

# Laskentaliite ympäristöministeriön asetuksen ”rakennuksen energiatehokkuuden parantamisesta korjaus- ja muutostöissä”

Ympäristöministeriön asetuksessa ”Rakennuksen energiatehokkuuden parantamisesta korjaus- ja muutostöissä” annetaan kolme eri vaihtoehtoa, joilla voidaan osoittaa korjaus- tai muutostöiden vaatimustenmukaisuus rakennuksen energiatehokkuuden parantamisen osalta. Vaihtoehtoina on

1. parantaa rakennusosien lämmöneristävyttä.
2. pienentää rakennuksen laskennallista energiankulutusta alle rakennusluokakohtaisesti asetetun kiinteän raja-arvon. Laskennassa voidaan soveltaa uudisrakentamisen laskentaan tarkoitettuja ohjeita. Laskenta tehdään standardikäytöllä. Energiakulutuksen raja-arvot on asetettu laskennallisena vuotuisena energiankulutuksena lämmitettyä nettoala kohden ( $\text{kWh}/(\text{m}^2\text{a})$ ).
3. parantaa rakennuksen vuotuista laskennallista kokonaisenergian kulutusta. Rakennusluokakohtaiset raja-arvot on annettu suhteellisena muutoksena alkuperäisen rakennuksen tai jos rakennuksen käyttötarkoitusta on muutettu, niin viimeisimmän muutoksen yhteydessä tehtyjen muutosten mukaisen rakennuksen laskennalliseen kokonaisenergiakulutukseen verrattuna. Laskennassa voidaan soveltaa samoja laskentavälineitä ja ohjeita kuin uudisrakentamisessa. Kokonaisenergiakulutuksen raja-arvot on asetettu vuotuisena laskennallisena kokonaisenergiankulutuksena lämmitettyä nettoala kohden ( $\text{kWh}/(\text{m}^2\text{a})$ ). Energiamuodon kertoimista on säädetty erikseen valtioneuvoston asetuksella ja ne ovat samat kuin uudisrakentamisessa.

Teknisten järjestelmien peruskorjauksessa, uudistamisessa ja uusimisessa olisi täytettävä asetuksessa annetut raja-arvot riippumatta valitusta vaihtoehdosta 1-3.

Tilojen kesäaikaisen sisälämpöolosuhteet eivät saa heiketä korjausten ja uusimisien johdosta. Tilojen kesäaikaisen ylläampemisen estäminen passiivisilla keinoilla voidaan laskea hyödyksi tilojen jäähdytysenergiatarvetta pienentävänä tekijänä, kun suunnitellaan rakennuksen energiatehokkuuden parantamista.

## Pinta-alat

### Lämmitetty nettoala

Lämmitetty nettoala on lämmitettyjen kerrostasoalojen summa kerrostasoja ympäröivien ulkoseinien sisäpintojen mukaan laskettuna. Vaihtoehtoisesti lämmitetty netto-ala voidaan laskea lämmitetystä bruttoalasta, josta on vähennetty ulkoseinien rakennusosa-ala.

Rakennuksen lämmitetty nettoala selvitetään ajantasaisista asiakirjoista, kuten rakennuksen piirustuksista tai tietomalleista, tai arvioidaan riittävällä tarkkuudella paikan päällä. Mikäli rakennuksen ajantasaisia asiakirjoja ei ole tai pinta-alojen arviointi mittaamalla osoittautuu vaikeasti toteutettavaksi, voidaan rakennuksen lämmitetyn nettoalan arvioida olevan 90 % lämmitetystä bruttoalasta. Rakennuksen bruttoala voidaan arvioida rakennuksen ulkomittojen ja kerrosluvun mukaan, mikäli bruttoala ei ole tiedossa. Lämmitetty bruttoala saadaan vähentämällä bruttoalasta lämmittämättömien tilojen pinta-ala.

Puolilämpimät tilat, kuten ullakko ja muut rakennuksessa olevat varastot, käsitellään lämpiminä tiloina. Lämmittämättömät tilat eivät kuulu tarkasteluun eikä niiden pinta-alaa oteta mukaan laskentaan.

## Rakennusosien pinta-alat

Rakennuksen rakennusosien pinta-alat selvitetään rakennuksen ajantasaisista asiakirjoista, kuten piirustuksista tai tietomalleista, tai arvioidaan riittävällä tarkkuudella paikan päällä.

Rakennuksen energiakulutuksen ja kokonaisenergiakulutuksen laskennassa tarvittavat rakennusvaipan eri rakennusosien pinta-alat määritetään rakennuksen kokonaisisämittojen mukaan.

Alapohjan pinta-ala lasketaan sisämittojen mukaan aukkojen ja rakenteiden aloja vähentämättä. Alapohjan läpivientien, kuten kanavien, pilarien, viemärien ja vesijohtojen läpiviennit, pinta-alaa ei vähennetä alapohjan pinta-alasta.

Yläpohjan pinta-ala lasketaan ulkoseinien sisämittojen mukaisesti kattoikkunoiden aukkojen pinta-alat vähentäen. Yläpohjan läpivientien, kuten kanavien, hormien ja tuuletusputkien läpiviennit, pinta-alaa ei vähennetä yläpohjan pinta-alasta.

Ulkoseinien pinta-ala lasketaan sisämittojen mukaisesti alapohjan lattiapinnasta yläpohjan alapintaan ikkunoiden ja ovien aukkojen pinta-alat vähentäen.

Ikkunoiden ja ovien pinta-alat lasketaan kehän ulkomittojen (karmirakenteen ulkomittojen) mukaan. Julkisivun tai katon muodosta merkittävästi poikkeavan ikkunaratkaisun, kupumaisen kattoikkunan ja valoaukollisen savunpoistoluukun pinta-ala lasketaan tapauskohtaisesti yleisohjetta soveltaen.

## Rakennusosakohtaisten vaatimustenmukaisuuden osoittaminen

Asetuksessa on esitetty raja-arvot eri rakennusosien lämmöneristävyyden parantamiselle suhteellinen parannus alkuperäisestä tasosta sekä enimmäisarvot. Rakennusosien lämmöneristävyyttä kuvaava lämmönläpäisykerroin laskentaan voimassa olevan Suomen rakentamismääräyskokoelman osan C4 ”Lämmöneristys” mukaan.

Alkuperäisten rakenteiden lämmönläpäisykertoimet selvitetään hankesuunnittelun yhteydessä tehtävissä tarkastuksissa tai ajantasaisista rakennuksen asiakirjoista, kuten piirustuksista tai tuotemalleista, tai muista asiakirjoista, kuten rakennusluvan myöntämisen aikaan voimassa olleista rakentamismääräyksistä tai erilaisista rakennushankkeessa noudatetuista ohjeista. Mikäli rakenteiden ominaisuuksia ei voida selvittää asiakirjoista ja mikäli niitä ei selvitetä tai arvioida hankesuunnittelun yhteydessä, käytetään taulukon 1 mukaisia lämmönläpäisykertoimia.

Täysin uusittavien rakennusosien uutena lämmönläpäisykertoimena voidaan käyttää valmistajan ilmoittamaa luotettavaa arvoa.

