

Ohje 5

IV-kuntotutkimus

ENERGIAN- JA TEHONTARPEEN LASKENTA

Tämä ohje koskee rakennuksen ilmanvaihto- ja ilmastointijärjestelmien kuntotutkimuksen yhteydessä tarvittavia laskentamenetelmiä rakennuksen energian- ja tehontarpeen määrittämiseksi ilmanvaihdon ja ilmastoinnin osalta. Ohje sisältää nykytilanteen selvittämisen ja tavoitetason määrittämisen sekä laskentamenetelmät ilmanvaihdon kuntotutkimusmenettelyssä.

Sisällysluettelo

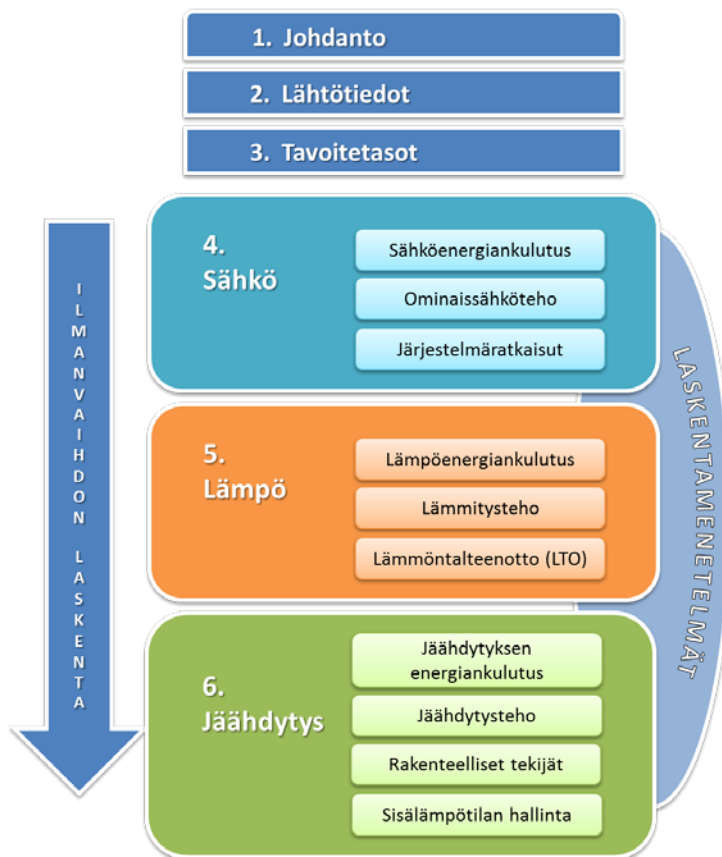
- 1 Ilmanvaihtojärjestelmien kuntotutkimusmenettely ja energialaskenta
 - 2 Nykyisten ilmanvaihto- ja jäähdytys suunnitelmien läpikäynti ja tarvittavat laskennan lähtötiedot
 - 3 Tavoitetasot ilmanvaihto- ja jäähdytysjärjestelmän laskennalliselle energiatehokkuudelle
 - 4 Ilmanvaihtojärjestelmän vuotuisen sähköenergiankulutuksen ja ominaissähkötehon määrittäminen
 - 5 Ilmanvaihtojärjestelmän lämmitystehon ja vuotuisen lämmitysenergiatarpeen määrittäminen
 - 6 Ilmanvaihtojärjestelmän jäähdytystehon, vuotuisen jäähdytysenergiatarpeen ja huonelämpötilan määrittäminen
- LIITE 1. Energiatehokkuuden arvioinnissa käytettävät laskentamenetelmät

1 Ilmanvaihtojärjestelmien kuntotutkimusmenettely ja energialaskenta

Ilmanvaihto- ja ilmastointijärjestelmien ja -laitteiden kuntotutkimuksessa (IV-kuntotutkimus) selvitetään olemassa olevan rakennuksen ilmanvaihto- ja ilmastointijärjestelmien sekä laitteiden kunto ja soveltuvuus rakennuksen käytön kannalta. IV-kuntotutkimukseen sisältyy kartoitus korjaus- ja parannustoimenpiteistä, joilla rakennuksen ilmanvaihto saavuttaa sille asetetut vaatimukset rakennuksen suunniteltuun käyttöön soveltuen. Kuntotutkimuksen tueksi ja apuvälineeksi on luotu ilmanvaihdon kuntotutkimuksen ohjeet. Näihin IV-kuntotutkimusohjeisiin kuuluu myös tämä laskentaohje energian- ja tehontarpeen laskennasta ilmanvaihtojärjestelmien kuntotutkimusmenettelyssä. Ohjeen rakenne esitetään *kuvassa 1*.

Kuntotutkimuksen yhteydessä on tarpeen selvittää ilmanvaihdon rooli ja osuus rakennuksen energiankulutuksessa. Tämä ohje on luotu nykyisen ilmanvaihtojärjestelmän ja suunniteltujen muutos- ja parannussuunnitelmien energiankäytön arvioinnin apuvälineeksi, laskennan suuntaviivojen selkeyttämiseksi ja helpottamaan eri laskentamenetelmien valintaa ja käyttöä.

Ilmanvaihdon energiankäytön selvitys kuntotutkimuksen yhteydessä on kaksivaiheinen prosessi. Ensin yleisarviovaiheessa kartoitetaan nykytilanne lähinnä rakennuksen olemassa olevan dokumentaation avulla sekä asetetaan tavoitetasot korjaus- ja parannustoimenpiteille (kappaleet 2 ja 3). Toisessa vaiheessa tarkempien tutkimusten menetelmin selvitetään ilmanvaihdon ja sekä siihen kohdistuvien muutostöiden vaikutus rakennuksen energiankäyttöön (*kappaleet 4-6 ja liite 1*).



Kuva 1. Laskentaohjeen rakenne.

2 Nykyisten ilmanvaihto- ja jäähdytys suunnitelmien läpikäynti ja tarvittavat laskennan lähtötiedot

Ilmanvaihdon kuntotutkimuksen yhteydessä tehtävien laskelmien lähtötietojen (nykytilanne) kokoaminen tehdään alla olevaa muistilistaa apuna käyttäen. Lähtötietoina käytetään suunnitelmista kerättyjen tietojen lisäksi mahdollisia kuntoarvio- ja raportteja ja muita aiempia selvityksiä, joissa käsitellään rakennuksen energiankäyttöä.

Alla on listattu järjestelmän yleisarviossa paikanpäällä tai suunnitteluasiakirjoista selvitettävät asiat. Jos tietoja ei ole suoraan saatavissa, ne voidaan selvittää ja laskea tarkempien tutkimusten menetelmin (ohjeistus *kappaleissa* 4-6). Nykyisen ilmanvaihdon teknistoiminnallisten ominaisuuksien määrittämiseen soveltuvia lähteitä ovat laiteluettelot, ilmanvaihdon työselostus, ilmanvaihtosuunnitelmat, laitevalmistajien dokumentit, ilmanvaihdon mittausasiakirjat, rakennuksen huoltokirja, ilmanvaihdon järjestelmä- ja toimintakaaviot (rakennuksen automaatiojärjestelmä), energiatodistus tai energiakatselmusraportti sekä aiemmat kuntoarvio- ja raportit.

Yleisarviointivaihe

- Ilmanvaihtojärjestelmän ominais sähköteho ja vuotuinen sähköenergiankulutus
 - Ilmanvaihtokoneiden virtaus- ja sähkötekniset suoritusarvot
 - Ilmanvaihtokoneiden palvelualueet, käyttöajat ja kanaviston mitoitus
 - Ilmanvaihtojärjestelmän päätelaitteet
 - Ilmanvaihtojärjestelmän ja/tai ilmanvaihtokoneiden ilmoitetut ominais sähkötehot Ilmanvaihdon vuotuinen sähköenergiankulutus
- Ilmanvaihtojärjestelmän lämmitys ja lämmöntalteenotto
 - Poistoilman lämmöntalteenoton toteutus rakennuksessa
 - Lämmitysenergian tuotantotapa
 - Tuloilman lämpötilan hallinta rakennuksen tiloissa
 - Ilmanvaihtojärjestelmän lämmitysenergiakulutus vuositasolla
- Ilmanvaihtojärjestelmän jäähdytys ja huonelämpötila kesällä
 - Jäähdytystä vaativat tilat rakennuksessa
 - Ilmanvaihdon jäähdytyksen toteutustapa ja käyttöajat
 - Jäähdytysenergian tuottotapa
 - Sisäiset ja ulkoiset lämpökuormat jäähdytettävissä tiloissa

- Ilmanvaihdon jäähdytykseen vaikuttavat rakenteelliset ratkaisut
- Sisäilman lämpöolosuhteet kesällä
- Jäähdytysteho ja -energia nykytasolla.

3 Tavoitetasot ilmanvaihto- ja jäähdytysjärjestelmän laskennalliselle energiatehokkuudelle

Ilmanvaihdon kuntotutkimuksen yhteydessä tehtäville ilmanvaihtojärjestelmän parannusehdotuksille on tyypillisesti määritelty jokin tavoitetaso, johon lopputuloksella pyritään. Kuntotutkimuksen tarkempien tutkimusten yhteydessä korjaus- ja/tai muutostarpeet täsmentyvät ja niiden tarkempi määrittäminen tulee kyseeseen.

Kuntotutkimuksen tavoitetasoa ja sen saavuttamiseksi tehtäviä toimenpiteitä tarkennettaessa on huomioitava, että koko rakennuksen ja ilmanvaihdon energiankulutuksen minimoinnin yhteydessä ei saa unohtaa laadukasta sisäilmastoa. Muutostöissä energiatehokkuutta ei lisätä sisäilmaston kustannuksella.

Kuntotutkimuksen parannusehdotuksia määriteltäessä suoritetaan kokonaisarvio saavutettavista hyödyistä ja vertaillaan sitä tavoitetasoon. Muutokset rakennuksen ostoenergiankulutuksessa muodostavat perustan kannattavuusarvioinnille. Kannattavuusarvioinnissa otetaan huomioon muutosten avulla vuodessa säästetty ostoenergia, joka voi koostua eri energialähteistä (esimerkiksi kaukolämpö, öljy tai sähkö).

Ainakin peruskorjausvaiheessa tai muusta syystä, kun korjaus on laaja, tulee tarkastaa toimenpiteiden reunaehdot korjausrakentamismääräyksistä (ympäristöministeriön asetus rakennuksen energiatehokkuuden parantamisesta korjaus- ja muutostöissä).

