aiheutuvia lämpökuormia tarkasteltaessa tulee huomioida seuraavaa:

- mahdolliset yläkerran lattialämmityksen häviöt alakertaan, mikäli rakenteissa ei ole lämpöeristettä
- käyttövesipatterin tuoma lämpökuorma kesäjaksolla, mikäli sitä on suunniteltu käytettävän
- mukavuuslattialämmityksen tuoma lämpökuorma kesäjaksolla, mikäli sitä on suunniteltu käytettävän
- lämpimän käyttöveden kiertojohtoon vaikutus sisäolosuhteisiin
- sekä muut järjestelmät jotka vaikuttavat tarkasteltavan tilan lämpöolosuhteisiin

Taulukko 5. Ilmanvaihdon huomioiminen kesälämpötilatarkasteluissa.

Ilmanvaihto	
Järjestelmä	Suunnitelman mukaan
Käyttöaika	Ilmanvaihtojärjestelmän käyntiaika saadaan rakennuksen käyttöajasta taulukon 7 perusteella niin, että ilmanvaihto käynnistetään 1 tunti ennen rakennuksen käyttöajan alkua ja kytketään käyttöajan ulkopuoliseen tilaan 1 tunti käyttöajan päättymisen jälkeen lukuun ottamatta jatkuvasti käytettävät rakennukset tai yötuuletus/jäähdytys toiminnolla varustettu ilmanvaihto.
Lämmön talteenotto	Suunnitelman mukaan
Jälkilämmityspatteri	Suunniteltu kesäajan asetusarvo
Ilmavirta	
- poissaoloaika	Suunnitelman mukaan
- käyttöaika	Suunnitelman mukaan
- tehostettu käyttöaika	Suunnitelman mukaan, huom. käyttöajan äänivaatimukset tulee täyttyä.
Tuloilman lämpeneminen ilmanvaihtojärjestelmässä	Puhallin: + 1 °C tai tästä poikkeavaa arvoa on mahdollista käyttää, mikäli arvosta esitetään erillisselvitys. Eristämätön kanavisto: oletusarvo +1 °C tai kuva 2, ellei toisin osoiteta Eristetty kanavisto: oletusarvo +0 °C

Taulukko 6. Lämmityksen huomioiminen kesälämpötilatarkasteluissa.

Lämmitysjärjestelmä	
Perusjärjestelmä	Ei tarvitse huomioida, jos lämmitysjärjestelmä ei ole päällä kesäjaksolla.
Märkätilan lämmitys	Laskelmissa tulisi huomioida käyttövesipatteri, mukavuuslattialämmitys tai muu vastaava mahdollinen lämpökuorma kesäjaksolla, jos sitä on suunniteltu käytettävän.

Sisäiset lämpökuormat

Rakennukseen tulee lämpökuormia siellä tapahtuvasta toiminnasta, etenkin valaistuksesta ja ihmisistä sekä ikkunoista sisään tulevasta auringon säteilystä. Lämpökuormat ja niiden hyödyntäminen lasketaan RakMk osassa D3 kuvatulla tavalla, tässä esitetyin tarkennuksin.

Sisäiset lämpökuormat on mahdollista huomioida joko rakennuksen käyttötarkoituseräluokan mukaisena standardikäyttönä tai suunniteltua käyttöä kuvaavana käyttöprofiilina vuorokaudessa, kuitenkin siten että lämpökuorma vuorokaudessa on taulukossa 7 esitetyn lämpökuormaa vastaava. Kuvassa 3 on esitetty esimerkki asuinkerrostalon olohuoneen (17 m²) kuluttajalaitteiden standardikäytöstä sekä suunnitellun käytön lämpökuorman käyttöprofiilin erosta. Kuvassa 4 on esitetty esimerkiksi toimistorakennuksen toimistohuoneen (10 m²) kuluttajalaitteiden standardikäytön sekä suunnitellun käytön lämpökuorman käyttöprofiilin erosta.

Standardoidusta tai suunnitellusta käytöstä poikkeavia sisäisiä kuormia ei huomioida simuloinneissa. Esimerkiksi laskelmissa ei huomioida asuinkeittiössä tapahtuvan ruuanlaiton tai asuntosaunan heti valmiin kiukaan lämpökuormaa.

Taulukko 7. Rakennusten standardikäyttö ja kesälämpötilatarkasteluissa käytettävät sisäiset lämpökuormat lämmitettyä nettoalaa kohti. Käyttöaika esittää kuinka monta tuntia vuorokaudessa ja päivää viikossa rakennusta käytetään. Käyttöaste on keskimääräinen valaistuksen ja kuluttajalaitteiden käyttöaste sekä ihmisten läsnäolo rakennuksen käyttöajan aikana.

Käyttötarkoituseräluokka	Kellonaika ^d	Käyttöaika		Käyttöaste	Valaistus	Kuluttajalaitteet	Ihmiset ^a
		h/24h	d/7d				
Erillinen pientalo sekä rivi- ja ketjutalo	00:00-24:00	24	7	0,6	8 ^{b,c}	3	2
Asuinkerrostalo	00:00-24:00	24	7	0,6	11 ^{b,c}	4	3
Toimistorakennus	07:00-18:00	11	5	0,65	12 ^c	12	5
Liikerakennus	08:00-21:00	13	6	1	19 ^c	1	2
Majoitusliikerakennus	00:00-24:00	24	7	0,3	14 ^c	4	4
Opetusrakennus ja päiväkot	08:00-16:00	8	5	0,6	18 ^c	8	14
Liikuntahalli	08:00-22:00	14	7	0,5	12 ^c	0	5
Sairaala	00:00-24:00	24	7	0,6	9 ^c	9	8

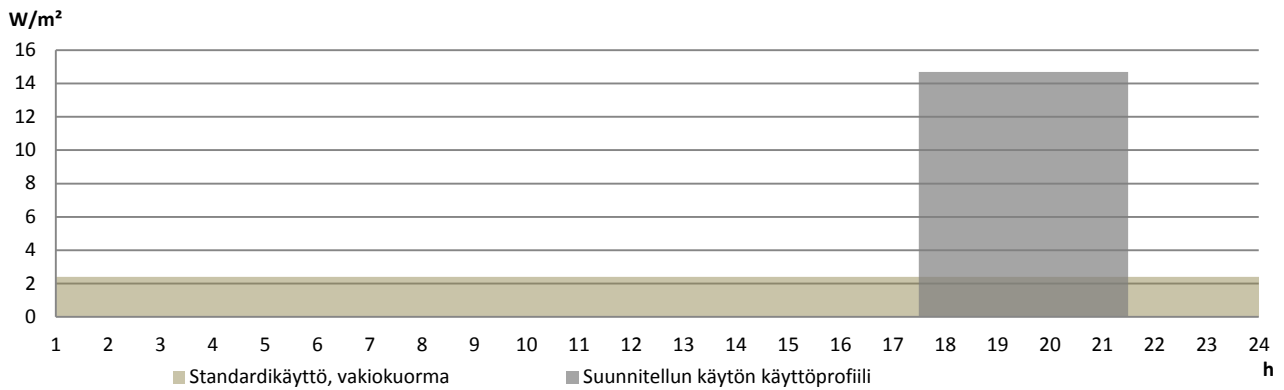
a. ei sisällä kosteuteen sitoutunutta lämpöä, kokonaislämmönluovutus saadaan jakamalla kertoimella 0,6,