Rakenteen uusi lämmönläpäisykerroin voidaan laskea taulukon 1 avulla taikka muilla tavoilla arvioidun alkuperäisen rakenteen lämmönläpäisykertoimesta ottamalla huomioon rakenteesta poistettujen ja siihen lisättyjen materiaalikerrosten ominaisuudet.

Mikäli useampia rakennusosia korjataan yhtä aikaa, voidaan niiden vaatimustenmukaisuus osoittaa tasauslaskennalla siten, että vertailuarvoina toimivat korjattavien rakennusosien osakohtaiset vaatimukset. Tasauslaskennassa tehdään Suomen rakentamismääräyskokoelman osan D3 ”Rakennusten energiatehokkuus” kohdan 2.5 mukaisesti niiden rakennusosien osalta, jotka ovat korjauksen kohteena. Kuitenkin niin,

että poiketen D3 kohdasta 2.5.4 rakennusosien pinta-aloina käytetään vertailutapauksessa rakennusosien pinta-aloja ennen korjaushanketta ja suunnittelutapauksessa rakennusosien pinta-aloja korjaushankkeen jälkeen. Rakennuksen ja rakennusosien pinta-alojen määrittäminen tehdään edellä mainittujen pinta-aloja laskentaohjeita käyttäen taikka voimassa olevien uudisrakentamisen laskentaohjeiden mukaisesti.

Mikäli vaatimuksenmukaisuus osoitetaan tasauslaskennalla, niin rakennuksen ilmapitävyyden paraneminen voidaan ottaa laskelmassa huomioon. Tällöin ilmanpitävyyssmittaus tulee tehdä sekä ennen että jälkeen korjaushankkeen. Mitattuja arvo tulee käyttää tasauslaskennassa.

*Taulukko 1. Rakenteiden lämmönläpäisykertoimet,  $W/m^2K$ .*

	Rakennusluvan vireilletulovuosi								
	-1969	1969-	1976-	1978-	1985-	10/2003-	2008-	2010-	2012-
Lämpimät tilat									
Ulkoseinä	0,81	0,81	0,40	0,35	0,28	0,25	0,24	0,17	0,17
Maavarainen alapohja	0,47	0,47	0,40	0,40	0,36	0,25	0,24	0,16	0,16
Ryömintätilainen alapohja	0,47	0,47	0,40	0,40	0,40	0,20	0,20	0,17	0,17
Ulkoilmaan rajoittuva alapohja	0,35	0,35	0,35	0,29	0,22	0,16	0,16	0,09	0,09
Yläpohja	0,47	0,47	0,35	0,29	0,22	0,16	0,15	0,09	0,09
Ovi	2,2	2,2	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,0	1,0
Ikkuna	2,8	2,8	2,1	2,1	2,1	1,4	1,4	1,0	1,0
Puolilämpimät tilat									
Ulkoseinä	0,81	0,81	0,70	0,60	0,45	0,40	0,38	0,26	0,26
Maavarainen alapohja	0,60	0,60	0,60	0,60	0,45	0,36	0,34	0,24	0,24
Ryömintätilainen alapohja	0,60	0,60	0,60	0,60	0,40	0,30	0,28	0,26	0,26
Ulkoilmaan rajoittuva alapohja	0,60	0,60	0,60	0,60	0,45	0,30	0,28	0,14	0,14
Yläpohja	0,60	0,60	0,60	0,60	0,45	0,30	0,28	0,14	0,14
Ovi	2,2	2,2	2,0	2,0	2,0	1,8	1,8	1,4	1,4
Ikkuna	3,1	3,1	3,1	3,1	3,1	1,8	1,8	1,4	1,4

## Teknisten järjestelmien vaatimustenmukaisuuden osoittaminen

Asetuksessa on esitetty vaatimukset ilmanvaihdon lämmöntalteenoton vuosihyötysuhteelle ja ominaissähkötehölle.

### Ilmanvaihdon lämmöntalteenoton vuosihyötysuhde

Ilmanvaihdon vuosihyötysuhteen laskenta tehdään voimassa olevan tasauslaskentaoppaan mukaisesti.

Laskennassa käytetään valmistajan ilmoittamaa esimerkiksi standardin SFS-EN 308 mukaan mitattua tuloilman lämpötilasuhdetta (tulo- ja poistoilman massavirrat ovat yhtä suuret) tai voimassa olevan tyyppihyväk-

syntäohjeen mukaisella tavalla mitattua hyötysuhdetta. Lämpötilasuhde määritellään selvitettyillä ilmavirroilla.

Ilmanvaihtokoneen vuosihyötysuhteen määrittämisessä on otettava huomioon tulo- ja poistoilmavirtojen suhde ja jäätymissuojauksen toiminta sekä mahdollinen tuloilman lämpötilan rajoittaminen.

Ilmanvaihdon vuosihyötysuhteen laskennassa otetaan huomioon yleensä rakennuksen kaikki ilmanvaihtojärjestelmät, paitsi jos niiden ilmavirtojen osalta, joille lämmöntalteenoton rakentaminen osoitetaan epätarkoituksenmukaiseksi. Jos korjaus- tai muutoshankkeeseen ei kuulu rakennuksen kaikki ilmanvaihtojärjestelmät, ilmanvaihdon vuosihyötysuhteen vaatimusta voidaan tarvittaessa soveltaa vain korjaus- ja muutostöiden kohteena oleviin ilmanvaihtojärjestelmien osiin.

Laskentaan löytyy myös sovellus ympäristöministeriön internetsivuilta osoitteesta [www.ymparisto.fi/rakentamismaaraykset](http://www.ymparisto.fi/rakentamismaaraykset).

Mikäli yhtä tai useampia rakennusosaa korjataan yhtä aikaa ilmanvaihtojärjestelmän kanssa, voidaan niiden muodostaman kokonaisuuden vaatimustenmukaisuus osoittaa tasauslaskennalla siten, että vertailuarvoina toimivat korjattavien rakennusosien osakohtaiset vaatimukset ja ilmanvaihdon lämmöntalteenoton vuosihyötysuhdevaatimus. Tasauslaskennassa tehdään Suomen rakentamismääräyskokoelman osan D3 ”Rakennusten energiatehokkuus” kohdan 2.5 mukaisesti ilmanvaihdon ja niiden rakennusosien osalta, jotka ovat korjauksen kohteena. Kuitenkin niin, että poiketen D3 kohdasta 2.5.4 rakennusosien pinta-aloina käytetään vertailutapauksessa rakennuksen pinta-aloja ennen korjaushanketta ja suunnittelutapauksessa rakennuksen pinta-aloja korjaushankkeen jälkeen. Rakennuksen pinta-alojen määrittäminen tehdään voimassa olevien uudisrakentamisen laskentaohjeiden mukaisesti. Rakentamismääräyskokoelman osassa D3/2012 esitetään rakennustyyppikohtaiset standardikäytön ilmavirrat ja ilmanvaihdon käyntiajat, joita on käytettävä lämpöhäviöiden tasauslaskennassa paitsi, jos rakennuksen ilmamäärät on mitattu ennen ja jälkeen korjaushankkeen ja ne ovat suuremmat kuin edellä mainitut standardikäytön ilmavirrat. Ilmanvaihdon ilmavirta on sama vertailu- ja suunnitteluratkaisussa.

