



Det här verket har digitaliserats vid Göteborgs universitetsbibliotek och är fritt att använda. Alla tryckta texter är OCR-tolkade till maskinläsbar text. Det betyder att du kan söka och kopiera texten från dokumentet. Vissa äldre dokument med dåligt tryck kan vara svåra att OCR-tolka korrekt vilket medför att den OCR-tolkade texten kan innehålla fel och därför bör man visuellt jämföra med verkets bilder för att avgöra vad som är riktigt.

This work has been digitized at Gothenburg University Library and is free to use. All printed texts have been OCR-processed and converted to machine readable text. This means that you can search and copy text from the document. Some early printed books are hard to OCR-process correctly and the text may contain errors, so one should always visually compare it with the images to determine what is correct.



**Rapport**

**R64:1987**

**Värmelagring i isolerat  
bergdike/grop**

**Pilotförsök i Ingelstad**

**Göran Hultmark m fl**

INSTITUTET FÖR BYGGDOKUMENTATION
Accnr
Plac <i>Scv</i>

*K/10*  
*[Signature]*

**Byggeforskningsrådet**

R64:1987

VÄRMELAGRING I ISOLERAT BERGDIKE/GROP

Pilotförsök i Ingelstad

Göran Hultmark m fl

Denna rapport hänför sig till forskningsanslag 850553-7  
från Statens råd för byggnadsforskning till AB Andersson &  
Hultmark, Göteborg.

## REFERAT

För att reducera kostnaderna för värmelagring upp till 50.000 m<sup>3</sup> lager storlek har ett nytt lagerkoncept kallat dikesmagasin arbetats fram. Dikesmagasinet består av en grop i mark med slätsprängda bergväggar som isoleras med platsskummad polyuretanspray direkt mot väggarna. Isoleringen täcks av ett tätskikt för att förhindra att lagervattnet diffunderar in i isoleringen.

I detta projekt har ett mindre vattenmagasin på 27 m<sup>3</sup> byggts för att vinna erfarenheter av att isolera bergväggar med polyuretanskum och att använda elastomer som tätskikt.

Mätningar under drift vid 90°C samt kontroll av provbitar efter driftperioden har visat att polyuretanbaserad elastomer inte är lämplig som tätskikt mot vatten av 90°C.

Direktskummad polyuretan fäster bra mot en torr bergyta försedd med primer.

Densiteten hos isoleringen måste kontrolleras kontinuerligt under sprutningen för att rätt kvalitet skall erhållas.

Grundvattendränning och avtätning vid markyta mot regnvatten är nödvändigt för att hålla isoleringen närmast berget torr.

Ett överslag med ledning av fukthalt och förbrukad elenergi visade att värmeledningsförmågan i isoleringen ökat med en faktor 5.

I Byggforskningsrådets rapportserie redovisar forskaren sitt anslagsprojekt. Publiceringen innebär inte att rådet tagit ställning till åsikter, slutsatser och resultat.

R64:1987

ISBN 91-540-4739-0

Statens råd för byggnadsforskning, Stockholm

Svenskt Tryck Stockholm 1987

## INNEHÅLLSFÖRTECKNING

		Sid nr
1	INLEDNING	1
2	GEOLOGI	2
3	ARBETSGÅNG	7
	3.1 Bergschakt	
	3.2 Isolering	
4	ERFARENHETER AV BYGGNATIONEN	13
5	MÄTNINGAR	16
6	SLUTSATSER	20

Bilagor FOTO  
RITNING



## 1 INLEDNING

Vid uppförande av vattenmagasin i mark för värmelagring måste lagervolymer mindre än ca 50 000 m<sup>3</sup> isoleras för att lagerfunktionen skall kunna upprätthållas.

I detta projekt har ett mindre vattenmagasin på 27 m<sup>3</sup> byggts för att vinna erfarenheter av att isolera bergväggar med direktsprutad polyuretanskum och att använda elastomer som tät-skikt.

I föreliggande rapport beskrivs inledningsvis bergmassan där lagret är placerat. Byggnationen och erfarenheter därav beskrivs med komplettering i bild- och ritningsbilagorna. De mätningar som har utförts på isoleringen presenteras i kapitel 5. Rapporten avslutas med slutsatser av detta pilotprojekt.

Deltagare i detta BFR-projekt har varit:

Jan Olof Dalenbäck	Installationsteknik CTH
Kurt Edin	"_
Gunnar Gustafson	VIAK AB, Göteborg
Robert Gass	"_
Bernt Flodihn	"_
Stefan Olsson	AB Andersson & Hultmark
Göran Hultmark	"_

## 2 GEOLOGI

Testlagret har placerats i en homogen bergmassa med låg sprickfrekvens.

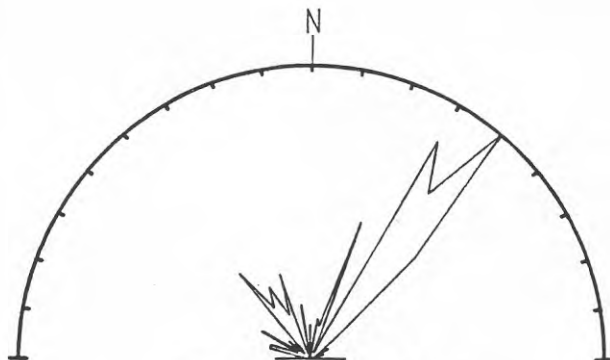
Platsen är vald i ett ca 50 x 30 m stort område, där berggrunden ligger synlig i dagen. (Se berggrundskartan).

Den norra delen av hällområdet, i vilket lagret är beläget, består av en medelkornig massformig granodiorit med enstaka förekommande smala aplitgångar. Södra delen består av en medelkornig röd massformig granit.

Med det topografiska kartbladet som underlag har en lineamenttolkning utförts. (Tingsryd 4E NO skala 1:50000). Tolkningen visar på krosszoner i riktningarna  $N35^{\circ}E$  och  $N55^{\circ}W$  samt tensionszoner i riktningarna N-S och  $N70^{\circ}W$ .

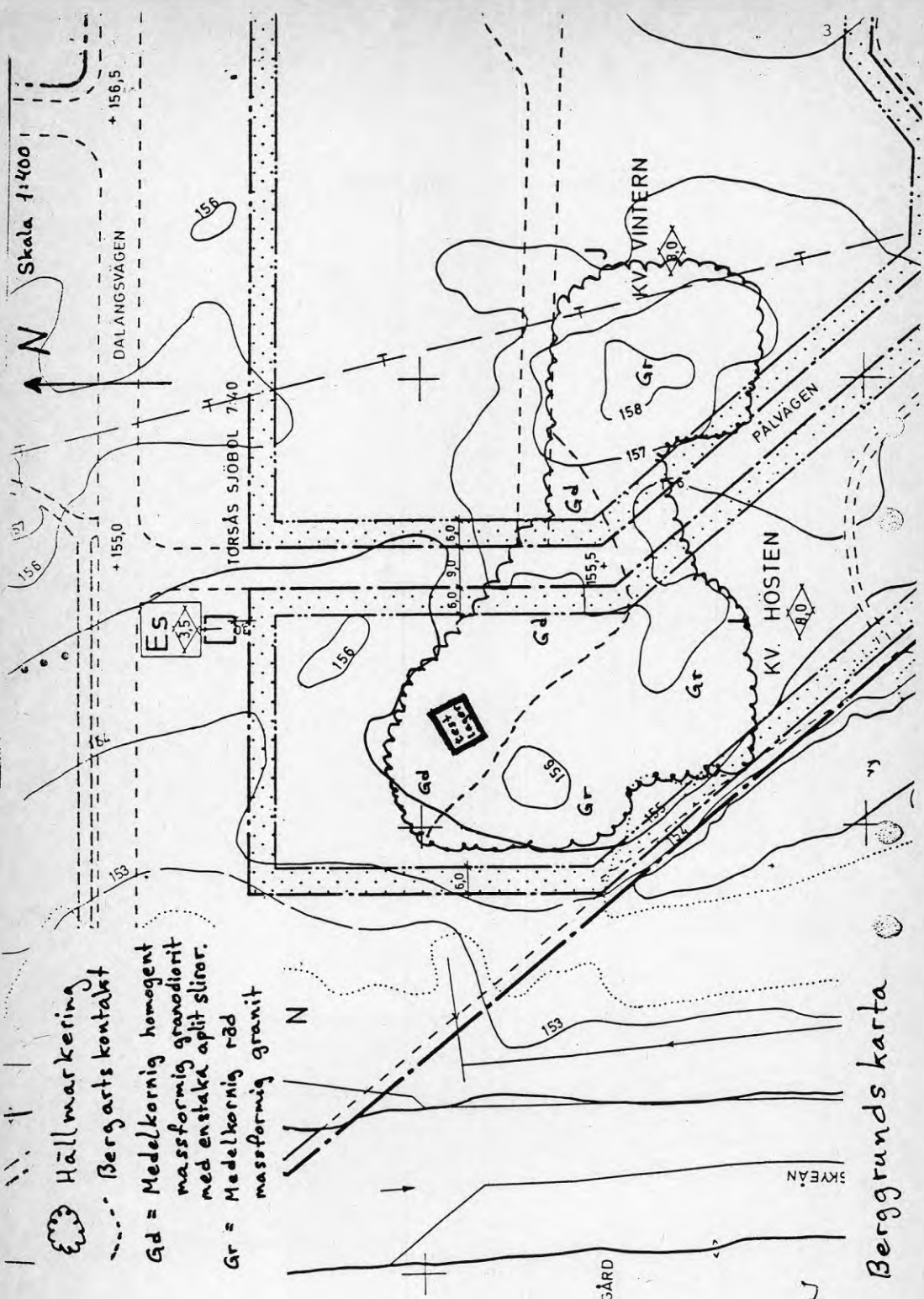
I ett andra steg har en lineamenttolkning över det aktuella området gjorts på en karta med skala 1:400. Här har två krosszoner framtolkats (se lineamentkarta).