E-luku: Bruttoenergiankulutus, toisin sanoen ostoenergiankulutus on perusta rakennuksen E-luvun arvioimiseksi. Tilalämmitysjärjestelmään ja ilmanvaihtoon kaavailtuja muutoksia voidaan siten laskelmin verrata nykytilanteeseen E-luvun muutoksen avulla (E-luvun parannus).

Kokonaisarvio saavutettavista hyödyistä laaditaan koko rakennuksen tilalämmitysjärjestelmän (ilmanvaihto- ja huonelämmitys) ja ilmanvaihdon muutosten perusteella. Lämmitysjärjestelmät erotellaan laskelmin toisistaan järjestelmien nettoenergiankulutusten määrittämiseksi. Nettoenergiankulutusten perusteella lasketaan järjestelmähäviöt, jotka puolestaan huomioidaan rakennuksen bruttoenergiankulutuksessa. Ilmanvaihdon energiankäytön taustatietona on ilmanvaihdon laatuvaatimuksen täyttyminen, jonka jälkeen ilmanvaihtojärjestelmän yleissuunnittelun ja ominaissähkötehon avulla voidaan määrittää ilmanvaihdon tavoiteltavissa oleva sähköenergiankäyttö.

Vaatimukset ja tavoitearvot

- Rakentamismääräyskokoelman osa D2 (2012) *Rakennusten sisäilmasto ja ilmanvaihto. Määräykset ja ohjeet 2012.*
 - Määräystason laatuvaatimukset *uudisrakennuksen* ilmanvaihdolle
- Ympäristöministeriön asetus rakennuksen energiatehokkuuden parantamisesta korjaus- ja muutostöissä.
 - Ensimmäisenä vaihtoehtona on parantaa korjattavien tai uusittavien rakennusosien lämmönpitävyyttä vaatimusten mukaisiin arvoihin.
 - Toisena vaihtoehtona on parantaa energiatehokkuutta kyseiselle rakennustyyppille määritellylle tasolle. Tällöin tarkastellaan koko rakennuksen vuosittaista, normaalikäytössä syntyvää laskennallista energiankulutusta suhteessa rakennuksen pinta-alaan.
 - Kolmantena vaihtoehtona on laskea rakennukselle ominainen, rakentamisajankohdan mukaisilla tai viimeisimmän käyttötarkoituksen muutoksen mukaisilla ratkaisulla laskettu kokonaisenergian kulutus eli E-luku ja pienentää sitä kyseiselle rakennustyyppille asetetun tason mukaisesti.
 - **Teknisille järjestelmille on määritelty omat vaatimukset**, jotka tulee aina täyttää edellä mainittujen vaatimusten lisäksi.
 - Rakennuksen ilmanvaihdon poistoilmasta on otettava lämpöä talteen lämpömäärä, joka vastaa vähintään 45 % ilmanvaihdon lämmityksen tarvitsemasta lämpömäärästä eli lämmöntalteenoton vuosihyötysuhteen on oltava vähintään 45 %.
 - Koneellisen tulo- ja poistoilmajärjestelmän ominaissähköteho saa olla enintään 2,0 kW/(m³/s).
 - Koneellisen poistoilmajärjestelmän ominaissähköteho saa olla enintään 1,0 kW/(m³/s).
 - Ilmastointijärjestelmän ominaissähköteho saa olla enintään 2,5 kW/(m³/s).
- Sisäilma

- Huonelämpötilan ja mahdollisen jäähdytystarpeen laskennassa tavoitetaso määritetään ensisijaisesti RakMK osan D3 (2012) kohdan 3.2.1 mukaisesti. Kohdassa on listattu erilaisten rakennusten käyttöaikaiset ilmavirrat nettoalaa kohti sekä jäähdytysrajat. Jäähdytysrajoista sallitaan 150 astetunnin poikkeama 1.6 – 31.8 välillä.
 - Huonelämpötilan hallinta mitoittavan jäähdytystehon kannalta ja sisäilmaston luokitusmenetelmät
 - Sisäilmastoluokitus 2008. S1: Yksilöllinen sisäilmasto, S2: Hyvä sisäilmasto, S3: Tyydyttävä sisäilmasto
- Energiatodistus
 - Ilmanvaihdon osuus ET-luokan parantamisessa. Tavoitellun ET-luokan mukaisen E-luvun (ostoenergiankäyttö) saavuttaminen; ilmanvaihtojärjestelmän vaikutus.
- Muut energialuokitukset ja sertifikaatit
 - Tavoitellun sertifiointitason vaatimukset ilmanvaihto- ja jäähdytysjärjestelmän energiatehokkuudelle
 - SFS-EN 15217 Rakennusten energiatehokkuus. Menetelmät rakennusten energiatehokkuuden ilmoittamiseen ja energialuokitteluun. Suomen Standardisoimisliitto SFS ry, 2007.
 - *Tässä eurooppalaisessa standardissa on kuvattu menetelmiä rakennusten energiatehokkuuden ilmoittamiseen. Standardi perustuu muihin eurooppalaisiin standardeihin, joissa on menetelmiä energiatehokkuuden laskemiseen tai mittaamiseen. Standardi on tarkoitettu muun muassa rakennuksen suunnittelijoille, omistajille, ylläpitäjille ja käyttäjille suunnitteilla olevan tai olemassa olevan rakennuksen energiatehokkuuden arviointiin ja parantamiseen.*
 - Muut kansalliset ja kansainväliset ympäristö- ja energialuokitukset
 - PROMISE
 - LEED
 - BREEAM
 - Energy Star
 - EU Ecolabel (EU-ympäristömerkki).

4 Ilmanvaihtojärjestelmän vuotuisen sähköenergiankulutuksen ja ominais-sähkötalon määritys

Rakennuksen ilmanvaihdon vuotuinen sähköenergiankulutus käsittää kaiken varsinaiseen ilmanvaihtoon käytetyn sähköenergian. Siihen ei sisälly ilman lämmittämiseen käytetty sähköenergia, esimerkiksi jälkilämmityspattereissa. Ilmanvaihdon vuotuinen sähköenergiankulutus riippuu rakennuksen koosta ja käyttötarkoituksesta sekä ilmanvaihtojärjestelmän toteutustavasta. Sähköenergiankulutus voidaan saada selville toteutuneista mitatuista kulutustiedoista, suunnitelmista tai se voidaan selvittää laskennallisesti.

Ominais-sähkötalo, SFP-luku, on tarkoitettu apuvälineeksi, jolla voidaan ennalta määritellä suunniteltavan rakennuksen ilmanvaihdon sähkönkäytön tavoitetaso ja täten varmistua siitä, että suunnittelu- ja toteutusprosessi johtavat halutun tasoiseen lopputulokseen. Tällä aikaansaadaan se, että koko prosessi suunnittelu - laitehankinnat - toteutus ottaa määritellyn arvon huomioon ja rakennuttaja saa varmuuden siitä, että lopputulos on myös tältä osin halutun mukainen.

Pieneen sähkönkulutukseen ei luonnollisestikaan pidä pyrkiä sisäilmaston kustannuksella tai heikentämällä ilmanvaihdon tai rakennuksen muuta energiatehokkuutta. Ilmanvaihdon toiminnalliset tavoitteet: ilmavirta, suodatusaste, lämpötila jne. tulee säilyttää. Tämän takia on sähkötehokkuuden suunnittelun edettävä muun suunnittelun rinnalla.

Ilmanvaihtojärjestelmän vuotuinen sähköenergiankulutus

Yleisarviointivaihe

- Tarkastetaan, onko suunnitteluasiakirjoissa, laite- ja järjestelmädokumenteissa, laiteluettelossa, kuntoarvio- ja raportteissa, rakennuksen huoltokirjassa, energiakatselmusraportissa tai energiatodistuksessa laskelmaa tai mitattua tietoa ilmanvaihtojärjestelmän vuotuisesta sähköenergiankulutuksesta.
 - Käytetään mitattua tai suunnitelmista saatua ilmanvaihdon vuotuista sähköenergiankulutustietoa.
- Ilmanvaihtojärjestelmän vuotuinen sähköenergiankulutus voidaan määrittää ilmanvaihtolaitteiston käyttämän sähkötehon avulla, jos on määriteltävissä suunnitelmiin tai mitattuun tietoon perustuva arvio ilmanvaihtojärjestelmän sähkötehosta.
 - Tässä yhteydessä huomioidaan kaikki ilmanvaihtojärjestelmän ottama sähköteho, mukaan lukien puhaltimeiden, ilmanvaihtokoneiden, tehonsäätölaitteiden, lämmöntalteenottojärjestelmien ja pumppujen käyttämä sähköteho. Ilman lämmittämiseen (jälkilämmityspatterit) käytettävää sähkötehoa ei sen sijaan huomioida.
 - Laskennassa huomioidaan eri käyttötilanteiden mukaiset tehot ja niiden käyttöajat.

- Ilmanvaihdon sähkönkulutus, $W_{\text{ilmanvaihto}}$ [kWh], lasketaan tehojen avulla seuraavasti:

$$W_{\text{ilmanvaihto}} = W_{\text{puhaltimet}} + W_{\text{iv,muu}} = \frac{\sum P_{\text{puhaltimet}} \Delta t}{1000} + \frac{\sum P_{\text{iv,muu}} \Delta t}{1000}$$

missä

- $W_{\text{puhaltimet}}$ on ilmanvaihtojärjestelmän puhaltimien ja niiden tehonsäätölaitteiden sähkönkulutus, kWh
- $P_{\text{puhaltimet}}$ on muiden ilmanvaihtojärjestelmän laitteiden kuin puhaltimien ja puhaltimen tehonsäätölaitteiden sähköteho, W
- $W_{\text{iv,muu}}$ on muu ilmanvaihtojärjestelmän sähkönkulutus, kWh
- $P_{\text{iv,muu}}$ on muiden ilmanvaihtojärjestelmän laitteiden kuin puhaltimien ja puhaltimen tehonsäätölaitteiden sähköteho, W
- Δt on ajanjakson pituus, h.