Mikäli vaatimuksenmukaisuus osoitetaan tasauslaskennalla, niin rakennuksen ilmapitävyyden paraneminen voidaan ottaa laskelmassa huomioon. Tällöin ilmapitävyysmittaus tulee tehdä sekä ennen että jälkeen korjaushankkeen. Mitattuja arvo tulee käyttää tasauslaskennassa.

### **Ilmanvaihdon ominaissähköteho**

Ilmanvaihdon ominaissähköteho on kaikkien puhaltimien, mahdollisten taajuusmuuttajien ja muiden tehonsäätölaitteiden yhteenlaskettu sähköverkosta ottamaa sähköteho jaettuna ilmanvaihtojärjestelmän koko mitoitusjäteilmavirralla tai mitoitusulkoilmavirralla (suurempi näistä).

Ilmanvaihtojärjestelmän ominaissähköteho voi olla annettuja raja-arvoja suurempi, jos esimerkiksi rakennuksen sisäilmaston hallinta edellyttää tavanomaisesta poikkeavaa ilmastointia. Ilmanvaihdon ominaissähkötehon laskennassa otetaan huomioon yleensä rakennuksen kaikki ilmanvaihtojärjestelmät. Jos korjaus- tai muutoshankkeeseen ei kuulu rakennuksen kaikki ilmanvaihtojärjestelmät, ominaissähkötehon vaatimusta voidaan tarvittaessa soveltaa vain korjaus- ja muutostöiden kohteena oleviin ilmanvaihtojärjestelmien osiin. Mikäli muutos- tai korjaushanke sisältää vain ilmanvaihtokoneen uusimisen ja kanavisto säilytetään entisellään, niin ominaissähkötehonvaatimusta voidaan poiketa, jos kanaviston mitoitusperusteet oleellisesti poikkeavat ominaissähköteho vaatimuksen täyttämisen tarvittavista tai ilmamäärät oleellisesti suurenevat hankkeen seurauksena.

## Rakennuksen energiakulutuksen ja kokonaisenergian vaatimustenmukaisuuden osoittaminen

Laskenta suoritetaan käyttäen RakMk D3:n lukujen 3 ja 4 laskentasääntöjä, jollei tässä asetuksessa toisin säädetä ja RakMk D3:n luvussa 5 esitettyjen vaatimusten mukaisilla laskentamenetelmillä ja laskentatyökaluilla. Rakennuksille, joissa ei ole jäähdytystä tai jäähdytystä on vain yksittäisissä tiloissa, voidaan käyttää kuukausitason laskentamenetelmää. Jäähdytetyille rakennuksille voidaan käyttää RakMk D3:n säännöistä poiketen jäähdyttämättömien rakennuksien kuukausitason laskentamenetelmää, kun jäähdytyksen ostoenergia lasketaan tämän liitteen kohdassa ”Jäähdytyksen ostoenergian vaihtoehtoinen laskentatapa” esitetyllä tavalla. Kuukausitason laskentamenetelmänä voidaan käyttää RakMk D5:ssä esitettyä laskentamenetelmää tai vastaavia menetelmiä.

Rakennuksen ostoenergiankulutus on laskettava RakMk D3:n mukaisesti säävyöhyke I eli Helsinki-Vantaan säätiedoilla.

Rakennuksen ostoenergiankulutus on laskettava RakMk D3:n määräyksissä käyttötarkoitukseluokittain esitetyillä seuraavilla vakioituilla lähtöarvoilla:

- sisäilmasto-olosuhteet (ilmanvaihdon ilmamäärät ja sisälämpötilat);
- rakennuksen standardikäyttö ja sisäiset lämpökuormat; sekä
- lämpimän käyttöveden kulutus.

Jos rakennuksen ilmamäärät on mitattu ennen ja jälkeen korjaushankkeen ja ne ovat suuremmat kuin edellä mainitut standardikäytön ilmavirrat, tulee käyttää mitattuja ilmavirtoja.

Rakennuksen standardikäytöllä tarkoitetaan vakioitua ilmanvaihdon käyntiaikaa, valaistuksen ja kuluttajalaitteiden sähkönkäyttöä sekä ihmisistä tulevaa lämpökuormaa. Valaistuksen ja kuluttajalaitteiden lämpökuorma on yhtä suuri kuin niiden sähkönkäyttö.

Jos ostoenergiankulutuksen laskennassa otetaan huomioon rakennuksessa oleva tarpeenmukainen ilmanvaihto tai valaistus, on noudatettava RakMk D3:n kohdan 3 määräyksiä.

Teknisiä järjestelmiä, joita ei ole lueteltu RakMk D3:n kohdan 4.1 määritelmässä, kuten esimerkiksi ulkovaistutus, hissit, sulatuskaapelit, ei oteta laskennassa huomioon.

Rakennuksessa olevia erityistiloja, kuten esimerkiksi ammattikeittiöitä, ravintoloita, ruokaloita, kahviloita ja laboratorioita, ei oteta laskennassa huomioon ja energialaskenta suoritetaan RakMk D3:n mukaisilla rakennuksen tai rakennuksen osan käyttötarkoitusta vastaavilla lähtöarvoilla.

Muut laskennan lähtöarvot selvitetään hankevaiheessa rakennuksen tarkastuksen yhteydessä tai ajantasaisista rakennuksen asiakirjoista, kuten piirustuksista tai tuotemalleista, tai muista asiakirjoista, kuten rakennusluvan myöntämisen aikaan voimassa olleista rakentamismääräyksistä tai erilaisista rakennushankkeessa noudatetuista ohjeista

## Rakennuksen energiakulutus

Rakennuksen energiankulutuksella tarkoitetaan vuotuista lämmitykseen, sähkölaitteisiin ja jäähdytykseen yhteensä kulutettua laskennallista energiamäärää, johon ei sisälly eri energiamuotojen kiinteistökohtaisen eikä kiinteistön ulkopuolisen energiantuotannon häviöitä ja joka on laskettua näissä määräyksissä annetuilla säännöillä ja lähtöarvoilla laskettuna lämmitettyä nettoalaa kohden.

Rakennuksen laskennalliselle energiankulutukselle lämmitettyä nettoala kohden (kWh/(m<sup>2</sup>a)) on asetuksessa annettu rakennusluokakohtaisesti kiinteä raja-arvo, jonka on korjaushankkeessa alitettava.

## Rakennuksen kokonaisenergiakulutus

Rakennuksen kokonaisenergiakulutuksella, E-luvulla (kWh/m<sup>2</sup>) tarkoitetaan energiamuotojen kertoimilla painotettua rakennuksen vuotuista ostoenergian laskennallista kulutusta uudisrakentamisen määräyksissä annetuilla säännöillä ja lähtöarvoilla laskettuna lämmitettyä nettoalaa kohden.

Rakennusluokakohtaiset raja-arvot on annettu suhteellisenä muutoksena alkuperäisen rakennuksen laskennalliseen kokonaisenergiakulutukseen verrattuna. Vertailuarvona toimii alkuperäinen rakennus tai jos rakennuksen käyttötarkoitusta on muutettu, niin viimeisimmän muutoksen yhteydessä tehtyjen muutosten mukainen rakennus. Määräysrajana toimii vertailutapauksen laskennan avulla asetettu suhteellinen laskennallisen kokonaisenergian pieneneminen.

