

Yhteenveto

Tässä tutkimuksessa kehitettiin rakennusten energiankulutuksen laskentaa varten uudet testivuodet säätietoineen sekä nykyisessä että arvioidun mukaisessa tulevaisuuden ilmastossa. Nykyisen ilmaston uusi testivuosi TRY2012 laadittiin Suomen rakennusten energialaskennassa käytettäville ilmastovyöhykkeille vuosien 1980–2009 säähavaintojen perusteella. Testivuosi TRY2012 tulee käyttöön uusien rakentamismääräysten astuessa voimaan 1.7.2012. Tulevaisuutta kuvaavat energialaskennan testivuodet muodostettiin muokkaamalla testivuoden TRY2012 säätietoja siten, että ne ovat sopusoinnussa mallikokeiden mukaisten ilmastomuutosarvioiden kanssa.

Rakennusten energiankulutuksen laskenta on tähän asti perustunut Ilmatieteen laitoksen säähavaintoasemien mittauksiin Vantaalla Helsinki-Vantaan lentoasemalla (vyöhyke I), Jokioisten observatoriossa (vyöhyke II), Jyväskylän lentoasemalla (vyöhyke III) ja Lapin ilmatieteellisessä tutkimuskeskuksessa (vyöhyke IV). Myös lämmitysjärjestelmien mitoituksessa on käytetty näitä samoja vyöhykkeitä. Hankkeen tulosten pohjalta tähän tehtiin seuraavat muutokset ja täsmennykset:

- Koska ero kahden eteläisimmän vyöhykkeen (I ja II) vuosikeskilämpötilojen välillä on pieni ja vyöhykkeen I osuus Suomen rakennuskannan kerrosalasta on suurempi kuin vyöhykkeen II, käytetään vastedes molemmilla vyöhykkeille samaa Vantaan säähavaintojen perusteella laadittua energialaskennan testivuosiaineistoa.
- Vaikka vyöhykkeillä I–II onkin jatkossa yhteinen energialaskennan sääaineisto, rakennusten lämmitysjärjestelmien mitoitukseen käytetään edelleen kummallekin vyöhykkeelle erikseen määriteltäviä ulkoilman mitoituslämpötiloja. Hankkeessa selvitettiin, tulisiko nykyisten rakentamismääräysten (RakMk D5, 2007) mukaisia mitoittavia lämpötiloja nostaa jo toteutuneen ilmaston lämpenemisen vuoksi, mutta tähän ei toisistaan ilmennyt tarvetta. Yksittäisiä kovia pakkasjaksoja nähtäneen vielä ainakin lähivuosikymmeninä, joten mitoituslämpötiloja lienee syytä leudontaa merkittävästi vasta pitkällä tähtäimellä.
- Koska vyöhykkeillä I–II sijaitsee $\frac{3}{4}$ koko Suomen rakennuskannasta, TRY2012:n kolmesta aineistosta soveltuvat Vantaan säähavainnot parhaiten käytettäviksi, kun tarkoituksena on osoittaa rakennuksen energiatehokkuuden määräysten mukaisuus.
- Myös vyöhykkeille III ja IV muodostettiin uudet energialaskennan sääaineistot. Vyöhykkeiden välistä rajaa muutettiin aiempaan energialaskennan ja mitoituslämpötilan vyöhykejakoon verrattuna siten, että kylmimpään vyöhykkeeseen IV kuuluvat Lapin maakunnan lisäksi nyt myös Pohjois-Pohjanmaan itäosa ja Kainuun pohjoisosa (Ristijärvi, Hyrynsalmi, Puolanka, Suomussalmi, Pudasjärvi, Taivalkoski ja Kuusamo).

Suomen uusi energialaskennan testivuosi TRY2012 koostettiin vuosien 1980–2009 aikana esiintyneistä kuukausista. Jotta testivuoden sääaineistot kuvaisivat mahdollisimman hyvin keskimääräisiä sääoloja, testivuoden kuukaudet poimittiin eri vuosilta. Nämä testikuukaudet valittiin tutkimalla vuorokauden keskilämpötilan, auringon kokonaissäteilyn, suhteellisen kosteuden ja tuulen nopeuden frekvenssijakaumia eri kuukausina Vantaalla, Jyväskylässä ja Sodankylässä. Valintamenetelmä perustui SFS EN ISO 15927-4 -standardiin, jota kuitenkin muokattiin siten, että kuukausien valinnassa painotettiin niitä ilmastomuuttujia, joilla on suurin vaikutus rakennusten lämmitys- ja jäähdytystarpeeseen. Esimerkkirakennuksina käytettiin

tyypillistä suomalaista yksikerroksista uudispientaloa ja viisikerroksista toimistorakennusta. Näiden rakennusten energiantarvetta koskeneet herkkyytlaskelmat osoittivat seuraavaa:

