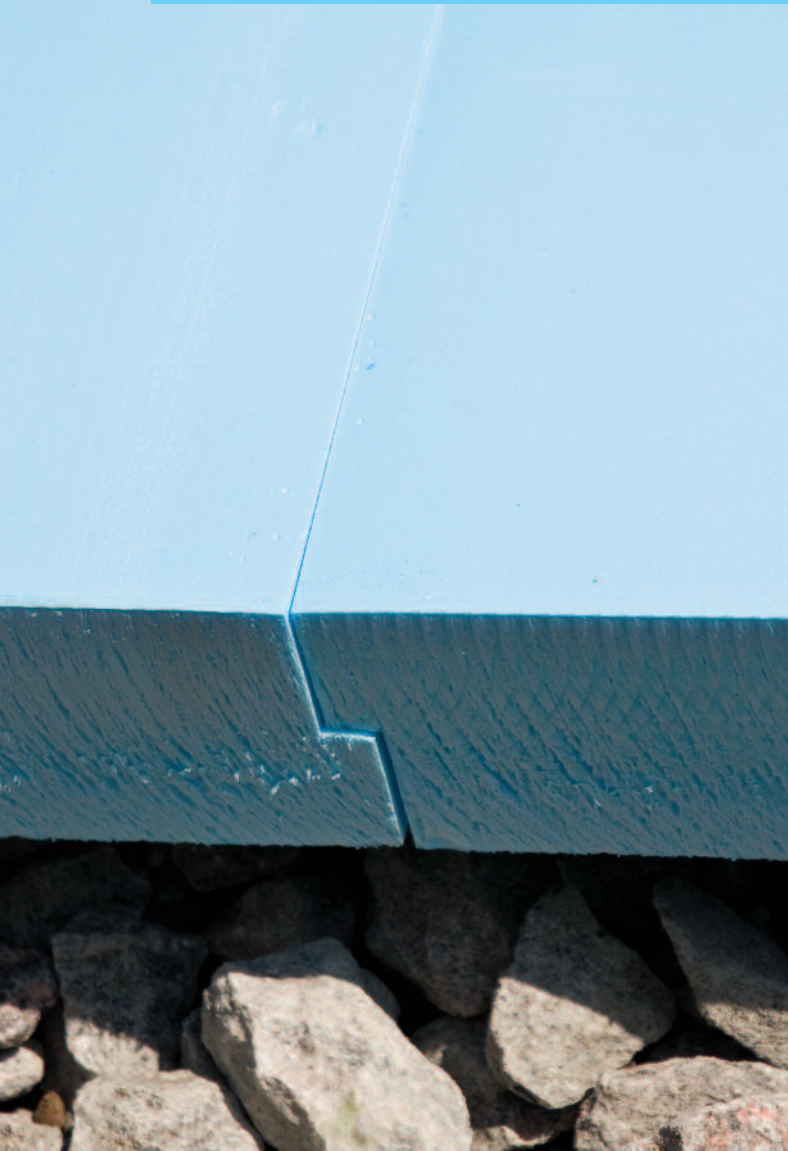


STYROFOAM™ XPS



Isolering av mark- och anläggningsarbeten

STYROFOAM™ - Extruderad Polystyren (XPS)



Observera!

Informationen i denna broschyr var den mest aktuella vid tryckningstillfället. Den kan komma att omformas. Vid specifikation av STYROFOAM är det viktigt att de absolut senaste anvisningarna och rekommendationerna följs. Kontakta DOW alternativt Isovers representanter eller besök våra webbsidor:

www.isover.se

www.styrofoameurope.com

Innehållsförteckning

STYROFOAM™ XPS

Introduktion	4
Isolering av vägar	5-10
Isolering av järnvägar	11-12
Isolering av flygfält	13
Lättfyllning (vägar/järnvägar)	14-16
Isolering i tunnlar	17
Isolering av VA-ledningar	18-26
Isolering av sportytor	27-29
Tjälisolering av ouppvärmda konstruktioner	30-33
Hantering och lagring	34
Exempel VA-dimensionering	35

Introduktion

Sverige är ett land med stora klimatvariationer och temperaturskillnader. Hela landet kan drabbas av markfrost och i norr kan frostdjupet bli runt två meter. Vägar samt andra trafiktytor och anläggningar måste skyddas för att kunna bibehålla sin funktion. Detta kan effektivt göras med STYROFOAM isoleringsskivor.

Genom isolering med STYROFOAM minskar riskerna för frostsador och därmed kostnaderna för reparationer och underhåll. Skivorna finns i flera olika utföranden och kan därför dimensioneras exakt för köldmängd och ändamål.

Denna form av frostisolering blir dessutom ofta enklare och billigare än utgrävning och fyllning med icke tjälfarliga material.

I följande avsnitt finns beskrivningar av de vanligaste mark- och anläggningsarbetena och hur de isoleras. Beskrivningarna är avsedda att visa på möjligheter, inte att fungera som exakta beskrivningar av anläggningsarbetet.

Genom att tjälisolera bevaras det värmemagasin som byggs upp i jorden under den varma årstiden. Samtidigt hindras frosten från att tränga ner, så att tjäle bildas och risk för tjälskador uppstår. Detta sparar stora summor i minskat underhåll och minskad energiåtgång.



Figur 1
Dimensioneringsförutsättningar
Sverige indelas i klimatzoner enligt figur

Isolering av vägar

Det har blivit allt vanligare att tjälisolera vägar med högeffektiva isoleringsmaterial. Genom att isolera med STYROFOAM-produkter kan man radikalt förenkla tjäl-skyddet i nya och befintliga vägar. Man har isolerat vägar med STYROFOAM i mer än 40 år. Ett av de äldsta objekten i Sverige är Edsvalla från 1966.

Fördelarna med STYROFOAM-produkter är många, för såväl väghållare som brukare. Ett förbättrat tjälskydd minskar markant kostnaderna för underhåll. En väg utan tjäl-skador ger ökad säkerhet. En jämnare väg innebär bättre körkomfort, samtidigt som bränsleförbrukningen minskar med miljövinster som följd.

Att använda STYROFOAM vid tjälisolering av befintliga vägar kräver mindre ingrepp i vägkonstruktionen men ger trots det en bibehållen bärighet under tjällossningstiden.

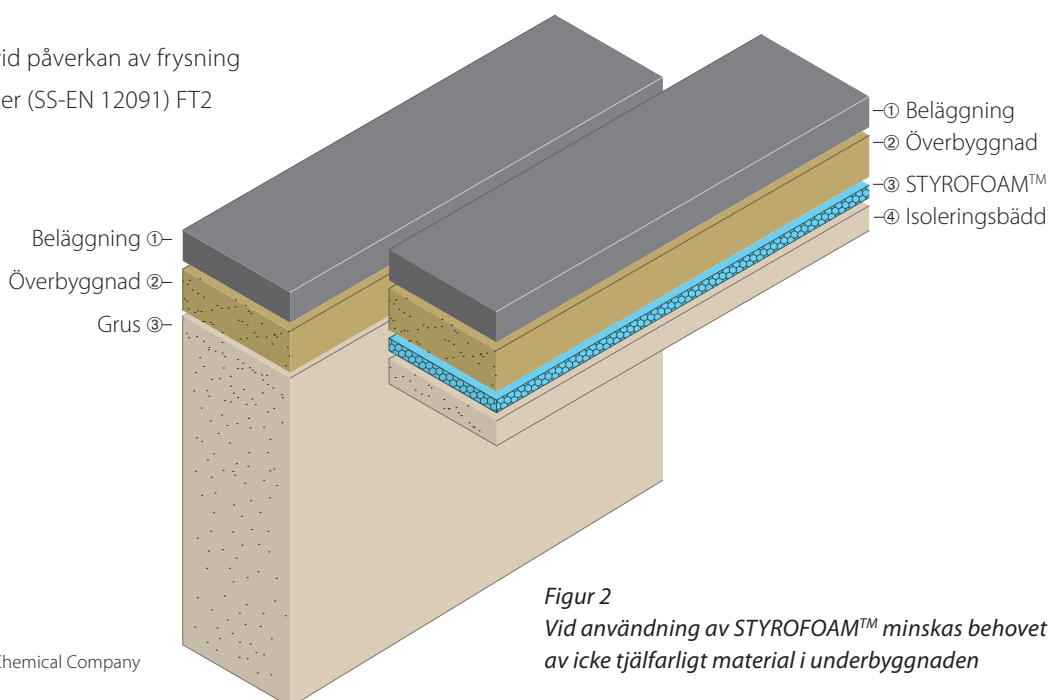
Förutsättningar

Flera huvudkrav som ska ställas på isoleringsmaterial för vägar:

- tillräcklig isoleringsförmåga mot frostnedträngning i tjälfarlig grund under konstruktionens livslängd (40 år)
- tillräcklig hållfasthet och styvhet för lång- och korttidslaster. Minsta tillåtna tryckhållfasthet, enligt AMA 07, vid max 2 % deformation 180 kPa alt max 5 % deformation vid 250 kPa
- mycket låg vattenabsorption vid diffusion (SS-EN 12088) $WD(V) < 3 \%$
- stor motståndskraft vid påverkan av frysning /tining i fuktiga miljöer (SS-EN 12091) FT2

Andra viktiga krav på materialet är att motståndsförmågan mot miljöpåverkan är god samt att byggproduktionsmetoderna är enkla och säkra.

Vid dimensionering av isoleringslagrets tjocklek ska enligt AMA 07 hänsyn tas till bl a klimatzoner, jordens frysmotstånd och köldmängd. I områden med varma somrar byggs ett större värmemagasin upp i jorden än där somrarna är svalare, även om summan av temperaturens dygnsmedelvärden under 0 °C under ett år är densamma. Även aktuell jämnhetsklass VR, undergrundens tjälfarlighet, trafikbelastning samt anläggnings- och underhållskostnader påverkar isoleringslagrets utformning. Dessutom kan exempelvis tjälutsatta sträckor och platser med stor risk för isbildning kräva särskilda åtgärder. Jordens tjälfarlighet bedöms efter provtagning enligt tjälkriterierna i AMA 07.



Figur 2
Vid användning av STYROFOAM™ minskas behovet av icke tjälfarligt material i underbyggnaden

FÖRSTÄRKNINGSLAGRETS TJOCKLEK

För att skydda isoleringen när resterande fyllning påförs och för eventuell byggtrafik fordras ett förstärkningslager.

- Minst 250 mm för cellplast med $\sigma_p \geq 0,35$ MPa
- Minst 350 mm för cellplast med $0,25 \text{ MPa} \leq \sigma_p < 0,35$ MPa

Vibrerande vält med större statisk linjelast än 25 kN/m får inte användas vid packning av lagret närmast cellplasten.

TRYCKHÅLLFASTHET

Om grusbädden är minst 250 mm rekommenderas STYROFOAM 400 och om den överstiger 350 mm, kan STYROFOAM 300 användas.

Lämplig produktkvalitet väljs ur broschyren STYROFOAM Produktfakta med hänsyn till dimensionerande lastpåkänning. Dessa värden är utpräglade korttidsvärden mätta enligt SS-EN 826. Vid längre tids belastningar ska värdena reduceras.

Tillåten lastpåkänning vid långtidslast är beräknad vid 2 % deformation efter 50 år och bör ej överskridas enligt SS-EN1606.

VÄRMEKONDUKTIVITET

Vid dimensionering av värmemotstånd i markanläggningar ska hänsyn tas till den fukt som isoleringen tar upp.

För STYROFOAM-produkterna är fuktupptagningen marginell.

För vägar ska frostskyddets isoleringsförmåga beräknas efter 40 år i vägkonstruktion enligt Vägverkets publikation VVTK.

Samtliga STYROFOAM-produkter uppfyller $\lambda_D \leq 0,036 \text{ W/m}\cdot^\circ\text{C}$.

TIDIG FROSTHALKA

Det är oväntade variationer i isbildningstendensen över kortare sträckor som är särskilt farlig. På ställen där isbildningstendensen är stor, t ex nära vatten eller i permanent skugga, bör man vara speciellt uppmärksam. Övergångar mellan isolerad och icke isolerad väg bör inte läggas på sådana ställen eller i kurvor.

ÖVERBYGGNAD

Nya vägar

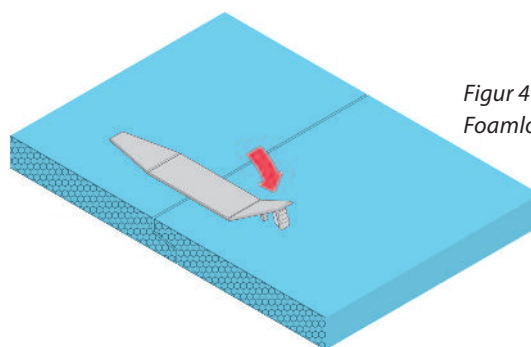
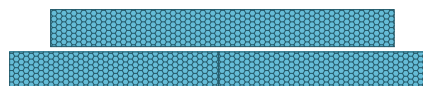
Vid dimensionering av överbyggnader beaktas följande faktorer:

- jämnhetsklass, VR
- undergrundens tjälfarlighetsklass
- aktuell klimatzon
- isoleringsmaterial
- frosthalka
- utspetsning

Tjälisolering med STYROFOAM isoleringsskivor ska alltid läggas på isoleringsbädd. Materialval görs enligt AMA 07. Isoleringsbädden ska utföras till full tjocklek - ≥ 100 mm – under såväl isolering som utspetsning. Isoleringsbädden ska ha samma längd och tvärlutning som terrassytan. Bädden jämnas av och packas med sex överfarter med vibrerande vält.

Isoleringen läggs på isoleringsbädden i ett eller två lager. Dubbla lager används för ofalsade skivor, där skivskarvarna förskjuts så att inga genomgående skarvar bildas (figur 3). Skivorna skjuts väl ihop och låses samman med särskild fästänordning – Foamlock (figur 04) Ca 1,5 Stk/m².

Figur 3



Figur 4
Foamlock

Ovanpå isoleringsskivorna läggs förstärkningslagret, enligt AMA 07, som bör uppgå till minst 500 mm. Förstärkningslagret ska läggas på försiktigt så att isoleringen inte rubbas ur sitt läge. Packningen utförs enligt AMA 07. Vältens statiska linjelast får inte överstiga 25 kN/m. Isoleringen bör läggas ut förbi vägkanten, se AMA 07; Fig DBG/1.

Befintliga vägar

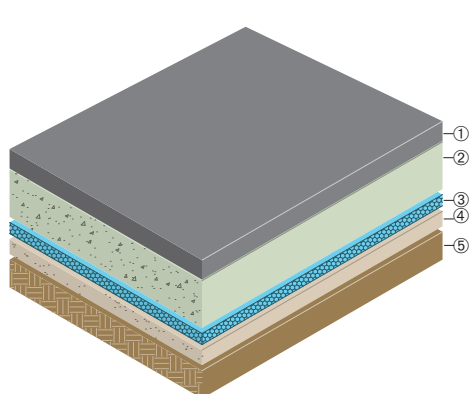
Vid förbättring av redan befintliga vägar kan isoleringsbädden utgöras av befintlig överbyggnad som jämnas av. För att minska störningarna på trafiken är det ofta nödvändigt att ta halva körbanan åt gången. En tillfällig avstängare längs mitten underlättar sammanpassningen av väghalvornas isoleringsskivor.

Avståndet till vägbaneytan bör vara minst 500 mm. Eftersom det isolerande skiktet bromsar värmeströmningen från värmemagasinet i vägens undergrund, kyls vägytan av snabbare än vid icke isolerade vägpartier. Därför kan temperaturen där sjunka under fryspunkten snabbare och orsaka oväntad isbeläggning och halka. Detta motverkas av ovan nämnda 500 mm.

TJÄLISOLERING

Nya vägar

Kraven på tjälisolering av nya vägar och trafikytor styrs av markens tjälfarlighet, vägstandarden, anläggnings- och underhållskostnader samt trafikbelastning. Figur 5 visar den principiella uppbyggnaden av en ny väg med tjälskydd av STYROFOAM isoleringsskivor.



Figur 5

- ① Beläggning
- ② Överbyggnad
- ③ STYROFOAM™
- ④ Isoleringsbädd
- ⑤ Undergrund

™ Varumärke som tillhör Dow Chemical Company

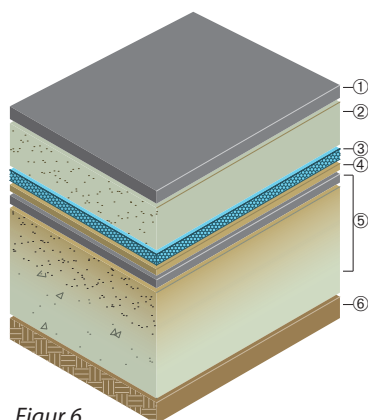
Befintliga vägar

Vid planläggning av isolering av befintliga vägar tas hänsyn till följande faktorer:

- grundförhållanden och dränering
- bärförmåga, tjälskjutningstendens och tjälskador i befintlig överbyggnad
- geometriska förhållanden (höjder, tvärprofiler etc)
- frosthalka
- utspetsning
- brunnar, kulvertar och fasta konstruktioner
- trafiktekniska förhållanden

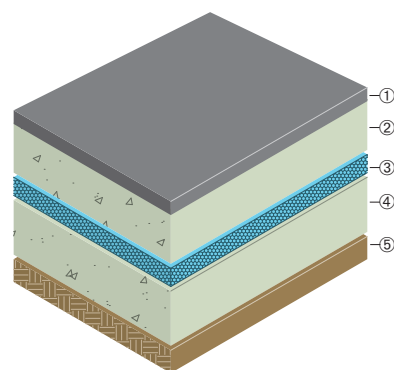
På befintliga vägar kan isoleringen antingen placeras med befintlig överbyggnad som grund (figur 6) eller grävas ner (figur 7). Nedgrävd isolering kan vara den bästa lösningen inom bebyggda områden för att exempelvis undvika ökning av höjden eller andra problem vid tomtgränser. I sådana fall måste naturligtvis även utspetsningsgränserna anpassas.

Frostdimensioneringen utförs i princip på samma sätt vid nya och befintliga vägar.