## Rakennuksen energiakulutuksen ja kokonaisenergiakulutuksen laskenta

### Rakenteet

Rakennuksen rakenteiden lämmönläpäisykertoimet selvitetään hankesuunnitelman yhteydessä tai ajantasaisista rakennuksen asiakirjoista, kuten piirustuksista tai tuotemalleista, tai muista asiakirjoista, kuten rakennusluvan myöntämisen aikaan voimassa olleista rakentamismääräyksistä tai erilaisista rakennushankkeessa noudatetuista ohjeista. Mikäli rakenteiden ominaisuuksia ei voida selvittää asiakirjoista ja mikäli niitä ei selvitetä tai arvioida rakennuksen hankesuunnittelun yhteydessä, käytetään taulukon 1 mukaisia lämmönläpäisykertoimia.

Ikkunan valoaukon kohtisuoran auringonsäteilyn kokonaisläpäisykertoimena ( $g_{\text{kohtisuora}}$ ) käytetään ikkunoiden tuotetiedoissa määritettyjä arvoja tai jos niitä ei ole käytettävissä, niin käytetään arvoa 0,6. Jos käytetään RakMk D5/2012 mukaista laskentamenetelmää, auringonsäteilyn läpäisyn kokonaiskorjauskertoimelle ( $F_{\text{läpäisy}}$ ) käytetään arvoa 0,5 tai tarkemmin määriteltyä arvoa, jos se on käytettävissä. Muilla menetelmillä voidaan käyttää vaikutukseltaan vastaavia kertoimia.

Rakenteiden välisten liitosten kylmäsiltojen lämpöhäviö on laskettava. Rakenteiden välisten liitosten kylmäsiltojen ominaislämpöhäviöt ja pituudet määritetään rakennuksen asiakirjoista. Ellei tarkempaa tietoa ole käytettävissä, kylmäsiltojen laskennassa ominaislämpöhäviöinä voidaan käyttää esimerkiksi RakMk D5/2012 kohdassa 3 esitettyjen taulukkojen arvoja. Olemassa oleville rakennuksille kylmäsiltojen vaikutus voidaan arvioida yksinkertaistetusti lisäämällä 10 % ulkovaipan johtumislämpöhäviöön.

Rakennuksen sisäpuolinen tehollinen lämpökapasiteetti määritetään rakennuksen ominaisuuksien perusteella. Ellei tarkempaa tietoa ole käytettävissä, voidaan lähtöarvona käyttää esimerkiksi RakMk D5/2012 taulukon 5.6 arvoja.

### Ilmanvaihto

Ilmanvaihdon käyntiaikoina ja ilmamäärinä käytetään RakMk D3:ssa esitettyjä käyttötarkoituseräluokan mukaisia arvoja. Jos ostoenergiankulutuksen laskennassa otetaan huomioon rakennuksessa oleva tarpeenmukainen ilmanvaihto, on noudatettava RakMk D3:n kohdan 3 määräyksiä.

Ilmanvaihdon lämmitysenergian nettotarvetta ja sähkönkäyttöä laskettaessa käytetään ilmanvaihtojärjestelmän lämmöntalteenoton vuosihyötysuhteena ja ominaissähkötehona ajantasaisista rakennuksen asiakirjoista, kuten piirustuksista tai tietomalleista, muista asiakirjoista tai selvitettyjä arvoja.

Ilmanvaihdon lämmitysenergian nettotarpeella tarkoitetaan lämmitysenergian tarvetta, joka muodostuu ilman lämmittämisestä lämmöntalteenoton jälkeen tuloilman lämpötilaan ja mahdollisesta lämmittämisestä ennen lämmöntalteenottoa jäätyminen estämiseksi. Tiloissa tapahtuva tuloilman ja korvausilman lämpeneminen on osa tilojen lämmitysenergiatarvetta ja lasketaan siinä yhteydessä. Ilmanvaihdon lämmöntalteenoton vuosihyötysuhde voidaan laskea laitetietojen mukaisista lämpötilasuhteista, esimerkiksi ympäristöministeriön monisteessa 122 (Ilmanvaihdon lämmöntalteenotto lämpöhäviöiden tasauslaskennassa) esitetyllä tavalla.

Mikäli ilmanvaihtojärjestelmän lämmöntalteenoton vuosihyötysuhdetta ei ole voitu edellä mainituilla tavoilla selvittää, tulee käyttää taulukossa 2 esitetyjä vuosihyötysuhteita.

Mikäli ilmanvaihtojärjestelmän ominaissähkötehoa ei ole voitu edellä mainituilla tavoilla selvittää, käytetään taulukossa 3 esitetyjä arvoja.

Ilmanvaihtojärjestelmän sähköenergiankulutuksella tarkoitetaan puhallinsähköä ja mahdollisten apulaitteiden sähkökulutusta (pumput, taajuusmuuttajat, säätölaitteet). Tuloilman lämmitys lasketaan lämmitysjärjestelmän energiankulutukseen.

*Taulukko 2. Ilmanvaihdon lämmöntalteenoton vuosisuhteita.*

Rakennusluvan vireilletulovuosi	-1969	1969-	1976-	1978-	1985-	10/2003-	2008-	2010-	2012-
Vuosihyötysuhde	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	30 %	30 %	45 %	45 %

*Taulukko 3. Ilmanvaihdon ominaissähkötehoja.*

Ilmanvaihtojärjestelmä	Rakennusluvan vireilletulovuosi	
	-2012	2012-
Painovoimainen	0,0 kW/m <sup>3</sup> /s	0,0 kW/m <sup>3</sup> /s
Koneellinen poisto	1,5 kW/m <sup>3</sup> /s	1,0 kW/m <sup>3</sup> /s
Koneellinen tulopoisto	2,5 kW/m <sup>3</sup> /s	2,0 kW/m <sup>3</sup> /s

## Vuotoilma

Tilojen vuotoilman lämpöenergiankulutuksen laskenta perustuu rakennuksen tai sen osan ilmanpitävyyteen, joka ilmaistaan ilmanvuotoluvulla.

Vuotoilmavirta lasketaan RakMk D3:ssa esitetyllä tavalla rakennusvaipan ilmanvuotoluvusta  $q_{50}$ . Ilmanvuotoluvulla  $q_{50}$  (m<sup>3</sup>/(h m<sup>2</sup>)) tarkoitetaan rakennusvaipan keskimääräistä vuotoilmavirtaa tunnissa 50 Pa paine-erolla kokonaissämittojen mukaan laskettua rakennusvaipan pinta-alaa kohden.

Rakennuksen rakennusvaipan ilmanvuotoluku selvitetään mittaamalla, suunnitelmista tai ajantasaisista rakennuksen asiakirjoista.

Mikäli rakennusvaipan ilmanvuotolukua ei ole voitu edellä mainituilla tavoilla selvittää, se määritetään taulukossa 4 esitettyjen arvojen perusteella. Taulukossa on esitetty rakennuksen ilmanvuotoluku  $n_{50}$ , koska tätä tapaa on käytetty ilmanpitävyyden kuvaamisessa aiemmin.