Över området kring testlagret har en sprickkartering utförts, resultatet redovisas nedan i form av en sprickros.



277 SPRICKOR UPPMÄTTA  
42 SPRICKOR MOTSVARAR STÖRSTA TOPPEN  
Övervägande brant stående sprickor

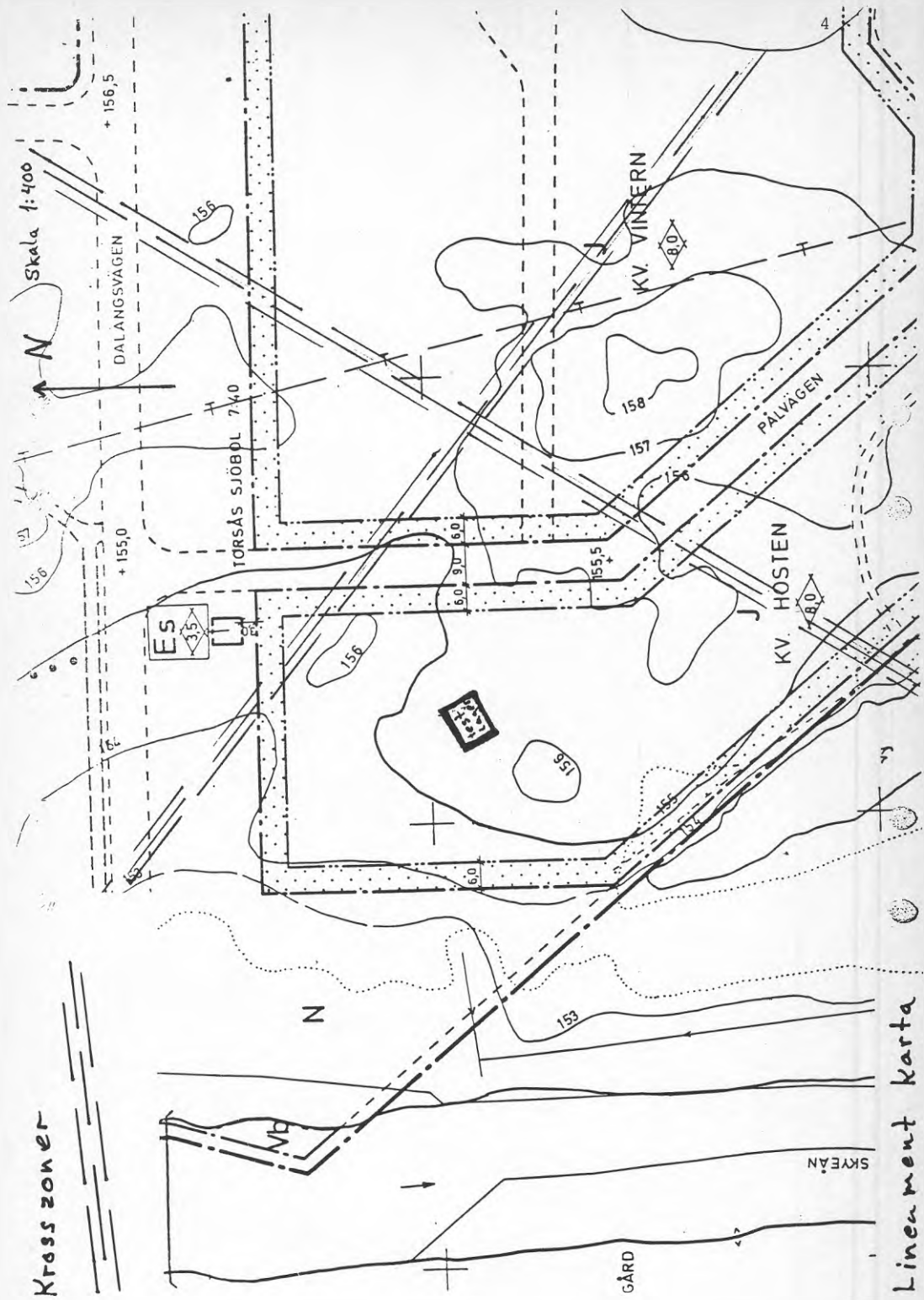




- Hällmarkering
- Bergarts kontakten
- Gd = Medelkornig homogent massformig granodiorit med enstaka apit sliror.
- Gr = Medelkornig röd massformig granit

Berggrunds karta

Krosszoner

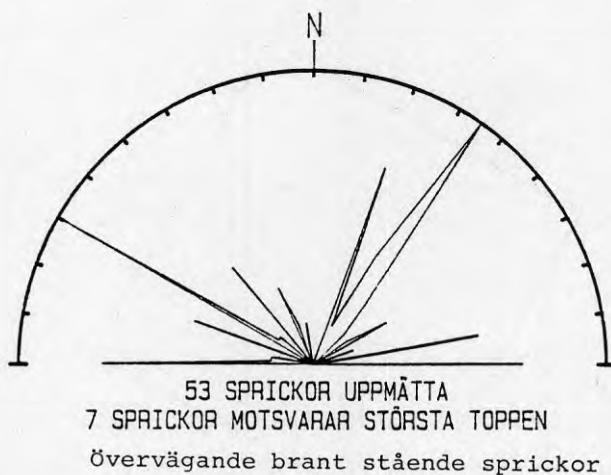


Liniment karta

Sprickrosen visar på en markerad sprickfrekvens i riktningen  $N30^{\circ}-40^{\circ}E$ , samt en mindre frekvent riktning,  $N30^{\circ}-40^{\circ}W$ .