Tarkempien tutkimusten vaihe

- Vuotuinen sähköenergiankulutus lasketaan rakentamismääräyskokoelman osan D5 (2012) mukaisesti käyttäen ominaissähkötehoa. Ilmanvaihtojärjestelmän sähköenergiankulutus lasketaan painehäviöiden, puhaltimien ja mahdollisten apulaitteiden hyötysuhteiden ja käyntiaikojen avulla kaikille rakennuksessa oleville ilmanvaihtokoneille ja huippuimureille.
- Lasketaan suunnitellun ominaissähkötehon, ilmavirran ja käyntiajan tulona ja huomioidaan ilmanvaihtojärjestelmän kaikkien puhaltimien lisäksi mahdollisten taajuusmuuttajien ja muiden tehonsäätölaitteiden yhteenlaskettu sähköverkosta ottama sähköteho.

$$W_{\text{ilmanvaihto}} = \sum SFP q_v \Delta t + W_{\text{iv,muu}}$$

missä

- $W_{\text{ilmanvaihto}}$ on ilmanvaihtojärjestelmän sähköenergian kulutus, kWh
- SFP on puhaltimen tai ilmanvaihtokoneen ominaissähköteho, kW/(m³/s)
- q_v on puhaltimen tai ilmanvaihtokoneen ilmavirta, m³/s
- Δt on puhaltimen tai ilmanvaihtokoneen käyttöaika laskentajaksolla, h
- $W_{\text{iv,muu}}$ on muu ilmanvaihtojärjestelmän sähkönkulutus, kWh.

- Oikealla suunnittelulla ja laitevalinnoilla voidaan vaikuttaa rakennuksen ja sen ilmakehäsäätelyjärjestelmien sähkönkulutukseen. Koska sähkönkulutuksella on hyvin merkittävä osuus energian tarpeesta, voidaan hyvällä suunnittelulla merkittävästi vaikuttaa koko rakennuksen elinkaarikustannuksiin ja ympäristökuormitukseen.

Ominaissähkötehon määrittäminen rakennuksen ilmanvaihtojärjestelmälle

Yleisarviointivaihe

- Tarkastetaan, onko suunnitteluasiakirjoissa, työselostuksissa, laite- ja järjestelmädokumenteissa, mittauspöytäkirjoissa tai laiteluettelossa merkintää erillisten ilmanvaihtolaitteiden tai koko ilmanvaihtojärjestelmän ominaissähkötehoista.

Tarkempien tutkimusten vaihe

- Ominaissähkötehon määrittäminen laskennallisesti rakentamismääräyskokoelman osan D5 (2012) mukaisesti.
 - Ilmanvaihtojärjestelmän puhaltimien ominaissähkötehon yksityiskohtainen selvittäminen ja laskenta on esitetty LVI-talotekniikkateollisuus ry:n julkaisemassa SFP-oppaassa. SFP-oppaan määritelmässä on eroavaisuuksia D5-menetelmään nähden, mutta laskenta voidaan tehdä myös SFP-oppaan mukaisesti, jolloin myös vuotuinen energiankulutus lasketaan sen mukaisesti.
- Ominaissähkötehoa laskettaessa otetaan mukaan ainoastaan puhallinmoottorien ja niiden tehonsäätölaitteiden verkosta ottama sähköteho. Ilmanvaihtojärjestelmän tarvitsemat pumput (lämmityspatteri, talteenotto-piiri), pyörivän lämmönsiirtimen käyttömoottori ym. jätetään laskennan ulkopuolelle.

$$SFP = \frac{P_{\text{puh}}}{q_v}$$

missä

- SFP on puhaltimen tai ilmanvaihtokoneen ominaissähköteho, kW/(m³/s).
- P_{puh} on puhaltimen tai ilmanvaihtokoneen sähköteho tehonsäätölaitteineen, kW.
- q_v on puhaltimen tai ilmanvaihtokoneen ilmavirta, m³/s.

- Ilmanvaihtokoneen ominaissähkötehon laskennassa puhaltimen tai ilmanvaihtokoneen ilmavirtana q_v käytetään käyttöajan tehostamatonta poistoilmavirtaa tai tuloilmavirtaa (suurempaa näistä).
- Koko ilmanvaihtojärjestelmän ominaissähköteho SFP määritellään rakennuksen ilmanvaihtojärjestelmän kaikkien puhaltimien tai ilmanvaihtokoneiden yhteenlaskettuna sähköverkosta ottamana sähköteho (kW) jaettuna ilmanvaihtojärjestelmän mitoitusjäteilmavirralla tai mitoitusulkoilmavirralla (m^3/s) (suurempi näistä).
 - Koko ilmanvaihtojärjestelmän sähköverkosta ottamaan sähkötehoon sisältyy puhaltimien moottorien sähkötehon lisäksi mahdollisten taajuusmuuttajien ja muiden tehonsäätölaitteiden sähköteho.

Järjestelmäratkaisujen vaikutus sähköenergiankulutukseen ja ominaissähkötehoon

Yleisarviovaihe

- Selvitetään olemassa olevan ilmanvaihtojärjestelmän laite- ja järjestelmäominaisuudet. Tarkastetaan, vastaako järjestelmä tai laite mittausajojen ja mittauspöytäkirjojen perusteella sille asetettuja vaatimuksia (työselostus, IV-suunnitelmat) sähkökulutuksen osalta.
 - Esimerkiksi taajuusmuuttajasta tai automaatiojärjestelmästä voi olla luettavissa laitteen käytönaikainen todellinen sähköteho.

Tarkempien tutkimusten vaihe

- Ilmanvaihtokoneiden uusimisen vaikutus ominaissähkötehoon
 - Määriteltäessä ilmanvaihtojärjestelmän SFP-arvoksi 2,0 on tällöin kaikki puhaltimet ja ilmankäsittelykoneet mitoitettava ja valittava siten, että kaikkien ilmankäsittelykoneiden painotettu keskiarvo alittaa 2,0 kW/ m^3/s . Tällöin ilmanvaihtojärjestelmän SFP-luvussa huomioidaan kaikkien puhaltimien yhteenlasketut ilmavirrat ja sähkötehot.
 - Eri laitevalinnoin toteutettujen järjestelmien välinen suhde sähkötehoissa voi olla jopa 1:n suhde 2:een. Kuitenkin molemmat toteuttavat saman toiminnallisen laatutason: haluttu ilmavirta haluttuun paikkaan ja halutussa lämpötilassa.
- Ilmanvaihtokanaviston vaikutus ominaissähkötehoon
 - Kanaviston painehäviö merkitsee vastusta, joka on voitettava puhaltimen moottorin avulla.
 - Kanaviston suurimmalla ilmavirralla suositellaan kokonaispainehäviössä pyrittäväksi korkeintaan seuraaviin arvoihin:
 - vakioilmavirtainen kanavisto 200 Pa
 - muuttuvilmavirtainen kanavisto 300 Pa
 - asuntokohtaisen ilmanvaihdon kanavisto 50-100 Pa
- Ilmanvaihtojärjestelmän hajauttamisen vaikutus ominaissähkötehoon
 - Hajautetun järjestelmän ilmanvaihtokoneet ovat huoneisto-, tila- tai osastokohtaisia ja tyypillisesti pienehköjä. Niiden puhaltimia käyttävät pienet (< 400 W) sähkömoottorit, joiden hyötysuhde voi olla matala. Täten ilmanvaihtokoneen toimintapisteen valinta on tärkeää.
 - Eryteisesti hajauttamisen yhteydessä on ilmanvaihtokoneen toimintapisteen oikea valinta tärkeää. Ominaissähköteho tarkastetaan ilmanvaihtojärjestelmän suunnitellussa ilmanvaihtokoneen tehostamattoman ilmavirran toimintapisteessä.
 - Laitteen valmistaja voi antaa koneelle soveltuvan toiminta-alueen, jolloin suunnittelu- ja valintavaiheessa on helppo todeta täyttääkö laite ominaissähkötehon vaatimuksen halutulla käyttöajan ilmavirralla.
- Ilmanvaihdon ominaissähkötehon parantaminen tiloissa, joissa vaaditaan koneellista jäähdytystä
 - Kiinnitetään erityistä huomiota koneellisen jäähdytysratkaisun vaatimiin ilmamääriin, sekä huomioidaan kokonaisratkaisun vaikutukset kanaviston ja ilmanvaihdon määrän suunnittelussa.
 - Jäähdytysratkaisussa valitaan, ovatko jäähdytyselementit jäähdytyspatterina tuloilmakanavistossa vai hyödynnetäänkö jäähdytyslementille huonetilassa tulevaa ilmavirtaa. Huomioidaan ratkaisun vaikutus kanaviston painehäviöön ja sitä kautta ominaissähkötehoon. Vaikuttaa myös ilmanvaihtokoneen laiteratkaisuihin: tarvittavat ilmavirrat ja soveltuva toimintapiste.
- Ilmanvaihtokoneiden käyttöaikojen hallinta ominaissähkötehon kannalta
 - Ominaissähkötehon määrittelyssä ei oteta huomioon muuttuvia ilmavirtoja, eri järjestelmien ja tilojen eri käyttöaikoja eikä muita kuin ilmanvaihtoa tai ilman käsittelyä palvelevia koneita ja laitteita.
 - Muuttuvan ilmavirran järjestelmässä ominaissähköteho määritellään mitoittavalla ilmavirralla.
 - Tarpeenmukaisella ilmanvaihdolla varustetuissa tiloissa käytetään kokonaisenergiankulutuksen laskennassa ilmavirtojen suunnitteluarvoja ja rakentamismääräyskokoelman osan D3 (2012) taulukon 3 mukaisia käyttöaikoja.

5 Ilmanvaihtojärjestelmän lämmitystehon ja vuotuisen lämmitysenergiatarpeen määrittäminen

Ilmanvaihtojärjestelmän lämmöntarpeen laskennassa käsitellään poistoilman lämmöntalteenoton ja tuloilman lämmityspatterin lämmitystehon ja -energian laskentamenetelmiä.

Lämpötilahyötysuhteen määrittäminen lämmöntalteenottolaitteessa

Yleisarviointivaihe

- Yleisarviointivaiheessa kartoitetaan käytössä olevat lämmöntalteenottolaitteet (ilma-ilma- ja ilma-neste-lämmönsiirtimet) ja niiden läpi kulkevat ilman tilavuusvirrat. Kartoituksessa hyödynnetään suunnitteluasiakirjoja, laite- ja järjestelmädokumentteja, rakennuksen huoltokirjaa sekä mahdollisia kuntoarvio- tai energiakatselmuksraportteja.
- Laitekohtaiset lämmöntalteenoton lämpötilahyötysuhteet määritetään yleisarviovaiheessa ensisijaisesti RakMK osan D5 (2012) kohdan 3.4.1 ja taulukon 3.6 mukaisesti.
 - Lämpötilahyötysuhteet jaotellaan siten, että jokaiselle ilmanvaihtokoneelle on merkitty lämpötilahyötysuhde ja ilmavirrat (tulo / poisto). Jaotteluun sisällytetään myös pelkät poistoilmapuhaltimet.
 - Lämpötilahyötysuhteet η_t ilmoitetaan ilmavirtasuhteella $RLTO$ (tulo/poisto) korjattuna erikseen tuloilmalle ja poistoilmalle seuraavasti:
$$\eta_{t,tulo} = \eta_t / RLTO$$

$$\eta_{t,poisto} = \eta_t \cdot RLTO$$
- Yleisarviointivaiheen kartoitusta hyödynnetään poistoilman lämmöntalteenoton vuosihyötysuhdelaskennassa.

