

Maanvastainen rakenne ja tuuletettu alapohja

Julkaisu maanvastaisten rakenteiden ja tuuletetun alapohjan käsittelystä tasauslaskennassa, lämmitystehontarpeen sekä lämmitysenergiantarpeen laskennassa



Ympäristöministeriö
Miljöministeriet
Ministry of the Environment

2024

Esipuhe

Tässä julkaisussa esitetään kootusti maanvastaisten rakenteiden sekä tuuletetun alapohjan käsittelyä ja laskentaa tasauskennassa, lämmitystehontarpeen sekä lämmitysenergian tarpeenlaskennassa. Lämmitysenergiatarpeen laskenta on osa energiatodistusluokan ja E-luvun laskentaa. Tässä käsitellään kootusti eri tarkasteluissa käytettävät U -arvot ja lämpötilaerot. Itse U -arvon laskentaa ei käsitellä tässä julkaisussa. Julkaisun sovellusesimerkit, suositukset ja lisätiedot eivät ole rakentamismääräyskokoelman määräysten tai ohjeiden tasoisia kannanottoja, jotka sitoisivat suunnittelua ja rakentamista.

Julkaisun on laatinut ympäristöministeriön toimeksiannosta TkL Mika Vuolle Equa Simulation Finland Oy:stä, ja asiantuntijana on toiminut DI Marko Saikkonen D.O.F tech Oy:stä. Työtä on ympäristöministeriön puolesta valvonut ja ohjannut rakennusneuvos Jyrki Kauppinen.

Sisällys

Esipuhe	2
Sisällys	3
1 Johdanto	4
2 Maata vasten olevat rakenteet	5
2.1 Lämpöhäviöiden tasauslaskenta	5
2.2 Lämmitystehontarpeen laskenta	5
2.3 Lämmitysenergiatarpeen laskenta (esim. E-luvun laskenta)	6
3 Tuuletettu alapohja	8
3.1 Lämpöhäviöiden tasauslaskenta	8
3.2 Lämmitystehontarpeen laskenta	9
3.3 Lämmitysenergiatarpeen laskenta (esim. E-luvun laskennassa)	10
Yhteenvetotaulukko	11

1 Johdanto

Maavastaiset rakenteet ja tuuletetut alapohjat poikkeavat muista rakennusosista, koska niiden laskennassa käytetyt U -arvo ja rakenteen yli oleva lämpötilaero vaihtelevat eri laskentatarkasteluissa. Tässä julkaisussa on koottu yhteen näiden rakennusosien käsittely taseuslaskennassa, lämmityshontarpeen sekä lämmitysenergiatarpeen laskennassa.

2 Maata vasten olevat rakenteet

2.1 Lämpöhäviöiden tasauslaskenta

U-arvo:

- a) Maanvastaisen lattia- tai seinärakenteen lämmönläpäisykerroin voidaan laskea *rakennusosien lämmönläpäisykertoimen laskenta* -julkaisun mukaisesti yksinkertaistettusti kertomalla pelkän lattia- tai seinärakenteen lämmönläpäisykerroin kertoimella 0,9. Kerroin ottaa huomioon maan lämmönvastuksen. Yksinkertaistettu menetelmä ei ota huomioon rakennuksen geometrian vaikutusta.

TAI

- b) Maanvastaisen alapohjan lämmönläpäisykerroin voidaan laskea tarkemmin standardeissa esitetyn yksityiskohtaisen laskentamenetelmän mukaisesti.

2.2 Lämmitystehontarpeen laskenta

U-arvo:

- a) Maanvastaisen lattia- tai seinärakenteen lämmönläpäisykerroin voidaan laskea *rakennusosien lämmönläpäisykertoimen laskenta* -julkaisun mukaisesti yksinkertaistettusti kertomalla pelkän lattia- tai seinärakenteen lämmönläpäisykerroin kertoimella 0,9. Kerroin ottaa huomioon maan lämmönvastuksen. Yksinkertaistettu menetelmä ei ota huomioon rakennuksen geometrian vaikutusta.