Rakennusvaipan ilmanvuotoluku ( $q_{50}$ ) voidaan laskea rakennuksen ilmanvuotoluvusta ( $n_{50}$ ) kaavalla

$$q_{50} = \frac{n_{50}}{A_{\text{vaippa}}} V$$

jossa

$q_{50}$	rakennusvaipan ilmanvuotoluku 50 Pa:n paine-erolla, $\text{m}^3/(\text{h m}^2)$
$n_{50}$	rakennuksen ilmanvuotoluku 50 Pa:n paine-erolla, 1/h
$V$	rakennuksen tilavuus, $\text{m}^3$
$A_{\text{vaippa}}$	rakennusvaipan pinta-ala (alaphja mukaan luettuna), $\text{m}^2$

*Taulukko 4. Rakennusvaipan ja rakennuksen ilmanvuotoluku.*

Rakennusluvun vireilletulovuosi	-1969	1969-	1976-	1978-	1985-	10/2003-	2008-	2010-	2012-
Rakennuksen ilmanvuotoluku $n_{50}$	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	4,0	4,0	4,0	
Rakennusvaipan ilmanvuotoluku $q_{50}$									4,0

### Lämmin käyttövesi

Lämpimän käyttöveden energiantarpeena käytetään RakMk D3:n taulukon 5 arvoja. Lämpimän käyttöveden ostoenergiakulutus lasketaan energiantarpeesta ottamalla huomioon jakelun, kierron, varastoinnin ja tuoton häviöt. Tuotto käsitellään jäljempänä.

Lämpimän käyttöveden jakelun hyötysuhde voidaan selvittää erillisselvityksellä, jolloin sitä arvoa tulee käyttää laskennassa. Jos jakelun hyötysuhdetta ei ole selvitetty, käytetään hyötysuhteena tämän liitteen taulukon 5 arvoja. Mikäli lämpimän käyttöveden putkiston eristystasoa ei ole pystytty selvittämään, käytetään taulukossa 5 esitettyjä rakennustyyppikohtaisia eristämättömän putken arvoja lämpimän käyttöveden jakelun hyötysuhteelle.

Mikäli rakennuksessa on lämpimän käyttöveden kiertojohto, sen lämpöhäviöt on selvitettävä ja otettava laskennassa huomioon. Lämpimän käyttöveden kiertojohtojen lämpöhäviön ominaisteho voidaan selvittää erillisselvityksellä, jolloin saatua arvoa tulee käyttää laskennassa. Muissa tapauksissa lämpimän käyttöveden kiertojohtojen lämpöhäviön ominaistehona käytetään taulukon 6 rakennustyyppikohtaista arvoa.

Lämpimän käyttöveden kiertojohtojen pituutena käytetään taulukon 7 rakennustyyppikohtaista arvoa, ellei sitä ole voitu rakennuksen asiakirjoista, kuten piirustuksista tai tietomalleista tai muista asiakirjoista tai paikan päällä selvittää. Kiertojohtojen pituus lasketaan ominaispituuden avulla, kun se kerrotaan rakennuksen lämmitetyllä nettoalalla.

Lämpimän käyttöveden varastoinnin häviö voidaan selvittää hankesuunnitelman yhteydessä, jolloin sitä arvoa tulee käyttää laskennassa. Lämpimän käyttöveden varastoinnin häviönä käytetään muussa tapauksessa taulukon 8 arvoa.

Lämpimän käyttöveden kierron ja varastoinnin lasketuista lämpöhäviöistä 50 % tulee tiloihin lämpökuormaksi, ellei laskelmin toisin osoiteta.



Lämpimän käyttöveden kiertopumpun sähköenergian kulutus lasketaan RakMk D5/2012:n kohdan 6.3.4 mukaan tai muulla vastaavalla tavalla.

Taulukko 5. Lämpimän käyttöveden jakelun hyötysuhde.

Rakennustyyppi	Lämpimän käyttöveden jakelun hyötysuhde, $\eta_{lkv, siirto}$				
	Kierto	Ei kiertoa			
		eristämätön	suojaputkessa	eristetty, perustaso <sup>1)</sup>	eristetty, parempi <sup>2)</sup>
Erillinen pientalo sekä rivi- ja ketjutilat	0,96	0,75	0,85	0,89	0,92
Asuinkerrostalo	0,97	0,76	0,86	0,90	0,94
Toimistorakennus	0,88	0,69	0,78	0,82	0,85
Liikerakennus	0,87	0,68	0,77	0,81	0,84
Majoitusliikerakennus	0,97	0,76	0,86	0,90	0,94
Opetusrakennus ja päiväkot	0,89	0,70	0,79	0,83	0,86
Liikuntahalli	0,98	0,77	0,87	0,91	0,95
Sairaala	0,94	0,74	0,84	0,88	0,91
<sup>1)</sup> eristyksen perustaso tarkoittaa vähintään eristyspaksuutta 0,5 D, missä D on putken halkaisija					
<sup>2)</sup> eristyksen parempi taso tarkoittaa vähintään eristyspaksuutta 1,5 D, missä D on putken halkaisija					

Taulukko 6. Lämpimän käyttöveden kiertojohtojen lämpöhäviön ominaisteho.

Eristystaso	Kiertojohtojen lämpöhäviön ominaisteho $\phi_{lkv, kierto, häviö, omin}$
ei tietoa	40 W/m
0,5 D	10 W/m
1,5 D	6 W/m
suojaputki	15 W/m
suojaputki + 0,5 D	8 W/m
suojaputki + 1,5 D	5 W/m

Merkintä 0,5 D tarkoittaa eristyspaksuutta, joka on puolet eristettävän putken ulkohalkaisijasta. Merkintä 1,5 D tarkoittaa eristyspaksuutta, joka on 1,5-kertainen eristettävän putken ulkohalkaisijaan nähden.

Taulukko 7. Lämpimän käyttöveden kiertojohtoon pituus.

Rakennustyyppi	Kiertojohtoon ominais-pituus, m/m <sup>2</sup>
Erillinen pientalo sekä rivi- ja ketjutalot	0,043
Asuinkerrostalo	0,043
Toimistorakennus	0,020
Liikerakennus	0,020
Majoitusliikerakennus	0,043
Opetusrakennus ja päiväkot	0,020
Liikuntahalli	0,020
Sairaala	0,043

Taulukko 8. Lämpimän käyttöveden varastoinnin häviö.

Varaajan tilavuus, l	Varaajan lämpöhäviö, Q <sub>lkv,varastointi</sub> , kWh/vuosi	
	40 mm eriste	100 mm eriste
50	440	220
100	640	320
150	830	420
200	1000	500
300	1300	650
500	1700	850
1000	2100	1100
2000	3000	1500
3000	4000	2000

## Lämmitysjärjestelmä

### Tilat

Lämmitysjärjestelmän tilojen lämmityksen energiankulutus lasketaan jakamalla tilojen lämmitysenergian nettotarve lämmitysjärjestelmän lämmönjaon ja -luovutuksen hyötysuhteella.

Vuosihyötysuhde ja apulaitteiden sähkökäyttö voidaan selvittää hankesuunnittelun yhteydessä, jolloin niitä arvoja tulee käyttää laskennassa. Muussa tapauksessa laskennassa käytetään taulukossa 9 esitettyjä lämmitysjärjestelmien lämmönjaon ja -luovutuksen vuosihyötysuhteen arvoja sekä lämmönjaon ja -luovutuksen apulaitteiden ominaissähkökäytön arvoja.