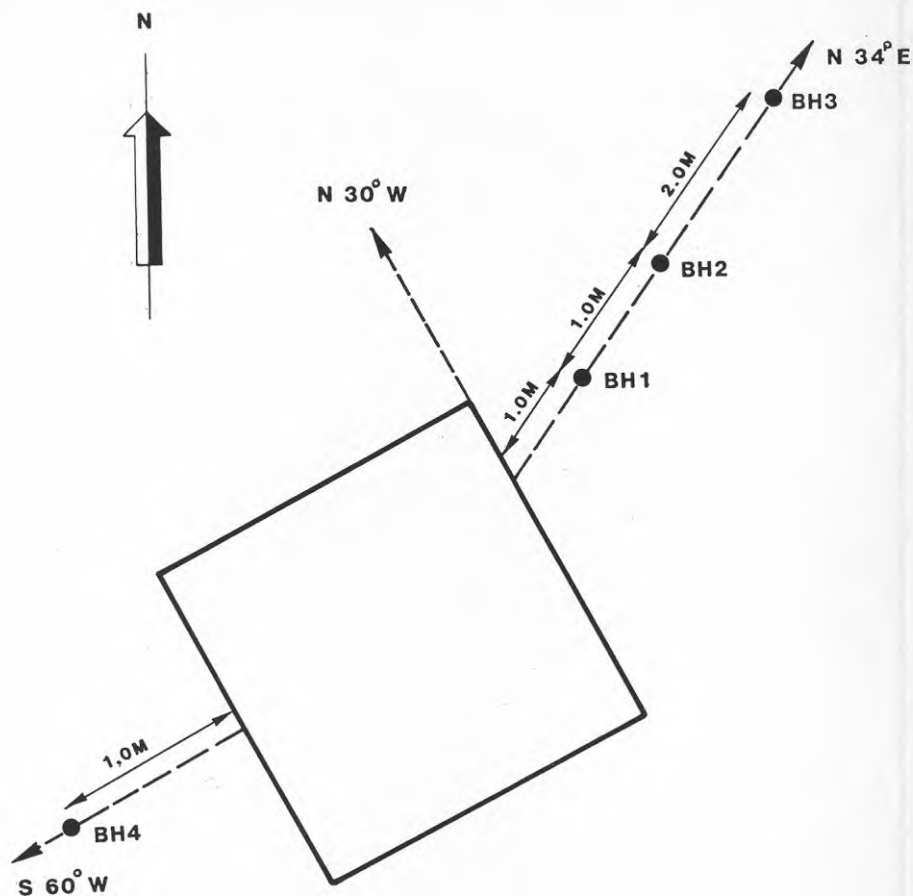
Den dominerande sprickfrekvensen  $N30^{\circ}-40^{\circ}E$  är här ett utslag av krosszonen,  $N35^{\circ}E$ , vilken går igenom det karterade hällområdet (jämför lineamentkartan).

En sprickkartering utfördes i det utbrutna bergschaktet, sprickfördelningen visas i sprickrosen nedan.



Sprickrosen visar på fyra dominerande sprickriktningar. E-W,  $N20^{\circ}E$  samt  $N35^{\circ}E$  och  $N60^{\circ}E$ , de senare överensstämmer med lineamenttolkningens krosszonsriktningar.

Fyra borrhål har satts kring testlagret enligt figur nedan för att kunna registrera grundvattennivå och vattentemperatur.



Borrhål 1, 2 och 3 är placerade i den riktning från bergschaktets centrum där det största vattenflöde kan förväntas, N34°E, dvs den riktning i vilken de flesta sprickor stryker.

Borrhål 4 är satt som referens till de övriga hålen i riktning S60°W från testlagrets centrum.

Vid utbrytningen av testlagret registrerades ett vatteninläckage på 2 l/min från schaktets nordöstra sida.

### 3 ARBETSGÅNG

#### 3.1 Bergschakt

I berget har schaktats ett hål 3,5 x 3,5 i plan och ca 3,5 m djupt.

Konturen till schaktet sprängdes med en tät söm av borrhål. Detta resulterade i jämna sidor i lagret.

Sprickriktningarna i berget resulterade dock i blockutfall ur sidorna vid sprängningen. Ett större block i lagrets norra sida har förorsakats av sprickor med riktningarna N 80° W/46° S och N 40° W/70° E.

I lagrets södra sida har två mindre block fallit ut, varav det ena ca 1,5 m upp från botten av lagret. Denna ojämnhet har återställts med betong och en träplatta.

På botten i gropan har lagts ett dräneringsskikt av makadam, som anslutits till en pumpbrunn.

På berget har gjutits en bergförankrad armerad betongmur med invändiga mått ca 3,7 x 3,7 m. Murens tjocklek är ca 0,2 m. Beroende av bergets ytkontur varierar betongmurens höjd från ca 0,1 m till vid blockutfallen 2,2 m.

I anslutning mellan berget och betongmuren har tätning utförts.

Mot betongmuren har motfyllts med friktionsmaterial.

Som tak till lagret har gjutits en ca 0,2 m tjock dubbelarmerad betongplatta.

### 3.2 Isolering

Som isolering används sprutad polyuretan i testlagret. Polyuretan, som är en reaktionsprodukt mellan polyalkoholer och isocyanat, tillhör gruppen plaster.

Densiteten på polyuretanen valdes till  $50 \text{ kg/m}^3$ . Detta ansågs som en bra densitet med avseende på värmeledningsförmåga, vattenpermeabilitet, hållfasthet m.m. Polyuretanisoleringen består av slutna celler med freon 11 som innesluten gas.

Värmeledningstalet efter lång tid blir ca  $0.025 \text{ W/m}^{\circ}\text{C}$ . Detta förutsätter att isoleringen är torr. Polyuretanet i sig har en låg vattenpermeabilitet. Dessutom sprutas polyuretanet i skikt som får en ythud som är speciellt motståndskraftig mot vattenabsorbktion.

Som ytskikt mot lagervattnet används en elastomer. Detta skikt används som diffusionsspärr med mycket låg vattenpermeabilitet. Utmärkande för denna elastomer är, förutom effektiv diffusionsspärr och att den tål höga temperaturer, att den har en mycket god brottöjning.

Efter det att gropen färdigställdes och bjälklager las på påbörjades isoleringsarbetet i gropen. Första åtgärden var att låta bergväggarna torka (varmluftsfläkt) och sedan rengöra dem från lös grus, småsten o.dyl.

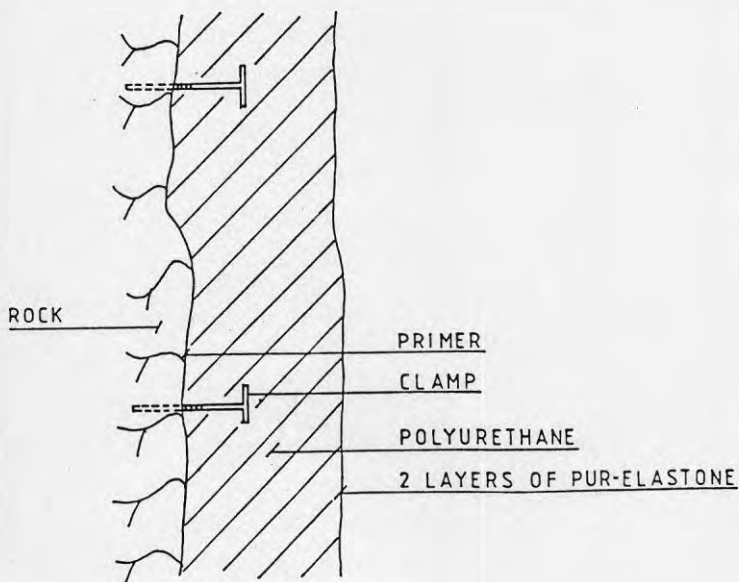
För att isoleringen skall fästa ordentligt mot bergväggarna är det mycket viktigt att väggarna är torra.

Därefter målades väggarna med primer för att få en bra fästyta för polyuretanskummet (PUR-en). Krampor (ca 4 st per  $\text{m}^2$ ) fastgjordes i bergväggarna för att utgöra en extra fasthållning för PUR-en.

Efter det att primern torkat (ca 10 timmar) påbörjas sprutningen av PUR-en vilket utförs med en spruta i vilken komponenterna sammanförs under tryck. Genom att variera trycket och komponentmängden kan man få olika densitet. De sprutade skikten blir ca 2 cm tjocka. I testlagret sprutades ca 20 cm PUR runtomkring även på golvet och taket. Sprutningen i taket blev sämre än på väggarna. Därför jämnades isoleringen till i taket innan elastomerskikten målades på. Elastomer målades även på väggarna och golvet i två skikt. Efter två dygns härdning kunde testlagret fyllas med vatten.

Eftersom dessa två skikt elastomer utgör i storleksordningen en tredjedel av totala kostnaden för isolering och tätskikt slopades elastomerskikten på halva takytan och en vägg för att se hur resultatet blir med PUR-en i direktkontakt med vattnet.

