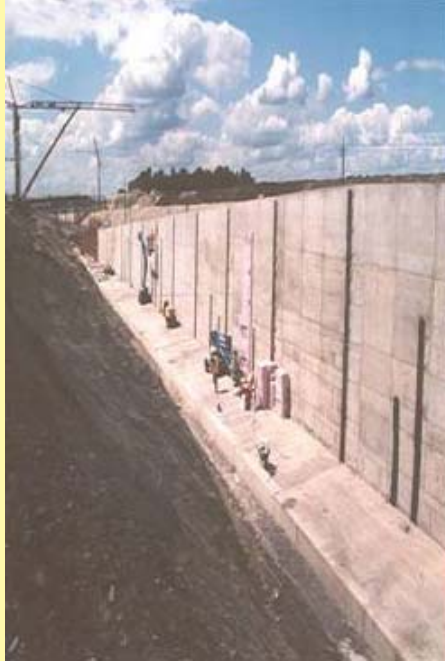




STATENS GEOTEKNISKA INSTITUT  
SWEDISH GEOTECHNICAL INSTITUTE



## Lermorän som fyllning mot stödmur – Bestämning av jordtryck och rörelser

INGE BRORSSON

LEIF ERIKSSON

Varia 537

LINKÖPING 2005





**STATENS GEOTEKNISKA INSTITUT**  
**SWEDISH GEOTECHNICAL INSTITUTE**

Varia **537**

**Lermorän som fyllning mot stödmur**  
– Bestämning av jordtryck och rörelser

INGE BRORSSON  
LEIF ERIKSSON

---

LINKÖPING 2005

<b>Varia</b>	Statens geotekniska institut (SGI) 581 93 Linköping
Beställning	SGI – Informationstjänsten Tel: 013–20 18 04 Fax: 013–20 19 09 E-post: <a href="mailto:info@swedgeo.se">info@swedgeo.se</a> Internet: <a href="http://www.swedgeo.se">www.swedgeo.se</a>
ISSN	1100-6692
ISRN	SGI-VARIA--05/537--SE
Dnr SGI	1-9908-0437

**INNEHÅLLSFÖRTECKNING**

<b>BAKGRUND .....</b>	<b>5</b>
<b>1 .....</b>	<b>6</b>
<b>1 SYFTE.....</b>	<b>6</b>
<b>2 MÅLGRUPPER.....</b>	<b>6</b>
<b>3 GÄLLANDE NORMER .....</b>	<b>6</b>
<b>4 PROVOMRÅDE .....</b>	<b>7</b>
4.1 Läge .....	7
4.2 Konstruktion.....	7
<b>5 INSTRUMENTERING .....</b>	<b>8</b>
5.1 Jordtrycksceller.....	8
5.2 Deformationsmätning av cellplastskivor.....	8
5.3 Mätdubbbar för stödmurens utböjning .....	8
5.4 Trådtöjningsgivare.....	9
5.5 Tensiometer .....	9
5.6 Gipsblock .....	9
<b>6 ÖVRIGA UNDERSÖKNINGAR .....</b>	<b>9</b>
<b>6.1 Under uppfyllning av lermorän .....</b>	<b>9</b>
6.1.1 Provtagning och MCV-bestämning .....	9
6.1.2 Vingförsök.....	9
<b>6.2 Efter uppfyllning av lermorän .....</b>	<b>9</b>
6.2.1 PMT, pressometerförsök .....	9
6.2.2 CPT-sonderingar.....	10
6.2.3 Dilatometerförsök.....	10
6.2.4 Vingförsök.....	10
6.2.5 Provtagning.....	10
6.2.6 Laboratorieundersökningar.....	10
6.2.7 Avvägning och inmätning .....	10
<b>7 UPPFYLLNING MOT MUREN.....</b>	<b>10</b>

<b>7.1</b>	<b>Allmänt.....</b>	<b>10</b>
<b>7.2</b>	<b>Uppfyllnad .....</b>	<b>10</b>
<b>7.3</b>	<b>Övriga mätningar.....</b>	<b>11</b>
<b>8</b>	<b>RESULTAT .....</b>	<b>12</b>
<b>8.1</b>	<b>Mätningar under uppfyllning av lermorän.....</b>	<b>12</b>
8.1.1	Uppmätta porundertryck.....	12
	Tensiometermätningar .....	12
	Mätning i gipsblock .....	13
	Vingförsök.....	15
8.1.3	MCV-resultat och vattenkvotsbestämning.....	15
8.1.4	Jordtrycksmätning med tryckceller.....	17
8.1.5	Jordtryck från deformationsmätningar i cellplast .....	19
<b>8.2</b>	<b>Mätningar efter uppfyllning med lermorän .....</b>	<b>20</b>
8.2.1	PMT, pressometerförsök .....	20
8.2.2	Vingförsök .....	20
8.2.3	CPT-sondering.....	20
8.2.4	Dilatometerförsök.....	22
8.2.5	Avvägning och inmätning .....	23
8.2.6	Provtagning.....	24
8.2.7	Densitet och vattenkvot .....	24
8.2.8	Ödometerförsök.....	24
8.2.9	Triaxilförsök.....	25
<b>9</b>	<b>DISKUSSION.....</b>	<b>26</b>
<b>9.1</b>	<b>Fyllningens egenskaper.....</b>	<b>26</b>
9.1.1	MCV och hållfasthet.....	26
9.1.2	Negativa portryck .....	26
9.1.3	Densitet och vattenkvot .....	26
9.1.4	Moduler och sättningar.....	27
<b>9.2</b>	<b>Jordtryck .....</b>	<b>27</b>
<b>10</b>	<b>SAMMANFATTNING .....</b>	<b>27</b>
<b>11</b>	<b>REFERENSER.....</b>	<b>28</b>

## BAKGRUND

I samband med projekteringen av citytunnelns anslutningar i bygghandlingen för de svenska anslutningarna till Öresundsförbindelsen (Broläge 41, 42 och 43) har det visat sig att grusmängderna för återfyllning mot förekommande konstbyggnader i form av tunnlar, tråg och stödmurar skulle bli mycket omfattande, om Bro 94 strikt skulle följas.

Då grus är en naturresurs som är begränsad i södra Sverige har Jacobson & Widmark (J&W) på uppdrag av Svedab undersökt möjligheterna att använda lermorän som återfyllnadsmaterial istället för grus. Detta har resulterat i att återfyllningen vid broläge 41, 42 och 43 idag är utförd med lermorän i de sektioner där återfyllningen inte påverkar ovanliggande väg eller järnväg. Med hänsyn till tjälskydd har återfyllningen med lermorän kompletterats med 1,2 m grus närmast konstruktionen.

Konstbyggnaderna har i dessa sektioner dimensionerats för återfyllning med lermorän istället för med grus. De geotekniska egenskaperna hos packad lermorän varierar inom relativt vida gränser bl a beroende på lermoräns kornfördelning, vattenkvot och samt av tillfört packningsarbete (lagertjocklek, packningsredskap, antal överfarter). Även liggtid och eventuell efterpackning påverkar egenskaperna hos den packade lermoränfyllningen. På grund av dessa orsaker och bristande kunskap har vissa antaganden gjorts om lermoränfyllningens geotekniska parametrar, bland annat har antagits att dess jordtryckskoefficient,  $K_0$ , är lika med 1,0. Detta har inneburit en ökning av "tassens" (stödmurens bottenplattas) bredd med ca 40% jämfört med dimensionering för återfyllning med grus.

För att öka kunskapen om jordtryck från packad lermorän initierades genom kontakter mellan representanter för J&W, PEAB och SGI under våren 1999 ett FoU-projekt i samband med utförandet av stödmurar och upppackning av lermorän mot dessa vid broläge 43, som är en spårport som möjliggör anslutning från Öresundsbanan mot Trelleborg och Ystad.

Utformningen med två fyllningsmaterial, grus närmast muren och lermorän i övrigt, är produktionstekniskt tidskrävande. Dessutom krävs att sidotagsmassor av grus finns tillgängliga. I de monoliter där mätningar har utförts har gruslagret ersatts med 80 mm styrencellplast (XPS).

Projektet har samfinansierats av Statens geotekniska institut (SGI), SBUF, PEAB och J&W. Projektbidrag har även erhållits av Banverket och Vägverket. De inledande delarna av projektet omfattande instrumentering, uppfyllning och packning har utförts som ett examensarbete vid Malmö Högskola.

Ansvarig på SGI för projektet har från starten och fram till och med utgången av år 2002 varit Inge Brorsson. Efter hans pensionering har Leif Eriksson ansvarat för projektet.

## 1 SYFTE

Syftet med arbetet har varit att undersöka vilket jordtryck som verkar mot stödmuren vid återfyllnadsarbetet och efter färdigställandet av återfyllnaden, då fyllningen utgörs av packad lermorän. Projektet har även syftat till att följa upp storlek och tidsförlopp hos sättningar i lermoränfyllningen mot stödmursmonoliterna.

Med hänsyn till produktionstekniska svårigheter har den i bygghandlingen angivna 1,2 m tjocka tjältskyddande grusfyllningen närmast stödmuren ersättas av tjältskydd av XPS (extruderad polystyrencellplast). Cellplastens tjocklek, 80 mm, är dubbla värdet enligt VÄG 94. Syftet att ersätta gruslagret mot XPS var att belysa möjligheterna att i framtida konstruktioner minska användningen av grus och att förenkla produktionen av återfyllningen.

Resultatet kommer med sannolikt att innebära att man i framtiden i större utsträckning kan använda lermorän som återfyllning mot broar och stödmurar och att dessa kan dimensioneras för jordtryck som är mer relaterade till de befintliga förhållandena. Projektet förväntas vidare ge underlag för krav på lämpliga kontrollmetoder och krav på geotekniska egenskaper för verifiering av antagna (predikterade) jordtryck.

Projektet rimmar väl med ett allmänt kretsloppstänkande och en ökad återanvändning av ”sämre” material och kommer därmed att minska användningen av grus och krossprodukter, som i SV Skåne är en bristande naturresurs.

## 2 MÅLGRUPPER

Målgrupper för projektet är primärt stora beställare och författare av regelverk för konstbyggnader (broar och stödmurar) såsom Vägverket och Banverket. Även Citytunneln och Gatukontoren i städer och kommuner i SV Skåne, där lermorän förekommer i riklig utsträckning, kommer att vara målgrupper. Projektet syftar även till att ge vägledning för konsulternas projektering och entreprenörernas utförande av packad återfyllning av lermorän mot konstbyggnader.

## 3 GÄLLANDE NORMER

Återfyllning med lermorän mot stödmurar behandlas inte i varken Väg- eller Banverkens föreskrifter utan här beskrivs bara gällande krav och rekommendationer vid motfyllning bestående av sprängsten, grus, etc. Då återfyllnaden består av lermorän anges att en separat arbetsbeskrivning skall upprättas.

Stödmurarna utgör en del i järnvägsanläggningen varför de skall dimensioneras för vilojordtryck.

En separat arbetsbeskrivning har tagits fram för citytunnelns anslutningar. Valt alternativ innebär att fyllning utförs med grus i de sektioner där fyllningen påverkar väg eller järnväg och med lermorän i övriga sektioner. Enligt handlingen skall lermoränsmassorna läggas ut i 0,3 m tjocka lager och packas med 2 överfarter med en vält med maximalt 6 tons vikt. Massorna

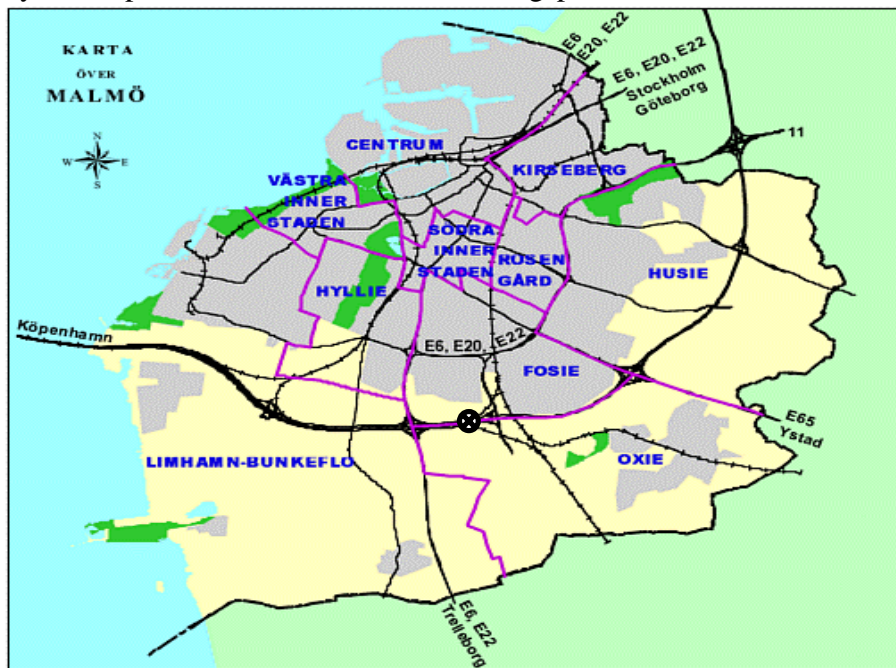


skall med fördel ha ett MCV runt 6,5. För dimensioneringen skall vilojordskoefficienten för grus väljas till 0,38. För lermorän sätts vilojordtryckskoefficienten till 1,0.

## 4 PROVOMRÅDE

### 4.1 Läge

Provområdet är beläget längs de svenska landanläggningarna, vid broläge 43, där det blivande citytunnelspåret ansluts till Ystad/Trelleborgspåret strax väster om Lockarp, Figur 5.1-1.



Figur 5.1-1 Markeringen visar provområdets läge.

### 4.2 Konstruktion

Broläge 43 är utformad enligt följande (ungefärliga sektionsangivelser):

- km ca 289+580 - 289+865 Stödmur längs skärningens södra sida.
- km ca 289+865 - 289+955 Bro.
- km ca 289+955 - 290+000 Stödmur längs skärningens södra sida.
- km ca 289+955 - 290+030 Stödmur längs skärningens norra sida.

Instrumentering och mätningar utfördes längs stödmuren på södra sidan i:

- monolit 34, sektion 289+775
- monolit 37, sektion 289+695

För att underlätta produktionen (installation, utläggning och packning av material) men även för att renodla problemställningen har det 1,2 m tjocka gruslagret ersatts med expanderad polystyrencellplast (XPS). Grusfyllningen är ersatt med cellplast 5 m på vardera sidan om respektive mätsektion.

Den extruderad styrencellplast (XPS) med följande egenskaper:

- Falsade skivor med tjockleken 80 mm
- Praktisk värmekonduktivitet ( $\lambda$ ) 0,0285 W/m K.
- Elasticitetsmodul,  $E_{\text{korttid}} = 15 \text{ MPa}$   
 $E_{\text{långtid}} = 7 \text{ Mpa}$

Stödmurarna i de aktuella testsektionerna försågs med erforderliga ursparingar för installation av mätceller för mätning av jordtryck och deformationer. I nära anslutning till planerade lägen för jordtrycksceller anordnades även ursparingar ( $\phi$  40 mm) för portrycksmätning i lermorännen.

## 5 INSTRUMENTERING

Instrumentering av stödmuren i de två mätsektionerna inom monoliterna 34 och 37 utfördes under vecka 26 1999. Instrumenteringen som omfattade jordtrycksceller, deformationsmätare, mätdubbar och trådtöjningsgivare utfördes av personal från SGI och PEAB tillsammans med examensarbetare från Malmö Högskola under överinseende av handledaren, Eva Petersson J&W.

### 5.1 Jordtrycksceller

Instrumentering utfördes med pneumatiska mätceller av Glötzl (typ S 40/40 KF 20). Dessa var de största tillgängliga cellerna på marknaden med en kvadratisk mätcell på 400x400 mm och med tjockleken 12 mm. Mätcellerna monterades i ursparningarna i betongmurens vägg. Mät-slangarna fästes på murens framsida (motsatt återfyllningssidan). Jordtrycken har mätts på 5 nivåer i monolit 34 och 4 nivåer i monolit 37.

### 5.2 Deformationsmätning av cellplastskivor

För att möjliggöra noggrann mätning av sammantryckningen av cellplastskivan installerades mätare i ursparingar i betongmurens vägg på samma nivåer som jordtryckscellerna.

Syftet med att mäta deformationer i cellplasten är att med kunskap om cellplastens styvhet kunna beräkna de aktuella jordtrycken.

