

Tjäl- och frostisolering





Paroc AB

Vår tillverkning av brandsäker stenull startade 1937. Sedan dess har vi under namnet Rockwool AB utvecklats till ett av Sveriges största företag inom byggmaterialbranschen. Under årens lopp har vi skaffat oss en omfattande kunskap och rik erfarenhet inom bygg- och isolerområdet. Den delar vi gärna med oss av, bl a i Byggboken, som blivit något av en institution och utbildat generationer av byggare.

Numera ingår vi i Paroc Group – en internationell koncern, som specialiserat sig på isolerprodukter, system och metoder för bygg- och industri-sektorn. Att vi nu heter Paroc är ett yttre bevis på den förändring som pågår hos oss. Omdaning, som skall göra oss till en starkare, modernare och gladare affärspartner har ett enda mål: Att med fortsatt trygghet och kompetens som bas, överträffa byggsveriges förväntningar!



FÖR SÄKRARE SKÖNA HUS

Innehåll

Tjäl- och frostisolering	3
Vägar och andra trafikytor	4-10
Idrottsanläggningar	11-12
Isolering av VA-ledningar	13-20
Tjälisolering av ouppvärmda konstruktioner	21-23



Tjäl- och frostisolering

Under sommarhalvåret värms markytan av solens strålning och hög lufttemperatur. Den tillförda värmen magasineras i jorden för att under vinterhalvåret avges till den kalla uteluften. När så mycket värme avgivits att temperaturen i marken underskrider 0 °C, så fryser vattnet i marken till is. Det uppstår tjäle.

Om den frusna jorden är känslig för tjäle, uppstår tjällyftningar i olika former. Tjälkänsliga är de finkorniga jordar, där grundvatten snabbt kan transporteras upp till fryszone med hjälp av kapillärkrafter. I fryszone bildas då en islin. När den växer, lyfter den marken ovanför sig. Tjäle och frost orsakar varje år stora skador på vägar, gator, parkeringar och andra trafikytor. Byggnader får sättningsskador. VA-ledningar täpps till av isproppar eller fryser sönder. Listan kan göras lång.

Med hjälp av markisolering minskar man värmeavgivningen från marken och hindrar att tjälen tränger ned i jorden. Kraven på ett material för markisolering är stora. Det ska tåla höga belastningar, t ex från trafik. Det ska ha goda isoleregenskaper och det ska behålla sina goda egenskaper även när det dränks i vatten. Sist men inte minst, det får inte brytas ned av marksyror och annat. Det ska fungera i decennier.

Ecoprim® extruderad polystyrencellplast är ett material som uppfyller de högst ställda kraven på markisolering. I detta kapitel visar vi hur du använder Ecoprim för tjäl- och frostisolering av vägar, flygfält, idrottsanläggningar, VA-ledningar och byggkonstruktioner.

Vägar och andra trafikytor

Skivor av extruderad polystyrencellplast (XPS) har använts som tjälisolering av vägar i snart 30 år. Statens Vägverk (VV) och Statens Väg- och Transportforskningsinstitut (VTI) har följt upp effekter av flera olika isolermaterial i mark under lång tid. Detta har resulterat i att man idag rekommenderar Ecoprim och andra XPS-produkter som de enda lämpliga för tjälisolering av vägar. Våra rekommendationer i detta avsnitt bygger på Vägverkets föreskrifter och allmänna råd, VÄG 94, samt yttranden från VTI.

Vägar dimensioneras enligt VÄG 94 efter standardklass, önskad livslängd, trafikbelastning, referenshastighet, klimat och geologi. Standardklassen beskriver den färdiga vägens egenskaper, som jämnhet, tvärfall, tjällyftning och sättning. Valet av standardklass beror på trafikflöde, vägkategori (motorväg, riksväg, etc) och typ av vägkonstruktion.

Önskad livslängd varierar, beroende på åtkomlighet för reparationer och förväntade trafikstörningar vid underhåll.

Den tekniska livslängden varierar mellan 20 – 40 år, beroende på utformning.

Jordarter för vägtekniskt bruk indelas i fyra tjälfarlighetsgrupper, där grupp 4, omfattande siltjordar och siltiga leror, betecknas som mycket tjälfarlig. Även grupp 3, omfattande leror och blandkorniga jordarter, kräver omfattande utskiftning av undergrunden, alternativt isolering av vägterrassen.

Ju kallare klimat, desto mindre värme magasineras i marken och desto längre ned når tjälen. Utskiftning eller isolering av vägterrassen ska utföras så att tjällyftningen blir obetydlig även vid den ogynnsammaste köldmängden under en tioårsperiod, föreskriver VÄG 94.

I detta avsnitt kommer vi att behandla dimensionering av isolering för vägar och den del av projekteringen som berör isolerfunktionen. I övrigt hänvisas till VÄG 94 och andra publikationer från Vägverket.



DIMENSIONERING

En vägsträcka på mark med homogena tjälegenskaper får i regel sitt tjälskydd tillgodosett genom de lagertjocklekar och material i överbyggnaden, som föreskrivs i VÄG 94.

Belagd väg skall konstrueras så att vägbanans tjällyftning under medelvintern inte överstiger i tabell 1 angivna värden för aktuell jämnhetsklass.

Väg med betongöverbyggnad skall konstrueras så att tjällyftningen inte överstiger 20 mm under medelvintern. Övriga vägar med cementbundet bärlager skall konstrueras så att tjällyftningen inte överstiger 50 mm under medelvintern.

Motorvägar bör konstrueras så att tjällyftningen under medelvintern inte överstiger 20 mm. Grusvägar och vägar med slitlager av YG bör konstrueras så att tjällyftningen under medelvintern inte överstiger 160 mm.

Övergång mellan vägsträckor med olika tjällyftning skall konstrueras och utföras så att jämnhetskraven uppfylls för 10-årsvintern.

Jämnhetsklass	1 GC-väg (gång/ cykel)	2 Lokal- väg	3 Regional väg	4 Nationell väg	5 Motorväg
Tillåten tjällyftning, mm	160	120	80	50	20

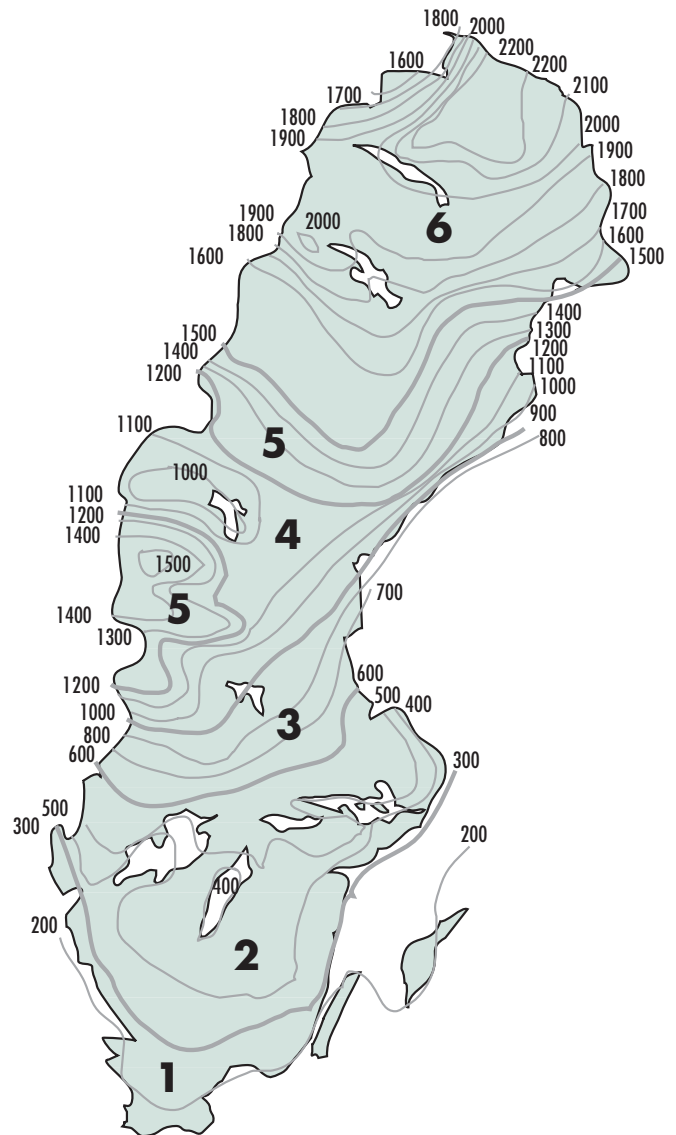
Tabell 1. Största tillåtna tjällyftning per jämnhetsklass.

Vid beräkning av isoleringens tjocklek, tar man först reda på klimatzon. Figur 1 visar klimatzonerna baserat på medelköldmängden över landet. Tabell 2 visar erforderlig isoleringstjocklek för polystyrencellplast med $\lambda \leq 0,045$ W/m K efter 40 år. Isoleringstjockleken beror av klimatzon och jämnhetsklass.

Klimatzon	1	2	3	4	5	6
Jämnhetsklass 1-2	20	40	60	80	100	120
Jämnhetsklass 3-5	40	60	80	100	120	140

Tabell 2. Erforderlig isoleringstjocklek (mm) för polystyrencellplast med $\lambda \leq 0,045$ W/m K.

Ovanpå isoleringen läggs ett förstärkningslager för att fördela trafiklasten över isoleringen och för att minska risken för tidig frosthalka. Därpå läggs ett bärlager och överst ett slitlager.



Figur 1. Klimatzoner, medelköldmängd i (neg) dygnsgrader (d °C).

Tidig frosthalka

I en isolerad väg minskar värmeflödet från undergrunden upp mot vägbanan. På hösten kyls därför vägbanan på en isolerad väg snabbare och kan då ge upphov till tidigare frosthalka än på oisolerade vägvavnitt. Prov, som VTI utfört på sitt halkfält, visar att risken för frosthalka ökar, ju högre upp i vägkroppen isoleringen ligger.

Enligt VÄG 94 skall isolering inte läggas grundare än 500 mm och materialet i vägöverbyggnaden över isoleringen skall ha ett värmeledningstal överstigande $0,3 \text{ W/m } ^\circ\text{C}$ om man ska minimera risken för frosthalka.

På utsatta ställen, nära vatten eller där där vägen ligger i ständigt skugga, bör man ägna särskild uppmärksamhet åt risken för tidig frosthalka.