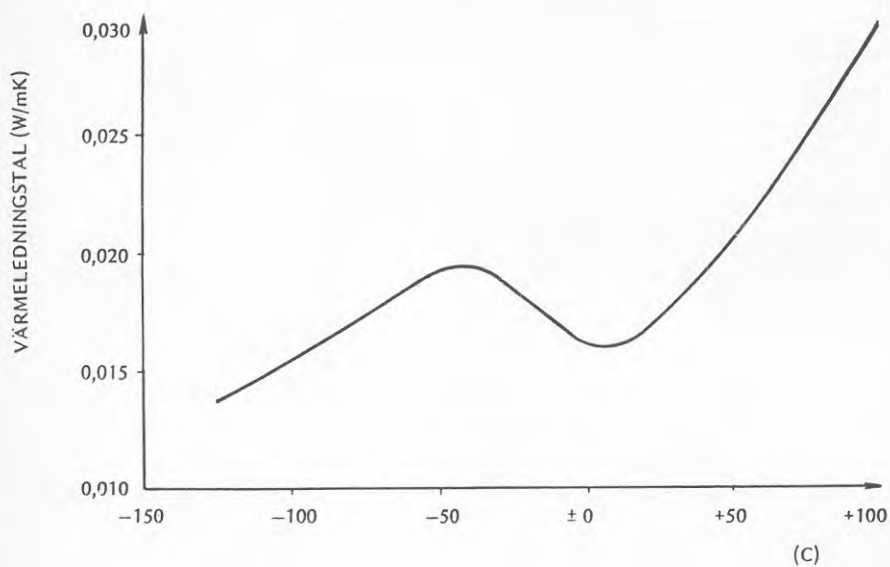
Bild från sprutningen av polyuretan finns i bild-bilagan.



Isolering och tätskikt i testlagret.

De följande sidorna visar vissa fysikaliska data för styv polyuretan.

TEMPERATURENS EFFEKT PÅ VÄRMELEDNINGSTALET  
(F-11 BLÄST PUR)



DENSITETENS EFFEKT PÅ VÄRMELEDNINGSTALET  
(F-11 BLÄST PUR)

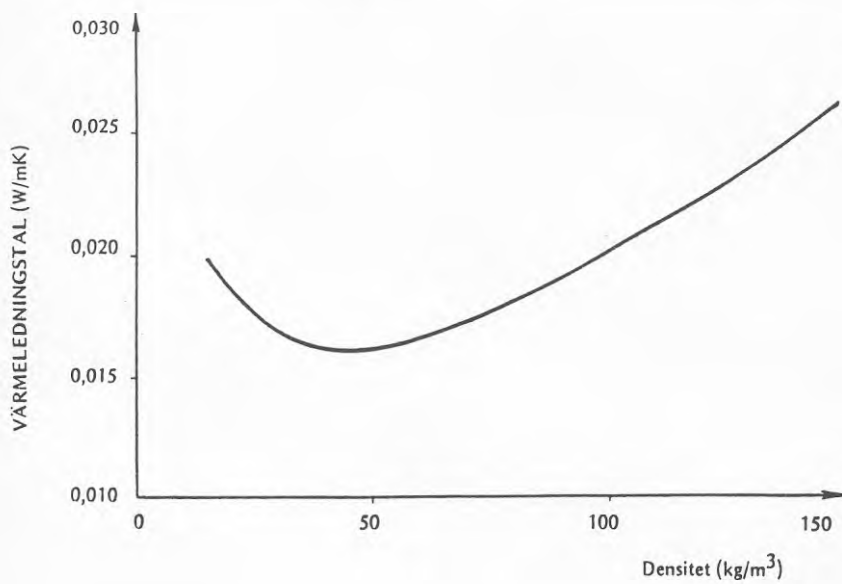




DIAGRAM ÖVER HUR VÄRMELEDNINGSTALET VÄXER MED TIDEN  
I STYVT PUR-SKUM BLÄST MED F-11.

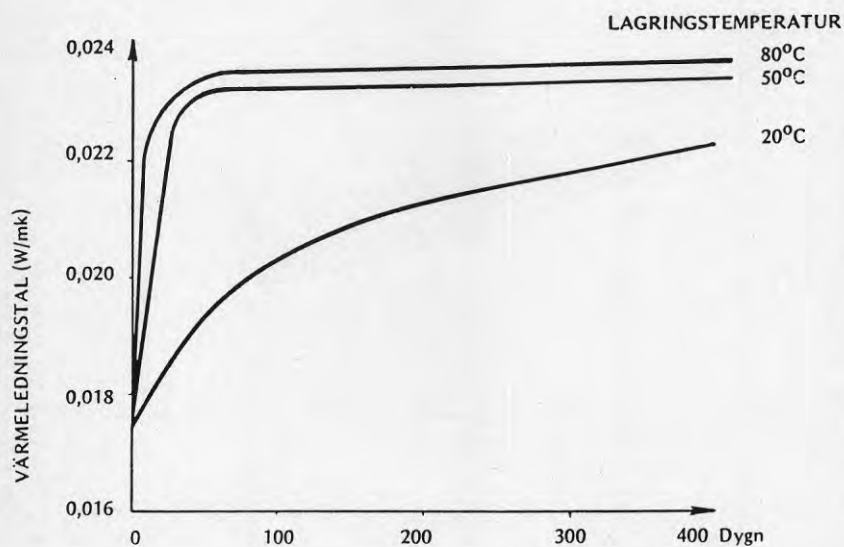
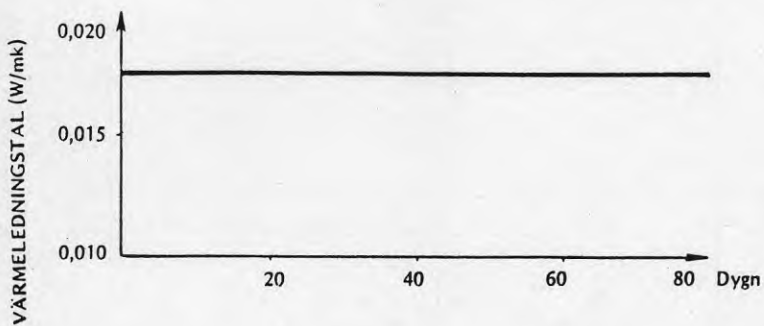


DIAGRAM SOM VISAR ATT VÄRMELEDNINGSTALET ÄR KONSTANT NÄR  
PUR TÄCKS MED ETT DIFFUSIONSTÄTT MATERIAL.

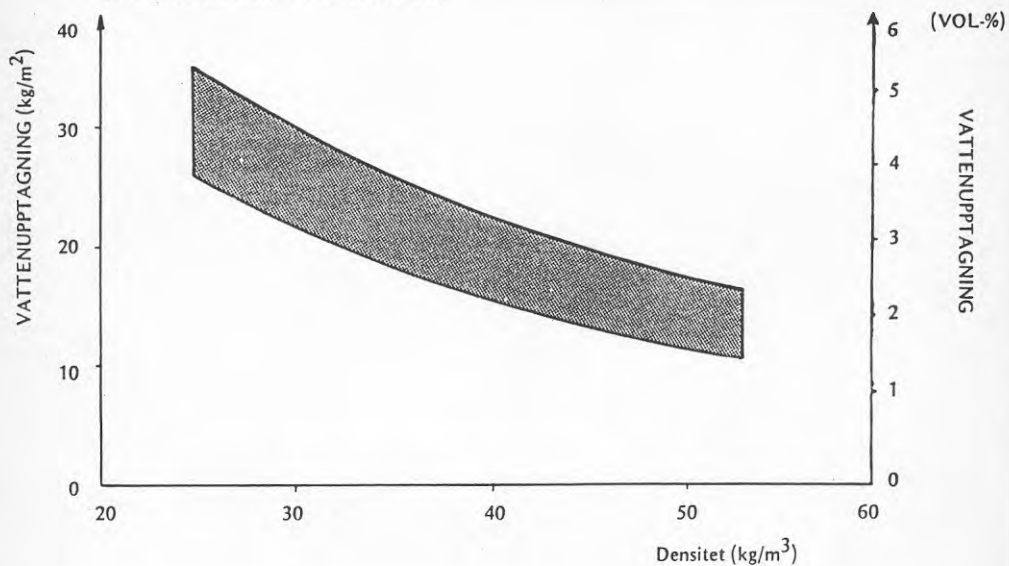
BLANDNINGSTEMPERATUR = 20°C

(Lagringstemperatur = 80°C, 50°C, el 20°C ger ingen variation  
i värmeledningstalet.)