Figur 6

- ① Beläggning
- ② Överbyggnad
- ③ STYROFOAM™
- ④ Ev avjämningslager
- ⑤ Befintlig väg som ska bearbetas
- ⑥ Undergrund



Figur 7

- ① Beläggning
- ② Överbyggnad
- ③ STYROFOAM™
- ④ Nedre del av gammal överbyggnad
- ⑤ Undergrund

Tjälfarlighetsklass

Jordarterna indelas enligt AMA 07, s 187 Tabell DC/1 för vägtekiskt bruk, i fyra tjälfarlighetsklasser med hänsyn till deras tjällyftande egenskaper (tabell 1).

Tabell 1
Jordarter

Tjälfarlighetsklass	Beskrivning	Exempel på jordarter
1	Icke tjällyftande jordarter Dessa kännetecknas av att tjällyftningen under tjältningsprocessen i regel är obetydlig. Klassen omfattar grovkorniga jordarter samt organiska jordarter med organisk halt >20 %.	Gr, Sa, sa Gr, gr Sa, Gr Mn, Sa Mn, Pt
2	Något tjällyftande jordarter Dessa kännetecknas av att tjällyftningen under tjältningsprocessen är liten. Klassen omfattar blandkorniga jordarter med finjordshalt ≤ 30 viktprocent.	siSa, siGr, siSa Mn, siGr Mn
3	Måttligt tjällyftande jordarter Dessa kännetecknas av att tjällyftningen under tjältningsprocessen är måttlig. Klassen omfattar finkorniga jordarter med lerhalt >40 viktprocent, blandkorniga jordarter med finjordshalt >30 viktprocent.	Cl, ClMn, siMn, siS
4	Mycket tjällyftande jordarter Dessa kännetecknas av att tjällyftningen under tjältningsprocessen är stor. Klassen omfattar finkorniga jordarter med lerhalt ≤ 40 viktprocent.	Si, clSi, siCl, SiMn

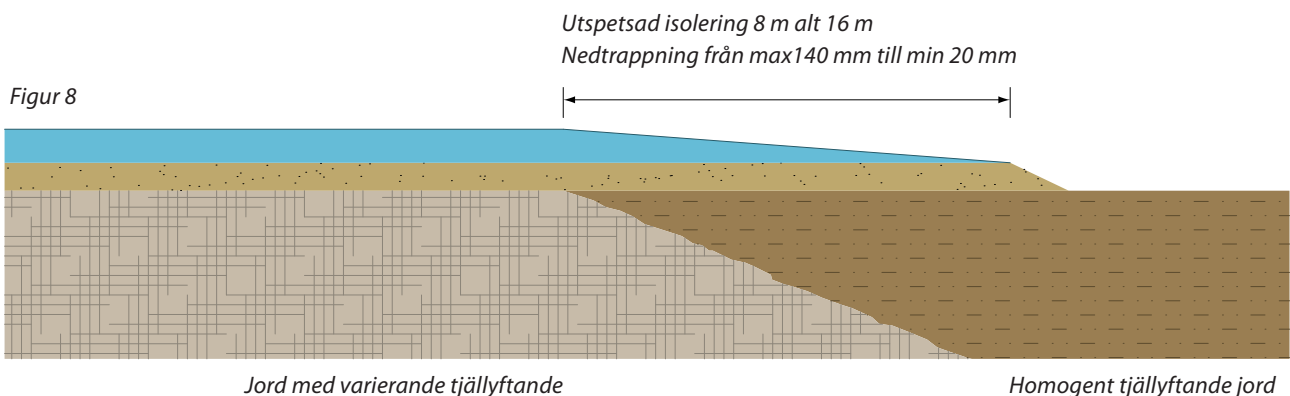
Tjälldimensionering

Erforderlig isoleringstjocklek (mm) för olika klimatzoner (se klimatzoner sid 4) och jämnhetsklasser VR. Vid isolering av terrass i tjälfarlighetsklass 2 och 3 kan angivna tabellvärden minskas med 10 mm (tabell 2).

Tabell 2
Isoleringstjocklek

Klimatzon	1	2	3	4	5
Referenshastighet VR < 50 km/h	20	40	50	70	100
Referenshastighet VR > 70 km/h	40	50	70	100	120

STYROFOAM-isolering i tjälfarlighetsklass 4 mätt i mm



UTSPETSNING AMA 07 DBG.111

För att undvika alltför tvära övergångar mellan isolerad och ickeisolerad vägbana, görs en utspetsning genom att isoleringstjockleken gradvis minskas mot icke isolerad väg (figur 8). Vid bergsskärning isoleras med full isoleringstjocklek tills man når homogent tjällyftande jord till en tjocklek av minst 1 m innan utspetsningen påbörjas.

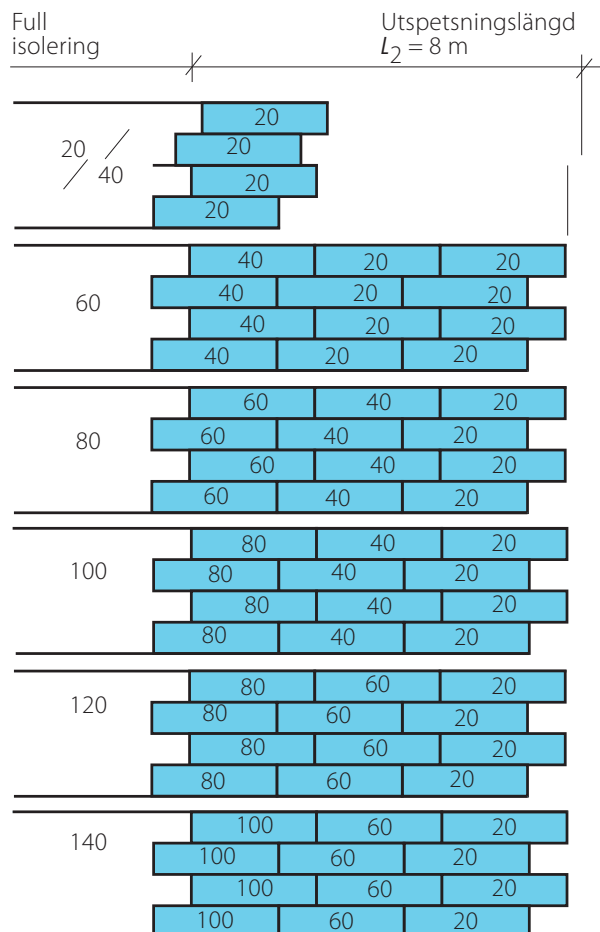
Nya vägar

Vid nyproduktion av vägar ska utspetsningen enligt AMA 07 anpassa till terrassens tjällyftande egenskaper. Skivorna läggs ut med 600 mm förskjutning och trappas av enligt AMA figur 9 samt figur 10. Skivorna låses till varandra med Foamlock.

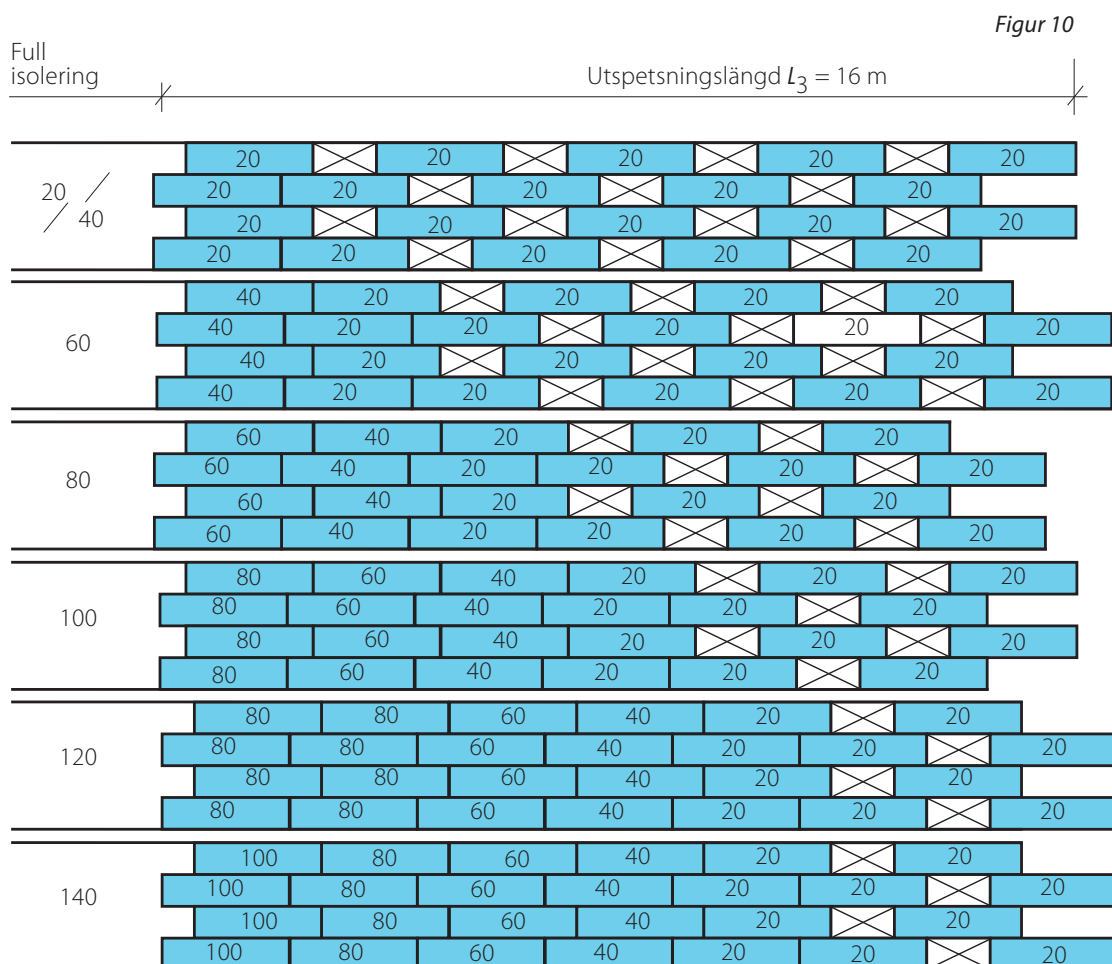
Befintliga vägar

För befintliga vägar kan det många gånger vara nödvändigt att öka utspetsningens längd till 24 m, om den gamla vägen har sämre uppbyggnad och tjälsäkring än den nya.

Utspetsningslängden måste ofta anpassas dels till anslutande vägar och tomtinfarter dels till den befintliga vägens tjälskjutning.



Figur 9



Figur 10

Trummor och kulvertar

Kulvertar och undergångar under vägar (gång- och cykel-tunnlar m m) Kan också vara nödvändiga att tjälisolera med hänsyn till tjällyftning i ovanliggande väg.

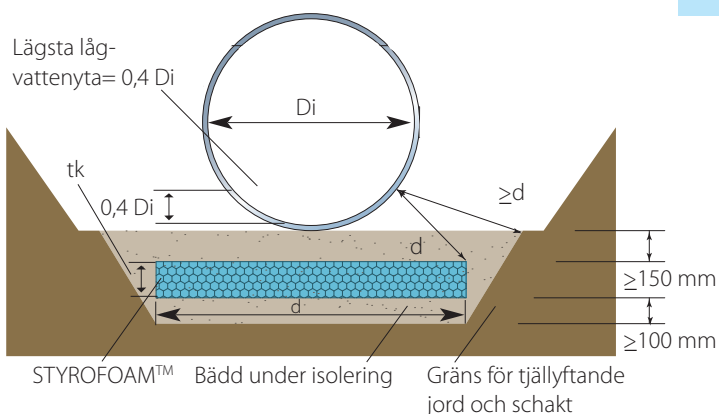
Tre fall beaktas:

- tjälisolering av själva kulvertkonstruktionen
- säkerhet mot tjällyftning i överliggande tjälisolerade väg
- säkerhet mot ojämn tjällyftning i överliggande icke tjälisolerade väg

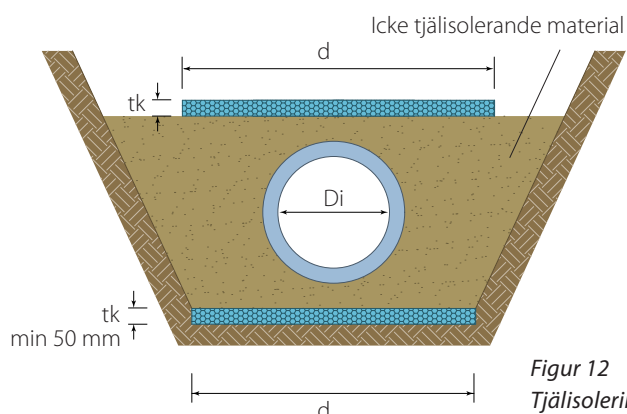
I kulvertar blir frostpåverkan olika beroende på om de är vattenförande eller torra. Vattenförande kulvertar ger ingen eller mycket liten frostpåverkan på marken. Mindre kulvertar fryser dock ofta torra vintertid och bör därför isoleras för att undvika tjälskjutning.

Små anslutningskulvertar med en innerdiameter under 500 mm behöver bara frostsäkras vid öppningarna.

Placeringen av STYROFOAM i genomskärning och vid öppningarna framgår av figur 11 och 12. I särskilt köldutsatta områden kan det vara aktuellt att kombinera STYROFOAM med ett lager underliggande icke tjälfarliga massor.



Figur 11
Tjälskyddad isolerad trumbädd. d = mått enligt tabell 5



Figur 12
Tjälisolering av kulvertar/trummor

Isoleringens tjocklek tk utläses ur tabell 3. Resultaten justeras eventuellt för särskilt kalla platser i området.

Tabell 3

Erforderlig tjocklek tk (mm) av STYROFOAM 300 BE-A-N, STYROFOAM 300 SL-A-N, alt. STYROFOAM 400 SL-A-N

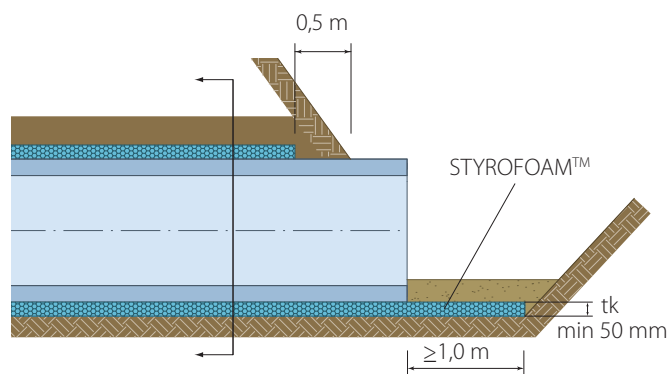
Klimatzon	1	2	3	4	5
Tjälfarlighetsklass 2-3 i underlag	-	20	40	50	70
Tjälfarlighetsklass 4 i underlag	20	40	50	70	100

För undergång användes tk utan reduktion. Erforderlig bredd d utläses ur tabell 4. Klimatzon finns på kartan sida 4.

Tabell 4

Erforderlig bredd d (m) av STYROFOAM 300 BE-A-N, STYROFOAM 300 SL-A-N, alt. STYROFOAM 400 SL-A-N

Klimatzon	1	2	3	4	5
Tjälfarlighetsklass 2-3 i terrass	0,9	1,3	1,5	1,6	1,7
Tjälfarlighetsklass 4 i terrass	1,1	1,5	1,8	1,9	2,0



Isolering av järnvägar

Järnvägar isoleras för att förhindra att lägesförändringar av spår uppkommer på grund av frosthävningar. Beslut om frostskyddets omfattning bygger på kännedom om klimatzoner samt medelköldmängd 1975.

Förutsättningar

STYROFOAM termisk isolering som frostskydd i järnvägar har kontinuerligt använts sedan 1975. STYROFOAM-isoleringen utgörs av skivor med varierande tjocklek och därför kan användningsområdet för frostskydd i spår anpassas inom hela landet med hänsyn till köldmängd och frostdjup.

Med anledning av Naturvårdsverkets förordning om HCFC och CFC har Banverket antagit en policy, att all termisk isolering ska utföras med HCFC- och CFC-fria cellplast produkter, typ extruderad cellplast. Termisk isolering ska inte utföras med produkter som innehåller bromerade flamskyddsmedel.

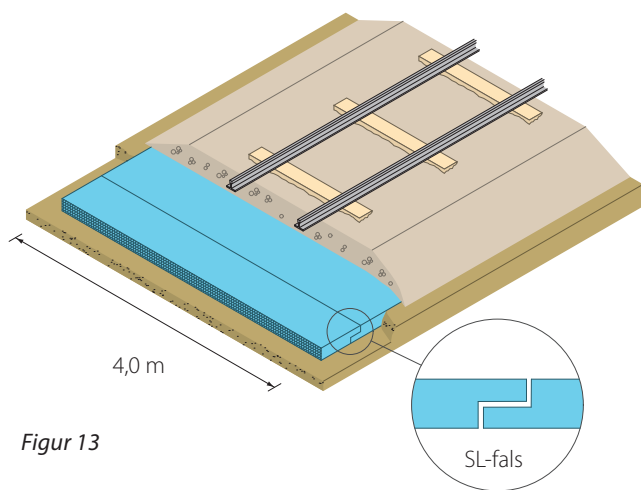
Banverkets policy tillgodoser härigenom Naturvårdsverkets förordning om att förebygga skador på atmosfären förorsakade av kemiska produkter.

Som frostskydd i spår får endast extruderad cellplast användas. Produktens värmeledningsförmåga, värme-konduktivitet, ska ha ett lambdavärde $\leq 0,036 \text{ W/mK}$ enligt BVS 585:53. STYROFOAM avsedd för axellaster på 250 kN ska ha en skrymdensitet på minst 40 kg/m^3 .

