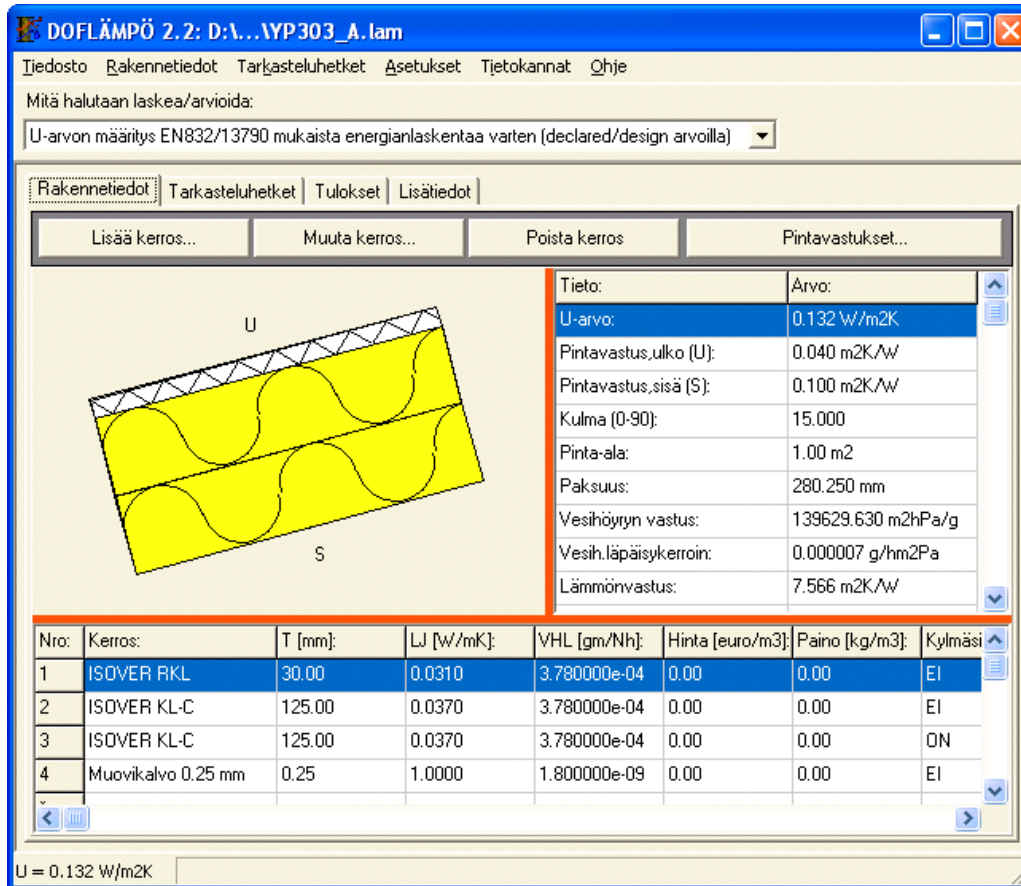


DOFLÄMPÖ versio 2.2



Kerroksellisen rakenteen lämpö- ja kosteustarkastelu

K-arvo

Kosteuskäyrät

Lämpökäyrä

Lämpöhäviö

D.O.F. tech Oy

2003

SISÄLLYSLUETTELO:

1 DOFLÄMPÖ-ohjelman yleisiä tietoja	1
2 DOFLÄMPÖ-ohjelman tärkeimmät tiedostot	1
3 DOFLÄMPÖ-ohjelman asennus	2
4 DOFLÄMPÖ-ohjelman käyttötarkoitus	3
5 Ohjelman rakenne	3
5.1 Pääikkuna	3
5.2 Pääikkunan valikot	4
5.3 Rakennetiedot-välilehti	6
5.4 Tarkasteluhetket-välilehti	8
5.5 Tulokset-välilehti	10
5.6 Lisätiedot-välilehti	11
5.7 Kerrosten lisäys-ikkuna	12
5.8 Kerrostietojen muuttaminen-ikkuna	15
5.9 Pintavastuksien ja kulman syöttö-ikkuna	16
5.10 Tarkasteluhetken lisääminen/muuttaminen-ikkuna	19
5.11 Materiaalitietokannan muokkaus-ikkuna	21
5.12 Tulostustoiminnot	22
5.13 Laskenta-asetukset-ikkuna	23
6 Laskentateoria	24
6.1 Lämmönläpäisykerroin U	24
6.2 Lämpötilat kerroksissa	26
6.3 Kyllästymiskosteus kerroksissa	26
6.4 Kosteusmäärä kerroksissa	27
6.5 Kondensaatio	27
6.6 Lämpöhäviön laskenta	27
7 Vastuu	28
8 D.O.F. tech Oy	28
Liite 1. Normaaaleja lämmönjohtavuuksia	29
Liite 2. Vesihöyrynläpäisevyyksiä	32
Liite 3. Ilman kyllästymiskosteus	33

1 DOFLÄMPÖ-ohjelman yleisiä tietoja

DOFLÄMPÖ-ohjelman esittelyversio on vapaasti kopioitavissa ja levitettävissä. Ohjelma toimii esittelyversiona, mikäli sille ei ole syötetty salasanaa. Esittelyversion tunnistaa ikkunaotsikon sanasta "DEMO". Esittelyversiossa ei kaikki toiminnot ole käytössä. Esittelyversion päivitys rekisteröidyksi ohjelmaksi tapahtuu maksamalla rekisteröintimaksu ja toimittamalla ohjelman käynnistyksen yhteydessä ilmoittama *Tunnussana* D.O.F. tech Oy:lle, jonka jälkeen käyttäjälle toimitetaan oikea *Salasana* ja käyttöopas.

Saatu salasana on tietokone-kohtainen, joten se ei toimi kuin tietokoneessa, josta D.O.F. tech Oy:lle lähetetty tunnussana on peräisin. Mikäli ohjelma siirretään toiseen koneeseen, vanha ohjelma tuhotaan alkuperäiseltä koneelta. D.O.F. tech Oy toimittaa uuden salasanan toimituskustannusten hinnalla.

DOFLÄMPÖ-ohjelman rekisteröimättömän version käyttö ammattimaisesti on kielletty. DOFLÄMPÖ-ohjelman jälleenmyynti on kielletty.

2 DOFLÄMPÖ-ohjelman tärkeimmät tiedostot

doflampo.exe	= DOFLÄMPÖ-ohjelma (32 bittinen Windows-ohjelma).
doflampo.hlp	= Ohjelman käyttämä ohjetiedosto.
*.mab	= Tiedostoja, jotka sisältävät kirjastoituja materiaalitietoja.
*.csv	= Tarkasteluhetkien (lämpötilojen ja suhteellisten kosteuksien) kirjastotiedosto.
*.inp	= Ohjelman lähtötietojen vanha tallennustiedosto (1.0 & 1.1).
*.lam	= Ohjelman lähtötietojen uusi tallennustiedosto (2.0 -).
*.dat	= Ohjelman käyttämiä aputiedostoja.

Lisäksi asennus-CD:llä toimitetaan myös muita D.O.F. tech Oy:n tuotteita, joita voitte koekäyttää. Voitte rekisteröityä myös näiden ohjelmien käyttäjiksi kappaleen 1 ehdoin. Rekisteröinti tapahtuu D.O.F. tech Oy:lle postitse tai puhelimitse (yhteystiedot löytyvät käyttöoppaan lopusta).

3 DOFLÄMPÖ-ohjelman asennus

Tämä asennusohje on sama kaikille D.O.F. tech Oy:n tuotteille. On suositeltavaa asentaa kaikki asennus-CD:n sisältämät ohjelmat kiintolevyille. Ohjelmat asennetaan Windows-ympäristöön seuraavasti:

1. Käynnistä Windows.
2. Aseta asennusCD CD-asemaan
3. Valitse ”Suorita”-komento ”Käynnistä”-valikosta
4. Kirjoita käsky ”d:\setup” (jos CD asema on asema D) ja paina ”OK”
5. Asenna-ohjelma käynnistyy, seuraa asennusohjelman antamia ohjeita
6. Kun asennus on suoritettu, rekisteröi tilaamasi ohjelmat kappaleen 1 mukaisesti (sähköpostilla / puhelimella).

4 DOFLÄMPÖ-ohjelman käyttötarkoitus

DOFLÄMPÖ-ohjelmalla analysoidaan seinärakenteiden tai ala- ja yläpohjarakenteiden lämpö- ja kosteuskäyttäytymistä. DOFLÄMPÖ-ohjelmaa voi käyttää esimerkiksi seuraavissa tilanteissa:

- Halutaan ratkaista seinä- tai yläpohjarakenteen lämmönläpäisykerroin (U-arvo)
- Tarkastellaan uuden tai korjattavan rakenteen kosteuskäyttäytymistä
- Halutaan tietää rakenteen lämpöhäviön tietyssä ajanjaksona

5 Ohjelman rakenne

Ohjelman pääikkuna ja sen alaveto-valikon toiminta selvitetään kappaleissa 5.1-5.2. Ohjelman pääikkunassa on useita välilehti-ikkunoita joiden toiminta selvitetään kappaleissa 5.3-5.6. Painikkeista ja alavetovalikosta aukeavien ali-ikkunoiden toiminta selvitetään kappaleissa 5.7-5.13.

