FINNFOAM®

MAAN PARAS ERISTE

ROUTASUOJAUSOPAS

FINNFOAM.FI

FINNFOAM®
MAAN PARAS ERISTE

Routasuojausopas

Sisällysluettelo:

1. YLEISTÄ ROUTAERISTÄMISESTÄ 4
Routaeristeille asetettuja vaatimuksia 5

2. LÄMPIMÄN RAKENNUKSEN ROUTASUOJAUKSEN MITOITUS 8
Routasuojauksen leveys 11
Maanvastainen eli maanvarainen alapohja 14
Ryömintätilainen/tuulettuva alapohja eli rossipohja 16
Puolilämpimät rakennukset ja rakennusosat 17

3. KYLMIEN RAKENTEIDEN ROUTASUOJAUS 18
Finnfoam anturamuotit ja pilarimuotit 22

4. PIHOJEN ROUTASUOJAUS 23
Routimaton piharakenne 27

5. VESI- JA VIEMÄRIJOHTOJEN ROUTASUOJAUS JA LÄMMÖNERISTÄMINEN 28
Mitoitusilmasto 29
Suunnittelukriteerit 31
Lämmöneristys- ja routasuojaustavan mitoitus 33

6. KATUJEN ROUTASUOJAUS 45
Routaeristetty rakenne 46

7. TEIDEN ROUTASUOJAUS 48
Siirtymäkiilat ja -rakenteet 51

Alkusanat

Ilmastonmuutos haastaa suomalaista rakennustapaa, rakennuskantaa sekä infrastruktuuria ja usein näissä puheenvuoroissa vähätellään tulevaisuuden talvia ja niihin varautumista. Todennäköistä on kuitenkin, että ilmastonmuutoksesta johtuen Suomessa tulee olemaan esimerkiksi pitkä lumettomia pakkasjaksoja, jolloin routasuojaukseen ja sen toimintaan tulee erityisesti kiinnittää huomiota. Vaativissa kohteissa onkin mietitty jo siirtymistä kerran sadassa vuodessa toistuvan pakkasmäärän F_{100} käyttämiseen. Myös energiatehokkaampi rakentaminen luo omat haasteensa routaeristämiseen, ja nuo haasteet tulee huomioida suunnittelussa, jotta ongelmia ei esiinny.

Tällä hetkellä meillä kuitenkin on vielä selkeät vuodenajat ja näistä haastavin on talvi. Routaeristys onkin kuin rakennuksen sprinkleri-järjestelmä eli se on valtaosan aikaa huomaamattomana ja ns. tarpeettomana, mutta tarpeen tullen sen tulee toimia ja estää vauriot. Toimiva eli pitkäikäinen routaeriste on myös huoltovapaa ja sen tulee toimia koko rakennuksen mitoitetun käyttöiän. Siksi routaeristeen tekniset vaatimustasot tulee asettaa suunnittelussa riittäviksi.

Routasuojauksessa routaeristys on kustannustehokkaimpia ja varmimpia tapoja estää vaurioiden syntyminen. Tähän oppaaseen olemmekin koonneet alan ammattilaisille routaeristyksen keskeisiä periaatteita käytettäessä Finnfoam-eristeitä (XPS), jotka pohjautuvat RIL:n ja VTT:n ohjeistuksiin.

Teknisin terveisin,

Jussi Jokinen
Juuso Jehimoff
Niklas Alexandersson
Asso Erävuoma

Salossa 4.3.2024

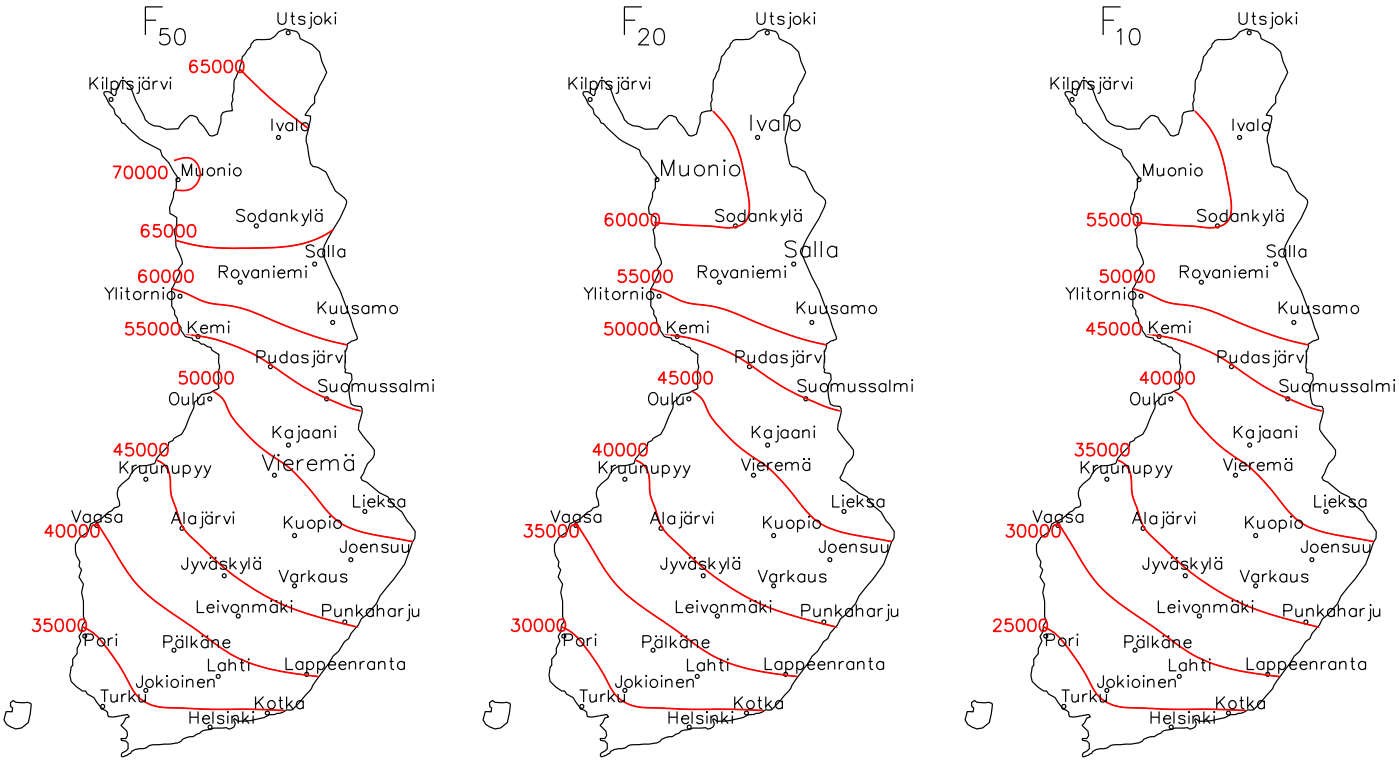
1. YLEISTÄ ROUTAERISTÄMISESTÄ

Routasuojaus on Suomessa tarpeen routavaurioiden välttämiseksi. Routasuojauksella estetään tai rajoitetaan roudan rakennukselle tai rakenteille aiheuttamia vaurioita. Rakenteiden routasuojauksen pääkeinoja ovat routaeristäminen, routimattoman maa-aineksen käyttö ja perustaminen roudattomaan syvyyteen. Tässä tiivistelmässä käsitellään pelkästään routaeristämistä.

Mitoituspakkasmäärä

Routaeristeen mitoituksen yhtenä tekijänä on pakkasmäärä. Rakennusten ja rakenteiden mitoituspakkasmääränä käytetään yleensä tilastollisesti kerran 50 vuodessa toistuvaa pakkasmäärää F_{50}.

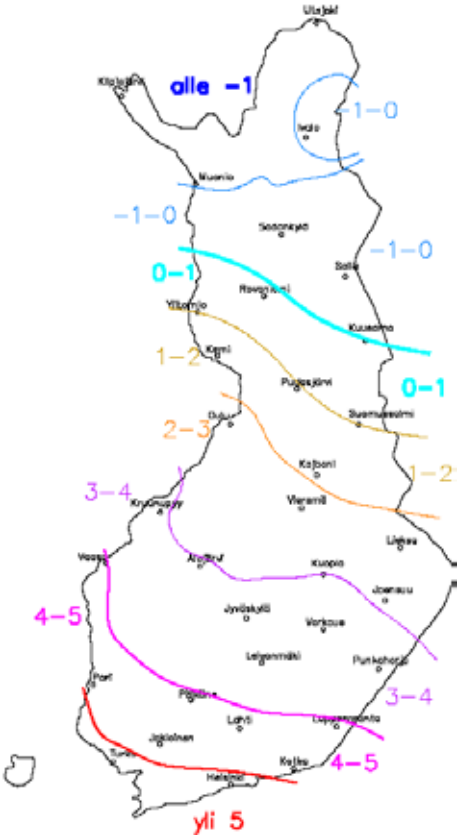
Pihojen, katujen ja teiden mitoituksessa käytetään yleensä F_{10} tai F_{20}, eli kerran 10 tai 20 vuodessa toistuvaa pakkasmäärää. Jos pinnoitetusta pintarakenteesta (esim. luonnonkiviä tai raideliikenne) tai muista seikoista johtuen routanousua ei voida sallia, käytetään mitoituspakkasmääränä arvoa F_{50}.



Kuva 1.1 Mitoituspakkasmäärät F_{50}, F_{20} ja F_{10}

Vuoden keskilämpötila

Kylmien rakenteiden routasuojauksen mitoituksessa yhtenä mitoittavana tekijänä on alueen vuoden keskilämpötila.



Kuva 1.2 Vuoden keskilämpötila alueittain (tarkempi lämpötilavyöhykekartta löytyy Ilmatieteenlaitoksen nettisivuilta)

Routaeristeille asetettuja vaatimuksia

Routaeristeen tulee säilyttää ominaisuutensa rakenteen koko käyttöiän.
Tärkeimmät ominaisuudet ovat:

- lämmönjohtavuuden suunnitteluarvo, λ_U-arvo kansallisen ohjeen RIL-225 2023 mukaisesti
- vettymättömyys eli kosteuden pääsy ja vaikutus eristeeseen
- pakkasenkestävyys
- kuormituskestävyys
- käyttöikä
- ympäristökelpoisuus

Eristemateriaaleilta vaadittuja tuoteominaisuuksia on määritetty eristemateriaalien harmonisoiduissa EN-tuotestandardeissa. Esimerkiksi Finnfoam eli XPS eristeiden tuotestandardi on EN 13164.

Lämmönjohtavuuden suunnitteluarvo λ_U

Lämmöneristeiden valmistaja ilmoittaa tuotteillensa CE-merkinnän yhteydessä **lämmönjohtavuuden ilmoitetun arvon λ_D** eli niin sanotun kuivan olosuhteen lämmönjohtavuuden. Tätä arvoa ei voi käyttää maanvastaisten rakenteiden lämmönläpäisykertoimien (U-arvo) ja lämmönvastusten laskennassa. Lämmöneristeelle määritetään **lämmönjohtavuuden suunnitteluarvo λ_U** käyttökohteen ja tuotteen kosteusteknisten ominaisuuksien mukaisesti kansallisen ohjekirjan RIL 225-2023 mukaisesti, jota käytetään edellä mainittujen arvojen laskennassa lähtötietona.

Routaeristeen lämmönjohtavuuden suunnitteluarvoon vaikuttavat tuoteominaisuudet ovat lämmönjohtavuuden ilmoitetun arvon λD lisäksi veden imeytyminen upotuskokeessa WL(T) ja jäätymis-sulamiskestävyys (FTCD). Kyseisten arvojen tulee olla CE-merkitty käytettävälle tuotteelle, jolloin arvot löytyvät tuotteiden suoritustasoilmoituksista (eli DoPeista).

Huom! *Mikäli lämmöneristeelle ei ole saatavissa edellä mainittuja kosteusteknisiä suunnitteluarvoja, λ_U-arvoa ei voida määrittää eikä eristettä näin ollen voi käyttää routaeristeenä.*

Seuraavassa taulukossa on Finnfoamin tuotteille lasketut lämmönjohtavuuden suunnitteluarvot routaeristeenä ja niiden laskennassa käytettävät lähtötiedot:

Taulukko 1.1 Finnfoam-tuotteille routaeristämiskäyttötarkoitukseen lasketut lämmönjohtavuuden suunnitteluarvot ja niiden lähtötiedot (tuotepaksuudet ≤ 70 mm)

Tuote	Lämmönjohtavuuden ilmoitettu arvo λ_D	Veden imeytyminen upotuskokeessa WL(T)	Jäätymis-sulamiskestävyys FTCD	Lämmönjohtavuuden suunnitteluarvo λ_U routaeristeenä
Finnfoam F-300	0,035 W/mK	0,7	1	0,037 W/mK
Finnfoam F-400	0,035 W/mK	0,7	1	0,037 W/mK
Finnfoam F-500	0,035 W/mK	0,7	1	0,037 W/mK
Finnfoam F-700	0,035 W/mK	0,7	1	0,037 W/mK

Tuotepaksuuksille > 70 mm lämmönjohtavuuden ilmoitettu arvo on 0,037 W/mK ja siten lämmönjohtavuuden suunnitteluarvo kyseisille paksuuksille routaeristekäyttötarkoituksessa on 0,039 W/mK.

Vettyminen eli kosteuden pääsy ja vaikutus eristeeseen

Routaeristerakenne tulee suojata haitalliselta jatkuvalta kosteusrasitukselta, mikä on tärkeää myös rakenteiden muiden osien pitkäikäisyyden kannalta.

Eristeen jatkuva kosteusrasitus altapäin minimoidaan toimivalla salaojituksella ja kapillaarikatkokerroksella niin, ettei eriste ole pitkäaikaisesti veden alla. Samoin haitallinen pintavesien pääsy eristeeseen on estettävä tai sen vaikutus minimoitava esim. pintamaan ja routaeristeen kallistuksella.

Huom! *Routaeristettä ei kuitenkaan tule peittää diffuusiotiiviillä kalvolla ym. maan vesihöyryn liikkeitä estävällä kerroksella.*

Mikään eriste ei ole täysin vettymätön, mutta Finnfoam XPS-eristeen vedenimeytymä on hyvin pieni. Yleisesti käytössä olevista eristemateriaaleista se on kosteusteknisiltä ominaisuuksiltaan parhaita ja sen kosteuden aiheuttama eristyskykyä heikentävä vaikutus on erittäin vähäinen.

Pakkasenkestävyys

Routaeristeen toimivuuden kannalta oleellinen ominaisuus on pakkasenkestävyys, jota voidaan arvioida jäädytys/sulatuskestävyystestauksessa. Mikäli eristeeseen pääsee kosteutta, se voi jatkuvan jäätymis/sulamisrasituksen seurauksena vaikuttaa eristeen toimivuuteen ja murentaa sitä, jonka seurauksena eristeeseen pääsee entistä enemmän kosteutta. Tämän seurauksena eristeen lämmöneristävyys heikkenee, koska jää johtaa lämpöä paljon paremmin kuin eriste.

Eri lämmöneristemateriaalien sietokyky jäätymisen ja sulamisen aiheuttamille rasituksille on erilainen.

Jäädytys-/sulatuskestävyystestauksessa näytteen lujuuden alenemista ja vedenimeytymistä mitataan kolmensadan jäädytyksen ja sulatuksen jälkeen. Lujuuden aleneminen voi johtaa eristeen kasvavaan kokoonpuristumiseen sekä kostumisnopeuden kasvuun eristeen vedenjohtavuuden kasvaessa.

Kuormituskestävyys eli puristuslujuus

Käytettävän eristeen on murtumatta ja merkittävästi kokoonpuristumatta kestettävä siihen kohdistuvat kuormitukset, jotta sen eristyskyky säilyy ja rakenne toimii suunnitellulla tavalla. Suunnittelun lähtökohtana tulee käyttää aina tuotteille ilmoitettuja pitkäaikaisia puristuslujuuksia eli ns. kuormitusvirumatestauksen tuloksia. Tämä arvo ilmoittaa puristuslujuuden, jolla eristettä voidaan pitkäaikaisesti kuormittaa. Kuormitusvirumatestaus tehdään 10, 25 tai 50 vuoden käyttöikäolettamalla ja näin voidaan olla varmoja, että tuote kestää kasaanpuristumatta kuorman, jolla sitä kuormitetaan. Vaatimuksena onkin yleisesti 50 vuoden kuormitusvirumatestien arvojen ilmoittaminen ja käyttö. Esimerkiksi Finnfoam F-300 eristeiden pitkäaikainen puristuslujuus 50 vuoden kuormitusvirumatestauksen mukaisesti on 130 kPa. Kyseinen arvo on ilmoitettu suoritustasoilmoituksessa seuraavasti: CC(2/1,5/50)130. .

Kestoikä ja ympäristökelpoisuus

Eristeen tulee säilyttää ilmoitetut käyttöominaisuutensa vähintään rakenteen suunnitellun käyttöiän. Rakennuksissa tämä tarkoittaa vähintään 50 vuotta ja infrarakenteissa 30–50 vuotta.

Eristeen tulee olla myös ympäristöominaisuuksiltaan eli muun muassa raaka-aineiltaan viranomaisten hyväksymä.

CE-merkintä

Suomessa käytettävien lämmöneristeiden pitää olla CE-merkittyjä.

CE-merkintä ei kuitenkaan automaattisesti osoita sitä, että tuote täyttää Suomen vaatimukset aiotussa käyttötarkoituksessa. Suunnittelijan ja toteuttajan tehtävä on varmistaa, että tuote on hyväksytty ja soveltuu kyseiseen käyttökohteeseen.

Finnfoam XPS-eristeet on hyväksytty käytettäväksi kaikkiin nettisivuilla www.finnfoam.fi esitettyihin käyttökohteisiin kuten mm. routaeristyskäyttöön niin infra- kuin talonrakentamisessakin.

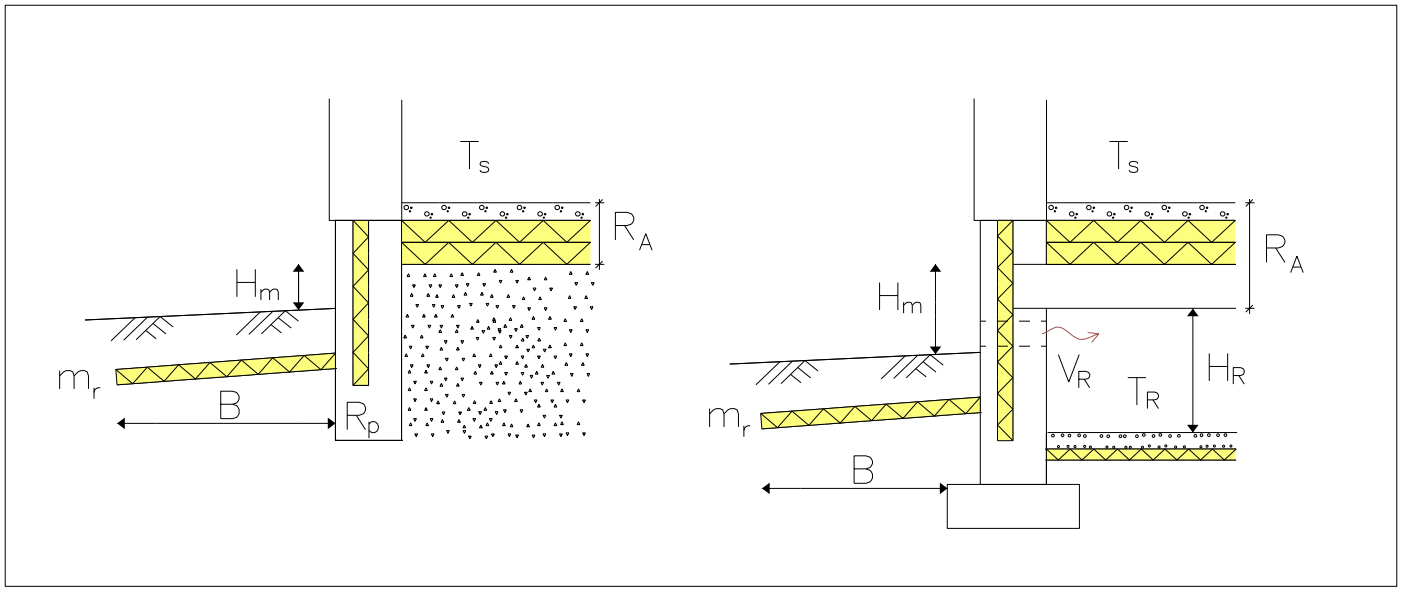
Kuva 1.3 Finnfoam-eriste on erinomainen ja pitkäikäinen valinta routaeristeeksi.

2. LÄMPIMÄN RAKENNUKSEN ROUTASUOJAUKSEN MITOITUS

Jos maan lämpötila laskee alle 0 asteen, maassa oleva kosteus jäätyy eli maa routaantuu. Routaantumisen seurauksena muodostuu routa eli maassa olevan veden jäätymisen vuoksi kovettunut maakerros. Kun maassa olevan huokosvesi jäätyy, maan tilavuus kasvaa, jolloin maa routii ja sen seurauksena rakennukseen voi aiheutua routavaurioita. Routaeristämisen tarkoituksena on estää maan jäätyminen rakennusten perustusten alapuolella. Toisin sanoen, routaeriste pitää maan lämpimänä estäen maassa olevaa lämpöä siirtymistä kylmään ulkoilmaan.