TAI

- b) Maanvastaisen alapohjan lämmönläpäisykerroin voidaan laskea tarkemmin standardeissa esitetyn yksityiskohtaisen laskentamenetelmän mukaisesti.

Lämpötilaero:

Maahan johtuva teho lasketaan *rakennuksen energiankulutuksen ja lämmitystehontarpeen laskenta* -julkaisun kaavan 10.4 avulla. Mitoittavana ulkolämpötilana (riippumatta U -arvon määrittelytavasta) käytetään vuotuisen keskilämpötilan arvoa lisättynä 2°C:lla ($T_{u,mit+2}$). Keskimääräinen vuotuinen ulkolämpötila esimerkiksi säävyöhykkeellä I saadaan *Ympäristöministeriön asetus uuden rakennuksen energiatehokkuudesta* liitteen 1 taulukosta L2.1 ja se on +5,57°C. Mitoittavana ulkolämpötilana maahan johtuvan tehon laskennassa käytetään säävyöhykkeellä I arvoa +7,57°C *rakennuksen energiankulutuksen ja lämmitystehontarpeen laskenta* -julkaisun kohdan 10.2.5 mukaan. Lämmitystehontarpeenlaskennassa käytetään rakennuksen sijaintipaikkakunnan mukaisen säävyöhykkeen arvoa.

Kohdat määräyksissä ja ohjeissa:

Rakennuksen energiankulutuksen ja lämmitystehontarpeen laskenta -julkaisun kohta 10.2.5:

Maahan johtuva teho voidaan laskea kaavan (10.4) avulla. Tällöin alapohjan U -arvona käytetään rakenteen ja maaperän yhteenlaskettua lämmönläpäisykerrointa. Mitoittavana ulkolämpötilana käytetään vuotuisia mitoittavia keskilämpötilan arvoja lisättynä 2°C:lla. Pinta-alana käytetään välittömästi maan kanssa kosketuksissa olevaa alapohjan pinta-alaa.

2.3 Lämmitysenergiantarpeen laskenta (esim. E-luvun laskenta)

U-arvo:

- a) Maanvastaisen lattia- tai seinärakenteen lämmönläpäisykerroin voidaan laskea *rakennusosien lämmönläpäisykerrointen laskenta* -julkaisun mukaisesti yksinkertaistettusti kertomalla pelkän lattia- tai seinärakenteen lämmönläpäisykerroin kertoimella 0,9. Kerroin ottaa huomioon maan lämmönvastuksen. Yksinkertaistettu menetelmä ei ota huomioon rakennuksen geometrian vaikutusta.

TAI

- b) Maanvastaisen alapohjan lämmönläpäisykerroin voidaan laskea tarkemmin standardeissa esitetyn yksityiskohtaisen laskentamenetelmän mukaisesti.

Lämpötilaero:

Lämpötilaerona voidaan käyttää joko sisä- ja ulkolämpötilan lämpötilaeroa tai *rakennuksen energiankulutuksen ja lämmitystehontarpeen laskenta* -julkaisun kohdan 3.2.4 mukaista maan lämpötilan ja sisälämpötilan lämpötilaeroa. Jälkimäinen vaihtoehto yhdessä U -arvon vaihtoehtojen a ja b kanssa ei ole teoreettisesti ottaen aivan oikein, mutta tämä yksinkertaistus on jätetty mahdolliseksi, jotta eri laskennoissa voitaisiin käyttää samoja U -arvoja sekaannuksien välttämiseksi.

Kohdat määräyksissä ja ohjeissa:

Rakennuksen energiankulutuksen ja lämmitystehontarpeen laskenta -julkaisun kohta 3.2.4:

Maanvastaisten alapohjien kautta johtuva energia voidaan laskea kaavan (3.4) mukaisesti käyttämällä kaavassa ulkoilman lämpötilan sijasta alapohjan alapuolisen maan lämpötilaa. Alapohjan alapuolisen maan vuotuinen keskilämpötila lasketaan ulkoilman vuotuisesta keskilämpötilasta kaavalla (3.6)

$$T_{maa,vuosi} = T_{u,vuosi} + \Delta T_{maa,vuosi} \quad (3.6)$$

jossa

$T_{maa,vuosi}$ alapohjan alapuolisen maan vuotuinen keskilämpötila, °C

$T_{u,vuosi}$ ulkoilman vuotuinen keskilämpötila, °C

$\Delta T_{maa,vuosi}$ alapohjan alapuolisen maan ja ulkoilman vuotuisen keskilämpötilan ero, °C.