5.1 Pääikkuna

Ohjelman pääikkunan yläreunassa valitaan halutaanko laskea:

- *EN 832/ EN 13790 mukaista U-arvoa (energiankulutuslaskelmia varten)*
- *U-arvoa ja kosteuskäyttäytymistä λ_n arvoilla*

Valinnan mukaan ohjelma kytkee materiaalikirjastoalikoiman joko λ_n - tai $\lambda_{\text{declared}}$ -pohjaisiksi. Lisäksi mahdolliset tulosvaihtoehdot muuttuvat sen mukaan mitä ollaan laskemassa.

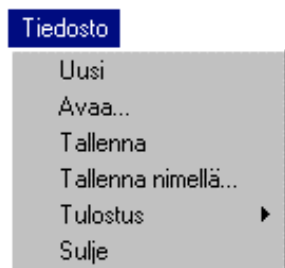
Ohjelman pääikkuna sisältää 4 välilehteä: *Rakennetiedot-*, *Tarkasteluhetket-*, *Tulokset-* sekä *Lisätiedot-* välilehden. Välilehtien tietoja voit syöttää haluamassasi järjestyksessä.

Pääikkunan alareunassa näkyy aktiivisen rakenteen U-arvo sekä mahdolliset ohjetekstit eri toiminnoille. Pääikkunan otsikossa ilmoitetaan käsiteltävän tiedoston nimi.

Mikäli otsikossa mainitaan sana "DEMO", on käytössä esittelyversio, jonka toimintoja on rajoitettu.

5.2 Pääikkunan valikot

Tiedosto-valikko



Uusi-toiminnolla tyhjennetään lähtötiedot.

Avaa...-toiminnolla avataan aikaisemmin tallennettu **.inp** tai **.lam** päätteinen lähtötiedosto. ***.inp** -lähtötiedostot on tehty Doflämpö 1.1 tai sitä aikaisemmalla versiolla.

Tallenna-toiminnolla tallennetaan aktiiviset tiedot **.lam** päätteiseen lähtötiedostoon.

Tallenna nimellä...-toiminnolla tallennetaan tiedot **.lam** päätteiseen tiedostoon halutun nimisenä.

Tulostus-toiminnolla voidaan tulostiedot tulostaa, esikatsella tai tallentaa tekstitiedostoksi.

Sulje-toiminnolla ohjelma suljetaan.

Rakennetiedot-valikko



Lisää kerros...-toiminnolla rakenteeseen voidaan lisätä kerroksia. Kerroksia voi lisätä myös kaksoisklikkaamalla rakennetieto-aulukon viimeistä riviä (*-rivi).

Muuta kerros...-toiminnolla päästään muuttamaan aktiivisen kerroksen ominaisuuksia. Kerrostietoja voi muuttaa myös kaksoisklikkaamalla muutettavaa kerrosta. Kerrosten keskinäistä järjestystä voi myös muuttaa tarttumalla hiirellä halutun kerroksen numeroon rakennetieto-aulukossa ja vetämällä se haluttuun kohtaan.

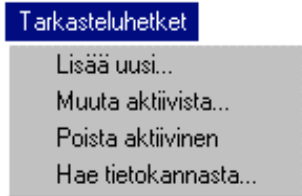
Poista kerros...-toiminnolla voidaan poistaa aktiivinen kerros rakenteesta.

Pintavastukset...-toiminnolla voidaan muuttaa rakenteen pintavastuksia. Pintavastuksia voi muuttaa myös kaksoisklikkaamalla pintavastus-arvoja taulukosta.

Pinta-ala...-toiminnolla asetetaan rakenteen pinta-ala (vaikuttaa lämpöhäviön laskentaan sekä paino- ja hintatietoihin).

Kulma...-toiminnolla voidaan kallistaa *Rakennetiedot*-välilehdellä näkyvää rakennekuvaa.

Tarkasteluhetket-valikko



Lisää uusi...-toiminnolla lisätään tarkasteluhetki lämpö- ja kosteus-arvoineen.

Muuta aktiivista...-toiminnolla muutetaan aktiivisen tarkasteluhetken lämpö- ja kosteus-arvoja.

Poista aktiivinen-toiminnolla poistetaan aktiivinen tarkasteluhetki.

Hae tietokannasta...-toiminnolla haetaan tarkasteluhetkien tiedot tietokanta-tiedostosta (*.csv).

Asetukset-valikko



Laskenta-asetukset...-toiminnolla päästään muuttamaan U-arvon laskentaan liittyviä asetuksia (kts. *Laskenta-asetukset*-ikkuna).

Tietokannat-valikko



Materiaali-tietokannat-toiminnolla voidaan muokata materiaali-tietokanta-tiedostoja (*.mab).

Tarkasteluhetki-tietokannat-toiminnolla voidaan muokata lämpötila-tietokantoja (Ei versiossa 2.1).

Ohje-valikko



Ohje-toiminto käynnistää DOFLÄMPÖ-ohjelman ohjetiedoston.

5.3 Rakennetiedot-välilehti

Rakennetiedot-välilehti koostuu *rakennekuvasta*, rakenteen *päätiedot*-taulukosta, *kerrostieto*-taulukosta sekä yläreunassa olevista painikkeista. Muutettaessa rakennetta muutokset päivittyvät automaattisesti näkyviin tietoihin ja kuvaan.

Tieto:	Arvo:
K-arvo:	0.29 w/m ² K
Pintavastus,ulko (U):	0.070 m ² K/W
Pintavastus,sisä (S):	0.130 m ² K/W
Kulma (0-90):	90.000
Pinta-ala:	1.00 m ²
Paksuus:	213.200 mm
Vesihöyryn vastus:	126115.107 Nh/g
Vesih.läpäisevyys:	0.000008 g/Nh
Lämmönvastus:	3.502 m ² K/W

Nro:	Kerros:	T [mm]:	LJ [w/mK]:	VHL [gm/Nh]:	Hinta [euro/m ³]:	Paino [kg/m ³]:
1	Lautaverhous	25.00	1.0000	1.000000e+00	0.00	480.00
2	Tuuletettu ilmarako	25.00	1.0000	1.000000e+00	0.00	0.00
3	Runkokarhulevy-EJ	25.00	0.0410	3.780000e-04	45.55	30.00
4	560-KARHULEVY-Comfc	125.00	0.0410	3.780000e-04	49.65	30.00

Rakennekuvassa (vasemmalla) näkyvät kaikki määritellyt kerrokset sekä ulko- (U) ja sisätilan (S) sijainti. Rakenteen kulmaa (0-90 astetta) voi muuttaa (esim. alasvetovalikosta).

Päätiedot-taulukko (oikealla) sisältää aktiivisen rakenteen päätiedot, joista osa on muutettavia tietoja (esim. pintavastukset) ja osa kerrostiedoista laskettuja arvoja.

Kerrostieto-taulukko (alhaalla) sisältää rakenteessa olevien kerrosten tiedot. Kerroksien paikkaa voi vaihtaa hiirellä (tarttumalla kerrosnumeroon ja viemällä haluttuun kohtaan). Vastaavasti kerroksia voi myös kopioida pitämällä Ctrl-painike painettuna siirron aikana.

Painikkeet:

Lisää kerros...-painikkeella siirrytään *Kerrosten lisäys*-ikkunaan, josta voidaan lisätä aktiiviseen rakenteeseen uusia kerroksia. Kts. kappale 5.7.

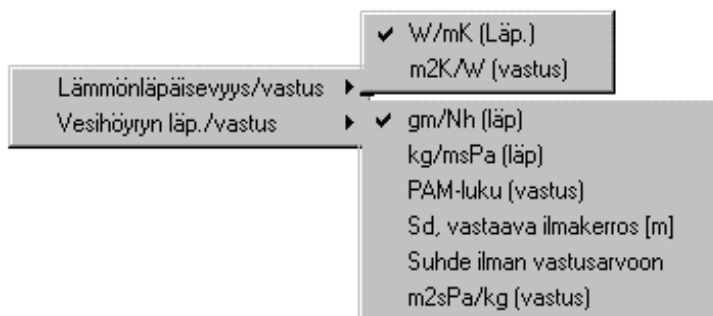
Muuta kerros...-painikkeella päästään muuttamaan aktiivisen kerroksen tietoja. Kts. kappale 5.8.

Poista kerros-painike poistaa aktiivisen kerroksen.

Pintavastukset...-painikkeella siirrytään muuttamaan aktiivisen kerroksen pintavastuksia. Pintavastuksia voi muuttaa myös kaksois-klikkaamalla pintavastus-arvoa (Rakenteen päätiedot-
taulukosta). Kts. kappale 5.9.

Yksikön vaihto-valikko (hiiren oikea painike):

Kun *Kerrostieto*-taulukon päällä painetaan hiiren oikeanpuoleista nappia, saadaan esiin valikko, josta voi vaihtaa aktiivisia yksiköitä lämmön- ja vesihöyryn läpäisevyydelle. Kaikki aikaisemmin syötetyt arvot muunnetaan automaattisesti valituiksi arvoiksi ja uusien arvojen tarkastelu/syöttö/tulostus tapahtuu valituissa yksiköissä.



Kannattaa muistaa, että käytettäessä vastus-arvoja paksuuden muuttaminen muuttaa samalla laskennallista läpäisevyyttä, ellei vastus-arvoa muuteta vastaavasti. Tämän vuoksi kannattaa AINA määritellä ensin paksuus ja vasta sitten vastus/läpäisevyysarvo.

5.4 Tarkasteluhetket-välilehti

Tarkasteluhetket-välilehti koostuu *tarkasteluhetket*-taulukosta sekä yläreunassa olevista painikkeista.