Tarkempien tutkimusten vaihe

- Ilmanvaihtokoneen poistoilman lämmöntalteenoton laskelmissa käytetään pääsääntöisesti valmistajan ilmoittamaa standardin SFS-EN 308:1997 mukaista tuloilman lämpötilahyötysuhdetta (lämpötilan nousu puhaltimessa ei sisälly lämpötilahyötysuhteeseen).
- Asuntokohtaisten ilmanvaihtokoneiden osalta voidaan käyttää myös standardin SFS-EN 13141-7:2010 mukaista lämpötilahyötysuhdetta yhtä suurilla ilmavirroilla. Käytettävä lämpötilahyötysuhde on tulo- ja poistoilman hyötysuhteiden keskiarvo.
 - Vuosihyötysuhdelaskelmia varten lämpötilahyötysuhteesta vähennetään puhaltimien ilmavirtaa lämmittävä vaikutus. Lämpötilan nousu puhaltimessa lasketaan RakMK osan D5 (2012) kohdan 7.1.4 mukaisesti.
- Jos ilmanvaihtokoneen lämmöntalteenoton lämpötilahyötysuhdetta ei ole varmennettu luotettavasti, käytetään RakMK osan D5 (2012) kohdan 3.4.1 taulukossa 3.6 esitettyjä lämpötilahyötysuhteita.
- Perinteisten rekuperatiivisten ja regeneratiivisten lämmönsiirtimien lisäksi poistoilmasta voidaan ottaa lämpöä talteen myös poistoilmalämpöpumpulla, joka voi sisältää pelkän lämpöpumpun lämmöntalteenottolaitteena tai sekä perinteisen lämmönsiirtimen että lämpöpumpun. Laskennassa huomioidaan, että poistoilmalämpöpumpun kompressorin sähkönkulutus ei ole talteenotettua lämpöä, vaan se käsitellään sähkölämmitysenergiana. Myöskään ulkoilman lämpötilaa alempaan lämpötilaan viilennetystä poistoilmasta saatua lämpöä ei oteta huomioon vuosihyötysuhteen laskennassa.

Vuosihyötysuhteen laskenta poistoilman lämmöntalteenotolle

Yleisarviointivaihe

- Vuosihyötysuhde määritetään yleisarviovaiheen kartoituksen perusteella, josta käy ilmi ilmanvaihdon lämmöntalteenottolaitteet, ilmavirrat sekä ilmanvaihdon arvioidut käyttöajat.
- Poistoilman lämmöntalteenoton vuosihyötysuhde ilmanvaihtojärjestelmälle määritetään lämmönsiirrinlaitteeksi RakMK osan D5 (2012) kohdan 3.4.1 taulukossa 3.6 esitettyjen lämpötilahyötysuhteiden perusteella.
 - Vuosihyötysuhde määritetään yksittäisten ilmanvaihtokoneiden tietojen perusteella käyttäen ilmavirta- ja käyttöaikapainotusta. Laskentamenetelmän periaate on kuvattu tarkempien tutkimusten yhteydessä.

Tarkempien tutkimusten vaihe

- Laskennassa käytetään suunniteltua tulo- ja poistoilmavirtojen suhdetta, esimerkiksi 0,9. Ilmavirtasuhteen tulee olla linjassa rakennuksen vaipan ilmanpitävyyden kanssa ja siksi liian suurta ilmavirtasuhdetta ei tulisi käyttää, jos tähän ei ole perustetta.
- Rakennuksen ilmanvaihdon lämmöntalteenoton vuosihyötysuhde lasketaan yksittäisten ilmanvaihtokoneiden tietojen perusteella. Poistoilman lämmöntalteenoton vuosihyötysuhde rakennuksessa saadaan jakamalla poistoilmasta vuoden aikana talteenotettu lämpöenergia ilmanvaihdon kokonaislämpöenergialla ilman LTO:ta.

Vuosihyötysuhdelaskennassa otetaan huomioon vain rakennuksen lämmöntalteenottovaatimusten piiriin kuuluva ilmanvaihto.

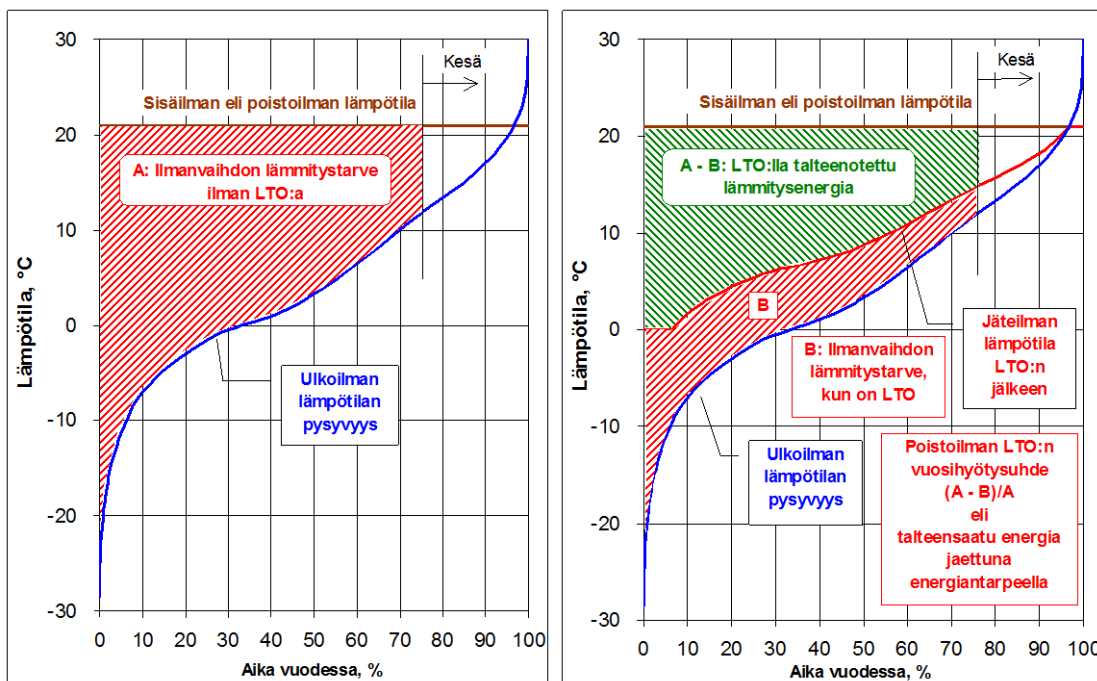
- Vuosihyötysuhdelaskennassa otetaan huomioon jäteilman jäätymisestön rajoituslämpötila. Jos lämpötilaa ei ole luotettavasti todennettu, käytetään ohjeellisia rajoituslämpötiloja. Vähän kosteuskuormaa sisältävissä tiloissa, kuten toimistoissa, rajoituslämpötilana voidaan käyttää 0 °C rekuperatiivisille lämmönsiirtimille ja -5 °C regeneratiivisille lämmönsiirtimille. Asuinrakennuksissa vastaavina rajoituslämpötiloina voidaan pitää +5 °C ja 0 °C. Poistoilmalämpöpumput käsitellään kytkentätavan mukaisesti erikseen.
- Ilmanvaihtokanavistossa tapahtuva ilmavirran lämpeneminen ja jäähtyminen otetaan vuosihyötysuhdetta heikentävänä tekijänä huomioon. Kanaviston vaikutus poistoilman lämmöntalteenoton vuosihyötysuhteeseen η_p otetaan huomioon heikennyskertoimella $\xi \eta_p = \xi^* \eta_{p,iv}$, missä $\eta_{p,iv}$ on poistoilman lämmöntalteenoton vuosihyötysuhde ilman kanavistoa.
 - Kerroin ξ määritetään kanaviston ominaislämpöhäviön (W/m) ja kokonaispituuden (m) perusteella tietyllä ulkoilman lämpötilalla. Määrityksessä käytetään todellisia ilman tilavuusvirtoja ulko- ja jäteilmakanavistoissa. Ilmavirtojen perusteella lasketaan lämpötilamuutokset ΔT_u ja ΔT_j ulko- ja jäteilmakanavistoissa ja näiden perusteella poistoilman lämmöntalteenoton vuosihyötysuhde

$$\eta_p = \frac{T_p - (T_j + \Delta T_j)}{T_p - (T_u + \Delta T_u)}$$

missä T_p on poistoilman, T_j jäteilman ja T_u ulkoilman lämpötila.

- Ilmanvaihdon lämmöntalteenoton vuosihyötysuhdelaskennassa käytetään ilmanvaihtokoneiden todellisia käyntiaikoja (käyttötunnit per päivä ja käyttövuorokaudet per vuosi).
- Vuosihyötysuhteet lasketaan rakennuksen sijainnista riippuen käyttämällä joko Helsingin, Jyväskylän tai Sodankylän testivuoden 2012 säätietoja.
 - Vuosihyötysuhdelaskenta tehdään ulkoilman pysyvyystietojen perusteella ja ylin käytettävä ulkoilman lämpötila on +12 °C.

Poistoilman lämmöntalteenoton vuosihyötysuhdelaskentaa on havainnollistettu kuvassa 2 ulkoilman lämpötilan pysyvyystietoihin perustuen. Menetelmä on kuvattu Ympäristöministeriön monisteessa 122.



Kuva 2. Ilmanvaihtokoneen energiatarkestelu lämpötilojen pysyvyykäyrätarkastelun avulla. Vasemmalla esitetään ilmanvaihdon lämmitystarvet ilman lämmöntalteenottoa (A) ja oikealla lämmöntalteenoton kanssa (B). Esimerkitapauksessa ilmanvaihtokoneen tuloilman mitattu lämpötilahyötysuhde η_t on 78 %. Lämmöntalteenoton jäätymissuojauksen lämpötilan asetusarvo on 0 °C (kuva oikealla).