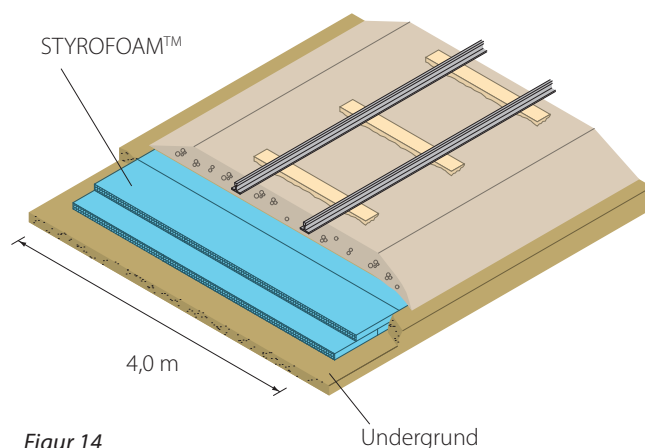
Vid de dynamiska belastningsförsöken ska deformationen mellan den 10:e och 2 000 000:e lastväxlingen vara högst 5 % av provets tjocklek enligt SP2687. Produkt avsedd för axellast 250 kN ska ha en tryckhållfasthet om minst 450 kPa. Detta motsvarar STYROFOAM 500 BE-A-N resp SL-A-N.

För att produkten ska få användas som isolering till järnvägar, ska materialet vara typgodkänt av Banverket efter test hos provningsinstitut som godkänts av Banverket. Detta regleras enligt den fullständiga testmetoden som redogörs i BVS 585:53.

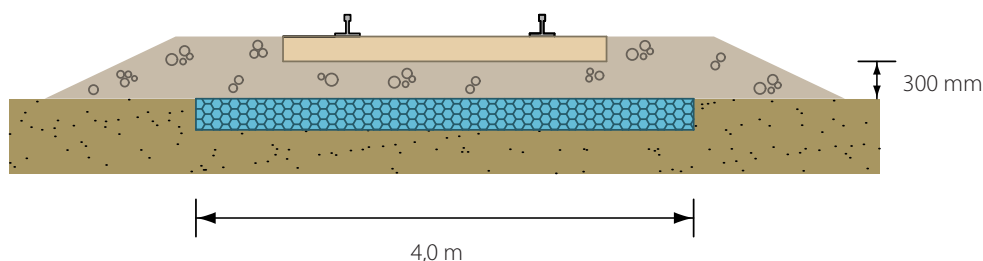
I befintliga spår läggs isoleringsskivorna med fördel i samband med ballastrening. Ballastreningssmaskinens schaktbredd ska vid läggning av 4,0 meter långa skivor vara minst 500 mm bredare än skivornas längd (figur 13 - 15).



Figur 13



Figur 14



Figur 15
Längsta läggningsdjup för isolering i banvall

UTSPETSNING

Utspetsningens längd varierar beroende på isolerings-tjocklek. Utspetsningsskivor bygger etappvis upp isoleringen från 30 mm till dess att avsett frostskydd uppnås samt trappar i omvänd ordning ner tjockleken där isoleringen upphör. Utspetsning görs inte där isoleringssträckan ansluts mot en fast anläggning utan risk för frosthävning av spåret, som exempelvis bro och berganläggning. Specifikation finns i BVS 585.53.

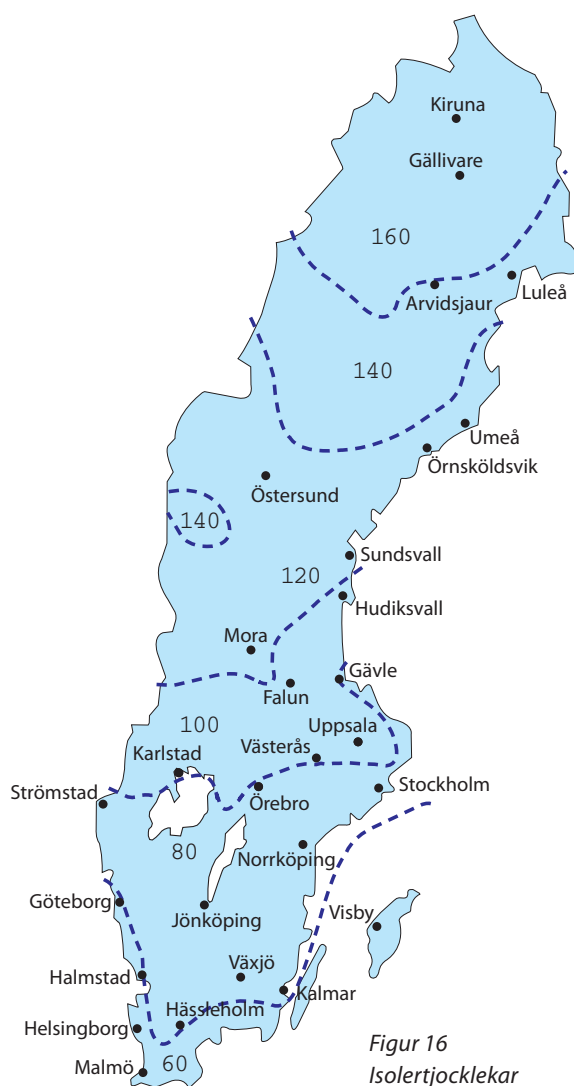
UTFÖRANDE

För isolering av järnvägar används STYROFOAM 500 BE-A-N/SL-A-N. För tjocklekar se figur 16. De extruderade cellplastskivorna läggs i två lager med förskjutna skarvar, figur 14, eller om skivor med fals används, läggs dessa i ett lager, figur 13.

Om frostskyddets tjocklek är mindre än eller lika med 100 mm kan STYROFOAM-isoleringen läggas i ett lager. Då ska skivorna vara falsade längs skivornas långsidor för att undvika köldbryggor. Vid tjockare frostskydd än 100 mm används rakkantade STYROFOAM isoleringsskivor i två lager.

Det isolerande lagret läggs högt i banfundamentet med minst 30 mm ballast mellan skivorna och syllarnas underkant. Beroende på risken för tjälbildning läggs en grusbädd av varierande tjocklek under STYROFOAM-skivorna. Endast extruderad cellplast godkänd av Banverket enligt BVS 585.53 får användas i spår.

Samtliga STYROFOAM-produkter uppfyller Lambda D $\leq 0,036 \text{ W/m}\cdot^\circ\text{C}$.



Figur 16
Isolertjocklekar

Tabell 5

Vertikal tryckhållfasthet	STYROFOAM 400 BE-A-N/SL-A-N	STYROFOAM 500 BE-A-N/SL-A-N	STYROFOAM 650 BE-A-N/SL-A-N
Axellast, kN	≤ 225	≤ 250	< 300
Densitet, kg/m^3	35 – 40	40 – 50	40 – 50
Tryckhållfasthet, kPa	≥ 350	≥ 450	> 600
Deformation, % av tjocklek	≤ 5	≤ 5	< 5
Dynamiska kompressionskrav			
Axellast, kN	≤ 225	≤ 250	< 300
Belastning, max. kPa	150	200	275
Belastning, min. kPa	10	10	10
Belastningsform, trapetsformad fyrkantsvåg med stigtid vid 0 % av amp., millisek.	20	20	20
Deformation, % av tjocklek	≤ 5	≤ 5	< 5
Lastväxlingar, antal	2×10^6	2×10^6	2×10^6
Lastväxlingar, Hz	1,0 - 4,0	1,0 - 4,0	1,0 - 4,0

Isolering av flygfält

Flygfält ska uppfylla mycket höga krav på hållfasthet och jämnhet. Detta innebär bl.a. att särskilt höga krav måste ställas på tjälsäkerheten. Därför tjälisoleras flygplatser, såväl civila som militära med STYROFOAM.

Förutsättningar

Ett flygplan har extremt höga hjultryck, när det står stilla. Detta ställer ytterst höga krav på beläggningen och isoleringen. Den måste tåla de höga lasterna från hjultrycket i kombination med den dynamiska belastningen vid landning. Den mekaniska nötningen är extrem vid landning och inbromsning samt vid svängar, då hjulens vridning är stor. Beläggningen/isoleringen måste även klara längre tids statisk belastning vid på- och avstigning.

Isoleringen dimensioneras individuellt för varje flygfält med hänsyn tagen till de lokala mark- och väderleksförhållandena. Isoleringens tjocklek bestäms av klimatzon och krav på jämnhet. Markisoleringen dimensioneras högre än för vägar, eftersom extra höga krav ställs på ytans jämnhet samtidigt som behovet av underhållsarbete ska minimeras.

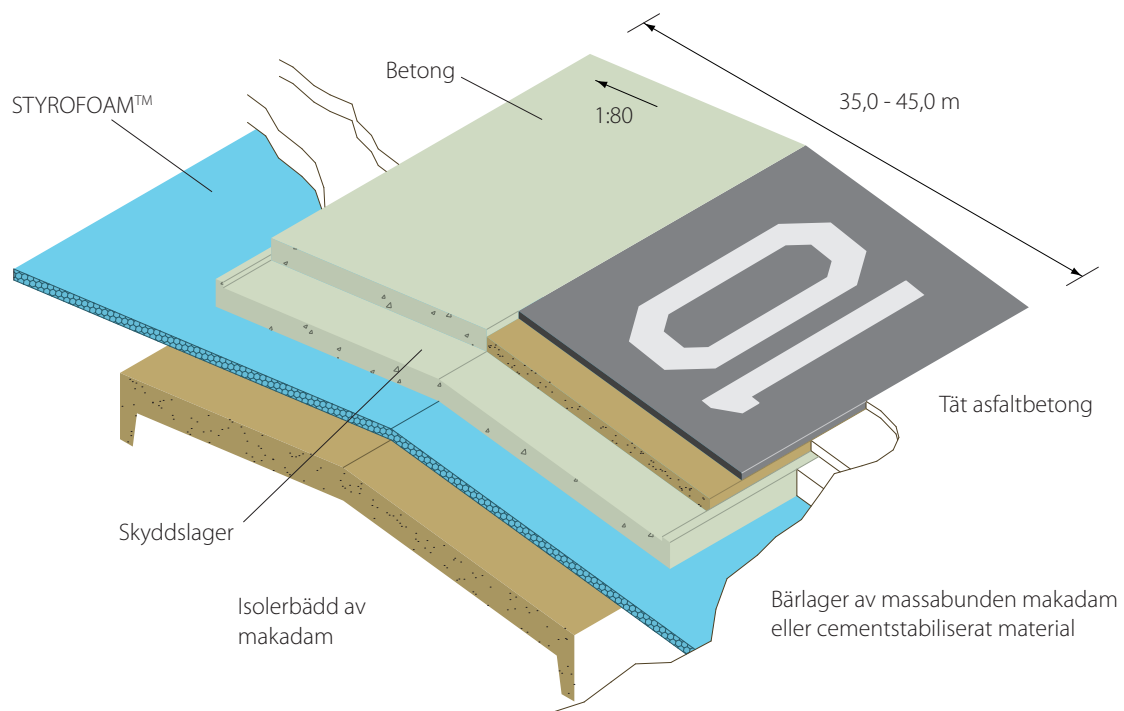
UTFÖRANDE

STYROFOAM 400 SL-A-N uppfyller normalt de krav på tryckbeständighet som ställs på flygplatser. STYROFOAM 400 SL-A-N används vid flygplatser i mycket kalla klimat för att även sommartid behålla permafrosten i marken under banan.

Förstärkningslagrets tjocklek bestäms av de laster som belastar ytan samt den lastspridning som sker i förstärkningslagret. Ytbeläggningen utgörs av asfaltbetong eller cementbetong.

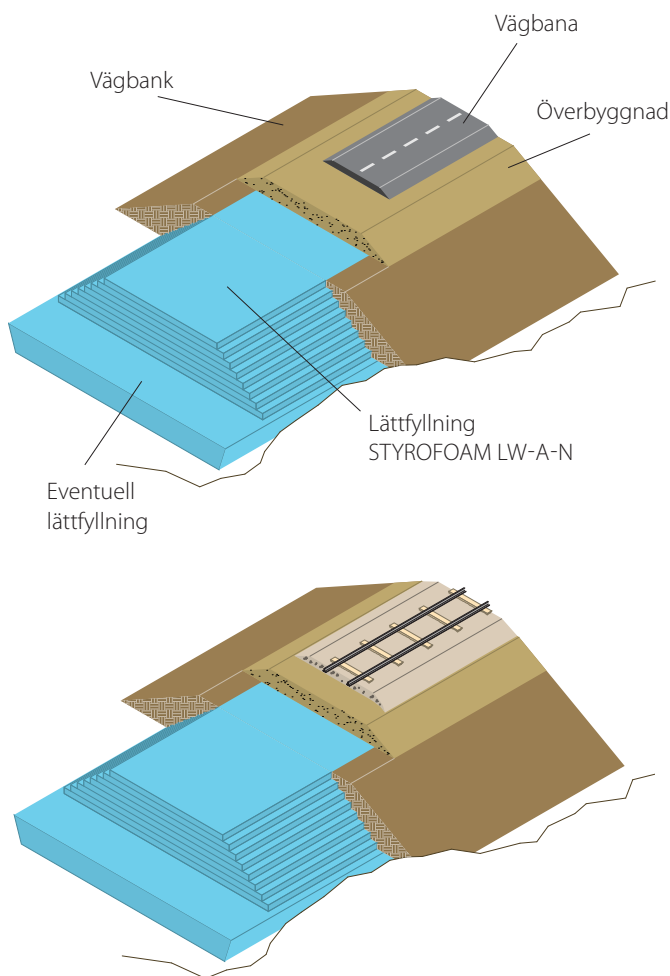
Förstärknings- (skydds-)lager med bärlagergrus i övre delen, kapillärbrytande material i den undre delen.

Startbanorna isoleras alltid i hela sin bredd och spetsas ut i längdriktningen. Utspetsningens längd anpassas individuellt, men ska alltid vara minst 24 meter. I banans bredd kragas isoleringen ut och spetsas ut i erforderlig omfattning.



Figur 17
Normalsektion genom startbana med betongbeläggning och asfaltbeläggning

Lättfyllning (vägar/järnvägar)



Figur 18
Lättfyllning i vägbank/järnvägsbank

För att uppnå stabilare grundförhållanden på exempelvis byggarbetsplatser eller i vägbankar kan delar av den underliggande jorden ersättas med s.k. lättfyllnader av STYROFOAM LW-A-N. Den gör det möjligt att utföra konstruktioner på mark med dålig bärighet (figur 18).

Metoden kan också användas för att ersätta massor i en tillfartsbank till en bro. Därigenom minskar belastningen på och rörelse av brofästet (figur 19). Konstruktioner med lättfyllnader kan också användas för att minska strukturella laster i exempelvis nedgrävda parkeringshus. STYROFOAM LW-A-N får då ersätta en del av det övre jordlagret. Metoden är enkel och kostnadseffektiv, då alternativet många gånger skulle vara förstärkning med stål eller betong.

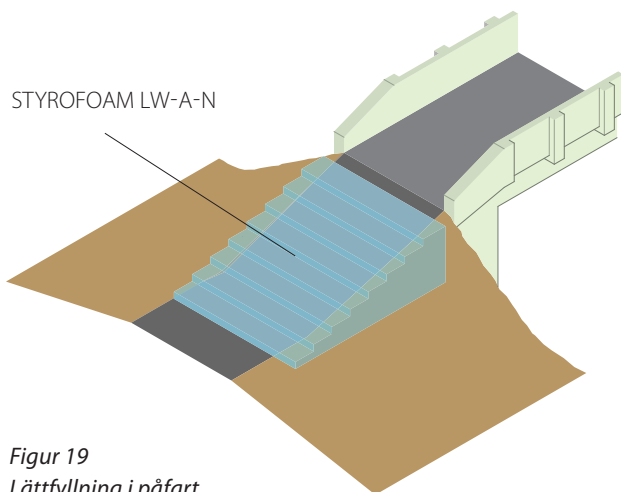
Viktbesparingen är betydande. Att ersätta den undre hälften av ett 600 mm tjockt jordlager med STYROFOAM LW-A-N minskar vikten med mer än 500 kg/m². För att undvika sättningar är det viktigt att lättfyllnadsskivorna är plana och inte deformeras av statiska eller dynamiska belastningar.

FÖRUTSÄTTNINGAR

STYROFOAM LW-A-N som har utvecklats och producerats speciellt för väg- och järnvägsapplikationer, där hög hållfasthet och överlägset fuktmotstånd är nödvändigt.

Materialet kombinerar utmärkt fuktmotstånd under lång tid med hög tryckhållfasthet. STYROFOAM LW-A-N motstår deformation och krympning, vilket eliminerar risken för sättning eller sjunkning.

Genom att byta ut en del av den tunga jorden vid mark med dålig bärighet mot STYROFOAM LW-A-N, kan bärigheten väsentligt förbättras. Materialet kan även användas för förbättrad bärighet samt förbättrad stabilitet vid väg- och järnvägsbankar.



Figur 19
Lättfyllning i påfart

STYROFOAM LW-A-N kan dessutom användas för att begränsa, eliminera eller utjämna sättningar. Andra användningsområden är att jämna ut sättningar mellan ett icke-förstärkt parti och ett som förstärkts med pålar. Lättfyllnad med STYROFOAM LW-A-N reducerar jordtrycket (horisontaltrycket) mot stödkonstruktioner.

Vid landfästen till järnvägsbroar läggs normalt inte lättbanksfyllnad, eftersom problem kan uppstå när materialet tar upp broms- och accelerationskrafter. Banverkets brokonstruktör måste godkänna utformningen, om lättfyllnad ska användas som motfyllning mot en järnvägsbro.

DIMENSIONERING

Anvisningarna baserar sig på Banverkets handbok "Lättfyllning i järnvägsbankar" (BVS 585.11).

STYROFOAM LW-A-N är godkänd enligt Banverket BVS 585.11

DENSITET

Den karakteristiska densiteten hos STYROFOAM LW-A-N antas vid en brukstid på 100 år uppgå till den nominella tungheten plus en vattenmängd för dimensioneringsperioden motsvarande $0,4 \text{ kN/m}^3$. Alternativt sätts den karakteristiska tungheten till 0 kN/m^3 , där det mest ogynnsamma värdet används.