Deformationen i cellplasten mättes mekanisk genom att anbringa en platta (250x250 mm) med ett fastsvetsat rör. Plattan fixerades mot muren medan röret stacks igenom muren. Efter att sektionen bekläts med cellplast fixerades en platta, 250x250 mm, med ett mindre fastsvetsat rör mot cellplasten. Det mindre röret stacks igenom cellplastskivan och ytterröret och kunde glida fritt i detta. På baksidan av stödmuren kunde sedan skillnaden mellan rören mätas vilket efter nollmätning visar deformationen i cellplasten.

### 5.3 Mätdubbar för stödmurens utböjning

I de två testsektionerna har ett antal mätdubbar installerats på stödmurens krön och framsidor för precisionsmätning (x,y,z). Nollmätning utfördes före återfyllning och uppäckning med lermorän och differenser mot senare precisionsmätningar har visat stödmursmonoliternas utböjningar av jordtrycken mot monoliterna.

## 5.4 Trådtöjningsgivare

Trådtöjningsgivare av typen svängande sträng, *Geokon VSM-4000*, monterades vid monolit 37 för att mäta stödmurens deformation under och efter utfört packningsarbete. Givarna monterades på 4 nivåer med specialanpassade monteringsblock fastgjutna på stödmurens framsida. Mätningarna har utförts med ett instrument som registrerar förändringen i strängens egenfrekvens under inverkan av töjning eller kompression.

## 5.5 Tensiometer

Det initiala porundertrycket i fyllningen efter packning har mätts med tensiometer av typen ”*soilmoisture equipment modell 2900F1*”. Mätningar utfördes i vartannat lager (3,5,7 osv.) och företrädesvis i serier om 5 mätningar. Vid provningen drevs dock tensiometern ner i det underliggande lagret, dvs provningen utfördes på samma nivå som provtagningen. Mätningarna utfördes med ett specialinstrument i vilket en filtersten står i kontakt med den omgivande jorden. Uppmätt porundertryck registreras på instrumentets manometer.

## 5.6 Gipsblock

För att mäta porundertrycket i fyllningen under dess uppbyggnad och efter dess färdigställande monterades gipsblock av typen ”*soilmoisture equipment modell 5201*” i fyllningen. Gipsblocken installerades torra och packades omsorgsfullt in i aktuellt lager. Mätkablar löpte genom fyllningen och passerade stödmuren genom hål tidigare avsedda för formsteg. Mätningarna utfördes med ett instrument som kalibrerats så att utgångsvärdet korresponderar mot ett torrt gipsblock. Förändringen i gipsblockets vattenmättnadsgrad indikerar storleken på porundertrycket i jorden.

# 6 ÖVRIGA UNDERSÖKNINGAR

## 6.1 Under uppfyllning av lermorän

### 6.1.1 Provtagning och MCV-bestämning

Vid varje jämt lager (2,4,6 osv.) togs jordprov som senare undersöktes på platskontoret med avseende på vattenkvot. Dessutom utfördes packningsförsök för bestämning av Moisture Condition Value (MCV).

Materiallet finfördelades och större stenar än 20 mm rensades bort. Därefter fylldes en packningscylinder med 1,5-2 kg material.

### 6.1.2 Vingförsök

För att mäta lermoränens skjuvhållfasthet, direkt efter packning, utfördes vingförsök på vartannat lager (3,5,7 osv.). Vid provningen drevs dock vingdonet ner i det underliggande lagret, dvs provningen utfördes på samma nivå som provtagningen. Fem försök utfördes i varje lager. Försöken utfördes manuellt med en dansk vinge, DGI  $\phi$  50 mm.

## 6.2 Efter uppfyllning av lermorän

Efter det att fyllningen mot muren var klar utfördes pressiometerförsök, CPT-sonderingar, dilatometerförsök, vingförsök samt upptagning av prover med S-Geobor i fyllningen. Dessutom avvägdes krönpeglar i fyllningen och inmätning av dubbar på stödmurarna.

### 6.2.1 PMT, pressometerförsök

Fältarbetet omfattade pressometerförsök i två punkter, pmt 34 och pmt 37, utfördes under vecka 35 1999. Undersökningen omfattade sammanlagt 3 försök. I pmt 34 utfördes två försök

på djupet 2,75 m djup medan ett försök utfördes på djupet 2,35 m djup i pmt 37. Lägena av pressometerförsöken redovisas på bifogad borrhålsplan.

Pressometerförsöken utfördes med en PBPM (prebored pressuremeter) typ Texam, installerad i förborrat hål. Håltagningen utfördes med ett ODEX borrsystem till ca 1 meter ovanför aktuell provnivå, håltagningen slutfördes därefter med en jordskruv anpassad efter mätcellens diameter. Försöken utfördes volymstyrda med stegvis pålastning i steg om 30 cm<sup>3</sup>. På- och avlastningscykler utfördes med volymstegen 30, 45 och 60 cm<sup>3</sup>.

#### **6.2.2 CPT-sonderingar**

I återfyllningen till monoliterna 34 och 37 har vardera två sonderingar utförts enligt CPT2. Resultaten av sonderingar har utvärderats med programmet Conrad.

#### **6.2.3 Dilatometerförsök**

Dilatometerförsök har utförts i en punkt vardera i fyllningen vid monolit 34 och 37. Resultaten har utvärderats med programmet SWEDRILL.

#### **6.2.4 Vingförsök**

För bestämning av skjuvhållfastheten efter att fyllningen färdigställts har försök vid monolit 34 respektive monolit 37 utförts med s.k. dansk vinge, DGI  $\phi$  50 mm.

#### **6.2.5 Provtagning**

Prover tagna med S-Geobor har utförts under vecka 35 år och under vecka 38 1999.

#### **6.2.6 Laboratorieundersökningar**

Förutom bestämning av densitet och naturlig vattenkvot har ödometerförsök och triaxialförsök utförts på de med S-Geobor upptagna proverna.

#### **6.2.7 Avvägning och inmätning**

För mätning av vertikala deformationer (sättningar) i den packade fyllningen bakom stödmuren i testsektionerna installerades ett antal krönpeglar, vilka har precisionsavvägts vid samma tillfällen som deformationsmätning utförts för murkrön och murfronter.

Efter det att motfyllningen avslutats 1999-08-12, har sättningsuppföljning lermoränfyllningen utförts fram till 2002-04-17.

## **7 UPPFYLNING MOT MUREN**

### **7.1 Allmänt**

Uppfyllning med packad lermorän utfördes under veckorna 27-30 och var färdigställd vecka 31 år 1999. Under uppfyllnadsarbetet dokumenterades packningsarbete, egenskaper hos fyllningsmassor och hos den packade fyllningen. Dessutom utfördes mätningar av jordtrycksdosor, deformationer i cellplastisoleringen, trådtöjningsgivare, tensiometer och gipsblock under uppfyllningsarbetet.

### **7.2 Uppfyllnad**

Återfyllnaden har skett genom att lager av lermorän om 0,15 m lagts ut vid provområdet från muren och ca 8-10 m ut från denna. Under återfyllningen mot muren kontrollerades att inga större stenar kom i kontakt med tjälisoleringen av XPS. Efter det har varje lager packats med en 8-tons vält och 6 överfarer. Utanför provområdet var lagren 0,30 m tjocka samtidigt som antalet överfarer begränsades till 2.

### 7.3 Övriga mätningar

Vid uppfyllning av samtliga lager har avläsning gjorts av de mätare som installerats på stödmuren (se fig. 7.3-1). Från dessa har man erhållit jordtryck, deformation i cellplasten samt töjning av muren (gäller endast monolit 37). Vid varje nivå (1-5) resp. (1-4) och mellan dessa grävdes gipsblock ner.

Mätningar har gjorts vid följande tidpunkter:

- Kontinuerligt under återfyllnaden.
- När återfyllnaden var färdigställd.
- Varannan dag under 2 veckor efter färdigställd fyllning.
- En gång i veckan under 2 månader och därefter en gång i månaden t.o.m. december 1999.
- Efter december 1999 har mätningar gjorts fram till april 2002.

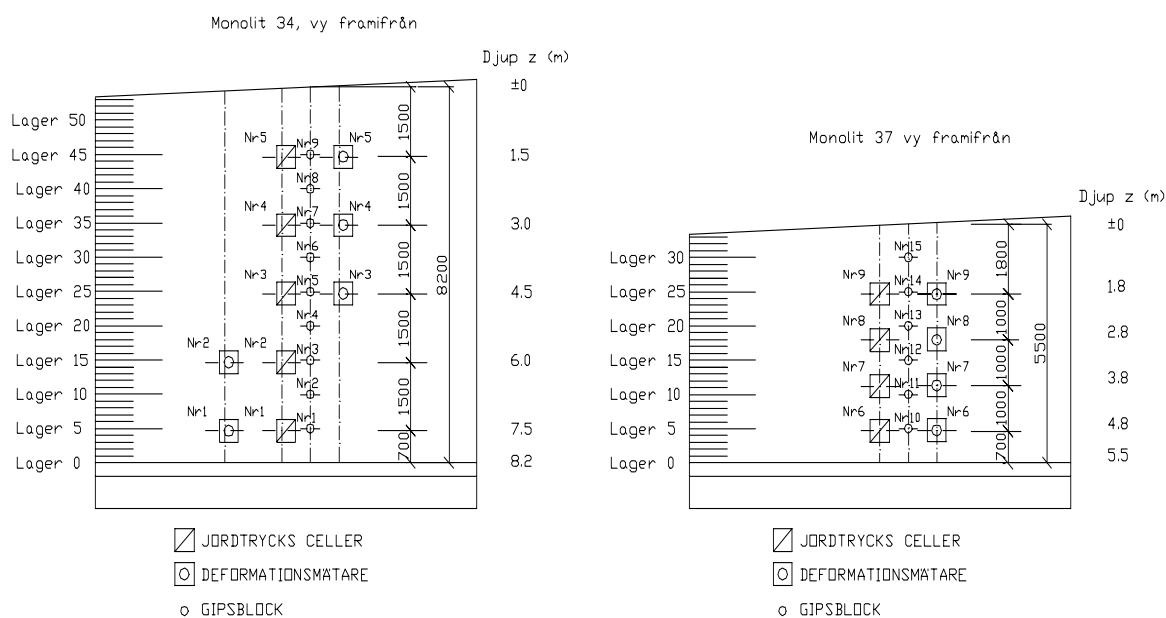
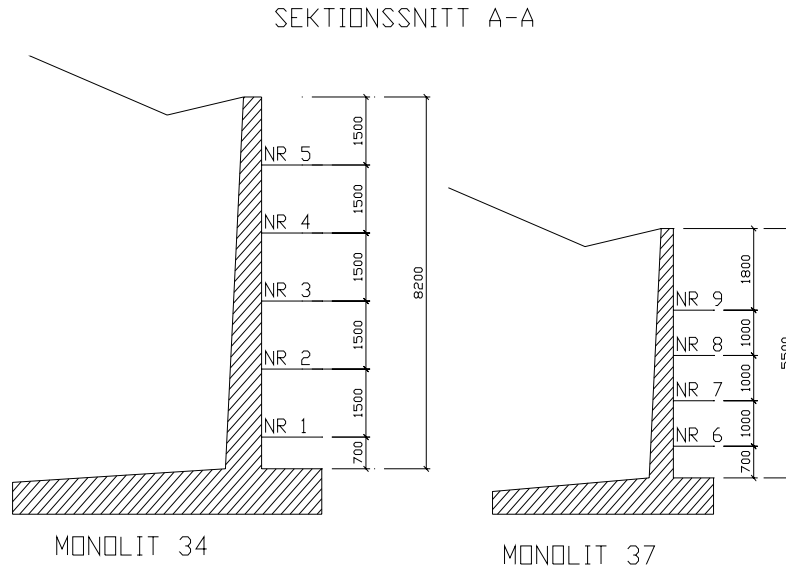


Fig. 7.3-1 Skiss över mätarnas placering.



*Figur 7.3-2 Tvärsektion Monolit 34 och 37.*

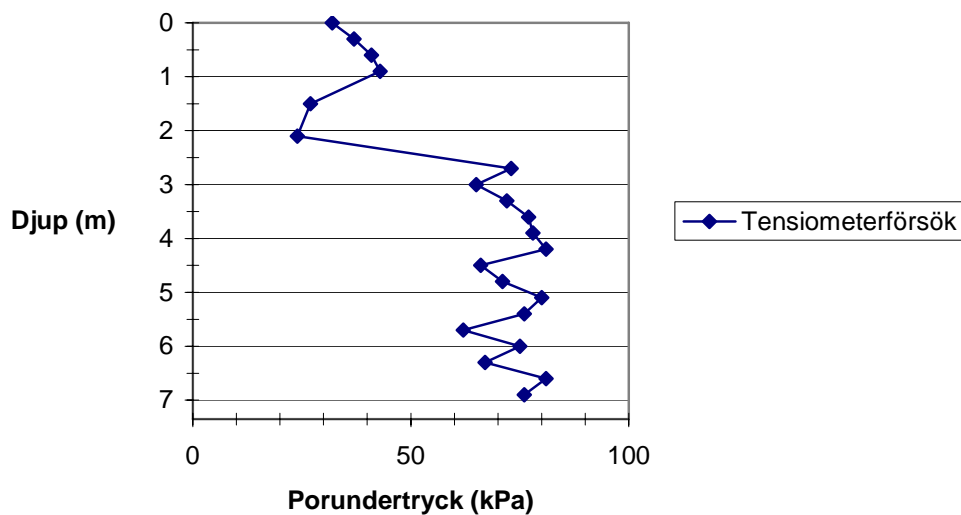
## 8 RESULTAT

### 8.1 Mätningar under uppfyllning av lermorän

#### 8.1.1 Uppmätta porundertryck

##### Tensiometermätningar

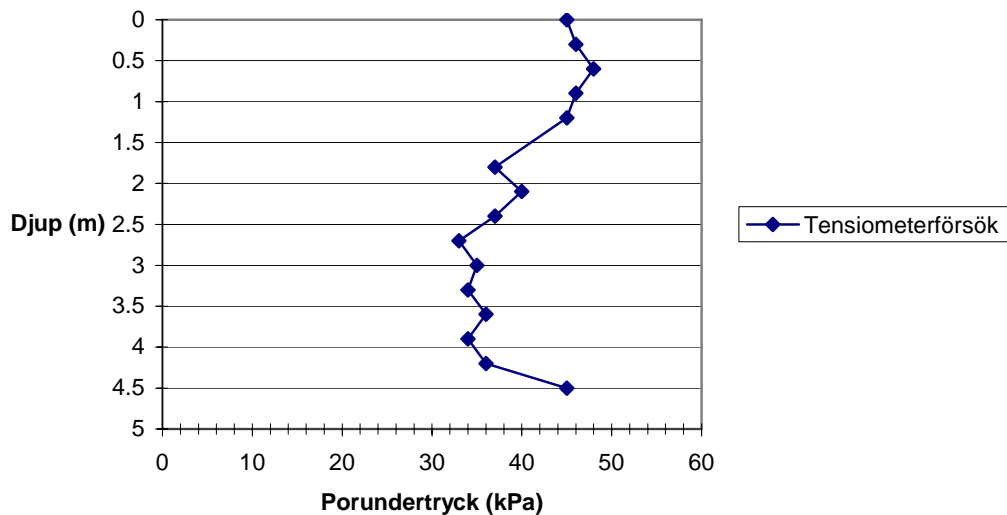
Resultaten från tensiometermätningarna vid monolit 34 redovisas i Figur 8.1-1.



*Figur 8.1-1. Beräknat porundertryck baserad på tensiometerförsök vid monolit 34.*

Resultaten från tensiometermätningarna vid monolit 37 redovisas i Figur 8.1-2.

Samtliga mätresultat framgår av BILAGA 4.