Lämpimien rakennusten routaeristeiden mitoitukseen vaikuttaa seuraavat tekijät:

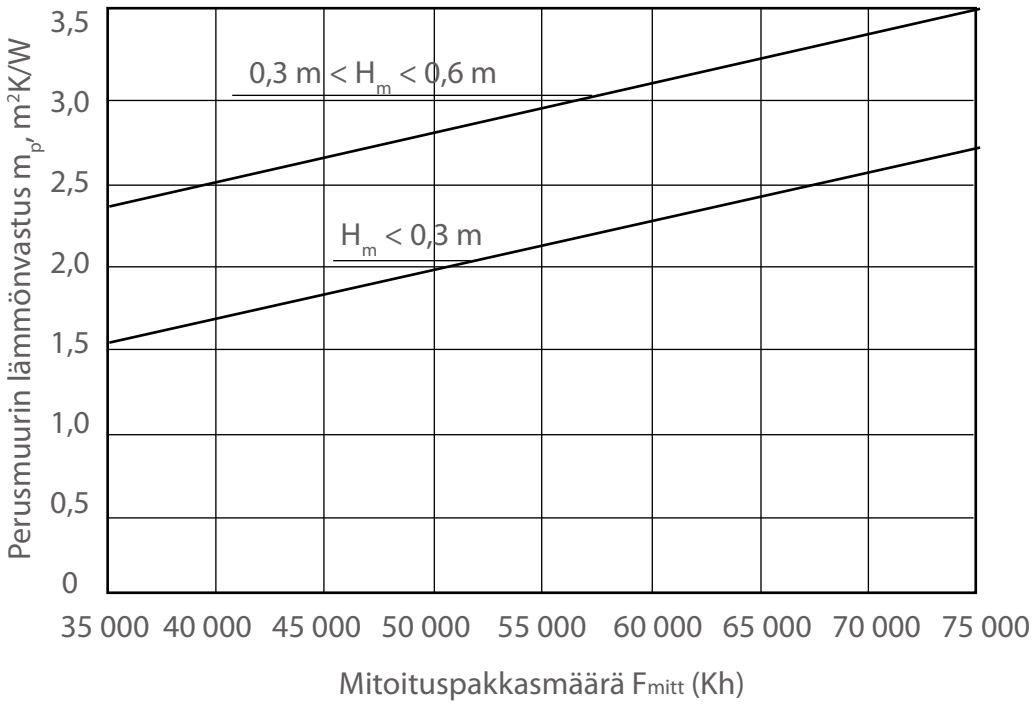
- mitoituspakkasmäärä, eli rakennuksen maantieteellinen sijainti
- rakennuksen sisälämpötila T_S (lämmin T_S >17°C; puolilämmin 5°C< T_S <17°C)
- perustuksen rakenne, maanvarainen tai tuulettuva alapohja
- perusmuurin lämmönvastus, R_p
- alapohjan lämmönvastus, R_A
- alapohjan lämmöneristyskerroksen alapinnan etäisyys maan pinnasta, H_m
- tuulettuvassa alapohjassa ryömintätilan lämpötila T_R, korkeus H_R ja tuuletus V_R



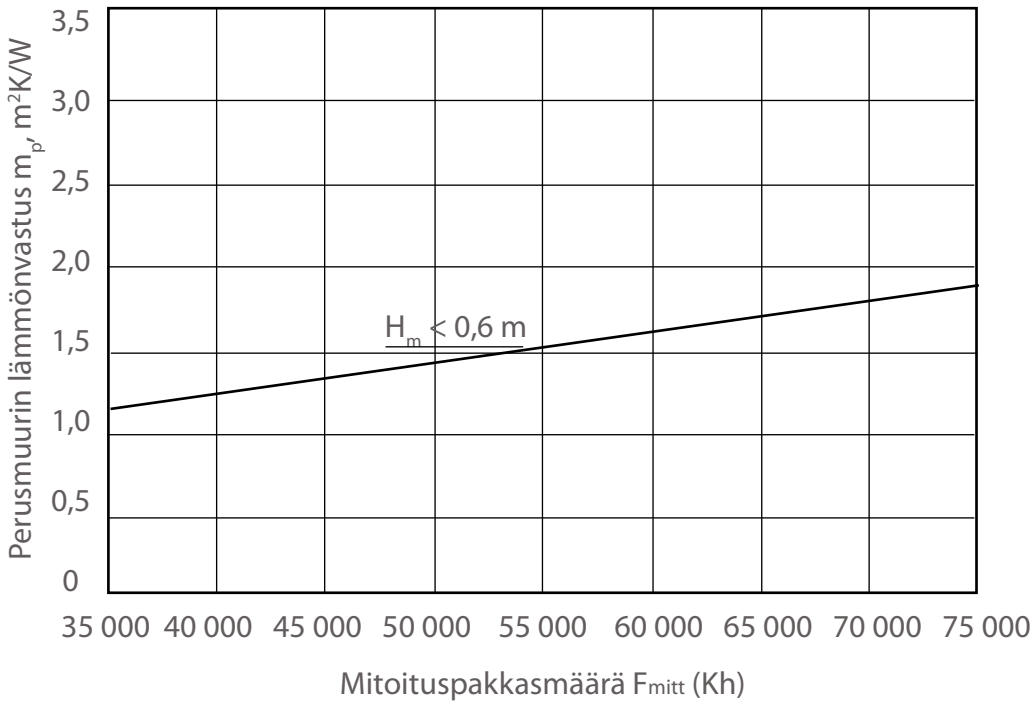
Kuva 2.1 Maanvaraisen alapohjan lämmönvastuksessa R_A huomioidaan myös maan lämmönvastus. Ryömintätilan korkeus H_R ≥ 0,8 m.

Kuva 2.2. Finnfoam-tuotteiden asennus terassin alustan routaeristeeksi käynnissä. Terassin alusta on lumeton ja sen vuoksi koko alusta on hyvä routaeristää uloimman pilarilinjan yli.

Perusmuurilta vaadittavat lämmönvastukset saadaan kuvien 2.3 ja 2.4 avulla. Lähtötietoina tarvitaan mitoituspakkasmäärä ja alapohjan lämmöneristyskerroksen alapinnan etäisyys maan pinnasta (H_m). Finnfoam-levyjen lämmönvastukset on esitetty taulukossa 3.2.



Kuva 2.3 Maanvastaisessa alapohjassa perusmuurin suositeltava lämmönvastus mitoituspakkamäärän F_{mit} ja perusmuurin korkeuden H_m funktiona.



Kuva 2.4 Ryömintätilaisessa alapohjassa perusmuurin suositeltava lämmönvastus mitoituspakkamäärän F_{mit} ja perusmuurin korkeuden H_m funktiona.

Routasuojauksen leveys

Routasuojauksen leveys määritetään oheisen taulukon perusteella. Routaeristeen leveys määritetään aina anturan ulkoreunasta, jolloin anturan ulkopuolella on aina sama määrä eristettä riippumatta anturan leveydestä. Eristyksen on kuitenkin lähdettävä sokkelin ulkoreunasta, jolloin eristeen kokonaisleveys on suurempi kuin alla olevassa taulukossa esitetty leveys B (routaeristeen kokonaisleveys = B + sokkelin ulkopinnan ja anturan ulkopinnan välinen etäisyys).

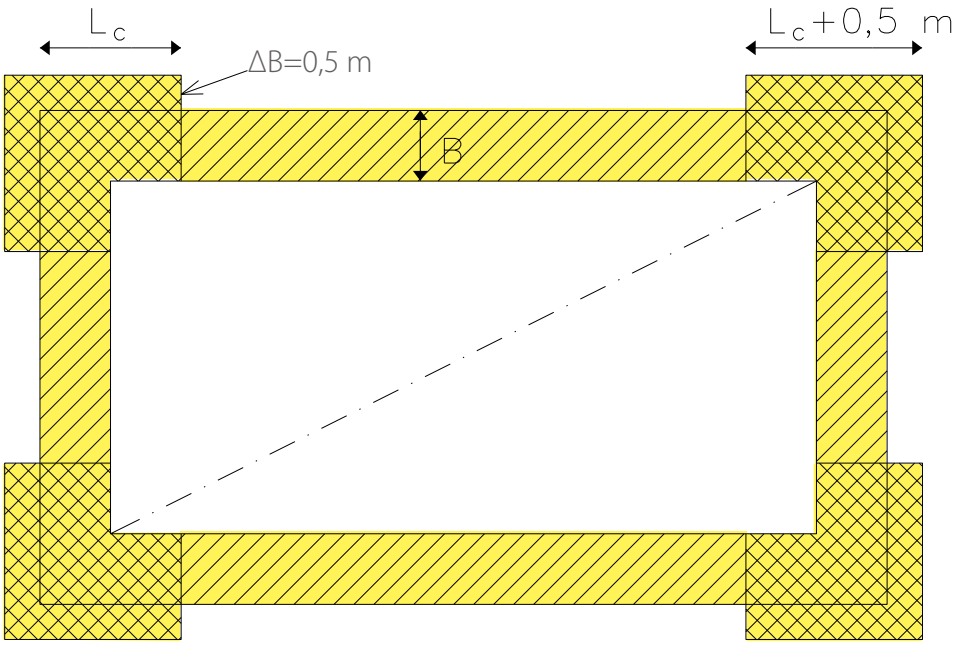
Taulukko 2.1 Lämpimän rakennuksen routasuojauksen leveys B (alkaen anturan ulkoreunasta)

Alapohjan tyyppi	Alapohjan lämmönvastus R_A	m^2K/W	Mitoitus-pakkamäärä F_{mit}	Kh	Alapohjan tyyppi B	m	Alapohjan tyyppi ΔB	m
Maanvastainen alapohja	<7,5		35 000…	55 000	1,0			
	<7,5		55 000…	75 000	1,2			
	7,5…	<10	35 000…	55 000	1,2			
	7,5…	<10	55 000…	75 000	1,5			
	10,0…	14,0	35 000…	40 000	1,0		0,5	
	10,0…	14,0	40 000…	60 000	1,5		0,5	
	10,0…	14,0	60 000…	75 000	2,0		0,5	
Ryömintätilainen alapohja	≤6,25		35 000…	55 000	1,2			
	≤6,25		55 000…	75 000	1,5			
	>6,25…	<10,0	35 000…	55 000	1,2*			
	>6,25…	<10,0	55 000…	75 000	1,5*			

Maanvastaisen alapohjan lämmönvastuksessa huomioidaan myös maan lämmönvastus.

** Perustusten routasuojaus tulee lisätä myös ryömintätilan puolelle. Mikäli ryömintätilan talviaikaisista lämpötilaolosuhteista ei ole tarkempaa tietoa, tulee perustusten routasuojaus mitoittaa kylmien rakenteiden mitoituksen mukaan (tarkoittaa koko ryömintätilan maapohjan eristämistä).*

Ryömintätilan maapohjan eristäminen parantaa merkittävästi myös ryömintätilan kosteusteknistä toimivuutta, kun kevään kondenssiaika lyhenee ja Finnfoam estää myös maasta nousevan kosteusrasituksen.



Kuva 2.5 Lämpimän rakennuksen routasuojauksen leveyden määrittäminen. Lisäleveyttä ΔB käytetään nurkka-alueilla, kun alapohjan lämmönvastus on 10 tai sitä suurempi.

Rakennuksen ulkonurkat

Rakennuksen ulkonurkissa alapohjarakenteen kautta tulevan hukkalämmön maata lämmittävä vaikutus on pienempi kuin muualla ja sen johdosta routa tunkeutuu syvemmälle kuin seinälinjoilla, ellei routaeristystä ole kasvatettu. Lämpimien ja puolilämpimien rakennusten ulkonurkissa on routaeristyksen lämmönvastusta lisättävä 100 %:lla etäisyydellä LC nurkasta seinälinjalle (eli sokkelilinjalle). Etäisyys LC riippuu mitoituspakkasmäärästä alla olevan taulukon mukaisesti.

Taulukko 2.2 Nurkan routasuojauksen laajuus Lc.

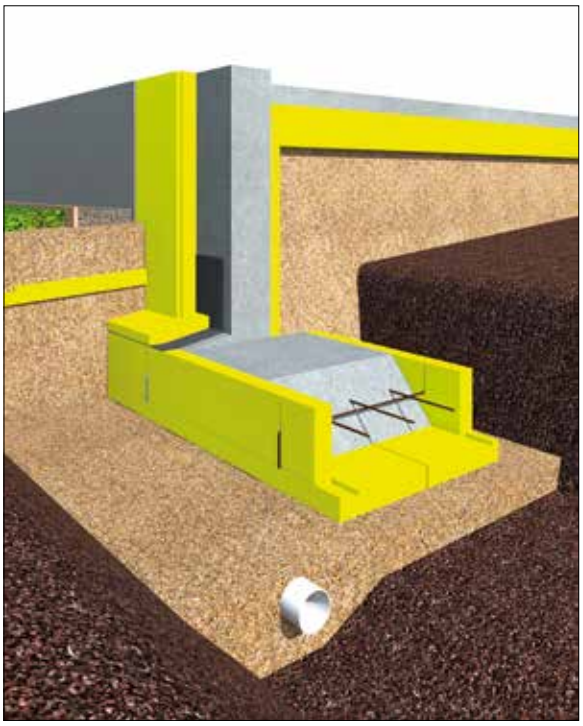
Mitoituspakkasmäärä F_{50}, Kh	Lc, m
35 000…55 000	1,5
> 55 000…65 000	2,0
> 65 000…75 000	2,5

Sisänurkissa eristepaksuutta ei tarvitse kasvattaa, koska hukkalämmön osuus on siellä suurempi kuin muualla rakennuksen reunoilla.

Anturan alapuolinen routaeristäminen

Hyvin eristetyissä alapohjarakenteissa on suositeltavaa käyttää routaeristettä myös anturan alapuolella. Finnfoam-anturamuotti on tähän tarkoitukseen erinomainen tuote, joka toimii rakennusaika valumuottina ja sen jälkeen lämmöneristeenä katkaisten kylmäsillan ja kapillaarisen veden nousun tehokkaasti. Anturamuotin lujuusluokka on F-400 ja anturamuottia on saatavilla kahta eri tyyppiä eli Anturamuotti ja EKO Anturamuotti, jota käyttämällä voidaan säästää betonin menekissä.

Anturan alapuolella voi myös käyttää vaakasuoraa routaeristettä, jolloin eristeen lujuusluokka valitaan kohteen mukaan niin, että käytettävän tuotteen pitkäaikainen puristuslujuus on riittävä.



Kuva 2.6 ja 2.7 Perustusten routaeristys on hyvä asettaa myös anturan alapuolelle.

Maanvastainen alapohja

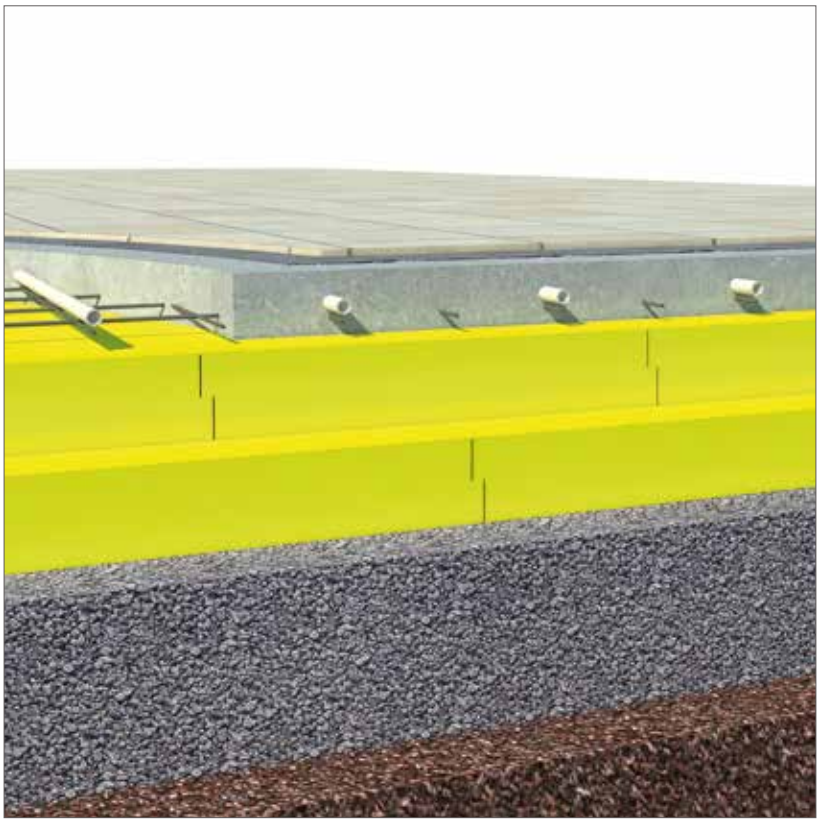
Maanvastaisen alapohjan routaeristyksen paksuus Finnfoam-eristeellä voidaan mitoittaa kuvien 2.9 ja 2.10 käyrästöjen avulla. Kuvan 2.9 käyrästöä sovelletaan, kun alapohjan lämmönvastus $R_A \leq 10{,}0$ m²K/W ja kuvan 2.10 käyrästöä silloin, kun lämmönvastus $R_A = 10–14$ m²K/W. Valittaessa lopullista eristyspaksuutta käyrästöstä saatu lukema pyöristetään aina ylöspäin seuraavan 10 mm tarkkuuteen.

Käyrästöjä voidaan soveltaa kun:

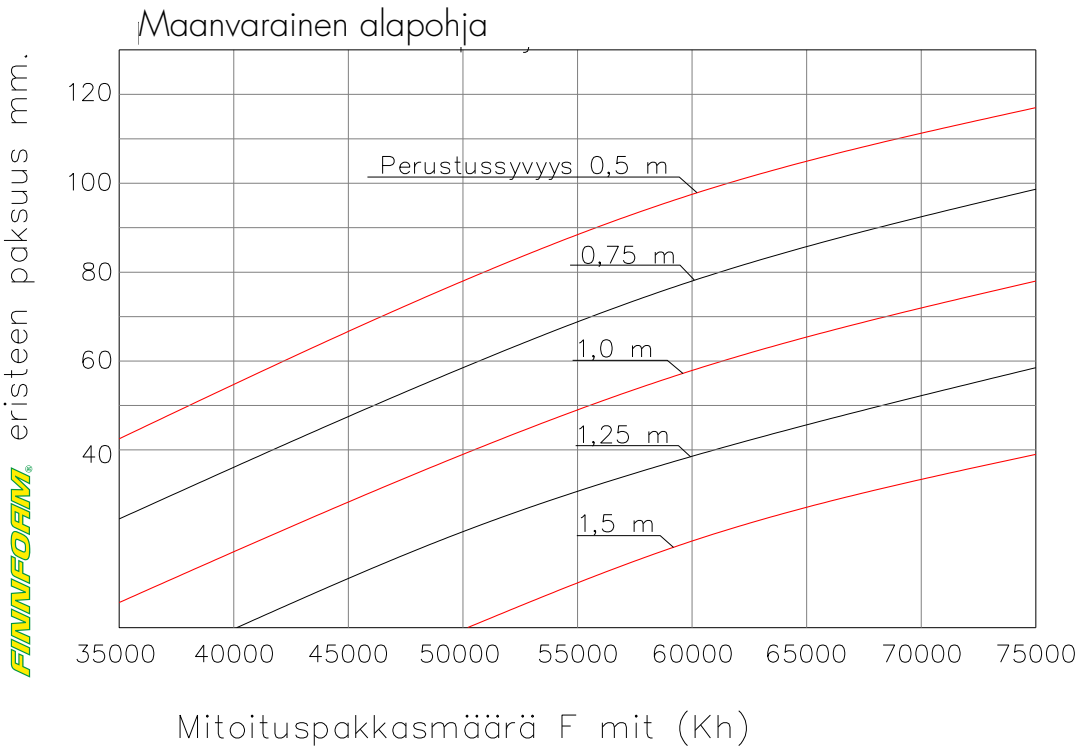
- sisälämpötila Ts > 17 °C
- rakennuksen leveys > 4 m
- maanpinta rakennuksen vieressä on lumeton
- alapohjan eristyksen alapinnan etäisyys on enintään 0,6 m ulkopuolista maanpintaa ylempänä
- perusmuuri on hyvin eristetty routasuojauksen alapintaan asti; perusmuurin lämmönvastus Rp kuvan 2.3 käyrästöstä
- routaeristyksen leveys on B (taulukosta 2.1); huomioi ulkonurkkien eristyksen lisäys
- eristeenä on Finnfoam XPS-eriste; käyrästöissä käytetty lämmönjohtavuuden suunnitteluarvo $\lambda u = 0{,}039$ W/Km

Huom! *Alle 50 mm:n levypaksuuksien käyttö yksinään ei ole suositeltavaa, sillä ohuiden levyjen rikkoutumisvaara asennuksen aikana on suurempi.*

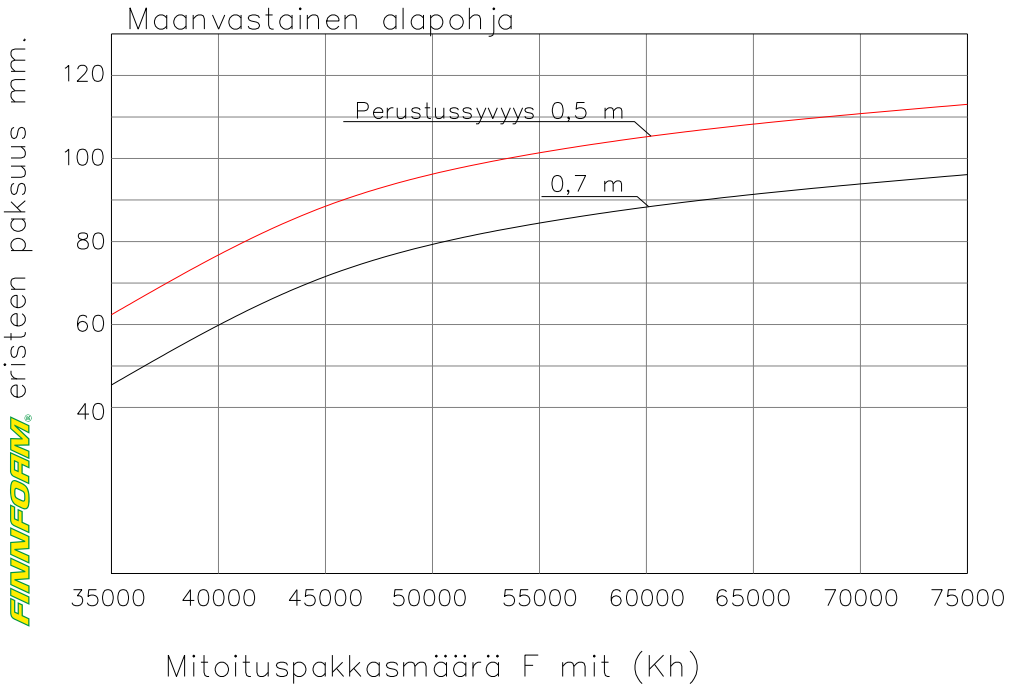
Finnfoam XPS-eristeen $\lambda u = 0{,}037$ W/Km levypaksuuksille ≤ 70 mm ja sitä paksummille $\lambda u = 0{,}039$ W/Km.