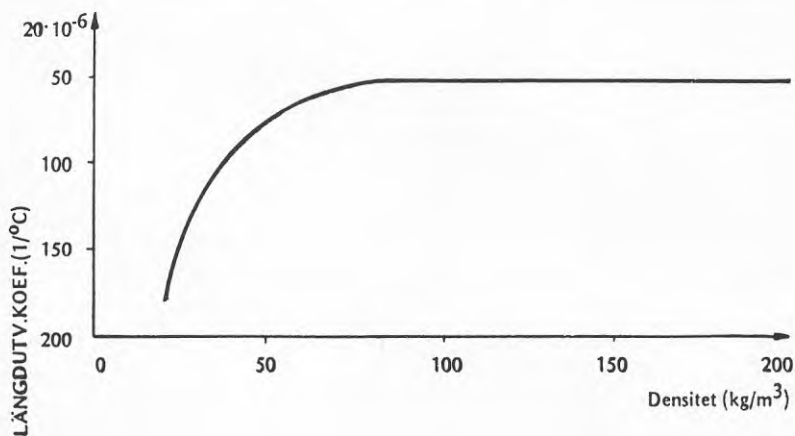
VATTENABSORPTION I STYVT POLYURETANSKUM, FASTSTÄLLD GENOM MÄTNING AV ÄNDRINGEN I FLYTFÖRMÅGA EFTER 24 TIMMARS LAGRING I 20°C.

(Provkroppens mått = 40 x 40 x 40 mm)



LÄNGDUTVIDGNINGSKOEFFICIENT

(Temp.omr. + 20 till  $-60^\circ\text{C}$ .)



I testlagergruppen fanns en stor vattenförande spricka på ena väggen. För isoleringen är det av största vikt att bergväggarna är torra vid appliceringstillfället. I testlagret löstes detta genom att man byggde en "låda" av plyfaskivor över sprickan så att vattnet kan rinna på baksidan av denna. Se bild i bildbilagan. Vid större lager används sprutbetong för att täppa till de vattenförande sprickorna.

I början av november var testlagret klart för uppfyllning så när som på två dygns härdning av elastomeren. Dessvärre upptäckte man efter ca ett dygn att det stod 1 m vatten i lagret. Man kunde konstatera att elförsörjningen till dräneringspumpen av oförklarlig anledning hade stängts av. Detta innebar att grundvattentrycket hade lyft golvet av isolering och spräckt denna så att vatten kunde tränga in i lagret. Pga den oturliga avstängningen av elförsörjningen uppkom ca tre veckors försening. Erfarenheten av detta är alltså att man i större sammanhang måste ha minst två separata dräneringssystem för att verkligen säkerställa grundvattensänkningen.

Golvisoleringen lagades, genom att de övre isoleringsskikten gjordes om, och testlagret fylldes upp i månadsskiftet november-december.

Under de första tre veckorna läckte lagret 15 m<sup>3</sup>. Pga jul- och nyårshelgen fylldes lagret igen strax före jul. Efter helgerna gjordes en inspektion och följande kunde konstateras.

Vid sprutning av PUR av medeldensitet bildas på den sprutade ytan små håligheter s.k pinnholes vid otillräcklig blandning av komponenterna i sprutan. Detta var fallet på vissa ytor i testlagret. När sedan elastomeren målades på, trängde den inte in i hålen ordenligt, dvs elastomeren blev inte tät.

Vatten som trängt igenom elastomeren har sedan letat sig till de kvarstående sprickor som finns i golvet enligt ovan.

Ett åtgärds paket togs fram som innebar att ca 5 cm av isoleringen skars bort. Sedan sprutades 5 cm PUR med hög densitet. Pinnholes uppträder inte vid högdensitet - PUR och på så sätt bildas en jämn och hård yta för elastomeren.

Slutligen sprutades elastomeren med en special-spruta. I månadsskiftet februari-mars fylldes så lagret igen och temperaturen på vattnet höjdes till 90°C.

För att få en jämn och hård yta för elastomeren måste man använda sig av PUR med hög densitet. Dock innebär detta att isoleringsförmågan försämras och kostnaden ökar, varför mängden högdensitet-PUR begränsas till 5 cm.

Efter tre veckors drift i slutet av mars började vattennivån att sjunka i lagret. Under de två första veckorna i drift höjdes temperaturen på vattnet till 90°C.

När det stod klart att lagret läckte togs dräneringspumpen ur drift. Därmed stabiliserades vattennivån i lagret på samma nivå som det omgivande grundvattnet, vilket innebär att ca halva lagret var fyllt med vatten.

Vattnet i lagret har fortsättningsvis hållits på ca 90°C m h a elpatronen.

I mitten av maj pumpades resten av vattnet ur lagret och provtagning gjordes på isoleringen. Vid detta tillfälle hittades också sprickor i elastomeren och puren i golvet där vattnet har runnit ut. Sprickorna har förmodligen uppkommit p g a att dräneringsskiktet av makadam har satt sig p g a tyngden från vattnet och därmed orsakat skador i isoleringen. I framtiden bör man bygga en betongplatta ovan dräneringsskiktet för att förhindra sättningar.

Resultaten från provtagningarna på polyuretanen presenteras i nästa kapitel. Vid provtagningen framkom att purens förmåga att fästa mot berget var mycket bra.

Erfarenheterna vid detta pionjärarbete har varit mycket lärorika. Att speciellt beakta för framtida större projekt är att ha dubbel säkerhet vid dränering.

Vid större lager som innebär större ytor och volym minskar många av de svårigheter som gällt för det aktuella testlagret. Temperaturvariationer, sikt, avstånd och vinkel vid sprayning kan planeras, förberedas och kontrolleras på ett helt annat sätt. Polyuretan- liksom elastomersprutans tillförlitlighet kan hållas betydligt högre och jämnare då mer kontinuerliga och långvariga sprutsekvenser blir aktuella.

## 5 MÄTNINGAR

### 5.1 Förutsättningar

Huvudsyftet med mätningarna har framförallt varit att klarlägga hur kombinationen med elastomer som tätskikt och direktsprutad polyuretan som isolering uppför sig vid den höga temperatur (90°) som varit aktuellt i testlagret.

Mätningarna har i huvudsak bestått av temperaturmätning i och i nära anslutning till polyuretanet under provdriftsperioden, samt efter avslutat prov, fuktighetsbestämning av provbitar av polyuretan från testlagret. Som referens har en laboratorie-sprutad provbit och i vattnet nedhängda polyuretanfyllda tuber av stål studerats. Tuberna har inte haft något elastomerskikt.

Vattnet i testlagret har under provperioden konstanthållits vid cirka 90°C med hjälp av en elpatron. Temperaturgivare har placerats enligt följande:

- 1 I tre av lagrets väggytor på ca 130 cm höjd från botten har vardera fyra givare placerats
  - a) i bergytan
  - b) i isoleringen ett par centimeter från bergytan
  - c) mitt i isoleringen mitt emellan givarna enligt b) och d)
  - d) i isoleringen ett par centimeter från ytan med elastomer
  
- 2 I väggen på några decimeters höjd från botten i närheten av dräneringsbrunnen enligt 1 d) har tre givare placerats.

3 På två ställen i taket enligt la - ld. Istället för i bergytan har den yttre givaren placerats i betongblocket.

4 På tre nivåer i vattnet.

Placeringen enligt lb - ld gör det möjligt att bedöma vilken del av isoleringen som får förhöjd värmeledningsförmåga på grund av inträngande vatten.

Givarna har anslutits till en mätplint i en låda ovanpå lagret. Dessutom har en lös givare med lång ledning använts för mätning i dräneringsbrunnen och i borrhål för mätning av grundvattennivån utanför lagret. Alla temperaturgivare är av samma PT-100-typ.

För nivåmätning i lagret och i borrhål utanför lagret har ett ljuslod använts, och den till elpatronen tillförda elenergin har registrerats i en elmätare. Grundvatten som pumpats bort från dräneringsbrunnen har registrerats i en flödesmätare. Utetemperaturen registreras varje timma i den intilliggande solvärmecentralen, men för att förenkla uppföljningen har en gradtimmätare installerats i anslutning till testlagret.