Mitoittavan lämmitystehon ja vuotuisen lämmitysenergian laskenta tuloilman lämmityspatterille

Yleisarviovaihe

- Yleisarviovaiheessa tuloilman lämmityspatterin mitoittava teho määritetään ensisijaisesti olemassa olevien laite- ja järjestelmädokumenttien sekä lämmityssuunnitelmien perusteella
 - Nestekiertoisen lämmityspatterin teho lasketaan suunnitelmien mukaan lämmönsiirtonesteen mitoittavan tilavuusvirran ja lämpötilaeron perusteella (esimerkiksi 20 °C).
- Lämmityspatterin yksityiskohtainen vuotuinen energiankulutus lasketaan tarkempien tutkimusten yhteydessä.
- Yleisarviovaiheessa selvitetään koko ilmanvaihtojärjestelmän lämmitysenergiankulutus olemassa olevien energiakatselmusraporttien ja energiatodistuslaskelmien perusteella.
 - Yksittäisen lämmityspatterin energiankulutus Q_{iv_1} arvioidaan ilmanvaihdon yhteenlasketun energiankulutuksen Q_{iv} , tuloilman tilavuusvirran $q_{v,tulo}$ ja keskimääräisen tuloilman lämpötilahyötysuhteen $\eta_{t,tulo}$ perusteella kaavalla

$$Q_{iv_1} = Q_{iv} \cdot \frac{q_{v,tulo_1}}{q_{v,tulo}} \cdot \frac{1 - \eta_{t,tulo_1}}{1 - \eta_{t,tulo}}$$

Lämpötilahyötysuhteet määritetään kohdan *Lämpötilahyötysuhteen määrittäminen lämmöntalteenottolaitteissa* mukaisesti ottamalla huomioon ilmavirtasuhteet lämmöntalteenottolaitteissa.

Tarkempien tutkimusten vaihe

- Tuloilman lämmityspatterin mitoittava lämmitysteho lasketaan mitoittavalla ulkoilman lämpötilalla, esimerkiksi Etelä-Suomessa -26 °C. Tuloilman lämpötilahyötysuhde mitoittavalla ulkoilman lämpötilalla tulee perustua todelliseen rajoittavaan jäteilman lämpötilaan, esimerkiksi 0 °C ja ilmavirtasuhteeseen (tulo/poisto). Laskenta tehdään RakMK osan D5 (2012) kohdan 9.6.2 mukaisesti käyttämällä tuloilman lämpötilan suunniteltua asetusarvoa, esimerkiksi 15–18 °C.
- Tuloilman lämmityspatterin kuluttama vuotuinen lämpöenergia lasketaan RakMK osan D5 (2012) kohdan 3.4.1 mukaisesti. Laskennassa käytetään Suomen 2012 testivuoden säätietoja, ilmanvaihtokoneen todellisia käyntiaikoja, todellista poistoilman lämmöntalteenoton vuosihyötysuhdetta sekä suunniteltua tuloilman tilavuusvirtaa ja ilmavirtasuhdetta (tulo/poisto). Tuloilman lämpötilan asetusarvona käytetään esimerkiksi 15–18 °C.

Painovoimaisen ilmanvaihdon lämmitysenergiankulutuksen laskenta

Yleisarviointivaihe

- Yleisarviointivaiheessa kartoitetaan painovoimaisen ilmanvaihdon piirissä oleva rakennuksen lämmitetty nettopinta-ala, pinta-alajakauma kerroksittain sekä huone-korkeudet. Kartoituksessa hyödynnetään mm. ilmanvaihtosuunnitelmia ja laiteluetteloita.
- Painovoimaisen ilmanvaihdon vuotuinen lämmitysenergiankulutus voidaan arvioida käyttämällä rakennuksen keskimääräistä ilmanvaihtolukua 0,4 1/h (Väitöskirja: Risto Ruotsalainen, 1995). Luku pätee asuinrakennuksille lämmityskauden aikana.
 - Nettoenergiankulutus lasketaan RakMK osan D5 (2012) kohdan 3.3.1 mukaisesti.
 - Bruttoenergiankulutus lasketaan tarkempien tutkimusten yhteydessä kuvatulla tavalla.

Tarkempien tutkimusten vaihe

- Painovoimaisen ilmanvaihdon nettoenergian tarve lasketaan poistoilmahormin mittatietojen perusteella. Tarvittavat lähtötiedot laskentaa varten ovat
 - Poistoilmahormin osien halkaisijat, hormin osien korkeudet, hormin muotovastukset (haaraosat, mutkat, venttiilit, säleiköt yms.), hormin materiaali
 - Hormin kokonaiskorkeus huoneiston poistoilmalimestä ylöspäin laskettuna
 - Sisäilman keskimääräinen lämpötila lämmityskaudella
- Lämmitysenergian nettokulutus lasketaan esimerkiksi ulkoilman lämpötilan pysyvyyskäyrän perusteella. Laskenta tehdään poistoilmahormin mittatietojen perusteella.
- Painovoimaisen ilmanvaihdon bruttoenergiankulutuksessa otetaan huomioon tilalämmityslaitteiden vuosihyötysuhteet RakMK osan D5 (2012) kohdan 6.2.4 mukaisesti (taulukko 6.2).

Ilmanvaihdon lämmöntuottotavan vaikutus rakennuksen E-lukuun

Yleisarviointivaihe

- Yleisarviointivaiheessa kartoitetaan LVI-suunnitelmien ja oheisten asiakirjojen perusteella ilmanvaihdon lämmityksessä käytetyt lämmöntuottotavat. Kartoituksessa huomioidaan myös järjestelmän sähköä kuluttavat osat kuten pumput ja sähköiset lämmityspatterit.
- Kartoituksen perusteella tehdään arvio E-luvun parantamismahdollisuuksista. Lopuksi arvioidaan, miten paljon E-lukua pystytään parantamaan milläkin toimella.
- Rakennuksen virallinen E-luku määritetään tarkempien tutkimusten yhteydessä.

Tarkempien tutkimusten vaihe

- Tuloilman lämmityspatterin vaikutus rakennuksen E-lukuun huomioidaan energiamuodon kertoimen ja ostoenergiankulutuksen avulla RakMK osan D3 kohdan 2.1.3 mukaisesti.
- Ilmanvaihtokoneen mahdollisen esilämmityspatterin lämmitysenergia ja vaikutus rakennuksen E-lukuun huomioidaan, jos lämmityspatteri käyttää ostoenergiaa. Ostoenergiaksi lasketaan myös sähköenergia, joka kulutetaan pumpuissa ja puhaltimissa, jotka liittyvät ilmanvaihdon esilämmityksessä käytettyihin suoriin maa- ilma- tai epäsuoriin maaneste-ilma-lämmöntalteenottopiireihin.
- Ilmanvaihtokoneen jäätymissuojauksen vaikutus rakennuksen E-lukuun huomioidaan laskelmissa, jos jäätymissuojausautomaattiikka käyttää sähköistä etulämmitysvastusta ja rakennuksen päälämmitysjärjestelmä käyttää muuta energiamuotoa kuin sähköä.
- Tuloilman lämpötilan asetusarvoa lämmityskaudella tarkastellaan laskelmin rakennuksen E-luvun kannalta, jos ilmanvaihto- ja tilalämmityksessä käytetään eri energiamuotoja. Nestekiertoisessa lämpöpumppulämmityksessä, jossa käytetään erillisiä lämmityspiirejä ilmanvaihdolle ja tilalämmitykselle, huomioidaan myös lämpöpumpun lämpökertoimen riippuvuus nestepiirin lämpötilatasosta. Nestepiirin lämpötilatason vaikutus lämpöpumpun lämpökertoimeen ja siten rakennuksen E-lukuun voidaan määrittää Ympäristöministeriön julkaiseman Lämpöpumppujen energialaskentaoppaan mukaisesti.

6 Ilmanvaihtojärjestelmän jäähdytystehon, vuotuisen jäähdytysenergian-tarpeen ja huonelämpötilan määrittäminen

Kappaleessa käsitellään, mitä asioita tulee ottaa huomioon rakennuksen jäähdytystehon ja -energiantarpeen sekä sisäilman lämpöolosuhteiden määrittämisessä. Osiossa kuvataan myös, miten määrittäminen tehdään laskennallisesti ja mitä lähtötietoja laskennassa tulisi käyttää.

Rakenteellisten ratkaisujen vertaileminen sisäilman lämpöolosuhteiden kannalta

Yleisarviointivaihe

- Yleisarviointivaiheessa kartoitetaan rakennuksessa käytetyt aurinkosuojaratkaisut ja jäähdytystä vaativien tilojen ryhmittely ilmansuunnittain.
 - Mahdolliset parannustoimet kirjataan ylös tarkempia tutkimuksia varten.
- Sisäilman lämpöolosuhtetarkastelut tehdään tarkempien tutkimusten yhteydessä.

Tarkempien tutkimusten vaihe

- Sisäilman lämpöolosuhtetarkasteluiden lähtökohta on koneellisen jäähdytystarpeen minimoiminen rakenteellisia aurinkosuojaratkaisuja käyttämällä.
 - Tarkasteluilla varmistetaan ensisijaisesti, että 150 astetunnin poikkeama jäähdytysrajasta ei ylitä RakMK D3 mukaisella Helsingin vuoden 2012 testisäällä.
- Rakenteellisia aurinkosuojaratkaisuja ovat muun muassa
 - sälekaihtimet ikkunoiden lasien välissä
 - ikkunassa matalaemissiviteettipinnoite
 - aurinkolippa ikkunan yläpuolella
 - ikkunan ulkopuoliset pysty- tai vaakasäleet
- Ikkunapintojen koon muutoksia ja tilojen uudelleenjärjestelyä rakennuksessa verrataan laskelmin sisäilman lämpöolosuhteiden osalta, jos tähän löytyy perusteita.
- Aurinkosuojaratkaisujen vaikutusta sisäilman olosuhteisiin vertaillaan erilaisten tilatyyppeiden ja ilmansuuntien osalta.
 - Asuinkerrostalossa tilatyyppejä ovat mm. makuu- ja olohuone sekä toimistorakennuksessa mm. avoimisto, toimisto- ja neuvotteluhuone sekä sisääntuloaula.

Sisäisten lämpökuormien pienentäminen sisäilman lämpöolosuhteiden kannalta

Yleisarviointivaihe

- Yleisarviointivaiheessa selvitetään jäähdytystä vaativien tilojen osalta tilatehokkuus (henkilöä / m²), käytetyt valaisintyypit sekä mitä sähköisiä laitteita tilassa käytetään.
 - Arvioidaan, paljonko tilan sisäistä lämpökuormaa (W/m²) pystytään enintään pienentämään
- Sisäilman lämpöolosuhdetarkastelut tehdään tarkempien tutkimusten yhteydessä.