Den dimensionerade tungheten kan med en partialkoefficient på 1,3 och en brukstid av 100 år sättas till $1,0 \text{ kN/m}^3$. Vid risk för lyftning sätts den dimensionerade tungheten till $-10,0 \text{ kN/m}^3$.

HÅLLFASTHETS- OCH

DEFORMATIONSEGENSKAPER

För att undvika sättningar är det väsentligt att lättfyllnadsskivorna är plana och inte deformeras av statiska eller dynamiska belastningar. Speciellt viktigt är det vid fyllning av järnvägsbankar. Tjocklekstoleransen är därför satt till $\pm 0,5 \%$. Tryckhållfastheten vid korttidsbelastningar bestäms enligt SS 16 95 24 (6) angiven metod. Den är satt till minst $0,25 \text{ MPa}$ vid 5% relativ deformation eller vid brott, det som först inträffar.

För dynamiska belastningar gäller, att deformationen mellan lastväxling 10 och 2 000 000 inte får överstiga 2% vid dynamiska belastningsförsök utförda enligt speciell provningsmetod av Banverket, metod SP2687.

UTFÖRANDE

STYROFOAM LW-A-N levereras i krympplastförsedda bundat med en nominell tjocklek av 400 mm. Standardformatet är $2,4 \text{ m} \times 600 \text{ mm}$. Andra längder kan offereras på begäran.

- Buntarna läggs ut på tjälfritt, väl avjämnat, packat och dränerat underlag. Avjämningsbädden kan utgöras av ett ca 100 mm tjockt lager av natur- eller krossmaterial, 0 - 32 mm. Packningen utförs med vibratorplatta med en vikt av minst 75 kilo. Fyra överfarter görs.
- Avjämningsbädden utförs med en ytjämnhet av $\pm 10 \text{ mm}$ per 3,0 meter och får avvika högst $\pm 20 \text{ mm}$ från teoretiskt höjdläge.
- Buntarna läggs ut i "tegelstensmönster", för att förhindra att skarvarna hamnar över varandra. Skarvarna förskjuts minst 250 mm, i undantagsfall ner till 200 mm.

LÄTTFYLLNING

Utläggningen sker lagervis med buntarnas längdriktning varannan gång i vägens/järnvägens längdriktning respektive tvärriktning.

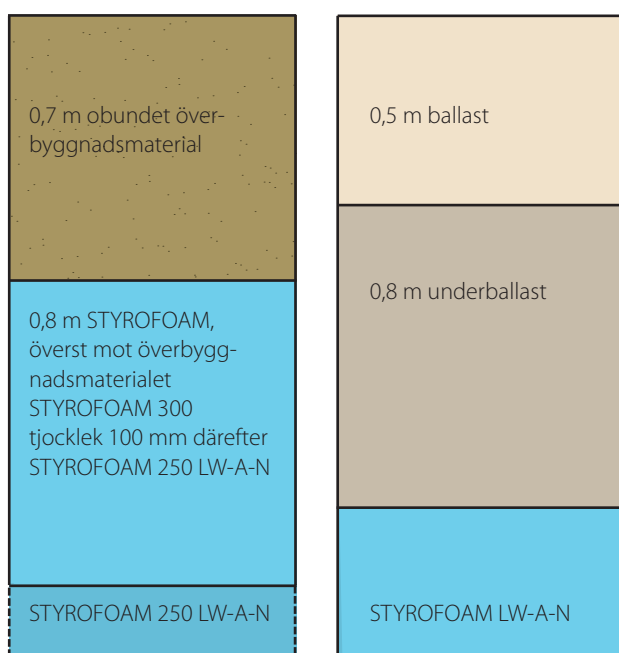
- För att förhindra att buntarna blåser bort i byggskedet förankras ytterraderna. Ca 1 meter långa armeringsjärn sticks genom isoleringsbuntarna med 1,0 - 2,0 meters centrumavstånd.

En kontinuerlig inspektion av varje lager, för att kontrollera att det ligger plant, är nödvändig. Ju högre utfyllning desto viktigare.

Sluttningsvinklarna bestäms av de geotekniska omständigheterna, men ska inte i något fall vara brantare än 1:1,5. Sidorna av utfyllnaden ska vara stegade om höjden inte understiger en meter. Då kan vertikala sidor konstrueras.

STÖDFYLLNING AV SLÄNTER

- Fyllningen ska utgöras av underballast med kvalitet enligt AMA Anläggning 07 DCH.15. Sprängsten ska inte användas.
- Stödfyllning för slänter ska påföras med försiktighet. Det är lämpligt att lyfta ballasten på plats med grävsropa/ lastskopa.
- Fyllningen packas försiktigt med skopa eller vibrator-platta.
- Fyllningens tjocklek mot cellplastytan ska vara minst 500 mm.
- Fyllningens släntlutning läggs $\geq 1:2$.



Väg

Järnväg

Figur 20

ÖVERBYGGNAD (figur 20)

- Underballast med kvalitet enligt AMA Anläggning 07 DCH.15, inte sprängsten, läggs försiktigt ut på cellplasten. OBS! Underballasten får inte tippas direkt på cellplastbuntarna. Första lagret ska tippas bredvid och bredas ut i ett ca 400 mm tjockt lager.
- Packningen av det första lagret utförs med fyra överfarter av vibrerande vält med statisk linjelast av högst 20 och lägst 15 kN/m eller utrustning med motsvarande packningseffekt.
- Resterande ballast/underballast läggs ut med en lagertjocklek som är beroende av tillgängligt packningsredskap. Packningen utförs enligt Anläggning AMA 07 DCH 1 & 3.
- Hjulfordon får inte trafikera ytan förrän minst 400 mm överbyggnad lagts ut på cellplasten.
- För vägar gäller att mellan cellplastens överyta och vägens överyta ska finnas minst 0,7 m obundet material, enligt VVTK Väg.
- För järnväg ska mellan cellplastens överyta och underkant spår finnas minst 0,8 m underballast för förstärkning enligt AMA 07 DCH.15 och 0,5 m ballast enligt AMA 07 DCH.31.

Egenskaper	Metod	Enhet	STYROFOAM LW-A-N
Tryckhållfasthet (max. 5 % def.)	SSEN 826	kPa	250
Dynamisk deformation	Banverket	%	< 2
Vattenupptagning	DIN 53434	Vol %	< 0,2
Längd		mm	2 400
Bredd		mm	600
Tjocklek/paket		mm	400
Tjocklektolerans		%	$\pm 0,5$ (Järnväg)
Cellgas			Luft
Vid diffusion	EN 12088	Vol %	< 3

Tabell 6

STYROFOAM LW-A-N är godkänd av Banverket och uppfyller kraven i BVS 585.11

Isolering i tunnlar

I tunnlar sipprar ofta vatten fram ur berggrunden i såväl valv som botten. Ju närmare tunnelöppningen vattnet kommer, desto större risk för att det ska frysa och förorsaka svallis. På grund av vattentrycket kan vatten- och ismängderna bli betydande och förorsaka säkerhetsproblem.

Att frostsäkra tunnlar kan innebära:

- att frostsäkra dränering
- att tjälskydda trafikbanan
- att vatten- och frostsäkra tunnelvalv

Frostsäkring av tunnlar ställer stora krav på isoleringsmaterial. Låg vattenabsorption vid diffusion, frysings- och tiningbeständighet och hög tryckhållfasthet är egenskaper som ska bibehållas under tunnelns hela beräknade livslängd (50 år). STYROFOAM-produkterna uppfyller samtliga dessa krav enligt SS-EN 12080. 12091.

FROSTBELASTNING

På grund av olika faktorer som exempelvis vind, "skorstenseffekt", kallras, sug-effekt från trafiken och mekanisk ventilation tränger frosten alltid in i en tunnel. Frostsäkringen utgår från F10 års vintern ($h^{\circ}\text{C}$) och betecknas F10T. Frostmängd i uteluften framgår av kommuntabell och korrigeras efter höjd över havet. Därefter beräknas lokala värden för F10T.

FROSTSÄKRING AV TUNNELDRÄNERING

Läckor i botten ska ha frostsäker avrinning från inloppsstället till frostsäkert dräneringsdike. Detta uppnås vanligtvis genom isolering med STYROFOAM.

Isoleringen läggs så djupt som möjligt i diket. En skivbredd om 600 mm är vanligtvis tillräckligt. Se även "Isolering av VA-ledningar".

VÄGBANAN/BANVALL

För att anlägga vägbanan/banvallen rensas tunnelbotten ner till den nivå som krävs för att ge plats för överbyggnaden. De tunneltmassor som ligger kvar därunder kan ofta vara tjälfarliga, vilket kan orsaka tjällyftning och dålig bärighet i kombination med vattentillförsel. Underliggande massor bör alltså tjälsäkras under ogynnsamma vattenförhållanden.

Väg/banvalls materialet dimensioneras i övrigt som för vägar/banvallar när det gäller materialstandard inklusive bärighet och minsta isoleringstjocklek. Någon risk för isbeläggning på grund av värmeavgivning finns inte i tunnlar.

UTFÖRANDE

STYROFOAM 300 SL-A-N/STYROFOAM 500 SL-A-N används som isolering. Eventuellt kan andra kvaliteter (tryckhållfasthet) beräknas av konsult.

Belastningen på isoleringen under anläggningsperioden är som regel dimensionerande (som exempelvis vid utläggning av cementstabiliserat grus).

Skivorna ska ha fals för att förhindra att köldbryggor uppstår. De bör sammanfogas med Foamlock, för att de inte ska glida isär när bärlagret påförs.

Frostsäkring av tunnelvalv

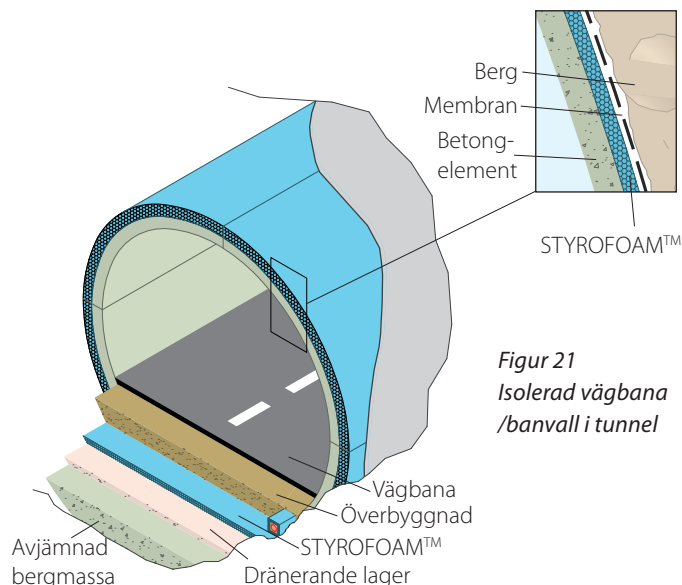
Aktuella metoder med SYROFOAM är prefabricerade betongelement, färdigisolerade med STYROFOAM 250 SL-A-N. Isoleringens tjocklek dimensioneras efter F10 – F10T på den aktuella platsen.

Vägledande isoleringstjocklek för STYROFOAM 250 SL-A-N framgår av tabellen:

F10T ($h^{\circ}\text{C}$)	Tjocklek (mm)
>10 000	50
>20 000	70
>30 000	80-100

Tabell 7

Vägledande tjocklek. Exakta beräkningar måste göras efter F10



Isolering av VA-ledningar

En viktig förutsättning för ett störningsfritt ledningsnät är att det är frostsäkert. Vattnet i ledningarna ska inte frysa. Rörledningarna får inte skadas av tjälskott och risken för rörbrott på grund av tjälskador måste undanröjas.

Stora krav ställs på isoleringsmaterial för VA-anläggningar. Det ska behålla sin goda isolerande förmåga under lika lång tid som rörens livslängd (50 - 100 år). Det ska även tåla belastningar från anläggningstrafik.

Många faktorer påverkar frostdjupet, som klimatfaktorer samt jordartsfaktorer som grundvattenivå, vattenmättnad, jordens och ytskiktets sammansättning samt dräneringsförhållanden. Dessutom finns den värmekälla som den upplagrade jordvärmens erbjuder. Därtill kommer egen värmen i strömmande vatten.

UTFÖRANDE

Genom att isolera VA-anläggningar med STYROFOAM görs direkta besparingar eftersom ett mindre anläggningsdjup kan användas.

- Ett minskat grävdjup orsakar mindre framtida sättningar i marken, vilka oftast leder till skador som måste åtgärdas.
- Påverkan på vegetation och natur till följd av schakt-skador minimeras liksom risken för påverkan på grundvattnet i framtiden.
- Drifts- och underhållskostnaderna kan hållas nere genom att rörledningarna blir lättare åtkomliga.
- En samordning med ledningssystem som kablar och fjärrvärme underlättas. Dessa ligger redan idag i grundare ledningsdiken.

VA-ledningarna placeras på en bädd av fyllnadsmaterial 8 - 12 mm. Runt rören fylls även samma typ av fyllnadsmaterial samt minst 100 mm över ledningarna. Täckmaterialets tjocklek över isoleringsskivorna bör ej understiga 650 mm, totalt minst 800 mm över ledningarna.

Förgreningsprodukter, ventiler och rensbrunnar isoleras lika noggrant som övriga ledningsnätet, eftersom köldbryggor i annat fall kan uppstå.

DIMENSIONERING

Den metod som här beskrivs för att frostskydda ledningar bygger på en metod som utarbetats av Norges Byggeforskningsinstitut (NB). I denna anvisning redovisas hur dimensioneringen utförs i **tre steg**, se sid 20.

Hur djupt tjälen tränger ner i marken är beroende av ett antal olika faktorer som direkt eller indirekt ingår i en bestämning av tjäldjupet. De är av två slag:

- klimatfaktorer
- jordartsfaktorer

Klimatfaktorer

Tre faktorer utnyttjas direkt för en tjäldjupsbestämning.

- Maximal köldmängd i luft. Om marken är snöröjd bör värdet ökas med 10 % beroende på utstrålningen. Observera att lokala förhållanden kan ge s k köldhål med större köldmängd.
- Snötäcket. Detta redovisas i tabellen som ett medel-snödjup. Snötäcket reducerar normalt köldmängden. Kalla vintrar medför oftast ett bättre isolerande snötäcke.
- Årsmedeltemperaturen. Ingår som parameter i redovisat tjäldjupsdiagram. Årsmedeltemperaturen påverkas av ett snötäcke genom en mindre köldb belastning på marken vintertid. För luft (snöröjd mark) anges ett normalvärde och för snötäckt mark ett uppskattat värde.

Föregående sommar ingår indirekt som en faktor i en tjäldjupsbestämning i form av värme som lagras i marken. Värme överförs till djupare marklager i huvudsak genom den nederbörd som avrinner genom marken. Sommarens nederbörd bestämmer alltså i hög grad sommarvärmemagasinet storlek.

Jordartsfaktorer

Tre faktorer är av stor betydelse för hur djupt tjälen tränger ner:

- vattenhalten
- värmeledningsförmågan hos den tjälade jorden
- jordartens täthet och packningsgrad

Vattenhalten

Störst betydelse har vattenhalten genom den värme som frigörs när vattnet fryser. Exempel på jordarter med hög vattenhalt är silt och lera. En hög grundvattennivå är av stor betydelse, eftersom den i allmänhet utgör en gräns för fortsatt tjälning. Samtidigt medverkar grundvattennivån till en högre vattenhalt vid kapillära jordarter.

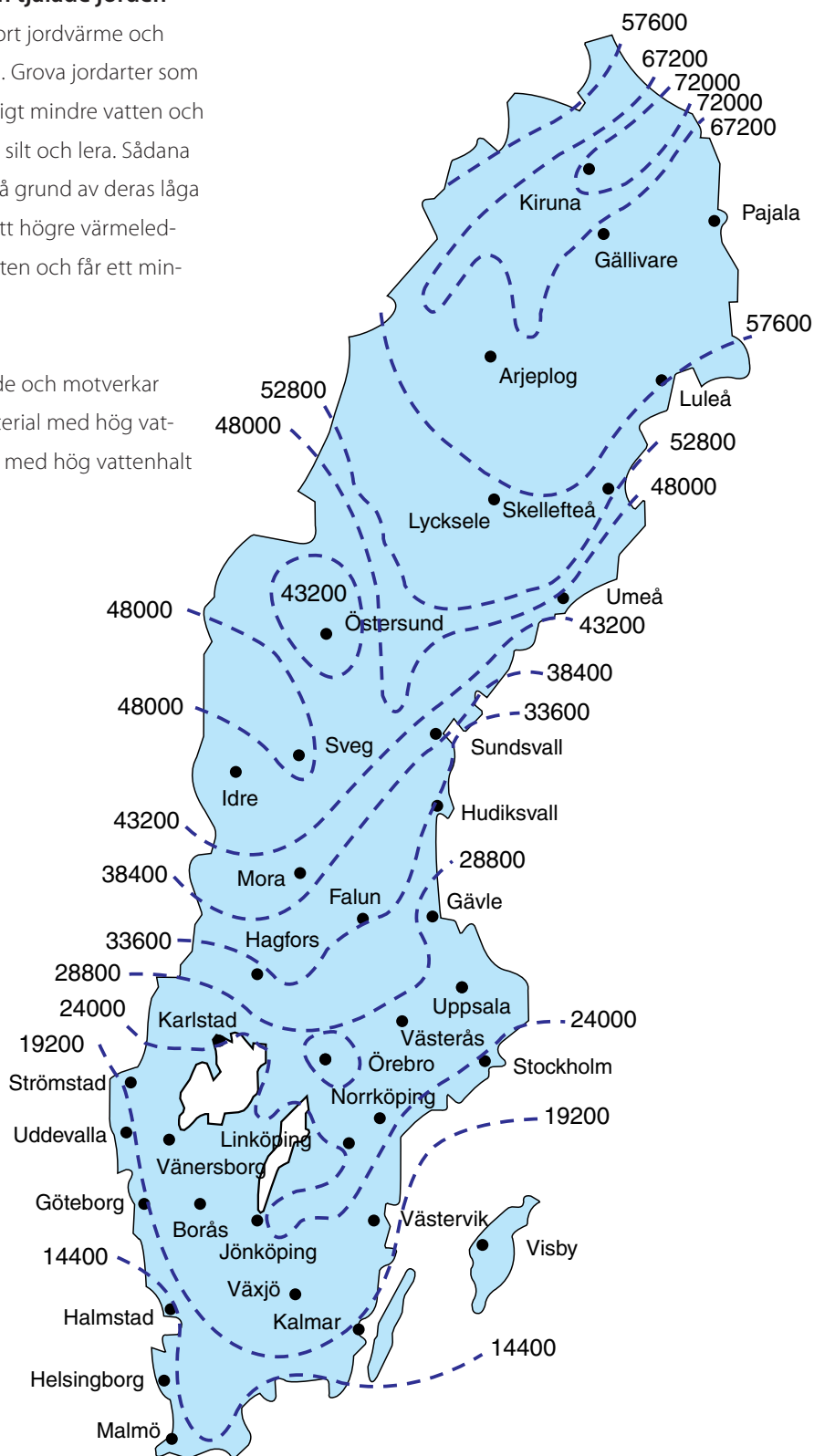
Värmeledningsförmågan hos den tjälade jorden

Värmeledningsförmågan avgör hur fort jordvärme och isbildningsvärme avleds till markytan. Grova jordarter som grus och makadam innehåller betydligt mindre vatten och har sämre värmeledningsförmåga än silt och lera. Sådana grova jordarter får ett stort tjäldjup på grund av deras låga frysmotstånd. Silt och lera, som har ett högre värmeledningstal, innehåller betydligt mer vatten och får ett mindre tjäldjup.