Tarkasteluhetkiä voi lisätä, muuttaa ja poistaa. Jokaiselle hetkelle määritellään kesto [s / h / d], joka vaikuttaa lämpöhäviön laskelmiin (jos kesto = 0, ei vaikutusta lämpöhäviöön / kondensaatioarvioon). Tarkemmat tiedot syötettävistä arvoista löydät kappaleesta 5.10.

Tarkasteluhetkien keskinäistä järjestystä voi myös muuttaa tarttumalla hiirellä halutun tarkasteluhetken järjestysnumeroon (vasemmalla) taulukossa ja vetämällä se haluttuun kohtaan. Vastaavasti kerroksia voi myös kopioida pitämällä Ctrl-painike painettuna siirron aikana. Arvoja pääsee muuttamaan *Muuta...*-painikkeesta tai kaksois-klikkaamalla haluttua tarkasteluhetkeä.

Rakennetiedot Tarkasteluhetket Tulokset Lisätiedot						
Lisää... Muuta... Poista Hae tietokannasta...						
Nro:	Nimi:	T_ulkko [c]:	T_sisä [c]:	SK_ulkko [%]:	SK_sisä [%]:	Kesto [h]:
1	Kuukausi 1	-6.10	20.00	88.00	50.00	744.00
2	Kuukausi 2	-6.60	20.00	87.00	50.00	672.00
3	Kuukausi 3	-3.50	20.00	82.00	50.00	744.00
4	Kuukausi 4	2.60	20.00	76.00	50.00	720.00
5	Kuukausi 5	8.90	20.00	66.00	50.00	744.00
6	Kuukausi 6	14.00	20.00	64.00	50.00	720.00
7	Kuukausi 7	17.20	20.00	71.00	50.00	744.00
8	Kuukausi 8	16.00	20.00	78.00	50.00	744.00
9	Kuukausi 9	11.10	20.00	84.00	50.00	720.00
10	Kuukausi 10	5.40	20.00	86.00	50.00	744.00
11	Kuukausi 11	1.00	20.00	89.00	50.00	720.00
12	Kuukausi 12	-2.60	20.00	89.00	50.00	744.00

Painikkeet:

Lisää...-toiminnolla lisätään uusi tarkasteluhetki.

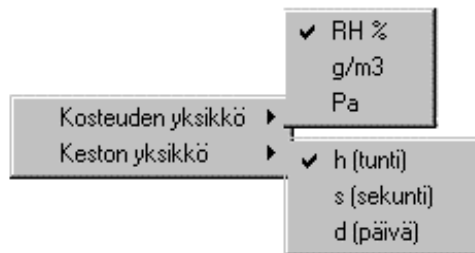
Muuta...-toiminnolla muutetaan aktiivisen tarkasteluhetken arvoja.

Poista-toiminnolla poistetaan aktiivinen tarkasteluhetki.

Hae tietokannasta...-toiminnolla haetaan tarkasteluhetkien tiedot tietokanta-tiedostosta (*.csv).

Yksikön vaihto-valikko (hiiren oikea painike):

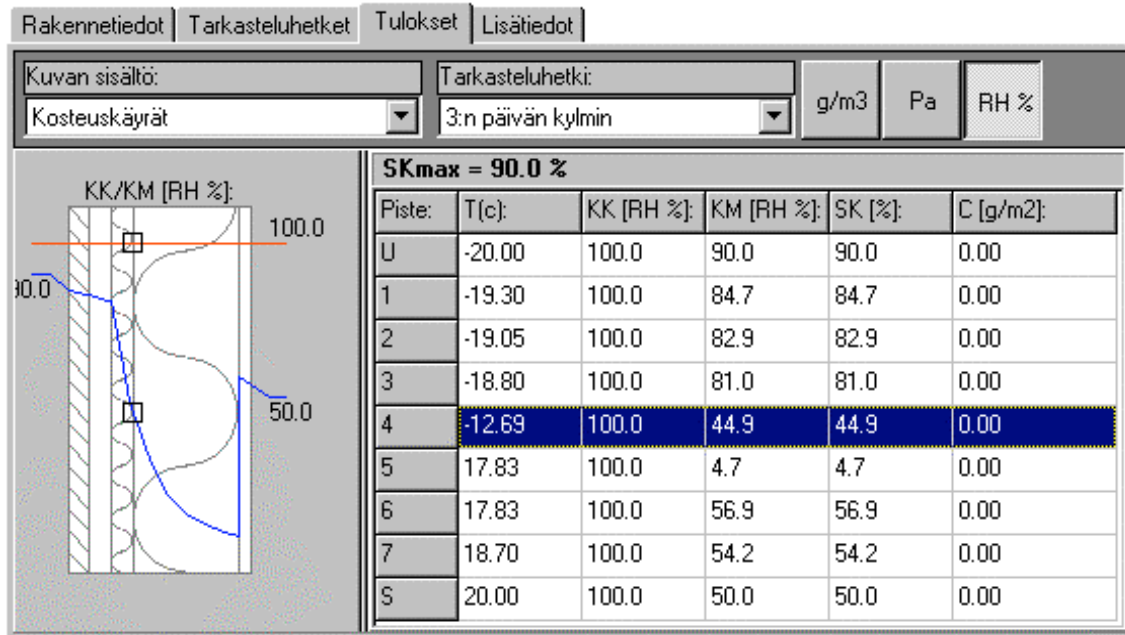
Kun *tarkasteluhetket* -taulukon päällä painetaan hiiren oikeanpuoleista nappia, saadaan esiin valikko, josta voi vaihtaa aktiivisia yksiköitä *kosteudelle* ja *tarkasteluhetken kestolle/ajalle*. Kaikki aikaisemmin syötetyt arvot muunnetaan automaattisesti valituiksi arvoiksi ja uusien arvojen tarkastelu/syöttö tapahtuu valituissa yksiköissä.



Kosteuden yksikkövaihdoksen avulla saat määriteltäviä esim. halutun paine- / gramma-eron sisä- ja ulkotilan välille. Tällöin kuitenkin kannattaa aloittaa RH-arvosta (esim. ulkopuolen), jonka jälkeen vaihtamalla Pa / g/m3-arvoon voit lisätä sisäpuolelle halutun kosteuslisän.

5.5 Tulokset-välilehti

Tulokset-välilehti koostuu kahdesta valinta-listasta (*Kuvan sisältö:* ja *Tarkasteluhetki:*), tuloskuvasta, tulos-taulukosta sekä kolmesta painikkeesta (*g/m³*, *Pa* ja *RH %*) joilla voidaan valita tarkasteluyksikkö.



Kuvan sisältö:-valikosta valitaan haluttu tuloskuva. Vaihtoehtoina ovat seuraavat tuloskuvat:

- **Rakennekuva** (Rakennekuva pystyasennossa)
- **Lämpökäyrä** (Lämpötilat rakenteen eri kerroksissa)
- **Kosteuskäyrät** (Kyllästymiskosteus ja kosteus määrä)
- **Lämpö- ja kosteuskäyrät** (Kaksi edellistä rinnakkain)
- **Rakennekuva ja lämpökäyrä**
- **Rakennekuva ja kosteuskäyrä**
- **Lämpöhäviö** (Pylväsdiagrammi häviöistä)

Tarkasteluhetki:-valikosta saa valittua kuvaan vaikuttavan tarkasteluhetken. Tiedot jotka näkyvät teksti- ja kuvaikkunassa ovat valitun tarkasteluhetken mukaisia.

Valitsemalla kuvan päällä hiiren kakkospainike (oikea), saadaan esiin valikko, josta kuvan voi tallentaa tiedostoon tai siirtää leikepöydälle (BMP / WMF-formaatti).

5.6 Lisätiedot-välilehti

Tällä sivulla käyttäjä voi syöttää rakenteeseen liittyvät yleistiedot kuten kohteen, suunnittelijan, nimen, tunnuksen sekä muut tiedot. Tiedot näkyvät tulosteissa ja tallentuvat lähtötiedostoon.

Rakennetiedot	Tarkasteluhetket	Tulokset	Lisätiedot
Rakennuskohde:	Uudisrakennus		
Suunnittelija:	Veijo		
Rakenneosan nimi:	Ulkoseinä 262		
Rakenneosan tunnus:	US 262		
Muut tiedot:			
Suurelementti 262, kiinnittyy elementteihin 261 ja 222			

5.7 Kerrosten lisäys-ikkuna

Kerrosten lisäys-ikkunassa voi aktiiviseen rakenteeseen lisätä haluamansa kerroksen määriteltyine ominaisuuksineen. Ikkuna koostuu kahdesta välilehdestä (*Rakennekerros* ja *Kylmäsilta*). Lisättävällä kerroksella voi olla kylmäsilta (Kylmäsilta-välilehti näkyy ja *Kerroksella on kylmäsilta*-valinta on päällä).

Ominaisuus:	Yksikkö:	Arvo:
Nimi		Betoni
Paksuus:	[mm]	80.00
Lämmönjohtavuus:	[W/mK]	1.700000
Vesihöyryn läpäisevyys:	[gm/Nh]	2.160000E-05
Hinta:	[euro/m3]	0.00
Paino:	[kg/m3]	2400.00

***Kerrosten lisäys*-ikkunan painikkeet:**

Lisää kerros-painikkeella lisätään syöttöruuduissa määritelty kerros aktiiviseen rakenteeseen. Lisäyksen jälkeen ohjelma palaa pääikkunaan.

Paluu-painikkeesta päästään takaisin pääikkunaan.