Tarkempien tutkimusten vaihe

- Sisäiset lämpökuormat kuten ihmisten luovuttama lämpö sekä valaistus- ja sähkölaittekuorma vaikuttavat oleellisesti sisäilman lämpöolosuhteisiin. Lämpökuormassa huomioidaan ihmisten aktiviteettitaso työn raskauden tai tilan käyttötarkoitukseluokan perusteella (SFS-EN 15251).
- Laskennalla selvitetään mm. paljonko vanhojen valaisimien vaihtaminen uusiin vaikuttaa asuinrakennuksen lämpöolosuhteisiin tai paljonko vanhojen ATK-laitteiden vaihtaminen uusiin pienentää vaadittavaa jäähdytystehoa toimistohuoneessa.
- Laskennalla selvitetään valaistuksen ohjauksessa käytetyn läsnäolotunnistimen vaikutus toimistohuoneen mitoittavaan jäähdytystehoon. Valaistuksen aikatauluja ja automatiikan hyödyntämistä tarkastellaan myös esimerkiksi liike- ja toimistorakennuksissa, joissa valot ovat yhtäjaksoisesti päällä pitkiä aikoja.
- Rakenteellisia ratkaisuja kuten toimistotilojen tilatehokkuutta (henkilöä/m²) tarkastellaan laskennallisesti mitoittavan jäähdytystehon kannalta, jos tähän löytyy perusteita.

Ilmanvaihdon tuloilman lämpötilan, tehostetun ilmanvaihdon sekä jäähdytyskoneiston käyttöaikojen merkitys jäähdytyksen kannalta

Yleisarviointivaihe

- Yleisarviointivaiheessa kartoitetaan käytettävissä olevat ilmanvaihdon ohjaukseen sekä ilmavirtojen että tuloilman lämpötilan hallinnan osalta.
 - Kartoituksessa kiinnitetään erityistä huomiota tuloilmakanaviston eristykseen, jos tuloilma on jäähdytettyä. Eristämättömän haarakanavan vaikutusta tilakohtaisesti menetettyyn jäähdytystehoon arvioidaan D3 kesäajan lämpötilojen laskentaoppaan mukaisesti (kuva 2). Arviossa käytetään tilakohtaista tuloilman tilavuusvirtaa.
 - Yleisarviointivaiheessa lasketaan, paljonko tilakohtaista jäähdytystehoa tuloilmasta enimmillään saadaan suunnitelluilla ja tehostetuilla (+30 %) ilmavirroilla, kun sisäänpuhalluslämpötila on +15 °C (eristetty tuloilmakanava) ja huonelämpötila on +25 °C.
- Sisäilman lämpöolosuhdetarkastelut tehdään tarkempien tutkimusten yhteydessä.

Tarkempien tutkimusten vaihe

- Rakennuksen tiloja, joissa ei ole koneellista jäähdytystä, viilennetään passiivisten menetelmien kuten aurinkosuojaratkaisujen, ilmanvaihdon ja ikkunatuuletuksen avulla.
- Jos rakennuksessa ei ole koneellista jäähdytystä, tulee laskelmin selvittää, mikä on tehostetun ilmanvaihdon (+30 % ilmavirta) asetuntimääräinen hyöty kesäaikana.
 - Tehostettua ilmanvaihtoa käytetään laskennassa illalla ja yöllä, jolloin ulkoilman lämpötila on huonelämpötilaa matalampi.
- Laskennalla selvitetään ilmavirtasäätöisen järjestelmän vaikutus huonelämpötilaan ja mahdolliseen jäähdytystarpeeseen.
 - Ilmavirtasäätöinen järjestelmä mallinnetaan joko huonelämpötilan tai sekä CO₂-pitoisuuden että huonelämpötilan mukaan ohjattuna. Ilmavirran vähimmäis- ja enimmäisarvot ovat ohjauksen lähtötietoja.
- Laskennalla selvitetään ilmanvaihtokoneen lämmönsiirtimen avulla saavutettava asetuntimääräinen hyöty kylmäntalteenotossa, kun sisäilma on ulkoilmaa viileämpää.
- Koneellista ilmanvaihdon jäähdytystä laskettaessa on suositeltavaa, että alin oleskeluaikainen tuloilman lämpötila päätelaitteella on +15 °C. Yöaikana voidaan käyttää alemmaa lämpötilaa, esimerkiksi +12 °C.
 - Laskennassa sisäilman kosteussisältö määritetään RakMK osan D2 (kohta 2.2.1.5) mitoittavan ulkoilman entalpian perusteella, Lapin läänissä 50 kJ/kg ja muualla Suomessa 55 kJ/kg.
 - Laskennassa huomioidaan tuloilman lämpeneminen tuloilmakanavistossa esimerkiksi D3 kesäajan lämpötilojen laskentaoppaan mukaisesti (kuva 2).
 - Laskelmien avulla varmistetaan, että tuloilmakanavan eristyspaksuus on riittävä kondenssin välttämiseksi käytettäessä jäähdytettyä tuloilmaa.
 - Tuloilman oletetaan lämpenevän tuloilmapuhaltimessa +0,5 °C, ellei toisin osoiteta.
- Koneellisen jäähdytyksen toiminta-aikoja vertaillaan laskelmin mitoittavan jäähdytystehon kannalta mm. liike- ja toimistorakennusten osalta.
 - Jäähdytyslaitteistoa tulisi laskelmissa käyttää vain oleskeluaikana.

- Vertailulaskelmien avulla kootaan yhteen, mitä hyötyjä saavutetaan rakenteellisten ratkaisujen hyödyntämisellä, lämpökuormien pienentämisellä ja ilmanvaihtoteknisten ratkaisujen hyödyntämisellä mitoittavan jäähdytystehon pienentämiseksi.

Sisäilman lämpöolosuhteiden ja mitoittavan jäähdytystehon laskennassa käytettävät lähtötiedot

Yleisarviointivaihe

- Yleisarviointivaiheessa kartoitetaan ikkunatyypit, mahdolliset aurinkosuojaratkaisut sekä ikkunapinta-alat ilmansuunnittain. Kartoituksessa hyödynnetään arkkitehdin laatimia piirustuksia rakennuksesta.

Tarkempien tutkimusten vaihe

- Sisäiset lämpökuormat (W/m^2) ja vaikutusajat valitaan ensisijaisesti rakennuksen käyttötarkoituksen mukaan. Standardikäyttö on kuvattu RakMK osan D3 kohdissa 3.3.1 – 3.3.5.
 - Suunnitteluratkaisua vastaavia lämpökuormia voidaan käyttää tilatyypeittäin lämpötilalaskelmissa, jos nämä ovat todennettavissa erillisen selvityksen avulla.
 - Suunnitteluratkaisua vastaavia vaikutusaikoja voidaan käyttää ilman erillistä selvitystä, jos tilaan kohdistuva lämpökuorma vuorokauden aikana on standardikäyttöä vastaava.
- Ilmanvaihdon käyttöajaksi asetetaan ilmanvaihtokoneen todellinen käyttöaika, toimistorakennukselle esimerkiksi 07–18. Yötuuletuksen käyttöajat valitaan erikseen.
- Laskennassa käytetään suunniteltuja ja mahdollisia tehostettuja ilmavirtoja (+30 %).
- Ulkoiset lämpökuormat otetaan huomioon todellisten seinä- ja ikkunarakenteiden avulla. Ikkunarakenteiden osalta huomioidaan, miten tunnusluvut on ilmoitettu – kokonaisarvo standardin mukaiselle ikkunakoolle tai erikseen valoaukolle ja karmiosalle. Ikkunarakenteiden lähtötiedot laskentaan ovat:
 - Ikkunan U-arvo, W/m^2K (lämmönläpäisykerroin)
 - Ikkunan g-arvo, - (auringonsäteilyn kokonaisläpäisy)
 - Ikkunan valoaukon pinta-ala, m^2
 - Ikkunan karmiosan pinta-ala, m^2
- Mallinnuksessa huomioidaan
 - Todellinen ilmansuunta
 - Mahdolliset aurinkosuojaratkaisut
 - Ympäristön varjostus sekä ikkunan asennussyvyys seinärakenteessa
 - Seinä- ja kattorakenteiden ulkopuoliset emissiviteetit määritetään tarkemmin, jos nämä ovat erityisen heijastavia tai tummia.
 - Ulkoilmaan rajoittuvassa tilassa huomioidaan vuotoilman lämpökuorma tai -häviö tilaan.