Kuva 2.8 Finnfoam-eriste maanvastaisen alapohjan lämmöneristeenä



Kuva 2.9 Finnfoam-eristeen paksuus, kun alapohjan lämmönvastus $R_A \leq 10$ m²K/W



Kuva 2.10 Finnfoam-eristeen paksuus, kun alapohjan lämmönvastus $10 < R_A \leq 14$ m²K/W

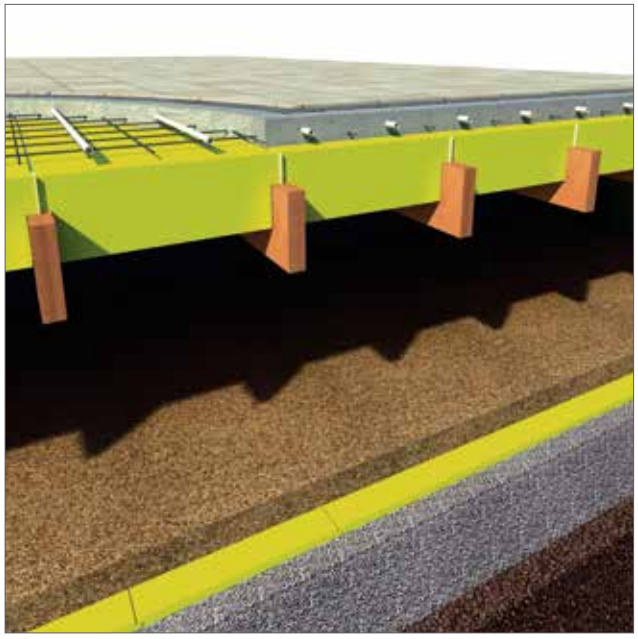
Ryömintätilainen/tuulettuva alapohja eli rossipohja

Ulkoa tuuletettu ryömintätila

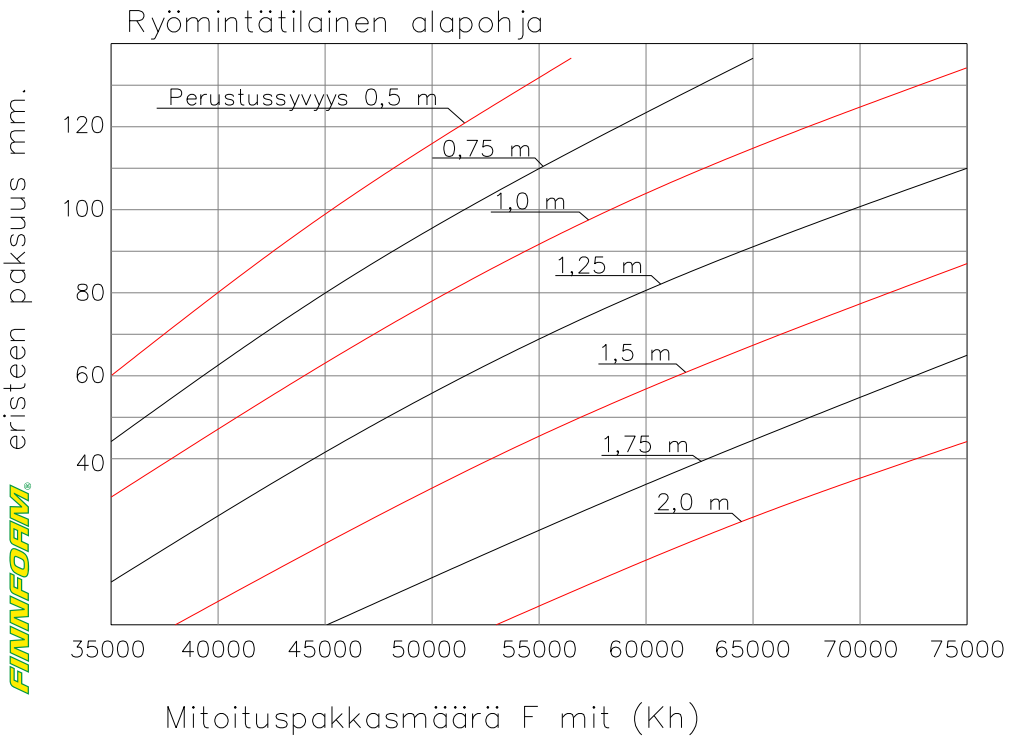
Ulkoa tuuletetun ryömintätilan (rossipohjan) tarvittava Finnfoam-routaeristeen paksuus voidaan määrittää kuvan 2.12 käyrästön avulla.

Käyrästöä voidaan soveltaa silloin, kun

- ryömintätilaisen alapohjan lämmönvastus $R_A \leq 6{,}25$ m²K/W
- sisälämpötila > 17 °C
- rakennuksen leveys > 4 m
- maanpinta rakennuksen vieressä on lumeton
- ryömintätilan lämpötila > 0 °C
- ryömintätilan tuuletus < 0,6 l/sm²
- perusmuuri on hyvin eristetty routasuojauksen alapintaan asti; perusmuurin lämmönvastus R_p kuvan 2.4 käyrästöstä
- r• routaeristyksen leveys on B; taulukosta 2.1
- eristeenä on Finnfoam XPS-eriste; käyrästöissä käytetty lämmönjohtavuuden suunnitteluarvo λ_U = 0,039 W/Km



Kuva 2.11 Tänä päivänä tuulettuvan alapohjan routasuojaus tehdään usein kuten kylmissä rakennuksissa.



Kuva 2.12 Finnfoam-eristeen paksuus, kun alapohjan lämmönvastus $R_A \leq 6{,}25$ m²K/W

Ryömintätilaisen alapohjarakenteen lämmönvastus > 6,25…< 10,0 m²K/W

Kuvan 2.12 mitoituskäyrästössä oletetaan, että ryömintätilan lämpötila on aina > 0°C.

Kun ryömintätilaisen alapohjarakenteen lämmönvastus > 6,25 m²K/W, on todennäköistä, että ryömintätilan lämpötila voi laskea pidemmäksi aikaa alle 0 °C. Tällöin perustusten routasuojaus pitää lisätä myös ryömintätilan puolelle.

Mikäli ryömintätilan talviaikaisista lämpötilaolosuhteista ei ole tarkempaa tietoa, tulee perustusten routasuojaus mitoittaa kylmien rakenteiden routasuojausohjeiden mukaisesti.

Puolilämpimät rakennukset ja rakennusosat

Jos rakennuksen sisälämpötila on 5–17°C, perustussyvyyttä on lisättävä 0,2–0,3 m lämpimien tilojen perussyvyyteen verrattuna.

Puolilämpimien tilojen routasuojauksen mitoituksessa voidaan hyödyntää lämpimän rakennuksen kuvien 2.9 ja 2.12 mitoituskäyrästöjä siten, että mitoitetaan eristepaksuus 0,3 m matalamman perustussyvyyden mukaan. Esimerkiksi jos perustussyvyys on 1,0 m, käytetään mitoittavana käyränä perustussyvyyttä 0,75 m.

Myös puolilämpimissä rakennuksissa ja rakennusosissa on huomioitava ulkonurkkien routaeristyksen ulottuman ja eristepaksuuden lisäys.

3. KYLMIEN RAKENTEIDEN ROUTASUOJAUS

Kylmien rakenteiden routasuojaus perustuu kesäaikana maan pintakerrokseen varastoituneen lämmön poistumisen estämiseen. Alueilla, joilla vuoden keskilämpötila on < 0°C, tämän ohjeen periaatteita ei voida käyttää.

Lämmittämättömien rakennusten lisäksi kylmänä rakenteena pitää mitoittaa pilariperusteiset rakennukset sekä mahdollisesti ryömintätilaisen alapohjan perustukset silloin kun alapohjan lämmönvastus R_A on > 6,25 m^2K/W, eli U on < 0,16 W/m^2K ja erityisesti silloin kun $R_A \geq 10$ m^2K/W, eli $U \leq 0{,}10$ W/m^2K.

Lumen suojaava vaikutus voidaan huomioida routaeristeen mitoituksessa poikkeustapauksissa. Tämä on mahdollista vain silloin, kun lumikerros peittää maan koko pakkaskauden ajan rakenteen vierellä yli 2 m leveänä kaistana ja säilyy yhtenäisenä ja tallaamattomana.

Kylmien rakenteiden mitoituspakkasmäärä valitaan sen mukaan, miten rakenteet kestävät pohjamaan routimisesta aiheutuvia epätasaisia liikkeitä. Pysyvissä rakennuksissa on suositeltavaa käyttää samaa mitoituspakkasmäärää kuin lämpimissä rakennuksissa eli F_{50}.

Kylmien rakenteiden routasuojauksen mitoitus

1. Valitaan mitoituspakkasmäärä, suositus F_{50}
2. Valitaan perustussyvyys ja routaeristeen sijainti, suositus perustusten alle
3. Valitaan routaeristeen alapuolisen routimattoman maakerroksen paksuus (≥ 0,2 m)
4. Selvitetään voidaanko lumen suojaavaa vaikutusta hyödyntää
5. Mitoitetaan Finnfoam-routaeristeen lämmönvastus mitoituspakkasmäärän ja vuoden keskilämpötilan mukaan taulukosta 3.1 sekä levypaksuus lämmönvastuksen perusteella taulukosta 3.2
6. Mitoitetaan routaeristeeltä vaadittava leveys B käyrästöstä 3.1

Taulukko 3.1 Kylmien rakenteiden routaeristeen lämmönvastus m_{ro}

Mitoituspakkas- määrä F_{mit}, K_h	Routaeristeen vaadittava lämmönvastus mro, m^2K/W													
	20 000			30 000				40 000			50 000			60 000
Vuoden keskilämpötila T_m, °C	+2	+3	+4	+1	+2	+3	+4	+1	+2	+3 – +4	+1	+2	+3	0 - +1
Routaeristeen alapuolisen routimattoman maakerroksen paksuus Z_m, m														
0,2	1,6	1,4	1,2	3,2	2,6	2,2	1,8	4,2	3,5	2,8	---	4,6	3,8	---
0,4	1,4	1,1	0,8	2,6	2,1	1,7	1,4	3,5	2,8	2,2	4,6	3,8	3,1	---
0,6	1,0	0,7	0,5	2,1	1,7	1,3	1,0	2,8	2,2	1,6	3,8	2,9	2,3	5,0
0,8	0,6	0,4	0,3	1,7	1,3	1,0	0,7	2,2	1,6	1,3	2,9	2,2	1,8	3,8
1,0	0,7	0,3	0,2	1,3	1,0	0,7	0,5	1,6	1,2	1,0	2,2	1,7	1,4	2,8
1,5	0	0	0	0,8	0,6	0,4	0,2	1,0	0,7	0,5	1,4	1,0	0,8	1,8

Routaeristeen vaadittavaa lämmönvastusta mr voidaan pienentää ottamalla huomioon routaeristeen asennussyvyys kaavalla: $mr = m_{ro} – (Z_r - 0,3) \times 1\ m^2K/W$ jossa:

Z_r *on routaeristeen yläpinnan syvyys maanpinnasta (≥ 0,3 m), m*

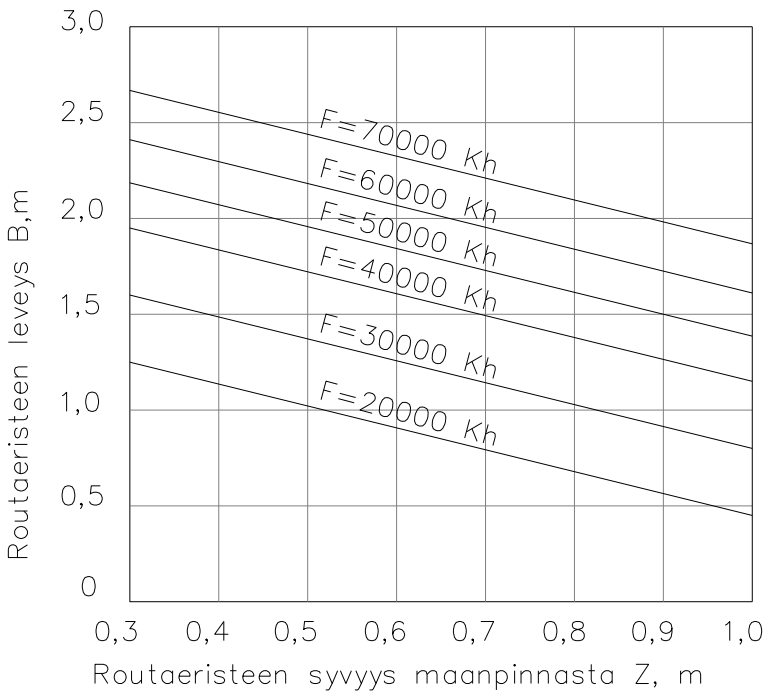
m_{ro} *on taulukosta 2.1 määritetty routaeristeen lämmönvastus, m^2K/W*

Taulukko 3.2 Finnfoam-eristeen lämmönvastus/paksuus routaeristyskäytössä. Lämmönvastukset on pyöristetty alaspäin 0,05 m^2K/W tarkkuuteen

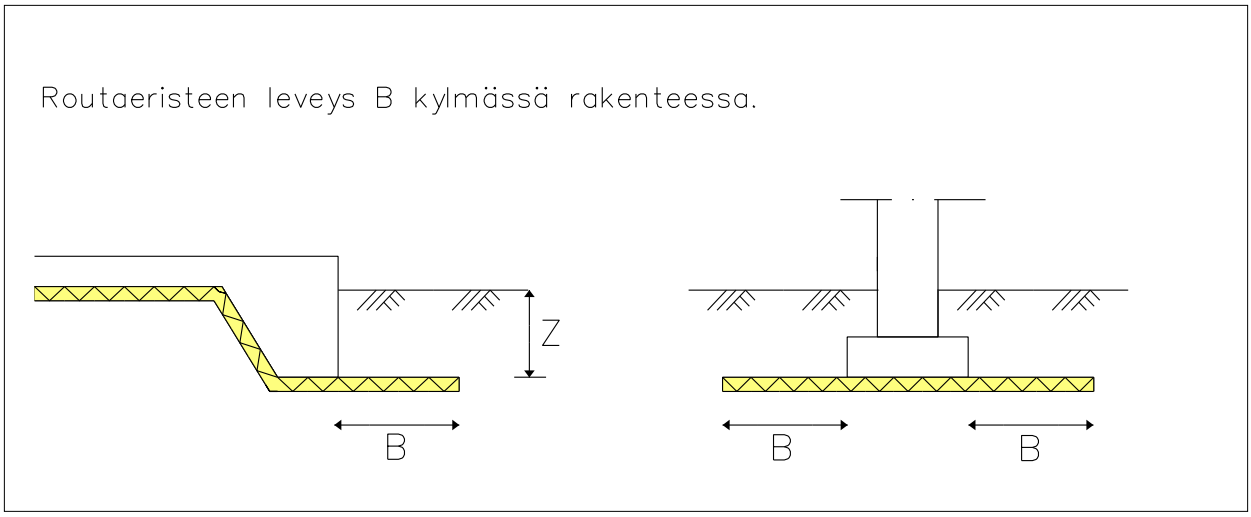
Lämmönvastus m^2K/W	Levypaksuus, mm	
	≤ 70 mm (λ_U = 0,037 W/mK)	> 70 mm (λ_U = 0,039 W/mK)
0,80	30	--
1,05	40	--
1,35	50	--
1,60	60	--
1,85	70	--
2,05	--	80
2,55	--	100
3,05	--	120
3,55	--	140
3,80	--	150

Huom! *Lämmönvastukset on laskettu olemassa oleville levypaksuuksille. Suurempia lämmönvastuksia saadaan yhdistelemällä eri levypaksuuksia ja laskemalla niiden lämmönvastukset yhteen.*

Alle 50 mm:n levypaksuuksien käyttö yksinään ei ole suositeltavaa, sillä ohuiden levyjen rikkoutumisvaara asennuksen aikana on suurempi.



Kuva 3.1 Routaeristeen leveyden B määrittäminen kylmässä perustusrakenteessa



Kuva 3.2 Kylmän rakenteen routaeristyksen leveys B

Finnfoam anturamuotit ja pilarimuotit

Finnfoam anturamuotit (anturamuotti ja EKO-anturamuotti) valmistetaan F-400 lujuusluokan FINNFOAM (XPS) -eristeestä. Anturamuotit on helppo asentaa ja tiiviytensä vuoksi eriste estää tehokkaasti kosteuden siirtymistä maaperästä perustusrakenteisiin ja toimii samalla anturan routaeristeenä.

Finnfoam anturamuotteja valmistetaan pientalon anturoista raskaasti kuormitettuihin anturoihin. Kantavalle väliseinälle löytyy oma kevyempi muottiversio. Finnfoam EKO-anturamuotin avulla voidaan vähentää betonin menekkiä ja siten pienentää rakentamisenhiilijalanjälkeä.

Kuva 3.3 Finnfoam anturamuotti ja pilarimuotti on hyvä tapa perustusten routaeristämiseksi

Finnfoam-pilarimuotti toimii rakennusaika valumuottina ja sen jälkeen routa-/lämmöneristeenä katkaisten kylmäsillan ja kapillaarisen vedennousun tehokkaasti. Käytettävän eristeen lujuusluokka valitaan aina kohteen mukaan, niin että tuotteiden pitkäaikainen puristuslujuus on riittävä. Finnfoam pilarimuottien vakiokoot ovat 500x500x285 (lujuusluokka F-300 50 mm) ja 1000x1000x500 (lujuusluokka F-400 ja paksuus 100 mm).

4. PIHOJEN ROUTASUOJAUS

Pihojen ja pihateiden routasuojauksen tavoitteet ovat:

- estää ja vähentää piha-alueen haitallisia, erityisesti epätasaisia routanousuja
- varmistaa pihateiden liikennöitävyys ja estää routavahingot
- varmistaa, että pihan ja kadun liittymäkohdassa on kadun routasuojausta vastaava routasuojaustaso epätasaisen routanousun estämiseksi
- osaltaan varmistaa vesi- ja lämpöjohtojen toimivuus ja estää niiden mahdolliset routavahingot
- osaltaan estää rakennuksen lähiympäristön pintavedenpoistoa haittaava pihamaan routanousu rakennusten ympärillä

Erityisesti jäykillä päällysteillä (laatoitus, kiveys, asfaltti) päällystettyjen piha-alueiden routasuojaus on tärkeää, koska päällysteet kestävät vain vähäistä routimista ja niiden korjaaminen on hankalaa/kallista.

Mitoitusilmasto ja routanousukerroin

Piharakenteen routaeristeen mitoituksessa käytetään pakkasmäärää F_{10} mikäli routanousua voidaan sallia, ja F_{50} silloin kun piharakenteen pitää olla routimaton.

Pohjamaan routanousua kuvaavana tunnuslukuna käytetään routanousukerrointa SP. Kerroin voidaan määrittää tarkasti joko routanousumittauksin ja niihin perustuvilla laskennoilla tai pohjamaanäytteelle laboratoriossa tehdyllä routanousukokeella. Mikäli koetta ei ole mahdollista tehdä, routanousukerroin voidaan likimäärin arvioida taulukon 4.1 mukaan.

Taulukko 4.1 Maalajin routanousukertoimen SP arviointi savipitoisuuden mukaan

Maalaji	Savipitoisuus %	Routanousukerroin mm^2/Kh
Hiekkamoreeni	< 10	5
Silttimoreeni	> 10	10
Silttinen hiekka	< 10	5
Savinen siltti ja savi	10–50	10
Lihava savi	> 50	5

Routanousukertoimen suunnitteluarvona käytetään siis joko arvoa 5 tai 10 mm^2/Kh riippuen maalajin savipitoisuudesta.

Routavaurioriski ja sallittu routanousu

Piha-alueen routasuojauksen mitoituksen määrää pihan haluttu laatutaso. Laatutaso määritetään pihan toiminnallisten ja esteettisten tavoitteiden perusteella. Valitun laatutason perusteella määritetään suurin, mitoittava routanousu ja sallittu routanousun aiheuttama kaltevuuden muutos taulukon 4.2 mukaisesti. Pihan liittyessä routimattomaan rakenteeseen on huolehdittava siirtymärakenteella, jotta pintavedet eivät sulamisvaiheessa pääse lammikoitumaan rakennuksen vieressä.