Ett grövre material fungerar isolerande och motverkar tjälning, när det finns ovanpå ett material med hög vattenhalt. Detta beror på att materialet med hög vattenhalt har stor värmeavgivning.

Jordartens täthet och packningsgrad

En jordart med större täthet är mindre porös och har högre vattenhalt. En bra packning av kringfyllnadsmaterial medverkar alltså till mindre tjälbildning.



Figur 22
Maximiköldmängd F_{max} enligt
SMHI i Sverige under vintrarna
1901/02 – 1975/76 h °C

STEG 1

Tjäldjupsbestämning

Tjäldjupet varierar kraftigt mellan olika jordarter, i huvudsak beroende på vattenhalt och värmeledningsförmåga. Man har därför grupperat jordarterna i olika grupper med ett inbördes bestämt samband. Tjäldjupet beräknas för "Sand och grus", övriga grupper i förhållande till denna genom en korrektionsfaktor. Jordartsgrupperna med sina faktorer redovisas i tabell 8.

I bergschakt bestäms tjäldjupet av kringfyllnadsmaterials sammansättning och mängd. I tveksamma fall används jordartsgruppen "sten".

Lämplig arbetsgång när tjäldjup och dimensionerande köldmängd bestäms:

1. Bestäm nödvändiga klimatfaktorer. Tänk på köldhål och utstrålning från gatumark (+10 %) (figur 22 och tabell 9).
2. Korrigera köldmängden vid ledningar i snötäckt mark (figur 23). Medelsnödjup utläses ur tabell 9.
3. Bestäm lämplig korresionsfaktor med hänsyn till jordarten (tabell 8).
4. Bestäm tjäldjupet i jordarten "sand och grus" med hjälp av figur 24. Korrigera sedan tjäldjupet med avseende på jordarten.
5. Bestäm ny dimensionerad köldmängd baserad på det korrigerade tjäldjupet (figur 24).

Avgör slutligen rimligheten med hänsyn till speciella geologiska förhållanden.

Jordart	Korresionsfaktor
Sten – makadam och stenrikt grus	1,4
Sand och grus	1,0
Silt	0,85
Lera, blandjord, tjälfarlig jord 1)	(0,7)
Mycket tjälfarlig jord 1)	0,5
Torv, bark	0,3

1) I kapillärkontakt med grundvatten

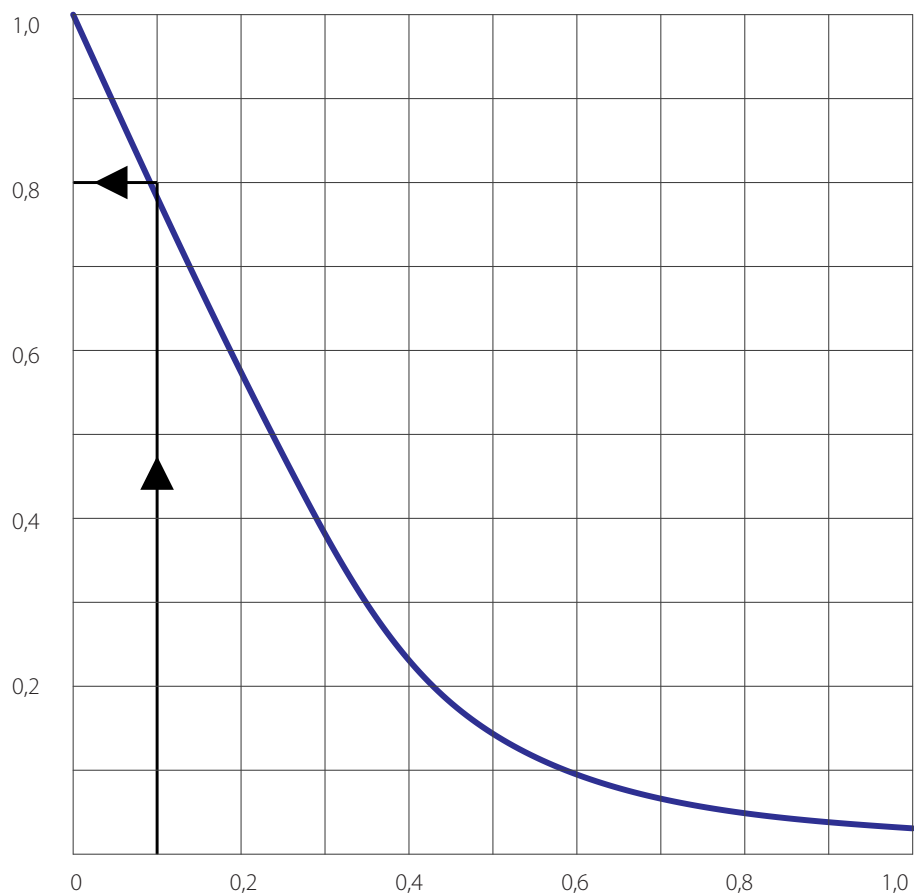
Tabell 8

Korresionsfaktor för att bestämma tjäldjup i olika jordmaterial. Observera att för lera finns särskilt dimensioneringsdiagram, varför någon korrektion inte behöver göras

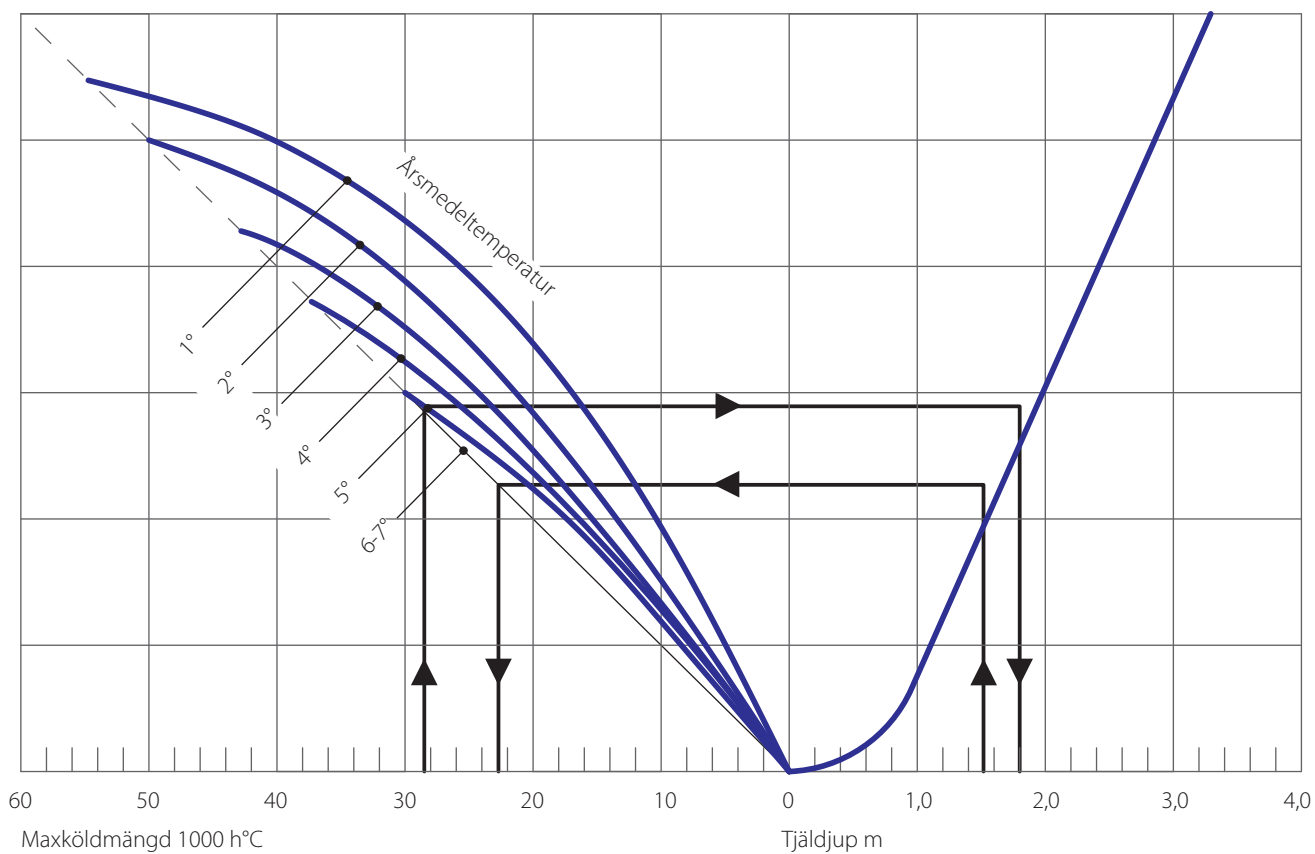
Ort	Årsmedeltemperatur °C ledningar i		
	Icke snöröjd mark	väg	medelsnödjup i m
Karesuando	1,0	-1,5	0,40
Kiruna	1,0	-1,2	0,40
Malmberget	2,2	0,2	0,40
Haparanda	3,6	1,6	0,20
Luleå	4,0	2,0	0,20
Stensele	2,7	0,7	0,40
Umeå	5,4	3,4	0,15
Östersund	4,7	2,7	0,25
Härnösand	6,4	4,4	0,15
Sundsvall	5,9	3,9	0,15
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	0,00
Kristianstad	9,7	7,7	0,00
Lund	10,0	8,0	0,00
Malmö	10,0	8,0	0,00
Ystad	9,8	7,8	0,00

Tabell 9

Årsmedeltemperatur och snödjup för olika orter



Figur 23
Reduktion för snödjup



Figur 24
Tjåldjupsbestämning avseende jordarten sand och grus

STEG 2

Värmeavgivning från ledningarna

Den värme som avges från ledningsnätet är av mycket stor betydelse för frostskyddet. Eftersom frostskyddet i första hand är avsett för vattenledningen och i andra hand för en eventuell spillvattenledning, är det naturligt att i första hand utnyttja värmen från sådana ledningar.

Elkablar som placeras i ledningsdike avger betydande mängder värme. Större försörjningskablar kan ofta inte placeras under isoleringen, eftersom den avgivna värmemängden är för stor. Även mindre kablar tillför välkommen tillskottsvärme.

Värmeledning

Den värme en mindre vattenledning avger kan beräknas med formeln

$$q = \frac{4190 \times q \times v}{L}$$

q = avgiven värme i W/m

q = ledningens medelvattenflöde över dygnet i l/s

V = tillåtet temperaturfall i °C

L = ledningens längd i meter

Spillvattenledning

En spillvattenledning är ofta huvudvärmekällan när VA-ledningar ska frostskyddas och bör därför placeras nära vattenledningen.

Genomsnittstemperaturen hos spillvatten är vid inloppet 15 – 25 °C och därför finns normalt ingen risk för att det ska frysa.

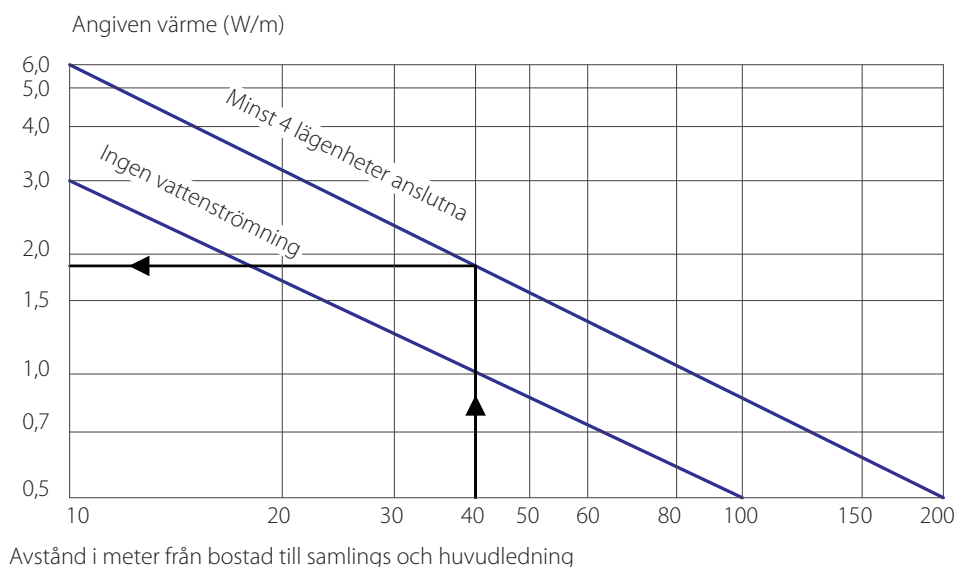
Bara en liten del av värmeöverskottet kan utnyttjas, eftersom spillvattnet befinner sig i ledningarna under en kortare tid. Om ca 20 lägenheter är anslutna och flödet av spillvatten relativt kontinuerligt, kan man räkna med en avkylning på 3 – 5 °C. Samma formel som för vattenledningar kan användas.

Vid mindre spillvattenledningar, d.v.s. om färre än 20 lägenheter är anslutna, kan värmeavgivningen bestämmas enligt figur 25. Observera att spillvattenservis som saknar flöde ändå avger värme, beroende på att luft ventileras genom ledningen. Förutsättningen är att ventilationen sker över tak.

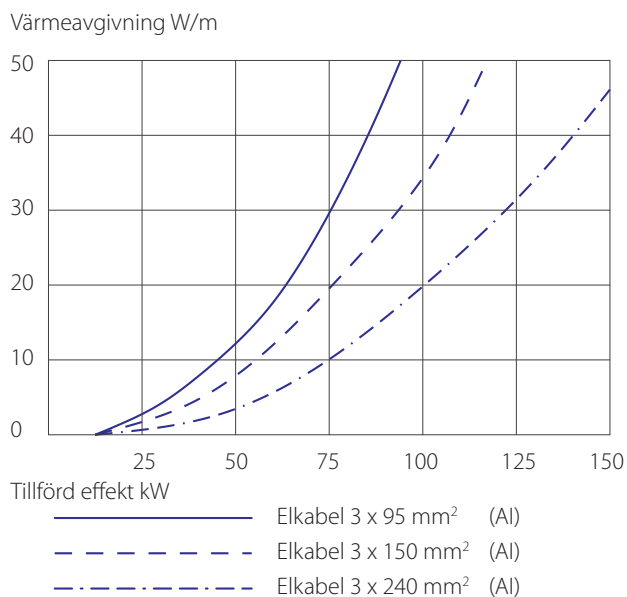
Elkablar

Från elkablar till eluppvärmda hus sker en betydande värmeavgivning vid maximal belastning. Denna värme är speciellt välkommen i regioner med kallt klimat. Större försörjningskablar avger normalt så mycket värme att de inte kan placeras direkt under isoleringen. Genom att placera dem vid sidan av isoleringen utnyttjas värmeavgivningen ändå och infrysningen och frostbelastningen på ledningen begränsas.

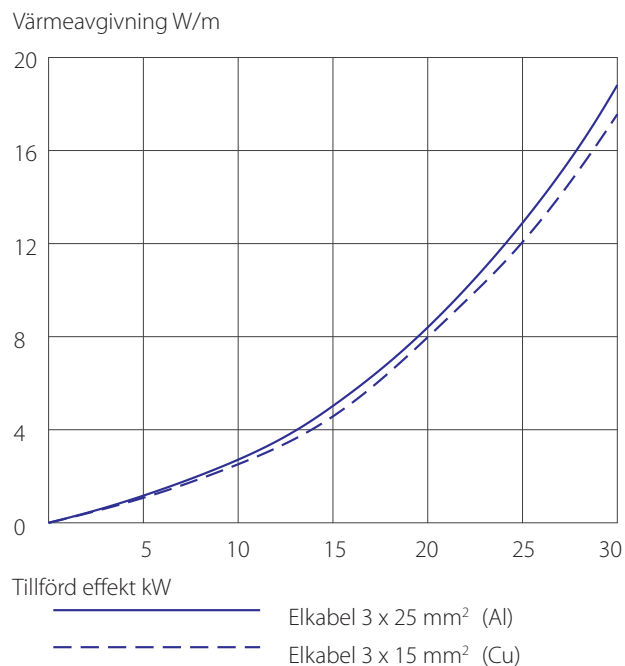
Om en kabel ska kunna läggas inne i isoleringssystemet, får värmeavgivningen inte överstiga 10 – 15 W/h, något beroende på isoleringens utformning. Figurerna 26 och 27 visar värmeavgivningen från huvud- resp. serviskabel som funktion av belastningen.