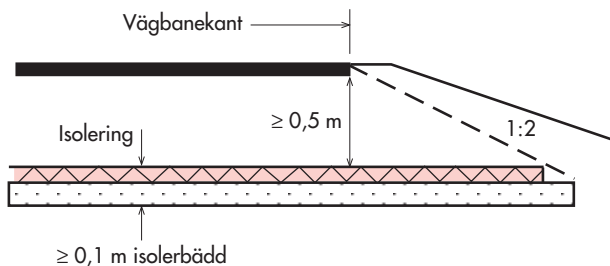
PROJEKTERING

Isoleringen skall alltid läggas på en väl avjämnad och packad isolerbädd, bestående av material motsvarande materialavskiljande lager av jord, enligt VÄG 94 kap 4. Bäddens tjocklek skall vara minst 100 mm och den ska ha samma längd- och tvärlutning som den underliggande terrassytan.

Enligt VÄG 94 kap 4.6 skall isoleringen utgöras av extruderad polystyrencellplast (XPS). Materialet skall ha en tryckhållfasthet på minst 0,25 MPa vid en sammantryckning av högst 5 % (SS 16 95 24) och lambdavärdet skall vara lägre än $0,045 \text{ W/m } ^\circ\text{C}$. Ecoprím i kvaliteterna 955-00, 957-00 och 959-00 uppfyller samtliga dessa krav från Vägverket.



Figur 2.



Figur 3. Isolering av vägbankant.

Isoleringen kan läggas i ett lager om skivorna är falsade och hålls samman med skarvplåtar så att de inte glider isär. I annat fall måste isolering tjockare än 40 mm läggas i två lager med förskjutna skarvar. För att man ska få en mjuk övergång till den oisolerade vägreten, bör isoleringen dras ut förbi vägbankanten, se figur 3. På liknande sätt försöker man genom utspetsningar skapa en mjuk övergång mellan isolerade och oisolerade partier av vägen.

Ovanpå isoleringen läggs ett eller två förstärkningslager, därefter ett eller flera bärlager och slutligen ett slitlager. Det exakta utseendet på överbyggnaden bestäms av vägens konstruktionstyp och av materialet i underbyggnaden. Tjockleken på de olika lagren bestäms av trafikklass, klimatzon, tjällyftningsklass och materialtyp i terrassen. Vid isolerad vägbana räknar man alltid med klimatzon 1 och bortser från tjällyftningsklassen. Lagertjocklekarna på en isolerad väg bestäms således av trafikklass (1 – 7), och typ av terrassmaterial (1 – 5), enligt VÄG 94 kap 3.

Isolerskivorna får ej belastas av fordon förrän ett förstärkningslager om minst 350 mm lagts ut. Vibrerande vält med större statisk linjelast än 30 kN/m får inte användas vid packning av lagret närmast cellplasten.

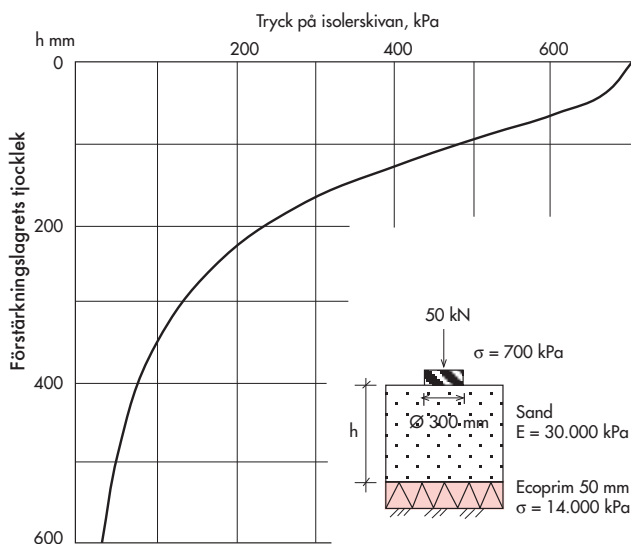
Om man behöver bestämma påkänningen på isolerskiktet noggrannare vid olika tjocklekar på överbyggnaden, kan man använda sig av diagrammet i figur 4. Diagrammet kan utnyttjas proportionellt för andra belastningar. I diagrammet har hänsyn ej tagits till att påkänningen på isoleringen i viss mån är beroende av fjädermodulen på isolerbädden. Ju högre bäddmodul, desto större blir påkänningen på isoleringen. Styvheten i själva isolerskiktet har däremot liten inverkan.

När man skall isolera en tidigare byggd väg, kan den gamla vägens slitlager användas som isolerbädd, om den utjämnas. Med tanke på anslutningar och liknande kan man dock bli tvingad att helt eller delvis gräva ut den gamla vägen. Den nedre delen av den gamla väggroppen får då fungera som isolerbädd och de ur vägen utgrävda massorna utnyttjas om möjligt för överbyggnaden. Dimensionering och övrig projektering skall i princip utföras likadant som för nya vägar.

Materialskiljande lager

Materialskiljande lager används för att skilja grova material från finkorniga och kan utgöras av jord eller geotextil av polyester, polypropen eller polyeten. Geotextil indelas i 4 bruksklasser, baserade på materialets ytvtikt. Vävd geotextil klassas efter draghållfasthet och brottöjning. Den karakteristiska öppningsvidden, som är ett mått på geotextilens filtertekniska egenskaper, måste i vägbyggen vara 0,15 mm eller mindre. Fiberduk 990-00 uppfyller Vägverkets krav på geotextil.

Fiberduk 990-00 läggs ut längs eller tvärs utfyllnadsriktningen. Skarvning sker genom överlappning med minst 0,5 m. Vid tvärläggning läggs lagren som takpannor. Fiberduken måste skyddas med ett lager om minst 300 mm jord, innan fordon får framföras eller ändtipp utföras på den.



Figur 4. Diagram för bestämning av tryckpåkänning på Ecoprimskivan under ett hjultryck på 700 kPa, som funktion av överbyggnadens tjocklek. Diagrammet kan utnyttjas proportionellt för andra hjultryck.

Utspetsning

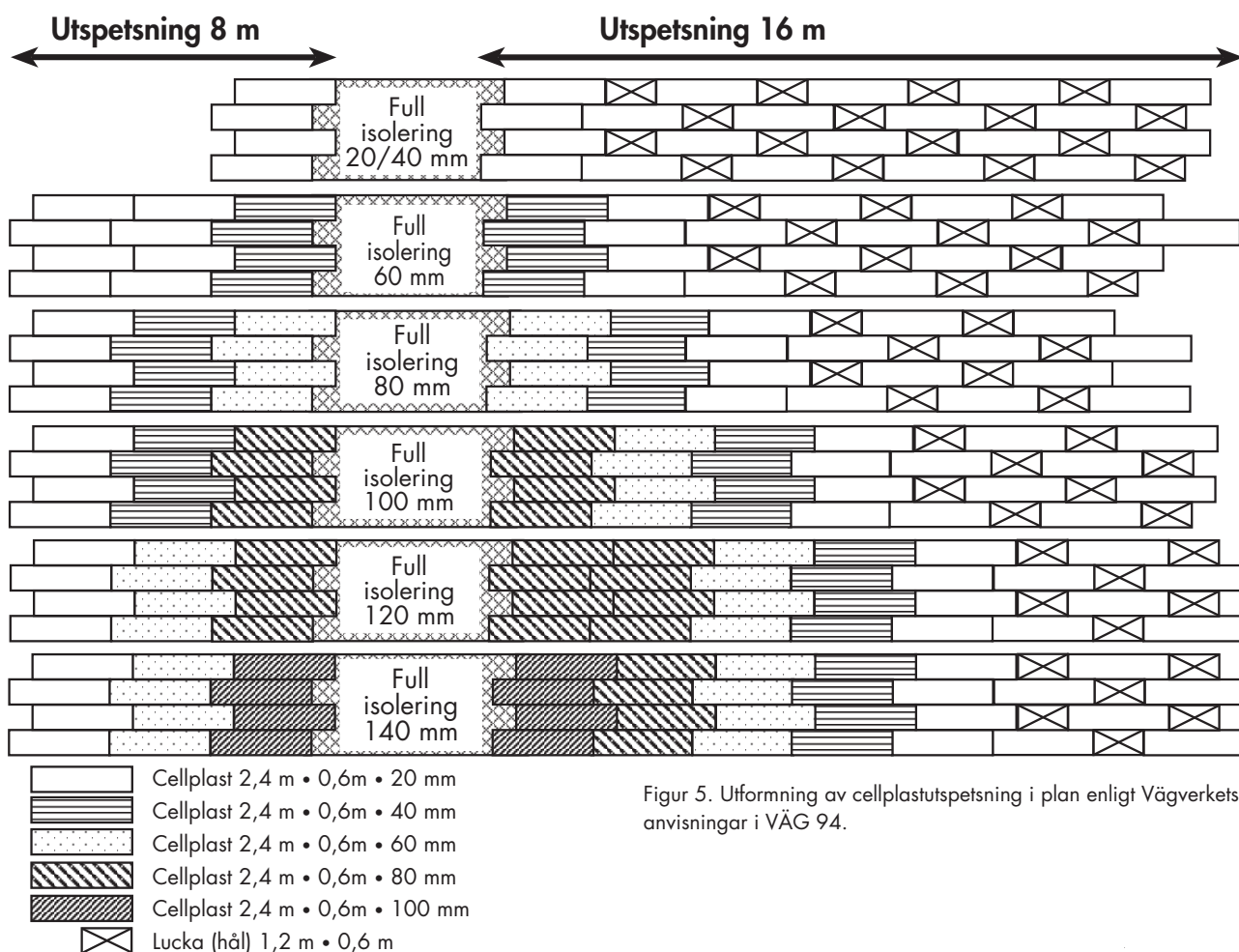
Utspetsning av isoleringen bör övervägas i två fall:

- Vid övergång från isolerad till oisolerad väg.
- Vid variationer i undergrunden.