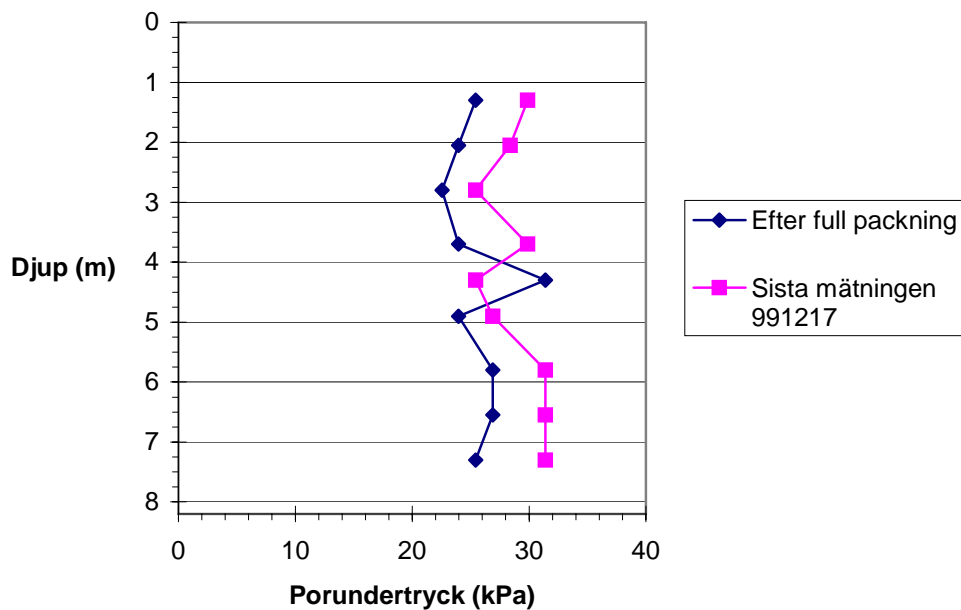
*Figur 8.1-2. Beräknat porundertryck baserad på tensiometerförsök vid monolit 37.*

### Mätning i gipsblock

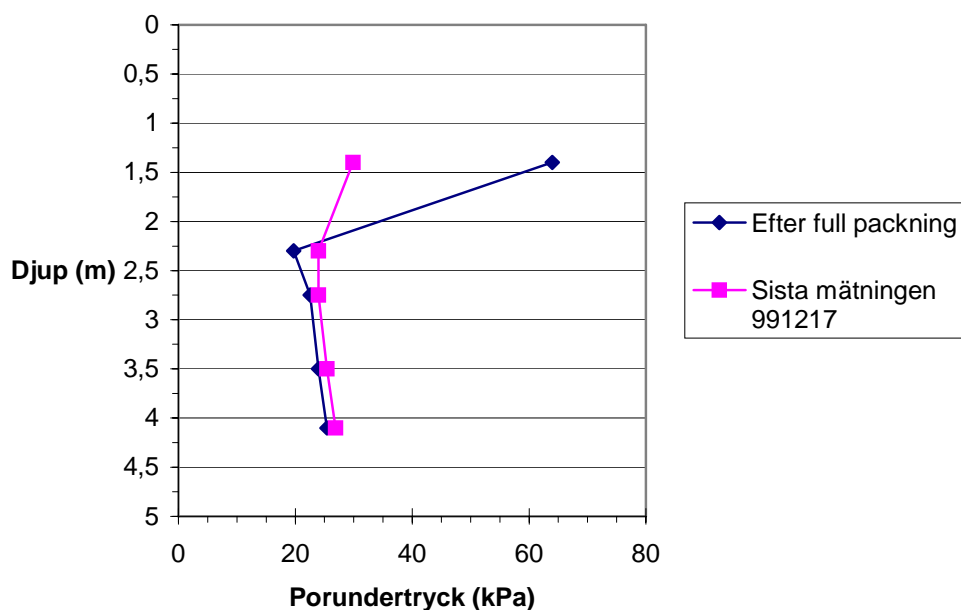
För att bestämma porundertrycket användes gipsblock som installerades i vart femte lager, varefter gipsblockens värden senare avlästes för varje uppfyllt lager. Det uppmätta värdet översattes till ett porundertryck genom följande formel:

$$(u_a - u_w) = 629,6 - 135,5 \cdot \ln(M), \text{ där } M \text{ är mätt värde.}$$

De resultat som erhöles efter full packning och sista mätningen framgår av Figur 8.1-3 och Figur 8.1-4. Samtliga mätresultat framgår av BILAGA 3.



Figur 8.1-3. Diagram visande porundertryckets variation med djupet vid monolit 34.



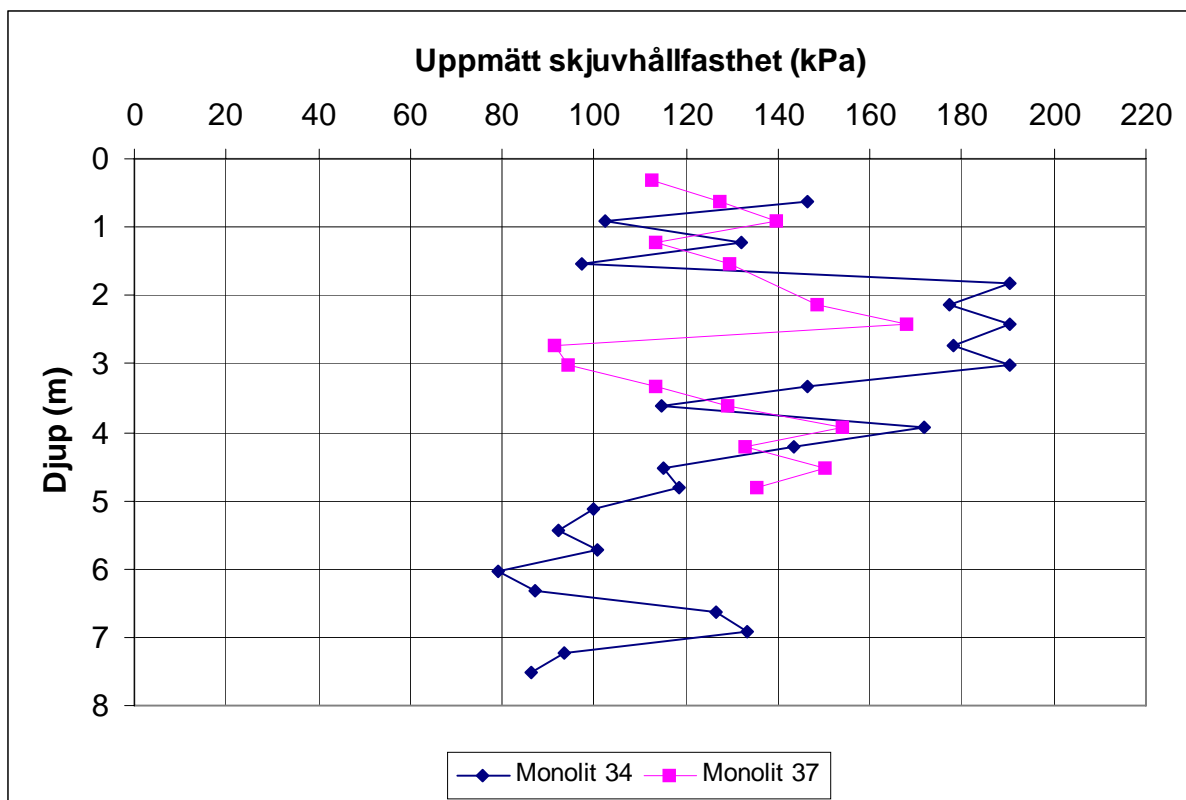
Figur 8.1-4. Diagram visande porundertryckets variation med djupet vid monolit 37

Resultaten skiljer sig beroende på mätmetod. De mätta porundertrycken mätt med tensiometer varierar mellan 30 och 80 kPa medan värdena från mätning i gipsblock ligger mellan 20 och 30 kPa. Porundertrycken efter att fyllningen gjorts klar, mätt i gipsblock, visar på en svag ökning med tiden med 2 till 8 kPa.



### 8.1.2 Vingförsök

På Figur 8.1-5 redovisas resultaten i båda mätsektionerna från skjuvhållfasthetsbestämningen enligt dansk vinge, DGI 5 under uppfyllnadskedet. Samtliga mätresultat framgår av BILAGA 4.

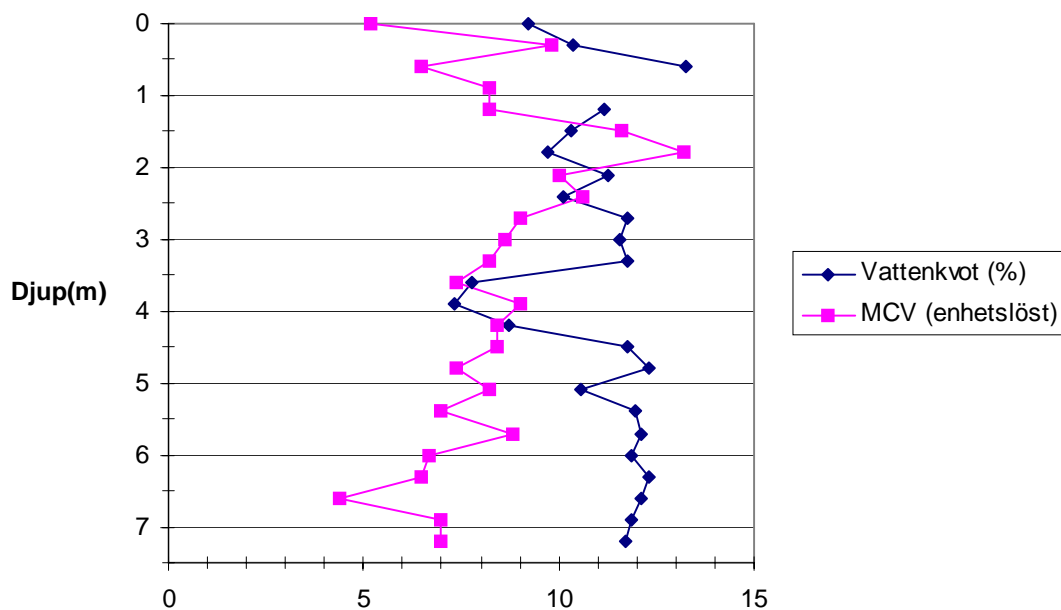


*Figur 8.1-5. Skjuvhållfasthet mot djup för monolit 34 och 37. Skjuvhållfastheten baserad Vingborrmätningar typ DGI 5.*

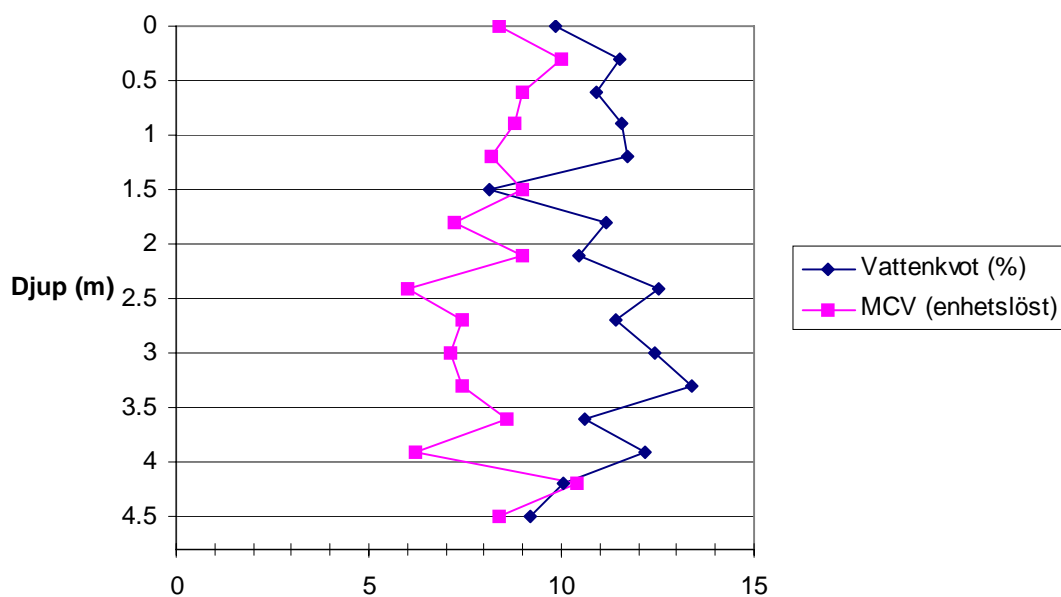
Mätningarna visar på en stor spridning vilket tyder på en inhomogen fyllning. Resultaten från de två sektionerna visar dock på en viss samstämmighet. Med en grov generalisering kan man säga att den mätta skjuvhållfastheten i de övre 5 metrarna ligger omkring 140 kPa medan hållfastheten under 5 m djup varierar omkring 110 kPa. Spridningen är ca  $\pm 40$  kPa.

### 8.1.3 MCV-resultat och vattenkvotsbestämning

MCV bestämningarna utfördes med en mindre jordvolymen än vad British standard föreskriver. Detta medför att värdena överskattas, i vissa fall med upp till en enhet. Resultaten av bestämningarna av vattenkvot och MCV för de olika lagren redovisas i Figur 8.1-6 för monolit 34 och Figur 8.1-7 för monolit 37.



Figur 8.1-6. Diagram redovisande MCV och vattenkvot vid olika djup för monolit 34.

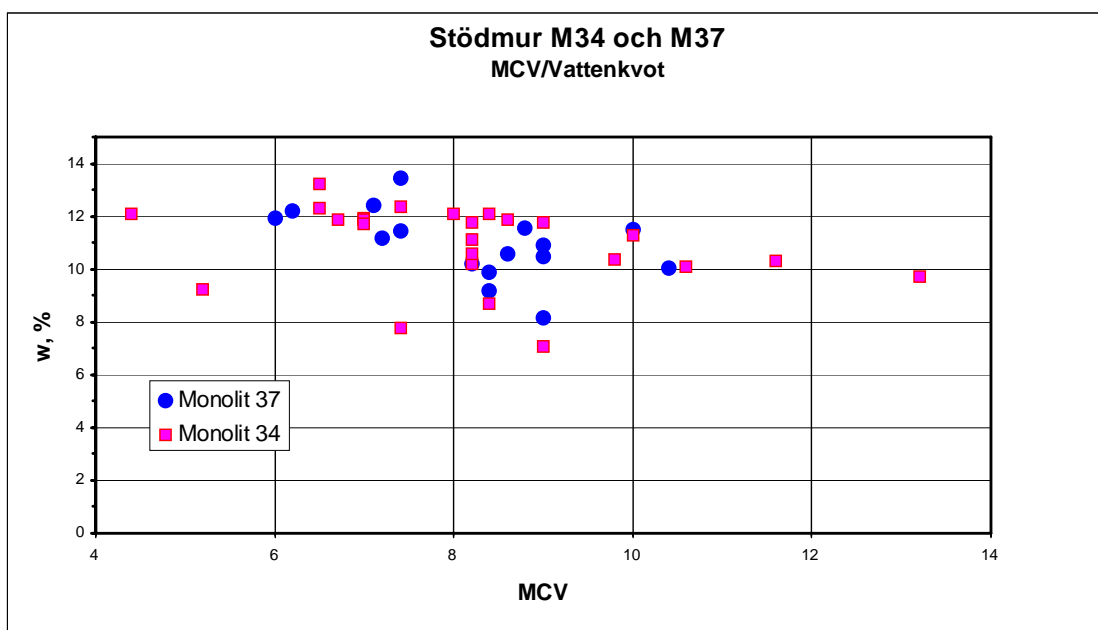


Figur 8.1-7. Diagram redovisande MCV och vattenkvot vid olika djup för monolit 37.

Av figur 8.1-8 kan dra slutsatsen att det i stort har varit samma typ av material som använts i de två mätsektionerna. För en homogen jord skall ett rätlinjigt samband erhållas mellan MCV och vattenkvot. Figur 8.1-8 uppvisar ett svagt samband mellan MCV och vattenkvot även om resultaten pekar på en tydlig ökning av MCV med minskad vattenkvot. Orsaken till avvikelserna bedöms till största delen bero på materialets variation i kornfördelning. Eftersom vattenkvoten

bestämts på ett delprov av det som användes till bestämning av MCV kan detta ha en viss inverkan på resultaten.

Baserat på de uppmätta vattenkvoterna bedöms fyllningen vara packad vid optimal vattenkvot eller på "våta" benet. Dock finns på nivå 4 m på monolit 34 vattenkvoter som bedöms vara på "torra" benet. Slutsatsen är baserad på fyra Proctorserier inpackade på liknade material från intilliggande lokaler vid Yttre Ringvägen i Malmö. Dessa serier visade att den optimala vattenkvoten varierade mellan 8,0 och 9,6.



*Figur 8.1-8. Sammanställning av MCV mot vattenkvot för monoliterna 34 och 37.*

#### 8.1.4 Jordtrycksmätning med tryckceller

Resultaten av jordtrycksmätningarna från jordtryckscellerna finns redovisade i BILAGA 1, där dels uppmätta värden under uppfyllnaden framgår samt mätningarna under tiden 990802 till 991217.

I Figurerna 8.1-9 och 8.1-10 visas uppmätt jordtryck efter färdigställd fyllning samt ca 5 månader senare. Vidare har resultatet från 1999-08-04 (monolit 34) och 1999-08-02 (monolit 37) ritats in, då dessa mätvärden motsvarar de högst uppmätta jordtrycken med undantag för Mät-punkt 4 i monolit 34.

Som synes i tabellen har jordtrycken minskat mellan ca 10 och 40 kPa på ca 5 månader.