Taulukko 4.2 Piha-alueiden laatuluokitus

Päällysteen tyyppi	Alue-tyyppi*	Ulkonäkö	Maksimi routanousu (F_{10})	Sallittu kaltevuuden muutos pihan liittyessä rakennukseen, katuun tai putkijohtoon
Laatuluokka 1 Piha-alueet, joissa on suuret toiminnalliset tai esteettiset vaatimukset				
Kivilaatat	1-4		Ei sallita routaliikkeitä (F_{50})	0,01
Ladotut betoni- tai kivipäällysteet	3 ja 4 1 ja 2	Ei sallita epätasaisuutta	50 mm 50 mm	0,02 0,04
Sidotut päällysteet	3 ja 4 1 ja 2	Päällysteen oltava halkeilematon	50 mm 50 mm	0,02 0,04
Sitomattomat päällysteet	3 ja 4 1 ja 2	Lätäköitymistä ei sallita	Poikkeustap. 50 mm	0,02 0,04
Kasvillisuusalueet	K	Ei lätäköitymistä	100 mm	0,04
Laatuluokka 2 Muut asunto-, toimisto- ja liikerakennusten pihat				
Kivilaatat	3 ja 4 1 ja 2	Ei sallita epätasaisuutta	Vain poikkeustapauksessa	0,02 0,04
Ladotut betoni- tai kivipäällysteet	3 ja 4 1 ja 2	Sallitaan vähäistä epätasaisuutta	100 mm 100 mm	0,02 0,04
Sidotut päällysteet	3 ja 4 1 ja 2	Sallitaan vähäisiä halkeamia	100 mm 100 mm	0,02 0,04
Sitomattomat päällysteet	3 ja 4 1 ja 2	Sallitaan vähäistä lätäköitymistä	100 mm 100 mm	0,02 0,04
Kasvillisuusalueet	K	Vähäistä lätäköitymistä	Ei rajoitettu	0,04

*1 ja 2: jalankululle ja kevyelle liikenteelle osoitetut pihat; 3 ja 4: ajoneuvoliikenteen pihat

Kuva 4.1 Routaeristeen asennus pihan routasuojaukseksi käynnissä

Routasuojauksen mitoitus Finnfoam-eristeellä

Routaeristerakenne mitoitetaan niin, ettei pohjamaan routaantuminen ja routanousu ylitä rakenteen vaurioitumisrajaa tai tasaisuusvaatimusta. Routaeristerakenteen tulee säilyttää ominaisuutensa rakenteen koko käyttöiän.

Päällysteen alla olevan päällysrakenteen rakennekerrokset määritetään kantavuusmitoituksella huomioidaan pihalle tuleva liikennerasitus.

Routaeristekerrokseen kohdistuva puristusjännitys ei saa ylittää materiaalin puristuslujuutta, jotta eristeen ominaisuudet, ja sitä kautta rakenteen toiminta, säilyvät suunnitellun kaltaisina rakenteen eliniän.

Rakenteen eri kerrokset

Routaeristetty rakenne koostuu eristekerroksesta, joka on yläpuolelta suojattu lämpötiloja tasaavalla ja jännityksiä jakavalla kerroksella. Alapuolelta eristekerros on suojattu suodatinkerroksella, joka estää kosteuden pääsyn eristemateriaaliin altapäin. Suodatinkerroksen kapillaarisen nousun on oltava pienempi kuin kerroksen paksuus.

Liukkauden torjunnan kannalta eristeen päälle tehdyn rakenteen kokonaispaksuuden on oltava vähintään 300 mm. Alueilla, joissa pinnan jäätymisestä aiheutuva liukkaus voi olla haitallista, on kerroksen paksuuden oltava yli 400 mm.

Routaeriste

Routaeristeen paksuuteen vaikuttavat tekijät:

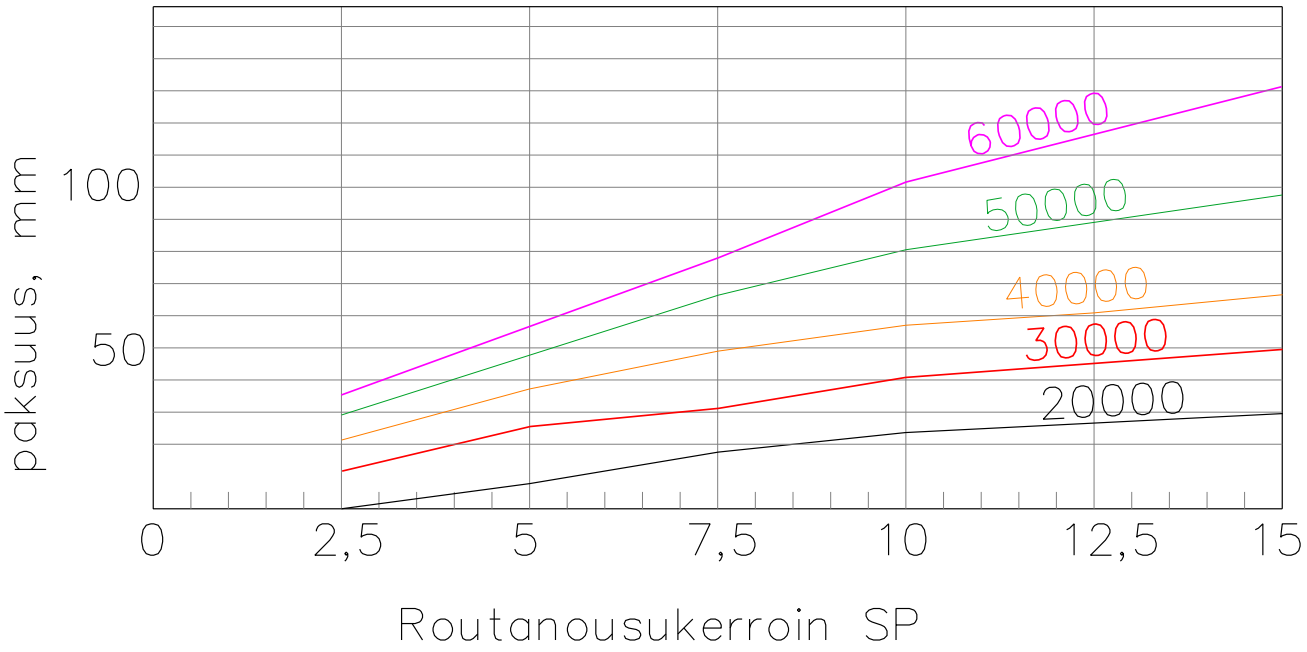
- käytetyn eristeen mitoittava lämmönjohtavuuden suunnitteluarvo λ_U
- mitoituspakkasmäärä
- pohjamaan routanousukerroin SP
- valmiin rakenteen sallittu routanousu

Finnfoam XPS-eristeen λ_U= 0,037 W/mK levypaksuuksille ≤ 70 mm ja 0,039 W/mK > 70 mm levypaksuuksille.

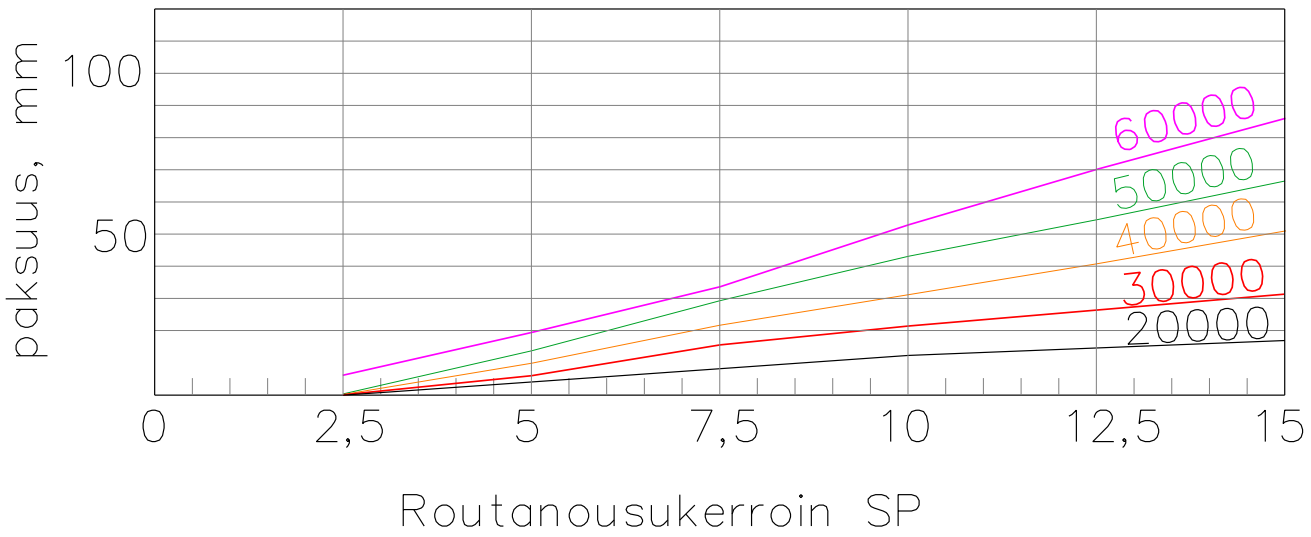
Mitoituspakkasmääränä käytetään yleensä kerran kymmenessä vuodessa toistuvaa pakkasmäärää F_{10}. Pohjamaan routanousukerroin SP voidaan määrittää kokeellisesti laboratoriossa tai arvioida maan savipitoisuuden perusteella taulukon 4.1 mukaan.

Valmiin rakenteen sallittu routanousu (h) voidaan määrittää pihan laatuluokan mukaan taulukosta 4.2

Tarvittavan routaeristeen paksuus voidaan em. tekijöiden perusteella mitoittaa käyrästöistä 4.3 ja 4.4 Käyrästöissä Finnfoam XPS-eristeen λ_U arvona on käytetty 0,039 W/mK.



Kuva 4.2 Finnfoam-eristeen paksuus pakkasmäärän F_{10} funktiona, kun sallittu routanousu h= 50 mm

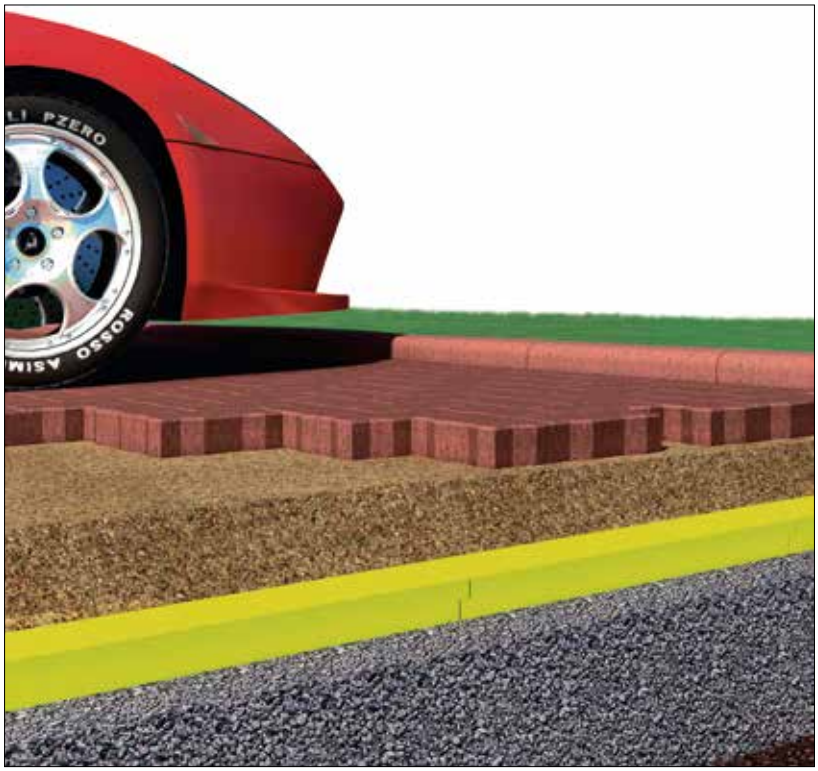


Kuva 4.3 Finnfoam-eristeen paksuus pakkasmäärän F10 funktiona, kun sallittu routanousu h= 100 mm

Routimaton piharakenne

Routimattoman piharakenteen paksuus mitoitetaan kerran 50 vuodessa toistuvan pakkasmäärän F_{50} mukaan.

Routimattoman piharakenteen eristykset voidaan mitoittaa kohdan 3 ”Kylmien rakenteiden routasuojaus” ohjeiden mukaan.



Kuva 4.4 Periaatekuva Finnfoam-eristeen käyttämisestä piharakenteen routaeristeenä

5. VESI- JA VIEMÄRIJOHTOJEN ROUTASUOJAUS JA LÄMMÖNERISTÄMINEN

Vesi- ja viemärijohtojen routasuojauksen tarpeeseen ja laajuuteen vaikuttaa erityisesti johtojen asennussyvyys, mikäli se on alueen routasyvyyden yläpuolella. Putkijohtojen yhteydessä käytetään routasuojauksen rinnalla termiä *lämmöneristäminen*, koska kysymys on ensisijaisesti putkissa olevan veden jäätymisen estämisestä eikä putken ympärillä olevan maan routasuojauksesta.

Asennussyvyyden kustannus- ja ympäristövaikutukset

Maahan asennettavien putkijohtojen asennussyvyys vaikuttaa merkittävästi putkilinjan rakentamiskustannuksiin. Kustannuksista yleensä yli puolet muodostuu kaivuu-, louhinta-, asennus- ja työkustannuksista. Matalaan asentamalla saatetaan päästä kevyemmällä pohjanvahvistuksella/massanvaihdolla, välttää rakennusaikainen kaivannon tuenta, vähentää louhintaa ja lyhentää rakennusaikaa.

Pehmeikköalueilla ja myös kalliomaastossa putkijohtojen rakentaminen syvälle roudattomaan syvyyteen saattaa alentaa pohjaveden tasoa, jonka seurauksena ympäristön kasvillisuudessa tapahtuu muutoksia ja lisäksi talot ja kadut painuvat ja vaurioituvat savialueilla.

Matala asennussyvyys

Johtuen putkien asentamisesta matalaan, myös verkoston tekniset laitteet, kuten venttiilit, tarkastusputket ja -kaivot, sijaitsevat lähellä maanpintaa. Teknisten laitteiden lämmöneristämiseen ja tarvittaessa lämmityskaapelien asennukseen onkin kiinnitettävä erityistä huomiota.

Eristämisen laajuus

Tapauksesta riippuen eristys koskee joko jätevesiviemäriä tai vesijohtoa tai näitä molempia.
Hulevesiviemäri lämmöneristetään matalaan asennuksen yhteydessä yleensä vain kiinteistön alueella, jos siihen johdetaan salaojavesiä. Jos hulevesiviemärin jäätymisestä voi aiheutua vahinkoa ympäristölle tai liikenteelle, tulee myös jäätymiselle altis hulevesiviemäri eristää.

Jos liikennealueen (piha, katu, tie) päällysrakenteeseen tulee routaeristys, routaeristyksen alapuolella sijaitsevia vesi- ja viemärijohtoja ei luonnollisestikaan eristetä erikseen, vaan tarvittaessa lisätään päällysrakenteen erityksen paksuutta siten, että saavutetaan vaadittu routasuojaustaso myös putkijohdoissa.

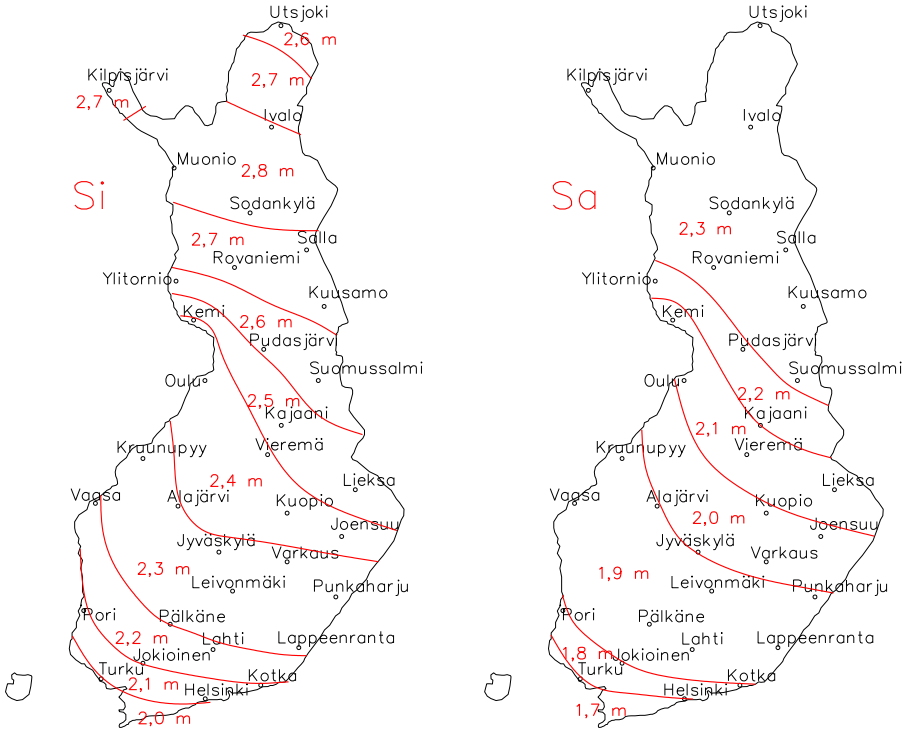
Mitoitusilmasto

Putkijohtojen routasuojaus mitoitetaan siten, että vesi- ja viemärijohdot pysyvät jäätymättöminä F_{50} pakkasmäärällä.

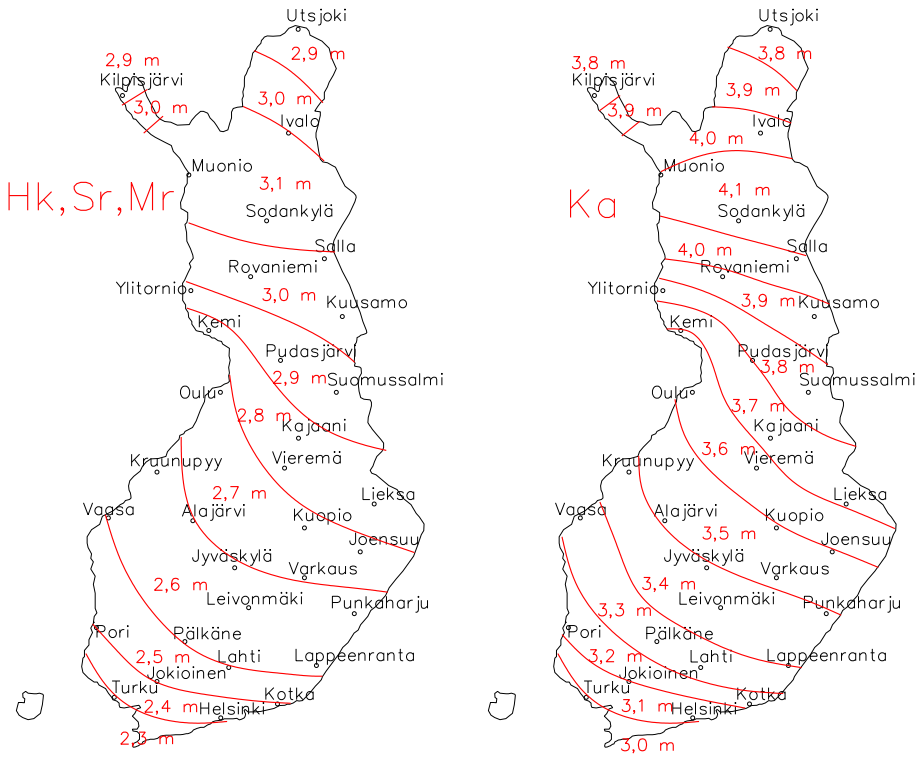
Vesijohdon teoreettinen asennussyvyys eri maalajeilla on roudan tunkeutumissyvyys lumettomassa maassa pakkasmäärällä F_{50}. Tunkeutumissyvyydet on esitetty kuvien 5.1 ja 5.2 kartoissa.

Pohjaveden pinnan korkeuden oletetaan olevan asennussyvyyden alapuolella tai korkeintaan asennussyvyydessä.

Liikennealueiden ulkopuolisilla, lumen peittämillä alueilla, voidaan lumen suojaava vaikutus huomioida mitoituksessa, mutta harkiten, koska varsinkin alkutalvesta voi esiintyä tilanteita, joissa pakkasjakson aikana ei suojaavaa lumikerrosta ole.

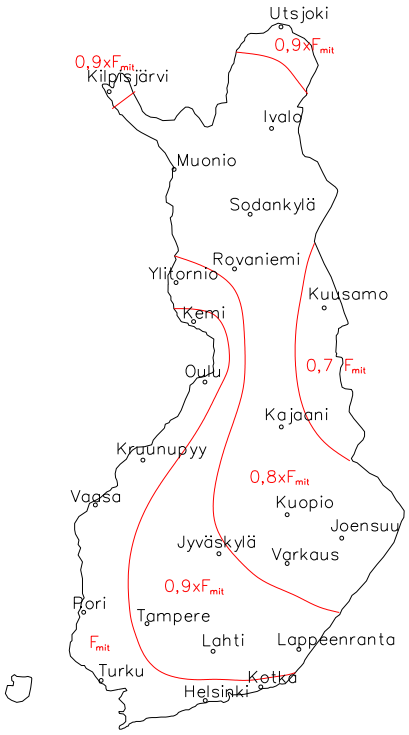


Kartta 5.1 Roudan suurin syvyys pakkasmäärällä F50 lumettomassa Si ja Sa maassa.



Kartta 5.2 Roudan suurin syvyys pakkasmäärällä F50 lumettomassa Hk, Sr, Mr ja Ka maassa.

Lumen suojaava vaikutus voidaan liikennealueiden ulkopuolella huomioida mitoituspakkasmäärän redusointikertoimilla kuvan 5.3 mukaisesti.



Kartta 5.3 Pakkasmäärän redusointikertoimet

Suunnittelukriteerit

Routasuojaus suunnitellaan vesi- ja viemärijohtojen asennussyvyyden perusteella. Asennusyvyyden valintaan vaikuttavat:

- ilmasto (pakkasmäärä, lumipeite)
- pohjamaan lämpötekniset ominaisuudet
- mahdollisen lisälämmön hyödyntäminen putkistossa virtaavasta vedestä tai kaapelilämmitys
- mahdollisten käyttökeskeytysten riskit
- lämmöneristämisen toteutustapa

Kuvien 5.1 ja 5.2 asennussyvyyksiä voidaan soveltaa sellaisenaan pieniläpimittaisiin vesijohtoihin. Päävesijohtojen ja viemäreiden asennussyvyyksiä voidaan harkiten ja kokemuksen perusteella pienentää routimattomalla alueella putkistosta vapautuvan lämmön takia.