Materiaalikirjasto-painikkeesta voi vaihtaa aktiivisen materiaalikirjaston (*.mab-tiedosto).

Kirjastomateriaali-valikosta voi hakea kirjastomateriaalin tiedot uudelle kerrokselle tai sen kylmäsiltille.

Info-painikkeesta saa tietoja aktiivisesta kirjastomateriaalista.

Rakennekerros-välilehden syöttöruudut ja valikot:

Materiaalin nimi-syöttöruudussa voidaan uudelle kerrokselle määrittellä haluttu nimi. Nimen pituus on oltava lyhyempi kuin 60 merkkiä.

Kerroksen paksuus-syöttöruudussa määritellään lisättävän kerroksen paksuus. Yksikkönä on mm (millimetri).

Lämmönjohtavuus-syöttöruudussa määritellään lisättävän kerroksen normaali lämmönjohtavuus. Oletusyksikkönä on W/mK (Watti / metri*Kelvin). Liitteessä 1 on taulukko materiaalien normaaleista lämmönjohtavuuksista.

Vesihöyryn läpäisevyys-syöttöruudussa määritellään lisättävän kerroksen vesihöyryn läpäisevyys. Oletusyksikkönä on gm/Nh (gramma*metri / Newton*tunti). Liitteessä 2 on taulukko materiaalien vesihöyryn läpäisevyyksistä.

Piirrostyyl-valikosta voidaan uudelle kerrokselle valita piirtotyyli, joka vastaa kyseistä materiaalia. Valikon alapuolella näkyy valitun piirtotyylin kuva.

Hinta- syöttöruudussa voidaan määrittellä kerroksen kuutiohinta. Arvo voi olla 0.0, jos hintaa ei haluta määrittellä. Yksikkö on euro/m³.

Paino- syöttöruudussa voidaan määrittellä kerroksen kuutiopaino. Arvo voi olla 0.0, jos ei haluta määrittellä painoarvoa. Yksikkö on kg/m³.

Kerroksella on kylmäsilta-valinnalla voidaan aktiiviselle kerrokselle asettaa kylmäsilta. Kun kylmäsilta on valittuna ilmestyy *kylmäsilta*-välilehti *rakennekerros*-välilehden viereen. *Kylmäsilta* -välilehdellä valitaan kylmäsilan lämmönjohtavuus-, paino-arvo, hinta-arvo, kylmäsilan suhteellinen pinta-ala sekä mahdollinen lisäkonduktanssi.

Kerros on mukana laskennassa-valinnan avulla saadaan mikä tahansa rakenteen kerroksista pois laskennasta. Tämä on hyödyllinen mm. silloin, kun lisätään tuuletettu ilmarako ja sen ulkopuoliset rakennekerrokset joita ei saa/haluta huomioida laskennassa.

Yksikön vaihto-valikko (hiiren oikea painike):

Kun *Rakennekerros* - välilehden arvojen päällä painetaan hiiren oikeanpuoleista nappia, saadaan esiin valikko, josta voi vaihtaa aktiivisia yksiköitä lämmön- ja vesihöyryn läpäisevyydelle. Valikko on vastaava kuin *Rakennetiedot*-välilehden valikko (kts. kappale 5.3).

Kylmäsilta-välilehden syöttöruudut ja valikot:

Suhteellinen osuus-valinnalla aktivoidaan kylmäsilan syöttö suhteellisen osuuden ja lämmönjohtavuuden avulla.

Lisäkonduktanssi-valinnalla aktivoidaan kylmäsilan syöttö lisäkonduktanssin ja niiden kappalemäärän avulla (kpl/m²). HUOM. Lisäkonduktanssi lasketaan vain kyseiselle kerrokselle !

Nimi-syöttöruudussa voidaan kylmäsilalle määritellä haluttu nimi. Nimen pituus on oltava lyhyempi kuin 60 merkkiä.

Jos *Suhteellinen osuus* -valinta päällä:

Prosentuaalinen osuus-syöttöruudussa määritellään kylmäsilan suhteellinen pinta-ala. Esim. runkotolppa 45 mm k/k 600 vastaisi arvoa 7.5 %.

Lämmönjohtavuus-syöttöruudussa määritellään kylmäsilan normaali lämmönjohtavuus. Yksikkönä on W/mK (Watti / metri*Kelvin).

Hinta- syöttöruudussa voidaan määritellä kylmäsilan kuutiohintaa. Arvo voi olla 0.0, jos hintaa ei haluta määritellä. Yksikkö on euro/m³.

Paino- syöttöruudussa voidaan määritellä kylmäsilan kuutiopaino. Arvo voi olla 0.0, jos ei haluta määritellä painoarvoa. Yksikkö on kg/m³.

Jos *Lisäkonduktanssi*-valinta päällä:

Lisäkonduktanssi- syöttöruudussa määritellään kylmäsilan lisäkonduktanssi. Yksikkö on W/K. HUOM. Lisäkonduktanssi lasketaan vain aktiiviselle kerrokselle !

Lisäkonduktanssien määrä- syöttöruudussa määritellään lisäkonduktanssien määrä neliöllä.

5.8 Kerrostietojen muuttaminen-ikkuna

Kerrostietojen muuttaminen-ikkunassa voi aktiivisen kerroksen tietoja muuttaa. Palattaessa pääikkunaan muutokset päivittyvät. Ikkuna on muuten vastaava kuin kappaleen 5.7 *Kerrosten lisäys*-ikkuna, mutta *Lisää kerros*-painikkeen tilalla on *Muuta kerros*-painike.

Rakennekerroksen tiedot **eivät muutu** ellei *Muuta kerros*-painiketta paineta kerrostietojen muutoksen jälkeen.

5.9 Pintavastuksien ja kulman syöttö-ikkuna

Tässä ikkunassa voidaan määritellä rakenteen pintavastukset, kuvan kulma, sisä- ja ulkotilan puolet ja rakenteen kokonaispinta-ala. Kulma vaikuttaa *Rakennetiedot*-välilehden kuvaan ja kokonaispinta-ala lämpöhäviöille. *Sisätila (S) oikealla/alhaalla* ja *Sisätila (S) vasemmalla/ylhäällä* - valinnalla saat vaihdettua ulko- ja sisätilan puolta. Lisäksi tässä ikkunassa voi määrittää lisälämmönläpäisyarvon deltaK, joka lisätään laskennalliseen U-arvoon.

Sisä- ja ulkotilan pintojen lämmönvastuksille (m_s ja m_u) on annettu RakMK C4:ssa seuraavia arvoja:

Ilmaan rajoittuvat rakenteet:

- Ulkoilmaan rajoittuva rakenneos:
 - Tuulensuojaiseen tilaan rajoittuva rak.osa:
- ($m_s \approx 0.15 \text{ m}^2\text{K/W}$, $m_u \approx 0.05$ tai $0.15 \text{ m}^2\text{K/W}$)

$$m_s + m_u = 0.2 \text{ m}^2\text{K/W}$$

$$m_s + m_u = 0.3 \text{ m}^2\text{K/W}$$

Maata vasten olevan rakenteen m_u :

- Savimaa
- Hiesu,hieta,hiekka,sora
- Kallio

$$m_u = 4.0 \text{ m}^2\text{K/W}$$

$$m_u = 2.5 \text{ m}^2\text{K/W}$$

$$m_u = 1.5 \text{ m}^2\text{K/W}$$

Perusmuurin vieressä olevan maan m_u :

- Savimaa
- Hiesu,hieta,hiekka,sora
- Kallio

$$m_u = 2.0 \text{ m}^2\text{K/W}$$

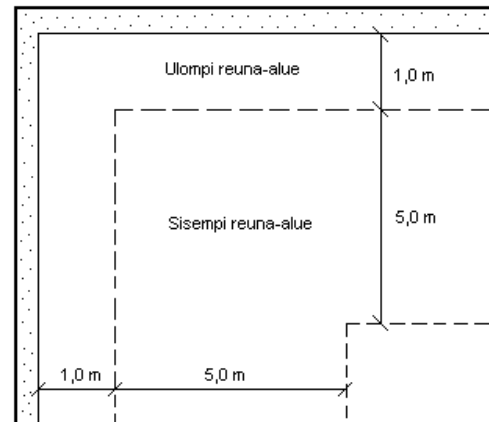
$$m_u = 1.25 \text{ m}^2\text{K/W}$$

$$m_u = 0.75 \text{ m}^2\text{K/W}$$

Perusmaan lämpövastus/lämmönjohtavuus-arvo:

Laskettaessa perusmaan lämmönvastusta oletetaan maanvaraisen alapohjan reuna-alue jaetuksi ulompaan ja sisempään alueeseen vieressä olevan kuvan mukaisesti. Laskelmissa käytetään perusmaan lämmönvastuksena m_m alla olevan taulukon sarakkeessa 3 ja 4 annettuja arvoja. Pintavastukset eivät sisälly taulukon arvoihin.

Taulukon arvoja voidaan käyttää, jos pohjalaatan alapinta on enintään 300 mm viereistä maanpintaa ylempänä ja pohjalaatan alla oleva maakerros on vähintään 1,2 m paksu.



Laskettaessa lattiarakenteen ja perusmaan lämmönvastusta otaksutaan perusmaan alkavan salaojituskerroksen alapuolella kuitenkin enintään 200 mm lattialaatan alla.

Somerosta tai sepelistä tehdyn salaojituskerroksen ollessa vähintään 150 mm paksuinen otaksutaan kerroksen lämmönvastukseksi $0,2 \text{ m}^2\text{K/W}$.