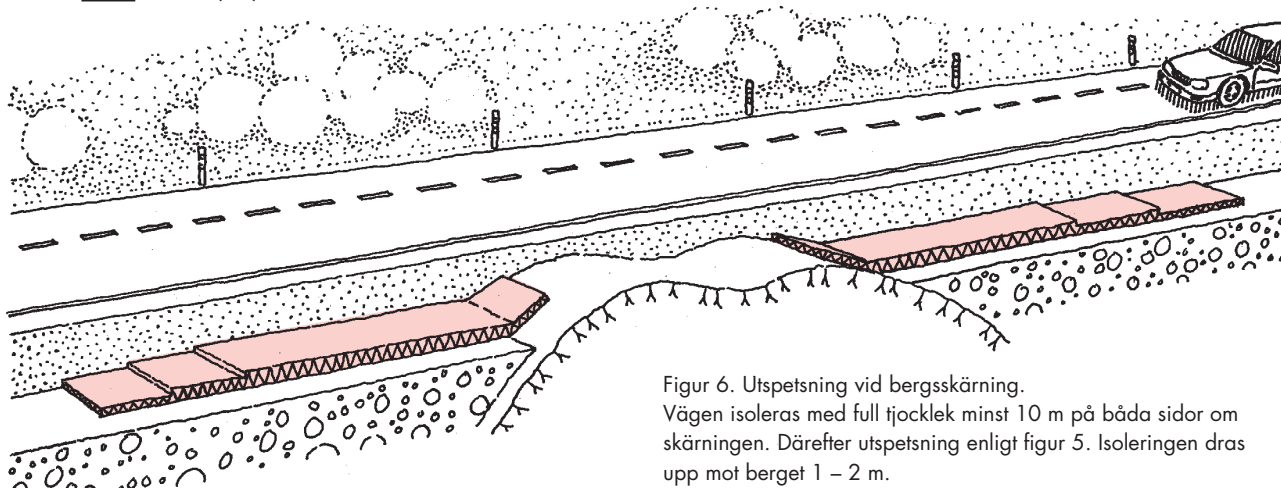
I de fall där övergången mellan en oisolerad och en isolerad vägsträcka ligger inom ett område där undergrunden består av tjälfarligt material, måste man minska isoleringen gradvis för att undvika för stora skillnader i tjällyftning. Utspetsningen skall utföras så att isolertjockleken minskas successivt mot den oisolerade vägsträckan.

Utspetsning utformas med 16 eller 8 m längd och full bredd utanför vägkanten enligt figur 3. 16 m gäller jordarter med den högre tjälfarligheten och 8 m för jordarter med den lägre klassen. Av figur 5 framgår hur Ecoprimsnivåerna läggs i utspetsningen.

Vid naturliga variationer i undergrundens tjälfarlighet, t ex vid bergsskärningar, skall utspetsning ske mot oisolerad väg, se figur 6. Samma gäller vid vägtrummor och andra mindre vägöverbyggnader.



Figur 5. Utformning av cellplastutspetsning i plan enligt Vägverkets anvisningar i VÄG 94.



Figur 6. Utspetsning vid bergsskäring. Vägen isoleras med full tjocklek minst 10 m på båda sidor om skärningen. Därefter utspetsning enligt figur 5. Isoleringen dras upp mot berget 1 – 2 m.

ANDRA TILLÄMPNINGSSOMRÅDEN

Gator

För gator, gångvägar, parkeringar och andra trafikytor som Statens Vägverk inte ansvarar för, används inte VÄG 94. I stället rättar man sig efter Mark AMA och RA Mark. Dessa bygger dock i stor utsträckning på VÄG 94. Dimensioneringen sker med hjälp av karta för medelköldmängd se figur 1 och tabell 2.

Gator och vägar i tätbebyggt område skall isoleras i hela sin bredd, inklusive trottoar. Även anslutningar till fastigheter måste isoleras eller förses med utspetsning. Samma gäller för korsande gator.

Lämplig tjocklek för isolerbädden är 150 mm. Överbyggnaden för vägar bör uppgå till 500 mm, för gator och parkeringar till 350 mm och för gångvägar till 200 mm. Se upp med förstärkningslagrets minsta tjocklek i anläggnings-skedet, jämför diagrammet i figur 4.

Klimatzon	Vägar	Gator	Gångvägar GCM-vägar
1	20	20	–
2	40	30	20
3	60	50	30
4	80	60	40
5	100	70	50
6	120	80	60

Tabell 2. Isolertjocklek i mindre trafikerade områden. Vid dimensionering enligt RA MARK 83 har Ecoprim tjockleksfaktorn 1,0.

Flygfält

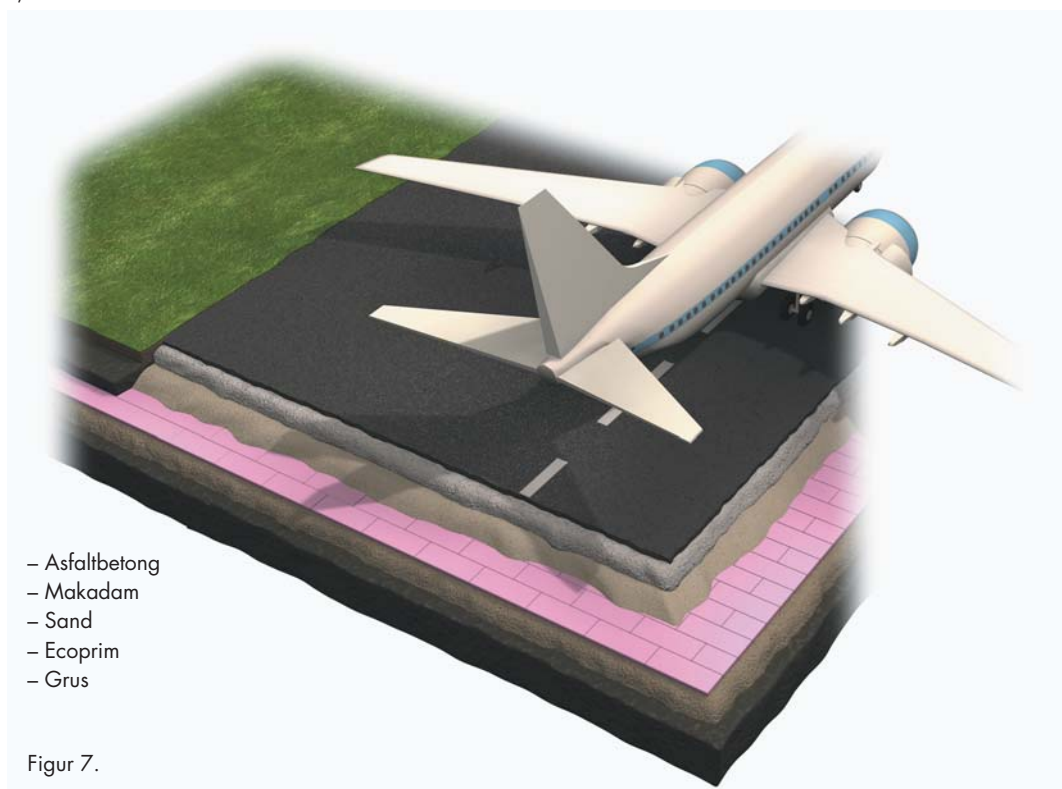
Det ställs mycket höga krav på beläggningarna på flygfält beroende på de höga hjul- och ringtryck, som förekommer. Vid landning, när piloten sätter ned planet, vid bromsning och vid snäva svängar vid banändar och på uppställningsplatser utsätts beläggningen för svåra påfrestningar. Slitlagret utföres därför vanligen i betong eller asfaltbetong.

Överbyggnaden kan utföras som betongöverbyggnad (BÖ) eller cementbitumenöverbyggnad (CBÖ). Bägge är känsliga för rörelser vid tjällyftning. Jämnhetskraven på banan är stora, vilket också ställer stora krav på tjälsäkerhet. I de fall undergrundens tjälegenskaper varierar krävs därför utskiftning till stora djup, alternativt isolering med Ecoprim.

Dimensionering av banans isolering sker utifrån ortens medelköldmängd på samma sätt som för vägar. Med tanke på de högre kraven på ytjämnhet och de svåra trafikstörningarna vid underhållsarbeten bör dock isoleringens tjocklek ökas med 30 % jämfört med värdena för jämnhetsklass 5 i tabell 1. Startbanorna skall isoleras i hela sin längd och bredd. Utspetsningar skall göras i både längs- och tvärsriktning.

Överbyggnader och slitlager utföres lämpligen efter Vägverkets rekommendationer i VÄG 94. På grund av de höga hjultrycken och stora dynamiska tillskott skall dock överbyggnader över isoleringen göras 50 % högre. För Ecoprim kvalitet 957-00 gäller således minst 750 mm överbyggnad.

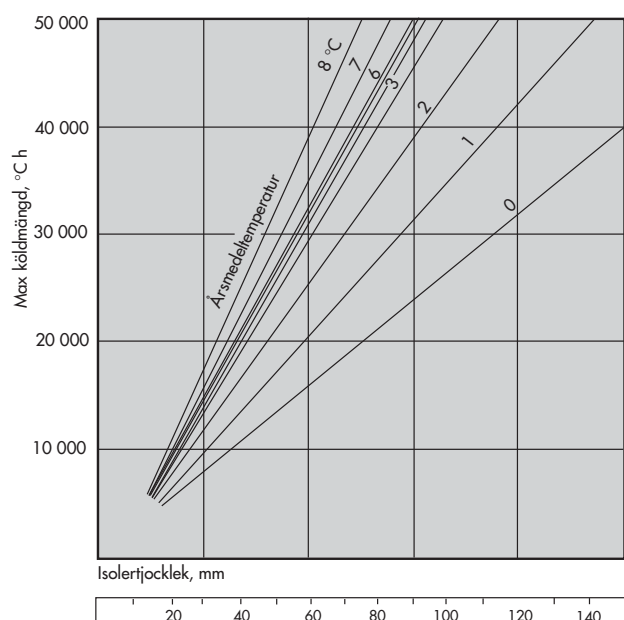
Vid projektering och dimensionering av tjälisolering för flygfält skall man för varje objekt utgå från de lokala förutsättningarna.



Kulvertisolering

Oisolerade kulvertar kan ge upphov till tjälskador på vägen. En kulvert med vattenföring, under en väg som löper över tjälfarlig mark, ger upphov till lägre tjällyftning och en svacka i vägen. En torr kulvert ger under motsvarande förhållanden en högre tjällyftning och en rygg över vägen.

För större kulvertar och undergångar ökar den inre köldb belastningen med dimensionerna på kulverten. Öppningarnas isolering skall dimensioneras efter maximal köldmängd, se figur 8. Maximal köldmängd och årsmedeltemperatur för olika orter framgår av figur 12 och tabell 3. Längst uppe i norr dimensioneras efter medelköldmängd $F_{med} = 0,75 \times (F_{max} - 11.200) \text{ °C h}$. Detta ger lägre

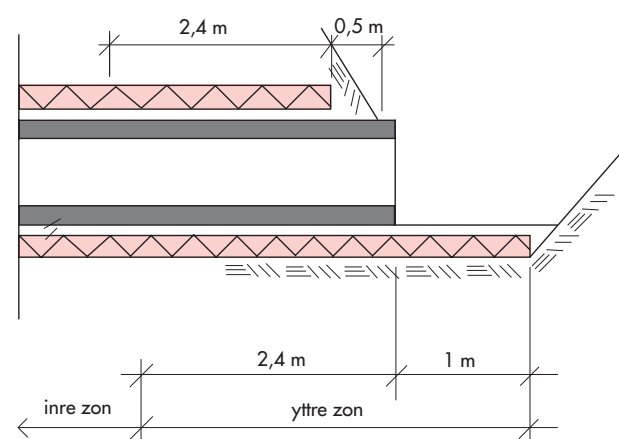


Figur 8. Isolertjocklek för vägkonstruktioner vid olika köldmängder och årsmedeltemperatur enligt NBI.

säkerhet mot tjällyftning, vilket man måste ta hänsyn till vid utformning av konstruktionen.