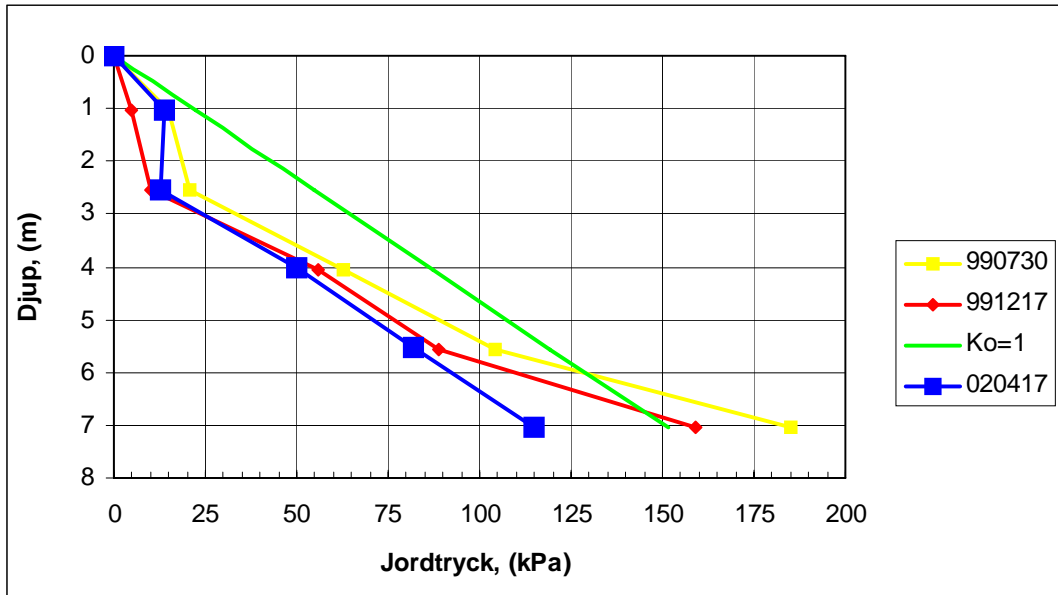


Fig 8.1-9. Uppmätt jordtryck med jordtrycksdoser för monolit 34

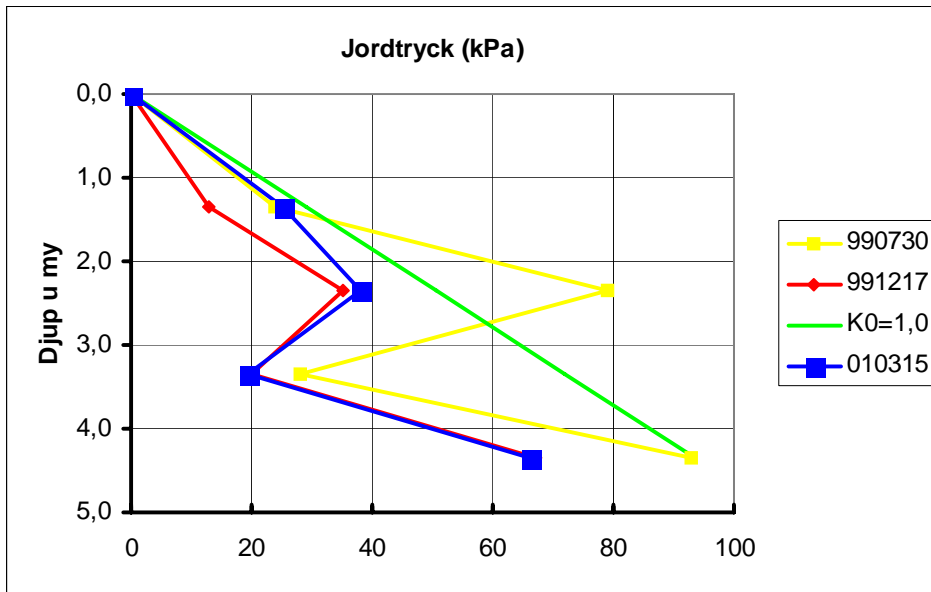


Fig 8.1-10. Uppmätt jordtryck med jordtrycksdoser för monolit 37

Uppmätta jordtryck är för monolit 37 är i initialskedet större än det dimensionerade jordtrycket för mät punkt 3 (ca 2,35 m u my). Efter 5 månader ligger dock uppmätt jordtryck under dimensionerade värden.

### 8.1.5 Jordtryck från deformationsmätningar i cellplast

Resultaten av deformationsmätningarna på cellplasten finns redovisade i BILAGA 2, där dels uppmätta värden under uppfyllnaden framgår samt mätningarna under tiden 990802 till 991217.

I Figur 8.1-11 och 8.1-12 visas beräknat jordtryck efter färdigställd fyllning samt ca 5 månader senare. (Beräkning av de horisontella jordtrycken på cellplasten har utförts med cellplastens modul för långtid,  $E_{\text{långtid}} = 7 \text{ Mpa}$ ).

Någon minskning i jordtrycken har ej kunnat påvisas förutom på den djupaste nivån för monolit 34.

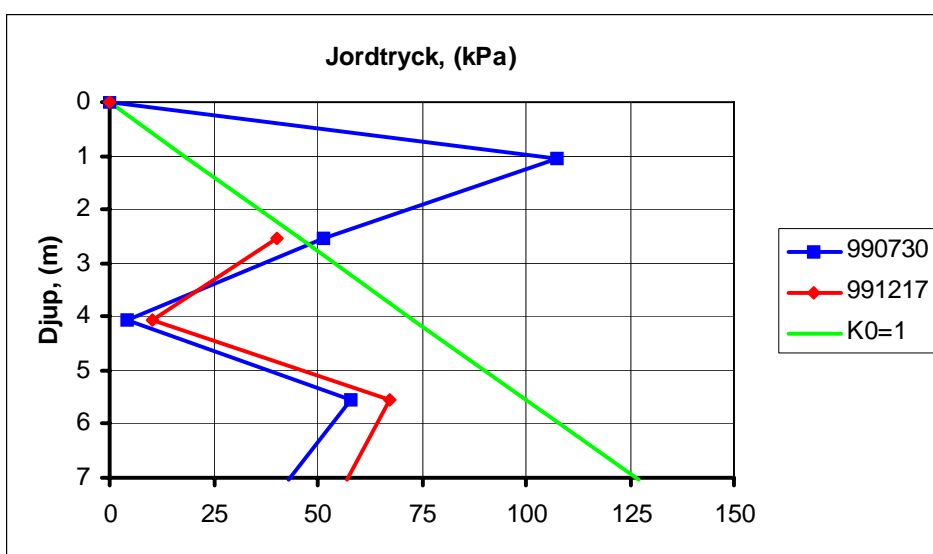


Fig 8.1-11. Beräknade jordtryck utifrån deformationer i cellplastlagret för monolit 34

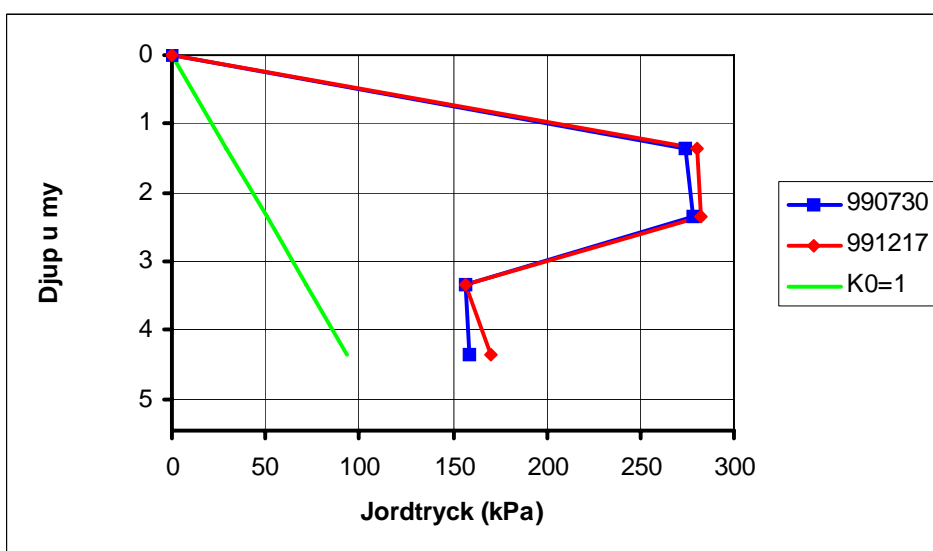


Fig 8.1-12. Beräknade jordtryck utifrån deformationer i cellplastlagret för monolit 37

## 8.2 Mätningar efter uppfyllning med lermorän

### 8.2.1 PMT, pressometerförsök

Fältarbetet omfattade pressometerförsök i två punkter, pmt 34 och pmt 37, utfördes under vecka 35 1999. Undersökningen omfattade sammanlagt 3 försök. I monolit 34 utfördes två försök på djupet 2,75 m djup medan ett försök utfördes på djupet 2,35 m djup i monolit 37.

Pressometerförsöken utfördes med en PBPM (prebored pressuremeter) typ Texam, installerad i förborrat hål. Håltagningen utfördes med ett ODEX borrsystem till ca 1 meter ovanför aktuell provnivå, håltagningen slutfördes därefter med en jordskruv anpassad efter mätcellens diameter. Försöken utfördes volymstyrda med stegvis pålastning i steg om 30 cm<sup>3</sup>. På- och avlastningscykler utfördes med volymstegen 30, 45 och 60 cm<sup>3</sup>.

Innan pressometerförsöken utfördes, kalibrerades systemets kompressabilitet och mätcellens membranmotstånd

Tabell 8.2-1. Utvärderade egenskaper från pressometerförsök

Försök nr	Jordmaterial	Djup (m. u. my.)	Markyta nivå	Initiell E- modul, MPa	Utvärderat K <sub>0</sub>
34:1	F/LeMn	2,75	+33,37	3,9	0,87
34:2	F/LeMn	2,75	+33,37	4,5	0,88
37	F/LeMn	2,35	+30,68	2,4	-

Av tabell 8.2-1 framgår att fyllningens E-modul varierar mellan 2,4 och 4,5 Mpa och att K<sub>0</sub> på 2,75 m djup är 0,88.

### 8.2.2 Vingförsök

På Figur 8.2-1 och 8.2-2 redovisas resultaten i båda mätsektionerna från bestämningen av skjuvhållfasthets med dansk vinge, DGI 5 efter det att hela lermoränfyllningen var avslutad. I Figurerna har även de uppmätta skjuvhållfasthetsvärdena från uppfyllnadsskedet lagts in. Även om spridningen är stor kan man se att hållfastheten i stort har fördubblats mellan mätställena,

### 8.2.3 CPT-sondering

De utvärderade skjuvhållfasthetsvärdena från CPT-sonderingarna framgår av Figurerna 8.2-1 och 8.2-2. Av Figurerna kan man se att en relativt god överensstämmelse mellan den mätta hållfastheten med vingsond efter uppfyllnad och de från CPT-sonderingarna.

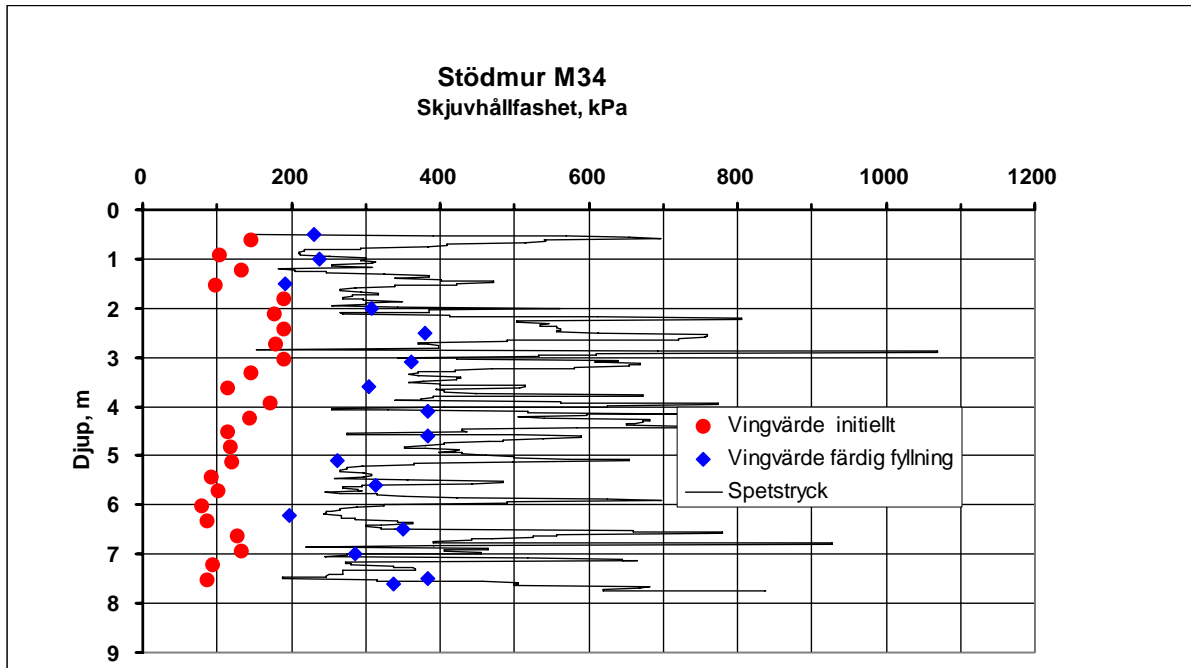


Fig 8.2-1 Skjuvhållfasthet under uppfyllning samt efter fullständig uppfyllnad för monolit 34

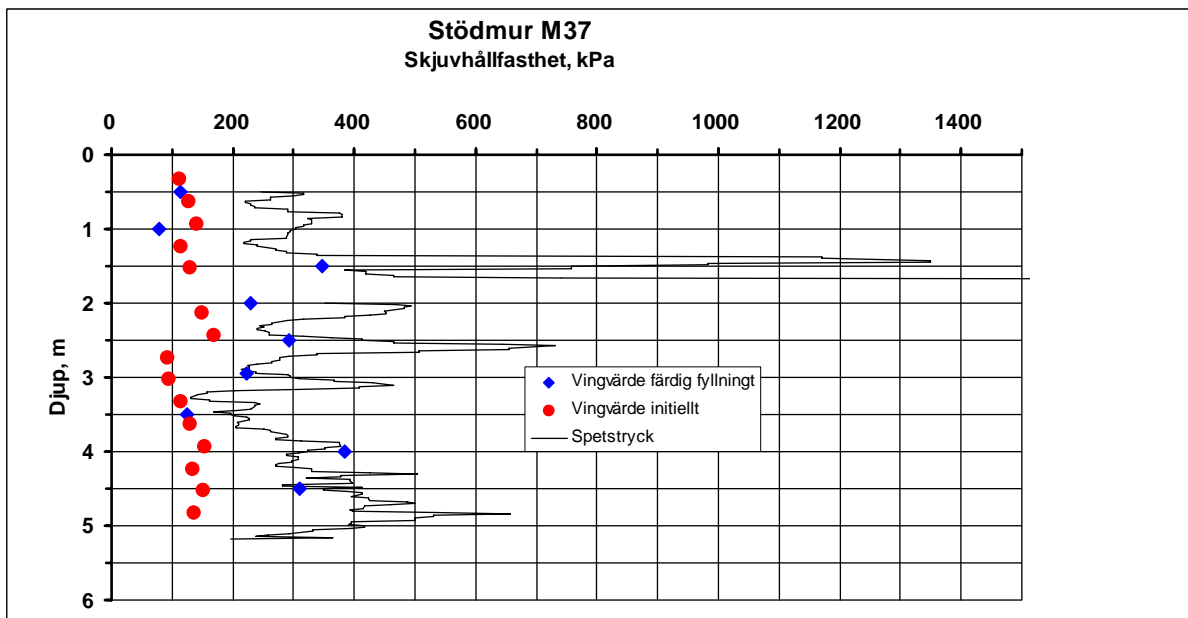


Fig 8.2-2 Skjuvhållfasthet under uppfyllning samt efter fullständig uppfyllnad för monolit 37

### 8.2.4 Dilatometerförsök

De från försöken utvärderade egenskaperna  $K_0$ , OCR (överkonsolideringsgrad) och dilatometermodulen visas på Figurerna 8.2-3—8.2-5.