Perusmaan normaaliset lämmönjohtavuudet ja lämmönvastukset.

Maa-aines	Normaali- nen lämmön- johtavuus λ_n W/mK	Perusmaan lämmönvastus m_m $\text{m}^2\text{K/W}$			
		Perusmaa		Perusmuurin viereinen maa	
		ulompi reuna- alue	sisempi reuna- alue	0-1 m maanpin- nan alla	1-2 m maanpin- nan alla
1	2	3	4	5	6
Savi	1,4	0,8 (1120 mm)	3,20 (4480 mm)	0,40 (560 mm)	1,60 (2240 mm)
Hiekka ja sora, salaojitettu					
Hiesu ja hieta	2,3	0,50 (1150 mm)	2,00 (4600 mm)	0,25 (575 mm)	1,00 (2300 mm)
Hiekka ja sora, salaojittamaton					
Moreeni	3,5	0,30 (1050 mm)	1,20 (4200 mm)	0,15 (525 mm)	0,60 (2100 mm)
Kallio					

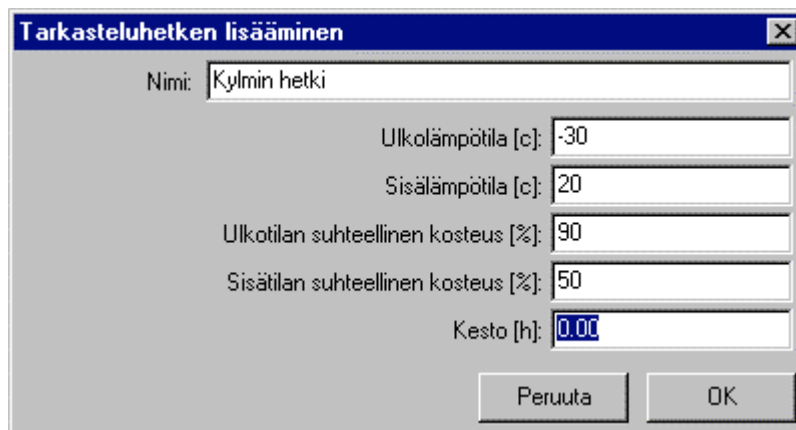
EN ISO 6946 antaa seuraavia pintavastus-arvoja (Laskettaessa EN-standardien mukaan):

Pintavastus	Lämpövirran suunta		
	Ylöspäin	Vaakasuora	Alaspäin
Rsi (sisäl)	0,10	0,13	0,17
Rse (ulko)	0,04	0,04	0,04

Arvot "vaakasuora"-sarakkeessa pätevät $\pm 30^\circ$ kulman arvoille (pystysuorasta).

5.10 Tarkasteluhetken lisääminen/muuttaminen-ikkuna

Tässä ikkunassa voidaan antaa määritellä tarkasteluhetken nimen, ulko- ja sisätilan lämpötilat [celsius], suhteelliset kosteudet [% / g/m³ / Pa] sekä keston [s / h / d].



Nimi:	Kylmin hetki
Ulkolämpötila [c]:	-30
Sisälämpötila [c]:	20
Ulkotilan suhteellinen kosteus [%]:	90
Sisätilan suhteellinen kosteus [%]:	50
Kesto [h]:	0.00

Lämpötilat voivat olla välillä -50 - +100 astetta ja suhteelliset kosteudet välillä 0-100 %. Tarkasteluhetken kesto (arvo ≥ 0) vaikuttaa lämpöhäviön laskelmiin. Mikäli kesto on 0, tarkasteluhetki ei vaikuta lämpöhäviön laskelmiin eikä kondensaatiolaskelmiin (hyödyllinen esim. silloin kun määritellään ääriolosuhteet kosteuskäyttäytymisen tarkastelua varten eikä haluta sen näkyvän lämpöhäviön laskelmissa).

Lämpötilojen oletusarvoina on -20.0 °C (ulkotila) ja +20.0 °C (sisätila). Ohjelmassa lämpötilat voi vaihdella välillä [-50.0 °C - +100.0 °C]. RakMK C3 jakaa sisätilan lämpimiin (mitoittava lämpötila > 17 °C) ja puolilämpimiin tiloihin (5 °C < mitoittava lämpötila < 17 °C). Puolilämpimiin tiloihin kuuluvat mm. viileät kellarit ja varastot. RakMK D3 antaa asuin-, opetus- ja toimistotilojen mitoittavaksi sisälämpötilaksi +20.0 °C.

Suhteellinen kosteus riippuu mm. tilan käyttötarkoituksesta, ilmanvaihdosta ja lämpötilasta. Talvella sisäilman kosteus on tavallisesti asuintiloissa alle 50 %, kun taas kesällä suhteellinen kosteus voi nousta ulkoilman tasolle (60.0-70.0 %). Kosteissa ja kylmissä tiloissa sisäilman kosteus voi nousta lähelle kyllästymiskosteutta (100 %). Sisätilan lämpötilaa ja kosteutta voi arvioida seuraavista taulukosta:

Eri tilojen vesihöyrypitoisuuksia

TILA:	t (°C)	RH (%)	Vesihöyry (g/m ³)
Löylytilat	80...110	10...15	40...70
Pesutilat	23...26	50...90	10...22
Allastilat	22...25	40...60	8...14
Kostutetut (toimisto)tilat	20...23	40...60	7...12
Kylmätilat	2...5	60...95	3...6
Pakkastilat	-10...-20	> 70	0,6...2
Ulkoilma	-14...17	65...90	1,3...10
Asunnot ja toimistot	18...24	15...70	2...15

Ulkoilman lämpötilaa ja suhteellista kosteutta (RH) voi arvioida seuraavien esimerkkitaulukkojen mukaan:

Lämpötilan ja suhteellisen kosteuden keskiarvot kuukausittain (Helsinki):

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
t °C	-6.1	-6.6	-3.5	2.6	8.9	14.0	17.2	16.0	11.1	5.4	1.0	-2.6
RH %	88	87	82	76	66	64	71	78	84	86	89	89

Lämpötilan ja suhteellisen kosteuden keskiarvot kuukausittain (Jyväskylä):

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
t °C	-8.8	-8.7	-4.8	2.0	8.7	13.9	16.9	15.0	9.8	3.8	-0.8	-5.0
RH %	89	87	81	75	68	65	72	80	86	88	91	90

5.11 Materiaalitietokannan muokkaus-ikkuna

Tässä ikkunassa voit lisätä, poistaa tai muuttaa kirjastomateriaaleja aktiiviseen materiaalikirjastoon. Aktiivisen materiaalikirjaston kirjastomateriaalit näkyvät *Kirjastomateriaali*-listassa. Syöttöarvot ja niiden tiedot ovat vastaavat kuin *Kerrosten lisäys*-ikkunassa (kappale 5.7).

Ominaisuus:	Yksikkö:	Arvo:
Nimi		Laasti (kalkki)
Paksuus:	[mm]	10.00
Lämmönjohtavuus:	[W/mK]	0.900000
Vesihöyryn läpäisevyys:	[gm/Nh]	6.300000E-05
Hinta:	[euro/m3]	0.00
Paino:	[kg/m3]	1700.00

Ikkunan painikkeet ja valikot:

Materiaalikirjasto-valikosta voi vaihtaa aktiivisen materiaalikirjaston. Aktiivisen kirjaston materiaalit ovat *Kirjastomateriaali* -valikossa.

Lisää-painike lisää aktiivisena näkyvän nimen mukaisen materiaalin kirjastoon. Materiaaliarvot ovat ne mitkä valintahetkellä ovat syöttöruuduissa näkyvissä. Mikäli samanniminen materiaali on jo olemassa, uutta ei lisätä.

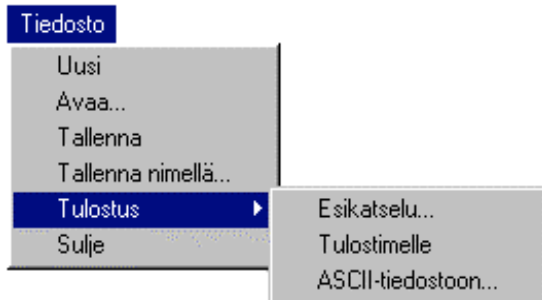
Muuta-painike muuttaa aktiivisena olevan materiaalin arvot syöttöruuduissa näkyviksi arvoiksi. Mikäli samannimistä materiaalia ei löydy, muutosta ei suoriteta.

Poista-painike poistaa aktiivisen nimen mukaisen materiaalin kirjastosta. Mikäli samannimistä ei löydy, poistoa ei suoriteta.

Paluu-painikkeella siirrytään takaisin ohjelman pääikkunaan ja muutetut tiedot päivittyvät aktiiviseen materiaalikirjastoon.

5.12 Tulostustoiminnot

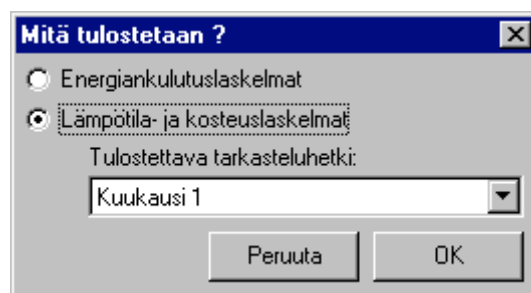
Ohjelmasta voi tulostaa tulokset suoraan tulostimelle, esikatsella niitä tai tallentaa ne tekstimuodossa ASCII-tiedostoon.