b. asuinrakennusten valaistuksen käyttöaste on 0,1

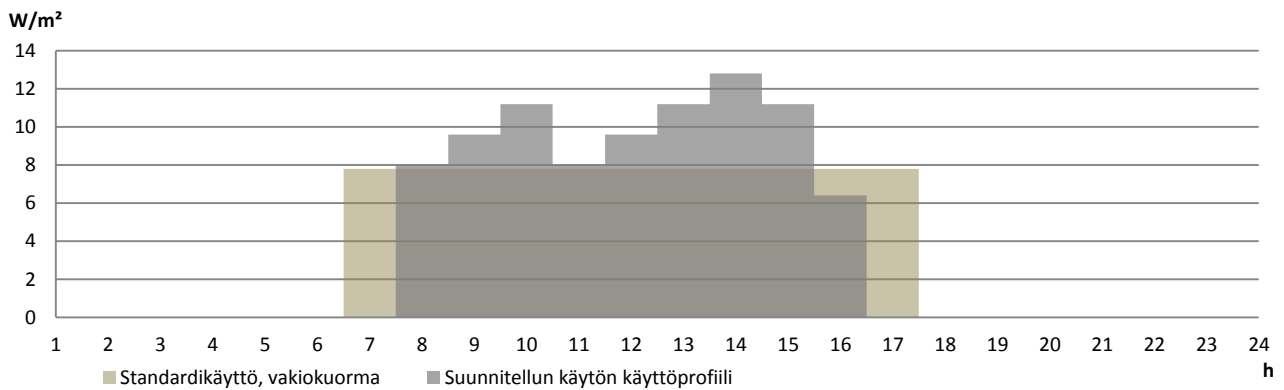
c. ohjearvo uudisrakennuksille ellei tarkempaa tietoa ole käytettävissä, pienempää valaistuksen tehoa voi käyttää, mikäli valaistustaso säilyy ja siitä esitetään erilliselvyys RakMk D3 2012 mukaisesti.

d. ilmanvaihdon käyntiaika taulukon 5 mukaisesti.

Mikäli suunniteltu tilatyypin valaistus poikkeaa taulukon 7 arvoista, on laskelmissa mahdollista käyttää suunniteltua valaistustehoa. Tällöin valaistuksen suunnittelusta ja valaistustehoista tulee esittää erillinen selvitys lämpötilalaskelmien yhteydessä, joissa todellinen valaistusteho esitetään tilatyypeittäin.



Kuva 3. Esimerkki asuinkerrostalon olohuoneen kuluttajalaitteiden standardikäytön ($4,0 \text{ W/m}^2 \times 0,6 = 2,4 \text{ W/m}^2$, ma-su 24 h) ja suunnitellun käytön ($250 \text{ W kulutuselektroniikka} / 17,0 \text{ m}^2 = 14,7 \text{ W/m}^2$, ma-su 18-22) lämpökuorman käyttöprofiilista.



Kuva 4. Esimerkki toimistorakennuksen toimistohuoneen kuluttajalaitteiden standardikäytön ($12,0 \text{ W/m}^2 \times 0,65 = 7,8 \text{ W/m}^2$, ma-pe 07-18) ja suunnitellun käytön ($160 \text{ W toimistolaitteet} / 10,0 \text{ m}^2 = 16,0 \text{ W/m}^2$, ma-pe 08-16, muuttuva käyttöprofiili 40 % - 80 % enimmäiskuormasta) lämpökuorman käyttöprofiilista.

Sisäilmastosuunnittelussa olisi hyvä varmistaa, että suunnitellun käyttötarkoituksen käyttöajan lämpöviihtyvyys täyttyy standardiarvojen lisäksi myös kunkin tilan suunnitellulla käytöllä, jos se poikkeaa merkittävästi rakennuksen käyttötarkoitukseluokan standardikäytöstä. Taulukossa 8 on esitetty esimerkkejä tyypillisistä tilatyypikohtaisista lämpökuormien suunnitteluarvoista.

Taulukko 8. Esimerkkejä tyypillisistä tilatyypikohtaisista lämpökuormien suunnitteluarvoista.

Tilatyyppe	Lämpökuorma	Käyttöaika	Lämpökuorma
Olohuone	Valaistus Kuluttajalaitteet Ihmiset	ma-su 07-08 ja 18-22 ma-su 07-08 ja 18-22 ma-su 07-08 ja 18-22	80 W 250 W Makuuhuoneiden lukumäärä + 1
Makuuhuone	Valaistus Kuluttajalaitteet Ihmiset	ma-su 07-08 ja 21-22 - ma-su 22-07	40 W - 1 tai 2 hlö
Toimistohuone	Valaistus Kuluttajalaitteet Ihmiset	ma-pe 08-17 ma-pe 08-17 ma-pe 08-17	12 W/m ² 15 W/m ² 0,1 hlö/m ²
Avotoimistotila	Valaistus Kuluttajalaitteet Ihmiset	ma-pe 08-17 ma-pe 08-17 ma-pe 08-17	12 W/m ² 15 W/m ² 0,12 hlö/m ²
Neuvotteluhuone	Valaistus Kuluttajalaitteet Ihmiset	ma-pe 09-11 ja 12-16 ma-pe 09-11 ja 12-16 ma-pe 09-11 ja 12-16	12 W/m ² 5 W/m ² 0,3 hlö/m ²
Päiväkoti	Valaistus Kuluttajalaitteet Ihmiset	ma-pe 08-16 ma-pe 08-16 ma-pe 08-16	18 W/m ² 8 W/m ² 0,2 hlö/m ²
Luokkahuone	Valaistus Kuluttajalaitteet Ihmiset	ma-pe 08-16 ma-pe 08-16 ma-pe 08-16	18 W/m ² 8 W/m ² 0,2 hlö/m ²

Lämpökuorma henkilöistä lasketaan taulukossa 7 esitettyjen lämpötehojen (W/m²) tai henkilötiheyden perusteella (taulukko 9). Henkilötiheyden perusteella suoritettavassa laskelmassa henkilön kokonaislämmönluovutuksena käytetään yleensä 125 W (1,2 met, kehon pinta-ala 1,8 m²), joka sisältää kosteuteen sitoutuneen lämmön. Kokonaislämpökuormaa käytetään silloin, kun laskentamenetelmässä huomioidaan myös kostea lämmönsiirto. Mikäli laskentamenetelmässä ei huomioida kosteaa lämmönsiirtoa käytetään kuivaa lämpökuormaa joka saadaan kertomalla kokonaislämmönluovutus 0,6.