Maan ja ulkoilman vuotuisen keskilämpötilan erona käytetään arvoa 5 °C.

Maan kuukausittainen keskilämpötila lasketaan maan vuotuisesta keskilämpötilasta kaavalla (3.7)

$$T_{maa,kuukausi} = T_{maa,vuosi} + \Delta T_{maa,kuukausi} \quad (3.7)$$

jossa

$T_{maa,kuukausi}$ alapohjan alapuolisen maan kuukausittainen keskilämpötila, °C

$T_{maa,vuosi}$ alapohjan alapuolisen maan vuotuinen keskilämpötila, °C

$\Delta T_{maa,kuukausi}$ alapohjan alapuolisen maan kuukausittaisen keskilämpötilan ja vuotuisen keskilämpötilan ero (taulukko 3.4), °C.

Maan ja ulkoilman kuukausittaisten keskilämpötilojen ero saadaan taulukosta 3.4. Taulukon arvoja voidaan käyttää kaikille säävyöhykkeille ja maalajeille.

3 Tuuletettu alapohja

Tuuletetun alapohjan tuuletusaukkojen määrä lasketaan kaavalla (1).

$$Aukkojen\ osuus = \frac{A_{Aukot}}{A_{Alapohja}} \quad (1)$$

jossa

A_{Aukot} ryömintätilan aukkojen pinta-ala m^2

$A_{Alapohja}$ ryömintätilaa vasten olevan alapohjan pinta-ala sisämitoilla laskettuna m^2

Luvuissa 3.1 ja 3.2 jaotellaan tuuletetut alapohjat kahteen eri ryhmään riippuen tuuletusaukkojen määrästä, korkeintaan 8 promillea tai yli 8 promillea.

3.1 Lämpöhäviöiden tasauslaskenta

Jos alapohja rajoittuu tuuletettuun ryömintätilaan, jonka tuuletusaukkojen määrä on enintään 8 promillea alapohjan pinta-alasta, käsitellään rakenne seuraavasti:

U-arvo:

- Ryömintätilaisen alapohjan lämmönläpäisykerroin voidaan laskea *rakennusosien lämmönläpäisykertoimen laskenta* -julkaisun mukaisesti yksinkertaistetusti kertomalla pelkän lattiarakenteen lämmönläpäisykerroin kertoimella 0,9. Tällä tavalla otetaan huomioon ryömintätilan ilman ulkoilmaa korkeampi vuotuinen keskilämpötila.

TAI

- Ryömintätilaisen alapohjan lämmönläpäisykerroin voidaan laskea tarkemmin standardeissa esitetyn yksityiskohtaisen laskentamenetelmän mukaisesti.

Jos ryömintätilaisen alapohjan tuuletusaukkojen määrä on yli 8 promillea alapohjan pinta-alasta tai ryömintätila on koneellisesti tuuletettu, alapohja käsitellään ulkoilmaan rajoittuvana alapohjana ja menetellään seuraavasti.

U-arvo:

- Rakenteen lämmönläpäisykerroin voidaan laskea *rakennusosien lämmönläpäisykertoimen laskenta* -julkaisun mukaisesti huomioimalla pelkän lattiarakenteen lämmönläpäisykerroin

TAI

- Ryömintätilaisen alapohjan lämmönläpäisykerroin voidaan laskea tarkemmin standardeissa esitetyn yksityiskohtaisen laskentamenetelmän mukaisesti.