Kulvertöppningarna skall isoleras ett par meter in, se figur 9. Underliggande isolering skall dras ut en meter utanför kulvertöppningen. Längre in i kulverten reduceras isoleringen. Små kulvertar, diameter under 0,5 meter, behöver ej isoleras i inre zonen. Isolertjockleken ökar proportionellt mot kulvertens tvärsnitt och vid en diameter större än 6 meter isoleras kulverten med full tjocklek i hela sin längd.

Väg över vattenförande kulvert bör isoleras med utspetsning för att framtida svackor i vägen skall undvikas.



Figur 9. Isolering av kulvertöppning.

Järnvägar

Tjälsolering av järnvägar utformas enligt särskilda regler från Banverket.

Liksom vid vägar godkänns bara extruderad polystyren-cellplast.

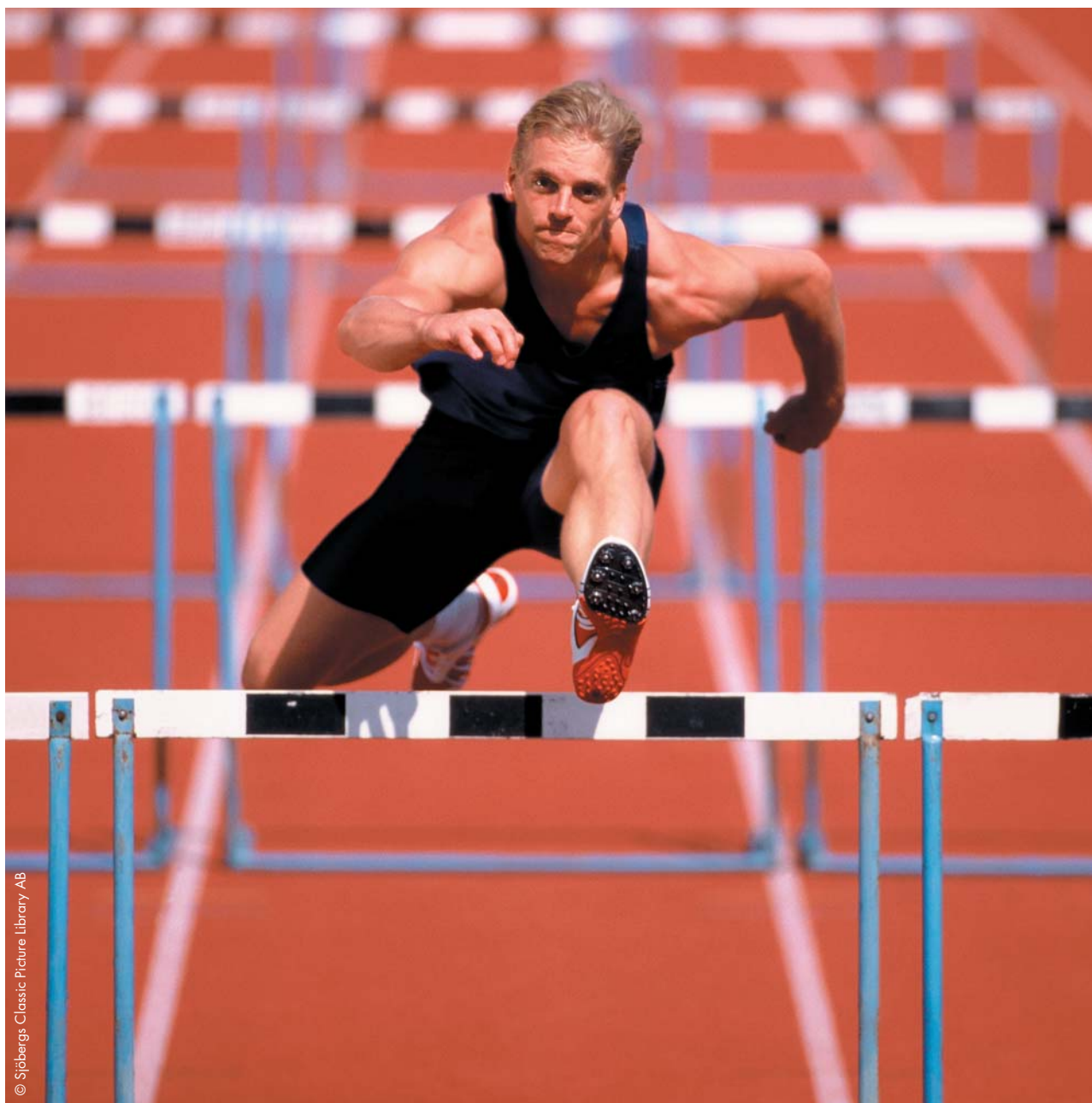
Isoleringen har speciell kantutformning och skivornas längd är minst 4000 mm. Skivorna läggs tvärs spåret. Utspetsningar utformas beroende på tjälsoleringens tjocklek.

Idrottsanläggningar

Säsongerna har på senare tid förlängts inom alla sporter. Fotbollen startar grusträningen i februari och ishockeyspelarna går på is i augusti. Vårt klimat är inte anpassat till dessa förlängda säsonger. Dagens idrottsanläggningar måste vara väl planerade och väl genomtänkta, med god isolering mot kyla och värme.

Idrottsanläggningar placeras allt oftare på tjälfarlig mark, vilket kan leda till höga underhållskostnader, beroende på tjälskador. Markisolering av anläggningarna ger alltså inte bara en förlängning av säsongen, det ger också lägre kostnader för underhåll.

En markisolerad anläggning består av en avplanad undergrund med ett lager dräneringsgrus ovanpå. Gruslagrets tjocklek skall anpassas till markens tjälfarlighet. Normal tjocklek är 100 – 200 mm. Ovanpå dräneringslagret läggs isoleringen. Den dimensioneras efter samma principer som tjälisolering av uppvärmda byggnader, se sid 22. Ovanpå isoleringen läggs ett förstärkningslager av grus, minst 200 mm tjockt om maskiner används för utläggningen, därefter läggs ett bärlager av sand. Använd fiberduk för att skilja olika material åt. Överst läggs man asfalt, banbeläggning, konstgräs eller naturgräs, beroende på anläggningens art.



Utomhus isbanor

För konstfrusna banor blir köldb belastningen större än för kringliggande mark. Tjälen går djupare ned och om anläggningen ligger på tjälfarlig mark, måste massorna schaktas bort till stora djup. Markisolering minskar radikalt behovet av schaktning och därmed investeringskostnaderna. Resultatet blir en jämn plan, utan tjälskador, som är lätt att underhålla och som både kan frysas upp snabbare och tinas snabbare till glädje för spelare och ekonomiansvariga.

Isoleringen skall läggas på en tjälsäker grusbädd, vars tjocklek anpassas till undergrundens tjälfarlighet. Normal tjocklek 100 – 200 mm. Över isoleringen läggs ett bärlager av sand, minst 200 mm om maskiner används för utläggning. Ovanpå detta 50 – 60 mm stenmjöl, därefter kylrören och slutligen toppas banan med ytterligare

50 – 60 mm stenmjöl. Vid utläggning av isoleringen kan smärre springor accepteras. Skivorna kan läggas i ett lager, men bör då hållas samman med skarvplåtar.

Isoleringen dimensioneras genom att man först fastställer klimatzonen enligt figur 23, sid 20. Därefter avläser man lämplig isolertjocklek i tabell 6, sid 22. Man bör dock inte välja en lägre köldmängd än 8 gånger säsongens längd i dagar. Om säsongen är 6 månader, eller 180 dagar, väljer man alltså en köldmängd större än $8 \times 180 = 1.440 \text{ } ^\circ\text{C d}$, vilket motsvarar klimatzon 3 och 80 mm isolertjocklek.

Isoleringen bör kraga ut runt banan på samma sätt som för golv i kalla byggnader, se figur 25. Det är viktigt att även huvudledningen för kylmediet isoleras .

Ishallar

Säsongen för våra ishallar blir allt längre. Åtta månader är idag en normal issäsong. Risken för permafrost i marken under anläggningen ökar snabbt när säsongen förlängs.

Det är därför vanligt att man i dräneringsgruset under isoleringen lägger elvärmekablar eller spillvärmeslingor från frysggregaten. Investeringskostnaderna för elvärme är lägre, men driftkostnaderna avsevärt högre. Skulle fel



Figur 10.



Figur 11.

uppstå i någon av dessa konstruktioner kan kostnaderna för att åtgärda felen bli höga. Ett ofta lönsamt alternativ är att öka tjockleken på den tjälfria grusbädden och samtidigt öka isolertjockleken från normala 80 mm till 120 mm.

Grusbädden skall normalt vara 300 mm och isoleringen läggs på en sandavjämning. Över isoleringen läggs en fiberduk. Därefter gjuts 50 mm oarmerad betong, kylrören läggs ut, armering utförs och till sist gjuts överbetongen.

Ishallar är kostsamma anläggningar som man vill kunna använda även till andra ändamål. Med ett isolerat övergolv på isen kan man snabbt förvandla ishallen till en konferenslokal eller rockarena för en helg. Störningarna blir inte särskilt stora för de ordinarie användarna. Lägg ut 50 mm falsade Ecoprimskivor på isen. Därefter 0,2 mm plastfolie och överst 12 mm kryssfaner med not och spont. Förskjut skivorna så att fyra hörn ej möts.

Isolering av VA-ledningar

I detta avsnitt beskriver vi frostisolering av grunda ledningssystem. Ledningars läggningsdjup skall inte bestämmas av tjälldjupet på orten utan av de plantekniska förutsättningarna. Med hjälp av isolering kan man flytta tjälgränsen uppåt, ovanför ledningarna och undvika tjälskador och isproppar.

En ledningsgrav, där samtliga ledningar läggs nära varandra, på samma schaktbotten, ger en kompakt konstruk-

tion där värmen från samtliga ledningar kan utnyttjas för frostskyddet.

Om ledningsgraven isoleras med Ecoprim:

- Hindras ledningarna från att frysa
- Förhindras tjällyftning
- Kan man använda grunda ledningsschakt.