Suunnitellun käytön henkilölämpökuormana voidaan huomioida käyttäjän ja tilassa tapahtuvan aktiiviteetin mukainen kokonaislämmönluovutus, kuitenkin siten että se on vähintään taulukon 7 mukainen. Esimerkiksi kouluissa ja päiväkodeissa voidaan käyttää lasten lämmönluovutuksena 110 W (1,0 met, kehon pinta-ala 1,8 m²).

Taulukko 9. Käyttötarkoituksen mukainen henkilötiheys tilassa.

Käyttötarkoituksaluokka	Henkilötiheys
	hlö/m ²
Erillinen pientalo sekä rivi- ja ketjutalo	1/43
Asuinkerrostalo	1/28
Toimistorakennus	1/17
Liikerakennus	1/43
Majoitusliikerakennus	1/21
Opetusrakennus ja päiväkot	1/5
Liikuntahalli	1/17
Sairaala	1/11

Aktiivisen jäähdytyksen mitoitusperusteissa on Suomen rakentamismääräyksissä otettu kantaa ainoastaan kesäkauden mitoittavien säätietojen osalta. Aktiivinen jäähdytysratkaisu on mahdollista mitoittaa usealla eri tavalla, jonka vuoksi mitoitusta laadittaessa tulisi sopia aina hankekohtaisesti mitoitusperusteista esimerkiksi Sisäilmastoluokituksen 2008 valitun sisäilmastoluokan mukaisesti. Jäähdytyksen mitoituksessa tulisi käyttää kohteen todellisia sisäisiä lämpökuormia ja laskelmissa tulisi huomioida myös kosteuskuorma, jolloin laskentaperusteena käytetään henkilötiheyttä ja hen-

kilöiden aktiviteettitasoa. Ihmisten aiheuttaman lämpökuorman huomioimisesta on esitetty ohje-
voja mm. standardissa SFS-EN 15251, taulukko 10.

Taulukko 10. Ihmisten aiheuttaman lämpökuorman huomioiminen tilassa (SFS-EN 15251).

Käyttötarkoitukseluokka	Henkilötiheys	Aktiviteettitaso
	hlö/m ²	Met
Erillinen pientalo sekä rivi- ja ketjutalo	Ei määritelty	1,2
Asuinkerrostalo	Ei määritelty	1,2
Toimistorakennus	1/10	1,2
Liikerakennus	1/7	1,6
Majoitusliikerakennus	Ei määritelty	Ei määritelty
Opetusrakennus ja päiväkot	1/2	1,4
Liikuntahalli	Ei määritelty	Ei määritelty
Sairaala	Ei määritelty	Ei määritelty

Laskentasää

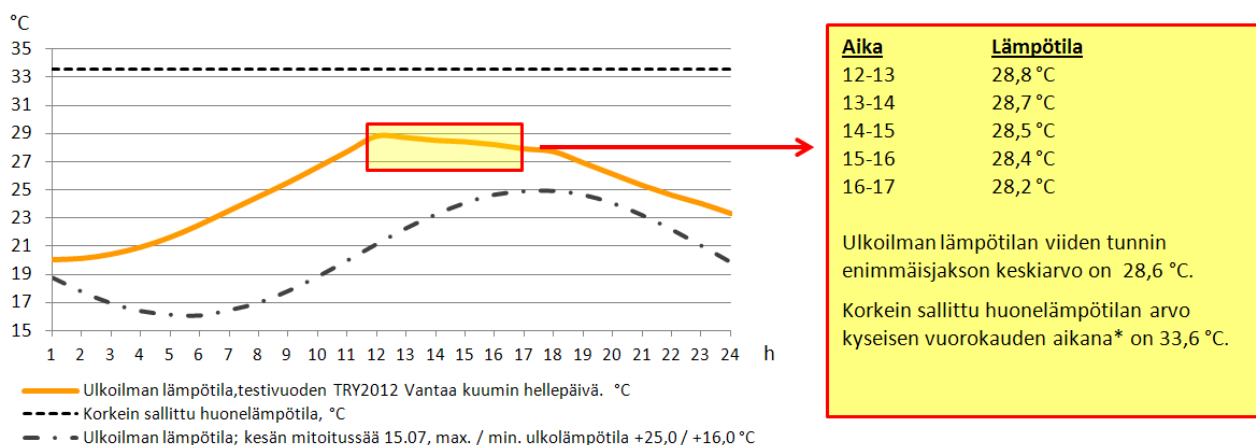
Kesäajan lämpötilatarkasteluissa (D3 2012) käytetään laskentasäänä Helsingin 2012 testisään kesä-
kuukausia (1.6-31.8). Lämpöolojen ylläpidon suunnittelun perusteena voidaan kesäkauden mitoitta-
vina säätietoina käyttää esimerkiksi taulukon 11 mukaisia arvoja.

Taulukko 11. Laskennan mitoittavat säätiedot.

Menetelmä	Lämpötila	Ulkoilman entalpia
D3 (2012) kesäkausi	+ 25 °C	Lapin läänissä 50 kJ/kg ja muualla Suomessa 55 kJ/kg
Sisäilmastoluokituksen 2008	+ 25 °C	Lapin läänissä 52 kJ/kg ja muualla Suomessa 57 kJ/kg.

Dynaamisessa laskentaohjelmissa tilajähdytyksen mitoitus voidaan tehdä myös oletetulla hellejaksolla, jossa on kuvattu hellepäivän alin ja ylin lämpötila sekä entalpia (esimerkiksi +16 °C / +25 °C, 37 kJ/kg / 55 kJ/kg).

Kuvassa 6 on esitetty esimerkki vuorokauden ulkoilman lämpötilan viiden tunnin enimmäisjakson keskiarvon määrittämisestä.



* D2 ohje 2.2.1.3: Ulkoilman lämpötilan viiden tunnin enimmäisjakson keskiarvon ollessa korkeampi kuin 20 °C voi huoneilman lämpötila ylittää tämän arvon korkeintaan 5 °C.