- Ulkoilman lämpötilalla on ilmastomuuttujista suurin vaikutus rakennusten lämmitys- ja jäähdytysenergian tarpeeseen
- Kesällä auringon säteily vaikuttaa energiantarpeeseen suunnilleen saman verran kuin lämpötila
- Tuulen ja etenkin ulkoilman kosteuden vaikutus rakennusten energiantarpeeseen on selvästi pienempi kuin lämpötilan ja säteilyn.

Kun testikuukaudet oli valittu, niille muodostettiin tunnitaiset sääaineistot, joita verrattiin vanhan testivuoden 1979 säätietoihin sekä koko 30-vuotisjakson (1980–2009) keskiarvoihin. Vertailujen mukaan:

- Uuden testivuoden TRY2012 keskilämpötilat ovat kaikilla vyöhykkeillä lähellä pitkäaikaisia keskiarvoja (1980–2009) eron ollessa 0,2–0,5 °C lämpimään suuntaan. Myös testivuoden yksittäisten kuukausikeskilämpötilojen poikkeamat jäävät pieniksi vuosien väliseen vaihteluun verrattuna. Vuotuiset lämmitystarveluvut ovat testivuoden tiedoista laskettuina 1–2 % pitkäaikaisia keskiarvoja pienempiä.
- TRY2012 on vyöhykkeestä riippuen 0,7–1,3 °C lämpimämpi kuin vanha testivuosi 1979. Vuotuisten lämmitystarvelukujen suhteelliset erot ovat 4–11 %. Eniten uuden ja vanhan testivuoden lämpötilat eroavat toisistaan Etelä-Suomessa.
- Auringon kokonaissäteilyenergian määrä maaliskokuussa on uutena testivuotena paikasta riippuen 4–6 % suurempi kuin vanhana testivuotena 1979 ja 1–4 % suurempi kuin keskimäärin vuosina 1980–2009. Joinakin yksittäisinä kuukausina testivuoden säteilysuureiden poikkeamat vertailuarvoista olivat selvästi tätä suurempia.
- Suhteellisen kosteuden arvot vuoden kesäpuoliskon muutamina kuukausina erosivat jonkin verran uuden ja vanhan testivuoden välillä, mutta kaiken kaikkiaan niiden ja tuulen nopeuksien erot testivuosien välillä olivat pieniä.

Nykyistä ilmastoa koskevan testivuoden TRY2012 säätietoja muokattiin tulevaisuuden tarkasteleluja varten ottamalla huomioon arviot ilmastomuutoksesta. Näin saatiin tuotettua hetkellistä keinokeinoista säätietoa tunnin välein vuodelle 2030 (ja myös vuosille 2050 ja 2100). Sääaineisto on tarkoitettu rakennusten energiankulutuksen ennakkointiin. Tulevaisuuden testivuosien sääaineistoja ei luonnollisesti pidä tulkita ennusteina juuri kyseisille ajanhetkille. Yksittäisten simuloitujen arvojen sijasta tulee tarkastella aineiston tilastollisia ominaisuuksia. Lisäksi on muistettava, että sekä nykyisen että tulevaisuuden ilmaston testivuosien säätietoihin aiheuttaa epävarmuutta ilmaston luonnollinen vaihtelu vuosikymmenestä ja myös 30-vuotiskaudesta toiseen. Testivuosiin 2050 ja 2100 vaikuttaa myös oletus varsin suurista kasvi-huonekaasujen päästöistä tämän vuosisadan aikana (ns. A2-skenaario). Pienempien päästöjen toteutuessa ilmasto muuttuisi vastaavasti vähemmän. Eri ilmastomallien tulosten eroista aiheutuvaa epävarmuushaarukkaa (esim. Jylhä et al., 2009) ei ole tässä tutkimuksessa otettu huomioon, vaan tulevaisuuden testivuodet perustuvat useiden mallien tulosten keskiarvona saatuun ns. parhaaseen arvioon.