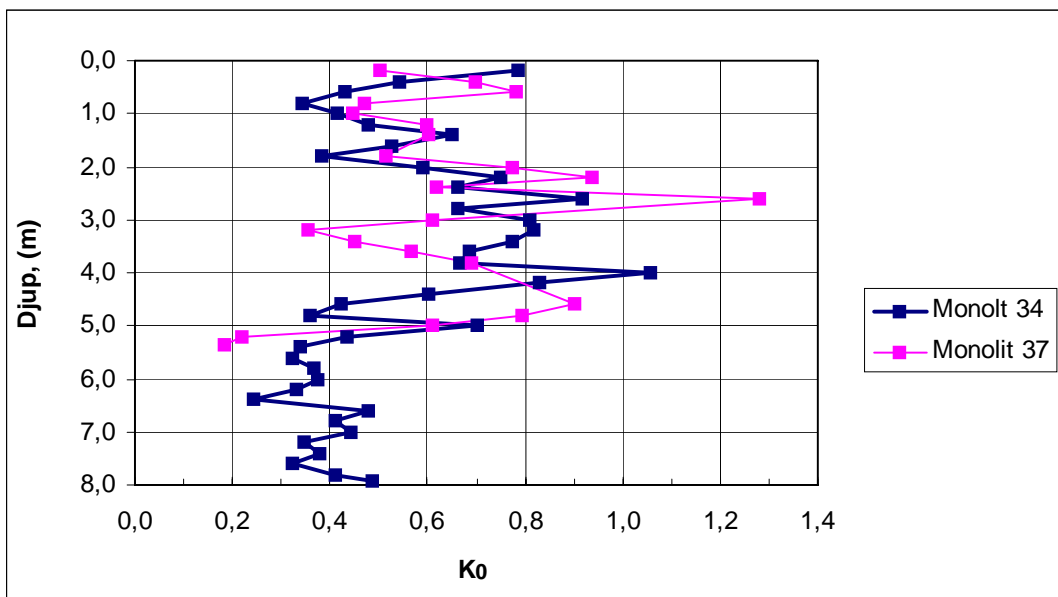


Fig 8.2-3 Utvärderad jordtryckskoefficient från dilatometerförsök för monolit 34 och 37

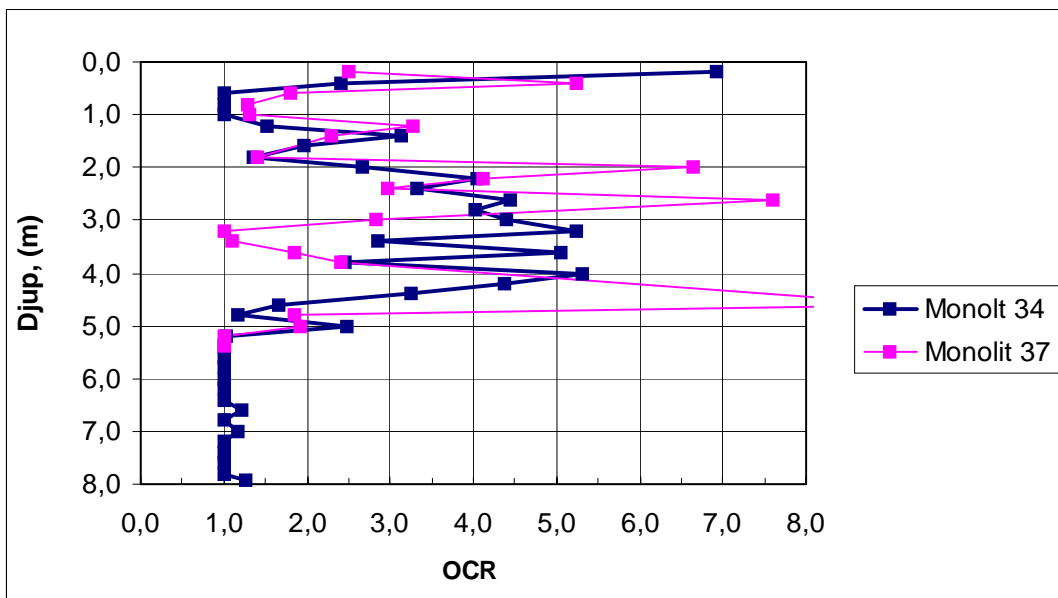


Fig 8.2-4 Utvärderad överkonsolideringskvot för monolit 34 och 37

De utvärderade värdena på jordtryckskoefficienten  $K_0$  och överkonsolideringsgraden OCR ger mycket stor spridning inom fyllningens övre 5 m med värden som ökar något mot djupet. Från ca 5 m djup ger utvärderingen att materialet är normalkonsoliderat med ett  $K_0$  omkring 0,4.



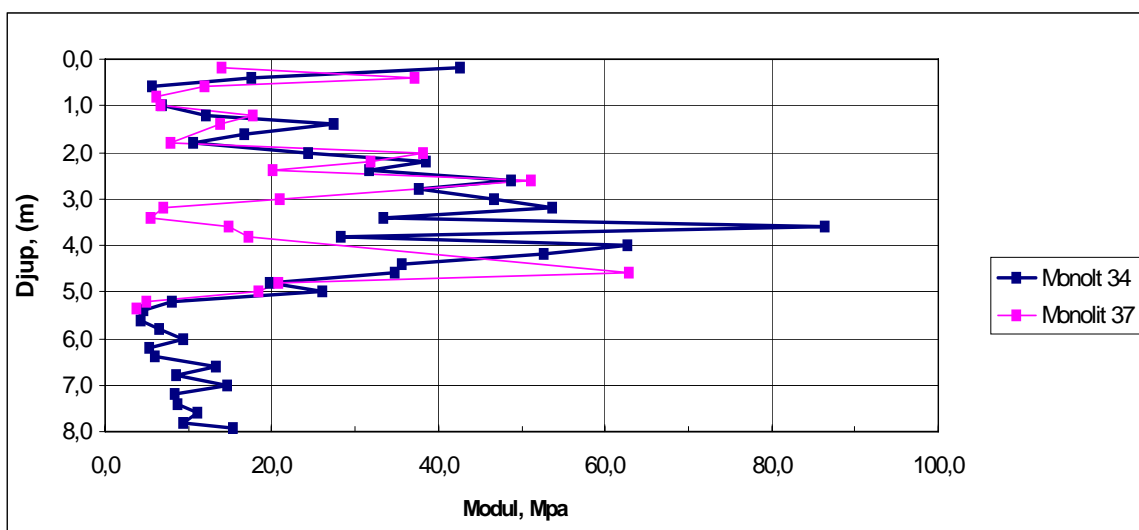
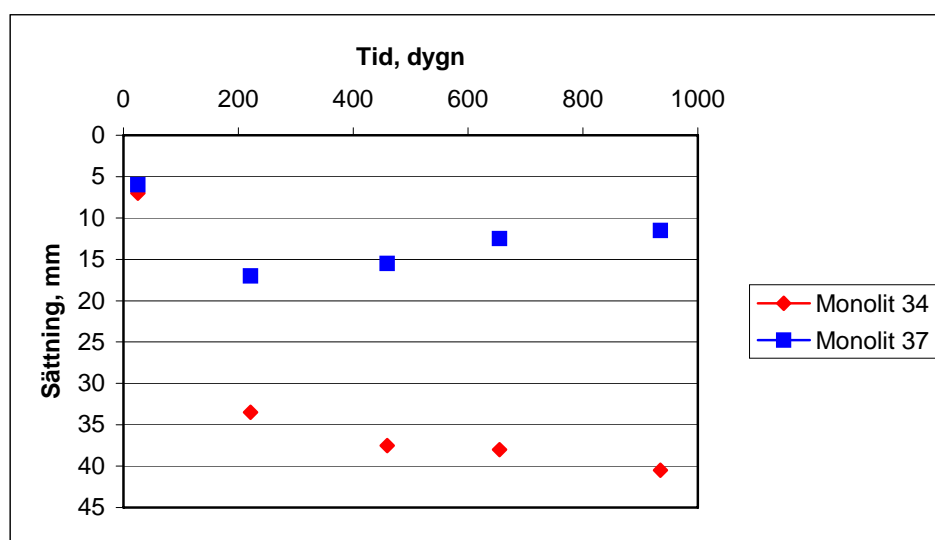


Fig 8.2-5 Utvärderad dilatometermodul för monolit 34 och 37

Den utvärderade dilatometermodulen ökar med djupet från ca 10 Mpa till ca 50 Mpa ner till ca 4 m djup för att därunder minska kraftigt. Från drygt 5 m djup är modulen ca 5 Mpa för att ha ökat till ca 12 Mpa på 8 m djup.

### 8.2.5 Avvägning och inmätning

Efter det att motfyllningen avslutats 1999-08-12, har sättningsuppföljning utförts fram till 2002-04-17. Resultatet av mätningarna visas på Figur 8.2-6.



Figur 8.2-6. Uppmätta sättningar i motfyllning efter färdigställandet.

Figur 8.2-6 visar att snabba initiella sättningar motsvarande 0,3 á 0,4 % inträffat i fyllningarna. Monolit 34 uppvisar en mindre krypning mot tiden medan monolit 37 uppvisar en svällning. Såväl krypning som svällningen är av samma storleksordning ca 0,15 %/log t.

### 8.2.6 Provtagning

Prover tagna med S-Geobor har utförts under vecka 35 och under vecka 38 år 1999. Förutom bestämning av densitet och naturlig vattenkvot har ödometerförsök och triaxialförsök utförts.

Förutom lermorän innehöll proverna gruspartiklar. Periferin hos proverna var delvis repade av gruspartiklar.



### 8.2.7 Densitet och vattenkvot

Den bestämda densiteten varierade mellan 2,05 och 2,2 t/m<sup>3</sup> medan vattenkvoten varierade mellan 10 och 15 %. Medelvärdet på alla bestämningar av densiteten är 2,14 t/m<sup>3</sup> medan medelvärdet på vattenkvotsbestämningarna blev 12,5 %. Den genomsnittliga torra densiteten på de undersökta proverna var 1,9 t/m<sup>3</sup>.

### 8.2.8 Ödometerförsök

Ödometerförsök med diametern 100 mm och höjden ca 40 mm har utförts på de upptagna proverna från olika djup i fyllningen. Försöken utfördes så att efter belastning motsvarande överlagringstrycket fick provet tillgång att suga vatten under ca 1 timme. Därefter belastades provet stegvis upp till ett bedömd förkonsolideringstryck. Efter en avlastning och en ny pålastning fortsatte försöken upp till normalspänningen 3.400 kPa.

I samband med att proverna fick suga åt sig vatten inträffa deformationer motsvarande ca 0,8 %. I två av proverna var denna "kollaps" ca 2 % vilket i viss mån kan ha påverkats av att hålligheter i provens yta fyllts med annat material.

Materialens kompressionsmodul efter det att proven fått tillgång till vatten motsvarar

$$M = (39 - 45) \times \sigma'_v$$

Modulen vid ny återbelastning efter avlastning har varierat mellan 150 och 500 MPa.

Koefficienten för sekundär kompression har utvärderats till mellan 0,1 och 0,18 %/log t.

### 8.2.9 Triaxialförsök

Totalt har fem aktiva, odränerade och ett aktivt, dränerat triaxialförsök utförts. I nedanstående Tabell anges konsolideringsspänningar för de utförda försöken.

*Tabell 8.2-2 Aktuella konsolideringsspänningar för utförda försök.*

Monolit	Djup, m	$\sigma'_1$ kPa	$\sigma'_3$ kPa	Portryck, kPa	Typ av försök
34	1,7 – 2,7	800	400	300	Odränerat
35	4,0 – 5,0	330	330	300	Odränerat
37	1,7 – 2,7	800	400	300	Odränerat
37	4,5 – 5,5	350	350	300	Odränerat
37	5,5 - 6,5	300	300	400	Dränerat
37	7,2 – 7,85	350	350	300	Odränerat

Konsolideringsspänningarna påfördes till aktuell horisontalspänning i ett steg varefter vertikalspänningen påfördes i flera steg under ca 5 timmar. Proverna fick sedan konsolidera under natten. Volymökningen under konsolideringsfasen varierade mellan 0 och 4 %, vilket antyder att proverna dragit åt sig relativt mycket vatten. Detta framgår även av den ökning av vattenkvoten som inträffat under försöken, se nedanstående tabell.

*Tabell 8.2-3 Vattenkvoter före respektive efter triaxialförsök.*

Monolit	Djup, m	Vattenkvot före försök, %	Vattenkvot efter försök, %
34	1,7 – 2,7	6,8	9,3
35	4,0 – 5,0	9,6	10,0
37	1,7 – 2,7	8,1	10,0
37	4,5 – 5,5	7,6	9,3
37	5,5 - 6,5	9,5	11,0
37	7,2 – 7,85	8,7	10,0

Vattenkvoterna har ökat med i medeltal 1,6 %-enheter under försöken.

Efter konsolideringen trycktes de odränerade proverna med en deformationshastighet av 0,01 %/min och det dränerade provet med hastigheten 0,005 %/min.

*Tabell 8.2-4 Skjuvhållfasthet och E-modul från de odränerade triaxialförsöken.*

Monolit	Djup, m	Skjuvhållfasthet, kPa	E-modul, $E_{50}$ , Mpa
34	1,7 – 2,7	238	23,3
35	4,0 – 5,0	199	26,3
37	1,7 – 2,7	232	11,1
37	4,5 – 5,5	263	12,2
37	7,2 – 7,85	228	21,5
<b>Medelvärde</b>		<b>232</b>	<b>18,9</b>

För det dränerade provet utvärderades parametrarna:

$$c' = 0 \text{ kPa}$$

$$\phi' = 30^\circ$$

$$E\text{-modul, } E_{50} = 25,6 \text{ Mpa}$$

## 9 DISKUSSION

### 9.1 Fyllningens egenskaper

#### 9.1.1 MCV och hållfasthet

Resultaten av undersökningarna under själva uppfyllningsarbetet visar på att fyllningsarbetet utförts med i stort samma typ av material i de två mätsektionerna. Bestämningarna av MCV ger ett något ökande värde med minskat djup under överytan medan vattenkvoten i stort är oförändrat med djupet. I den djupare delarna av fyllningen, där de lägre värdena på MCV erhållits, visar på en något lägre skjuvhållfasthet bestämd med Dansk vinge än i lagren högre upp.

Hållfasthetsbestämningarna efter att fyllningen avslutats ger värden som är ca dubbelt så höga som de som mättes i samband med uppfyllningsarbetet. De med vingsond och de från CPT-sonderingen utvärderade värden ger resultat i samma storleksordning. Den stora förändringen av den odränerade hållfastheten med tiden och när vertikalspänningen ökar innebär att materialet av någon anledning förändras ("åldras").

Den odränerade skjuvhållfastheten från triaxialförsöken är lägre än de som erhållits från vingförsök och från CPT-sonderingar i den färdiga banken.

#### 9.1.2 Negativa portryck

De uppmätta negativa portrycken varierar mellan de två olika "mätsystem". Mätningarna i gipsblock ger resultat mellan 20 och 30 kPa. Dessa mätningar visar även på en liten ökning, 2 á 3 kPa, av undertrycket efter det att fyllningsarbetet avslutats. Mätningarna med tensiometer uppvisar genomgående högre undertryck, mellan 35 och 75 kPa, och en större variation med djupet.

#### 9.1.3 Densitet och vattenkvot

Skrymdensiteten på de upptagna proverna med S-Geobor varierade mellan 2,05 och 2,24 t/m<sup>3</sup> med ett medelvärde på 2,15 t/m<sup>3</sup>. Den genomsnittliga torra densiteten var 1,9 t/m<sup>3</sup>.

Vattenkvoten på dessa prover varierade mellan 10 och 15 %. På 4 m djup i Monolit 34 där vattenkvoten i samband med uppfyllningen bara var 7 till 8 % var vattenkvoten 11 % i provtagningshållet med S-Geobor. Detta indikerar att även om det använda fyllningsmaterialet var av samma typ så varierar vattenkvoten och därmed även alla andra egenskaper. En jämförelse av vattenkvoten i samband med uppfyllningen och den från provtagningen efter färdigställd uppfyllning visar på relativt stora variationer inbördes och mellan de två provtagningarna. Möjligen kan man urskilja en viss höjning av vattenkvoten från 4,5 m djup och nedåt i Monolit 34 från ca 12 % till 13 á 14 %.