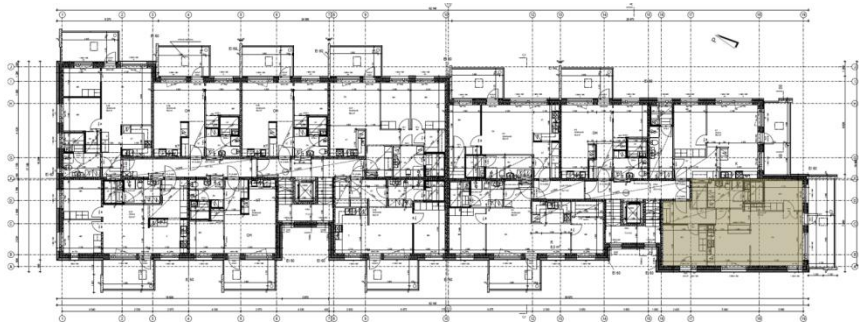
Kuva 5. Esimerkki vuorokauden ulkoilman lämpötilan viiden tunnin enimmäisjakson keskiarvon määrittämisestä. Tässä esitetyt lämpötila-arvot ovat testivuoden TRY2012 Vantaa kuumimman hellepäivän mukaisia. Lisäksi kuvassa on esitetty tilajähdytyksen mitoituslaskennalle esimerkki oletetusta hellejaksosta, jossa on kuvattu hellepäivän alin ja ylin lämpötila sekä entalpia (esimerkiksi +16 °C / +25 °C, 37 kJ/kg / 55 kJ/kg).

4 Esimerkkilaskelmat kesäajan huonelämpötiloista

Tässä esitetyt kesäajan huonelämpötilojen esimerkkilaskelmat on laadittu kolmelle eri rakennustyyppille. Tarkasteltuja rakennustyyppisiä ovat asuinkerrostalo, opetusrakennus ja toimistorakennus. Laskentaesimerkkien avulla esitetään miten D3 (2012) määräysten mukaisuus voidaan osoittaa ja miten rakennuksen standardoitu käyttö huomioidaan kesälämpötilatarkastelussa.

4.1.1 Asuinhuone – D3 vaatimusten osoittaminen

Asuinkerrostaloissa osoitetaan huonelämpötilan tavoitetasoin täyttyminen lämpötilalaskelmin vähintään yhdelle makuuhuoneelle ja olohuoneelle. Lämpötilalaskelmat tehdään makuu ja olohuoneelle, joissa on eniten lämpökuormia. On huomattava, että tarkasteltavat tilat eivät välttämättä sijaitse samassa huoneistossa. Tällaisia tiloja ovat esimerkiksi etelä- tai länsijulkisivujen tilat tai pienet asunnot, suurilla lasipinnoilla varustetut tilat tai suuren laitekuorman tilat. Tässä esimerkkitapauksessa lämpökuormiltaan suurin makuuhuone ja olohuone on arvioitu oleva samassa huoneistossa rakennuksen lounaisnurkassa, kuva 6.



Kuva 6. Esimerkkikerrostalon pohjakuva.

Kohteelle haettiin ratkaisua, jonka avulla kesälämpötilalle asetettu tavoite oli mahdollista täyttää. Tarkastelut laadittiin kolmelle erilaiselle vaihtoehdolle:

- 1. Vaihtoehto** Alustava suunnitteluratkaisu, ikkunoiden U-arvo $1,0 \text{ W/m}^2\text{K}$ ja ikkunoiden g-arvo 0,55. Ikkunoissa ei ole auringonsuojausta kohteen rakenteellisten auringonsuojausten, kuten parvekkeen lisäksi. Ilmanvaihtoa ei ole mahdollista tehostaa. Tuloilmakanavistoa ei ole eristetty.
- 2. Vaihtoehto** Parannusehdotus suunnitteluratkaisuun, ikkunoiden U-arvo $1,0 \text{ W/m}^2\text{K}$ ja ikkunoiden g-arvo 0,55. Ikkunoissa on sälekaihtimet jotka on huomioitu kohteen rakenteellisten auringonsuojausten lisäksi. Ilmanvaihtoa voidaan tehostaa 30 %. Tuloilmakanavistoa ei ole eristetty.
- 3. Vaihtoehto** Parannusehdotus suunnitteluratkaisuun, ikkunoiden U-arvo $1,0 \text{ W/m}^2\text{K}$ ja ikkunoiden g-arvo 0,38. Ikkunoissa on sälekaihtimet jotka on huomioitu kohteen rakenteellisten auringonsuojausten. Ilmanvaihtoa voidaan tehostaa 30 %. Tuloilmakanavistoa ei ole eristetty.

Taulukko 12. Lämpötilatarkastelu asuinkerrostalolle.

Tarkastellut tilat	Vaihtoehto 1	Vaihtoehto 2	Vaihtoehto 3
	°Ch	°Ch	°Ch
Makuuhuone	2 929	207	74
Olohuone	5 415	262	96

Laskennan tarkemmat lähtötiedot vaihtoehdolle 3 on esitetty taulukossa 13. Laskennan tulokset on puolestaan esitetty tarkastellulle asuinrakennukselle taulukossa 14.

Taulukko 13. Esimerkki kesäajan huonelämpötilalaskennan lähtötietojen esittämisestä. Asuinkerrostalon määräykset täyttävä ratkaisu (Vaihtoehto 3).