Figur 25
Värmeavgivning från
mindre spillvattenledning
avluftad över tak och med
isolerade brunnslöck



Figur 26
Värmeavgivning från huvudkabel som funktion av belastningen



Figur 27
Värmeavgivning från serviskabel som funktion av belastningen

Dagvatten

Dagvattenledningen är en kall ledning och därför utsatt för frysningsrisk. Kallluft som ventileras genom dagvatten-systemet har i många fall medverkat till tjälbildning underifrån.

Genom att använda luftlås kan man förhindra den avkylning som uppkommer genom att kallluft sugas genom avloppsbrunnar.

En dagvattenledning bör inte utan åtgärd placeras i anslutning till en vattenledning och framför allt inte en lådisolering.



Värmekabel

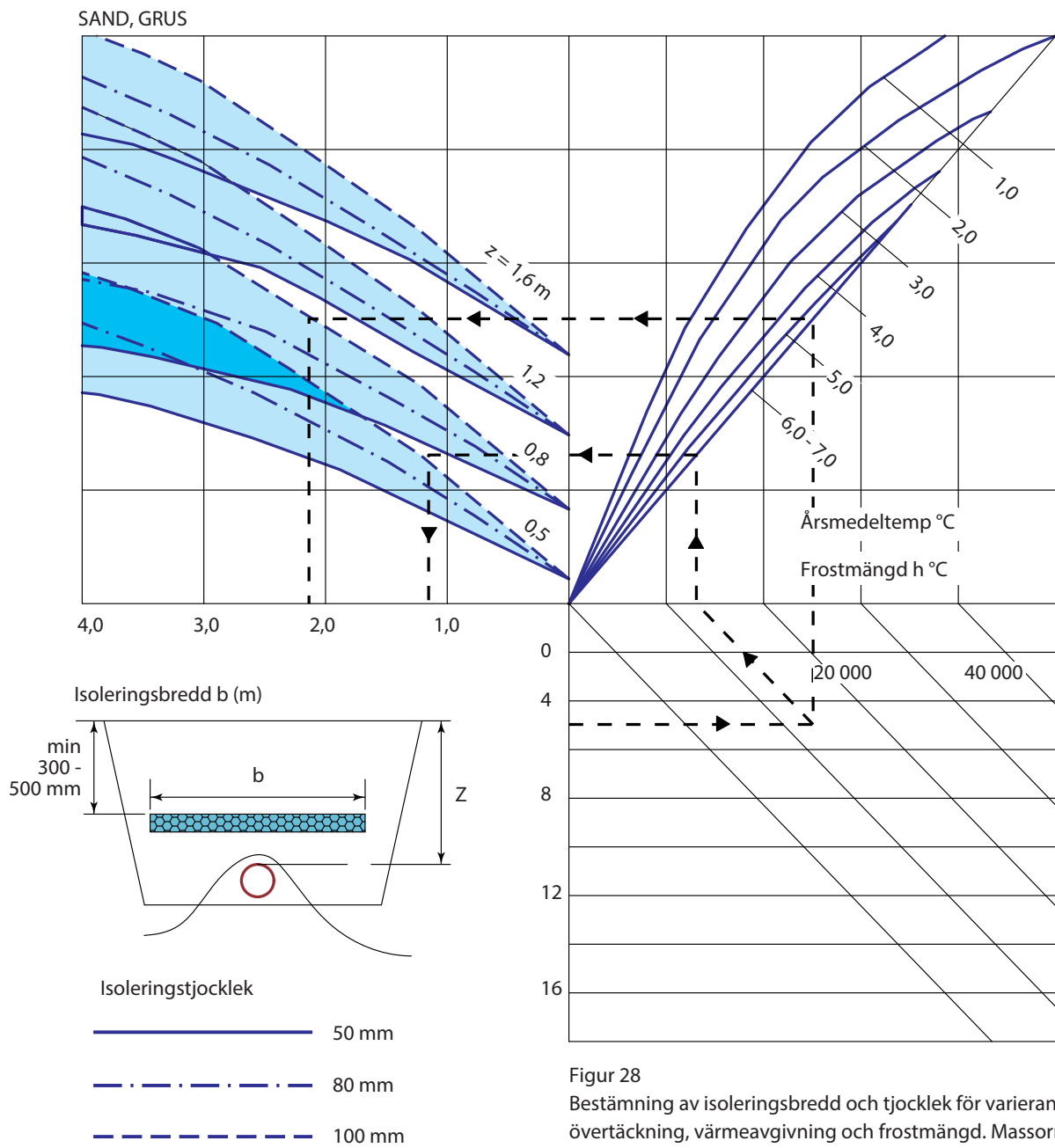
Om den ledningsvärme som räknats fram är otillräcklig eller osäker, t ex i gles bebyggelse, är tillskottsvärme från en elkabel ett bra komplement.

Eventuell styrning med termostat bör med hänsyn till driftekonomin vara högkänslig och ha en minsta tolerans på högst $\pm 0,5^\circ \text{C}$.



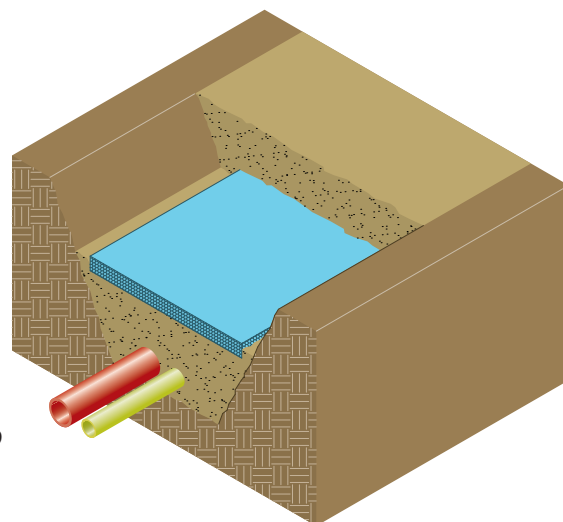
STEG 3

Utforma frostskyddet



Figur 28

Bestämning av isoleringsbredd och tjocklek för varierande övertäckning, värmeavgivning och frostmängd. Massorna i grunden är sand och grus

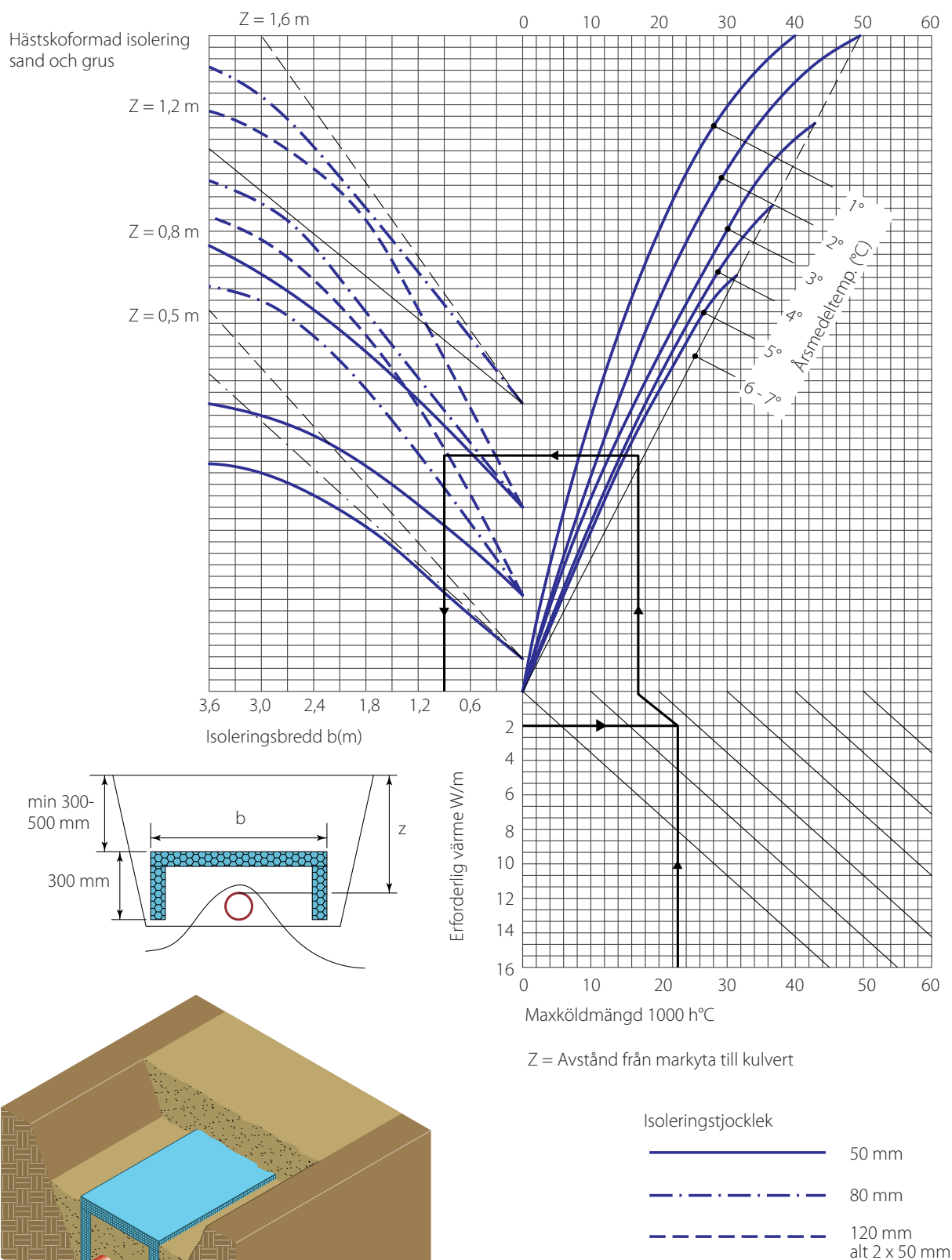


Figur 29

Hästschoformad isolering

Hästschoformad isolering utnyttjar på ett effektivt sätt den värme som avges från ledningarna, vilket innebär att rörgravens bredd kan minskas (figur 28). Högre vertikala skivor ökar isoleringens effekt. Rent paktiskt föreslås en 300

resp. 600 mm hög sidoisolering. Om ledningen saknar värmeavgivning, blir isoleringseffekten per ytenhet densamma som för horisontell isolering. Dimensionering utförs enligt (figur 29).



Figur 30
Hästschoformad isolering

Figur 31
Hästschoformad isolering, sand och grus

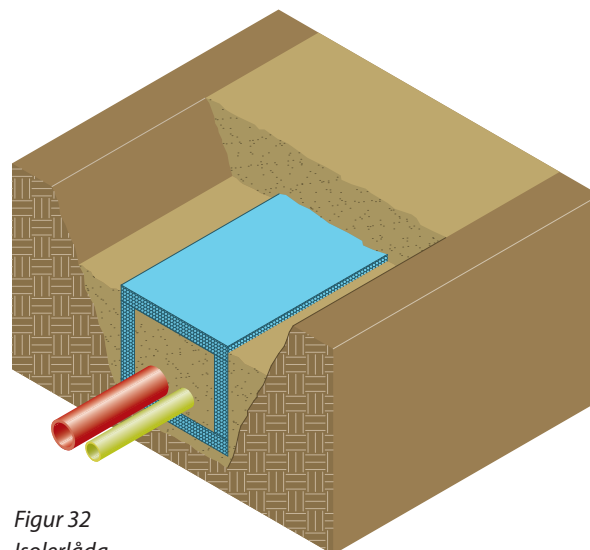
Lådformad isolering

Ledningsvärmens utnyttjas maximalt om en lådformad isolering byggs (figur 32). Den bör dock inte användas på tjälskjutande mark, eftersom tjälen kan gå under lådan och orsaka skador i samband med tjällyftning och tining. Metoden används oftast för rörgrav i berg.

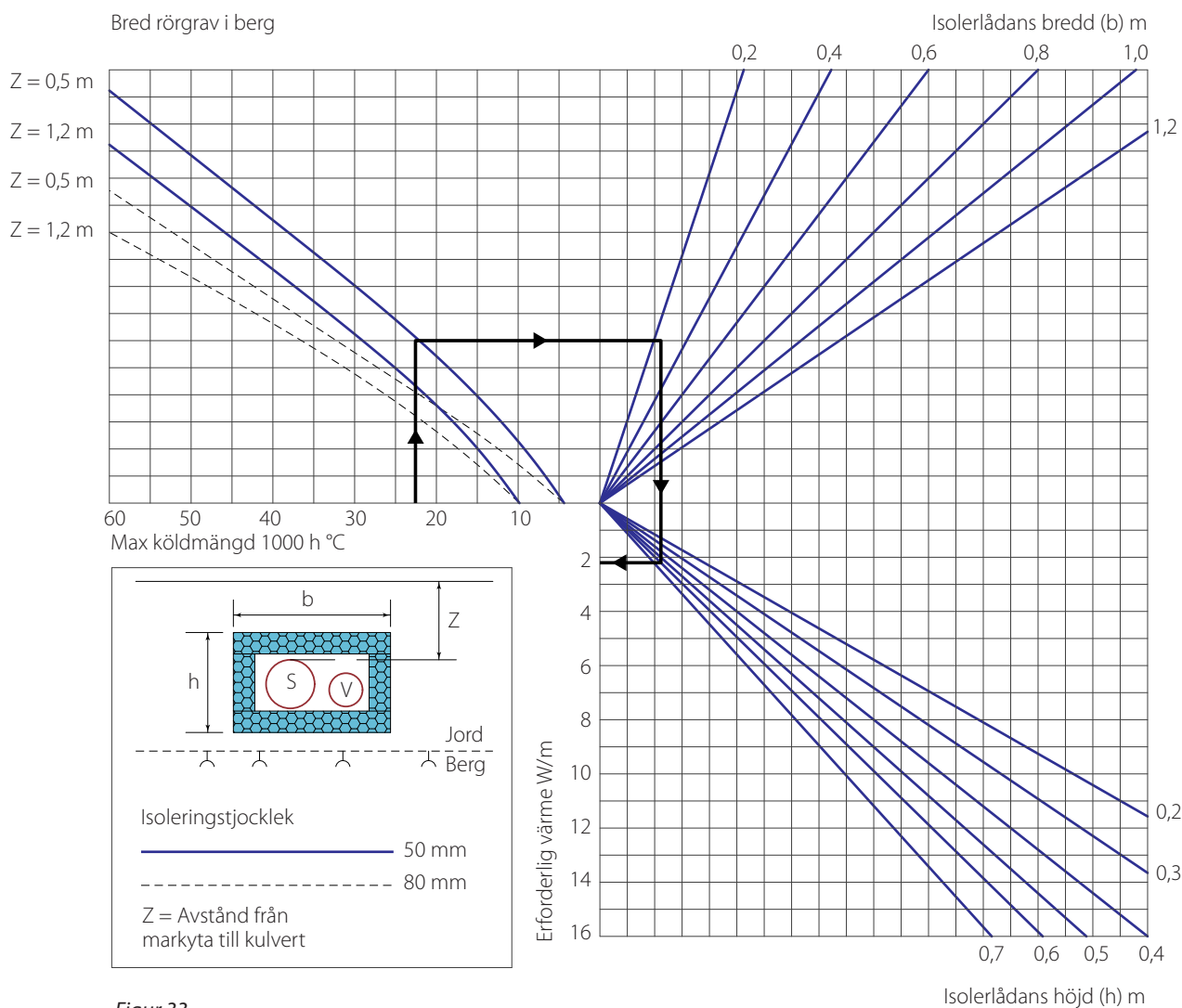
- En liten, trång isoleringslåda ger bäst isoleringseffekt.
- Ledningar som kan innebära risk för avkylning, t ex dagvatten, placeras utanför lådan.

Om ledningsvärmens är ojämn, kan detta kompenseras genom en större isoleringslåda. Därigenom behålls den värme som lagras i sandfyllningen bättre.

Dimensionering utförs enligt figur 33.



Figur 32
Isolerlåda



Figur 33
Bred rörgrav i berg

Isolering av sportytor

Högt ställda krav på yttjämnhet och kvalitet gör det lönsamt att frostsäkra med STYROFOAM istället för att byta ut massor ur underlaget.

Med STYROFOAM kan man undvika tjälbildning i marken med risk för ojämnheter och minskad bärighet när tjälen går ur marken. Isolerade banor gör det möjligt att förlänga säsongen betydligt. Vårsolen kommer snabbt att tina av och torka upp ytskiktet, så att vårsäsongen kan inledas tidigt. På hösten kommer en omsorgsfullt byggd och väl-dränerad idrottsyta isolerad med STYROFOAM att kunna erbjuda ypperliga förhållanden långt efter det att frosten har kommit.

Att kunna använda en idrottsarena under så stor del av året som möjligt är positivt ur användarnas synpunkt. Men det är även god ekonomi att nyttja investeringarna maximalt. Önskemålet att snabbt komma igång på våren kolliderar med den naturliga tjällossningsperioden. Det är därför viktigt att isolera undergrunden så att tjäle inte bildas.

De isoleringsmaterial som ska användas måste uppfylla högt ställda krav, som exempelvis:

- mycket låg vattenabsorption vid diffusion, SS-EN 12088.
- god värmeledningsförmåga under anläggningens hela användningstid.
- materialet får inte påverkas när det utsätts för påkänning av frysning/tining vid temperaturvariationer.
- god hållfasthet mot mekanisk och kemisk påverkan.

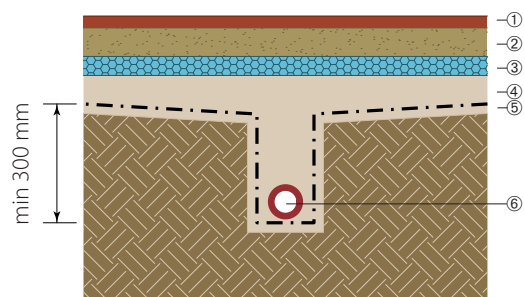
STYROFOAM uppfyller samtliga dessa krav.

Tänk på att de största påkänningarna på isoleringsmaterialet sker under anläggningstiden.

Dränering

En väl fungerande dränering är en av de viktigaste förutsättningarna för alla typer av sportytor. Dräneringsanläggningens effektivitet påverkar såväl anläggningens bruksegenskaper som säsongslängd. Den dimensioneras efter nederbördsmängd och banans avloppskoefficient. Täta ytbeläggningar måste anläggas med lutning eller ytrännor, och ett tätt system av dräneringsledningar måste alltid finnas i grunden (figur 34).