Mikäli rakennuksen vesikiertoisten lämmitysjärjestelmien lämmityslaitteiden säätöventtiilit ovat pääosin käsikäyttöisiä, käytetään taulukon 9 kyseisten järjestelmien hyötysuhteiden arvoja 0,9:llä kerrottuna. Läm-

mitysjärjestelmän lämmönjaon ja -luovutuksen apulaitteiden sähkönkulutus lasketaan kertomalla ominais-sähkötöt rakennuksen lämmitetyllä nettoalalla.

*Taulukko 9. Lämmitysjärjestelmien lämmönjaon ja -luovutuksen vuosihyötysuhteiden ja apulaitteiden sähkönkäytön ohjearvoja.*

Lämmitysratkaisu	Vuosihyötysuhde $\eta_{\text{tilat}}$ -	Sähkö $e_{\text{tilat}}$ kWh/(m <sup>2</sup> vuosi)
<b>Vesiradiaattori 45/35 °C</b>		
jakojohtot eristetty	0,90	2
jakojohtot eristämätön	0,85	
<b>Vesiradiaattori 70/40 °C</b>		
jakojohtot eristetty	0,9	2
jakojohtot eristämätön	0,8	
<b>Vesiradiaattori 90/70 °C</b>		
jakojohtot eristetty	0,85	2
jakojohtot eristämätön	0,80	
<b>Vesiradiaattori 70/40 °C jakotukilla</b>		
	0,80	2
<b>Vesiradiaattori 45/35 °C jakotukilla</b>		
	0,85	2
<b>Vesikiertoinen lattialämmitys 40/30 °C</b>		
maata vasten rajoittuvassa rakenteessa	0,8	2,5
ryömintätilaan rajoittuvassa rakenteessa	0,8	
ulkoilmaan rajoittuvassa rakenteessa	0,75	
lämpimään tilaan rajoittuvassa rakenteessa	0,85	
<b>Kattolämmitys (sähköinen)</b>		
ulkoilmaan rajoittuvassa rakenteessa	0,85	0,5
lämpimään tilaan rajoittuvassa rakenteessa	0,9	0,5
<b>Ikkunalämmitys (sähköinen)</b>		
	0,80	0,5
<b>Ilmanvaihtolämmitys <sup>1</sup></b>		
huonekohtainen säätö	0,90	0,5
<b>Sähköpatterilämmitys</b>		
	0,95	0,5

<b>Sähköinen lattialämmitys</b>		
maata vasten rajoittuva rakenteessa.	0,85	0,5
ryömintätilaan tai ulkoilmaan rajoittuvassa rakenteessa	0,8	0,5
lämpimään tilaan rajoittuvassa rakenteessa	0,85	0,5
<b>Muut lämmityslaitteet</b>		
	0,8	0,5

<sup>14</sup>Ilmanvaihtolämmityksen hyötysuhde pätee järjestelmälle, jossa tuloilma lämmitetään huonekohtaisilla päätelaitteilla. Muuttuvavirtaisten järjestelmien hyötysuhteet on laskettava tarkemmalla menetelmällä.

### *Ilmanvaihto*

Ilmanvaihdon lämmitysenergian kulutuksen laskennassa käytetään ilmanvaihtokoneen lämmityspattereiden hyötysuhteen arvona 1,0.

### *Tuotto*

Lämmitysjärjestelmän ostoenergian kulutus lasketaan lämmön tuottojärjestelmittäin. Lämmitysjärjestelmän tuotto kattaa tilojen, ilmanvaihdon ja lämpimän käyttöveden energiankulutuksen. Lämmitysjärjestelmän lämmityksen ostoenergia lasketaan jakamalla tilojen, ilmanvaihdon ja lämpimän käyttöveden energiankulutus sekä mahdollinen erillisen lämmönvaraajan häviöiden summa kyseisen lämmöntuottojärjestelmän tuoton hyötysuhteella, kuten esimerkiksi kattilan hyötysuhteella tai lämpöpumpun vuoden keskimääräisellä lämpökertoimella.

Lämmöntuottojärjestelmien hyötysuhteet voidaan selvittää hankesuunnittelun yhteydessä, jolloin niitä arvoja tulee käyttää laskennassa. Hyötysuhteet voidaan selvittää esimerkiksi laitteiden tuoteominaisuuksista. Mikäli hyötysuhteita ei ole voitu edellä mainituilla tavoilla selvittää, käytetään lämmöntuottojärjestelmän hyötysuhteina taulukoissa 10 ja 11 esitettyjä arvoja.

### *Lämmön tuottojärjestelmän apulaitteiden sähkönkulutus*

Lämmitysjärjestelmän apulaitteiden sähkönkulutus muodostuu lämmönjaon ja -luovutuksen apulaitteiden ja tuoton apulaitteiden sähkönkulutuksesta. Lämmöntuottojärjestelmän apulaitteiden sähkönkäyttö voidaan selvittää hankesuunnittelun yhteydessä, jolloin niitä arvoja tulee käyttää laskennassa. Muussa tapauksessa lämmöntuoton järjestelmän apulaitteiden sähkönkulutus lasketaan taulukon 10 ja 11 esitettyjen lukujen avulla, kertomalla ominaissähköt rakennuksen lämmitetyllä nettoalalla.

Taulukko 10. Erillisten pientalojen sekä rivi- ja ketjutalojen lämmöntuoton hyötysuhteiden ja apulaitteiden sähkönkulutuksen ohjearvoja.

Lämmöntuotto	Vuosihyötysuhde -	Apulaitteiden sähkön ominaiskulutus kWh/(m <sup>2</sup> a)
standardi öljy/kaasu	0,81 <sup>(3)</sup>	0,99 <sup>(1)</sup> 0,59 <sup>(2)</sup>
kondenssi öljy	0,87 <sup>(3)</sup>	1,07
kondenssi kaasu	0,92 <sup>(3)</sup>	0,68
pellettikattila	0,75 <sup>(3)</sup>	0,77
puukattila energiavaraajalla	0,73	0,38
sähkökattila	0,88 <sup>(3)</sup>	0,02
kaukolämpö	0,94	0,60
huonekohtainen sähkölämmitys	1,00	0,00

<sup>(1)</sup> öljy

<sup>(2)</sup> kaasu

<sup>(3)</sup> Vuosihyötysuhde sisältää tyypillisen lämmöntuottoyksikköön integroidun varaajan häviöt. Mikäli varaaja on erillinen, voidaan sen häviöt arvioida interpoloiden käyttövesivaraajan häviöistä, ellei tarkempaa laskelmaa ole olemassa.

Taulukko 11. Muiden rakennusten lämmöntuoton hyötysuhteiden ja apulaitteiden sähkön ominaiskulutuksen ohjearvoja.