Esikatselu- ja *Tulostimelle*-vaihtoehdot tuottavat samanlaisen tulosteen.

ASCII-tiedostoon-vaihtoehto tekee teksti-tiedoston (*.txt), jonka voi avata millä tahansa tekstinkäsittelyohjelmalla (Notepad, Word...).

Mitä tulostetaan ?-ikkunassa voidaan valita tulostettavat tiedot ja tarkasteluhetken, jolla tiedot tulostetaan. Tämä ikkuna tulee aina ennen varsinaista tulostustoimintoa.

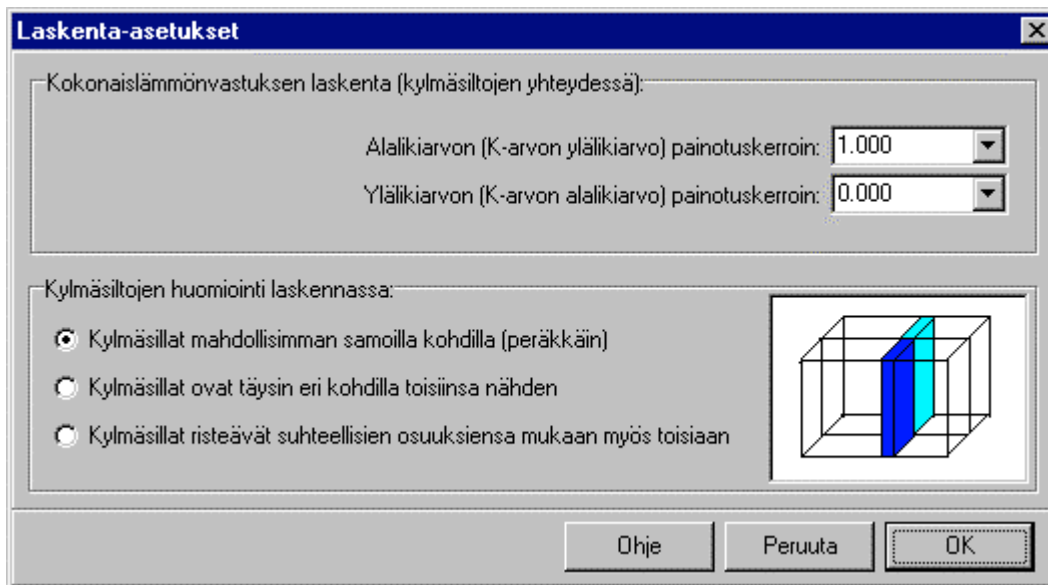


Vaihtoehtoina on *Lämpöhäviön laskelmat* ja *Lämpötila- ja kosteuslaskelmat*. Mikäli valitaan jälkimmäinen, voidaan valita myös tarkasteluhetki, josta tulokset lasketaan (*Tulostettava tarkasteluhetki*-valikko).

Esikatselu-ikkunassa voit katsella tulostuksen ulkoasua. Esikatseltavan tuloksen voi myös tallentaa tiedostoon myöhempää tarkastelua/tulostusta varten.

5.13 Laskenta-asetukset-ikkuna

Tässä ikkunassa voidaan vaikuttaa kylmäsilian huomiointiin k (U)-arvoa laskettaessa. Valinnoilla on vaikutusta VAIN jos rakenteessa on määritelty kylmäsiltoja suhteellisilla osuuksilla.



Alarajan painotuskerroin (W_{lower}) ja ylärajan painotuskerroin W_{upper} määrittelevät U-arvon laskentatavan (kaava alla).

$$\text{Kokonaislämmön vastus } R_T = (W_{\text{lower}} * R_T'' + W_{\text{upper}} * R_T') / (W_{\text{lower}} + W_{\text{upper}})$$

missä

R_T'' = Lämmönvastuksen alaraja-arvio (kts. kappale 5 ja EN ISO 6946)

R_T' = Lämmönvastuksen yläraja-arvio (kts. kappale 5 ja EN ISO 6946)

EN ISO 6946 antaa painotusarvot 1.0 ja 1.0 (keskiarvo), kun taas RakMk:n mukaiset arvot olisivat 1.0 ja 0.0 (huonoin mahdollinen U-arvio)

Kylmäsiltojen sijainti toisiinsa nähden (perättäin / erillään / risteävät) vaikuttaa erityisesti silloin, kun käytetään yläraja-arviota mukana laskennassa (painotus > 0).

6 Laskentateoria

6.1 Lämmönläpäisykerroin U

Lämmönläpäisykerroin lasketaan kaavasta:

$$U = 1 / R_T \quad (\text{W/m}^2\text{K})$$

missä

kokonaislämmönvastus saadaan kaavasta:

$$R_T = (W_{\text{lower}} * R_T'' + W_{\text{upper}} * R_T') / (W_{\text{lower}} + W_{\text{lower}}) \quad (\text{katso kappale 5.13})$$

missä

R_T'' = Lämmönvastuksen alaraja-arvio (RakMk:ssa käytetty)

R_T' = Lämmönvastuksen yläraja-arvio

Lämmönvastuksen alaraja-arvio saadaan kaavasta:

$$R_T'' = R_{si} + R_1 + R_2 + \dots + R_n + R_{se}$$

missä

R_j is d_j / λ_j'' , and λ_j'' is $f_a * \lambda_{aj} + f_b * \lambda_{bj} + \dots + f_q * \lambda_{qj}$

Lämmönvastuksen yläraja-arvio saadaan kaavasta:

$$R_T' = 1 / (f_a / R_{Ta} + f_b / R_{Tb} + \dots + f_q / R_{Tq})$$

missä

$R_{Ta}, R_{Tb}, \dots, R_{Tq}$ ovat kokonaislämmönvastuksia eri alueille (joissa eri rakennekerrokset)

f_a, f_b, \dots, f_q ovat suhteellisia pinta-aloja eri alueille

RakMK C4 / EN ISO 13788:n mukaan tuuletetun ilmaraon ja sen ulkopuolisen rakenteen lämmönvastusta ei saa ottaa huomioon ilman erillistä selvitystä rakenteen käyttäytymisestä.

RakMK C3 asettaa seuraavat lämmönläpäisykertoimien ylärajat:

Ulkoilmaa tai lämmittämätöntä tilaa vastaan olevat rakennusosat

Rakennusosa	k (W / m ² K)	
	Lämmin tila 1)	Puolilämmin tila 2)
Seinä	0.28	0.45
Ylä- tai alapohja	0.22	0.45

Maata vastaan olevat rakennusosat

Rakennusosa	k (W / m ² K)	
	Lämmin tila	Puolilämmin tila 2)
Alapohja / seinä	0.36	0.45

- 1) Teollisuusrakennuksessa ja varastossa saa seinärakenteen arvo olla kuitenkin enintään 0.45 W/m²K ja yläpohja enintään 0.36 W/m²K.
- 2) Teollisuusrakennuksessa ja varastossa kuitenkin enintään 0.65 W/m²K.

6.2 Lämpötilat kerroksissa

Lämpötilat kerroksittain homogeenisille rakenteille ajasta riippumattomassa tilassa ratkaistaan kaavasta 6.2.

$$t_x = t_s - \frac{\sum_x m_i}{M} \cdot (t_s - t_u) \quad (6.2)$$

missä

M = rakenneosan lämmönvastus (kts. kappale 6.1)

t_s = sisäilman lämpötila (°C)

t_u = ulkoilman lämpötila (°C)

t_x = tarkasteltavan pinnan x lämpötila (°C)

$\sum_x m_i$ = kerroksien lämmönvastuksien summa sisältä tarkasteltavaan kerrokseen

6.3 Kyllästymiskosteus kerroksissa

Rakenteen kyllästymiskosteus on verrannollinen rakenteen kerroksien lämpötiloihin. Liitteessä 3 on taulukko ilman kyllästymiskosteudesta normaali ilmakehän paineessa (101.325 kN/m²). Ohjelma laskee kerroksen i lämpötilan kappaleen 6.2 mukaisesti ja ottaa kyllästymiskosteudeksi lämpötilaa vastaavan arvon. Liitteen 3 mukaiset arvot on taltioitu ASCII-tiedostoon nimeltä *kkvalues.dat*, mikäli tämä tiedosto puuttuu/on tuhouttu, lasketaan kyllästymiskosteus alla olevilla kaavoilla (Euronormin mukaiset arvot, poikkeavat joiltain osin liitteen 3 arvoista):

$$p_{\text{sat}} = 610.5 * e^{((17.269 * \theta) / (237.3 + \theta))} \quad \text{kun } \theta \geq 0 \text{ } ^\circ\text{C}$$

ja

$$p_{\text{sat}} = 610.5 * e^{((21.875 * \theta) / (265.5 + \theta))} \quad \text{kun } \theta < 0 \text{ } ^\circ\text{C}$$

6.4 Kosteusmäärä kerroksissa

Rakenteen kerroksien kosteuspitoisuus lasketaan kaavasta:

$$\gamma_x = \gamma_s - \frac{\sum_x DV_i}{\sum_n DV_i} \cdot (\gamma_s - \gamma_u)$$

missä

γ_s = sisäilman kosteuspitoisuus (g/m³)

γ_u = ulkoilman kosteuspitoisuus (g/m³)

γ_x = tarkasteltavan pinnan x kosteuspitoisuus (g/m³)

$\sum_x DV_i$ = kerroksien diffuusiovastusten summa sisäpinnasta tarkasteltavaan kerrokseen

$\sum_n DV_i$ = kerroksien diffuusiovastusten summa sisäpinnasta ulkopintaan

DV_i = d_i / δ_i = vesihöyryn vastus kerroksessa i

d_i = kerroksen i paksuus

δ_i = kerroksen i vesihöyryn läpäisevyys (gm/Nh)

Mikäli kosteusmäärä ylittää kyllästymiskosteuden, tapahtuu kyseisessä alueessa tiivistymistä. Oikea kosteusmääräkäyrä kulkisi silloin kyllästymiskosteuskäyrää pitkin.