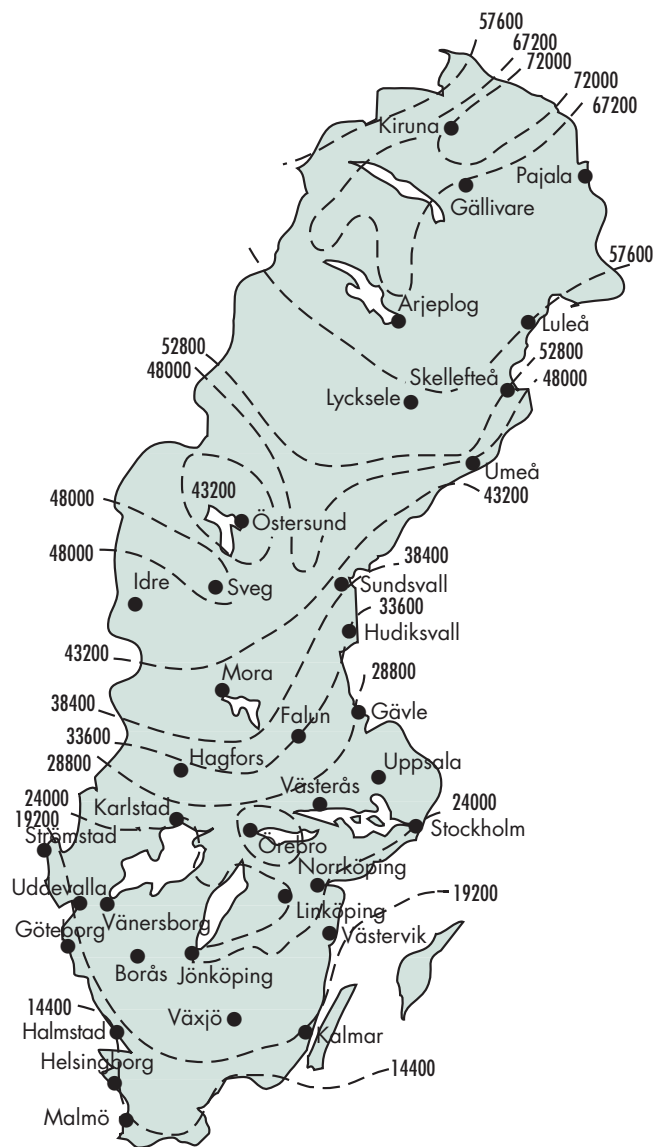
PROJEKTERING OCH DIMENSIO- NERING

Den här beskrivna metoden för dimensionering bygger på forskning vid Norges Byggeforskningsinstitut, NBI.

Först bestämmer man maximal köldmängd och årsmedeltemperatur för orten med hjälp av kartan i figur 12 och tabell 3. Köldmängdskartan anger köldmängd i luft. I snörojd mark är köldmängden ca 10 % större. Om marken är täckt av snö, reduceras köldmängden med den korrektionsfaktor du får ur diagrammet i figur 13. Medelsnödjupet på orten finner du i tabell 3.

Ort	Årstemperatur °C ledningar i		Medelsnödjup i m
	Icke snörojd mark	Väg	
Karesuando	1,0	-1,5	0,40
Kiruna	1,0	-1,2	0,40
Malmberget	2,2	0,2	0,40
Haparanda	3,6	1,6	0,20
Luleå	4,0	2,0	0,20
Stensele	2,7	0,7	0,40
Umeå	5,4	3,4	0,15
Östersund	4,7	2,7	0,25
Härnösand	6,4	4,4	0,15
Sundsvall	5,9	3,9	0,15
Sveg	4,1	2,1	0,25
Edsbyn	5,9	3,9	0,15
Mora	5,5	3,5	0,15
Gävle	7,0	5,0	0,10
Falun	6,6	4,6	0,15
Uppsala	7,7	5,7	0,10
Västerås	7,9	5,9	0,10
Karlstad	7,9	5,9	0,15
Stockholm	8,6	6,6	0,10
Åmål	8,1	6,1	0,05
Strömstad	8,6	6,6	0,05
Nyköping	8,2	6,2	0,07
Norrköping	8,9	6,9	0,07
Linköping	8,8	6,8	0,07
Skara	7,8	5,8	0,05
Jönköping	8,1	6,1	0,05
Västervik	8,9	6,9	0,07
Borås	8,3	6,3	0,05
Göteborg	9,9	7,9	0,05
Nässjö	7,4	5,4	0,10
Visby	9,2	7,2	0,07
Växjö	8,5	6,5	0,10
Kalmar	9,0	7,0	0,10
Karlshamn	9,6	7,6	0
Kristianstad	9,7	7,7	0
Lund	10,0	8,0	0
Malmö	10,0	8,0	0
Ystad	9,8	7,8	0

Tabell 3. Årsmedeltemperatur och snödjup för olika orter.

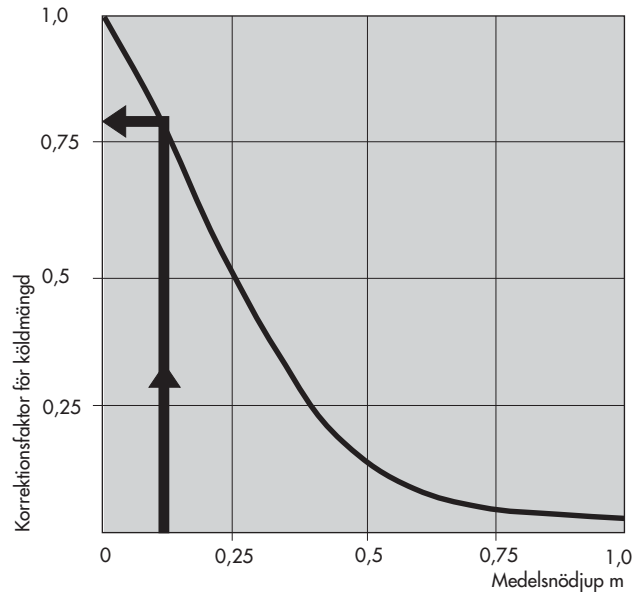


Figur 12. Maximiköldmängd F_{max} enligt SMHI i Sverige under vintrarna 1901/02 – 1975/76 i °C h.

Jordart

Jordarten är av stor betydelse för tjäldjupet. Kornstorlek, porositet och vattenhalt är avgörande. Sambandet är inte enkelt. Jordarter med hög vattenhalt, som silt och lera, avger mycket värme när vattnet fryser till is och tjälår därför inte så lätt. Men när den vattenrika jorden väl har frusit, leder den kyla mycket bättre än torr jord. En blandning av grov, torr jord närmast ytan och vattenrik lera under ger det minsta tjäldjupet. Enbart lera ger ett större tjäldjup och störst blir tjäldjupet i grov, torr jord, trots att dess värmeledningsförmåga i fruset tillstånd är låg.

Tabell 4 ger korrektionsfaktorn för tjäldjup i olika jordarter. Diagrammet i figur 14 ger tjäldjupet för sand och grus, med utgångsvärden för köldmängd och årsmedeltemperatur på orten. Korrigera med värdet från tabell 4. Gå sedan in ”bakvägen” med det nya värdet i diagrammet och avläs den korrigerade köldmängden.



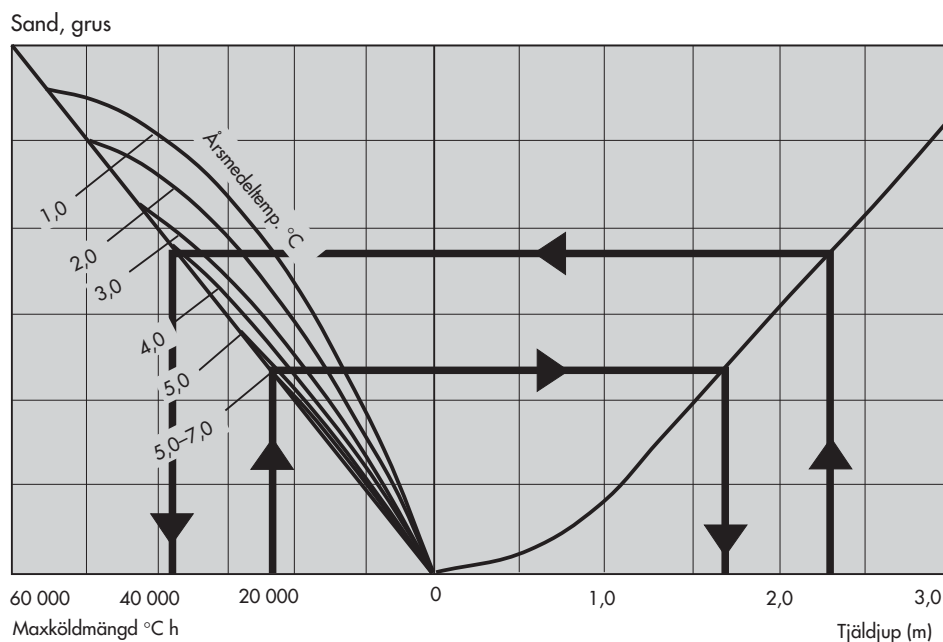
Figur 13. Korrektionsfaktor för snödjup.

EXEMPEL

Gävle har köldmängden 28.000 °C h (figur 12) och årsmedeltemperaturen +5 °C (tabell 3). Medelsnödjupet (tabell 3) 0,10 m ger korrektionsfaktorn 0,8 (figur 13). Den korrigerade köldmängd $0,8 \times 28.000 = 22.400$ °C h ger tjäldjupet 1,6 m (figur 14). För makadam är korrektionsfaktorn 1,4 (tabell 4) och det korrigerade tjäldjupet $1,4 \times 1,6 = 2,3$ m. Detta korrigerade tjäldjup ger i figur 14 en korrigerad köldmängd på 38.000 °C h för makadam i Gävle.

Jordart	Korrektionsfaktor
Sten – makadam, stenigt grus	1,4
Sand och grus	1,0
Silt	0,85
Lera och blandjord	0,7
Torv, bark	0,3

Tabell 4. Korrektionsfaktor för bestämmande av tjäldjup i olika jordmaterial.



Figur 14. Tjäldjup i sand och grus, enligt Gundersen (NBI).

Tillskottsvärme

De flesta vatten- och spillvattenledningar ger värmetillskott. Vattenledningar håller en temperatur på upp till +4 °C, även kalla vintrar. Spillvattenledningar avger ofta så mycket värme att de förblir frostsäkra även om de ligger i frostzonen. Värmeavgivningen blir ännu bättre om man isolerar brunnslocken och därmed hindrar kallras i ledningarna. Dagvattenledningar är oftast kalla och utgör en risk för tjälning. De bör placeras för sig.