Rakennuskohde							
Osoite	Esimerkkirakennustie 1, 00000 Esimerkkikunta						
Rakennuksen käyttötarkoitus	Asuinkerrostalo						
Tarkasteltavat tilat	3. kerros – 2h+kk						
Muoto ja pinta-ala							
Kuvaus	Arkkitehtipiirustukset 15.8.2012.						
Ikkunan pinta-ala	Makuuhuone 1: 1,9 m ² & Olohuone: 7,1 m ²						
Ikkunan osuus lattiapinnasta	Makuuhuone 1: 16,2 % & Olohuone: 36,1 %						
Rakenne							
Rakennetyypit	Tyypit päivätty 15.8.2012						
Ikkuna	<ul style="list-style-type: none"> - Tekniset arvot - Karmit - Verhot - Tuuletusikkuna 						
Ovi	<ul style="list-style-type: none"> - 1,0 W/m²K, g-arvo 0,38 - Karmin suhde ikkuna-aukosta 10 % (oletusarvo) - Sälekaihtimet ikkunalasien välissä, sälekaihtimet kiinni 45°, 100 % ikkuna-aukosta peitetty, käytössä koko kesäjaksen - Kiinni (ikkunatuuletusta ei voida huomioida kesäajan huonelämpötilan hallintakeinona). 						
Auringonsuojaus, parvekelasitus	<ul style="list-style-type: none"> Makuuhuoneiden väliovet auki ma-su 24h. Parvekeovi kiinni (ovituuletusta ei voida huomioida kesäajan huonelämpötilan hallintakeinona). Sälekaihtimien lisäksi rakennuksessa ei ole muuta auringonsuojausta käytössä, avattavat parvekelasit ovat auki. Varjostuksena huomioitu rakennuksen muoto ja naapurirakennukset. 						
Talotekniikka							
Ilmanvaihtojärjestelmä	Kohteessa on asuntokohtainen ilmanvaihtojärjestelmä, ja asukkaalla on tehostusmahdollisuus.						
Lämmön talteenoton ohjaus	Kesällä kiinni						
Jälkilämmityspatteri	Asetusarvo 15 °C						
Ilmavirta	<ul style="list-style-type: none"> Poissaolo: +35/-37 l/s Käyttöaika: +35/-37 l/s Tehostettu: +45/-48 l/s Ilmanvaihdon aiheuttama äänitaso tehostusasennolla täyttää käyttöajan äänivaatimuksen. 						
Tuloilman lämpeneminen ilmanvaihtojärjestelmässä	+ 2 °C						
Lämmitysjärjestelmä	Kohteessa on radiaattorilämmitys 70/40 °C joka on kiinni kesäjaksolla						
Märkätilojen lämmitys	Sähköinen mukavuuslattialämmitys on kiinni kesällä ja kohteessa ei ole käyttövesipattereita.						
Muut järjestelmät	Ei muita tilaan vaikuttavia järjestelmiä.						
Sisäiset lämpökuormat							
Kuormat	Rakentamismääräyskokoelman osan D3 (2012) mukaisesti						
Käyttötarkoitusluokka	Kelloaika	Käyttöaika		Käyttöaste	Valaistus	Kuluttajalaitteet	Ihmiset
		h/24h	d/7d		W/m ²	W/m ²	W/m ²
Asuinkerrostalo	00:00-24:00	24	7	0,6	11	4	3
Tarkastelu laadittu dynaamisella laskentatyökakulla.							
Päiväys	Allekirjoitus			Nimen selvennys			

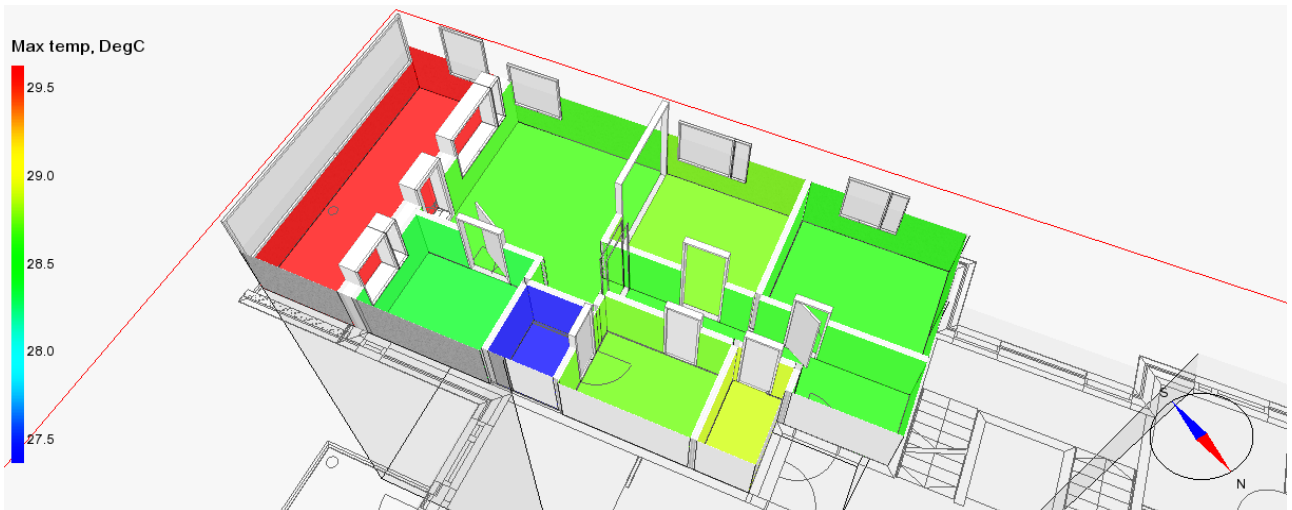
Taulukko 14. Esimerkki kesäajan huonelämpötilalaskennan tulosten esittämisestä. Asuinkerrostalon määräykset täyttävä ratkaisu (Vaihtoehto 3).

Rakennuskohde	
Osoite	Esimerkkirakennustie 1, 00000 Esimerkkikunta
Rakennuksen käyttötarkoitus	Asuinkerrostalo
Kesäajan huonelämpötilan jäähdytysrajan astetuntiylytyks D3 (2012)	

Tarkasteltu tila	Makuuhuone 1, AS 24		
Astetunnit	74	°Ch	<i>Raja-arvo 150 °Ch alittuu</i>

Tarkasteltu tila	Olohuone, AS 24		
Astetunnit	96	°Ch	<i>Raja-arvo 150 °Ch alittuu</i>

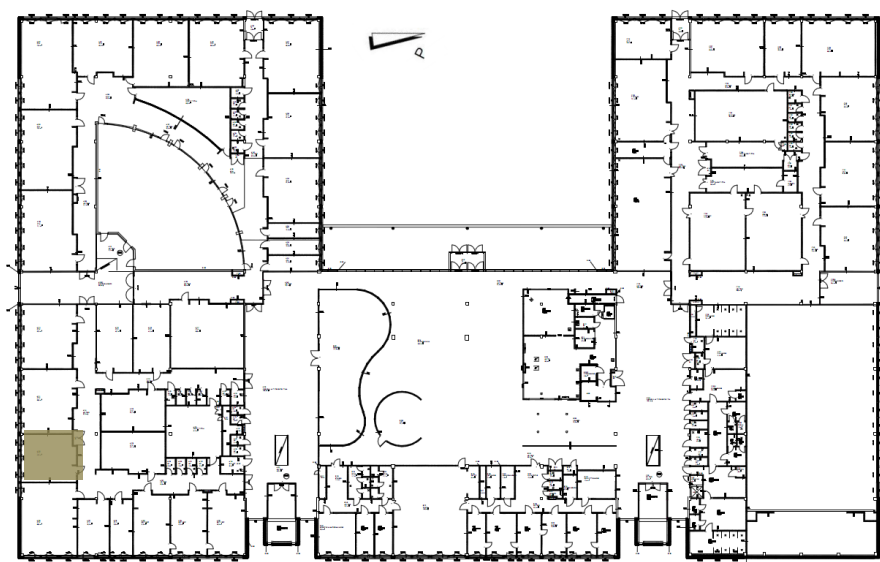
Kuva laskentamallista



Päiväys	Allekirjoitus	Nimen selvennys

4.1.2 Koululuokka– D3 vaatimusten osoittaminen

Opetusrakennuksen vaatimuksen täyttyminen esitetään vastaavasti kesäjaksolle, kuten muissakin rakennustyypeissä, vaikka kesäjaksolla opetusrakennus ei ole välttämättä käytössä. Opetusrakennuksessa tehdään lämpötilalaskennat tyyppitiloille, esimerkiksi luokkahuoneelle ja opettajienhuoneelle. Lämpötilalaskelmat tehdään tilatyypeille, joissa on eniten lämpökuormia. Tässä esimerkkitapauksessa lämpökuormiltaan kriittisimmäksi tilaksi on arvioitu eteläjulkisivun pieni koululuokka, kuva 7.