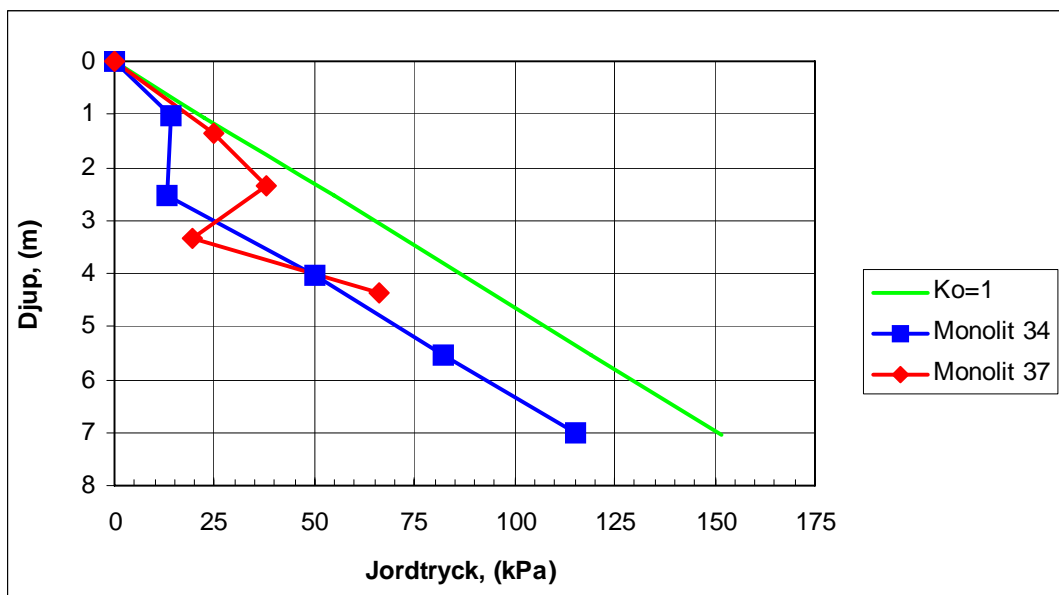
### 9.1.4 Moduler och sättningar

De bestämda modulerna från ödometerförsöken och de utvärderade från dilatometerförsöken ger en god överensstämmelse på de djup där dilatometerförsöken indikerar att fyllningen är normalkonsoliderad.

De mätta sättningarna i fyllningen är mycket små, ca 15 respektive ca 35 mm i monolit 37 respektive monolit 34. Beräknas sättningarna med fyllningens egenvikt som belastning erhålls ca 60 respektive 120 mm med modul från ödometerförsöken medan moduler från dilatometerförsöken ger sättningar på 14 respektive 38 mm för monolit 37 respektive monolit 34.

## 9.2 Jordtryck

Resultaten från mätning av jordtryck med Glötzl-celler ger variationer med djup och mot tiden. En klar tendens är att de mätta jordtrycken minskar med tiden med 30 á 40 kPa utom inom de översta 3 metrarna där en ökning skett. På figur 9.2-1 visas de sista mätresultaten av jordtrycken som utfördes knappt 2 år (monolit 37) respektive knappt 3 år (monolit 34) efter fyllningsarbetet blev klart.



Figur 9.2-1 Uppmätta jordtryck med Glötzl-celler ca 2 resp. 3 år efter uppfyllning.

Från Figur 9.2-1 kan man se att från ca 3 m djup är det uppmätta jordtrycken med Glötzl-celler ca 35 kPa mindre än ett beräknat vilojordtryck med  $K_0 = 1,0$ .

Beräknade horisontaltryck utifrån deformationsmätning i cellplastisoleringen uppvisar mycket stora variationer. I monolit 37 är dessutom värden helt orealistiska. Troligen har utläggning och packning av lermoränen inneburit att plattorna mellan cellplasten och fyllningen tryckts till varvid stora permanenta deformationer inträffat i cellplasten.

## 10 SAMMANFATTNING

Resultaten från de olika undersökningarna visar att fyllningsarbetet utförts med i stort samma typ av material i de två mätsektionerna. En viss variation i kornsammansättning och vattenkvot har dock förekommit.

Mätningarna visar att det inte går att göra någon entydig bestämning av jordtrycket baserade på de olika typerna av mätmetod. Däremot visar mätningarna med Glötzl-celler på rimliga resultat. Dessa mätningar visar också att det mätta jordtrycket minskar svagt med tiden utom överst i fyllningen ner till ca 2,5 m djup.

Ökningen av skjuvhållfastheten bestämd från vingförsök och utvärderat från CPT-sonderingarna efter färdigställd uppfyllning i förhållande till de värden som mättes i samband med uppfyllningsarbetet kan inte förklaras.

## 11 REFERENSER

**Larsson, R. (1993).** Dilatometerförsök. En in-situ metod för bestämning av lagerföljd och egenskaper i jord. Utförande och utvärdering. Statens geotekniska institut. SGI Information 10.

**Larsson, R. (2001).** Investigations and load tests in clay till. Results from a series of investigations and load tests in the test field at Tornhill outside Lund in southern Sweden. Swedish Geotechnical Institute, SGI. Report 59.

**Lindh, P. (2003).** MCV and shear strength of compacted fine-grained tills. 12<sup>th</sup> Asian Regional Conference on Soil Mechanics and Geotechnical Engineering. 4 – 8 August 2003. Singapore. pp 493 – 496.

**Lindh, P. (2004).** Compaction- and strength properties of stabilised and unstabilised fine-grained tills. Swedish Geotechnical Institute, SGI. Report 66.

**Tedd, P, Powell, JJ, Charles, JA, Uglow, IM, (1989).** In-situ measurement of earth pressures using push-in spade-shaped pressure cells - 10 years' experience. Geotechnical instrumentation in practice, Nottingham, April 1989. Proceedings. pp 701-715

## Mätning av jordtryck vid Monolit 34 under uppfyllnadstiden i bar

Nivå ök fyllning	Fyllnings- höjd (m)	Mätning av jordtryck i bar				
		Mätpunkt1 Nivå +26,7	Mätpunkt2 Nivå +28,2	Mätpunkt3 Nivå +29,7	Mätpunkt4 Nivå +31,2	Mätpunkt5 Nivå +32,7
33,7255	7,7255					
33,5	7,5	2,29	1,52	1,13	0,67	0,5
33,35	7,35	2,26	1,49	1,14	0,7	0,5
33,2	7,2	2,25	1,46	1,12	0,67	0,5
32,9	6,9	2,24	1,47	1,12	0,7	0,49
32,75	6,75	2,2	1,44	1,09	0,72	0,55
32,6	6,6	2,15	1,37	1,02	0,68	0,48
32,45	6,45	2,17	1,38	0,99	0,74	0,42
32,3	6,3	2,16	1,35	1	0,76	0,36
32,15	6,15	2,12	1,33	0,91	0,71	-
32	6	2,08	1,29	0,89	0,7	
31,85	5,85	2,06	1,26	0,88	0,67	
31,7	5,7	2,01	1,23	0,88	0,66	
31,55	5,55	1,99	1,2	0,82	0,64	
31,4	5,4	1,96	1,18	0,82	0,69	
31,25	5,25	1,93	1,15	0,79	0,66	
31,1	5,1	1,87	1,1	0,77	0,67	
30,95	4,95	1,84	1,09	0,77	0,56	
30,8	4,8	1,81	1,05	0,84	-	
30,65	4,65	1,8	1,06	0,78		
30,35	4,35	1,74	1,1	0,89		
30,2	4,2	1,66	0,96	0,89		
30,05	4,05	1,62	0,94	0,89		
29,9	3,9	1,55	0,92	0,8		
29,75	3,75	1,54	0,91	-		
29,6	3,6	1,46	0,85			
29,45	3,45	1,4	0,82			
29,3	3,3	1,34	0,76			
29,15	3,15	1,29	0,74			
29	3	1,2	0,67			
28,85	2,85	1,19	0,66			
28,7	2,7	1,08	0,61			
28,55	2,55	1,06	0,6			
28,4	2,4	1	0,66			
28,25	2,25	0,93	-			
28,1	2,1	0,87				
27,95	1,95	0,85				
27,8	1,8	0,79				
27,65	1,65	0,78				
27,5	1,5	0,77				
27,35	1,35	0,69				
27,05	1,05	0,75				
26,9	0,9	0,71				
26	0					

## Framräknade jordtryck vid Monolit 34 under uppfyllnadstiden i kPa

$P = M - P_k$  (Någon korrektion för lufttrycket är ej gjort), 1 bar = 100 kPa

Nivå ök fyllning	Fyllnings- höjd (m)	Horisontellt jordtryck i kPa				
		Mätpunkt1 Nivå +26,7 $P_k=0,44$	Mätpunkt2 Nivå +28,2 $P_k=0,48$	Mätpunkt3 Nivå +29,7 $P_k=0,50$	Mätpunkt4 Nivå +31,2 $P_k=0,46$	Mätpunkt5 Nivå +32,7 $P_k=0,35$
33,7255	7,7255					
33,5	7,5	185	104	63	21	15
33,35	7,35	182	101	64	24	15
33,2	7,2	181	98	62	21	15
32,9	6,9	180	99	62	24	14
32,75	6,75	176	96	59	26	20
32,6	6,6	171	89	52	22	13
32,45	6,45	173	90	49	28	7
32,3	6,3	172	87	50	30	1
32,15	6,15	168	85	41	25	-
32	6	164	81	39	24	
31,85	5,85	162	78	38	21	
31,7	5,7	157	75	38	20	
31,55	5,55	155	72	32	18	
31,4	5,4	152	70	32	23	
31,25	5,25	149	67	29	20	
31,1	5,1	143	62	27	21	
30,95	4,95	140	61	27	10	
30,8	4,8	137	57	34	-	
30,65	4,65	136	58	28		
30,35	4,35	130	62	39		
30,2	4,2	122	48	39		
30,05	4,05	118	46	39		
29,9	3,9	111	44	30		
29,75	3,75	110	43	-		
29,6	3,6	102	37			
29,45	3,45	96	34			
29,3	3,3	90	28			
29,15	3,15	85	26			
29	3	76	19			
28,85	2,85	75	18			
28,7	2,7	64	13			
28,55	2,55	62	12			
28,4	2,4	56	18			
28,25	2,25	49	-			
28,1	2,1	43				
27,95	1,95	41				
27,8	1,8	35				
27,65	1,65	34				
27,5	1,5	33				
27,35	1,35	25				
27,05	1,05	31				
26,9	0,9	27				
26	0					



**Mätning av jordtryck vid Monolit 34 under tiden 990802 -991217**

Datum	Jordtrycksmätning (Bar)				
	Mätpunkt1	Mätpunkt2	Mätpunkt3	Mätpunkt4	Mätpunkt5
990802	2,32	1,59	1,31	0,64	0,5
990804	2,34	1,6	1,32	0,62	0,53
990806	2,32	1,59	1,29	0,61	0,52
990809	2,32	1,59	1,23	0,6	0,5
990811	2,32	1,58	1,1	0,57	0,5
990813	2,32	1,58	1,1	0,57	0,5
990816	2,31	1,58	1,09	0,58	0,49
990823	2,24	1,55	1,08	0,58	0,45
990830	2,22	1,52	1,08	0,58	0,45
990906	2,2	1,5	1,09	0,6	0,48
990913	2,2	1,49	1,08	0,59	0,42
990920	2,16	1,47	1,1	0,62	0,42
990927	2,16	1,45	1,07	0,6	0,42
991004	2,12	1,42	1,04	0,57	0,42
991011	2,04	1,4	1,02	0,58	0,42
991018	2,05	1,38	1	0,58	0,41
991118	2,03	1,34	1,01	0,59	0,39
991217	2,03	1,37	1,06	0,56	*

\* Mätning ej genomförbar.

Datum	Jordtryck (kPa)				
	Mätpunkt1	Mätpunkt2	Mätpunkt3	Mätpunkt4	Mätpunkt5
	Nivå +26,7	Nivå +28,2	Nivå +29,7	Nivå +31,2	Nivå +32,7
990802	188	111	81	18	15
990804	190	112	82	16	18
990806	188	111	79	15	17
990809	188	111	73	14	15
990811	188	110	60	11	15
990813	188	110	60	11	15
990816	187	110	59	12	14
990823	180	107	58	12	10
990830	178	104	58	12	10
990906	176	102	59	14	13
990913	176	101	58	13	7
990920	172	99	60	16	7
990927	172	97	57	14	7
991004	168	94	54	11	7
991011	160	92	52	12	7
991018	161	90	50	12	6
991118	159	86	51	13	4
991217	159	89	56	10	-

### Mätning av jordtryck vid Monolit 37 under uppfyllnadstiden i bar

Nivå ök fyllning	Fyllnings- höjd (m)	Mätning av jordtryck i bar			
		Mätpunkt1 Nivå +26,5	Mätpunkt2 Nivå +27,5	Mätpunkt3 Nivå +28,5	Mätpunkt4 Nivå +29,5
31,2608	5,4608				
30,15	4,95	1,45	0,81	1,3	0,72
30	4,8	1,42	0,8	1,21	0,7
29,85	4,65	1,4	0,77	1,19	0,68
29,7	4,5	1,38	0,76	1,11	0,67
29,55	4,35	1,35	0,75	1,08	0,65
29,4	4,2	1,34	0,75	1,06	0,67
29,1	3,9	1,28	0,71	1,05	0,67
28,95	3,75	1,24	0,7	1	-
28,8	3,6	1,22	0,68	0,94	
28,5	3,3	1,17	0,7	0,75	
28,2	3	1,15	0,7	0,8	
28,05	2,85	1,05	0,65	0,76	
27,9	2,7	1,04	0,65	-	
27,75	2,55	0,98	0,67		
27,6	2,4	0,94	0,66		
27,45	2,25	0,94	0,68		
27,3	2,1	0,92	0,65		
27,15	1,95	0,9	0,63		
27	1,8	0,89	0,59		
26,85	1,65	0,84	0,57		
26,7	1,5	0,79	-		
26,55	1,35	0,76			
26,4	1,2	0,73			
26,25	1,05	0,7			
26,1	0,9	0,72			
25,8	0				

### Framräknade jordtryck vid Monolit 37 under uppfyllnadstiden i kPa

$P = M - P_k$  (Någon korrektion för lufttrycket är ej gjort), 1 bar = 100 kPa

Nivå ök fyllning	Fyllnings- höjd (m)	Horisontellt jordtryck i kPa			
		Mätpunkt1 Nivå +26,5 $P_k=0,52$	Mätpunkt2 Nivå +27,5 $P_k=0,53$	Mätpunkt3 Nivå +28,5 $P_k=0,51$	Mätpunkt4 Nivå +29,5 $P_k=0,48$
31,2608	5,4608				
30,15	4,95	93	28	79	24
30	4,8	90	27	70	22
29,85	4,65	88	24	68	20
29,7	4,5	86	23	60	19
29,55	4,35	83	22	57	17
29,4	4,2	82	22	55	19
29,1	3,9	76	18	54	19
28,95	3,75	72	17	49	-
28,8	3,6	70	15	43	
28,5	3,3	65	17	24	
28,2	3	63	17	29	
28,05	2,85	53	12	25	
27,9	2,7	52	12	-	
27,75	2,55	46	14		
27,6	2,4	42	13		
27,45	2,25	42	15		
27,3	2,1	40	12		
27,15	1,95	38	10		
27	1,8	37	6		
26,85	1,65	32	4		
26,7	1,5	27	-		
26,55	1,35	24			
26,4	1,2	21			
26,25	1,05	18			
26,1	0,9	20			
25,8	0				

## Mätning av jordtryck vid Monolit 37 under tiden 990802 -991217

Datum	Jordtrycksmätning (Bar)			
	Mätpunkt1	Mätpunkt2	Mätpunkt3	Mätpunkt4
990802	1,44	0,8	1,48	0,74
990804	1,45	0,8	1,43	0,6
990806	1,42	0,8	1,25	0,7
990809	1,39	0,79	1,21	0,65
990811	1,37	0,79	1,19	0,65
990813	1,36	0,78	1,16	0,63
990816	1,35	0,78	1,1	0,61
990823	1,32	0,76	1,03	0,62
990830	1,3	0,74	0,95	0,6
990906	1,28	0,75	0,97	0,65
990913	1,26	0,74	0,9	0,61
990920	1,3	0,79	1,01	0,76
990927	1,31	0,77	1,04	0,71
991004	1,29	0,76	1	0,69
991011	1,29	0,76	1	0,69
991018	1,24	0,73	0,96	0,69
991118	1,22	0,73	0,9	0,64
991217	1,19	*	0,86	*

\* Mätning ej genomförbar

Datum	Jordtryck (kPa)			
	Mätpunkt1	Mätpunkt2	Mätpunkt3	Mätpunkt4
990802	92	27	97	26
990804	93	27	92	12
990806	90	27	74	22
990809	87	26	70	17
990811	85	26	68	17
990813	84	25	65	15
990816	83	25	59	13
990823	80	23	52	14
990830	78	21	44	12
990906	76	22	46	17
990913	74	21	39	13
990920	78	26	50	28
990927	79	24	53	23
991004	77	23	49	21
991011	77	23	49	21
991018	72	20	45	21
991118	70	20	39	16
991217	67	-	35	-