Värmeavgivning från en ledning för vatten/spillvatten bestäms ur följande ekvation: $q = 4.200 \times Q \times v/L$

där q = avgiven värme i W/m

Q = ledningens medelvattenflöde över dygnet i l/s

v = tillåtet temperaturfall i °C

L = ledningens längd i m

EXEMPEL

En vattenledning är 400 m lång och har ett medelvattenflöde på 1,5 l/s. Vattentemperaturen kan tillåtas sjunka från +4 °C till +2 °C. Avgiven värme blir då:

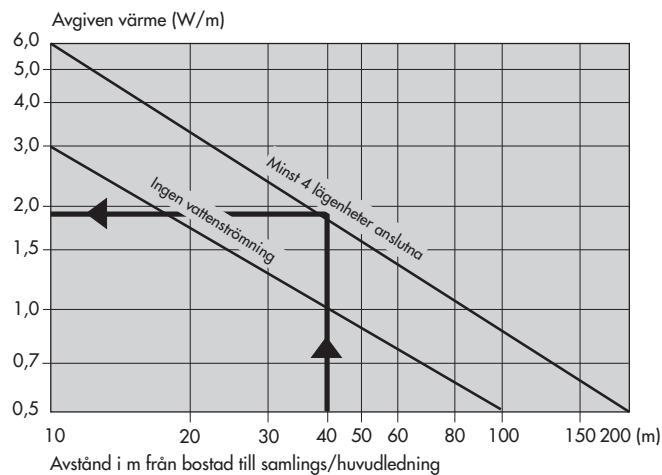
$$q = 4.200 \times 1,5 \times 2/400 = 31,5 \text{ W/m}$$

För mindre spillvattenledningar kan värmeavgivningen avläsas ur diagrammet i figur 15. Om servisledningen är 40 m lång och fler än 4 lägenheter är anslutna, blir enligt diagrammet tillskotts-värmen 1,9 W/m.

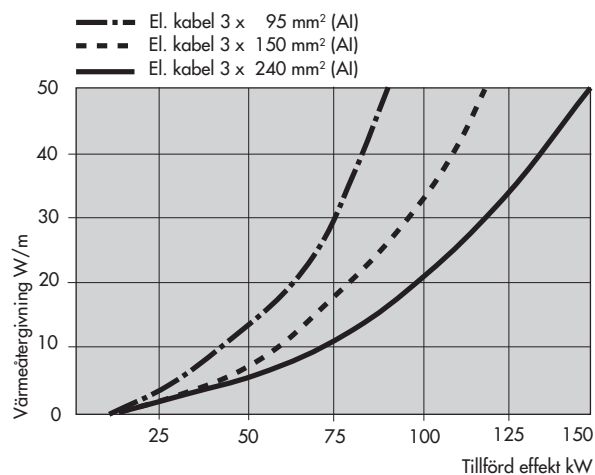
Värmotillskottet från elkablar kan vara betydande.

Huvudkablar avger normalt så mycket värme att de måste placeras utanför isoleringen. Först om den avgivna effekten är mindre än 10 – 15 W/m kan kablarna placeras innanför isoleringen. Maximal belastning på elnätet, och därmed värmeavgivning från kablarna, infaller ofta vid köldperioder, då behovet av värmotillskott till rören är som störst. Detta gör elkablar till en utmärkt värmekälla i frostskyddssammanhang.

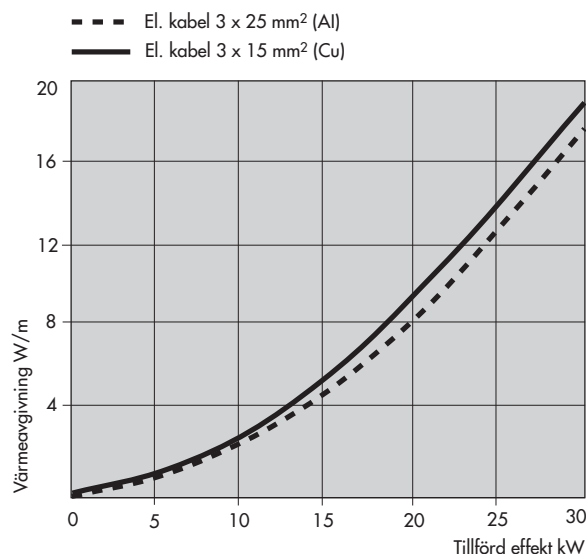
Förhållandet mellan tillförd effekt i kW i kablarna och avgiven värme i W/m framgår av diagram i figur 16 och 17.



Figur 15. Värmeavgivning från mindre spillvattenledningar. Det förutsätts att isolerade brunnslock används och att luftning sker över tak.



Figur 16. Värmeavgivning från huvudkabel som funktion av belastningen.



Figur 17. Värmeavgivning från serviskabel som funktion av belastningen.

Isoleringens utförande

Efter att du har bestämt årsmedeltemperatur för orten, den korrigerade köldmängden för jordarten och tillförd värme, återstår det att bestämma isoleringens utformning och dimensioner. Isoleringen bör ligga minst 100 mm ovanför rörets överkant.

Den enklaste formen av isolering, en horisontell skiva, se figur 19, lämpar sig bäst för tjälfarlig mark. Där behöver man en bred isolering för att undvika en ojämn tjällyftning över ledningarna.

EXEMPEL

Korrigerad köldmängd för makadam i Gävle är enligt tidigare exempel 38.000 °C h. Antag en värmeavgivning på 7 W/m från ledningarna. Årsmedeltemp +5 °C. Antag avståndet markytan – rörets överyta 0,8 m. Diagrammet för horisontell isolering ger då isolertjocklek 100 mm och isolerbredd 1,8 m.

En hästskoformad isolering, se figur 20, medger smalare rörgrav och ger en bättre isolereffekt om ledningarna avger värme. Den kan med fördel användas i icke tjälfarlig mark.

Isolerlådan, slutligen används i bergschakt eller där berget ligger grunt. Isolerlådan kräver värmestillskott, från ledningarna eller på annat sätt, eftersom den inte utnyttjar jordvärmens. Isolerlådan bör göras så liten som möjligt.

EXEMPEL

Snökorrigerad köldmängd i Gävle är enligt tidigare

22.400 °C h. Läggningsdjup 0,5 m.

Spillvattenledningens diameter 200 mm.

Kallvattenledningens diameter 65 mm. Isolertjocklek 50 mm.

Isolerlådans yttermått:

Bredd $50+50+200+50+65+50+50 = 515$ ung. 600

Höjd $50+20+200+50+50 = 370$ ung. 400

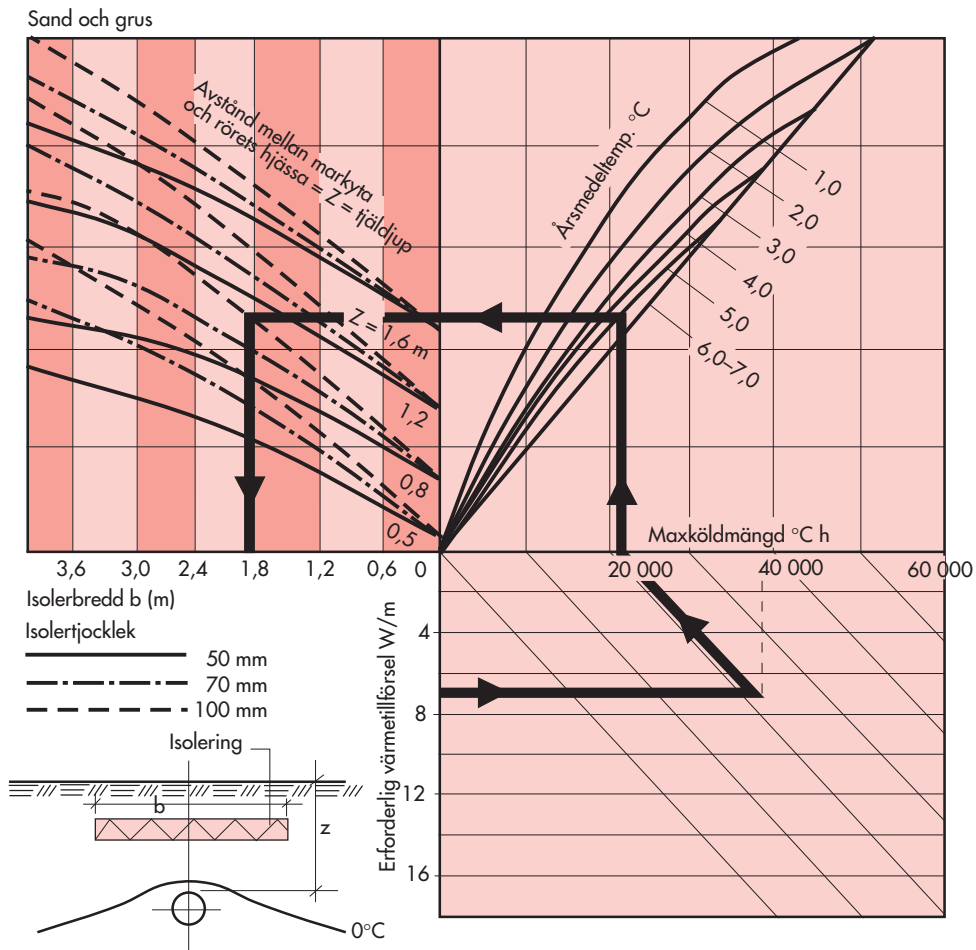


Diagrammet för bred rörgrav i berg, figur 21, visar att det krävs min 4 W/m tillförd värme vid denna isolertjocklek.

Figur 18.