Ilmasto

Mitoituspakkasmäärä on F_{50} kartasta 1.1

Pohjamaan vaikutus routasuojaustapaan

Maapohja vaikuttaa eristämisen muotoon, eli onko käytettävä vaakasuoraa vai kotelomaista eristystä. Kun putkijohto asennetaan kalliokaivantoon tai routimattomaan maahan roudan tunkeutumissyvyyttä ylemmäs, riittää kun johtoja estetään jäätymästä. Tällöin tulee käyttää kotelomaista eristystä.

Routivilla pohjamailla käytetään vaakasuoraa eristystä, sillä putkien jäätymisen estämisen lisäksi eristyksen alapuolisen routivan maan pitää pysyä sulana. Tämä on välttämätöntä, jotta estetään putkilinjojen routavauriot. Putkilinjan liikkuminen routanousujen seurauksena voi johtaa putkirikkoihin ja viettoviemärin toiminnan häiriintymiseen.

Lisälämpö

Kun putkijohto asennetaan suurimman routasyvyyden yläpuolelle, on lisälämmityksellä huolehdittava putken sulana pysymisestä.

Lisälämpöä saadaan:

- isoissa vesijohdoissa putken virtaamasta
- kokoojaviemäreistä
- lämpökaapeleista
- maalämmöstä/maan lämmöstä

Kun virtaamat ovat pieniä, saadaan lisälämpöä vain lämmityskaapeleilla. Esimerkiksi talojohdoissa virtaamasta ei saada tarvittavaa lisälämpöä pitkien käyttökatkosten ja pienen virtaaman vuoksi.

Edelleen on oleellista, että estetään kylmän tunkeutuminen viemäriin esimerkiksi kaivon kautta. Tästä syystä matalaan asennettujen hulevesiviemärien eristäminen on haasteellista.

Käyttökeskeytykset

Sallitun käyttökatkoksen pituus lisälämmön tuottamisessa on hyvin tapauskohtaista. Tavallisesti vesijohdon ympärillä oleva maa on sulana normaaleissa käyttöolosuhteissa. Näin on myös silloin, kun vesijohdon ympärillä käytetään vaakasuoraa tai kotelomaista lämmöneristystä. Eristetyt vesijohdot kestävät hyvin pitkiäkin käyttökatkoksia. Sitä vastoin vesijohto, jossa ei ole muuta lämpövarastoa kuin vesi, kestää vain suhteellisen lyhyen käyttöseisauksen jäätymättä.

Lämmöneristys

Kun putkijohtojen asennuksessa tarvitaan lämmöneristettä estämään putken ja/tai maan jäätyminen, on aina hyödyllistä käyttää jonkinlaista lämmönlähdettä varmistamaan putken sulana pysyminen.

Routivassa maassa putkikaivantojen jäätymisen estäminen yleensä varmistetaan maalämmön sekä vesi- ja viemärijohdoista vapautuvan lämmön yhteisvaikutuksella. Tällöin käytetään putkien yläpuolella vaakasuoraa eristystä. Vaakasuoraa eristystä ei saa sijoittaa liian ylös kaivantoon, jotta kylmä ei kierrä eristystä.

Jos maapohja ei ole routivaa, lämmöneristetyn johdon alla olevan maan jäätymistä ei tarvitse estää. Tällöin voidaan käyttää kotelomallista eristystä.

Kapeissa kalliokaivannoissa routa tunkeutuu yleensä putkien alle, kun ne sijaitsevat lähellä pintaa. Myös tällöin käytetään kotelomallista eristystä. Putken lämpöhäviön pienentämiseksi on lämmöneristyskerroksen pinta-alan oltava mahdollisimman pieni.

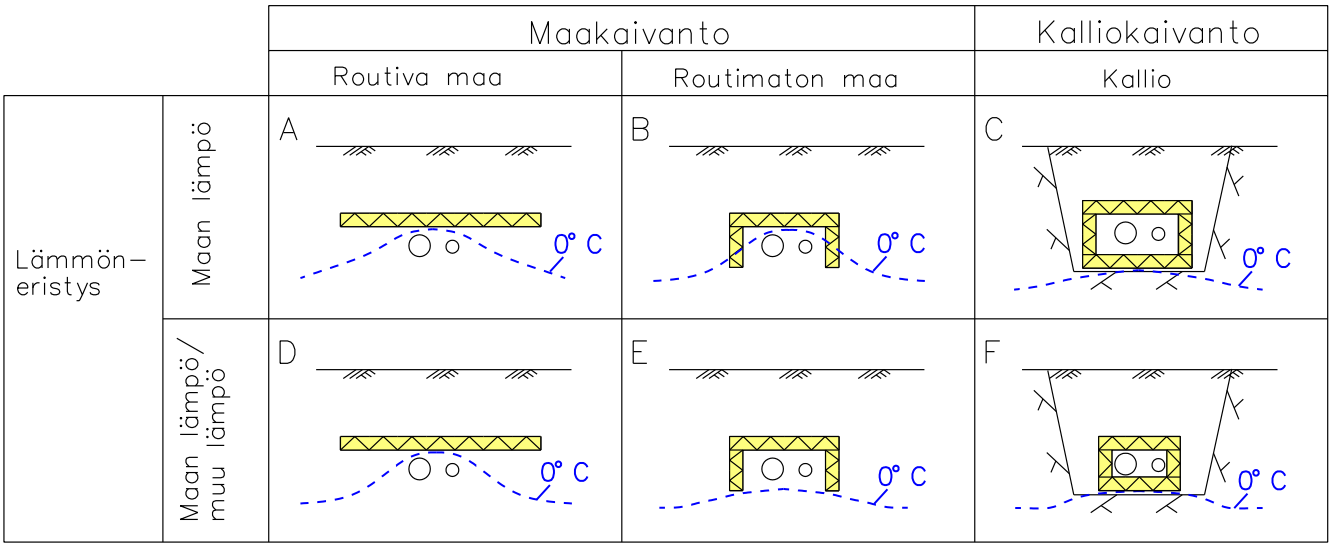
Kun putkijohtojen eristäminen tapahtuu katu- tai tiealueella, lämmöneristeen puristuslujuudelle asetetaan suuremmat vaatimukset kuin eristettävän kohteen ollessa liikenneväylän ulkopuolella, esimerkiksi viheralueella.

Lämmöneristys- ja routasuojaustavan mitoitus

Rakenteet ja mitoitus

Maapohjan routivuus ja lämpöolosuhteet määräävät routasuojauksen ja lämmöneristämisen muotoilun putken ympärille.

Kuvan 5.4 tapauksissa A, B ja C on maan lämpö ainoa lämmönlähde. Tapauksissa D, E ja F on esitetty johdoista vapautuvan lämmön / lisälämmityksen vaikutus. Varsinkin kalliokaivannoissa lisälämmitys on usein tarpeen.



Kuva 5.4 Lisälämmönlähteen vaikutus lämpötilakenttään eri eristysratkaisuilla.

Asennussyvyyden määrittäminen

Vesi- ja viemärijohtojen asennussyvyyttä määritettäessä on tarkasteltava kaikkien samaan kaivantoon asennettavien putkien vaikutusta.

Putkien asennussyvyyteen vaikuttavat perinteisessä viettoviemärijärjestelmässä yleensä maaston kaltevuussuhteet sekä viemäröitävien kohteiden alimpien viemäripisteiden korkeudet.

Paineviemäröinnissä maasto ja rakennustyyppi eivät rajoita matalaan asentamista, vaan viemärit ja vesijohdot voidaan asentaa maaston korkeuksia mukaillen.

Lämpöä luovuttavat vesi- ja viemärijohdot tai lämmityskaapeli

Samaan putkikaivantoon sijoitetaan yleensä sekä vesijohto että jätevesiviemäri. Lämmöneristeiden mitoituksessa on hyödyllistä käyttää hyväksi jätevesiviemärin lämpöä. Myös runkovesijohdossa on veden virtaus yleensä niin suuri, että siitä vapautuva lämpömäärä yhdistettynä tehokkaaseen lämmöneristykseen mahdollistaa putkien matalaan asentamisen. Tonttijohdon virtaama on niin vähäinen, ettei lämpöä merkittävästi vapaudu.

Lämmöneristyspaksuuteen vaikuttavat tekijät:

- veden lämpötila
- roudattoman syvyyden yläpuolelle asennetun putkiston pituus
- käyttökeskeytysten pituus

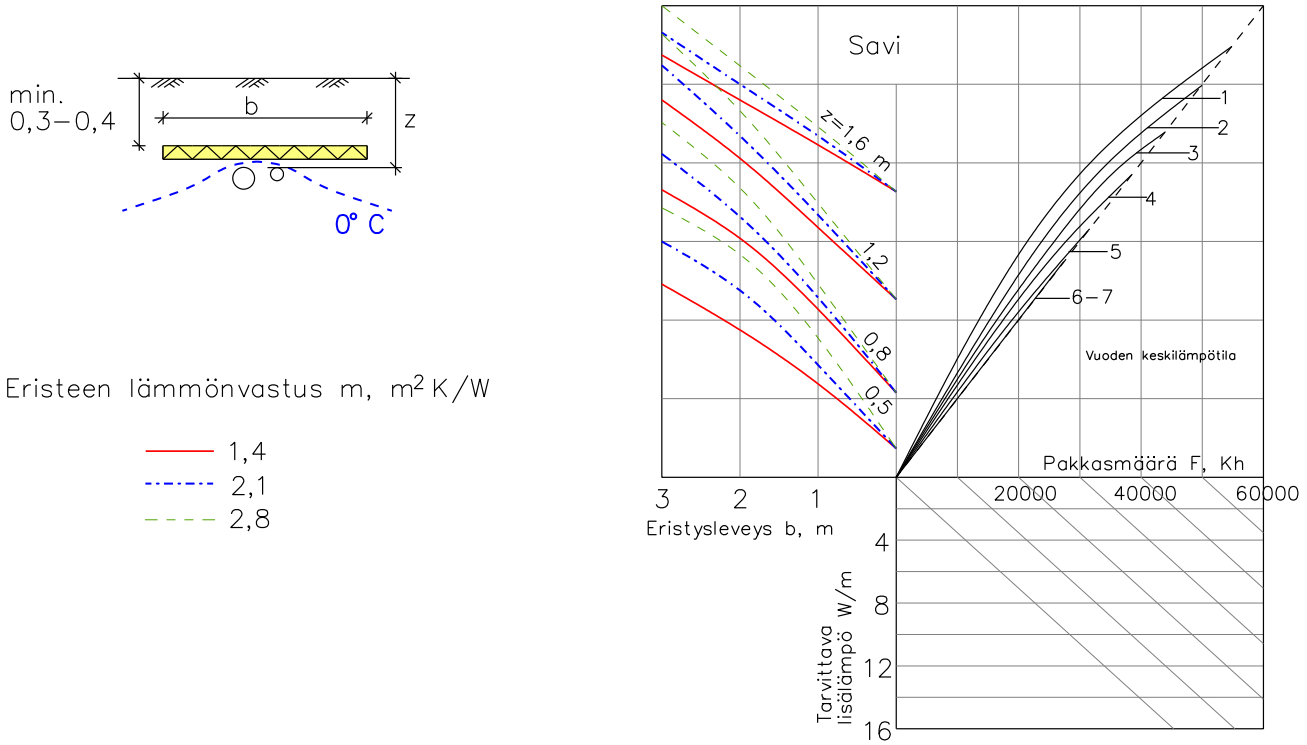
Hulevesiviemäriä ei yleensä kannata asentaa samaan koteloon vesijohdon ja jätevesiviemärin kanssa, koska hulevesiviemärit ovat pakkaskaudella yleensä tyhjiä ja niihin pääsee kaivojen kautta kylmää ilmaa.

Yleensä routasuojauksessa pyritään hyödyntämään maalämmön sekä vesi- ja viemärijohdoista vapautuvaa lämpöä putkijohtojen sulana pitämisessä. Mitoituskäyrästöissä 5.5 ja 5.6 on esitetty eristyksen lämmönvastus ja leveys lisälämmön funktiona eri asennussyvyyksillä ja maalajeissa, kun käytetään pelkkää vaakaeristystä.

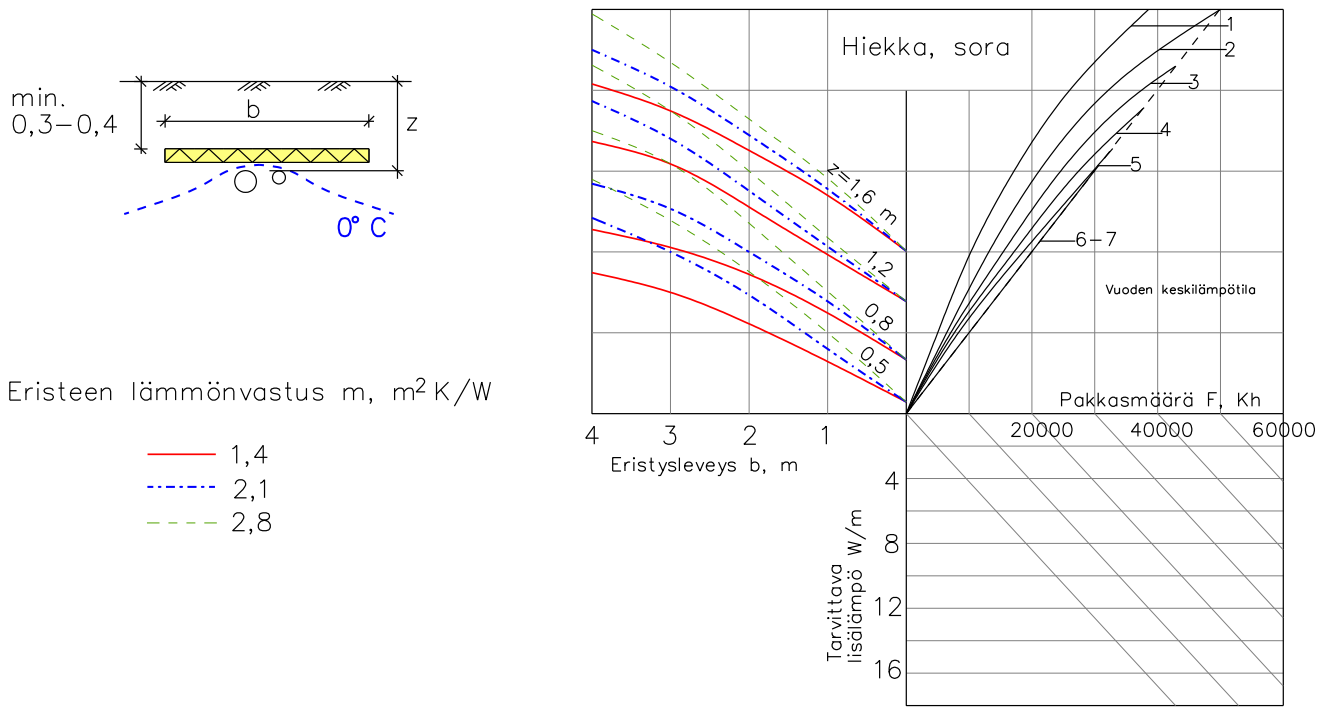
Käyrästöissä 5.7 ja 5.8 saadaan putkista vapautuvan lämmön määrä putkessa virtaavan veden lämpötilan laskiessa eri linjapituuksilla ja virtauksilla. Kiinteistöliittymissä virtaamaa ei käytännössä ole tai käyttökeskeytykset ovat niin pitkiä, että tarvittava lisälämpö on aina tuotava putkille esimerkiksi sähkövastuksilla.

Käyrästöjen mitoittavat tekijät:

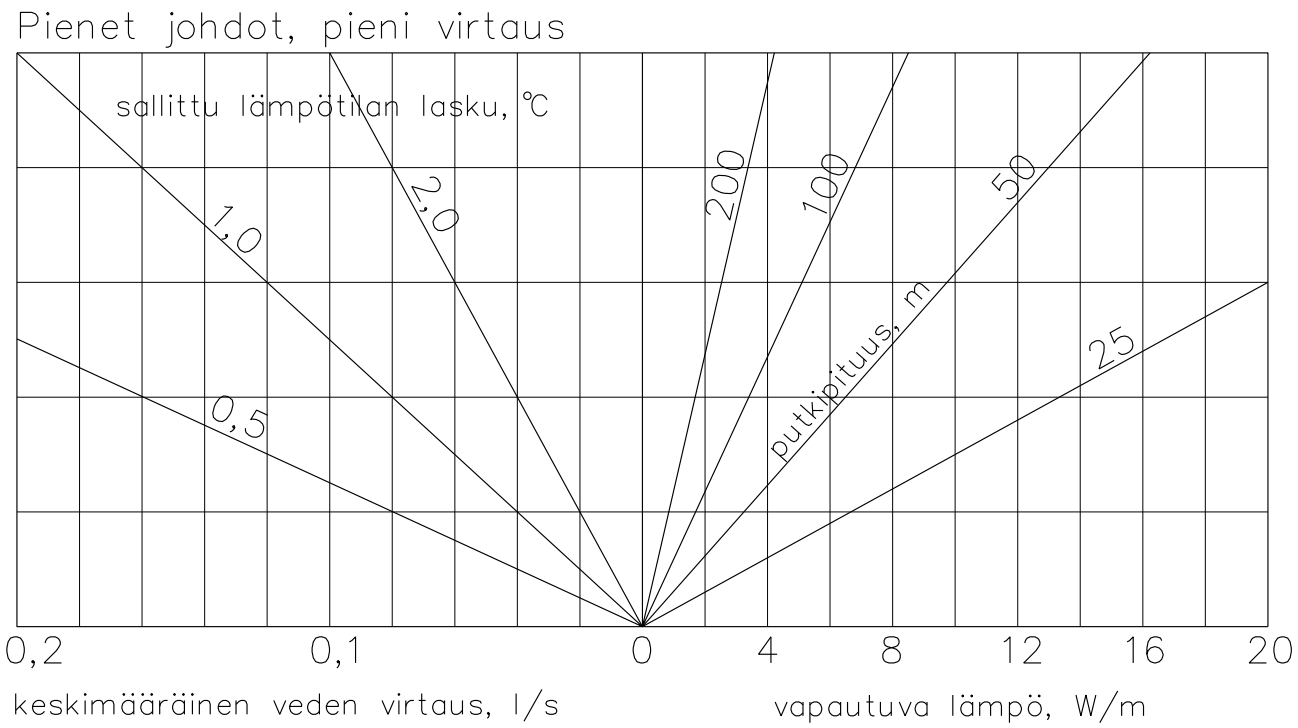
- mitoittava pakkasmäärä F, mahdollinen lumen suojaava vaikutus huomioiden
- alueen vuotuinen keskilämpötila, kartta 1.2
- asennussyvyys, z
- eristeen lämmönvastus, m



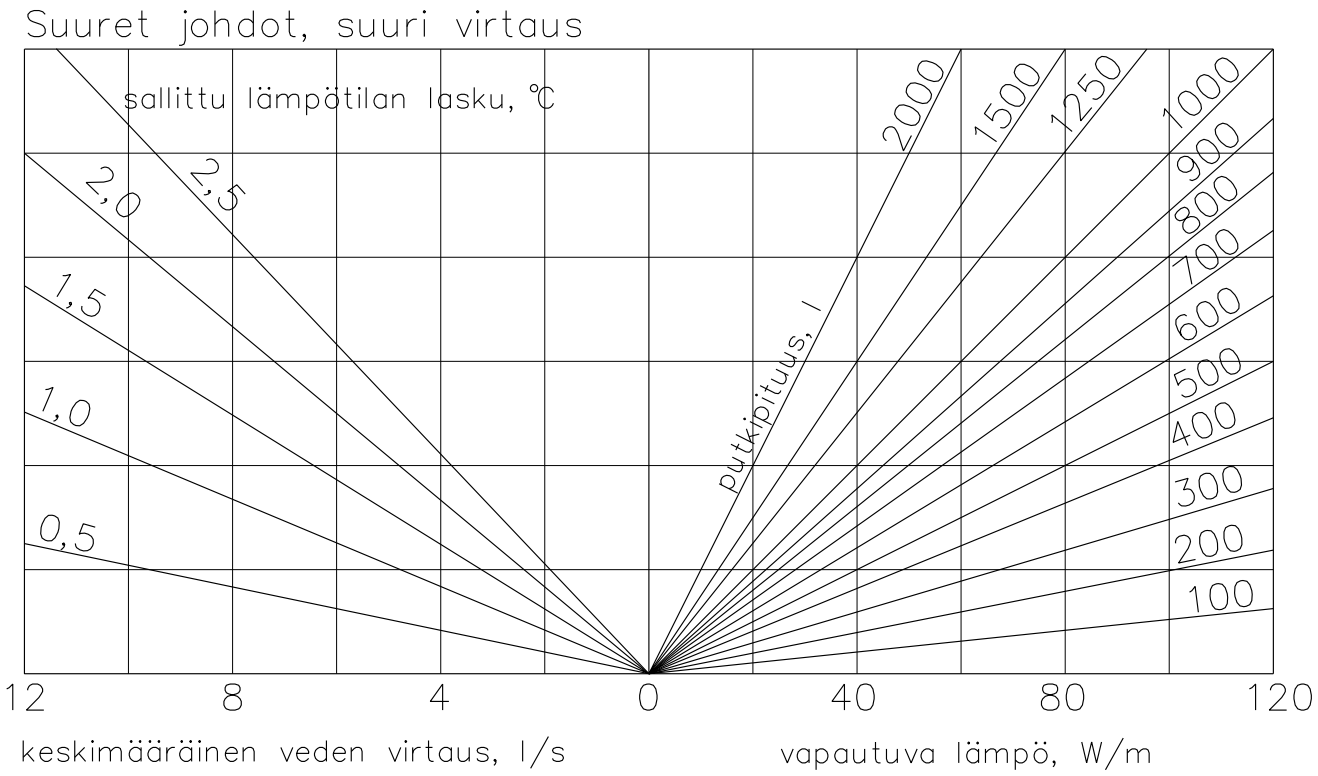
Kuva 5.5 Lämmöneristeen lämmönvastus ja leveys lisälämmön funktiona, perusmaa savea.