3.2 Lämmitystehontarpeen laskenta

Jos alapohja rajoittuu tuuletettuun ryömintätilaan, jonka tuuletusaukkojen määrä on enintään 8 promillea alapohjan pinta-alasta, käsitellään rakenne seuraavasti:

U-arvo:

Rakenteen lämmönläpäisykerroin voidaan laskea *rakennusosien lämmönläpäisykerroimen laskenta* -julkaisun mukaisesti huomioimalla pelkän lattiarakenteen lämmönläpäisykerroin

Lämpötilaero:

Jos tuuletusaukkojen aukkojen määrä on alle 8 promillea, niin mitoittavana lämpötilaerona käytetään sisälämpötilan ja vuotuisia keskimääräisiä keskilämpötilan arvoja vähennettynä 2°C:lla erotusta. Lämmitystehontarpeenlaskennassa käytetään rakennuksen sijaintipaikkakunnan mukaisen säävyöhykkeen arvoa.

Kohdat määräyksissä ja ohjeissa:

Rakennuksen energiankulutuksen ja lämmitystehontarpeen laskenta -julkaisun kohta 10.2.4:

Jos alapohjan alla oleva ryömintätila on osittain suljettu siten, että tuuletusaukkoja on enintään 8 promillea alapohjan pinta-alasta, mitoittavana lämpötilana käytetään vuotuisia mitoittavia keskilämpötilan arvoja vähennettynä 2°C:lla. Tällöin alapohjan U-arvo lasketaan ilman maan ja ryömintätilan lämmönvastusta ja teho voidaan laskea kaavan (10.4) avulla.

Jos ryömintätillaisen alapohjan tuuletusaukkojen määrä on yli 8 promillea alapohjan pinta-alasta tai ryömintätila on koneellisesti tuuletettu, alapohja käsitellään ulkoilmaan rajoittuvana alapohjana ja menetellään seuraavasti.

U-arvo:

Rakenteen lämmönläpäisykerroin voidaan laskea *rakennusosien lämmönläpäisykerroimen laskenta* -julkaisun mukaisesti huomioimalla pelkän lattiarakenteen lämmönläpäisykerroin

Lämpötilaero:

Jos tuuletusaukkojen aukkojen määrä on yli 8 promillea tai ryömintätila on koneellisesti tuuletettu, niin mitoittavana lämpötilaerona käytetään sisälämpötilan ja mitoittavan ulkolämpötilan erotusta.

3.3 Lämmitysenergiantarpeen laskenta (esim. E-luvun laskennassa)

Jos alapohja rajoittuu tuuletettuun ryömintätilaan, jonka tuuletusaukkojen määrä on enintään 8 promillea alapohjan pinta-alasta, käsitellään rakenne seuraavasti:

U-arvo:

- a) Ryömintätilaisen alapohjan lämmönläpäisykerroin voidaan laskea *rakennusosien lämmönläpäisykerroimen laskenta* -julkaisun mukaisesti yksinkertaistetusti kertomalla pelkän lattiarakenteen lämmönläpäisykerroin kertoimella 0,9.

TAI

- b) Ryömintätilaisen alapohjan lämmönläpäisykerroin voidaan laskea tarkemmin standardeissa esitetyn yksityiskohtaisen laskentamenetelmän mukaisesti.

Lämpötilaero:

Sisä- ja ulkolämpötilan lämpötilaero

Kohdat määräyksissä ja ohjeissa:

Rakennuksen energiankulutuksen ja lämmitystehontarpeen laskenta -julkaisun kohta 3.2.2:

Jos alapohja on suoraan ulkoilmaa vasten, lasketaan sen johtumislämpöhäviö lämpötilaeron $T_s - T_u$ mukaan kaavassa (3.4) esitetyllä tavalla. Jos alapohja rajoittuu ryömintätilaan, jonka tuuletusaukkojen määrä on enintään 8 promillea alapohjan pinta-alasta, lasketaan sen kautta johtuva energia ulkoilmaan maan ja ryömintätilan lämmönvastus huomioon ottaen.

Jos ryömintätilaisen alapohjan tuuletusaukkojen määrä on yli 8 promillea alapohjan pinta-alasta tai ryömintätila on koneellisesti tuuletettu, alapohja käsitellään ulkoilmaan rajoittuvana alapohjana ja menetellään seuraavasti.