## Mätning av deformationer vid Monolit 34 under uppfyllnadstiden i mm

Nivå ökning	Fyllningshöjd (m)	Avläsning deformation i mm				
		Mätpunkt1 Nivå +26,7	Mätpunkt2 Nivå +28,2	Mätpunkt3 Nivå +29,7	Mätpunkt4 Nivå +31,2	Mätpunkt5 Nivå +32,7
33,7255	7,7255					
33,5	7,5	18,9	17,57	15,62	18,35	14,62
33,35	7,35	18,91	17,56	15,62	18,38	14,64
33,2	7,2	18,9	17,56	15,64	18,41	14,66
33,05	7,05	18,9	17,56	15,64	18,41	14,66
32,9	6,9	18,9	17,56	15,64	18,43	14,68
32,75	6,75	18,89	17,54	15,64	18,48	14,74
32,6	6,6	18,87	17,52	15,64	18,49	14,65
32,45	6,45	18,82	17,48	15,6	18,56	14,15
32,3	6,3	18,82	17,46	15,59	18,54	13,66
32,15	6,15	18,81	17,45	15,56	18,57	13,39
32	6	18,79	17,43	15,55	18,56	0
31,85	5,85	18,78	17,42	15,54	18,54	0
31,7	5,7	18,77	17,42	15,54	18,54	0
31,55	5,55	18,76	17,4	15,5	18,51	0
31,4	5,4	18,75	17,38	15,5	18,54	0
31,25	5,25	18,74	17,37	15,48	18,54	0
31,1	5,1	18,74	17,35	15,48	18,55	0
30,95	4,95	18,73	17,35	15,5	17,86	0
30,8	4,8	18,69	17,31	15,53	17,76	0
30,65	4,65	18,68	17,3	15,47	0	0
30,5	4,5	18,67	17,3	15,62	0	0
30,35	4,35	18,67	17,29	15,62	0	0
30,2	4,2	18,65	17,25	15,63	0	0
30,05	4,05	18,64	17,24	15,72	0	0
29,9	3,9	18,59	17,2	15,57	0	0
29,75	3,75	18,6	17,21	0	0	0
29,6	3,6	18,56	17,15	0	0	0
29,45	3,45	18,56	17,12	0	0	0
29,3	3,3	18,56	17,06	0	0	0
29,15	3,15	18,52	17,03	0	0	0
29	3	18,51	16,92	0	0	0
28,85	2,85	18,51	16,9	0	0	0
28,7	2,7	18,48	16,83	0	0	0
28,55	2,55	18,48	16,81	0	0	0
28,4	2,4	18,46	16,91	0	0	0
28,25	2,25	18,45	0	0	0	0
28,1	2,1	18,44	0	0	0	0
27,95	1,95	18,43	0	0	0	0
27,8	1,8	18,42	0	0	0	0
27,65	1,65	18,41	0	0	0	0
27,5	1,5	18,4	0	0	0	0
27,35	1,35	18,36	0	0	0	0
27,2	1,2	18,43	0	0	0	0
27,05	1,05	18,43	0	0	0	0
26,9	0,9	18,41	0	0	0	0
26	0					

## Framräknade jordtryck vid Monolit 34 under uppfyllnadstiden i kPa

Nivå ökning	Fyllningshöjd (m)	Horisontellt jordtryck i kPa				
		Mätpunkt1 Nivå +26,7	Mätpunkt2 Nivå +28,2	Mätpunkt3 Nivå +29,7	Mätpunkt4 Nivå +31,2	Mätpunkt5 Nivå +32,7
33,7255	7,7255					
33,5	7,5	42,87	57,75	4,37	51,63	107,625
33,35	7,35	43,75	56,87	4,37	54,25	109,375
33,2	7,2	42,87	56,87	6,13	56,87	111,125
33,05	7,05	42,87	56,87	6,13	56,87	111,125
32,9	6,9	42,87	56,87	6,13	58,62	112,875
32,75	6,75	42,00	55,12	6,13	63,00	118,125
32,6	6,6	40,25	53,38	6,13	63,87	110,25
32,45	6,45	35,88	49,88	2,62	70,00	66,5
32,3	6,3	35,88	48,13	1,75	68,25	23,625
32,15	6,15	35,00	47,25	-0,87	70,87	0
32	6	33,25	45,50	-1,75	70,00	0
31,85	5,85	32,38	44,63	-2,63	68,25	0
31,7	5,7	31,50	44,63	-2,63	68,25	0
31,55	5,55	30,63	42,87	-6,13	65,63	0
31,4	5,4	29,75	41,12	-6,13	68,25	0
31,25	5,25	28,87	40,25	-7,87	68,25	0
31,1	5,1	28,87	38,50	-7,87	69,12	0
30,95	4,95	28,00	38,50	-6,13	8,75	0
30,8	4,8	24,50	35,00	-3,50	0,00	0
30,65	4,65	23,63	34,13	-8,75	0	0
30,5	4,5	22,75	34,13	4,37	0	0
30,35	4,35	22,75	33,25	4,37	0	0
30,2	4,2	21,00	29,75	5,25	0	0
30,05	4,05	20,13	28,87	13,13	0	0
29,9	3,9	15,75	25,37	0,00	0	0
29,75	3,75	16,63	26,25	0	0	0
29,6	3,6	13,12	21,00	0	0	0
29,45	3,45	13,12	18,38	0	0	0
29,3	3,3	13,12	13,12	0	0	0
29,15	3,15	9,62	10,50	0	0	0
29	3	8,75	0,88	0	0	0
28,85	2,85	8,75	-0,88	0	0	0
28,7	2,7	6,13	-7,00	0	0	0
28,55	2,55	6,13	-8,75	0	0	0
28,4	2,4	4,38	0,00	0	0	0
28,25	2,25	3,50	0	0	0	0
28,1	2,1	2,63	0	0	0	0
27,95	1,95	1,75	0	0	0	0
27,8	1,8	0,88	0	0	0	0
27,65	1,65	0,00	0	0	0	0
27,5	1,5	-0,88	0	0	0	0
27,35	1,35	-4,38	0	0	0	0
27,2	1,2	1,75	0	0	0	0
27,05	1,05	1,75	0	0	0	0
26	0					

## Mätning av jordtryck vid Monolit 34 under tiden 990802 -991217

Datum	Deformationsmätning mm				
	Mätpunkt1	Mätpunkt2	Mätpunkt3	Mätpunkt4	Mätpunkt5
990802	18,97	17,62	15,64	18,27	14,68
990804	18,97	17,64	15,65	18,25	*
990806	18,98	17,64	15,66	18,26	14,7
990809	18,99	17,65	15,64	18,25	14,7
990811	20,02	17,67	15,62	18,23	*
990813	20,02	17,67	15,62	18,23	*
990816	20,04	17,69	15,63	18,25	14,71
990823	19,04	17,69	15,62	18,25	14,71
990830	19,04	17,69	15,62	18,25	14,71
990906	19,05	17,7	15,63	18,25	14,75
990913	19,05	17,68	15,64	18,26	14,71
990920	19,05	17,69	15,64	18,25	14,73
990927	19,05	17,68	15,63	18,25	*
991004	19,05	17,69	15,64	18,25	*
991011	19,06	17,7	15,65	18,25	*
991018	19,07	17,7	15,65	18,24	*
991118	19,07	17,69	15,65	18,24	*
991217	19,06	17,68	15,69	18,22	*

\* Mätning ej genomförbar.

Datum	Jordtryck kPa				
	Mätpunkt1	Mätpunkt2	Mätpunkt3	Mätpunkt4	Mätpunkt5
990802	49,00	62,13	6,13	44,62	112,88
990804	49,00	63,88	7,00	42,87	-
990806	49,88	63,88	7,87	43,75	114,63
990809	50,75	64,75	6,13	42,87	114,63
990811	140,88	66,50	4,37	41,12	-
990813	140,88	66,50	4,37	41,12	-
990816	142,63	68,25	5,25	42,87	115,50
990823	55,12	68,25	4,37	42,87	115,50
990830	55,12	68,25	4,37	42,87	115,50
990906	56,00	69,12	5,25	42,87	119,00
990913	56,00	67,38	6,13	43,75	115,50
990920	56,00	68,25	6,13	42,87	117,25
990927	56,00	67,38	5,25	42,87	-
991004	56,00	68,25	6,13	42,87	-
991011	56,87	69,12	7,00	42,87	-
991018	57,75	69,12	7,00	42,00	-
991118	57,75	68,25	7,00	42,00	-
991217	121,88	67,38	22,50	40,25	-

### Mätning av deformationer vid Monolit 37 under uppfyllnadstiden i mm

Nivå ök fyllning	Fyllnings- höjd (m)	Avläsning deformation i mm			
		Mätpunkt1 Nivå +26,5	Mätpunkt2 Nivå +27,5	Mätpunkt3 Nivå +28,5	Mätpunkt4 Nivå +29,5
31,2608	5,4608				
30,15	4,95	21,85	19,81	20,11	25,59
30	4,8	21,83	19,8	20,09	25,54
29,85	4,65	21,83	19,79	20,08	25,5
29,7	4,5	21,84	19,78	20,05	25,5
29,55	4,35	21,83	19,78	20,04	25,45
29,4	4,2	21,83	19,78	20,04	25,47
29,1	3,9	21,82	19,78	20,03	25,46
28,95	3,75	21,8	19,75	20	22,27
28,8	3,6	21,79	19,74	19,99	22,26
28,5	3,3	21,76	19,74	19,81	0
28,2	3	21,76	19,75	19,86	
28,05	2,85	21,72	19,7	19,82	
27,9	2,7	21,72	19,71	-	
27,75	2,55	21,71	19,73		
27,6	2,4	21,68	19,72		
27,45	2,25	21,68	19,72		
27,3	2,1	26,67	19,57		
27,15	1,95	21,66	19,36		
27	1,8	21,66	19,24		
26,85	1,65	21,66	19,12		
26,7	1,5	21,63	-		
26,55	1,35	21,62			
26,4	1,2	21,6			
26,25	1,05	21,59			
26,1	0,9	21,58			
25,8	0	0			



## Framräknade jordtryck vid Monolit 37 under uppfyllnadstiden i kPa

Nivå ök fyllning	Fyllnings- höjd (m)	Horisontellt jordtryck i kPa			
		Mätpunkt1 Nivå +26,5	Mätpunkt2 Nivå +27,5	Mätpunkt3 Nivå +28,5	Mätpunkt4 Nivå +29,5
		0-avl=20,04	0-avl=18,02	0-avl=16,93	0-avl=22,26
31,2608	5,4608				
30,15	4,95	158,38	156,63	278,25	291,38
30	4,8	156,63	155,75	276,50	287,00
29,85	4,65	156,63	154,88	275,63	283,50
29,7	4,5	157,50	154,00	273,00	283,50
29,55	4,35	156,63	154,00	272,13	279,13
29,4	4,2	156,63	154,00	272,13	280,88
29,1	3,9	155,75	154,00	271,25	280,00
28,95	3,75	154,00	151,38	268,63	-
28,8	3,6	153,13	150,50	267,75	
28,5	3,3	150,50	150,50	252,00	
28,2	3	150,50	151,38	256,38	
28,05	2,85	147,00	147,00	252,88	
27,9	2,7	147,00	147,88	-	
27,75	2,55	146,13	149,63		
27,6	2,4	143,50	148,75		
27,45	2,25	143,50	148,75		
27,3	2,1	580,13	135,63		
27,15	1,95	141,75	117,25		
27	1,8	141,75	106,75		
26,85	1,65	141,75	96,25		
26,7	1,5	139,13	-		
26,55	1,35	138,25			
26,4	1,2	136,50			
26,25	1,05	135,63			
26,1	0,9	134,75			
25,8	0				

## Mätning av jordtryck vid Monolit 37 under tiden 990802 -991217

Datum	Deformationsmätning i mm			
	Mätpunkt6	Mätpunkt7	Mätpunkt8	Mätpunkt9
990802	21,89	19,8	20,29	25,56
990804	21,92	19,8	20,31	25,55
990806	21,92	19,79	20,3	25,51
990809	21,93	19,8	20,31	25,52
990811	21,93	19,8	20,31	25,52
990813	21,94	19,8	20,32	25,51
990816	21,95	19,8	20,32	25,51
990823	21,94	19,79	20,3	25,51
990830	21,94	19,79	20,26	25,5
990906	21,94	19,78	20,24	25,5
990913	21,94	19,78	20,21	25,5
990920	21,95	19,8	20,22	25,5
990927	21,95	19,8	20,23	25,5
991004	21,95	19,8	20,24	25,5
991011	21,96	19,8	20,25	25,5
991018	21,95	19,8	*	*
991118	21,96	19,8	20,23	25,5
991217	21,98	19,81	20,16	*

\* Mätning ej genomförbar.

Datum	Jordtryck kPa			
	Mätpunkt6	Mätpunkt7	Mätpunkt8	Mätpunkt9
990802	161,88	155,75	294,00	288,75
990804	164,50	155,75	295,75	287,88
990806	164,50	154,88	294,88	284,38
990809	165,38	155,75	295,75	285,25
990811	165,38	155,75	295,75	285,25
990813	166,25	155,75	296,63	284,38
990816	167,13	155,75	296,63	284,38
990823	166,25	154,88	294,88	284,38
990830	166,25	154,88	291,38	283,50
990906	166,25	154,00	289,63	283,50
990913	166,25	154,00	287,00	283,50
990920	167,13	155,75	287,88	283,50
990927	167,13	155,75	288,75	283,50
991004	167,13	155,75	289,63	283,50
991011	168,00	155,75	290,50	283,50
991018	167,13	155,75	-	-
991118	168,00	155,75	288,75	283,50
991217	169,75	156,63	282,63	-

## Mätning av porundertryck vid monolit 34 under uppfyllnadstiden

Nivå ök fyllning	Fyllnads- höjd(m)	Avläsning av gipsblock								
		Nr G1	Nr G2	Nr G3	Nr G4	Nr G5	Nr G6	Nr G7	Nr G8	Nr G9
33,7255	7,7255									
33,5	7,5	93	92	92	94	89	94	95	94	93
33,35	7,35	93	92	93	93	89	93	95	93	92
33,2	7,2	94	93	93	94	89	93	95	93	91
33,05	7,05	94	93	93	94	89	93	95	93	91
32,9	6,9	93	92	93	93	88	93	94	92	89
32,75	6,75	93	92	92	93	87	92	94	92	0
32,6	6,6	93	92	93	93	87	93	94	92	0
32,45	6,45	93	93	92	93	81	94	96	89	0
32,3	6,3	92	92	92	93	81	94	96	89	0
32,15	6,15	93	92	93	93	79	94	95	2	0
32	6	93	92	93	93	79	94	95	0	0
31,85	5,85	93	93	93	94	79	95	95	0	0
31,7	5,7	93	92	92	93	79	94	94	0	0
31,55	5,55	93	93	93	93	77	95	79	0	0
31,4	5,4	93	93	93	94	77	95	23	0	0
31,25	5,25	93	93	93	94	78	95	0	0	0
31,1	5,1	94	93	93	94	77	95	0	0	0
30,95	4,95	93	93	93	93	76	95	0	0	0
30,8	4,8	93	92	92	93	77	86	0	0	0
30,65	4,65	93	92	92	93	76	81	0	0	0
30,35	4,5	93	92	92	93	76	81	0	0	0
30,35	4,35	93	93	93	93	75	0	0	0	0
30,2	4,2	94	93	93	94	82	0	0	0	0
30,05	4,05	94	93	93	94	81	0	0	0	0
29,9	3,9	94	95	95	84	46	0	0	0	0
29,75	3,75	94	95	94	82	0	0	0	0	0
29,6	3,6	94	94	94	77	0	0	0	0	0
29,45	3,45	94	95	95	49	0	0	0	0	0
29,3	3,3	94	95	95	10	0	0	0	0	0
29,15	3,15	94	95	94	0	0	0	0	0	0
29	3	94	96	91	0	0	0	0	0	0
28,85	2,85	94	96	91	0	0	0	0	0	0
28,7	2,7	94	96	91	0	0	0	0	0	0
28,55	2,55	94	96	91	0	0	0	0	0	0
28,4	2,4	94	94	2	0	0	0	0	0	0
28,25	2,25	94	93	0	0	0	0	0	0	0
28,1	2,1	94	92	0	0	0	0	0	0	0
27,95	1,95	94	92	0	0	0	0	0	0	0
27,8	1,8	94	78	0	0	0	0	0	0	0
27,65	1,65	94	1	0	0	0	0	0	0	0
27,5	1,5	94	0	0	0	0	0	0	0	0
27,35	1,35	94	0	0	0	0	0	0	0	0
27,2	1,2	92	0	0	0	0	0	0	0	0
27,05	1,05	92	0	0	0	0	0	0	0	0
26,9	0,9	91	0	0	0	0	0	0	0	0
26,75	0,75	0	0	0	0	0	0	0	0	0
26	0									