Kuva 5.6 Lämmöneristeen lämmönvastus ja leveys lisälämmön funktiona, perusmaa hiekka tai sora.



Kuva 5.7 Vesi- ja viemärijohdosta vapautuva lämpö, pienet putket.



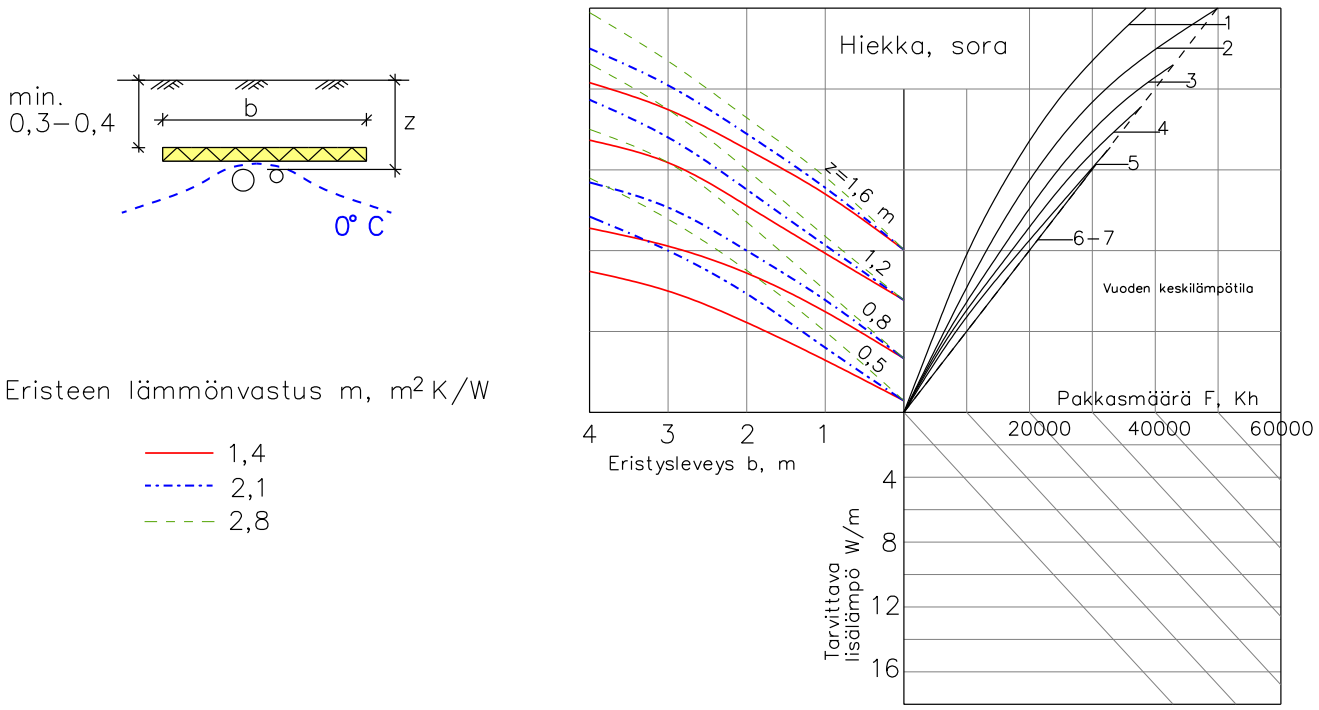
Kuva 5.8 Vesi- ja viemärijohdosta vapautuva lämpö, suuret putket.

Savimaassa saavutetaan usein riittävä routasuojaus vaakasuoralla eristyksellä. Hiekka- ja soramaassa voi olla edullisempaa käyttää U-muotoista eristystä, jos kaivanto on kapea tai vaakasuora eristys ei muusta syystä ole riittävä.

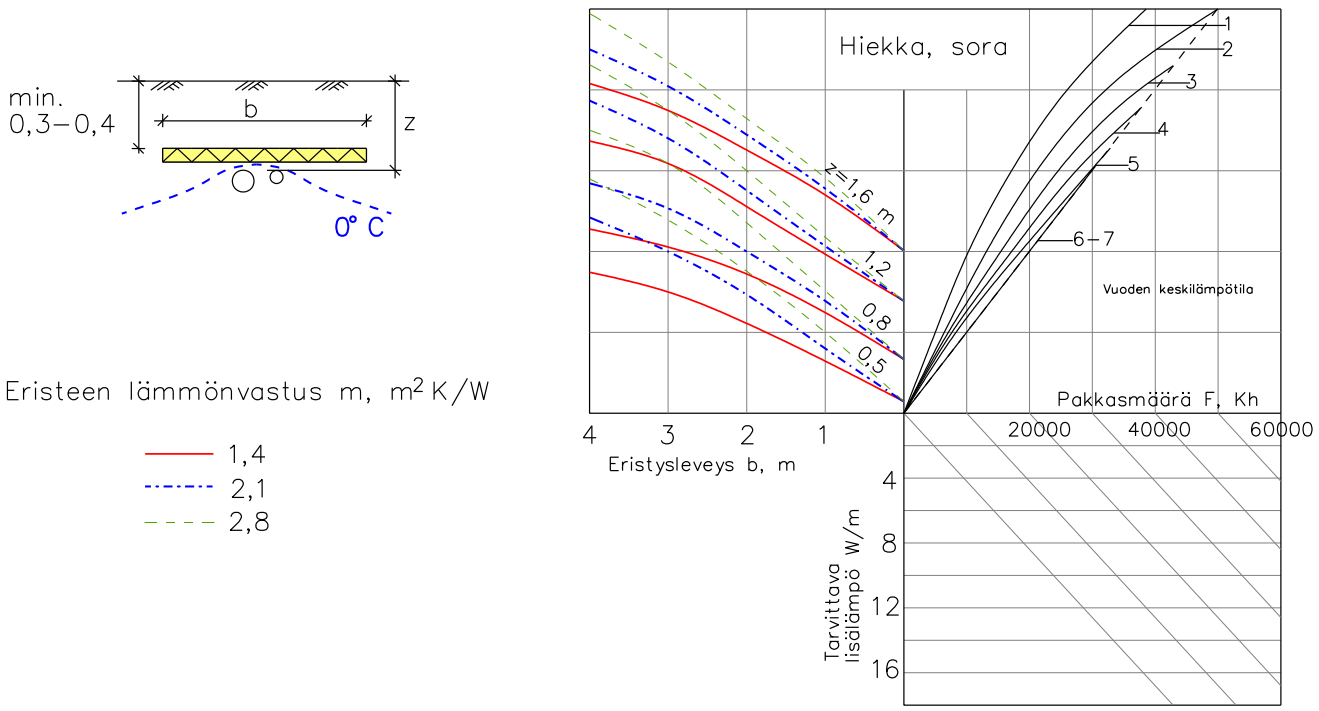
Kun putkien suojaus tehdään U-muotoisella eristyksellä, on putkesta vapautuvan lämmön tarve pienempi kuin vastaavalla vaakasuoralla eristyksellä. Maapohjan on tällöin oltava routimatonta, koska routivalla maapohjalla U-muotoinen eristys saattaa hajota routimisen takia, eikä eristys silloin toimi suunnitellulla tavalla.

Vaakasuoran ja U-muotoisen eristämistavan välimuotoa eli ns. kuperaa eristystä voi käyttää myös routivalla maapohjalla. Kuperan eristyksen leveys ja paksuus ovat noin puolessa välissä vaakasuoraa ja U-muotoista eristämistapaa.

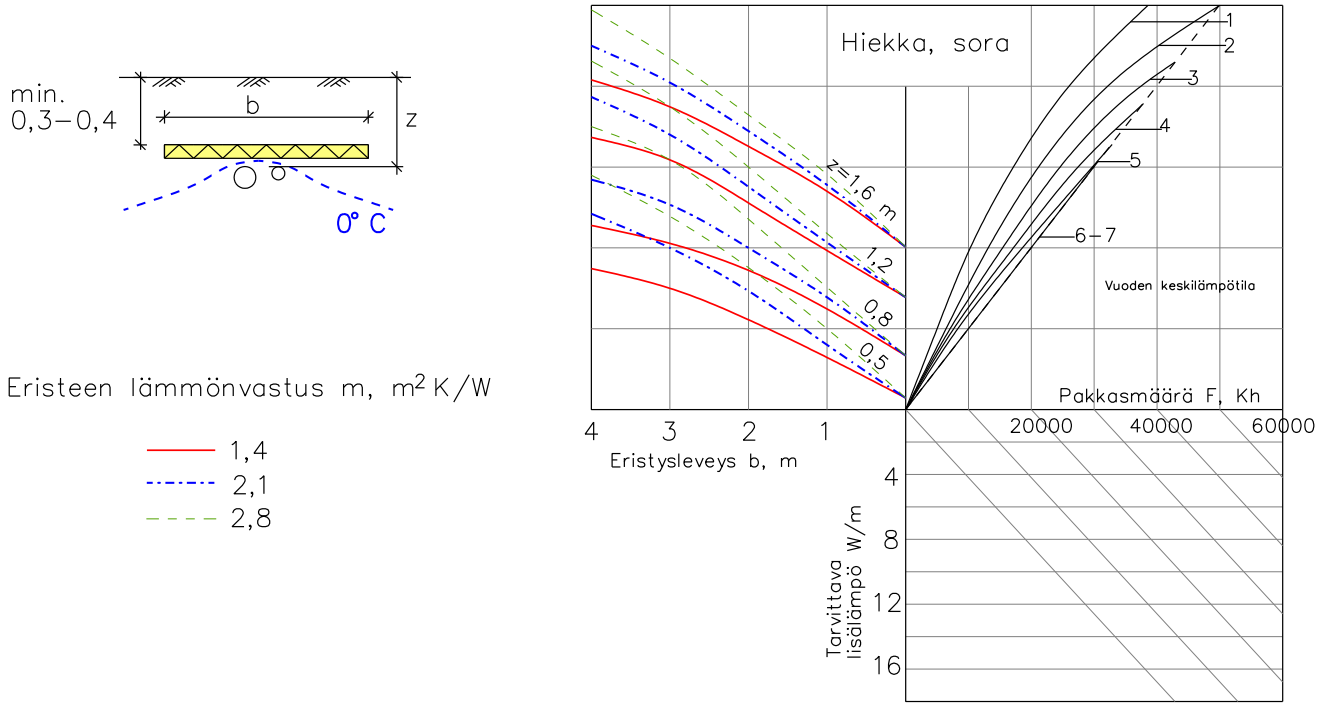
Jos putken alla oleva maa ei saa jäätyä koskaan, on putkistosta vapautuvan lämmön eli tarvittavan lisälämmön määrää lisättävä 50 %:lla kuvien 5.9.–5.11. käyrästöistä saatavaan määrään.



Kuva 5.9. Lämmöneristeen lämmönvastus ja leveys lisälämmön funktiona, kun eristys on U-muotoinen. Sallittu roudan syvyys on 0,5 tai 0,8 m.



Kuva 5.10. Lämmöneristeen lämmönvastus ja leveys lisälämmön funktiona, kun eristys on U-muotoinen. Sallittu roudan syvyys 1,2 m.



Kuva 5.11. Lämmöneristeen lämmönvastus ja leveys lisälämmön funktiona, kun eristys on U-muotoinen. Sallittu roudan syvyys 1,8 m.

Lämmöneristyksen vaatimukset ja periaatteet kalliokaivannossa

Kalliolle rakennettaessa voidaan erottaa kaksi erilaista järjestelmää kaivannon leveyden perusteella, kapea ja leveä kalliokaivanto. Leveässä kalliokaivannossa täytemaa-aineksella on ratkaiseva merkitys routasuojauksessa. Tarvittava kaivannon leveys, jolla täytetään nämä perusteet, riippuu täytemateriaalista. Karkeana arviona voidaan sanoa, että leveän kalliokaivannon leveys maanpinnassa on vähintään kaksinkertainen kaivannon syvyyteen verrattuna.

Tässä esitettyihin kallioon asennettavien putkijohtojen mitoituskäyrästöissä ei ole otettu mukaan kaikkia mahdollisia pakkasmäärän ja vuoden keskilämpötilan yhdistelmiä. Sen sijaan mitoitusperusteena on käytetty yksinomaan pakkasmäärää.

Kalliokaivannoissa käytetään kotelomuotoista eristystä, koska putket on suojattava kylmältä joka suunnasta. Eristyskotelon vaippapinta-alan tulee olla mahdollisimman pieni, jotta lisälämmitys kohdistuu mahdollisimman suoraan putkiin.

Kaivannon täytemateriaali

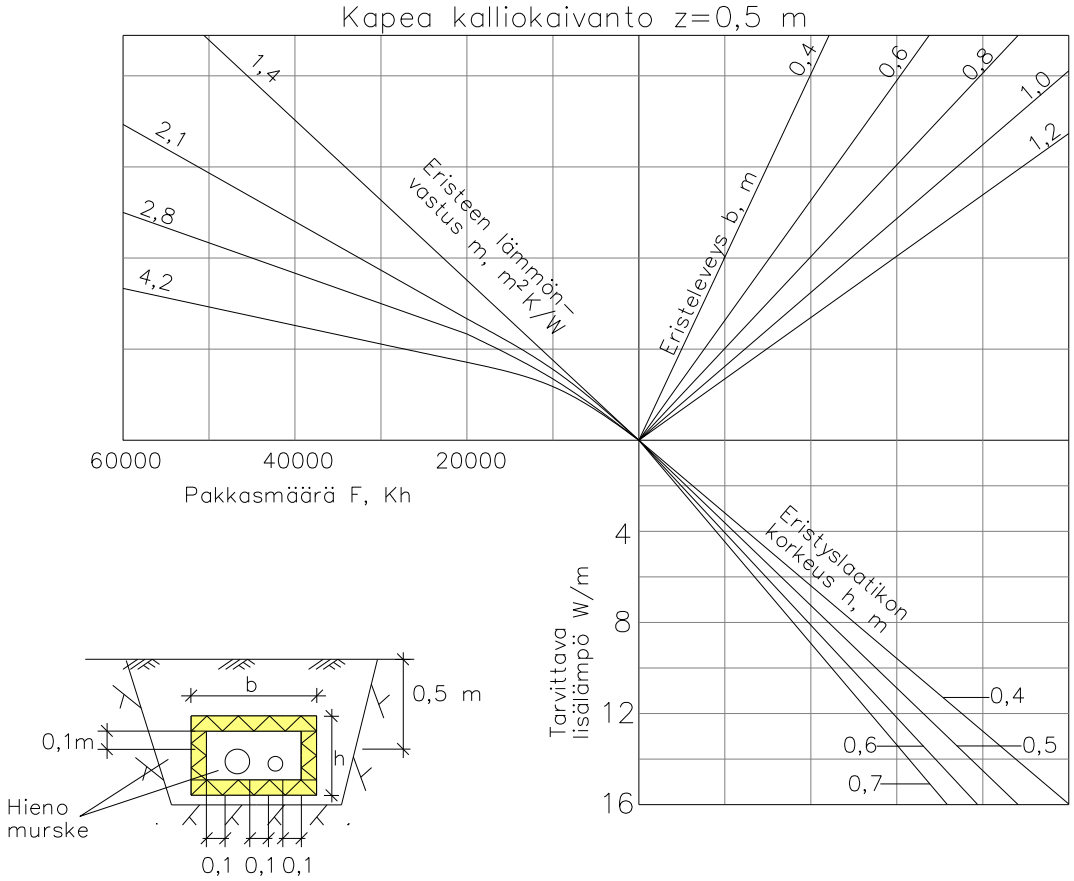
Kaivannon täytemateriaali valitaan kuormitusnäkökohtien perusteella. Putkien suojausmateriaalina käytetään hiekkaa, soraa tai mursketta. Murskatun kiviaineksen maksimiraekoko saa yleensä olla enintään 10 % putken läpimitasta.

Lämmöneriste putken ympärillä

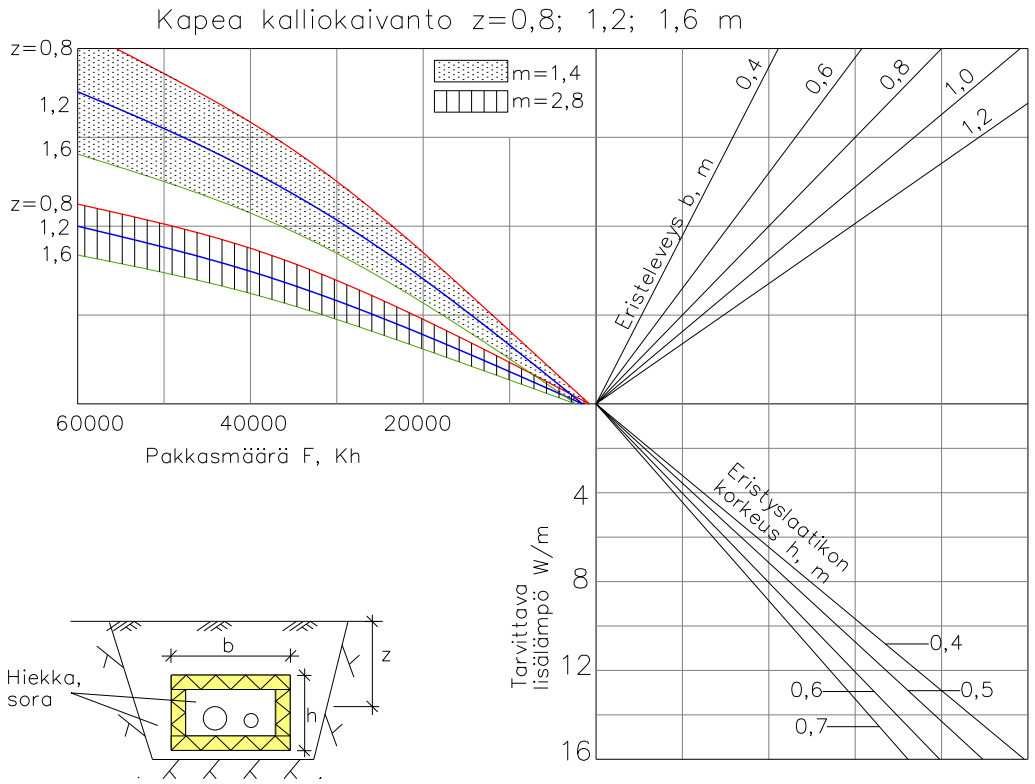
Mitoituskäyristä 5.9–5.12 saadaan erilaisilla pakkasmäärillä se lämpöteho, joka on saatava kotelon sisälle, jotta putki pysyy sulana. Kuvista ilmenee, että lämmöneristystä on lisättävä mikäli halutaan pienentää lisälämmön tarvetta.

Niissä tapauksissa, joissa lisälämmön saanti putkien virtaamista ei ole jatkuvaa, on putkien toiminta varmistettava sähkölämmityskaapeleilla.

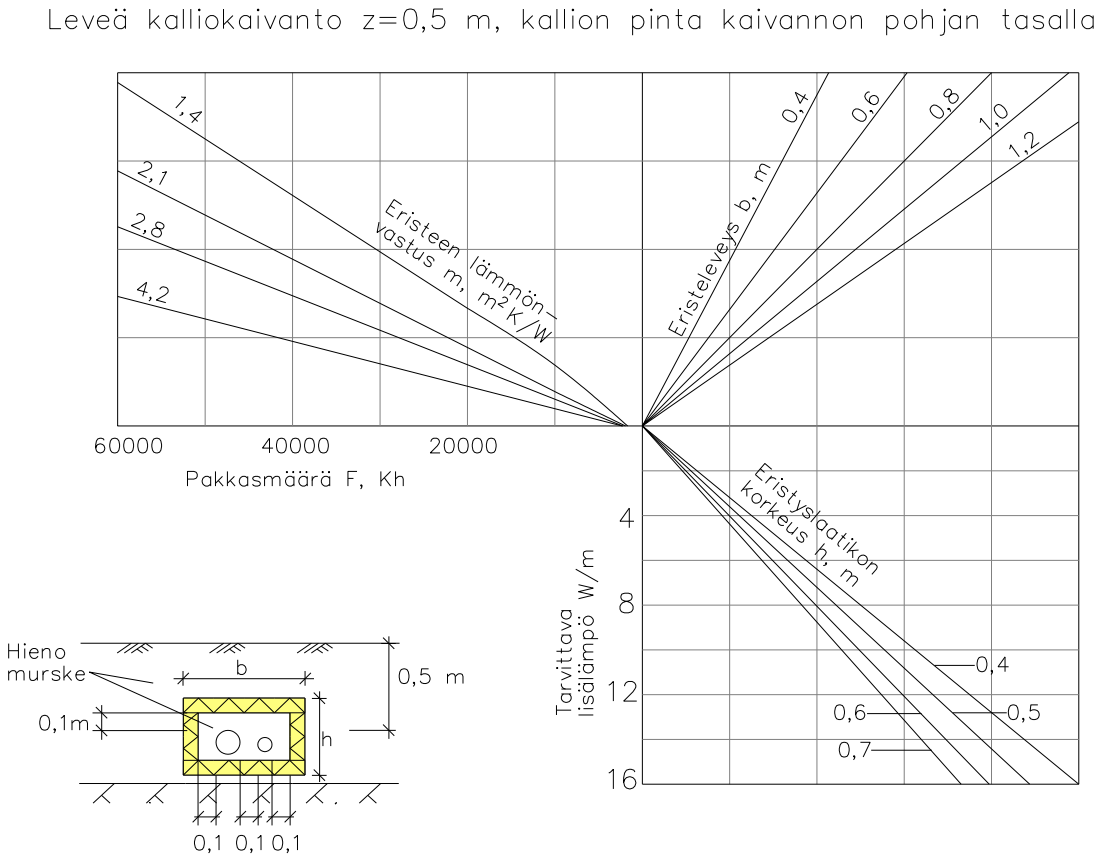
Kuva 5.12 Hiekalla täytetyssä kotelossa viemäri- ja vesijohto kulkevat rinnakkain.