U-arvo:

Rakenteen lämmönläpäisykerroin voidaan laskea *rakennusosien lämmönläpäisykerroimen laskenta* -julkaisun mukaisesti huomioimalla pelkän lattiarakenteen lämmönläpäisykerroin

Lämpötilaero:

Sisä- ja ulkolämpötilan lämpötilaero

Yhteenvetotaulukko

Rakenneos	Tasauslaskenta	E-luku ja energiatodistus	Tehontarve
Maanvastainen alapohja	<p>$0,9 \times$ Rakenteen U-arvo</p> <p>TAI</p> <p>Standardien mukainen rakenteen, maan vastuksen ja geometrian huomioiva U-arvo</p>	<p>$0,9 \times$ Rakenteen U-arvo ja lämpötilaero $T_s - T_{maa,kuukausi}$</p> <p>TAI</p> <p>Standardien mukainen rakenteen, maan vastuksen ja geometrian huomioiva U-arvo ja lämpötilaero $T_s - T_u$</p>	<p>$0,9 \times$ Rakenteen U-arvo ja lämpötilaero $T_s - (T_{u,mit+2})$</p> <p>TAI</p> <p>Standardien mukainen rakenteen, maan vastuksen ja geometrian huomioiva U-arvo ja lämpötilaero $T_s - (T_{u,mit+2})$</p>
Maanvastainen seinä	<p>$0,9 \times$ Rakenteen U-arvo</p> <p>TAI</p> <p>Standardien mukainen rakenteen, maan vastuksen ja geometrian huomioiva U-arvo</p>	<p>$0,9 \times$ Rakenteen U-arvo ja lämpötilaero $T_s - T_u$</p> <p>TAI</p> <p>Standardien mukainen rakenteen, maan vastuksen ja geometrian huomioiva U-arvo ja lämpötilaero $T_s - T_u$</p>	<p>$0,9 \times$ Rakenteen U-arvo ja lämpötilaero $T_s - T_{u,mit}$</p> <p>TAI</p> <p>Standardien mukainen rakenteen, maan vastuksen ja geometrian huomioiva U-arvo ja lämpötilaero $T_s - T_{u,mit}$</p>
Tuuletettu alapohja, tuuletusaukkojen määrä enintään 8 promillea alapohjan pinta-alasta	<p>$0,9 \times$ Rakenteen U-arvo</p> <p>TAI</p> <p>Standardien mukainen rakenteen, maan vastuksen ja geometrian huomioiva U-arvo</p>	<p>$0,9 \times$ Rakenteen U-arvo ja lämpötilaero $T_s - T_u$</p> <p>TAI</p> <p>Standardien mukainen rakenteen, maan vastuksen ja geometrian huomioiva U-arvo ja lämpötilaero $T_s - T_u$</p>	<p>$0,9 \times$ Rakenteen U-arvo ja lämpötilaero $T_s - T_{u,ka-2}$</p> <p>TAI</p> <p>Standardien mukainen rakenteen, maan vastuksen ja geometrian huomioiva U-arvo ja lämpötilaero $T_s - T_{u,ka-2}$</p>
Tuuletettu alapohja, tuuletusaukkojen määrä yli 8 promillea alapohjan pinta-alasta tai ryömintätila on koneellisesti tuuletettu	<p>Rakenteen U-arvo</p> <p>TAI</p> <p>Standardien mukainen rakenteen, maan vastuksen ja geometrian huomioiva U-arvo</p>	<p>Rakenteen U-arvo ja lämpötilaero $T_s - T_u$</p> <p>TAI</p> <p>Standardien mukainen rakenteen, maan vastuksen ja geometrian huomioiva U-arvo ja lämpötilaero $T_s - T_u$</p>	<p>Rakenteen U-arvo ja lämpötilaero $T_s - T_{u,mit}$</p> <p>TAI</p> <p>Standardien mukainen rakenteen, maan vastuksen ja geometrian huomioiva U-arvo ja lämpötilaero $T_s - T_{u,mit}$</p>