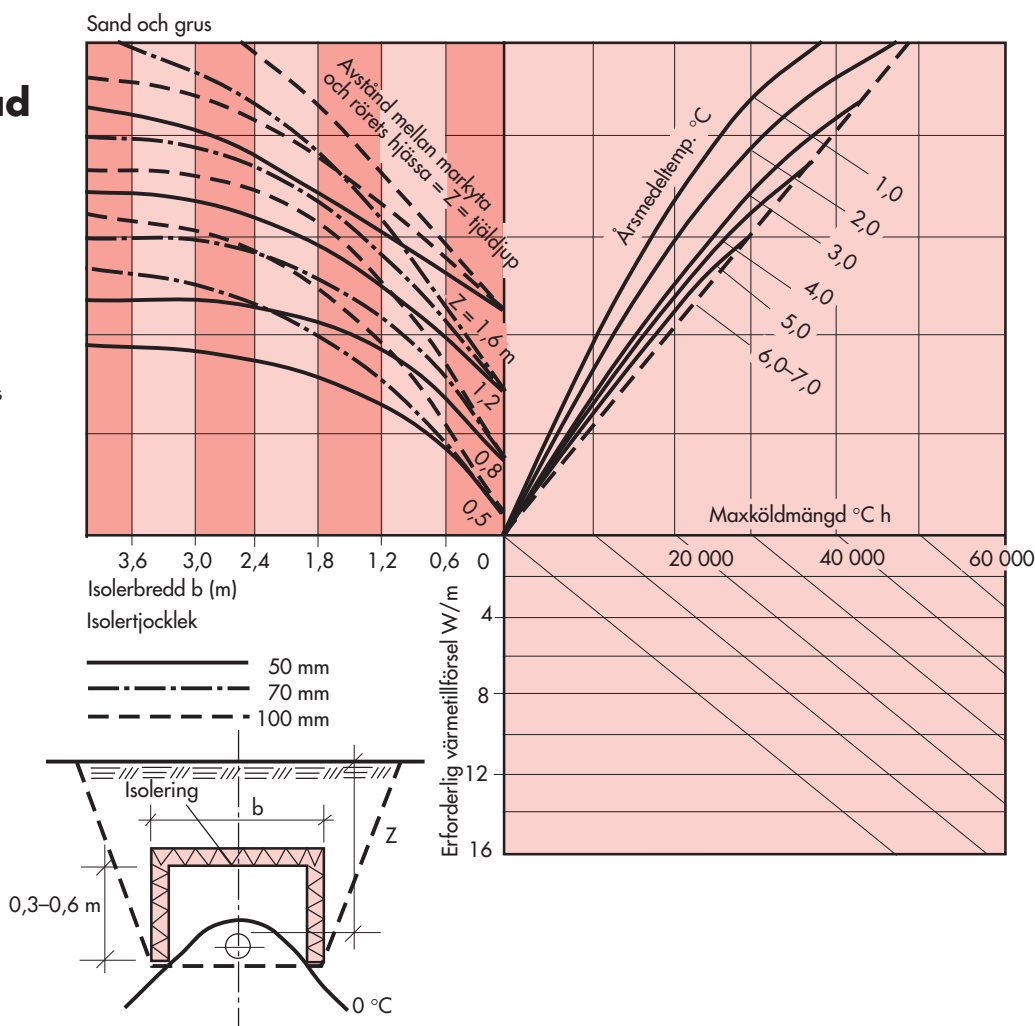
Horisontell isolering

Figur 19. Den isolerbredd och isolertjocklek som behövs för att uppnå ett tjäldjup av 0,5, 0,8, 1,2 resp. 1,6 m mitt under ett horisontellt isoleringslager vid olika köldmängder. Jordmaterial: Sand eller grus.



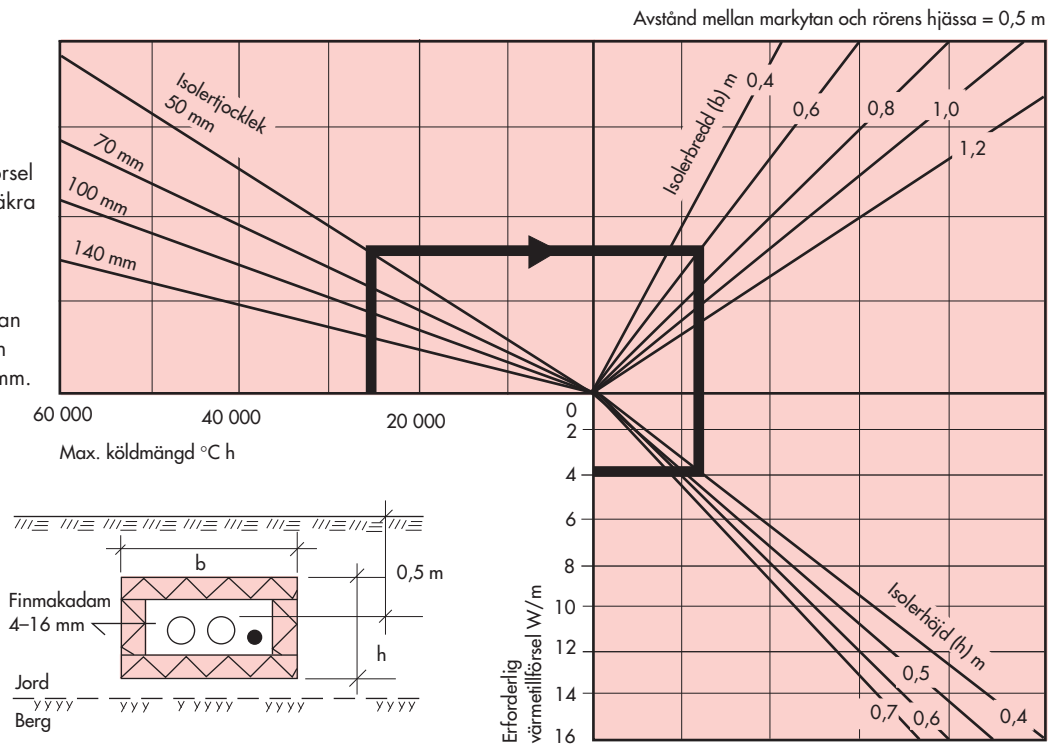
Hästskeformad isolering

Figur 20. Den isolerbredd och isolertjocklek som behövs för att uppnå ett tjäldjup av 0,5, 0,8, 1,2 resp. 1,6 m mitt under en hästskeformad isolering vid olika köldmängder. Jordmaterial: Sand eller grus.



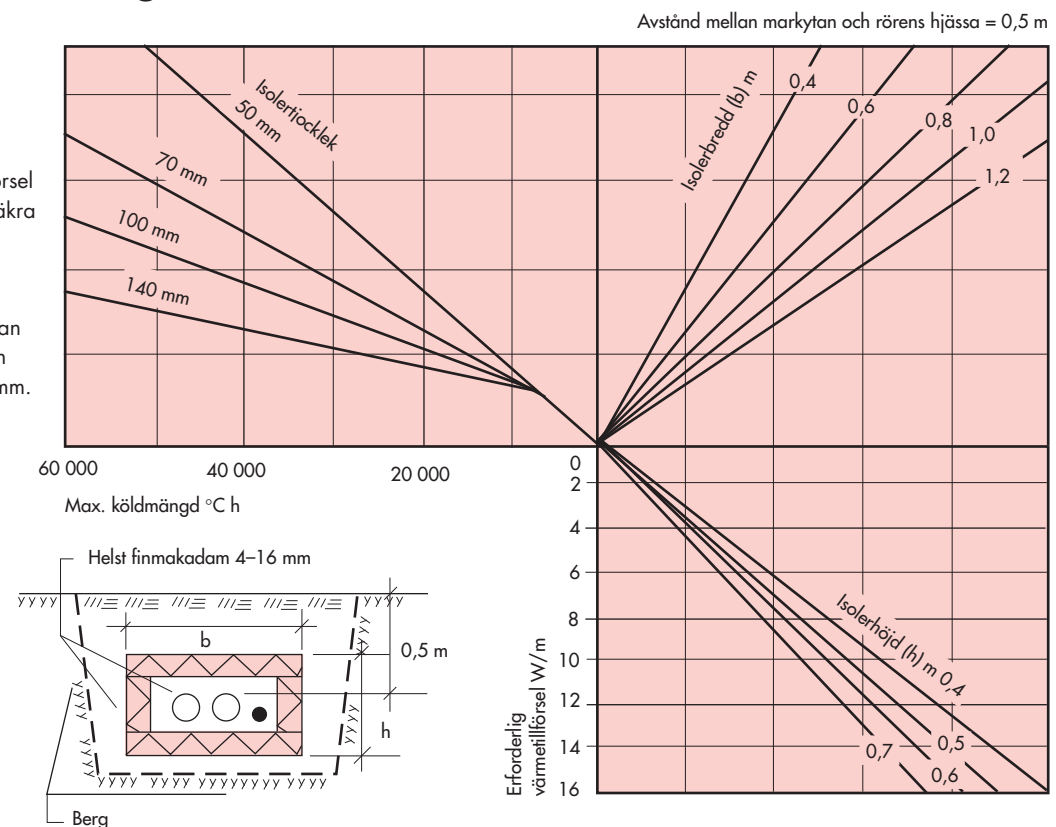
Bred rörgrav i berg

Figur 21. Den värmeförlust som behövs för att frostsäkra isolerade ledningar i s k bred bergsrörgrav. Ledningsdjup min 0,5 m. Ett praktiskt avstånd mellan rören, och mellan rör och vertikalisering, är 50 mm.



Smal rörgrav i berg

Figur 22. Den värmeförlust som behövs för att frostsäkra isolerade ledningar i en smal bergsrörgrav. Ledningsdjup min 0,5 m. Ett praktiskt avstånd mellan rören, och mellan rör och vertikalisering, är 50 mm.

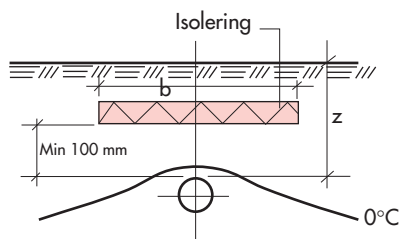


LATHUND – DIMENSIONERING

Tanken med denna lathund är att den skall kunna användas vid överslagsberäkningar och dimensionering av mindre arbeten. Värdena har tagits fram utan hänsyn till olika former av tillskottsvärme. Rörgrav i berg kräver noggrannare beräkning. Detsamma gäller för isolering i zon 6, där beräkningarna måste utgå från lokala förutsättningar.

Zon	Z (m)	Isoler-tjocklek (mm)	Isolerbredd, b, i m		
			Horisontell isolering		Hästskeformad isolering
			sand, grus	lera	sand, grus
1	0,5	100	2,1	1,2	1,2
		70	2,7	1,4	1,6
		50	-	1,8	-
	0,8	100	1,4	0,6	0,6
		70	1,8	0,7	0,9
		50	2,4	0,8	1,2
2	0,5	100	-	1,8	2,1
		70	-	2,4	-
		-	-	-	-
	0,8	100	2,4	1,2	1,4
		70	-	1,4	2,1
		50	-	1,6	-
	1,2	100	1,5	0,3	0,9
		70	1,8	0,3	1,2
		50	2,1	0,3	1,5
3	0,8	100	-	2,4	-
		70	-	-	-
		-	-	-	-
	1,2	100	-	1,5	2,4
		70	-	1,8	-
		50	-	2,1	-
	1,6	100	2,6	0,6	1,8
		70	3,0	0,8	2,2
		50	-	1,0	-
4	1,2	120	-	1,8	-
		100	-	2,1	-
		70	-	2,4	-
	16	120	3,0	1,2	2,1
		100	-	1,5	2,6
		70	-	1,8	-
	50	-	-	2,0	-
		-	-	-	-
		-	-	-	-
5	1,2	120	-	2,7	-
		100	-	3,0	-
		70	-	-	-
	16	120	-	2,2	3,0
		100	-	2,4	-
		70	-	3,0	-
	50	-	-	-	-
		-	-	-	-
		-	-	-	-

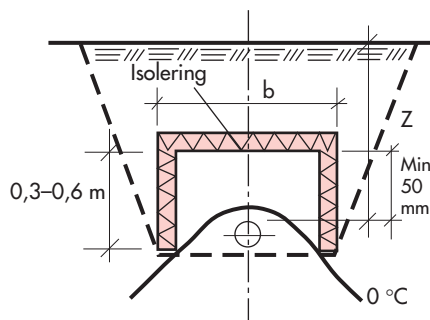
Tabell 5. Isolerbredd och tjocklek i olika klimatzoner vid olika läggningsdjup.