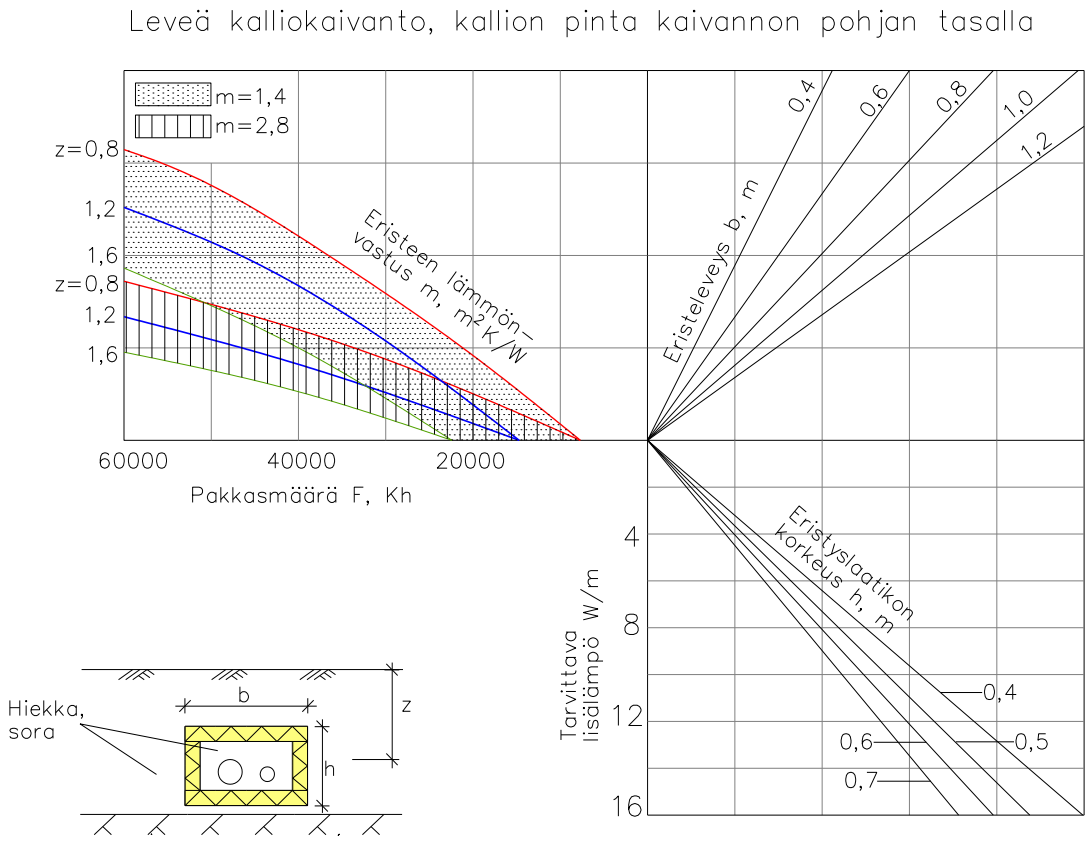
Kuva 5.13. Kotelomuotoisen lämmöneristeen lämmönvastus ja leveys lisälämmön funktiona kapeassa kalliokaivannossa, putkien syvyys 0,5 m.



Kuva 5.14. Kotelomuotoisen lämmöneristeen lämmönvastus ja leveys lisälämmön funktiona kapeassa kalliokaivannossa, putkien syvyys 0,8-1,6 m.

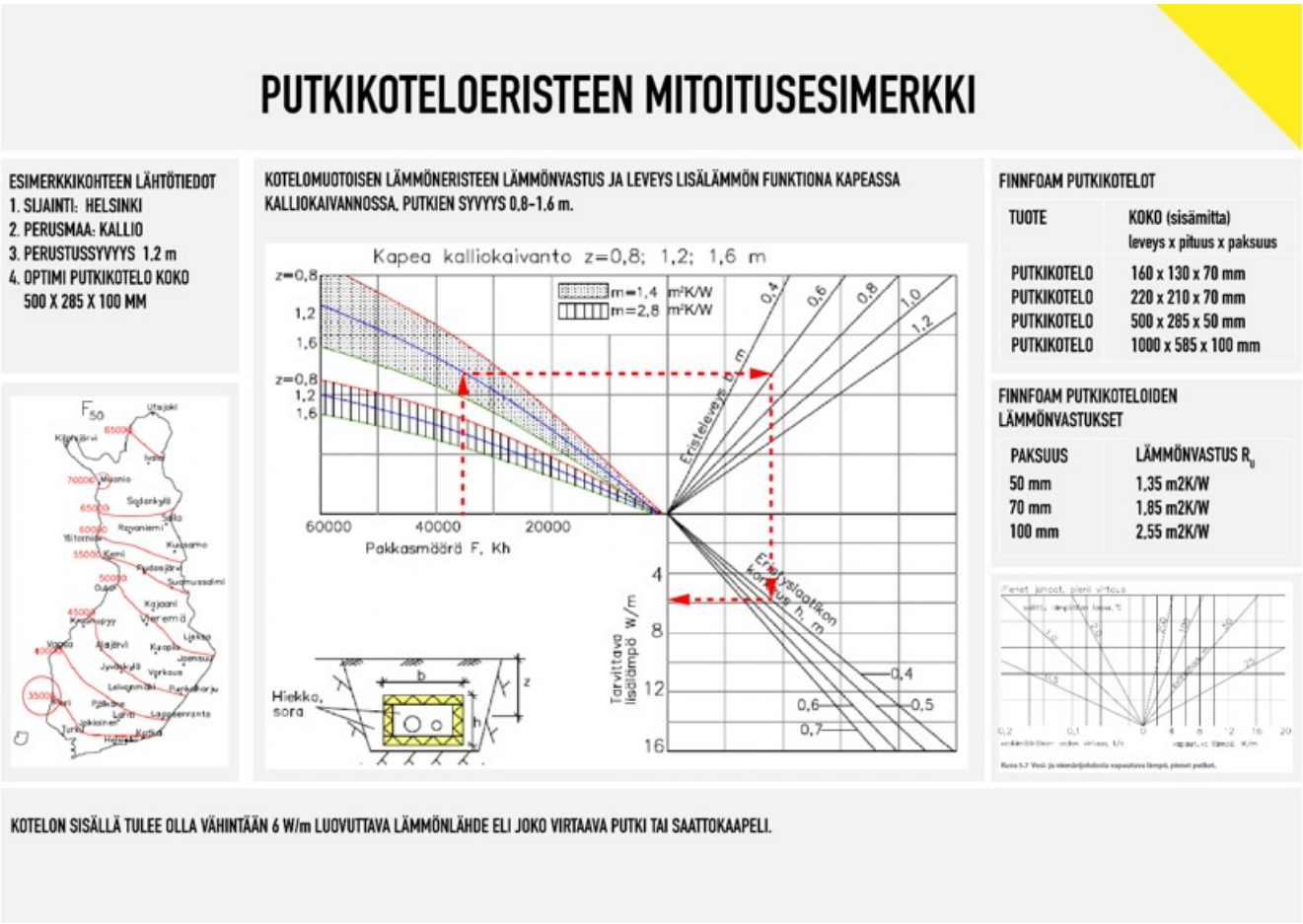


Kuva 5.15. Kotelomuotoisen lämmöneristeen lämmönvastus ja leveys lisälämmön funktiona leveässä kalliokaivannossa, putkien syvyys 0,5 m.



Kuva 5.16. Kotelomuotoisen lämmöneristeen lämmönvastus ja leveys lisälämmön funktiona leveässä kalliokaivannossa, putkien syvyys 0,8-1,6 m.

Seuraavassa on esimerkki kotelomuotoisen lämmöneristeen mitoituksesta kapeassa kaivannossa, jossa putkien syvyys on 0,8-1,6 m (kuva 5.14).



Mitoituksessa lähdetään aina liikkeelle pakkasmäärästä. Tämän jälkeen tulee tietää perustussyvyys (mitta maanpinnasta kotelon yläpintaan) ja käytettävän eristeen lämmönvastus (yllä olevan esimerkin mukaan joko 1,4 m^2K/W tai 2,8 m^2K/W). Seuraavassa vaiheessa valitaan eristeen leveys (kotelon ulkomittojen mukaan), jonka jälkeen eristyslaatikon korkeuden (ulkomittojen mukaan) perusteella päädytään tarvittavaan lisälämpöön (W/m).

Finnfoam putkikoteloiden lämmönvastukset:

Paksuus 50 mm, lämmönjohtavuus λ_U = 0,037 W/mK, lämmönvastus m = 1,35 m^2K/W
Paksuus 70 mm, lämmönjohtavuus λ_U = 0,037 W/mK, lämmönvastus m = 1,85 m^2K/W
Paksuus 100 mm, lämmönjohtavuus λ_U = 0,039 W/mK, lämmönvastus m = 2,55 m^2K/W

Lämmöneristeiden asentaminen

Lämmöneristyksen muotoilun perusteella voidaan erottaa toisistaan kuvan 5.4 mukaiset eristämistavat:

- vaakasuora eristys
- U-muotoinen eristys
- koteloeristys

Lisäksi on mahdollista käyttää kuperaa tai pohjasta avointa U-muotoista eristämistapaa.
Vaakasuora ja kupera eristystapa ovat periaatteiltaan lähellä toisiaan. Kupera eristys on kuitenkin lämpöteknisesti parempi, koska se pienentää myös sivusuunnassa tapahtuvaa lämmön siirtymistä putkistosta ympäröivään maahan. Vaakasuoraa ja kuperaa eristystapaa käytetään erityisesti routivalla maapohjalla.

Pohjasta avoin kotelo, eli U-eristys, muodostuu pystysuorista sivuista ja vaakasuorasta kannesta. Sivujen tarkoituksena on pienentää putkistosta vapautuvan lämmön siirtymistä ympäröivään maahan. Pohjasta avoin kotelo voi hyödyntää myös maapohjaan kesäaikana varastoitunutta lämpöä.

Koteloeristyksen toiminta perustuu putkistosta vapautuvan lämmön tai lämmityskaapelin hyödyntämiseen. Kotelon sisällä oleva kiviaines toimii lämpövarastona, joka estää putkien jäätymisen pakkashuippujen ja lyhyiden käyttökatkosten aikana. Tästä johtuen kotelon sisällä kannattaa käyttää mahdollisimman suuren lämmönvarauskyvyn omaavaa materiaalia.

Venttiilit, tarkastuskaivot ja -putket

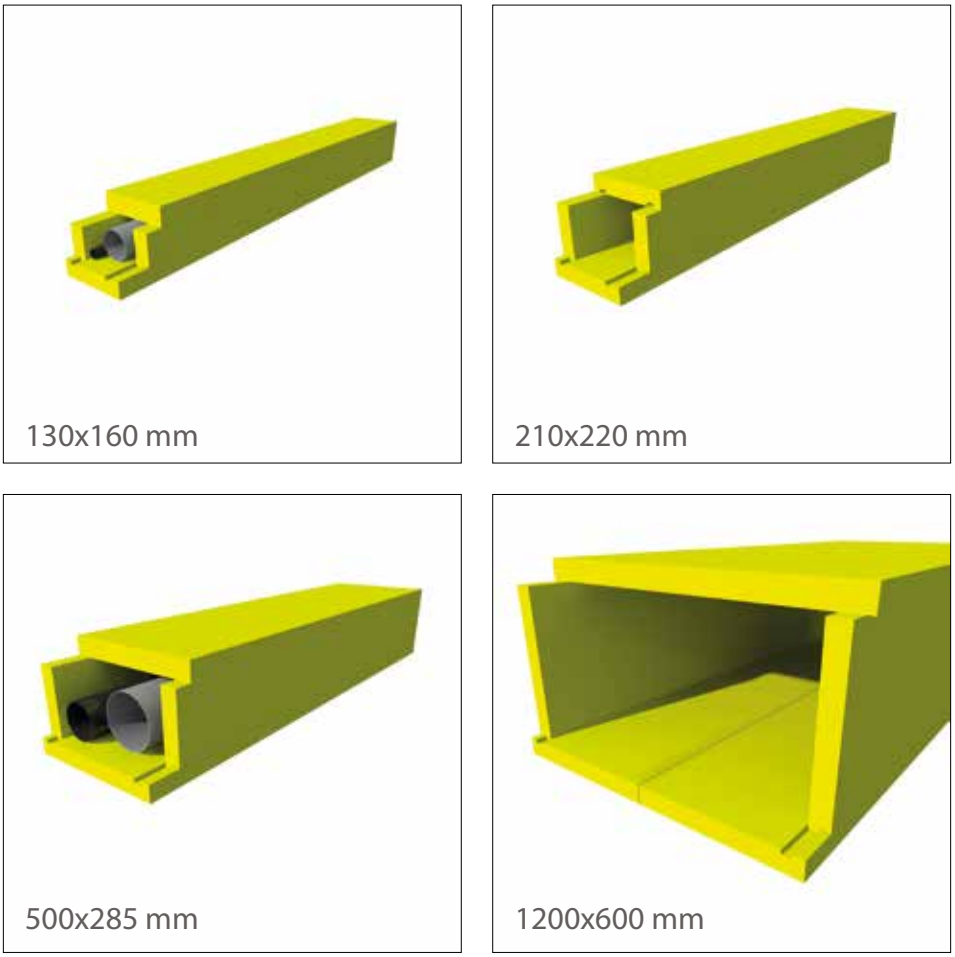
Venttiilien ja kaivojen lämmöneristäminen on tehtävä huolellisesti ja putkien lämmöneristämisen periaatteita noudattaen. Kaivoissa on suositeltavaa käyttää niin sanottuja pakkashattuja tai Finnfoamista leikattuja eristekansia.

Siirtymärakenteet

Putkijohtojen sijaitessa routivalla katu- ja liikennealueella, syntyy yleensä epätasaisia routanousuja. Putkijohtojen routasuojaus yleensä lisää epätasaista routanousua, koska eristetty kohta pysyy routimattomana. Jos epätasaista routanousua on odotettavissa, tulisi eristettävät putket asentaa joko ajoradan ulkopuolelle tai reunaan routanousuhaitan minimoimiseksi. Vaihtoehtoisesti on myös ajoradan osa tehtävä routimattomaksi.

Kun eristetty putkilinja kulkee kadun poikki, on epätasaista routanousua lievennettävä siirtymärakenteella. Siirtymärakenne voidaan toteuttaa lämmöneristeillä, jolloin vältytään suurilta massanvaihdoilta. Lämmöneristeellä siirtymärakenne tehdään niin, että eristyspaksuutta ohennetaan tasaisesti. Siirtymärakenteen pituus riippuu maan routivuudesta sekä sallitusta routanoususta.

Finnfoam-putkikoteloja löytyy neljää eri kokoa - jokaiselle putkikoolle oikeat



Kuva 5.17 Finnfoam putkikotelomallit ja -mitat

6. KATUJEN ROUTASUOJAUS

Kadun routasuojauksen tavoitteena on varmistaa, etteivät kadun päällyste ja rakenne vaurioidu rakenteen ja pohjamaan routaantumisen ja routanousun vaikutuksesta. Edelleen varmistetaan, ettei routanousu aiheuta liikenneturvallisuutta ja kuivanapitoa heikentävää epätasaisuutta.

Kadun routasuojaustarve määritetään ja routasuojaus mitoitetaan päällysrakenteen suunnittelun yhteydessä ottaen huomioon kadun liikenteellinen merkitys ja päällysteen laatu.

Mitoitusilmasto

Routivalle maalle perustetun kadun routasuojaus suunnitellaan käyttäen mitoittavaa pakkasmäärää F_{10} mikäli pintarakenne ei vaadi suuremman pakkasmäärän käyttöä. Jos pintarakenteena käytetään esimerkiksi laatoitusta tai kiveystä, routanousuja ei yleensä voida sallia ja silloin mitoittava pakkasmäärä on F_{50}.

Suunnittelu- ja mitoitusperiaate

Katurakenne suunnitellaan siten, että mitoituspakkasmäärällä rakenteen routanousu on riittävän pieni päällysteen tasaisuus- ja vaurioitumisvaatimukset huomioon ottaen.

Taulukko 6.1 Mitoitusroutanousu erilaisilla katupäällysteillä.

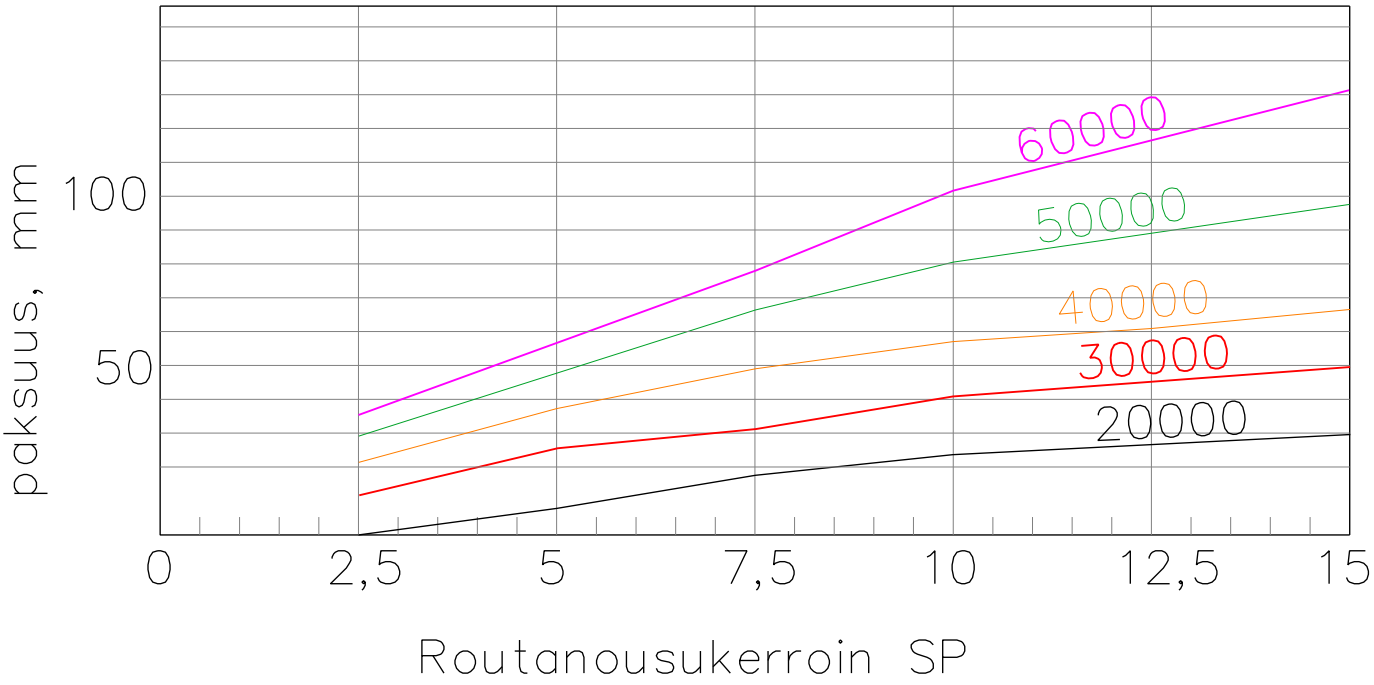
Kohde	Mitoitusroutanousu, mm		Kaltevuuden muutos, %	
	kerran 10 vuodessa	kerran 20 vuodessa	sivukaltevuus	pituuskaltevuus
Pää- ja paikallisväylät				
- asfaltti	100	120	0,4	1,1
- raitiotie	65	75	0,3	1,0
Hidas- ja pihakadut				
- asfaltti	130	150	0,5	1,3
- sora	150	175	0,8	1,6
- kiveys	100	120	0,5	1,3
Torit				
- asfaltti	130	150	0,4	1,1
- kiveys	90	100	0,3	1,0

Routaeristetty rakenne

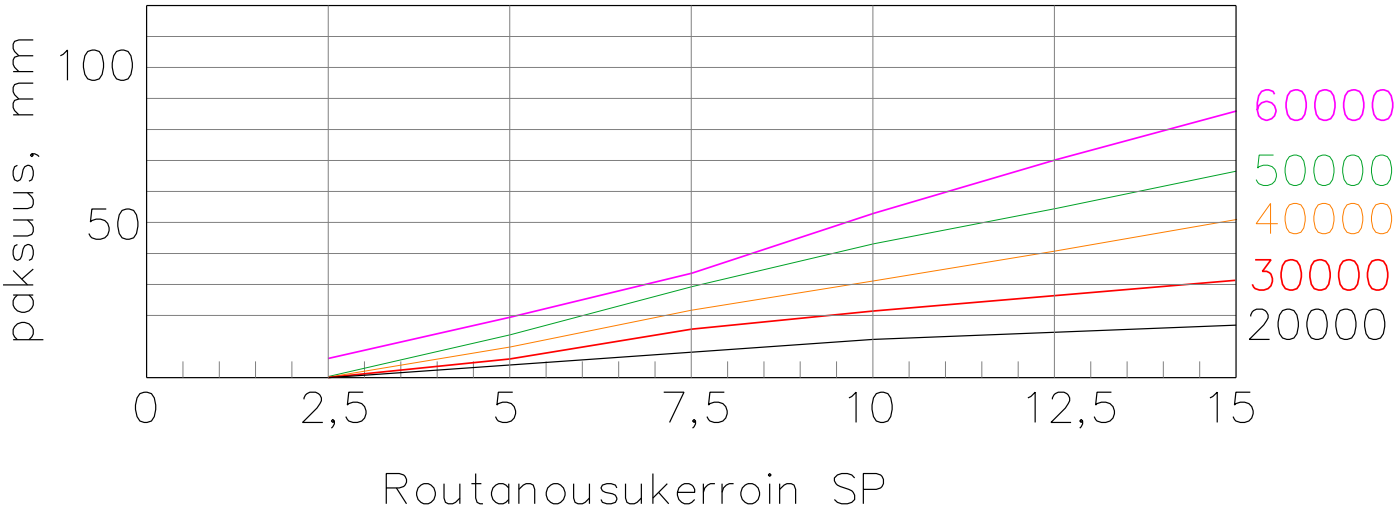
Katurakenteen ja lämmöneristyksen paksuuden lähtökohtana on pohjamaan routanousuominaisuudet. Pohjamaan routanousua kuvaavavana tunnuslukuna käytetään routanousukerrointa SP. Sen on havaittu olevan verrannollinen maalajin savipitoisuuteen. Mikäli tarkempaa tutkimusta ei tehdä, taulukossa 4.1 on esitetty routanousukertoimen arviointimenetelmä.