Tvärs över banan grävs 300 mm djupa diken med c/c 4,0 – 60 meter och med en lutning på 10 %. I diket placeras fiberduk och dräneringsrör av plast Ø 75 mm med en lutning på 1;100. Dräneringsrören ansluts till en huvudledning Ø 100 – 150 mm runt banan. Dessa leds till dräneringsbrunn och ytvattenledning. Dikena fylls med dräneringsmassor som komprimeras; helst grov gjutsand 2 – 8 mm, som har goda filtreringsegenskaper (figur 34).



- ① Slitlager
- ② Överbyggnad
- ③ STYROFOAM™
- ④ Dräneringslager
- ⑤ Fiberduk
- ⑥ Sekundär dränering Ø75 mm

Figur 34
Principsnitt av bandränering

Överbyggnad

Ytbeläggningen är naturligtvis det viktigaste för användarna. För ytor med konstgräs och syntetmaterial är ytbeläggningen också den största enskilda utgiftsposten. Det är idag självklart att de dyraste ytbeläggningarna läggs på tjälsäkrat underlag och ytor isolerade med STYROFOAM uppfyller även de högst ställda kraven.

STYROFOAM 300 eller STYROFOAM 400 läggs i ett lager över hela banan samt kragas ut 0,5 meter till 1,0 meter utanför kanterna. Isoleringsskivor med rak kant används och dessa bör ligga med minst 5 mm avstånd från varandra för att säkerställa god dränering. Mot tjälfarliga, icke isolerade områden görs en utspetsning med tunnare isolering, minst 2,0 – 3,0 meter.

™ Varumärke som tillhör Dow Chemical Company

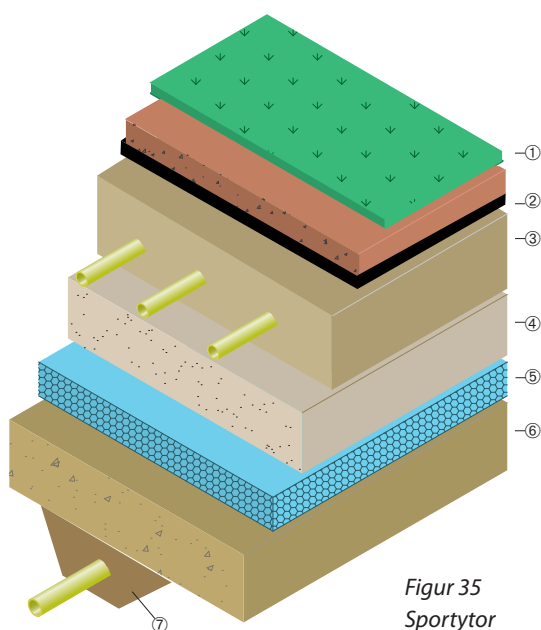
Anläggningar med utrustning för snösmältning

Avsikten med eluppvärmda anläggningar är att få anläggningar som kan användas året om. En fullgod värmeisolering med STYROFOAM är en förutsättning för att driftskostnaderna inte ska bli oöverstigligen.

Konstgräsytor

Konstgräsytor är populära eftersom de erbjuder goda tränings- och tävlingsförhållanden under hela året. Även om anläggningskostnaderna är höga, blir kostnaden per driftstimme låg, eftersom en konstgräsyta kan ersätta upp till 15 ytor med naturgräs (figur 35).

Konstgräsytor bör tjälisoleras. Det görs enklast och bäst med STYROFOAM. Ytorna kan fungera bra med maskinell snöröjning utan uppvärmning.



Figur 35
Sportytor

- ① 50 mm konstgräs med 20 mm gummigranulat och 10 mm sand
- ② 22 mm pad
- ③ 25 mm vattenrör för undervärme
- ④ 150 mm bärlager
- ⑤ STYROFOAM 250 BE-A-N eller 300 BE-A-N
Tjockleksdimensionering efter frostmängd
- ⑥ 100 mm dräneringslager och fiberduk
- ⑦ Dräneringsrör cc 6 meter

Friidrottsbanor

Kraven på jämnhet och stabilitet är ännu större för friidrottsbanor än för fotbollsplaner. De måste därför var tjälisolerade, jämna och väl packade.

Ytbeläggningarna kan vara täta eller släppa igenom vatten. Underlaget måste utformas därefter. Som underlag för sportanläggningen kan man lägga 90 + 60 kg/m³ asfalt AB 12/8, tät eller öppen, enligt rekommendation från leverantören.

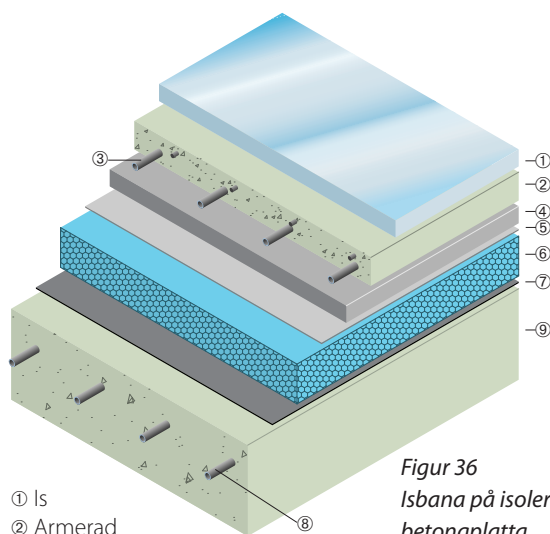
Konstisbanor

Konstisbanor tjälisoleras för att undvika tjällyftning som kan resultera i ojämnheter i underlaget samt för att spara energi.

Att planera och bygga en anläggning för konstisbanor är en mycket komplex uppgift. Det är därför inte möjligt att här redovisa alla förutsättningar.

Det är viktigt att använda isoleringsmaterial som har:

- stor tryckhållfasthet under lång tid (se SS-EN 1606).
Detta säkerställer att isoleringen inte skadas/försämras, varken under anläggnings- eller driftsperioden. Hög tryckhållfasthet ger flexibilitet i användandet av hallen.
- stor motståndskraft mot påverkan av frysning/tining i fuktiga miljöer (SS-EN 12091).
- mycket låg vattenabsorption vid diffusion (SS-EN 12088).
- 50-års-värden på värmeledningsförmåga.



Figur 36
Isbana på isolerad
betongplatta

- ① Is
- ② Armerad betongplatta
- ③ Kylrör
- ④ 30 mm avjämningsbetong
- ⑤ Glidskikt
- ⑥ STYROFOAM™
- ⑦ Membran
- ⑧ Ev värmrör
- ⑨ Armerad betongplatta

UTFÖRANDE

Det är inte alltid nödvändigt med undervärme i konstisbanor med säsongsdrift med tanke på tjälskyddet. Undervärmen kan ersättas med större isoleringstjocklek så länge driftssäsongen inte överstiger 6 månader.

Anläggningar utan undervärme dimensioneras av speciellt kvalificerade rådgivare, varför inga färdiga dimensioneringsregler presenteras.

Den enklaste konstisbanan består av en grusbelagd plan med nedgrävda kylrör och tillhörande kylanläggning. Men för att uppnå en sportsligt och driftsekonomiskt tillfredsställande anläggning, måste följande kompletteringar göras:

- tjälisolering av marken för att undvika stor tjälskjutning och långvariga ojämnheter.
- isolering för att begränsa energiförbrukningen och göra det möjligt att reglera temperatur och snabb isläggning /tining.
- eventuell undervärme för att förhindra permafrost vid långvarig drift. Om driftssäsongen dock inte överstiger 6 månader kan undervärmen många gånger ersättas med ökad isoleringstjocklek – ett klart kostnadsbesparande sätt.
- en banbeläggning av ett bra material, lämpat för andra aktiviteter, då banan inte är isbelagd.

I en modern inomhusisbana finns idag två rörsystem inbyggda. Dels kylrör, dels värmeslingor alt -rör.

Kylrören behövs för att bilda och underhålla isen. Men kylan sprider sig även nedåt mot grunden, där man egentligen inte önskar någon nedkylning. Ju mer av den alstrade kylan som sprider sig åt "fel håll", desto sämre ekonomi i anläggningen. Risk finns dessutom att tjäle bildas i marken. Om den inte hinner tina upp under den del av året när anläggningen inte används, kryper tjälen allt djupare ner i marken. För att förhindra detta isoleras med STYROFOAM. När driftssäsongen överstiger 6 månader, tillförs extra värme via värmeslingor eller värmerör. Eftersom många ishallar även används för andra aktiviteter, måste isen kunna avlägsnas. En väl värmeisolerad betongplatta gör det möjligt att genomföra detta på ett enkelt och snabbt sätt.

Ett rätt dimensionerat isoleringslager av STYROFOAM ser till att kylan behålls uppe vid ytan och hindrar den från att gå ner i marken.

Den mängd jordmassor som behöver schaktas bort minskar betydligt när STYROFOAM isolering används.

Konstisbanor är av två huvudtyper:

A. Permanenta konstisbanor med året-runt-drift

Dessa anläggningar byggs och drivs under förhållandevis enkla förutsättningar:

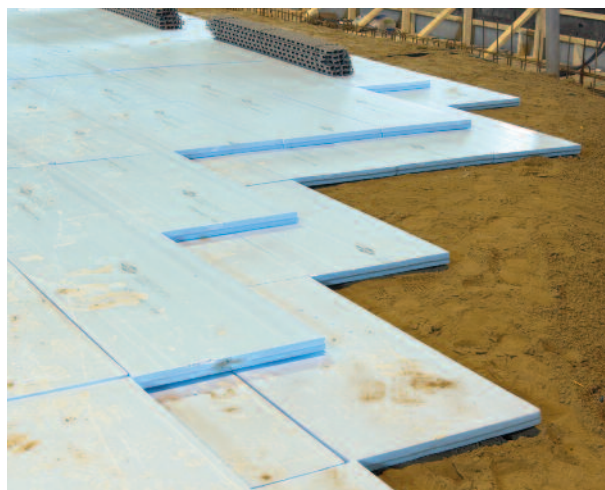
- alltid undervärme
- förhållandevis små krav på temperaturreglering av isen.
- golv och andra föremål placeras ovanpå isen eller isen avlägsnas.

B. Banor med tidsbegränsad isläggning

Hallen används också som konsertarena, mässhall, osv.

Det är en stor fördel om sådana banor är något "termiskt tröga". Överbyggnaden över kylrören bör vara minsta möjliga och isoleringen ligga så högt som möjligt, så att tiden för frysning resp. tining blir så kort som möjligt. Asfaltbanor kan vara ett möjligt alternativ, men ofta är de mekaniska påfrestningarna i kombinationshallar så stora att betong är en bättre lösning. Ofta är också kombinationsanvändningen dimensionerande för STYROFOAM-isoleringen.

Det är sällan nödvändigt att använda undervärme i sådana banor, men den byggs ofta in med tanke på flexibiliteten i användandet på lång sikt.



Tjälisolering av ouppvärmda konstruktioner

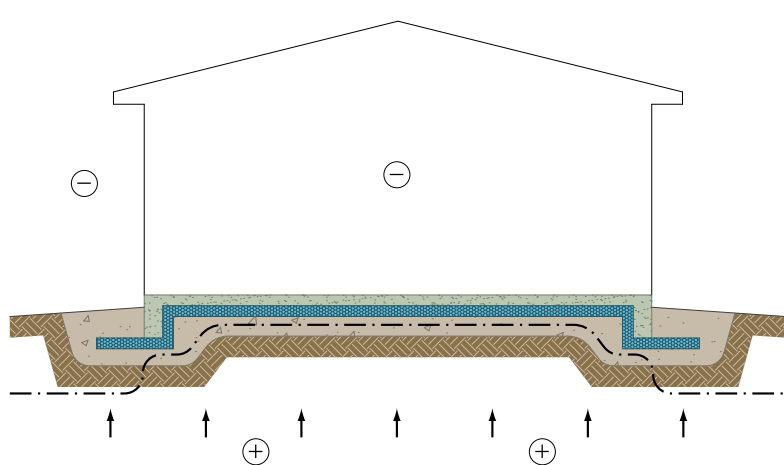
Plintar och grundmurar som grundläggs i tjälfarlig mark måste tjälisoleras om grundläggningen inte görs på tjälfritt djup. Ett heltäckande isolerskikt med erforderlig utkragning som förhindrar frosten att tränga ned i den tjälfarliga marken är ett effektivt sätt att eliminera risken för tjällyftning (figur 37).

I denna anvisning ges beräkning och utföranderegler baserad på mer än 40 års erfarenheter av tjälisolering med STYROFOAM. På grund av anvisningens generella karaktär kan den inte ersätta dimensionering och specifikation för det enskilda projektet. Detta förblir en uppgift och ett ansvar för byggherren eller de han anlitar t.ex. arkitekt, konsult eller entreprenör.

UTFÖRANDE

Tjockleken på isolerskivorna väljs så stor att temperaturen i den tjälfarliga undergrunden inte blir lägre än 0 °C (figur 38).

Däremot tillåts det icke tjälfarliga lagret (normalt dräneringsgrus) mellan isolerskivan och undergrunden att frysa.



Figur 37
Tjälisolering med STYROFOAM™

Som ingångsvärden för beräkningen behövs:

- ortens köldmängd F_{max} (figur 22, sida 19).
- ortens årsmedeltemperatur t_m (tabell 9, sida 20).
- tjockleken hos det icke tjälfarliga dränerade lagret mellan isoleringen och undergrunden.
- tjockleken hos jordlagret över isoleringen.

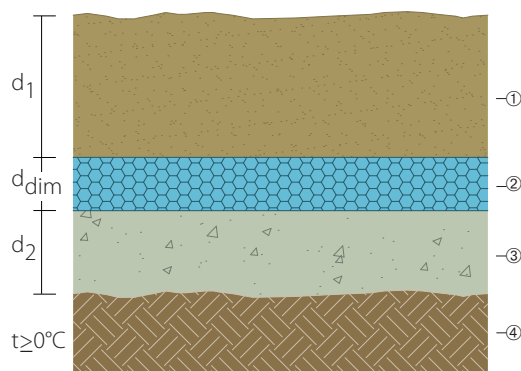
Köldmängd

Med köldmängd menas produkten av tid och negativ temperatur ackumulerat över hela frostperioden. Den maximala köldmängden F_{max} under åren 1901-1975/76 kan utläsas ur figur 22 på sidan 19. Observera dock att lokala förhållanden kan ge så kallade köldhål.

För konstruktioner där en viss mindre tjällyftning kan tolereras kan dimensioneringen istället för maximal köldmängd baseras på medelköldmängd. Medelköldmängden F_{med} beräknas genom formeln:

$$F_{med} = 0.75 \times (F_{max} - 11200) \text{ h}^\circ\text{C}$$

Köldmängden bör aldrig reduceras p.g.a. eventuella korta uppvärmningsperioder i byggnader som normalt är ouppvärmda. Den värmemängd som då tillförs undergrunden har endast marginell betydelse.



- ① Jordlager över isolering
- ② STYROFOAM™
- ③ Tjäl säkert lager som tillåts frysa
- ④ Tjälfarlig grund

Figur 38

Dränerande lager

Det dränerade lagret (min 0,1 m) innehåller alltid en viss mängd fukt. Denna fuktmängd måste frysa till is innan temperaturen i lagrets undersida går under 0 °C. Ett tjockt lager med dränerande material minskar därför behovet av isolering.

Jordlager över isoleringen

Ett jordlager över isoleringen har en viss isolerande förmåga, som i fruset tillstånd är starkt beroende av jordens fukthalt. En hög fukthalt ger sämre isolerförmåga.

I tabell 10 visas värmekonduktiviteten för några vanliga jordarter i fruset tillstånd. Inom parentes vid låg, respektive hög fukthalt. Den relativt dåliga isolerförmågan gör att tjockleken hos jordlagret över isoleringen bör överstiga 0,3 m innan isolertjockleken påverkas nämnvärt. Jordlagret ovanpå isoleringen bör vara av icke tjälfarligt material.

Beräkning av isolertjocklek

Vid sand och grus över isoleringen

Dimensionerande isolertjocklek d_{dim} avläses ur nomogrammet (figur 39).

F = dimensionerande köldmängd fås aningen ur figur 22 sida 19 eller formel för medelköldmängd.

t_m = årsmedeltemperatur fås ur tabell 9 sida 20.