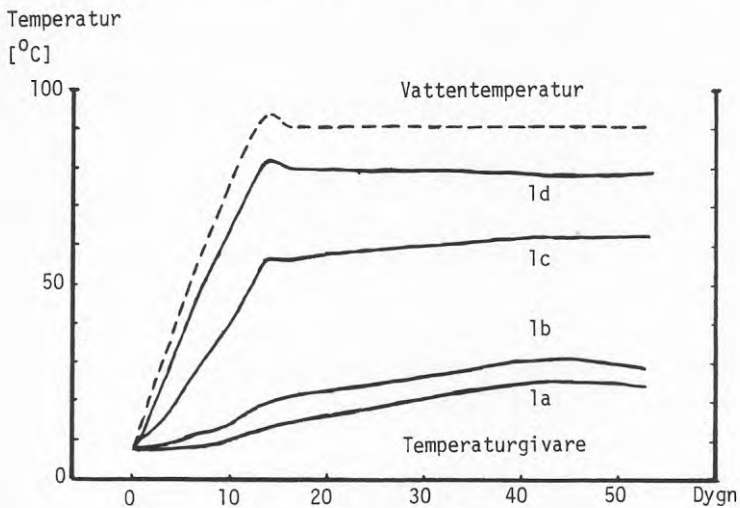
Alla givare och mätare har lästs av minst en gång i veckan och grundvattnets temperatur och nivå utanför lagret har kontrollerats kontinuerligt.

Efter avslutad provperiod på ca 2 månader har ett stort antal provbitar tagits ut för fuktighetsbestämning.

Avd för installationsteknik, CTH, har svarat för avläsning av givare och mätare samt samordning av mätningarna. Mätning av fukthalt och värmeledningsförmåga ( $\lambda$ -värde) har utförts av avd för Husbyggnadsteknik, CTH.

## 5.2 Resultat

Sammanfattningsvis har tätskiktet av elastomer inte fungerat som avsett. Redan kort efter uppvärmningsperioden på cirka två veckor, indikerade temperaturmätningarna att en förhöjd värmeledningsförmåga erhållits närmast vattnet, d v s innanför tätskiktet. Vid en okulärbesiktning då provbitar för fuktighetsbestämning av polyuretanisoleringen togs ut, kunde man konstatera att elastomeren under vattenytan blivit svampig och i vissa fall flagnat av. Figur 5.1 visar temperaturmätning i en väggyta.

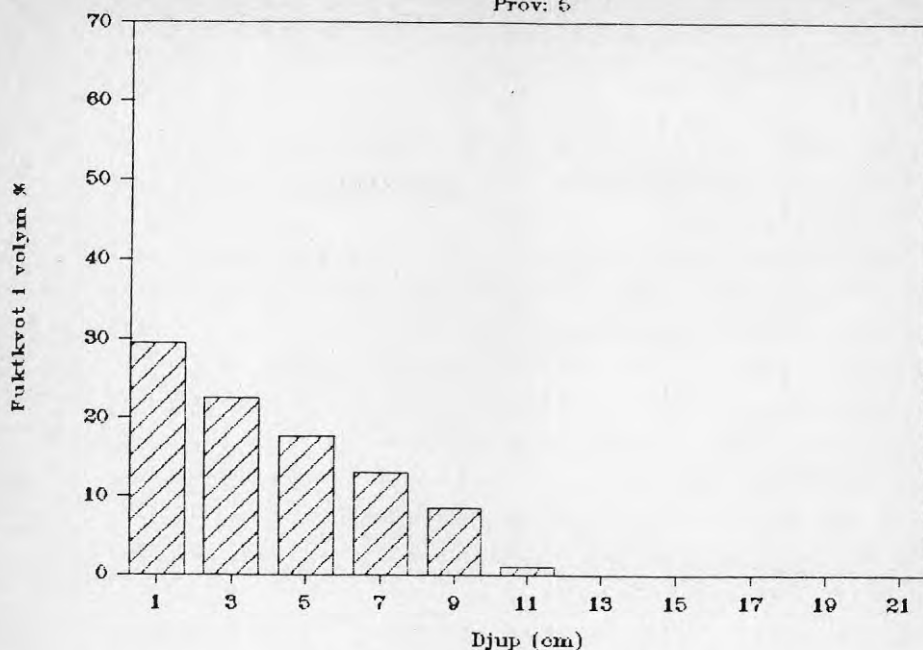


Figur 5.1 Temperaturer i vattnet och i isoleringen i en väggyta

Fuktighetsmätningarna visar en hög fuktighet i väggar under vattenytan och i botten. De delar av tätskiktet, övre delen av väggarna och taket, som inte varit i direkt kontakt med vatten uppvisar inga defekter i elastomerskiktet. Provbitar i taket och i väggytor ovanför vattenytan innehåller ändå relativt hög fukthalt. Elastomerskiktet är alltså inte diffusionstätt vid 90°C. Figur 5.2 visar hur fukthalten varierar med inträngningsdjupet i en väggyta. Provtuberna uppvisar liknande resultat.



Prov: 5



Figur 5.2 Fukthalt som funktion av inträngningsdjupet i en provbit från en väggyta.

Avsikten var att polyuretanisoleringen skulle ha densiteten  $50 \text{ kg/m}^3$ . Den laboratoriesprutade provbiten som skulle vara representativ för materialet i testlagret har densiteten  $34 \text{ kg/m}^3$ . Okulärbesiktning av de uttagna provbitarna visar på en densitet nära provbitens eller lägre. Anledningen till den relativt låga densiteten är dels att det lilla utrymmet i testlagret gjorde det svårt att spruta jämnt, dels att det är relativt svårt att bestämma densiteten i fält.

Värmeledningsförmågan i den laboratoriesprutade provbiten har bestämts till  $0.024 \text{ W/m}^2$ . Ett överslag visar att värmeledningsförmågan i isoleringen i testlagret med ledning av fukthalt och förbrukad elenergi, har ökat med en faktor 5.

Övriga mätningar och iakttagelser har inte uppvisat något anmärkningsvärt förutom att de provbitar som togs ut var praktiskt taget omöjliga att få loss från bergytan. Det innebär att polyuretanets vidhäftning vid bergytan var mycket bra.

## 6. SLUTSATSER

Slutsatserna av detta pilotförsök gäller dels byggtekniken och dels isolering och tätskiktet.

Vad gäller byggtekniken kan konstateras att sprängning av tillräckligt jämna bergytor är möjlig med dagens teknik och att sprutad polyuretan fäster mycket bra mot en torr bergvägg målad med primer. Detta projekt har klart visat att minst två separata dräne- ringssystem måste användas för att verkligen säkerställa grundvattensänkningen. Grundvattensänkning berörs under byggnadstiden därför att inte betong och gummi på lagrets botten skall flyta upp. Likaså innebär en grundvattensänkning att isoleringen skyddas från grundvatten under drift. För att regnvatten inte skall rinna ner i isoleringen måste en avtätning vid markytan göras där vattnet leds till ett kommunalt rörnät för regnvatten.

Eftersom testlagret är litet blev sprutningen av polyuretan utförd med korta tidsintervaller. Vid större lager kan sprutningen planeras och kontrolleras på ett bättre sätt. Sprutrustningens tillförlitlighet kan hållas betydligt högre och jämnare vid långvariga sprutsekvenser. Polyuretanet fäster mycket bra mot en torr bergyta målad med primer, vilket visade sig vid provtagningen.

För att undvika rörelser i dräneringsskiktet i botten skall det packas ordentligt. Dessutom bör en betongplatta gjutas ovan dräneringsskiktet för att utjämna lasten och för att utgöra en fast botten där män kan arbeta och ha utrustning.

Vad gäller isolering och tätskikt kan konstateras att vatten har trängt in i puren. Dels har vatten trängt in från lager- sidan och dels från berget. Fukt har trängt längre in i puren än vad som kunde förutsägas beroende bl a på lägre densitet.

Tättskiktet, polyuretanbaserad elastomer, har inte hållit tätt mot lagervattnet. På testlagret inte var avtätat vid markytan har en del smältvatten runnit ner längs bergväggen och in i isoleringen.