Lämmöntuotto	Vuosihyötysuhde -	Apulaitteiden sähkön ominaiskulutus kWh/(m <sup>2</sup> vuosi)
standardi öljy/kaasu	0,90	0,24 <sup>(1)</sup> 0,11 <sup>(2)</sup>
kondenssi öljy <sup>(3)</sup>	0,95	0,25
kondenssi kaasu <sup>(3)</sup>	1,01	0,12
pellettikattila	0,84	0,13
puukattila energiavaraajalla	0,82	0,25
kaukolämpö	0,97	0,07
huonekohtainen sähkölämmitys	1,00	0,00

<sup>(1)</sup> öljy

<sup>(2)</sup> kaasu

<sup>(3)</sup> hyötysuhde alemman lämpöarvon mukaan

### Lämpöpumput

Mikäli rakennuksessa on lämmitykseen käytettävä lämpöpumppu, sen lämmöntuoton ja sähkönkulutuksen laskenta tehdään RakMk D5/2012:ssa esitetyllä tavalla taikka muulla vastaavalla menettelyllä.

Lämpöpumppujärjestelmissä otetaan huomioon rakennuksen lämmitysjärjestelmän lisälämmityksen (yleensä sähköinen) energiankäyttö ellei lämpöpumppujärjestelmä ole mitoitettu täysitehomitoituksella. Ilma-vesi ja ilma-ilma tyyppisten lämpöpumppujen tapauksessa lasketaan aina lisälämmityksen energiankäyttö. Laskennassa otetaan huomioon, että ulkoilmaa lämmönlähteenä käyttävien lämpöpumppujen teho ja lämpökerroin riippuvat olennaisesti ulkolämpötilasta.

Lämpöpumppujen SPF-luvut voidaan selvittää hankesuunnittelun yhteydessä suunnitelmista ja tuotetiedoista. Jollei niitä ole voitu selvittää, käytetään taulukoissa 12 – 14 esitettyjä arvoja.

*Taulukko 12. Ulkoilmalämpöpumppujen SPF-lukuja.*

Menoveden korkein lämpötila, °C	SPF-luku
Ilma-ilma	2,8
<b>Ilma-vesi (tilojen lämmitys)</b>	
30 °C	2,8
40 °C	2,5
50 °C	2,3
60 °C	2,2
<b>Ilma-vesi (käyttöveden lämmitys)</b>	
60 °C	1,8

*Taulukko 13. Maalämpöpumppujen SPF-lukuja.*

Maalämpöpumppu	SPF-luku	
	Vuotuinen keruupiirin paluunesteen keskilämpötila, -3 °C	Vuotuinen keruupiirin paluunesteen keskilämpötila, +3 °C
<b>Tilojen lämmitys</b>		
30 °C	3,4	3,5
40 °C	3,0	3,1
50 °C	2,7	2,7
60 °C	2,5	2,5
<b>Käyttöveden lämmitys</b>		
60 °C	2,3	2,3

*Taulukko 14. Poistoilmalämpöpumppujen tilojen ja käyttöveden lämmityksen yhteisiä SPF-lukuja poistoilman lämpötilan ollessa 21 °C.*

Jäteilman alin lämpötila	SPF-luku
-3 °C	2,4
+1 °C	2,1
+3 °C	2,0
+5 °C	1,9

## Sähkö

Rakennuksen sähköenergiankulutus muodostuu ilmanvaihtojärjestelmän sähköenergiankulutuksesta, lämmitys- ja jäähdytysjärjestelmien apulaitteiden sähköenergiankulutuksesta sekä kuluttajalaitteiden ja valaistuksen sähköenergiankulutuksesta. Tilojen tai tuloilman lämmitykseen käytetty sähkö lasketaan osana lämmitysjärjestelmää.

Valaistus ja kuluttajalaitteiden sähköenergiankulutus lasketaan RakMk D3:n kohdissa 3.3 ja 4.7 esitetyillä tavoilla. Jos ostoenergiankulutuksen laskennassa otetaan huomioon rakennuksessa oleva tarpeenmukainen valaistus taikka laskennassa käytetään standardikäyttöä pienempiä valaistustehoja, laskennassa on noudatettava RakMk D3:n kohdan 3 määräyksiä ja ohjeita.

## Jäähdytys

Jäähdytysjärjestelmän energiankulutus sisältyy rakennuksen ostoenergiankulutukseen vain, jos rakennuksessa on jäähdytysjärjestelmä. Rakennuksissa, jossa jäähdytystä on vain yksittäisissä tiloissa, jäähdytysjärjestelmän energiankulutus voidaan jättää pois laskennasta.

Jäähdytysjärjestelmän energiankulutus koostuu jäähdytysenergian tuoton energiankulutuksesta ja apulaitteiden sähkökulutuksesta. Rakennuksen jäähdytysjärjestelmän nettotarve eli tilojen ja ilmanvaihdon jäähdytysenergian nettotarve lasketaan RakMk D3:n standardikäytöllä ja vaatimukset täyttävällä dynaamisella ohjelmistolla. Jäähdytysjärjestelmän energiankulutus lasketaan jäähdytysenergian nettotarpeesta ottamalla huomioon tuoton, varastoinnin, jakelun ja luovutuksen häviöt sekä muunnokset, esimerkiksi RakMk D5/2012:ssa esitetyllä tavalla.

Olemassa oleville jäähdytetyille rakennuksille jäähdytyksen energiankulutus voidaan laskea myös tämän liitteen kohdassa 3 esitetyllä vaihtoehtoisella tavalla.

## Erityistapausten laskentasäännöt

### Varaava tulisija

Varaava tulisija tuottaa osan tilojen tarvitsemasta lämmitysenergian nettotarpeesta. Varaavan tulisijan lämmitysenergian tuottona, eli luovutuksena tilaan, käytetään enintään 2000 kWh tulisijaa kohden. Ostoenergiankulutusta laskettaessa käytetään varaavien tulisijojen kokonaisvuosihyötysuhteena luovutuksesta ostoenergiaan arvoa 0,60 ellei tarkempia tietoja ole käytettävissä.

Jos varaavan tulisijan CE-merkintää varten on määritetty palamishyötysuhde, tulisijan kokonaisvuosihyötysuhde voidaan laskea kaavalla

$$\eta_{\text{tulisija}} = 0,8 \eta_{\text{palaminen}}$$

jossa

$\eta_{\text{tulisija}}$  varaavan tulisijan kokonaisvuosihyötysuhde, -

0,8 varaavan tulisijan lämmönluovutuksen hyötysuhde (tämän liitteen kohta 2.2.7, taulukko 9. kohta "Muut lämmityslaitteet")

$\eta_{\text{palaminen}}$  varaavan tulisijan CE-merkinnän mukainen palamishyötysuhde, -.

Mikäli varaava tai muu tulisija on yhdistetty lämmönsiirtimellä vesikiertoiseen tai ilmalämmitysjärjestelmään, muodostaen näin päälämmitysjärjestelmän, otetaan se laskennassa huomioon lämmityskattilaa vastaavalla tavalla.

### Pientalon sekä rivi- ja ketjutilon ilma-ilmalämpöpumppu

Pientalossa sekä rivi- ja ketjutilossa sellaisen ilma-ilmalämpöpumpun, joka tuottaa lämmitysenergian suoraan tilaan, tuottamana lämmitysenergiana käytetään enintään taulukossa 15 esitettyjä vuosittaisia arvoja. Taulukossa ilmoitetut enimmäismäärät ovat huoneistokohtaisia.