Figur 24. Horisontell isolering.



Figur 23. Klimatzoner.



Hästskeformad isolering.

Tjälisolering av ouppvärmade konstruktioner

De råd och anvisningar som vi ger här bygger på erfarenheter och forskning vid NBI.

Fundament och grundplattor till kalla byggnader på tjälfarlig mark måste grundläggas på frostfritt djup, eller isoleras. Markisolering ger enklare och billigare grundläggning. I princip skulle man, med väl tilltagen isolering, kunna bygga direkt på markytan och ändå undvika tjällyftning.

Ett material för markisolering i kall och fuktig miljö måste ha mycket låg fuktupptagning för att bevara sitt goda isolervärde. Det måste vara beständigt i markmiljö. I många fall ställs dessutom krav på hög tryckhållfasthet. Ecoprime uppfyller alla dessa krav och är det överlägset bästa materialet för markisolering.



DIMENSIONERING

Om grunden ska isoleras kan man göra en överslagsdimensionering utifrån kartan med zonindelning i figur 23. Tabell 6 anger isolertjockleken för de olika zonerna i figuren. Tabellen ger ett resultat på den säkra sidan, eftersom den inte tar hänsyn till effekten av jordlagret ovanför isoleringen. En överbyggnad på 500 mm motsvarar annars en extra isolertjocklek av 10 mm.

I överslagsdimensioneringen förutsätts att schaktbotten jämnas av med 100 – 200 mm sand, grus eller finmakadam. Om detta tjälsäkra underlag ökas till 400 mm kan isolertjocklekarna i tabell 6 minskas med 25 %.

Zon 6 täcks ej av den förenklade dimensioneringen. Man kan schakta undan tjälfarliga massor och kraftigt öka tjockleken på det tjälsäkra underlaget. Det går också att komplettera med värmekabel.

Zon	1	2	3	4	5
Isolertjocklek	40	50	80	120	180

Tabell 6. Isolertjocklekar i olika klimatzoner, mm.

PROJEKTERING

Plintar, golv och fundament

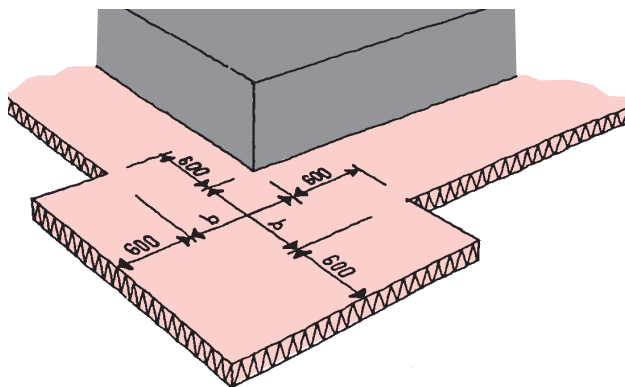
Ouppvärmda lokaler måste man förse med ett heltäckande isolerskikt under bottenplattan. Genomföringar skapar köldbryggor som kan medföra skador.

För att förhindra frosten från att tränga in under konstruktionen är det nödvändigt att låta isoleringen kraga ut, dvs sträcka sig en bit utanför konstruktionen. Storleken på denna utkragning i olika zoner, framgår av tabell 7.

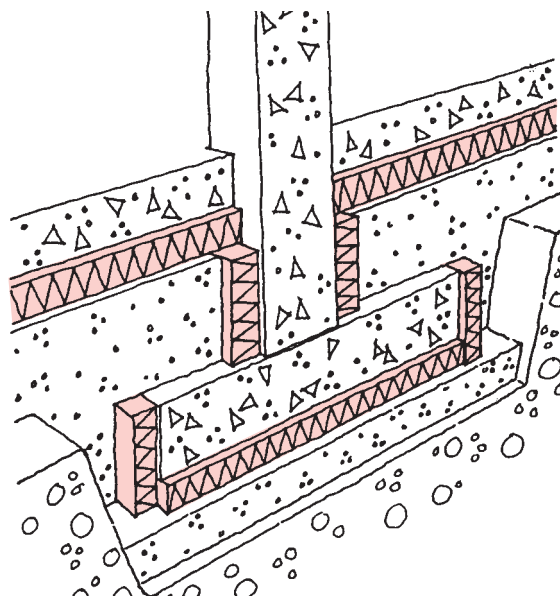
Isoleringen i hörn skall förstärkas, eftersom köldb belastningen där blir tvåsidig. Isoleringens utförande vid grundplatta framgår av figur 25. Genomgående pelare och väggar inne i grundplattan isoleras på undersidan enligt figur 26. Långsmala fundament isoleras enligt figur 27. I ändarna ökas utkragningen till de värden som gäller för plintar. Plintar och pelarfundament utkragas runt om, med mått enligt tabell 7.

Byggnadsdel	Utkragning, b, i m				
	1	2	3	4	5
Golv	0,8	1,0	1,1	1,3	1,5
Långsmala fundament	0,8	1,0	1,3	1,5	2,0
Plintar	1,1	1,3	1,8	2,3	3,0

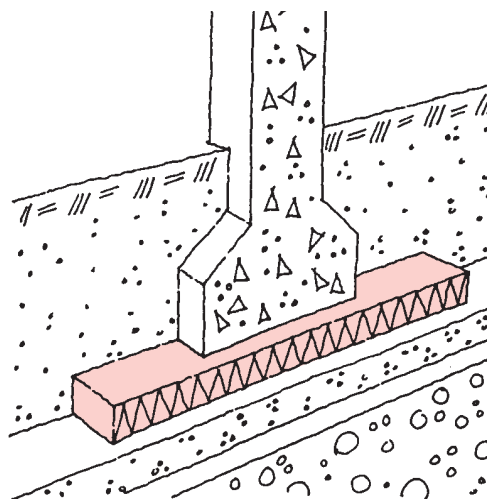
Tabell 7. Utkragning.



Figur 25. Utkragande isolering med förstärkta hörn.



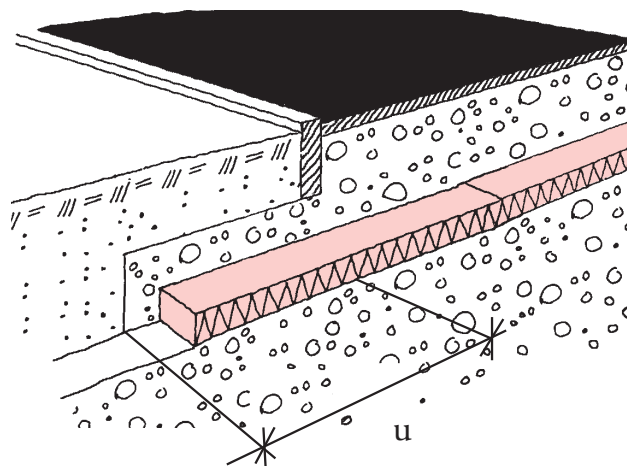
Figur 26. Isolering av genomgående pelare i isolerad grundplatta.



Figur 27. Isolering av långsmalt fundament eller vägg.

Garageinfaller och terrasser

Schakta bort till ett djup av 300 mm för trafikerade ytor och 100 – 150 mm för terrasser, med tillägg för isoleringens tjocklek. Utkragning enligt tabell 8. Lägg 100 mm grus eller sand på botten. Jämna av och packa med maskin så att isoleringen får ett stabilt och platt underlag. Lägg ut skivorna tätt och utan springor på det avjämnade underlaget. Välj Ecoprim 957-00 för trafikerade ytor. Täck utkravningen med 20 – 30 mm grus eller sand och komplettera med matjord eller grus efter önskemål. Täck isoleringen med minst 200 mm tjockt bärlager grus vid trafikerad yta. För terrasser är cirka 50 mm tillräckligt. Skiktet packas och jämnas av. Asfaltera eller lägg plattor enligt fabrikantens anvisningar. Väljs plattor vid trafikerad yta bör gruslagret ovan isoleringen vara minst 250 mm. Se figur 28.



Figur 28.

Byggnadsdel	Utkragning, b, i m Zon				
	1	2	3	4	5
Garageinfart eller terrass	0,8	0,8	1,0	1,2	1,4

Tabell 8. Utkragning.

Paroc Group är en av de ledande tillverkarna av mineralullsisolering i Europa. Till PAROC® produkter och lösningar hör byggisolering, teknisk isolering, fartygisolering, sandwichelement och akustikprodukter. Vi har tillverkning i Sverige, Finland, Litauen och Polen. Vi har sälj- och representationsbolag i 13 europeiska länder.



Byggisolering har ett komplett sortiment av produkter och lösningar för all traditionell byggisolering. Produkterna används huvudsakligen för värme-, brand- och ljudisolering av utvändiga väggar, tak, golv och källare samt i bjälklag och mellanväggar.



Teknisk Isolerings produkter används som värme-, brand- och ljudisolering till främst industriprocesser, apparater, fartyg och inom VVS-området.



Obrännbara sandwichelement har ett ytskikt av stålplåt och en kärna av stenull. Elementen används till ytterväggar, mellanväggar och undertak i offentliga byggnader samt affärs- och industribyggnader.

Informationen i denna broschyr är en beskrivning av de villkor och tekniska egenskaper som gäller för redovisade produkter och är gällande ända tills att den ersätts av nästa tryckta eller digitala version. Senaste versionen av denna broschyr hittar du dock alltid på www.paroc.se. Vi tar inget ansvar för om våra produkter användes utanför de i våra informationsmaterial beskrivna användningsområdena.

Redovisade byggkonstruktioner utgör områden där våra produkters funktion och tekniska egenskaper är väl beprövade. Informationen är dock inte att betrakta som en garanti då vi ej har kontroll över ingående komponenter från andra leverantörer samt utförandemomenten i byggprocessen.

Vi reserverar oss dessutom för om vår rekommenderade konstruktion eventuellt inte skulle generera förväntade värden vid en beräkning eller mätning av byggnadens energiåtgång. Detta eftersom energiåtgången är beroende bl a av valt energisystem och dess funktion.

På grund av kontinuerlig utveckling av våra produkter förbehåller vi oss rätten att göra förändringar och anpassningar i våra informationsmaterial.



PAROC AB

Byggisolering Sverige

541 86 Skövde

Telefon 0500-46 90 00

www.paroc.se

A MEMBER OF PAROC GROUP