6.5 Kondensaatio

Ohjelma arvioi kondensaation määrää kaavoilla jotka on esitetty esistandardissa prEN ISO 13788.

6.6 Lämpöhäviön laskenta

Ohjelma laskee tarkasteluhetken lämpöhäviön seuraavasti:
(ainoastaan ulospäin menevä lämpöhäviö huomioidaan)

$$\text{Lämpöhäviö} = k \cdot (\text{sisätilan lämpötila} - \text{ulkotilan lämpötila}) \cdot \text{kesto}$$

Kokonaishäviö on tarkasteluhetkien summa kerrottuna rakenteen pinta-alalla.

7 Vastuu

Ohjelman toimivuus on tarkistettu lukuisilla esimerkeillä ja käytännön rakenteilla. D.O.F. tech Oy ei kuitenkaan vastaa ohjelman mahdollisista virheistä tai sen käytöstä aiheutuneista välittömistä tai välillisistä vahingoista.

8 D.O.F. tech Oy

D.O.F. tech Oy on Tampereella toimiva ohjelmatalo. Tuotteemme liittyvät rakennusalan eri mitoitus- ja laskentaongelmiin.

Yrityksemme eri ohjelmat ovat keskenään yhteensopivia ja muodostavat tehokkaan suunnittelutyökalun minimikustannuksin ja -laitteistovaatimuksin. Ohjelmamme pyrkivät olemaan käyttäjäystävällisiä. Vastaamme mielellämme parannusehdotuksiin ja kysymyksiin, joita ohjelmamme herättävät.

Teemme ohjelmia myös mittatilaustyönä eri käytännön tarpeisiin.

D.O.F. tech Oy
PL 139
33721 Tampere

Puhelin: 0208 - 363 001
kotisivu: www.doftech.com
Sähköposti: doftech@doftech.com

Liite 1. Normaaleja lämmönjohtavuuksia

1	2	3	4	5	6
Aine, tarvike	Kuiva- tiheys	Lämmön- johtavuus	Vesi- pitoi- suus	Normaa- linen lämmön- johta- vuus	Alaviite- huomautus
	ρ	λ_{10}	w_n	λ_n	
	kg/m ³	W/m K	% kuiva- painosta	W/m K	
solulasilevy	180 150 130	0,060 0,055 0,050		0,070 0,065 0,060	6) 6) 6)
solumuovilevy, polystyreeniä	30–60 17–29,9	0,033 0,037	2 2	0,041 0,045 0,045 0,050	1), 2) tai 3) 4) 1), 2) tai 3) 4)
solumuovilevy, suulakepuristusmenetelmällä valmistettu, polystyreeniä, suurimolekyylinen täytekaasu	10–16,9 35–40	0,044 0,030	2 2	0,055 0,037 0,041	1), 2) tai 3) 4)
solumuovi, polyuretaania, paisutettu suurimolekyylisellä täytekaasulla	30–60	0,026 0,019	2	0,030 0,033 0,037 0,024	1) ja 7) 1), 2) tai 3) 4) 8)
Kevytbetoni					
karkaistu kevytbetoni elementteinä yläpohjassa kuivan huonetilan yläpuolella	450 500 600	0,10 0,12 0,15	4 4 4	0,12 0,14 0,17	
alapohjassa lämmittämätöntä tilaa vasten	450 500 600	0,10 0,12 0,15	6 6 6	0,13 0,15 0,18	
ulkoseinässä maanpinnan yläpuolella	400 450 500	0,08 0,11 0,12	6 6 6	0,11 0,13 0,15	
pintaverhottuna ulkoseinässä maanpinnan yläpuolella	400 450 500	0,08 0,11 0,12	4 4 4	0,10 0,12 0,14	10) 10) 10)
ulkoseinässä maanpinnan alapuolella	500	0,12	15	0,20	9)
karkaistu kevytbetoni muurattuna sisätilassa ja pintaverhottuna ulkotilassa	400 450 500 600	0,09 0,11 0,12 0,15	4 4 4 4	0,12 0,14 0,15 0,18	10) 10) 10) 10)
maanpinnan yläpuolella	400 450 500	0,09 0,11 0,12	6 6 6	0,18 0,19 0,21	11) 11) 11)
maanpinnan alapuolella	500 600	0,12 0,15	15 15	0,25 0,28	9) 9)
ohut- tai liimasaumoin maanpinnan yläpuolella	400 450 500 600	0,09 0,11 0,12 0,15	6 6 6 6	0,14 0,16 0,17 0,20	11) 11) 11) 11)
ohut- tai liimasaumoin maanpinnan alapuolella	500 600	0,12 0,15	15 15	0,21 0,23	9) 9)
Kevytsementti					
elementteinä					
maanpinnan yläpuolella	800 650	0,21 0,16	4 4	0,23 0,20	11) 11)
maanpinnan alapuolella	800 650	0,21 0,16	10 10	0,27 0,23	12) 12)

6) Eristelevyt on saumattu esim. bitumilla.

7) Eriste on paisutettu eristetilassa.

8) Eriste on paisutettu kaasujen diffuusion kannalta tiiviiksi katsottavaan tilaan kuten peltikoteloon tai vastaavaan.

9) Koskee bitumisiveytyä kellarin seinää, kun kellaritila on lämmitetty ja hyvintuuletettu. Jos kellarin seinä varustetaan kapillaarisesti imeytyvän nousun katkaisevalla, mutta diffuusion sallivalla ainekerroksella (esim. mineraalivilla tai ilmatilan muodostava levy), saadaan sarakkeessa 5 annettuja lämmönjohtavuuksia vähentää 0,02 W/m K.

1	2	3	4	5	6
Aine, tarvike	Kuiva- tiheys ρ kg/m ³	Lämmön- johtavuus λ_{10} W/m K	Vesi- pitoi- suus w_n % kuiva- painosta	Normaa- linen lämmön- johta- vuus λ_n W/m K	Alaviite- huomaus
kevytsorabetonikappaleet muurattuina, 10 mm saumat					
maanpinnan yläpuolella tädyt saumat	650	0,16	4	0,25	11)
maanpinnan yläpuolella, rakosaumat	650	0,16	4	0,21	11)
maata vasten, tädyt saumat	650	0,16	7	0,26	9)
kevytsorabetonikappaleet ladottuina					
sisäpuolisena eristeenä	650	0,16	2	0,19	
ulkopuolisena eristeenä maanpinnan ylä- puolella	650	0,16	4	0,20	11)
maata vasten	650	0,16	10	0,23	12)
tiivis kevytsorabetoni paikoilleen valettuna	1600	0,75	3	0,80	
	1400	0,60	3	0,65	
	1200	0,46	3	0,50	
	1000	0,35	3	0,40	
vafetut kevytsorabetonieristykset					
ylä- ja alapohjassa	600	0,15	2	0,17	
	500	0,13	2	0,14	
	400	0,11	2	0,13	
maata vasten	600	0,15	6	0,20	
	500	0,13	6	0,17	
	400	0,11	6	0,15	
Sahanpurubetoni					
kuivassa tilassa	1300	0,35	1	0,45	
Täyteaineet 13)					
kevytbetonimurske	400		4	0,15	
kevytsora,					
ylä- ja ala- pohjassa	320	0,09	0,5	0,10	14)
	280	0,08	0,5	0,09	14)
maata vasten	320		6	0,13	
	280		6	0,12	
koksikuona	700		3	0,25	14)
kutterinlastu, löysänä	80		12	0,14	
sullottuna	120		12	0,08	
masuunikuona, rakeistettu	250		0,5	0,12	14)
	150		0,5	0,10	14)
mineraalivilla, koneellisesti puhallettuna	50-90	0,040	0,5	0,055	15)
sahanpuru, löysänä	120		12	0,12	
sullottuna	200		12	0,08	
solumuovipuru polystyreenia	10-20		2	0,06	

10) Pintaverhouksella tarkoitetaan levyverhousta hyvin-
tuuletetun ilmaraon ulkopuolella.

11) Koskee rapattua seinää, joka ei ole alttiina myrskysa-
teille. Ellei myrskysateilla alttiissa seinässä ole veden
tunkeutumista estävää pintakerrosta, voi seinässä
esiintyä huomattavasti normaalista suurempia vesi-
pitoisuusarvoja. Koska lämmöneristävyys heikkenee
suuresti vesipitoisuuden kasveessa, niin tällaisten
seinien rakennusaineiden lämmönjohtavuutta on
suurennettava 4 % kutakin vesipitoisuuden lisäpro-
senttia kohti. Karkaistulla kevytbetonilla saumanpak-
suuden otaksutaan olevan muurattuna 12 mm, ohut-
saumoin 3 mm ja liimattuna 1 mm. λ_n -arvot on tar-
koitettu normaalikoolle 200 x 600 mm. Muita sauma-
paksuuksia ja kokoja voi esiintyä, jolloin saumojen
osuus voi muuttaa λ_n -arvoja.

12) Koskee betonisen perusmuurin ulkopuolista eristys-
tä.