Fukthalten i isoleringen minskar med ökande höjd på väggarna. Lägst fukthalt var det i isoleringen i taket. Dock motsvarar fukthalten i taket ett 2-3 ggr större k-värde, än vid torr isolering, vilket inte kan accepteras.

Isoleringen av direktsprutad polyuretan har inte den densitet ( $50 \text{ kg/m}^3$ ) som avsågs, vilket beror på att kontroller inte gjordes vid sprutningen.

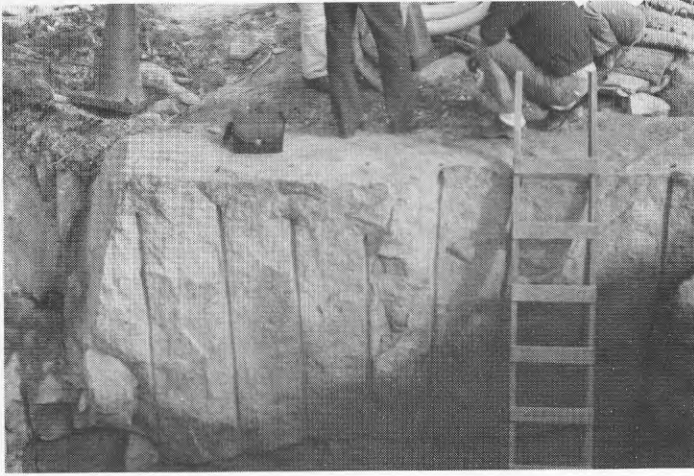
Sammanfattningsvis har följande av större vikt framkommit vid arbetet med testlagret:

1. Polyuretanbaserad elastomer är inte lämplig som tättskikt mot vatten av  $90^\circ\text{C}$ .
2. Direktskummad polyuretan fäster bra mot en torr bergyta försedd med primer. Fästförmågan är bra även efter det att bergytan stått under vatten i två månader.
3. Densiteten på isoleringen måste kontrolleras med jämna mellanrum vid sprutningen.
4. Grundvattendränering och avtätning vid markytan mot regnvatten är nödvändigt för att hålla isoleringen närmast berget torr.





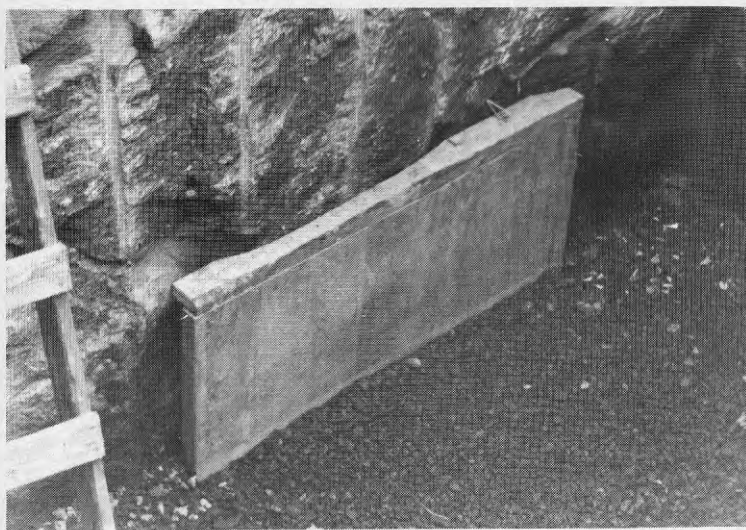
Gropen efter sprängning och urschaktning



Övre del av bergvägg



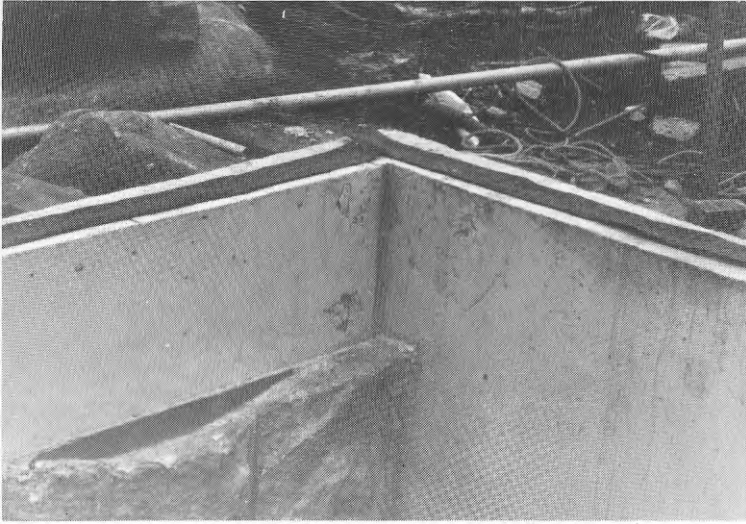
Nedre del av bergvägg samt dränerings-  
skikt av makadam och dräneringspump.



Avskärmning av spricka med plyfasskiva



Gjutning av kantvägg



Färdig kantvägg



Separat gjutning av bjälklaget





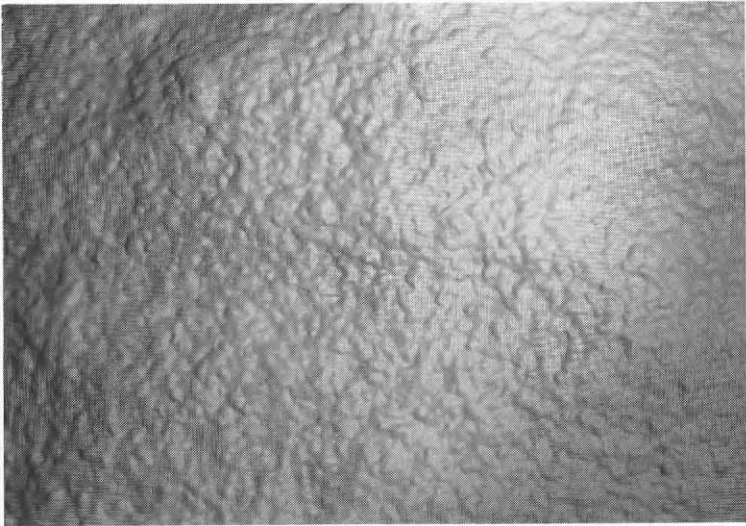
Bjälklaget lägges på plats ovan kant-  
väggarna.