Kuva 7. Esimerkki opetusrakennuksen pohjakuva.

Kohteelle haettiin ratkaisua, jonka avulla kesälämpötilalle asetettu tavoite oli mahdollista täyttää. Tarkastelut laadittiin kolmelle erilaiselle vaihtoehdolle:

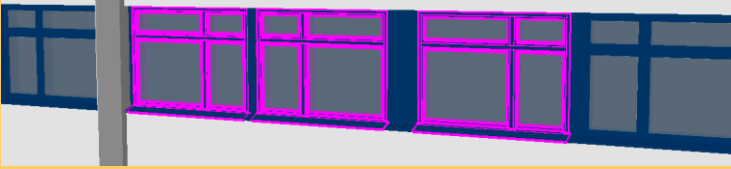
- 1.Vaihtoehto** Alustava suunnitteluratkaisu, ikkunoiden U-arvo 1,0 W/m²K ja ikkunoiden g-arvo 0,55. Ikkunoissa ei ole auringonsuojausta kohteen rakenteellisten auringonsuojausten lisäksi. Ilmanvaihdossa on tarpeenmukainen ohjaus (CO₂-pitoisuus ja lämpötila). Tuloilmakanavisto on eristetty.
- 2.Vaihtoehto** Parannusehdotus suunnitteluratkaisuun, ikkunoiden U-arvo 1,0 W/m²K ja ikkunoiden g-arvo 0,38. Ikkunoissa on sälekaihtimet jotka on huomioitu kohteen rakenteellisten auringonsuojausten lisäksi. Tuloilmakanavisto on eristetty.
- 3.Vaihtoehto** Parannusehdotus suunnitteluratkaisuun, ikkunoiden U-arvo 1,0 W/m²K ja ikkunoiden g-arvo 0,38. Ikkunoissa on sälekaihtimet jotka on huomioitu kohteen rakenteellisten auringonsuojausten lisäksi. Ilmanvaihdossa on tarpeenmukainen ohjaus (CO₂-pitoisuus ja lämpötila) ja yötuuletus. Tuloilmakanavisto on eristetty ja laskelmissa on huomioitu ikkunan todellinen karmiosuus.

Taulukko 15. Lämpötilatarkastelu luokkahuoneelle.

Tarkastellut tilat	Vaihtoehto 1	Vaihtoehto 2	Vaihtoehto 3
	°Ch	°Ch	°Ch
Luokkahuone	5 720	1 075	147

Laskennan tarkemmat lähtötiedot vaihtoehdolle 3 on esitetty taulukossa 16. Laskennan tulokset on puolestaan esitetty tarkastellulle opetusrakennukselle taulukossa 17.

Taulukko 16. Esimerkki kesäajan huonelämpötilalaskennan lähtötietojen esittämisestä. Opetusrakennuksen määräykset täyttävä ratkaisu (Vaihtoehto 3).

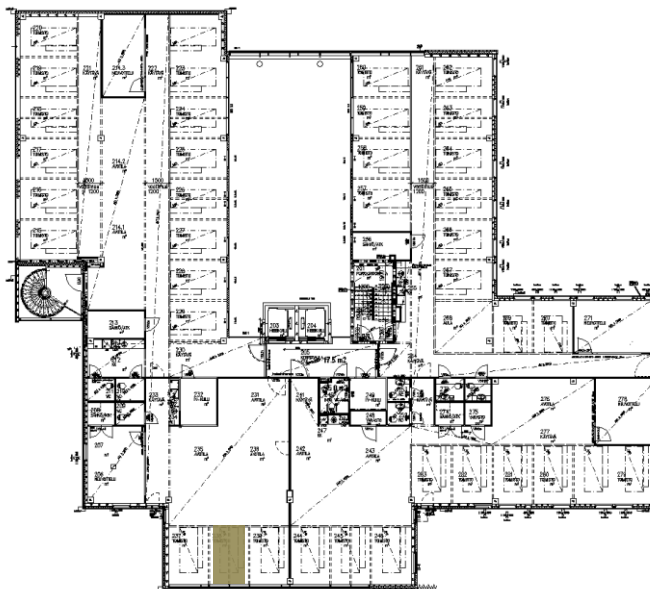
Rakennuskohde							
Osoite	Esimerkkirakennustie 1, 00000 Esimerkkikunta						
Rakennuksen käyttötarkoitus	Opetusrakennus ja päiväkot						
Tarkasteltavat tilat	OP 302						
Muoto ja pinta-ala							
Kuvaus	Arkkitehtipiirustukset 15.8.2012.						
Ikkunan pinta-ala	7,4 m ²						
Ikkunan osuus lattiapinnasta	15,5 %						
Rakenne							
Rakennetyypit	Tyypit päivätty 15.8.2012						
Ikkuna	<ul style="list-style-type: none"> - Tekniset arvot - Karmit 						
	<ul style="list-style-type: none"> - 1,0 W/m²K, g-arvo 0,38 - Karmin todellinen osuus ikkuna-aukosta on laskettu: 0,89 m² / 2,46 m² = 36 % 						
							