13) Annetut lämmönjohtavuudet soveltuvat vain kuivissa
tiloissa oleville täyteille. Aineen ollessa kosketuksis-
sa maahan määritetään lämmönjohtavuus vastaavan
suuremman vesipitoisuuden perusteella.

14) Käytettäessä täyteainetta yläpohjan eristeenä ilman
yläpuolista tiivistävää kerrosta on annettuun λ_n -ar-
voon lisättävä 0,02 W/m K.

15) Revitty kivivilla, kuidun keskipaksuus enintään 8 μ m.

1	2	3	4	5	6
Aine, tarvike	Kuiva- tiheys ρ kg/m ³	Lämmön- johtavuus λ_{10} W/m K	Vesi- pitoi- suus w_n % kuiva- painosta	Normaa- linen lämmön- johta- vuus λ_n W/m K	Alaviite- huomautus
Sekalaisia rakennusaineita ja tarvikkeita					
asbestisementtilevy	1 800	0,40	2	0,60	
asbestisilikaattilevy	800 600	0,13 0,12	4 4	0,19 0,18	
asfaltti	1 200			0,80	
betoni	2 300	0,90	2	1,7	
betonireikäkivet muurattuina	1 400	0,42	3	0,55	
betonitäyskivet muurattuina	2 000	0,70	2	1,2	
bitumi	1 050			0,18	
graniitti, gneissi	2 700			3,5	
kalkkikivikivet muurattuina	1 900	0,70	3	0,95	
kipsilevy	900			0,23	
lastulevy	600 400	0,13 0,11	10 10	0,14 0,12	
rappauslaastit					
sementtilaasti	2 000	0,70	2	1,2	
kalkkimenttilaasti	1 800	0,65	2	1,0	
kalkkilaasti	1 700	0,50	2	0,90	
tiilikivet muurattuina					
täyskivet, isokokoiset	1 700	0,60	1	0,70	
reikäkivet (leveys \geq 16 cm)	1 500 1 300	0,50 0,45	1 1	0,60 0,50	
reikäkivet ja kennokivet (vähintään 19 reikää)	1 500 1 300	0,60 0,50	1 1	0,70 0,60	
puu, mänty, kuusi	500	0,12	16	0,14	
puukuitulevy, kova	1 000	0,12	8	0,13	
puolikova	800	0,10	9	0,11	

1	2	3	4	5	6
Aine, tarvike	Kuiva- tiheys ρ kg/m ³	Lämmön- johtavuus λ_{10} W/m K	Vesi- pitoi- suus w_n % kuiva- painosta	Normaa- linen lämmön- johta- vuus λ_n W/m K	Alaviite- huomautus
Eristyslevyt ja -matot					
korkkilevy (paisutettu)	150 200	0,035 0,040	3 3	0,045 0,050 0,050 0,055	1), 2) tai 3) 4) 1), 2) tai 3) 4)
lastuvillalevy	150–350	0,070	8	0,09 0,11	1) 3) tai 4)
mineraalivilla 5)	15–300	0,040	0,5	0,050 0,055 0,060	1) 2) tai 3) 4)
puukuitulevy, bitumipitoinen	350	0,055	10	0,065	
puukuitulevy, huokoinen	300	0,045	10	0,055	

- Eristys on molemmilta puoliltaan kiinni tiiviissä pinnassa (esim. betoni, tiiliverho, tiivis levy, muovikalvo, eristyspaperi tms. pitävästi saumattuna).
- Seinässä olevan eristyksen lämmin puoli on kiinni tiiviissä pinnassa ja toisella puolella on tuulensuoja ilman tiivistävää saumausta (esim. rakennuslevy puskusaujoin ja naulakiinnityksellä tai rakennuspaperi puristetuin, mutta tiivistämättömin limisaumoin).
- Ylä- tai alapohjassa olevan eristyksen toinen puoli on kiinni tiiviissä pinnassa ja toisella puolella on tuulensuoja ilman tiivistävää saumausta tai ilmatila, jossa virtausnopeus on enintään 1 m/s.
- Seinässä olevan eristyksen toinen puoli on kiinni tiiviissä pinnassa ja toisella puolella on ilmäväli tai -tila. Ylä- tai alapohjassa olevan eristyksen toisella puolella on ilmatila, jossa virtausnopeus voi olla suurempi kuin 1 m/s.
- Kuidun keskipaksuus on enintään 8 μ m, kun $p = 15 - 30$ kg/m³, muulloin enintään 15 μ m.

1005

Liite 2. Vesihöyrynläpäisevyyksiä

Aine	Vesihöyrynläp. $10^{-4} \text{ g*m} / \text{ h*N}$	Aine	Vesihöyrynläp. $10^{-4} \text{ g*m} / \text{ h*N}$
Ilma	6.66	Mineraalivilla	3.06 - 4.5
Betoni	0.072 - 0.36	Solupolystyreeni	0.0432 - 0.252
Sementtilaasti	0.072 - 0.36	Solupolyuretaani	0.0036 - 0.0432
Kalkkisementtilaasti	0.234 - 0.612	Kuitusementtilevy	0.072 - 0.18
Kalkkilaasti	0.54 - 0.72	Bitumikyl. kuitulevy	0.54 - 0.828
Kaasubetoni	0.54 - 1.512	Lastulevy	0.108 - 0.252
Kevytsorabetoni	0.72 - 1.512	Huokoinen kuitulevy	0.972 - 1.944
Kalkkihiekkatiili	0.36 - 0.72	Puolikova kuitulevy	0.158 - 0.256
Punatiili	0.36 - 1.512	Kova kuitulevy	0.151 - 0.220
Kuusi, mänty	0.036 - 0.108	Kipsilevy	0.36 - 0.72
Lastuvillalevy	1.26 - 3.6		

Muunnoskaavat eri vesihöyrynläpäisevyyksyksiköistä:

$$[(\text{g*m}) / (\text{h*N})] = 3.6*10^6 * [\text{kg} / (\text{m*s*Pa})]$$

$$[(\text{g*m}) / (\text{h*N})] = 3.6*10^6 * [(\text{kg*m}) / (\text{s*N})]$$

Liite 3. Ilman kyllästymiskosteus

Ilman lämpötilä °C	Vesihöyryn osapaine kyllästystilassa kN/m ²	Ilman vesihöyry määrä kyllästystilassa g/m ³ kuivaa ilmaa
-20	0,102	0,88
-19	0,113	0,98
-18	0,125	1,07
-17	0,137	1,17
-16	0,150	1,28
-15	0,164	1,38
-14	0,180	1,51
-13	0,198	1,66
-12	0,217	1,81
-11	0,237	1,97
-10	0,259	2,13
-9	0,283	2,34
-8	0,309	2,54
-7	0,336	2,76
-6	0,367	3,00
-5	0,400	3,25
-4	0,436	3,54
-3	0,475	3,85
-2	0,516	4,14
-1	0,561	4,51
0	0,609	4,91
1	0,656	5,25
2	0,704	5,62
3	0,757	6,02
4	0,811	6,52
5	0,870	6,86
6	0,932	7,28
7	0,999	7,84
8	1,07	8,40
9	1,14	8,94
10	1,22	9,51
11	1,31	10,01
12	1,40	10,85
13	1,49	11,55
14	1,59	12,26
15	1,70	13,0
16	1,81	13,9
17	1,93	14,7
18	2,06	15,6
19	2,19	16,7
20	2,33	17,7
21	4,48	18,7
22	2,64	19,8
23	2,80	21,2
24	2,98	22,4
25	3,16	23,7
26	3,35	25,3
27	3,56	26,6
28	3,77	28,2
29	3,99	29,9
30	4,23	31,7
31	4,48	33,5
32	4,74	35,4
33	5,02	37,5
34	5,31	39,5
35	5,61	41,9
36	5,93	44,3
37	6,26	46,8
38	6,61	49,4
39	6,97	52,1

Ilman lämpötilä °C	Vesihöyryn osapaine kyllästystilassa kN/m ²	Ilman vesihöyry määrä kyllästystilassa g/m ³ kuivaa ilmaa
40	7,36	55,0
41	7,76	58,1
42	8,18	61,4
43	8,62	64,8
44	9,08	68,3
45	9,56	72,2
46	10,06	76,3
47	10,59	80,3
48	11,13	84,7
49	11,71	89,3
50	12,30	94,2
51	12,92	99,5
52	13,58	104,9
53	14,26	110,5
54	14,96	116,6
55	15,69	122,7
56	16,46	129,8
57	17,26	137,0
58	18,10	145,0
59	18,97	153,1
60	19,87	161,1
61	20,80	170,2
62	21,78	180,2
63	22,80	190,2
64	23,85	201,2
65	24,94	213,0
66	26,08	224,9
67	27,26	238,7
68	28,49	252,5
69	29,75	267,3
70	31,08	284,0
71	32,44	301,6
72	33,86	321,2
73	35,34	341,7
74	36,87	363,1
75	38,45	387,3
76	40,09	412,5
77	41,77	440,9
78	43,53	472,8
79	45,35	507,5
80	47,23	545,0
81	49,17	586,2
82	51,19	635,2
83	53,28	689,4
84	55,43	747,7
85	57,67	816,4
86	59,97	892,6
87	62,34	981,0
88	64,78	1085,6
89	67,31	1209,0
90	69,93	1362,2
91	72,63	1542,3
92	75,41	1769,6
93	78,28	2060,3
94	81,25	2448,3
95	84,31	2992,1
96	87,46	3818,4
97	90,72	5199,3
98	94,07	7940,9
99	97,51	16133,0
100	101,33	-