Vid annan jordart över isoleringen

d_{dim} = erhålles genom formeln:

$$d_1 = d_0 \times \frac{1,3}{\lambda_{jord}}$$

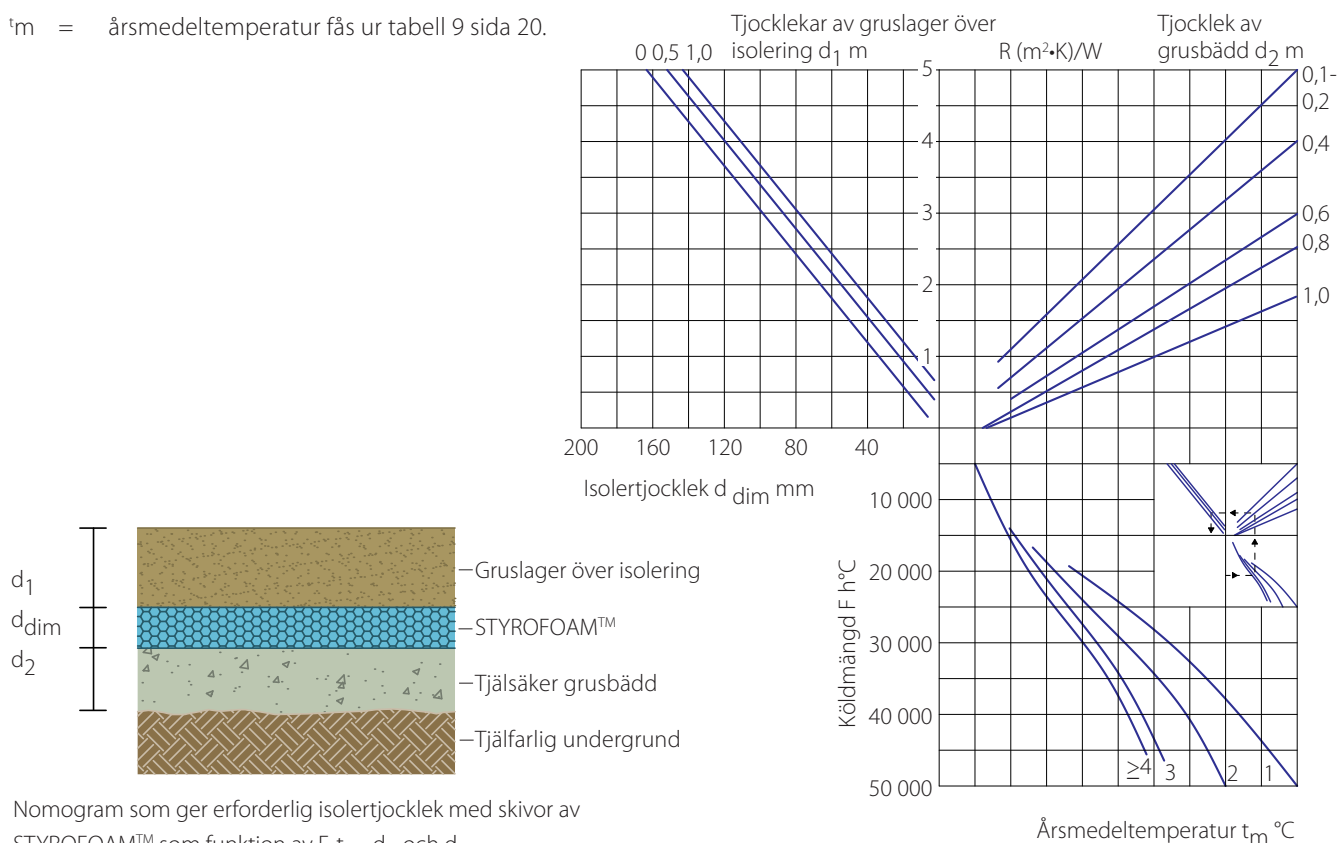
d_0 = aktuell tjocklek på jordlager över isoleringen

λ_{jord} = värmekonduktivitet fås ur tabell 10

Jordart	λ_{jord} W/mK	
Sten – Makadam	1,0	(0,6 – 1,3)
Stenigt grus	1,3	(0,7 – 1,8)
Sand och grus	1,3	(1,7 – 1,8)
Silt	2,3	(1,7 – 2,8)
Lera och blandjord	2,0	(1,6 – 2,4)

Tabell 10

Värmekonduktivitet för frusna material. Värden inom parentes för hög respektive låg fukthalt i materialet



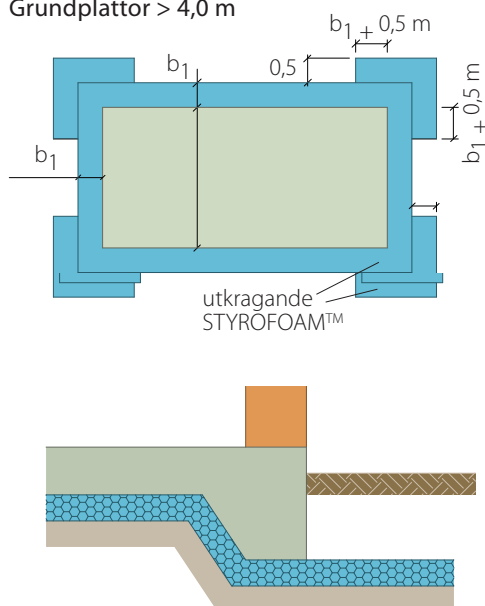
Figur 39

™ Varumärke som tillhör Dow Chemical Company

UTKRAGNING

För att förhindra frosten att tränga in under den aktuella konstruktionen är det nödvändigt att isolera ett stycke utanför denna.

Grundplattor > 4,0 m



Figur 40

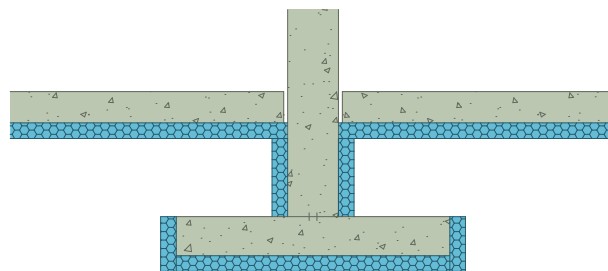
Isoleringen utföres enligt figur 40, där utkragningen b_1 utläses ur tabell 11.

Konstruktion	Dimensionerande köldmängd, h°C				
	10 000	20 000	30 000	40 000	50 000
Golv b_1	0,5	0,75	1,00	1,25	1,50
Grundplattor under väggar b_2	0,5	0,75	1,00	1,50	2,00
Grundpelare under pelare b_3	0,75	1,10	1,50	2,25	3,00

Tabell 11

Markisoleringens utkragning i meter

Genomgående pelare eller väggar inne i plattan isoleras på undersidan enligt figur 40. Någon utkragning behövs inte om golvet är isolerat.

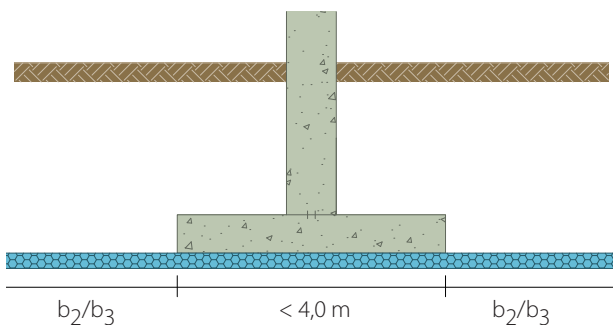


Figur 41

Genomgående pelare och väggar inne i plattan isoleras på undersidan

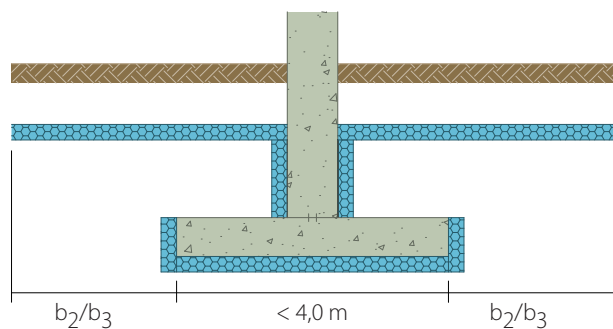
Grundplattor < 4,0 m väggfundament och pelarfundament

Isoleringen utföres enligt figur 42 eller 43, där utkragningen b_2 (för grundplattor < 4,0 m och väggfundament) och b_3 (pelarfundament) utläses ur tabell 11.



Figur 42

Isoleringens utkragning vid grundplatta < 4,0 m och under friliggande väggar eller pelarfundament



Figur 43

Isoleringens utkragning vid grundplatta < 4,0 m och under friliggande väggar eller pelarfundament

STÖDMURAR, KALLA KÄLLARVÄGGAR, NEDFARTER

Detta avsnitt omfattar kalla frostisolerade konstruktioner som ska uppta nivåskillnader. Dessa måste tjälsäkras både under fundament och bakom vägg (stödmur).

EXEMPEL

- vägg mot tjälfarlig grund i ouppvärmade utrymmen
- stödmurar
- ramper i terräng

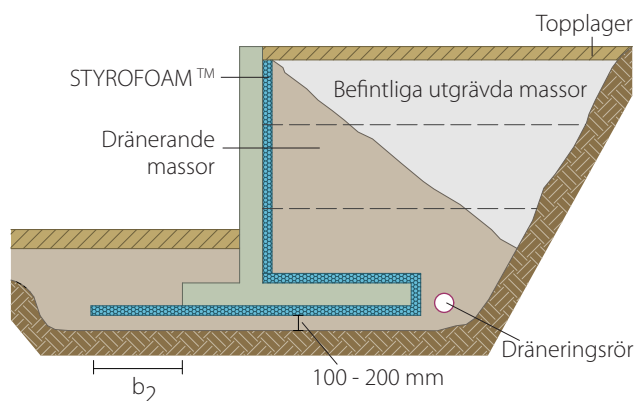
ANDRA KALLA KONSTRUKTIONER

Det lönar sig att tjälsäkra andra småkonstruktioner.

Detta kan vara:

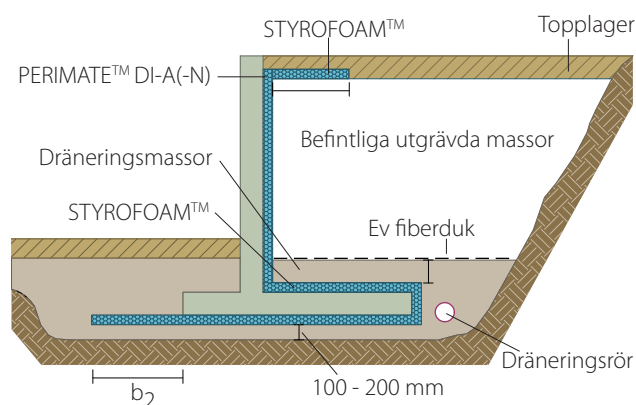
- carportar
- utvändiga trappor
- stora blomlådor
- mindre vattenbassänger (tomma)
- små bodar, lekstugor osv
- bänkar, leksaker

Sådana konstruktioner blir ofta skeva av tjäle vilket försvårar användning och förfular utseendet. Dessutom måste de tjälsäkras om de ska fogas till en fast konstruktion t.ex. en byggnad. Det är ofta mycket enkelt att tjälsäkra sådana konstruktioner genom att placera dem på STYROFOAM strax under markytan.



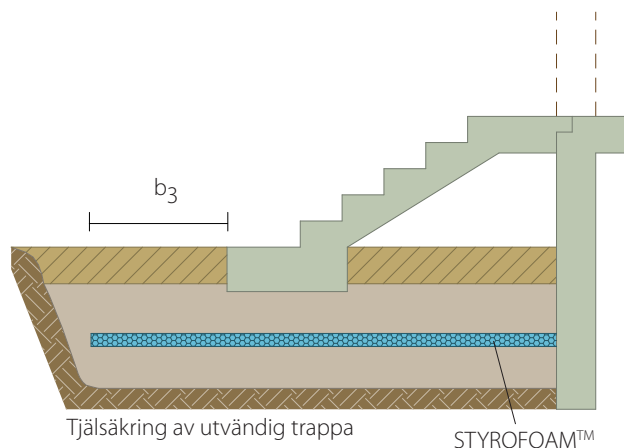
Figur 44

Grundlagd stödmur tjälsäkrad med STYROFOAM™. Dräneringsmassorna ska läggas i en naturlig rasvinkel från stödmuren, innan man återfyller med befintliga utgrävningsmassor. Massorna måste komprimeras väl



Figur 45

Grundlagd stödmur tjälsäkrad med STYROFOAM™, mur tjälsäkrad och dränerad med PERIMATE™ DI-A(-N). För att förhindra tjälskjutning i överkant måste markisoleringen läggas i en bredd av b2 ut över tjälfarliga massor



Figur 46

Hantering och lagring

Isolerskivorna kan förvaras utomhus. De påverkas inte av regn, snö eller frost. Skydda skivorna mot direkt solljus vid förvaring under längre tid. Använd inte mörkt skyddsmaterial, eftersom värmebildningen då kan bli för hög. Sörj för regelbunden ventilation vid lagring inomhus.

- Isolerskivorna kan bearbetas med snickeriverktyg och maskiner av standardtyp.
- Isolerskivorna är brännbara och ska därför alltid vid installation skyddas mot antändning. Förbränningsprodukterna är, som för alla organiska material, huvudsakligen koloxid samt koldioxid och sot. Röken är ungefär lika giftig som från andra byggnadsmaterial, exempelvis trä.
- Skivorna smälter om de under lång tid utsätts för hög temperatur. Maximal rekommenderad drifttemperatur är +75 °C.

Observera!

Rekommendationer av metoder, materialval och konstruktion är avsedda som en hjälp till konstruktörer och entreprenörer. De har utformats med den erfarenhet Dow har från användning av STYROFOAM.

Ritningarna är endast avsedda att visa de många applikationsmöjligheterna och är inte avsedda att utgöra grund till konstruktioner.

Eftersom Dow, som materialleverantör, inte har något inflytande över installationen av STYROFOAM skivor, kan företaget inte ställas till svars för ritningar och rekommendationer. Speciellt kan inget ansvar utkrävas för de system i vilka STYROFOAM appliceras. Inte heller för de metoder som används vid anbringandet.

Uppgifter i produktinformation och prislistor är bindande för Dow endast i den utsträckning individuella avtal, i vilka Dow är part, uttryckligen hänvisar till dem.

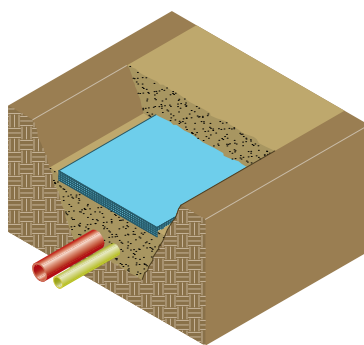


EXEMPEL VA-DIMENSIONERING

Lämplig arbetsgång när tjälldjup och dimensionerande köldmängd bestäms:

- Bestäm nödvändiga klimatfaktorer. Tänk på köldhåll och utstrålning från gatumark (+10 %) (figur 22 s 19 och tabell 9 s 20).

Vid behov, korrigera köldmängden vid ledningar i snötäckt mark (figur 27 s 21).
Medelsnödjup utläses ur tabell 9.



Förutsättningar:

Frostmängd 30 000 h °C
Årsmedeltemp 6,0 °C
Minsta läggningsdjup 0,8 m
Jordart: Silt
Snöröjd mark
Värmeavgivning från vattenledning 5,0 W/m

- Bestäm lämplig korresionsfaktor med hänsyn till jordarten (tabell 8 s 20).

I bergschakt bestäms tjälldjupet av kringfyllnadsmaterialets sammansättning och mängd. I tveksamma fall används jordartsgruppen "sten".

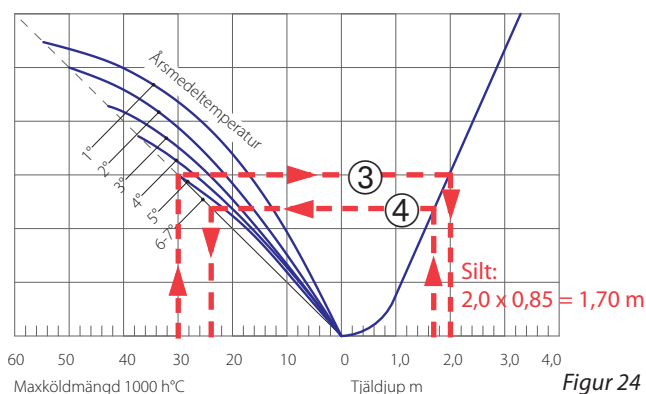
Jordart	Korresionsfaktor
Sten – makadam och stenrikt grus	1,4
Sand och grus	1,0
Silt	0,85
Lera, blandjord, tjälfarlig jord 1)	(0,7)
Mycket tjälfarlig jord 1)	0,5
Torv, bark	0,3

1) I kapillärkontakt med grundvatten

Tabell 8

- Bestäm tjälldjupet i jordarten "sand och grus" med hjälp av figur 24 s 21. Korrigera sedan tjälldjupet med avseende på jordarten.

- Bestäm ny dimensionerad köldmängd baserad på det korrigerade tjälldjupet (figur 24). Avgör slutligen rimligheten med hänsyn till speciella geologiska förhållanden.



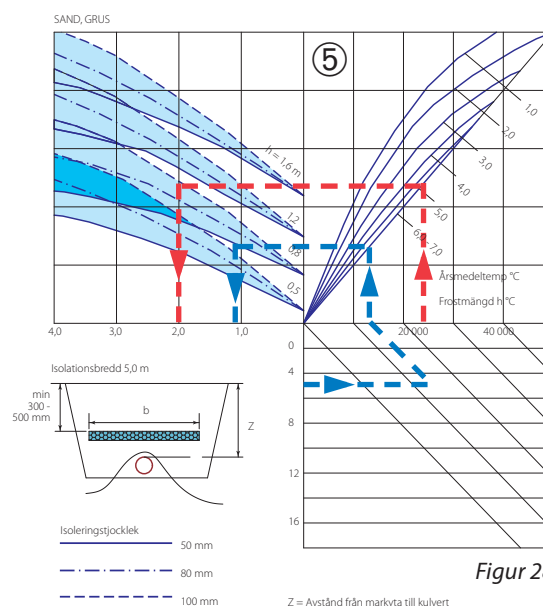
Figur 24

- Dimensionering av isoleringens bredd och tjocklek med hänsyn till nödvändig värmetillförsel och minsta läggningsdjup. Från figur 22 s 19 dimensionerande maxköldmängd 24 000 h °C. Värmeavgivning från vattenledning 5,0 W/m.

Som figur 28 visar använder vi oss av en 1,2 m bred och 50 mm tjock isoleringsskiva över rören.

Om vi enbart tar hänsyn till jordvärmens måste vi använda en isoleringsskiva med bredd ca 2,0 m och tjocklek 100 mm.

Detta åskådliggör vattengenomströmningens betydelse för frostsäkerheten.



Figur 28

Z = Avstånd från markyta till kulvert

Denna broschyr beskriver hur STYROFOAM extruderade polystyrencellplastsivor från Dow används som frost- och tjälisolering. Principer, konstruktioner och installationsmetoder för dessa användningsområden avhandlas.

Distribution och teknisk support:



Saint-Gobain ISOVER AB

267 82 BILLESOLM

Tel: 042-840 00

www.isover.se



Dow Sverige AB

Box 783

601 17 NORRKÖPING

Tel 011-24 51 00

www.styrofoameurope.com