*Taulukko 15. Pientalon sekä rivi- ja ketjutilon ilma-ilma lämpöpumpun tuottama energian enimmäismäärä.*

Rakennusluvan vireilletulovuosi	-1985	1985-	10/2003-	2008-	2010-	2012-
Ilma-ilmalämpöpumpun tuottama energia	6000 kWh/a kuitenkin enintään 40 kWh/(m <sup>2</sup> a)	5000 kWh/a kuitenkin enintään 35 kWh/(m <sup>2</sup> a)	2000 kWh/a	1500 kWh/a	1000 kWh/a	1000 kWh/a

### Asuinrakennusten märkätilojen sähköinen lattialämmitys ei-sähkölämmitystaloissa

Mikäli asuinhuoneissa on vesikiertoinen lämmitys ja märkätiloissa sähköinen lattialämmitys, on arvioitava tilojen lämmitysenergian nettotarpeen osuudet näille lämmitystavoille. Ellei laskelmin toisin osoiteta, niin 50 % tilojen lämmitysenergian nettotarpeesta kohdistuu märkätilojen lattialämmitykselle ja 50 % asuinhuoneiden lämmitysjärjestelmälle.

### Jäähdytyksen ostoenergian vaihtoehtoinen laskentatapa

Olemassa oleville jäähdytetyille rakennuksille voidaan käyttää RakMk D3:n säännöistä poiketen jäähdyttämättömien rakennuksien kuukausitason laskentamenetelmää, kun jäähdytyksen ostoenergia lasketaan tässä kohdassa esitetyllä tavalla.

Jäähdytysenergian nettotarve  $Q_{\text{jäähdytys, netto}}$  voidaan vaihtoehtoisesti laskea kuukausittain kaavalla

$$Q_{\text{jäähdytys, netto}} = (1 - \eta_{\text{lämpö}}) Q_{\text{lämpökuorma}} - \frac{(T_{s, \text{lask, keskim.}} - T_s)^{1,1}}{(T_s - T_u)} (Q_{\text{tila}} + Q_{iv})$$

jossa

$Q_{\text{jäähdytys, netto}}$	rakennuksen tilojen ja ilmanvaihdon jäähdytyksen nettoenergiatarve, kWh
$\eta_{\text{lämpö}}$	lämpökuormien kuukausittainen hyödyntämisaste, (RakMk D5/2012 luku 5), -
$Q_{\text{lämpökuorma}}$	lämpökuorma, (RakMk D5/2012 luku 5), kWh
$T_{s, \text{lask, keskim.}}$	laskennallinen kuukauden keskimääräinen sisäilman lämpötila (jäähdytyksen asetusarvo), °C
$T_s$	sisäilman lämpötila (lämmityksen asetusarvo, yleensä 21 °C), °C
$T_u$	ulkoilman lämpötila (kuukauden keskimääräinen arvo, RakMk D3 Liite 2), °C
$Q_{\text{tila}}$	rakennuksen tilojen lämmitysenergiatarve (RakMk D5/2012 luku 3), kWh



$Q_{iv}$	rakennuksen ilmanvaihdon lämmitysenergiatarve (RakMk D5/2012 luku 3), kWh
1,1	eksponentissa oleva tekijä, joka ottaa huomioon lämmönsiirron tehostumisen-lämpötilatason noustessa. Sellaisessa tapauksessa, jossa kaavan eksponentin alla olevan sulkulausekkeen laskettu arvo on negatiivinen, käytetään eksponenttina arvoa 1.

Jäähdytystarvetta laskettaessa jäähdytyksen asetusarvona tavanomaisissa tiloissa käytetään arvoa 23 °C.

Rakennuksen tilojen ja ilmanvaihdon jäähdytysenergiankulutus  $Q_{jäähdytys}$  lasketaan jäähdytysenergian nettotarpeen ja jäähdytysjärjestelmän hyötysuhteen avulla kuukausittain kaavalla.

$$Q_{jäähdytys} = Q_{jäähdytysnetto} / \eta_{jäähdytys}$$

jossa

$Q_{jäähdytys}$	rakennuksen tilojen ja ilmanvaihdon jäähdytysenergian kulutus (jäähdytysjärjestelmään tuotu jäähdytysenergia), kWh
$Q_{jäähdytys, netto}$	rakennuksen tilojen ja ilmanvaihdon jäähdytyksen nettoenergian tarve, kWh
$\eta_{jäähdytys}$	tilojen ja ilmanvaihdon jäähdytysjärjestelmän hyötysuhde, -.

Hyötysuhde ottaa huomioon esimerkiksi jäähdytysjärjestelmän putkiston ja varaajien kylmähäviöt. Jäähdytysjärjestelmän häviöt ovat jäähdytysjärjestelmään tuodun kylmäenergian ja jäähdytysenergiatarpeen erotus. Jäähdytysjärjestelmän hyötysuhteena käytetään arvoa 0,7, jos ei ole tarkempaa tietoa.

Rakennuksen ostettavan jäähdytyksen sähkönenergiankulutus  $W_{jäähdytys}$  lasketaan kompressorikoneikkoa käyttävässä järjestelmässä kaavalla

$$W_{jäähdytys, osto} = Q_{jäähdytys} / \epsilon_E$$

jossa

$W_{jäähdytys}$	rakennuksen ostettavan jäähdytyksen sähköenergian kulutus, jos jäähdytysenergia tuotetaan kompressorikoneikolla
$Q_{jäähdytys}$	rakennuksen tilojen ja ilmanvaihdon jäähdytysenergiankulutus, kWh
$\epsilon_E$	kylmäntuotto prosessin vuotuinen kylmäkerroin, -.

Kylmäntuottolaitteen vuotuiselle kylmäkertoimelle käytetään kompressorikoneikolle arvoa 3.

Rakennuksen ostettavan jäähdytysenergiankulutus  $Q_{\text{jäähdytys}}$  lasketaan kaukojäähdytysjärjestelmissä kaavalla

$$Q_{\text{jäähdytys, osto}} = Q_{\text{jäähdytys}} / \varepsilon_Q$$

jossa

$Q_{\text{jäähdytys, osto}}$	rakennuksen ostettavan jäähdytysenergian kulutus, kWh
$Q_{\text{jäähdytys}}$	rakennuksen tilojen jäähdytysenergiankulutus, kWh
$\varepsilon_Q$	kylmäntuotto prosessin vuotuinen kylmäkerroin, -

Kylmäntuottolaitteen vuotuiselle kylmäkerroimelle käytetään kaukojäähdytykselle arvoa 1.

## Yhteenveto

Vaatimuksen mukaisuuden osoittamiseksi asetuksessa on annettu useita vaihtoehtoisia tapoja, joista voidaan valita sopivin hankkeen laajuudesta ja korjauksen kohteen olevien rakennusosien ja järjestelmien mukaan. Määräysten vaatimustaso vaihtelee hankkeesta riippuen eri vaihtoehtoisten osoittamistapojen välillä. Jo siitä syystä hankkeista on tarpeen tehdä erilaisia laskennallisia tarkasteluja hankkeen teknisen ja kustannusoptimaalisuuden löytymiseksi yhdeksi hankkeen sisällön ja laajuuden päätöksenteon kriteeriksi.