Rakennusten energiankulutuksen kannalta merkittävien ero uuden testivuoden TRY2012 ja tulevaisuuden testivuosien välillä on lämpötilojen kohoaminen. Testivuotta 2030 luonnehtivat seuraavat muutokset:

- Vuoden 2030 tienoilla vuoden keskilämpötila on vyöhykkeestä riippuen 1,2–1,5 astetta korkeampi kuin nykyistä ilmastoa kuvaavana uutena testivuotena. Talvella kes-

kilämpötila nousee noin kaksi astetta, kesällä vajaan asteen. Lämpötilan vaihtelevuus vähenee talvipuolella vuotta (loka-marraskuusta maalis-huhtikuuhun) noin 10 %.

- Auringon kokonaissäteily vaakapinnalle ja sädettä vastaan projisoitu suora säteily ovat hieman nykyistä pienempiä testivuoden 2030 maaliskuu- ja huhtikuussa. Muina vuodenaikoina joko muutokset sinällään tai niiden merkitys rakennusten energiankulutuksen kannalta ovat pieniä. Tämä koskee myös auringon hajasäteilyä.
- Tuuli voimistuu enimmillään 1–2,5 % muutoksen ajoittuessa marras–helmikuuhun. Samalla etelän ja lännen puoleiset tuulet yleistyvät jo hieman pohjois-, itä- ja kaakkoistuulien kustannuksella.
- Ilmastonmuutosarviot osoittavat vuodelle 2030 pientä suhteellisen kosteuden kasvua lokakuusta huhtikuuhun. Suhteellisten kosteuksien 95–100%:n välillä olevat arvot yleistyvät talvisin alhaisempien lukemien kustannuksella, kun taas kesällä muutokset ovat pieniä.

Testivuosia 2050 ja 2100 koskevat ilmastolliset muutokset ovat suurempia, ja ne erottuvat ilmaston luonnollisesta vaihtelusta paremmin kuin testivuoden 2030 muutokset.

Ilmastonmuutoksen vaikutusta rakennusten energiantarpeeseen vuoteen 2030 mennessä tutkittiin kahden esimerkkirakennuksen avulla käyttäen Vantaan testivuosiaineistoja nykyisessä ja tulevaisuuden ilmastossa. Tulokset osoittavat, että mikäli laskelmien perustana käytetty ilmastonmuutoskenaario toteutuu, tutkittujen esimerkkirakennusten tilojen ja ilmanvaihdon lämmitysenergian tarve vähenee noin 10–13 % vuoteen 2030 mennessä ja jäähdytysenergian tarve kasvaa vastaavasti 13–19 %. Koska esimerkkirakennusten jäähdytystarve on melko pieni rakennusten lämmitystarpeeseen verrattuna, rakennusten kokonaisostoenergiankulutus vähenee tulosten mukaan 4–7 % vuoteen 2030 mennessä. Laskelmissa ei ole otettu huomioon rakentamismääräysten mahdollisten muutosten tuomia epäsuoria vaikutuksia.

Rakennusten energiankulutuksen laskelmat perustuivat siis tyypillisiä sääoloja edustaviin testivuosiaineistoihin, kun taas rakennusten lämmitysjärjestelmien mitoitus varten tarkasteltiin kuuden viime vuosikymmenen kaikkein kireimpiin kuuluvia pakkasia. Koska Suomessa säät ovat niin nykyisin kuin tulevaisuudessakin sangen vaihtelevia, myös rakennusten energiantarve vaihtelee vuodesta toiseen. Kun otetaan huomioon tämän tutkimuksen tuloksena saatu melko maltillinen lämmitysenergian tarpeen vähenemistrendi sekä lämmitysjärjestelmien mitoituslämpötilojen pysyminen toistaiseksi ennallaan, voidaan todeta, että myös vuonna 2030 rakennukset tulee edelleen varustaa kunnon lämmitysjärjestelmillä. Toisaalta on samalla syytä varautua jäähdytyksen tarpeen kasvuun kesällä. Ulkoilman lämpötilojen kohoaminen edellyttää huonelämpötilan hallinnan suunnittelua ja tarkoituksenmukaisten keinojen käyttämistä sisätilojen ylläampemisen estämiseksi. Ensisijaisesti tulisi käyttää passiivisia jäähdytysratkaisuja, kuten auringonsuojauksia, ja vasta tarvittaessa koneellista jäähdytystä.