- Verhot	<ul style="list-style-type: none"> - Sälekaihtimet uloimmassa lasivälissä, sälekaihtimet kiinni 45°, 100 % ikkuna-aukosta peitetty, käytössä koko kesäjakson - Kiinni (ikkunatuuletusta ei voida huomioida kesäajan huonelämpötilan hallintakeinona). 						
- Tuuletusikkuna							
Ovi	Luokkahuoneen väliovet kiinni ma-su 24h.						
Auringonsuojaus, parvekelasitus	Varjostuksena huomioitu rakennuksen muoto.						
Talotekniikka							
Ilmanvaihtojärjestelmä	Kohteessa on keskitetty ilmanvaihtojärjestelmä ja tarpeenmukainen ilmanvaihdon ohjaus. Ilmamäärää säädetään CO ₂ -pitoisuuden ja huonelämpötilan mukaan.						
Lämmön talteenoton ohjaus	Kesällä kiinni						
Jälkilämmityspatteri	Asetusarvo 15 °C, kesällä kiinni						
Ilmavirta	Poissaolo: +1,0 / -1,0 l/s/m ² Käyttöaika: +3,0 / -3,0 l/s/m ²						
Tuloilman lämpeneminen ilmanvaihtojärjestelmässä	+ 1 °C (oletusarvo, kun tuloilmakanavat on eristetty)						
Lämmitysjärjestelmä	Kohteessa on radiaattorilämmitys 70/40 °C						
Perusjärjestelmä	Kiinni kesäjaksolla						
Märkätilojen lämmitys	-						
Muut järjestelmät	Ei muita tilaan vaikuttavia järjestelmiä.						
Sisäiset lämpökuormat							
Kuormat	Rakentamismääräyskokoelman osan D3 (2012) mukaisesti						
Käyttötarkoitukseluokka	Kelloaika	Käyttöaika		Käyttöaste	Valaistus	Kuluttajalaitteet	Ihmiset
		h/24h	d/7d	-	W/m ²	W/m ²	W/m ²
Opetusrakennus ja päiväkot	08:00-16:00	8	5	0,6	18	8	14
Tarkastelu laadittu dynaamisella laskentatyökakulla.							
Päiväys	Allekirjoitus			Nimen selvennys			

Taulukko 17. Esimerkki kesäajan huonelämpötilalaskennan tulosten esittämisestä. Opetusrakennuksen määräykset täyttävä ratkaisu (Vaihtoehto 3).

Rakennuskohde		
Osoite	Esimerkkirakennustie 1, 00000 Esimerkkikunta	
Rakennuksen käyttötarkoitus	Opetusrakennus ja päiväkot	
Kesäajan huonelämpötilan jäähdytysrajan astetuntiyllitys D3 (2012)		
Tarkasteltu tila	Koululuokka, OP 302	
Astetunnit	147	°Ch Raja-arvo 150 °Ch alittuu
Kuva laskentamallista		
Päiväys	Allekirjoitus	Nimen selvennys

4.1.3 Toimistohuone – D3 vaatimusten osoittaminen

Toimistorakennuksen vaatimuksen täyttyminen esitetään vastaavasti kesäjaksolle, kuten muissakin rakennustyypeissä. Toimistorakennuksessa tehdään lämpötilalaskennat tyyppitiloille, esimerkiksi toimistohuone ja neuvotteluhuone. Lämpötilalaskelmat tehdään tilatyypeille, joissa on eniten lämpökuormia. Tässä esimerkkitapauksessa lämpökuormiltaan kriittisimmäksi tilaksi arvioitiin eteläjulkisivun toimistohuone, kuva 8.



Kuva 8. Esimerkkitoimistorakennuksen pohjakuva.

Kohteelle haettiin ratkaisua, jonka avulla kesälämpötilalle asetettu tavoite oli mahdollista täyttää. Tarkastelut laadittiin kolmelle erilaiselle vaihtoehdolle:

- 1. Vaihtoehto** Alustava suunnitteluratkaisu, ikkunoiden U-arvo $1,0 \text{ W/m}^2\text{K}$ ja ikkunoiden g-arvo 0,55. Ikkunoissa ei ole auringonsuojausta kohteen rakenteellisten auringonsuojausten lisäksi. Tuloilmakanavisto on eristetty. Ei aktiivista jäähdytystä.
- 2. Vaihtoehto** Parannusehdotus suunnitteluratkaisuun, ikkunoiden U-arvo $1,0 \text{ W/m}^2\text{K}$ ja ikkunoiden g-arvo 0,38. Ikkunoissa on sälekaihtimet jotka on huomioitu kohteen rakenteellisten auringonsuojausten lisäksi. Tuloilmakanavisto on eristetty. Ei aktiivista jäähdytystä.
- 3. Vaihtoehto** Parannusehdotus suunnitteluratkaisuun, ikkunoiden U-arvo $1,0 \text{ W/m}^2\text{K}$ ja ikkunoiden g-arvo 0,38. Ikkunoissa on sälekaihtimet jotka on huomioitu kohteen rakenteellisten auringonsuojausten lisäksi. Tuloilmakanavisto on eristetty. Aktiivisena jäähdytysratkaisuna tuloilman viilennys ja jäähdytyspalkki.

Taulukko 18. Lämpötilatarkastelu toimistohuoneelle

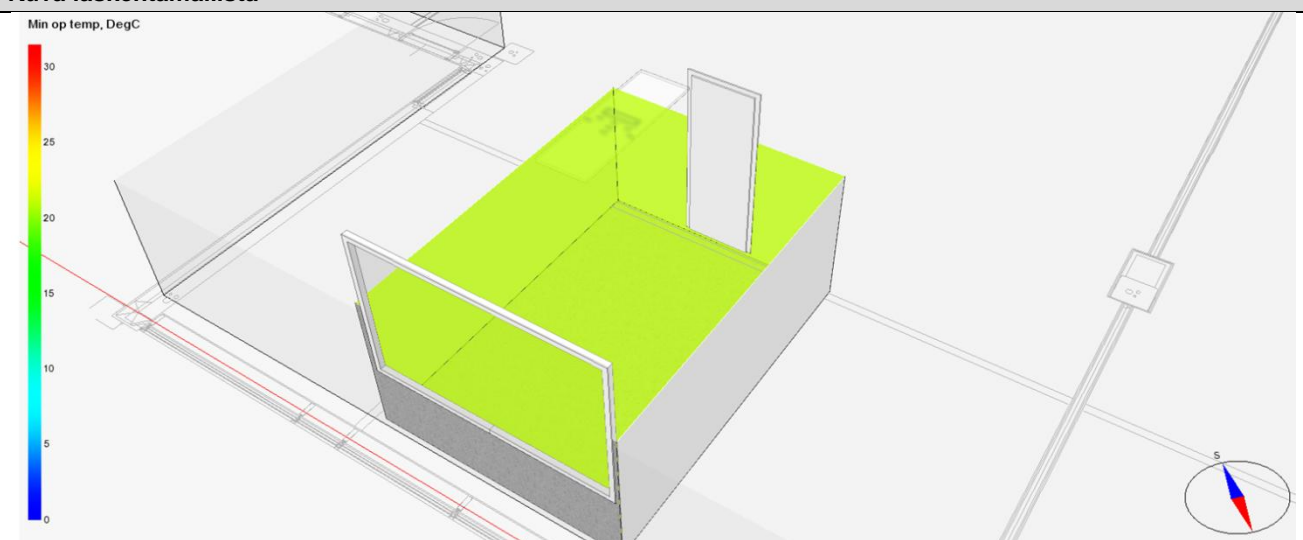
Tarkastellut tilat	Vaihtoehto 1	Vaihtoehto 2	Vaihtoehto 3
	°Ch	°Ch	°Ch
Toimistohuone	6 839	2 306	0

Laskennan tarkemmat lähtötiedot vaihtoehdolle 3 on esitetty taulukossa 19. Laskennan tulokset on puolestaan esitetty tarkastellulle opetusrakennukselle taulukossa 20.