Tehokas lämmöneristys päällysteen alla saattaa aiheuttaa liukkausongelmia syksyllä ja keväällä, jos eriste on liian lähellä pintaa. Eristeen ja kadun pinnan välissä on oltava lämpötilan vaihteluita pienentävä suojakerros, joka rakennetaan kivennäisaineksesta.

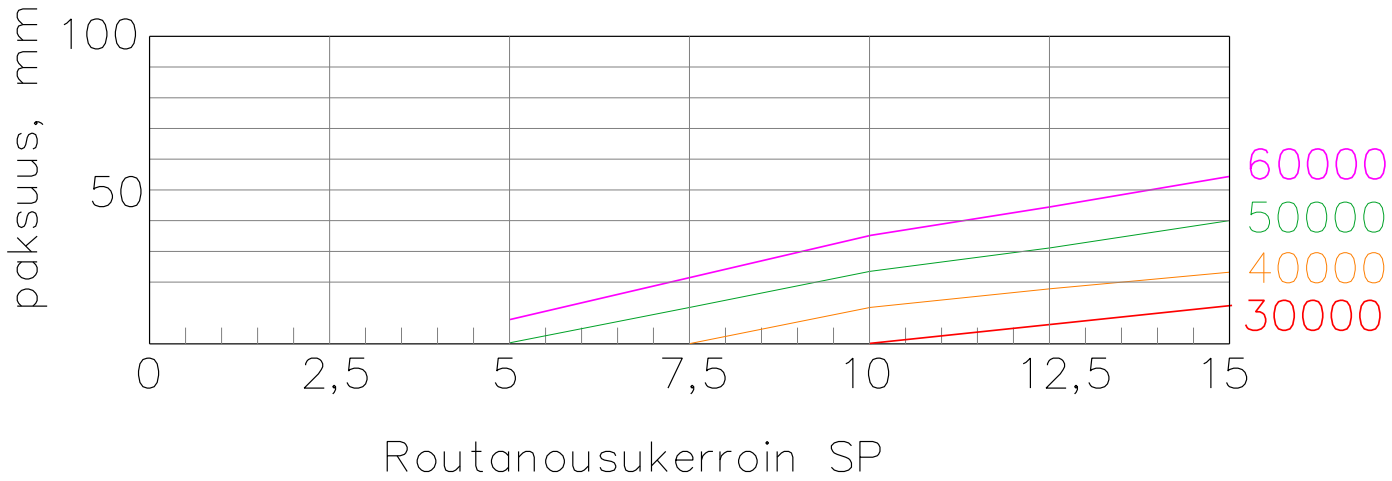
Finnfoam XPS-eristeen paksuus pakkasmäärän (F) ja routanousukertoimen (SP) funktiona routanousuilla (h) 50 mm, 100 mm ja 150 mm saadaan kuvien 6.2, 6.3 ja 6.4 käyrästöistä.



Kuva 6.2 Finnfoam-eristeen paksuus (mm) pakkasmäärän funktiona, mitoitusroutanousu h=50 mm (tai suurempi)



Kuva 6.3 Finnfoam-eristeen paksuus (mm) pakkasmäärän funktiona, mitoitusroutanousu h=100 mm (tai suurempi)



Kuva 6.4 Finnfoam-eristeen paksuus (mm) pakkasmäärän funktiona, mitoitusroutanousu h=150 mm (tai suurempi)

Kantavuusmitoitus

Routaeristetyn rakenteen kantavuusmitoitus tehdään kuten kivennäismaarakenteenkin. Routaeristekerrokseen kohdistuva jännitys ei saa ylittää materiaalin puristuslujuutta. Staattisen kuormituksen ja mitoituspyöräkuorman yhdistelmän jännitysvaikutus eristyksen yläpinnan tasossa ei saa aiheuttaa merkittävää kokoonpuristumista eristyksen elinikää vastaavalla liikennekuormituksella. Tämä ehto täyttyy Finnfoam XPS-eristeellä.

Kuva 6.5 Käännetyissä rakenteissa (kuvassa alla lämmin kellaritila) Finnfoam on toimivin lämmöneriste lujuutensa ja vettymättömyytensä puolesta.

7. TEIDEN ROUTASUOJAUS

Tämän tiivistelmän teiden routasuojausohje perustuu julkaisuun RIL261-2013, jonka ohjeistus perustuu Liikenneviraston ohjeeseen Tierakenteen suunnittelu. Yksityiskohtaisemmat ohjeet löytyvät Liikenneviraston ohjeesta.

Päällysrakenteen suunnittelu

Tien päällysrakenteen suunnittelu käsittää seuraavat osatehtävät:

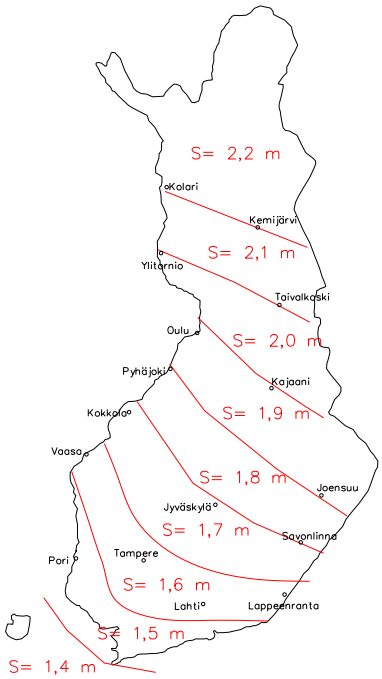
- kuormituskestävyysmitoitus
- routamitoitus laskennalliseen routanousuun perustuen
- pohjamaan ja sitomattomien kerrosten deformoitumisen hallinta
- sidottujen kerrosten deformoitumisen hallinta
- päällysteen nastarengaskulutuksen hallinta
- päällysteen pakkaskutistumisen hallinta

Seuraavassa keskitytään käsittelemään tien päällysrakenteen routamitoitusta.

Mitoitusilmasto

Tierakenteiden routamitoitus ei perustu suoranaisesti ilmastotietoihin kuten muu routamitoitus. Mitoituksen lähtökohtana on kokemusperäinen käsitys siitä "hiekkarakenteen" kokonaispaksuudesta, joka riittää estämään haitallisten routavaurioiden syntymisen. Tätä kerrospaksuutta kutsutaan mitoitusroudansyvyydeksi.

Mitoitusroudansyvyyden kokemusperäiseen valintaan on vaikuttanut mm. se, että syvällä (yli 2 m:n syvyydessä) tapahtuvan routimisen on arvioitu vaikuttavan vain vähäisessä määrin tien pinnassa ilmeneviin routavaurioihin.



Mitoitus-roudansyvyys S, mm	Mitoitus-pakkasmäärä F_{mit} °Ch
2200	33611
2100	30625
2000	27778
1900	25069
1800	22500
1700	20069
1600	17778
1500	15625
1400	13611

Kuva 7.1 Mitoitusroudansyvyys S ja sitä vastaava likimääräinen mitoituspakkasmäärä Fmit

Keskimääräistä kylmempänä, esimerkiksi kerran 10 vuodessa toistuvana talvena (F_{10}), routa tunkeutuu karkeasti noin 0,5–0,9 m kuvan 7.1 mitoitusroudansyvyyttä syvemmälle. Tien todellinen routanousu voi siis olla suurempi kuin tällä menetelmällä saatava laskennallinen routanousu.

Routanousun laskenta

Kokonaan routimattomista materiaaleista tehdyn tierakenteen laskennallinen routanousu (RNlask) saadaan kaavalla 7.2.

$$RN_{lask} = \frac{(S - a_1 \times R_1 - a_2 \times R_2 \ldots - a_1 \times R_1) \times t}{100}$$

Kaava 7.2 jossa

RNlask laskennallinen routanousu, mm
S mitoitusroudansyvyys, kuvasta 7.1
Ri routimattoman kerroksen paksuus, mm, i on kerroksen numero
ai materiaalin vastaavuus eristävyyden kannalta taulukosta 7.3
t alusrakenteen routaturpoama, taulukosta 7.4

Päällysrakenteen routanousun laskentamenetelmässä lähdetään siitä, että kun rakenne toteutetaan kokonaan hiekalla, laskennallinen routanousu RN_{lask} saa arvon 0, kun rakennepaksuus on sama kuin mitoitusroudansyvyys S.

Tässä oppaassa ei käsitellä lievästi routivien materiaalien käyttöä tierakenteessa, ainoastaan routimattomia materiaaleja.

Taulukko 7.1 Materiaalin vastaavuus eristävyyden kannalta

Kerrosmateriaali	Materiaalin vastaavuus eristävyyden kannalta, ai
Hiekka	1,0
Sora, murske	0,9
Louhe	0,8
Finnfoam XPS eriste	20,0

Taulukko 7.2 Alusrakenneluokat, luokkiin kuuluvat maamateriaalit sekä mitoitusparametrit (Moduuli E ja routaturpoama t)

Luokka	A	B	C	D	uE	uF	uG	uH	uI
	Louhe	Murske	kuS1 mS1	kuS2 kuH1 mH1	mS2 kuS3 kuH2 mH2	mS3 kuH3-4 KuS4 jäySa staSa staSiMr staSa	pehSa Lj	mS4 mH3-4	mSi mSiMr kerrall. mSa/Si
Moduuli MPa	280	200	100	70	50	35	10	20	20
t-arvo %	0	0	0	0	3	6	6	12	16

Suurin sallittu laskennallinen routanousu

Tien pinnan laskennalliset vaatimukset esitetään taulukossa 7.3. Vastaava laskennallinen routanousu on sovittu (määrätty) laskettavaksi edellä kuvatulla laskentamenetelmällä.

Taulukko 7.3 Suurin sallittu laskennallinen routanousu RNsall (verrataan kaavalla 7.2 saatuun laskennalliseen routanousuun RNlask.)

Vaatimus-luokka	Suurin sallittu laskennallinen routanousu			Siirtymä-kiilan kaltevuus
	Tasalaatuinen pohjamaa		Sekalaatuinen pohjamaa	
	Norm. tapaus	Louhe rak. ym		
V1, moottoritiet	30	30	0	1:40
V2, Vt, Kt 80–100 km/h	70	70	10	1:30
V3, seudulliset tiet 60 km/h	100	70	10	1:20
V4, seudulliset tiet 80–100 km/h	130	70	30	1:15
V5, paikallisväylät	160	100	70	1:15
R1, reunatuellinen tai viemäröity, 80 km/h	30	30	0	1:30
R1, reunatuellinen tai viemäröity, ≤70 km/h	70	70	0	1:30
K1, kevytliikenne	70	70	30	1:10

Taulukossa 7.3 ei ole huomioitu Tiehallinon julkaisussa ”Tierakenteen suunnittelu” 2004 esitettyä pohjanvahvistusta teräsverkolla.

Tasalaatuinen pohjamaa on muu kuin sekalaatuinen.
Pohjamaa on sekalaatuista, kun mitoitusroudansyvyyden (S) tai louheranteella syvyyden S+0,5 m yläpuolella on:

a) läpimitaltaan yli 0,5 m:n lohkareita routivassa pohjamaassa
b) täytettäviä sarkaojia, salaojaputkia, viemäreitä tms.
c) kallion pinta, jonka syvyys vaihtelee rakenteen alapinnan ja em. rajasyvyyden välillä
d) selvästi muusta pohjamaasta poikkeavia maakerroksia, jotka voivat olla:

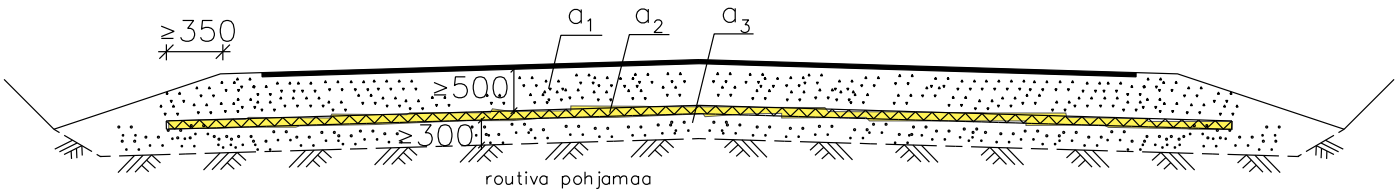
- paremmin vettä johtavia eli ympäristöään karkeampia kerroksia (tien sivulta tai alta vettä purkavia kerroksia, lähteitä tms.)
- vettä padottavia eli ympäristöään hienorakenteisempia kerroksia
- routivia (savisia, silttisiä) kerroksia routimattomassa maassa
- routimattomia (hiekkaisia) kerroksia routivassa maassa

Sekalaatuisella pohjalla routanoususta tulee aina epätasaista. Erityisesti lohkareisella paikalla osa tienpinnan epätasaisuuksista saattaa jäädä pysyviksi (palautumattomiksi). Tästä syystä sekalaatuisella pohjamaalla sallitaan pienempi laskennallinen routanousu kuin tasalaatuisella pohjamaalla.

Tasalaatuisella pohjalla routanousu on yleensä suhteellisen tasaista. Suuri routanousu aiheuttaa kuitenkin pituushalkeamia varsinkin kapeilla teillä. Lisäksi suuri routanousu tai sen epätasainen sulaminen voivat toistuessaan aiheuttaa lisää pysyvää epätasaisuutta ja päällysteen halkeamien suurenemista.

Tien sallittu laskennallinen routanousu (RN_{sall}) riippuu taulukon 7.3 mukaisesti tien vaatimusluokasta, liikennemäärästä, ajonopeudesta, rakenteen kestävyydestä, materiaaleista, vahvistuksista ja pohjaolosuhteiden tasalaatuisuudesta.

Taulukon 7.3 routanousun raja-arvot tarkoittavat kaavalla 7.2 laskettua routanousua.



Kuva 7.2 Routaeristetty tierakenne, poikkileikkausperiaate.

Tierakenteessa tarvittavan routaeristeen paksuus saadaan laskettua sijoittamalla kaavaan 7.2 yhdeksi rakennekerrokseksi eristeen paksuus (mm) ja vastaavuuskerroin, joka Finnfoam XPS-eristeelle on 20. Ajoradan epätasaisten routanousujen välttämiseksi routaeriste tulee ulottaa tiealueen sivuille vähintään 0,35 m/puoli ja ajoradan pituussuunnassa tulee käyttää siirtymäkiilarakennetta, joka sekin voidaan toteuttaa lämmöneristeellä.

Siirtymäkiilat ja -rakenteet

Siirtymäkiiloja käytetään paikoissa, joissa alusrakenne vaihtuu niin, että muutos voi aiheuttaa epätasaisuutta tien pintaan. Siirtymäkiiloilla tasoitetaan tavallisimmin routanousueroja, mutta myös pohjamaan painumaeroja ja penkereen/rakenteen tiivistymiseroja. Riippuu tien luokasta, kuinka loiviksi nämä erot on tasoitettava.

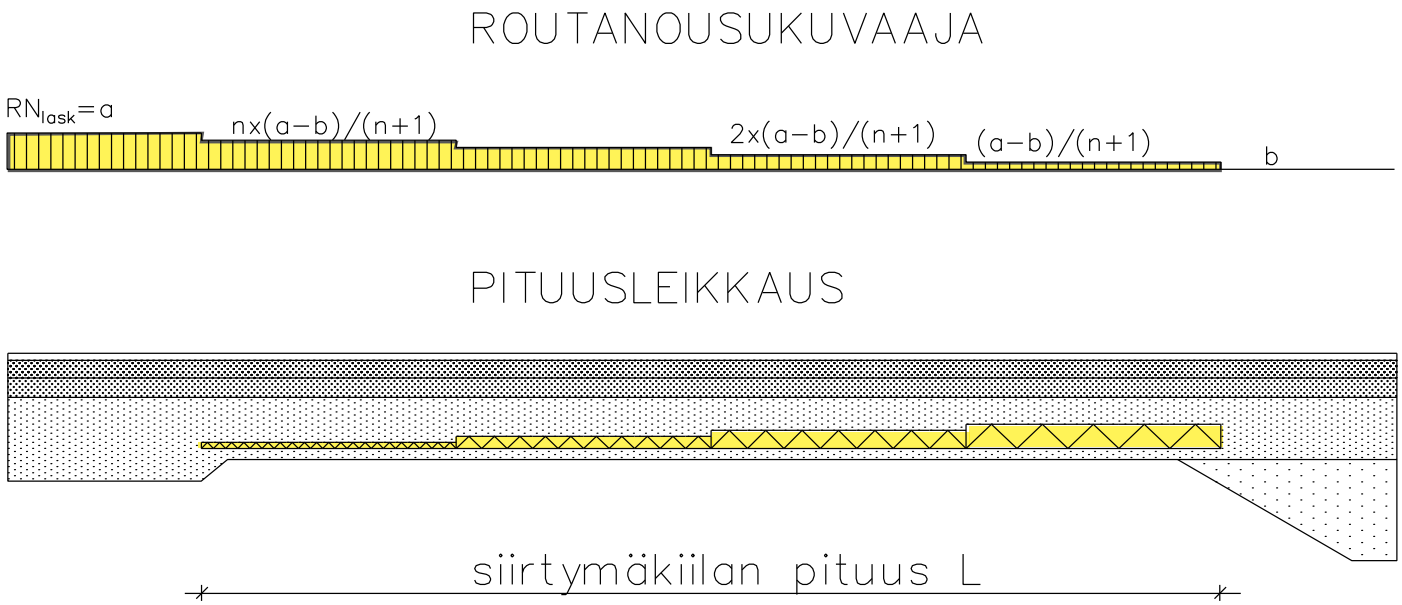
Siirtymäkiila on useimmiten tien pituussuunnassa. Poikkisuuntaisia siirtymärakenteita tarvitaan lähinnä sivukaltevassa maastossa ja kallioleikkauksiin tai esimerkiksi putkikaivantojen routimattomiin täyttöihin liittyen.

Kuva 7.3 Finnfoam kestää hyvin asennusaikaisia kuormituksia. Kuvan mukaisesti ristiin ladottuna eristeet pysyvät hyvin paikoillaan asentamisen aikana. Suorareunaiset (ei pontatut) eristeet mahdollistavat veden poistumisen päällyskerroksista.

Materiaalikorjattu siirtymäkiilasyvyys Sk saadaan routamitoituskaavasta 7.2 asettamalla sallittu laskennallinen routanousu RN_{lask} nollaksi.

Myös lämpöeristeestä tehtävän siirtymäkiilarakenteen kokonaispituus saadaan kaavalla 7.2 Eristepaksuus kiilan eri päissä riippuu liittyvien rakenteiden routanoususta ja routanousuerosta. Kiilan paksumman pään sallittu laskennallinen routanousu RN_{lask} on eristeen porrastusten osuus kiilan liittämien rakenteiden routanousuerosta.

Kiilan paksuuden porrastukset valitaan niin, ettei laskennallisten routanousujen ero muutoskohdissa muodostu haitalliseksi. Laskennallinen routanousuero eristekiilan päässä tai porrastuksen kohdalla saa olla enintään 10–20 mm.



Kuva 7.4 Siirtymäkiila routaeristyslevyistä. Kiila yhdistää rakenteet, joiden sallitut routanousut RNlask ovat a ja b. Eristävyydeltään erialaisia osuuksia on n kpl.

Mikäli eristepaksuuden porrastuksella ei saada aikaan riittävän pieniä routanousueroja, porrastus tehdään jättämällä eristelevyjen väliin eristämättömiä kohtia siten, että eristysalueen keskimääräinen eristyspaksuus vastaa haluttua porrastusta. Eristämättömien kohtien leveys ei saa kuitenkaan olla yli 0,3 m.

Tien pituussuuntaisen, hiekkatäytteisen kiilan pohjan kaltevuus suhteessa tien tasausviivaan saadaan taulukosta 7.5 Kiilan pituus määräytyy tämän kaltevuuden ja tasoitettavan rakennepaksuuseron mukaan. Routaeristeellä tehtävän kiilan pituus on sama kuin hiekkatäytteisenkin.

Kuva 7.5 Finnfoamiin on luotettu myös ratojen routasuojauksessa jo 40 vuoden ajan. Ratojen alla käytetään lujuusluokan F-500 ja F-700 kyseiseen käyttötarkoitukseen hyväksyttyjä VR-levyjä, joille on tehty mm. pumppaavan kuormituksen mukaiset cyclic-loading testit.

Lähteet

Routasuojausoppaan ohjeet, kartat, taulukot ja mitoituskäyrästöt perustuvat seuraaviin lähteisiin:
[1] RIL 261-2013 Routasuojaus – rakennukset ja infrarakenteet, Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL ry 2013
[2] Talonrakennuksen routasuojausohjeet, VTT geotekniikan laboratorio ja Rakentajain Kustannus 1987
[3] Matalaan asennettujen putkijohtojen routasuojaus ja lämmöneristäminen
VTT Tiedotteita 113. Espoo 1982
[4] Tierakenteen suunnittelu. Helsinki 2004. Tiehallinnon (=Liikennevirasto) ohjeita

FINNFOAM OY • Satamakatu 5, 24100 Salo
puhelin: 02-777 300 • finnfoam@finnfoam.fi