Sisäilman lämpöolosuhteiden ja mitoittavan jäähdytystehon laskenta rakennuksessa

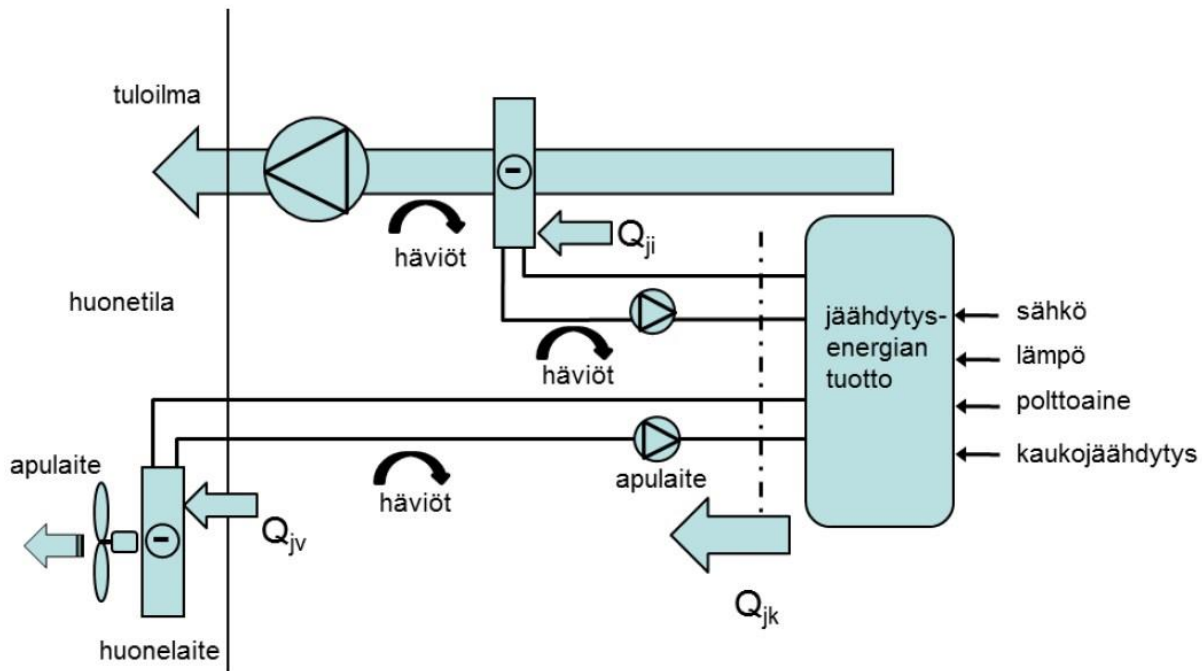
Yleisarviointivaihe

- Ilmanvaihtokoneen jäähdytyspatterin mitoittava teho määritetään ensisijaisesti olemassa olevien laite- ja järjestelmädokumenttien sekä jäähdytys suunnitelmien perusteella.
 - Jäähdytyspatterin teho nestepuolella lasketaan suunnitelmien mukaan lämmönsiirtonesteen mitoittavan tilavuusvirran ja lämpötilaeron perusteella (esimerkiksi 5 °C). Ilmapuolelle siirtyvä jäähdytysteho mitoittavissa olosuhteissa lasketaan RakMK osan D5 (2012) kohdan 8.1.1 mukaisesti käyttämällä taulukossa 8.2 esitettyjä häviökertoimia menonesteen lämpötilatasosta riippuen.
- Tilajäähdytyksen mitoittava jäähdytysteho määritetään ensisijaisesti olemassa olevien laite- ja järjestelmädokumenttien sekä jäähdytys suunnitelmien perusteella. Tilajäähdytyksen tuntuva jäähdytysteho lasketaan huomioimalla menonesteen lämpötilasta riippuvat häviökertoimet (RakMK osa D5 (2012), taulukko 8.2).
 - Ikkunallisessa toimistohuoneessa mitoittava tilajäähdytyksen teho ($W/lattia-m^2$) voidaan arvioida *taulukon 1* perusteella, ellei tarkempia tietoja ole saatavilla. Ikkuna 1 on kirkas kolmilasinen ikkuna (g-arvo 0,70) ja Ikkuna 2 kolmilasinen ikkuna lämpölasilla (g-arvo 0,54). Uloimpien lasien välissä on sälekaihtimet (ikkunan g-arvon pienennys 34 %), huoneen pinta-ala on 10 m^2 ja ikkunan kokonaispinta-ala on 3,5 m^2 .

Taulukko 1. Mitoittava jäähdytysteho ($W/lattia-m^2$) ikkunallisessa toimistohuoneessa, jossa tilajäähdytyksen mitoituslämpötila on 25 °C.

Ilmansuunta	Etelä	Länsi	Itä	Pohjoinen
Yksikkö	W/m^2	W/m^2	W/m^2	W/m^2
Toimisto, Ikkuna 1	85	75	65	15
Toimisto, Ikkuna 2	65	50	50	15

Jäähdytysjärjestelmän periaate on esitetty kuvassa 3.



Kuva 3. Jäähdytysjärjestelmän periaate. Järjestelmän kulutuspuolella ilmanvaihtokoneen jäähdytyspat-
terin käyttämä vuotuinen nettojäähdytysenergia on Q_{ji} ja tilajäähdytyksen vastaavasti Q_{jv} . Jäähdytys-
järjestelmällä tuotettu vuotuinen jäähdytysenergia Q_{jk} lasketaan nettojäähdytysenergian ja järjestelmä-
häviöiden perusteella.

Tarkempien tutkimusten vaihe

- Laskennallinen jäähdytysteho (tuntuva teho) tilassa määritetään testivuoden 2012 säätietojen perusteella yhden kesäviikon ajalta. Testiviikon aikana ulkoilman lämpötilan ja auringon säteilyn tulee pysyä testivuoden säätietoihin verrattuna korkealla tasolla.
- Laskenta tehdään dynaamisena siten, että tarkasteltavaa ajanjaksoa edeltää vähintään yksi viikko (lämpöolosuhteiden asettuminen lähtöarvotasolle). Lähtöarvotasossa huomioidaan lämpökuormien ja ilmanvaihdon erilaiset aikataulut arkipäivien ja viikonlopun aikana.
- Laskettavissa tiloissa huomioidaan ilmanjako (tulo- ja poistoilmalinten sijainti), siirtoilmavirrat eri vyöhykkeiden välillä sekä suljetut tai avoimet ovet tilojen välillä. Korkeissa huonetiloissa kuten auloissa käytetään lämpötilan kerrostuneisuutta huonelämpötilan ja jäähdytystehon arvioimiseksi.
 - Tarkasteltavaa tilaa ympäröivät tilat huomioidaan laskennassa, jos lämpöolosuhteet näissä poikkeavat merkittävästi. Esimerkkinä rakennuksen julkisivulla oleva tila, joka on avoimen oviaukon välityksellä yhteydessä sisempänä olevaan tilaan.
- Huonelämpötilan pysyvyys varmistetaan simuloinein RakMK osan D3 (kohta 2.2.1) mukaisesti ajanjaksolla 1.6–31.8. Määräyskohdan 2.2.2.1 mukaan kesäajan huonelämpötila ei saa ylittää kohdan 3.2.1 taulukon 2 jäähdytysrajan arvoa enemmän kuin 150 astetuntia.

Jäähdytyksen nettoenergiantarpeen määrittäminen vuositasolla

Yleisarviointivaihe

- Tilajäähdytyksen nettoenergiantarve määritetään ensisijaisesti tarkempien tutkimusten yhteydessä.
 - Ikkunallisessa toimistohuoneessa tilajäähdytyksen nettoenergiantarve vuositasolla (kWh/lattia-m²) voidaan arvioida *taulukon 2* perusteella, ellei tarkempia tietoja ole saatavilla. Laskennan lähtötiedot on esitetty *taulukon 1* yhteydessä.

Taulukko 2. Tilajäähdytyksen nettoenergiantarve vuositasolla (kWh/lattia-m²) ja vuotuinen käyttöaika (h) ikkunallisessa toimistohuoneessa, jossa tilajäähdytyksen mitoituslämpötila on 25 °C.

Ilmansuunta	Etelä	Länsi	Itä	Pohjoinen
Yksikkö	kWh/m²	kWh/m²	kWh/m²	kWh/m²
Toimisto, Ikkuna 1	25	16	11	1
Toimisto, Ikkuna 2	17	11	8	1
Yksikkö	h	h	h	h
Toimisto, Ikkuna 1	860	650	540	50
Toimisto, Ikkuna 2	760	600	450	50

Tarkempien tutkimusten vaihe

- Ilmanvaihdon jäähdytyksen nettoenergiantarve määritetään testivuoden 2012 ulkoilman entalpian, ilmanvaihto- ja jäähdytyskoneiden käyttöaikojen sekä jäähdytetyn tuloilman entalpian perusteella. Tuloilman entalpian laskennassa huomioidaan patterin pintalämpötila (meno- ja paluunesteiden lämpötilat) sekä tuloilman lämpötilan asetusarvo.
- Tilajäähdytyksen vuotuinen nettoenergiantarve määritetään dynaamisella laskentaohjelmalla niiden tilojen osalta, joissa esiintyy yllämpenemistä.
 - Tilajäähdytyksen laskenta voidaan työmäärän pienentämiseksi tehdä tilatyypeittäin niin, että yksi tyyppitila mallinnetaan jokaista ilmansuuntaa kohti.
 - Yksityiskohtaisempaa tarkastelua käytetään, jos varjostus poikkeaa rakennuksen pystysuunnassa. Rakennuksen ylimmän kerroksen tyyppitilat lasketaan aina erikseen, sillä lämpimästä kattopinnasta kohdistuu alla oleviin tiloihin lisälämpökuormaa.
 - Tilajäähdytyksen nettoenergiantarve lasketaan tilatyypeittäin ominaisjäähdytysenergian (kWh/m²) ja tilatyypin kokonaispinta-alan (m²) perusteella. Laskennassa huomioidaan ominaisjäähdytysenergian vaihtelu ilmansuunnittain.

Jäähdytysjärjestelmän toteutustapa ja sen vaikutuksen määrittäminen jäähdytyksen bruttoenergiantarpeeseen vuositasolla

Yleisarviointivaihe

- Yleisarviointivaiheessa selvitetään jäähdytys suunnitelmien ja muiden asiakirjojen perusteella, miten jäähdytysjärjestelmä on toteutettu sekä tila- että ilmanvaihdon jäähdytyksen osalta.
 - Selvityksen ja RakMK osan D5 (2012) kohdan 8.1.2 ja taulukon 8.1 perusteella järjestelmän tuotto-prosessille arvioidaan vuotuinen kylmäkerroin.
- Jäähdytysenergian bruttoenergiantarve lasketaan ensisijaisesti tarkempien tutkimusten yhteydessä.
 - Ikkunallisessa toimistohuoneessa tilajäähdytyksen bruttoenergiantarve vuositasolla (kWh/lattia-m²) voidaan arvioida nettoenergiantarpeen perusteella (*taulukko 2*), ellei tarkempia tietoja ole saatavilla. Jäähdytysjärjestelmän häviöt määritetään jäähdytysjärjestelmien energialaskentaoppaan 2011 kohdan 2.3.2 mukaisesti käyttämällä taulukossa 8 listattuja arvoja.

Tarkempien tutkimusten vaihe

- Jäähdytysjärjestelmän bruttoenergiantarpeessa otetaan huomioon kylmän tuotannosta, siirrosta ja säädöstä aiheutuvat häviöt.
- Jäähdytysjärjestelmän häviöt lasketaan Jäähdytysjärjestelmien energialaskentaoppaan 2011 kappaleen 1 mukaisesti sekä ilma- että nestepuolella, jos tarkempaa tietoa ei ole saatavilla.
- Huonelaitteen kondenssihäviöt voidaan sisällyttää jäähdytyksen energiantarpeeseen simulointiohjelmassa, jos esimerkiksi seuraavat lähtötiedot ovat annettavissa:
 - Huonelaitteen mitoittava jäähdytysteho, mitoittava huonelämpötila sekä meno- ja paluunesteiden lämpötilat mitoittavissa olosuhteissa.
 - Vaihtoehtoisesti huonelaitteessa tapahtuva kondensoitumisen häviöenergia voidaan laskea Jäähdytysjärjestelmien energialaskentaoppaan 2011 kohdan 2.3.2 mukaisesti käyttämällä taulukossa 8 listattuja arvoja.