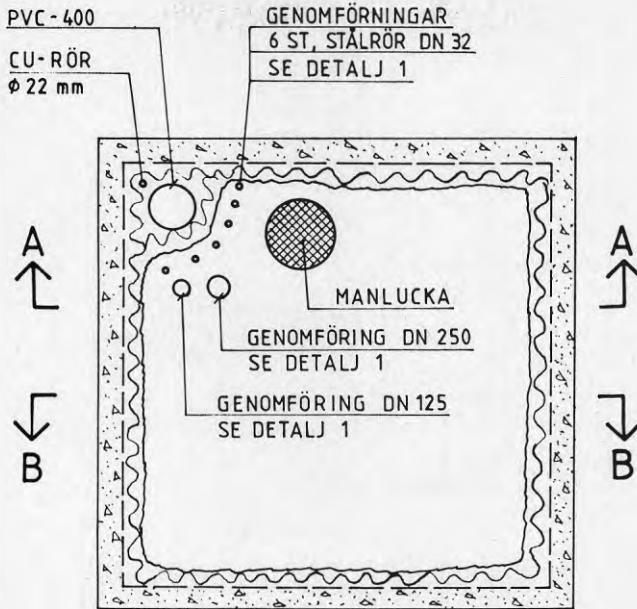
Sprutning av polyuretanskum på golvet



Operatören i full mundering

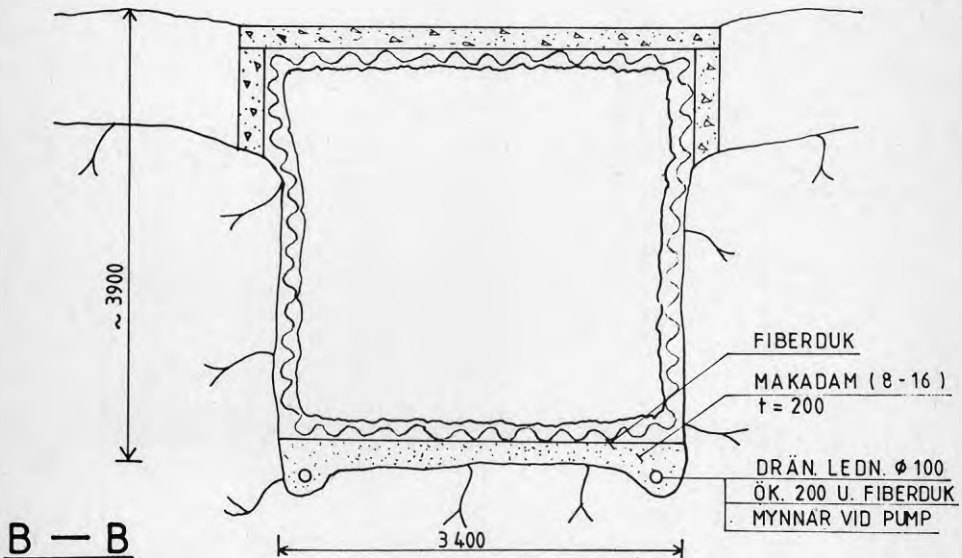


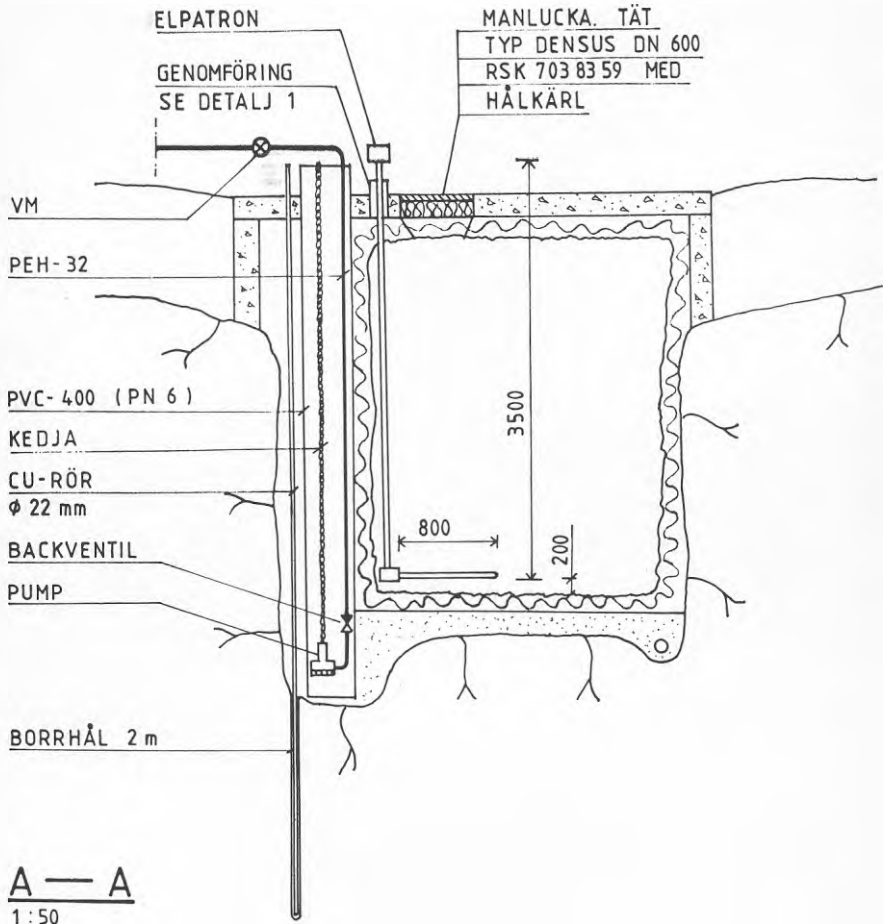
Färdig yta

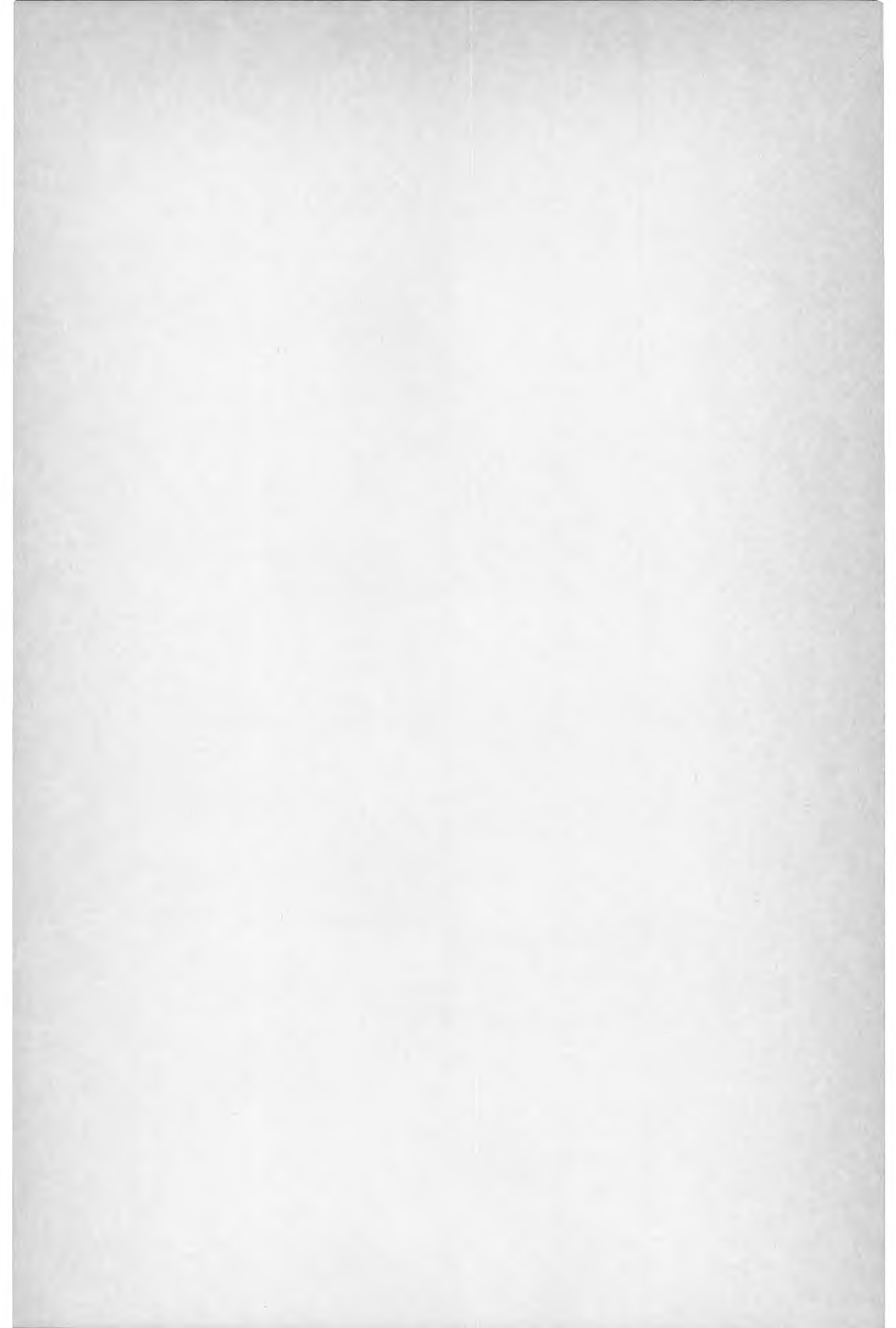


PLAN

1:50









Denna rapport hänför sig till forskningsanslag 850553-7  
från Statens råd för byggnadsforskning till AB Andersson & Hultmark,  
Göteborg.

R64: 1987

ISBN 91-540-4739-0

Statens råd för byggnadsforskning, Stockholm

Art.nr: 6707064

Abonnemangsgrupp:  
Ingår ej i abonnemang

Distribution:  
Svensk Byggtjänst, Box 7853  
103 99 Stockholm

Cirkapris: 33 kr exkl moms