Taulukko 19. Esimerkki kesäajan huonelämpötilalaskennan lähtötietojen esittämisestä. Määräykset täyttävä ratkaisu (Vaihtoehto 3).

Rakennuskohde						
Osoite	Esimerkkirakennustie 1, 00000 Esimerkkikunta					
Rakennuksen käyttötarkoitus	Toimistorakennus					
Tarkasteltavat tilat	Toimistohuone 401					
Muoto						
Kuvaus	Arkkitehtipiirustukset 15.8.2012.					
Ikkunan pinta-ala	4,1 m ²					
Ikkunan osuus lattiapinnasta	41,1 %					
Rakenne						
Rakennetyypit	Tyypit päivätty 15.8.2012					
Ikkuna						
- Tekniset arvot	- 1,0 W/m ² K, g-arvo 0,38					
- Karmit	- Karmin suhde ikkuna-aukosta 10 % (oletusarvo)					
- Verhot	- Sälekaihtimet ikkunalasien välissä, sälekaihtimet kiinni 45°, 100 % ikkuna-aukosta peitetty, käytössä koko kesäjakson					
- Tuuletusikkuna	- Kiinni (ikkunatuuletusta ei voida huomioida kesäajan huonelämpötilan hallintakeinona).					
Ovi	Huoneen ovi kiinni.					
Passiivinen auringonsuojaus, parvekelasitus	Sälekaihtimien lisäksi rakennuksessa ei ole muuta passiivista auringonsuojausta käytössä. Varjostuksena huomioitu rakennuksen muoto.					
Talotekniikka						
Ilmanvaihtojärjestelmä	Kohteessa on keskitetty ilmanvaihtojärjestelmä. Ilmanvaihdossa on tuloilmanviihennys ja toimistohuoneessa on jäähdytyspalkki.					
Lämmön talteenoton ohjaus	Kesällä kiinni					
Jälkilämmityspatteri	Asetusarvo 15 °C					
Ilmavirta	Käyttöaika: +2,0 / -2,0 l/s/m ²					
Tuloilman lämpeneminen ilmanvaihtojärjestelmässä	+ 1 °C (oletusarvo, kun tuloilmakanavat on eristetty)					
Lämmitysjärjestelmä	Kohteessa on radiaattorilämmitys 70/40 °C					
Perusjärjestelmä	Kiinni kesäjaksolla					
Märkätilojen lämmitys	-					
Muut järjestelmät	Ei muita tilaan vaikuttavia järjestelmiä.					
Sisäiset lämpökuormat						
Kuormat	Rakentamismääräyskokoelman osan D3 (2012) mukaisesti					
Käyttötarkoituksiluokka	Kelloaika	Käyttöaika	Käyttöaste	Valaistus	Kuluttajalaitteet	Ihmiset
	-	h/24h d/7d	-	W/m ²	W/m ²	W/m ²
Toimistorakennus	07:00-18:00	11 5	0,65	12	12	5
Tarkastelu laadittu dynaamisella laskentatyökakulla.						
Päiväys	Allekirjoitus			Nimen selvennys		
Muut järjestelmät	Ei muita järjestelmiä.					

Taulukko 20. Esimerkki kesäajan huonelämpötilalaskennan tulosten esittämisestä. Määräykset täyttävä ratkaisu (Vaihtoehto 3).

Rakennuskohde			
Osoite	Esimerkkirakennustie 1, 00000 Esimerkkikunta		
Rakennuksen käyttötarkoitus	Toimistorakennus		
Kesäajan huonelämpötilan jäähdytysrajan astetuntiyhtely D3 (2012)			
Tarkasteltu tila	Toimistohuone 401		
Asetunnit	0	°Ch	Raja-arvo 150 °Ch alittuu
Kuva laskentamallista			
			
Päiväys	Allekirjoitus	Nimen selvennys	

LIITE 1

Esimerkki kesäajan huonelämpötilatarkastelun keskeisten lähtötietojen esittämisestä

Kesäajan huonelämpötilatarkastelun keskeiset lähtötiedot voidaan esittää esimerkiksi taulukon 21 mukaan.

Taulukko 21. Kesäajan huonelämpötilalaskennan lähtötietojen esittäminen.

Rakennuskohde						
Osoite						
Rakennuksen käyttötarkoitus						
Tarkasteltavat tilat						
Muoto						
Kuvaus						
Ikkunan pinta-ala						
Ikkunan osuus lattiapinnasta						
Rakenne						
Rakennetyypit						
Ikkuna						
- Tekniset arvot	-					
- Karmit	-					
- Verhot	-					
- Tuuletusikkuna	-					
Ovi						
Auringonsuojaus, parvekelasitus						
Talotekniikka						
Ilmanvaihtojärjestelmä						
Lämmön talteenoton ohjaus						
Jälkilämmityspatteri						
Ilmavirta						
Tuloilman lämpeneminen ilmanvaihtojärjestelmässä						
Lämmitysjärjestelmä						
Perusjärjestelmä						
Märkätilojen lämmitys						
Muut järjestelmät						
Sisäiset lämpökuormat						
Kuormat						
Käyttötarkoitusluokka	Kelloaika	Käyttöaika	Käyttöaste	Valaistus	Kuluttajalaitteet	Ihmiset
	-	h/24h d/7d	-	W/m ²	W/m ²	W/m ²
Tarkastelu laadittu dynaamisella laskentatyökakulla.						
Päiväys	Allekirjoitus	Nimen selvennys				

LIITE 2

Esimerkki kesäajan huonelämpötilatarkastelun keskeisten tulosten esittämisestä

Kesäajan huonelämpötilatarkastelun keskeiset tulokset voidaan esittää esimerkiksi taulukon 22 mukaan.

Taulukko 22. Kesäajan huonelämpötilalaskennan tulosten esittäminen.

Rakennuskohde		
Osoite		
Rakennuksen käyttötarkoitus		
Kesäajan huonelämpötilan jäähdytysrajan astetuntiyliitys D3 (2012)		
Tarkasteltu tila		
Astetunnit	°Ch	<i>Raja-arvo 150 °Ch alittuu / ylittyy</i>
Tarkasteltu tila		
Astetunnit	°Ch	<i>Raja-arvo 150 °Ch alittuu / ylittyy</i>
Tarkasteltu tila		
Astetunnit	°Ch	<i>Raja-arvo 150 °Ch alittuu / ylittyy</i>
Kuva laskentamallista		
Päiväys	Allekirjoitus	Nimen selvennys