Nivå ök fyllning	Fyllnads- höjd(m)	Gipsblock, Porundertryck (kPa)								
		Nr G1	Nr G2	Nr G3	Nr G4	Nr G5	Nr G6	Nr G7	Nr G8	Nr G9
33,7255	7,7255									
33,5	7,5	25,43	26,9	26,9	23,98	31,39	23,98	22,55	23,98	25,43
33,35	7,35	25,43	26,9	25,43	25,43	31,39	25,43	22,55	25,43	26,9
33,2	7,2	23,98	25,43	25,43	23,98	31,39	25,43	22,55	25,43	28,38
33,05	7,05	23,98	25,43	25,43	23,98	31,39	25,43	22,55	25,43	28,38
32,9	6,9	25,43	26,9	25,43	25,43	32,92	25,43	23,98	26,9	31,39
32,75	6,75	25,43	26,9	26,9	25,43	34,47	26,9	23,98	26,9	0
32,6	6,6	25,43	26,9	25,43	25,43	34,47	25,43	23,98	26,9	0
32,45	6,45	25,43	25,43	26,9	25,43	44,15	23,98	21,13	31,39	0
32,3	6,3	26,9	26,9	26,9	25,43	44,15	23,98	21,13	31,39	0
32,15	6,15	25,43	26,9	25,43	25,43	47,54	23,98	22,55	2	0
32	6	25,43	26,9	25,43	25,43	47,54	23,98	22,55	0	0
31,85	5,85	25,43	25,43	25,43	23,98	47,54	22,55	22,55	0	0
31,7	5,7	25,43	26,9	26,9	25,43	47,54	23,98	23,98	0	0
31,55	5,55	25,43	25,43	25,43	25,43	51,01	22,55	47,54	0	0
31,4	5,4	25,43	25,43	25,43	23,98	51,01	22,55	214,7	0	0
31,25	5,25	25,43	25,43	25,43	23,98	49,27	22,55	0	0	0
31,1	5,1	23,98	25,43	25,43	23,98	51,01	22,55	0	0	0
30,95	4,95	25,43	25,43	25,43	25,43	52,79	22,55	0	0	0
30,8	4,8	25,43	26,9	26,9	25,43	51,01	36,04	0	0	0
30,65	4,65	25,43	26,9	26,9	25,43	52,79	44,15	0	0	0
30,35	4,5	25,43	26,9	26,9	25,43	52,79	44,15	0	0	0
30,35	4,35	25,43	25,43	25,43	25,43	54,58	0	0	0	0
30,2	4,2	23,98	25,43	25,43	23,98	42,49	0	0	0	0
30,05	4,05	23,98	25,43	25,43	23,98	44,15	0	0	0	0
29,9	3,9	23,98	22,55	22,55	39,22	120,8	0	0	0	0
29,75	3,75	23,98	22,55	23,98	42,49	0	0	0	0	0
29,6	3,6	23,98	23,98	23,98	51,01	0	0	0	0	0
29,45	3,45	23,98	22,55	22,55	112,3	0	0	0	0	0
29,3	3,3	23,98	22,55	22,55	327,6	0	0	0	0	0
29,15	3,15	23,98	22,55	23,98	0	0	0	0	0	0
29	3	23,98	21,13	28,38	0	0	0	0	0	0
28,85	2,85	23,98	21,13	28,38	0	0	0	0	0	0
28,7	2,7	23,98	21,13	28,38	0	0	0	0	0	0
28,55	2,55	23,98	21,13	28,38	0	0	0	0	0	0
28,4	2,4	23,98	23,98	545,7	0	0	0	0	0	0
28,25	2,25	23,98	25,43	0	0	0	0	0	0	0
28,1	2,1	23,98	26,9	0	0	0	0	0	0	0
27,95	1,95	23,98	26,9	0	0	0	0	0	0	0
27,8	1,8	23,98	49,27	0	0	0	0	0	0	0
27,65	1,65	23,98	639,6	0	0	0	0	0	0	0
27,5	1,5	23,98	0	0	0	0	0	0	0	0
27,35	1,35	23,98	0	0	0	0	0	0	0	0
27,2	1,2	26,9	0	0	0	0	0	0	0	0
27,05	1,05	26,9	0	0	0	0	0	0	0	0
26,9	0,9	28,38	0	0	0	0	0	0	0	0
26,75	0,75	0	0	0	0	0	0	0	0	0
26	0									

DATUM	AVLÅST VÄRDE PÅ GIPSBLOCK								
	Nr G1	Nr G2	Nr G3	Nr G4	Nr G5	Nr G6	Nr G7	Nr G8	Nr G9
990802	92	92	92	93	92	92	94	92	95
990804	92	92	92	93	92	92	94*		94
990806	92	92	92	94	93	92	94	92	95
990809	92	92	92	94	93	92	95	92	95
990811	92	92	92	93	93	92	95	92	95
990813	92	92	92	93	93	92	94*		94
990816	92	91	92	93	93	92	94	92	94
990823	92	92	92	93	93	92	94	92	94
990830	92	92	92	93	93	92	94	92	94
990906	91	91	91	93	93	92	94	91	93
990913	92	92	92	93	94	92	94*		93
990920	*	*	*	*	*	*	*	*	*
990927	*	*	*	*	*	*	*	*	*
991004	*	*	*	*	*	*	*	*	*
991011	90	91	91	94	94	91	94*		93
991018	90	91	91	94	94	91	93*		93
991118	89	90	90	93	94	94	91*		94
991217	89	89	89	92	93	90	93*		90

DATUM	BERÄKNAT PORUNDERTRYCK, kPa								
	Nr G1	Nr G2	Nr G3	Nr G4	Nr G5	Nr G6	Nr G7	Nr G8	Nr G9
990802	26,90	26,90	26,90	25,43	26,90	26,90	23,98	26,90	22,55
990804	26,90	26,90	26,90	25,43	26,90	26,90	23,98*		23,98
990806	26,90	26,90	26,90	23,98	25,43	26,90	23,98	26,90	22,55
990809	26,90	26,90	26,90	23,98	25,43	26,90	22,55	26,90	22,55
990811	26,90	26,90	26,90	25,43	25,43	26,90	22,55	26,90	22,55
990813	26,90	26,90	26,90	25,43	25,43	26,90	23,98*		23,98
990816	26,90	28,38	26,90	25,43	25,43	26,90	23,98	26,90	23,98
990823	26,90	26,90	26,90	25,43	25,43	26,90	23,98	26,90	23,98
990830	26,90	26,90	26,90	25,43	25,43	26,90	23,98	26,90	23,98
990906	28,38	28,38	28,38	25,43	25,43	26,90	23,98	28,38	25,43
990913	26,90	26,90	26,90	25,43	23,98	26,90	23,98*		25,43
990920	*	*	*	*	*	*	*	*	*
990927	*	*	*	*	*	*	*	*	*
991004	*	*	*	*	*	*	*	*	*
991011	29,88	28,38	28,38	23,98	23,98	28,38	23,98*		25,43
991018	29,88	28,38	28,38	23,98	23,98	28,38	25,43*		25,43
991118	31,39	29,88	29,88	25,43	23,98	23,98	28,38*		23,98
991217	31,39	31,39	31,39	26,90	25,43	29,88	25,43*		29,88

## Mätning av porundertryck vid monolit 37 under uppfyllnadstiden

Nivå ökning	Fyllnads- höjd(m)	AVLÄSNING GIPSBLOCK						
		Nr G10	Nr G11	Nr G12	Nr G13	Nr G14	Nr G15	Nr G16
31,2608								
30,15	4,95	93	94	-	95	97	-	1
30	4,8	93	94	-	95	97	-	1
29,85	4,65	93	94	-	95	97	-	1
29,7	4,5	93	95	-	95	97	-	1
29,55	4,35	93	95	-	95	97	-	1
29,4	4,2	94	94	-	95	97	-	0
29,25	4,05	-	-	-	-	-	-	-
29,1	3,9	94	95	-	96	97	-	0
28,95	3,75	94	95	-	95	97	-	0
28,8	3,6	94	94	-	95	96	-	-
28,65	3,45	-	-	-	-	-	-	-
28,5	3,3	94	94	-	95	25	-	-
28,35	3,15	-	-	-	-	-	-	-
28,2	3	94	95	-	95	3	-	-
28,05	2,85	94	94	-	95	0	-	-
27,9	2,7	94	94	-	95	-	-	-
27,75	2,55	92	93	-	54	-	-	-
27,6	2,4	92	93	-	18	-	-	-
27,45	2,25	92	92	-	-	-	-	-
27,3	2,1	92	92	-	-	-	-	-
27,15	1,95	92	90	-	-	-	-	-
27	1,8	89	68	-	-	-	-	-
26,85	1,65	86	42	-	-	-	-	-
26,7	1,5	85	2	-	-	-	-	-
26,55	1,35	83	-	-	-	-	-	-
26,4	1,2	67	-	-	-	-	-	-
26,25	1,05	2	-	-	-	-	-	-
26,1	0,9	0	-	-	-	-	-	-
25,8	0							

Nivå ökning	Fyllnads-höjd(m)	BERÄKNAT PORUNDERTRYCK, kPa						
		Nr G10	Nr G11	Nr G12	Nr G13	Nr G14	Nr G15	Nr G16
31,2608								
30,15	4,95	25,43	23,98	-	22,55	19,73	-	639,60
30	4,8	25,43	23,98	-	22,55	19,73	-	639,60
29,85	4,65	25,43	23,98	-	22,55	19,73	-	639,60
29,7	4,5	25,43	22,55	-	22,55	19,73	-	639,60
29,55	4,35	25,43	22,55	-	22,55	19,73	-	639,60
29,4	4,2	23,98	23,98	-	22,55	19,73	-	-
29,25	4,05	-	-	-	-	-	-	-
29,1	3,9	23,98	22,55	-	21,13	19,73	-	-
28,95	3,75	23,98	22,55	-	22,55	19,73	-	-
28,8	3,6	23,98	23,98	-	22,55	21,13	-	-
28,65	3,45	-	-	-	-	-	-	-
28,5	3,3	23,98	23,98	-	22,55	203,44	-	-
28,35	3,15	-	-	-	-	-	-	-
28,2	3	23,98	22,55	-	22,55	490,74	-	-
28,05	2,85	23,98	23,98	-	22,55	-	-	-
27,9	2,7	23,98	23,98	-	22,55	-	-	-
27,75	2,55	26,90	25,43	-	99,09	-	-	-
27,6	2,4	26,90	25,43	-	247,95	-	-	-
27,45	2,25	26,90	26,90	-	-	-	-	-
27,3	2,1	26,90	26,90	-	-	-	-	-
27,15	1,95	26,90	29,88	-	-	-	-	-
27	1,8	31,39	67,86	-	-	-	-	-
26,85	1,65	36,04	133,15	-	-	-	-	-
26,7	1,5	37,62	545,68	-	-	-	-	-
26,55	1,35	40,85	-	-	-	-	-	-
26,4	1,2	69,86	-	-	-	-	-	-
26,25	1,05	545,68	-	-	-	-	-	-
26,1	0,9	-	-	-	-	-	-	-
25,8	0							

DATUM	AVLAST VARDE PÅ GIPSBLOCK						
	Nr G10	Nr G11	Nr G12	Nr G13	Nr G14	Nr G15	Nr G16
990802	93	94 -		94	95 -		70
990804	93	94 -		94	95 -		76
990806	93	94 -		95	95 -		79
990809	93	94 -		94	95 -		84
990811	93	94 -		94	95 -		85
990813	93	94 -		94	95 -		89
990816	93	94 -		93	94 -		93
990823	92	94 -		94	94 -		95
990830	92	94 -		94	94 -		95
990906	92	94 -		94	94 -		95
990913	92	94 -		94	94 -		94
990920	-	-	-	-	-	-	-
990927	-	-	-	-	-	-	-
991004	-	-	-	-	-	-	-
991011	92	93 -		94	93 -		93
991018	92	93 -		94	93 -		93
991118	90	93 -		92	93 -		92
991217	90	94 -		94	93 -		-

DATUM	BERAKNAT PORUNDERTRYCK, kPa						
	Nr G10	Nr G11	Nr G12	Nr G13	Nr G14	Nr G15	Nr G16
990802	25,43	23,98 -		23,98	22,55 -		63,93
990804	25,43	23,98 -		23,98	22,55 -		52,79
990806	25,43	23,98 -		22,55	22,55 -		47,54
990809	25,43	23,98 -		23,98	22,55 -		39,22
990811	25,43	23,98 -		23,98	22,55 -		37,62
990813	25,43	23,98 -		23,98	22,55 -		31,39
990816	25,43	23,98 -		25,43	23,98 -		25,43
990823	26,90	23,98 -		23,98	23,98 -		22,55
990830	26,90	23,98 -		23,98	23,98 -		22,55
990906	26,90	23,98 -		23,98	23,98 -		22,55
990913	26,90	23,98 -		23,98	23,98 -		23,98
990920	-	-	-	-	-	-	-
990927	-	-	-	-	-	-	-
991004	-	-	-	-	-	-	-
991011	26,90	25,43 -		23,98	25,43 -		25,43
991018	26,90	25,43 -		23,98	25,43 -		25,43
991118	29,88	25,43 -		26,90	25,43 -		26,90
991217	29,88	23,98 -		23,98	25,43 -		-



**Tensiometer- och Vingförsök för Monolit 37**

Lager	Vingförsök	Medelv. i kPa	Tensiometerförsök	Medelv.
3	6,8,30,68,48	145,2	45,45	45
5	64,45,68,58,80	150	38,37,38,30	36
7	45,72,66,40,56	133,3	40,36,35,26	34
9	56,66,80,53,68	150	30,40,38	36
11	48,56,46,41,80	119	38,36,38,28,30	34
13	46,36,58,50,48	114,3	36,30,39,35	35
15	40,33,45,39,41	95,2	29,33,28,41,36	33
17	35,30,52,36,39	88,1	43,31,38	37
19	78,70,66,59,80	169	38,38,40,40,42	40
21	58,72,70,50,62	150	40,42,30	37
23	*	*	*	*
25	46,56,56,58,56	133,3	45,50,45,38	45
27	54,45,48,47,44	111,9	47,44,48	46
29	39,45,80,69,60	138,1	45,50,48	48
31	44,70,40,80,33	126,2	52,40,46	46
33	40,38,55,43,60	100	45	45

**Tensiometer- och Vingförsök för Monolit 34**

Lager	Vingförsök	Medelv. i kPa	Tensiometerförsök	Medelv.
3	36,37,36	85,7	67,82,78	76
5	30,35,43,40,48	92,9	75,84,86,85,76	81
7	44,54,74,28,80	135,7	76,72,64,69,52	67
9	44,59,49,64,50	126,2	80,78,75,70,74	75
11	45,28,32,47,31	85,7	75,70,64,24,75	62
13	34,40,28,32,32	78,6	75,58,84,84,78	76
15	52,36,38,50,36	97,6	84,84,77,75,80	80
17	41,29,45,40,47	100	74,62,70,72,75	71
19	35,34,68,38,60	104,8	75,75,84,56,41	66
21	47,62,42,52,46	114,3	82,84,84,75,80	81
23	45,53,46,50,48	114,3	72,78,80,82,76	78
25	56,80,58,52,55	133,3	64,81,84,80,75	77
27	80,68,55,78,80	178,6	74,74,70,76,66	72
29	48,51,34,46,62	114,3	66,50,64,70,75	65
31	70,60,50,56,71	147,6	80,76,64,70,74	73
33	*	*	*	*
35	70,72,72,80,80	178,6	22,17,32,25,26	24
37	*	*	*	*
39	80,80,80,80,76	188,1	25,26,30	27
41	*	*	*	*
43	45,14,49,34,62	102,4	38,48,42,44	43
45	38,46,80,45,68	126,2	38,40,40,40,45	41
47	62,58,36,28,31	100	40,38,34	37
49	72,58,60,60,57	150	34,30,33	32

\* Mätning ej genomförbar pga. stenhård yta



Statens geotekniska institut  
Swedish Geotechnical Institute

SE-581 93 Linköping, Sweden

Tel: 013-20 18 00, Int + 46 13 201800

Fax: 013-20 19 14, Int + 46 13 201914

E-mail: [sgi@swedgeo.se](mailto:sgi@swedgeo.se) Internet: [www.swedgeo.se](http://www.swedgeo.se)