- Jäähdytyspatterin kondenssihäviöt voidaan sisällyttää jäähdytyksen energiantarpeeseen simulointiohjelmassa, jos jäähdytyspatterin suoritusarvot ovat luotettavasti tiedossa.
 - Vaihtoehtoisesti käytetään jäähdytyksen menoveden lämpötilasta riippuvaa häviökerrointa Jäähdytysjärjestelmien energialaskentaoppaan 2011 kohdan 2.3.1 ja taulukon 7 mukaisesti.
- Tilajäähdytyksen apulaitteiden kuten pumppujen ja puhaltimien energia lasketaan Jäähdytysjärjestelmien energialaskentaoppaan 2011 kohdan 2.4 mukaisesti.
 - Laskentamenetelmä huomioi jäähdytysverkoston kokonaispainehäviön, lämmönsiirtonesteen tilavuusvirran, pumpun hyötysuhteen, taajuusmuuttajat ja jäähdytyksen toiminta-ajan. Puhallinpatterien yms. tapauksessa huomioidaan lisäksi puhaltimen sähköteho.
- Jäähdytysenergian tuotto-prosessin vuotuiset kylmäkertoimet määritetään ensisijaisesti RakMK osan D5 (2012) kohdan 8.1.2 ja taulukon 8.1 perusteella. Erilaisia jäähdytyksen tuotto-prosesseja voidaan yhdistellä, jos jäähdytysenergian tuotto-osuudet ovat tiedossa.
 - Vapaa-jäähdytyksen jäähdytysenergianosuus voidaan laskea vuosisimuloinnista tulostettujen tuntipohjaisten jäähdytystehotietojen ja ulkoilman lämpötilan perusteella.
 - Kompressorikylmälaitoksen vuotuinen kylmäkerron voidaan myös laskea yksityiskohtaisella menetelmällä, esimerkiksi Jäähdytysjärjestelmien energialaskentaoppaan 2011 kohdan 2.2.2 mukaisesti.
 - Yksityiskohtaista menetelmää voidaan soveltaa, jos mm. kylmäaine, kompressorin tyyppi, mitoittava jäähdytysteho ja tätä vastaavat höyrystymis- ja lauhtumislämpötilat (jäähdytysveden ja lauhtumisveden / ulkoilman lämpötila) ovat tiedossa. Laskennassa huomioidaan kylmäkertoimen riippuvuus sekä toimintapisteestä että osatehosuhteesta.
- Vapaa-jäähdytyksellä tuotetun vuotuisen jäähdytysenergiaosuuden laskeminen
 - Laskennassa käytetään jäähdytysjärjestelmän todellisia mitoitus-tietoja, vuosisimuloinnin avulla tuotettuja jäähdytystehoja sekä ulkoilman lämpötiloja.
 - Lähtötietoja: Vapaa-jäähdytys siirtimen jäähdytysteho toimintapisteessä, esimerkiksi ulkoilman lämpötila, meno- ja paluunesteiden lämpötilat liuospiirissä sekä liuksen massavirta.
 - Lähtötietoja: Jäähdytysverkoston mitoitus-teho, mitoitus-tehoa vastaavat lämpötilatasot liuospiirissä sekä lämmönsiirtonesteen lämpötekniset ominaisuudet.
 - Vapaa-jäähdytyksellä tuotetun jäähdytysenergian osuus lasketaan lähtötietojen perusteella esimerkiksi taulukkolaskentaohjelmalla.

LIITE 1. Energiatohokkuuden arvioinnissa käytettävät laskentamenetelmät

Tässä liitteessä listataan ilmanvaihdon kuntotutkimuksen yhteydessä tehtävän laskennallisen energiankäytön tarkasteluun käytettävissä olevia menetelmiä. Huomioitavaa on, että esimerkiksi rakennuksen energian kulutukseen liittyvät listatut menetelmät ovat käytettävissä myös ilmanvaihdon laskelmiin. Yhtä menetelmää ei listata kahteen kertaan tässä yhteydessä. Eri laskentamenetelmien soveltuvuus ja käyttö laskennan eri osa-alueilla (lämpöenergia, sähköenergia ja jäähdytysenergia) on tuotu esille tämän ohjeen kappaleissa 4, 5 ja 6).

Listaus voi toimia suunnannäyttäjänä, kun mietitään käytettävissä olevia mahdollisia laskentatapoja tai halutaan lisätietoa käytetyistä laskentamenetelmistä.

- Rakennuksen energiankulutus
 - Rakentamismääräyskokoelman osa D3 (2012) Rakennusten energiatehokkuus. Määräykset ja ohjeet.
 - Rakentamismääräyskokoelman osa D5 (2012) Rakennuksen energiankulutuksen ja lämmitystehontarpeen laskenta. Ohjeet.
 - Tasauslaskentaopas 2012. Rakennuksen lämpöhäviön määräystenmukaisuuden osoittaminen. Ympäristöministeriö.
 - Ympäristöministeriön tasauslaskentatyökalu (Excel).
 - Lämpöpumppujen energialaskentaopas. Ympäristöministeriö, 2012.
 - Jäähdytysjärjestelmien energialaskentaopas. Ympäristöministeriö, 2011.
 - D3 kesäajan lämpötilojen laskentaopas. Ympäristöministeriö, 2012.
 - Lämmitysjärjestelmät ja lämmin käyttövesi – laskentaopas 2011. Ympäristöministeriö.
 - SFS-EN ISO 13790 Rakennusten energiatehokkuus. Lämmityksen ja jäähdytyksen energiantarpeen laskenta.
 - *Tässä standardissa esitetään menetelmät, joilla arvioidaan rakennustuotteiden ja talotekniikan vaikutus energiansäästämiseen ja rakennusten kokonaisenergiatohokkuuteen.*
 - Soveltuvat energia- ja lämpötilalaskentaohjelmistot.
- Lämmöntalteenotto
 - Ympäristöministeriön moniste 122 - Ilmanvaihdon lämmöntalteenotto lämpöhäviöiden tasauslaskennassa. Ympäristöministeriö, 2003.
 - Ympäristöministeriön LTO-laskin 2012.
 - *Suunniteltu käytettäväksi D3-tasauslaskennan yhteydessä.*
 - LVI 38-10454 Ilmanvaihdon lämmöntalteenotto. Ohjeet. Rakennustietosäätiö RTS, 2010.
- Ilmanvaihdon energialaskenta
 - SFP-opas. Opas ilmanvaihtojärjestelmän ominaissähkötehon määrittämiseen, laskentaan ja mittaamiseen. LVI-talotekniikkateollisuus ry, 2009.
 - LVI 30-10529 Ilmanvaihtojärjestelmän ominaissähköteho SFP. Ohjeet. Rakennustietosäätiö RTS, 2013.
 - LVI 30048 Ilmanvaihtojärjestelmän ominaissähkötehon laskenta (Excel). Rakennustietosäätiö RTS, 2013.
 - SFS-EN 13779 Rakennusten ilmanvaihto. Muiden kuin asuinrakennusten ilmanvaihto- sekä huoneilmastointijärjestelmien tehokkuusvaatimukset. Suomen Standardisoimisliitto SFS ry, 2007.
 - *Standardi opastaa erityisesti suunnittelijoita, rakennuksen omistajia ja käyttäjiä ilmanvaihtoon, ilmastointijärjestelmiin ja huoneilmastointijärjestelmiin liittyviin asioihin viihtyisän ja terveellisen sisäympäristön saavuttamiseksi kaikkina vuodenaikoina hyväksyttävien asennus- ja käyttökustannuksin. Standardi keskittyy tyypillisten järjestelmäsovellusten ominaisuuksiin ja kattaa muun muassa asioita jotka ovat tärkeitä järjestelmän hyvän energiatehokkuuden saavuttamiseksi ja ylläpitämiseksi sisäympäristön laadusta tinkimättä.*
 - SFS-EN 15241 Rakennusten ilmanvaihto. Liikerakennusten ilmanvaihdon ja ilmapuotojen energiahäviöiden laskentamenetelmät. Suomen Standardisoimisliitto SFS ry, 2007.
 - *Standardi määrittelee laskentamenetelmän ilmanvaihdon ilmavirtojen vaikutuksen rakennuksen energiankäyttöön.*
 - SFS-EN ISO 13789 Rakennusten lämpötekniset ominaisuudet. Johtumisen ja ilmanvaihdon ominaislämpöhäviökertoimet. Laskentamenetelmä. Suomen Standardisoimisliitto SFS ry, 2008.
 - *Standardissa kuvataan keinot joilla voidaan arvioida rakennuksen stationaarisen tilan ilmanvaihdolla tapahtuvan lämpöenergian siirron hyötysuhdetta.*
 - SFS-EN 15243 Rakennusten ilmanvaihto. Huonelämpötilojen sekä lämpökuormien ja energiantarpeen laskenta käytettäessä ilmastointi- tai säteilyjärjestelmää. Suomen Standardisoimisliitto SFS ry, 2008.
 - *Standardi käsittelee lämmitys-, ilmanvaihto- ja ilmastointijärjestelmien energiantarpeen laskentaa. Standardi määrittelee yksinkertaistetut menetelmät ja kuvaa standardisoidun vuotuisen energiankulutuksen laskennalle välttämättömän toiminnallisuuden järjestelmille, jotka aikaansaavat lämpötilan, koneellisen ilmanvaihdon ja ilman kosteuden säädön.*

- Dynaamiset menetelmät – tietokonesimulointi
 - Ilmanvaihdon jäähdytystehon ja jäähdytysenergiantarpeen laskelmat sekä huonelämpötilan pysyvyytarkastelut tehdään dynaamisella simulointiohjelmalla
 - Dynaamisella simulointiohjelmalla tarkoitetaan ohjelmaa, joka toimii riittävän pienellä aika-askeleella (< 1 h) ja joka ottaa huomioon dynaamisen lämmönsiirron sekä ympäristön että ympäröivien tilojen välillä.
 - Ohjelmassa tulee olla mahdollisuus ottaa huomioon varjostuksen vaikutus huonelämpötilaan. Varjostukseksi lasketaan rakenteelliset varjostukset (rakennuksen muodot, aurinkosuojalipat, aurinkosuojasäleet jne.) ja ympäristön varjostukset (ympäröivät rakennukset, puut jne.).
- Soveltuvat energia- ja lämpötilasimulointiohjelmistot (muun muassa IDA Indoor Climate and Energy).