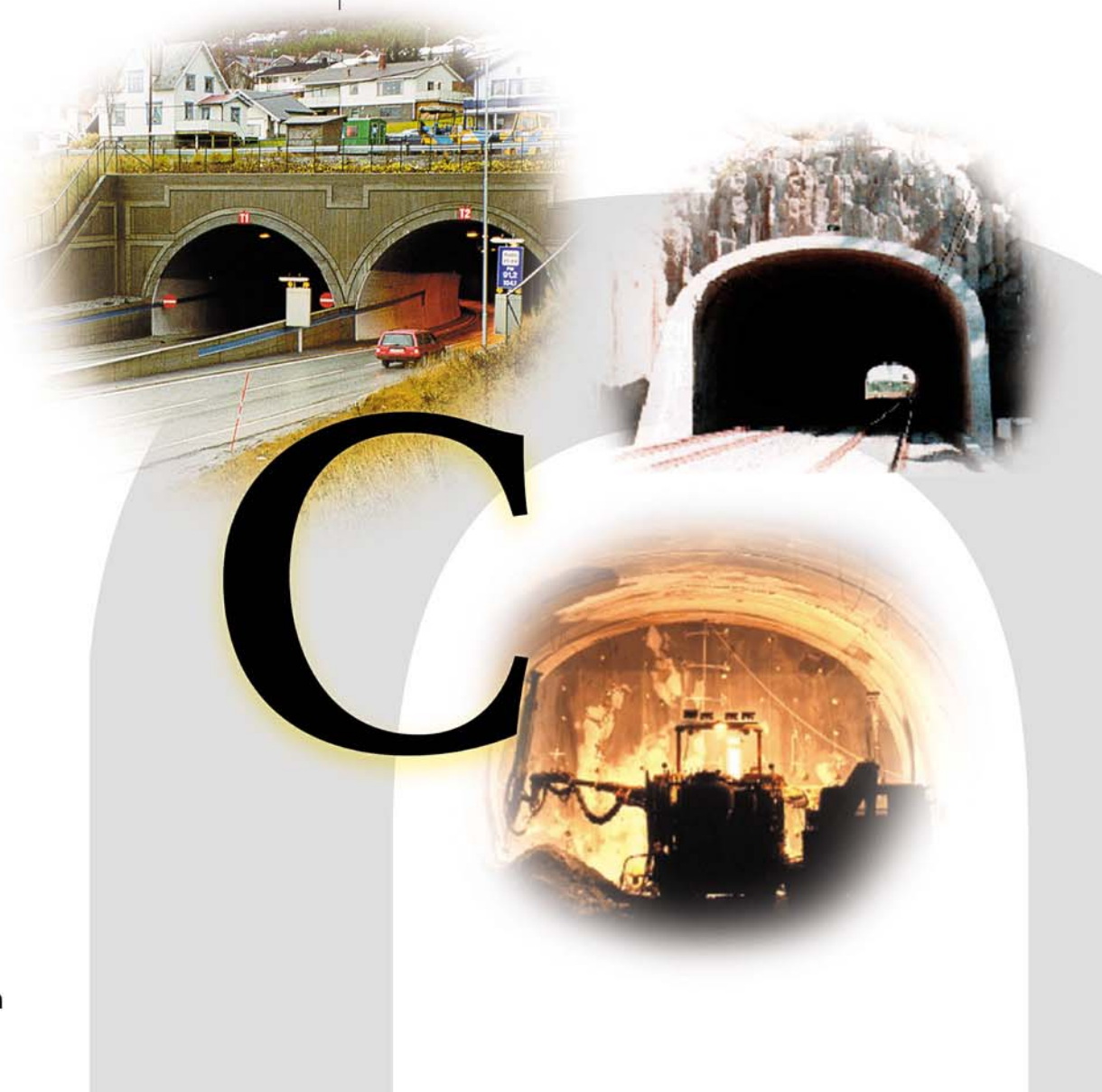


MILJØ- OG SAMFUNNSTJENLIGE TUNNELER

Rapport nr: **3**

Injeksjon av "problemsone" ved byggingen av T-baneringen



Intern rapport nr. 2234



Statens vegvesen

Injeksjon- av "problemsone" ved byggingen av T-Baneringen

Sammendrag

Under byggingen av T-Baneringen fra Tåsen til Nydalen traff man på en meget oppsprukket syenittgang. Forinjisering av denne sonen ble en krevende oppgave. Sonen var kjent fra drivingen av Tåsentunnelen der den også bød på store problemer.

Denne rapporten beskriver i detalj hvordan anlegget løste denne meget krevende utfordringen.

Rapporten er utarbeidet av Torkild Åndal fra NVK AS (Norsk Vandbyggningskontor).

Emneord: *Tunnel ,injeksjon, problemsone, syenittgang, NFR-prosjekt*

Kontor: Geologi- og tunnelkontoret

Saksbehandler: Kjell Inge Davik

Dato: November 2001

KID

Statens vegvesen, Vegdirektoratet

Vegteknisk avdeling

Postboks 8142 Dep, 0033 Oslo

Telefon: 22 07 39 00 Telefax: 22 07 34 44

Norges Forsknings Råd

**MILJØ- OG
SAMFUNNSTJENLIGE
TUNNELER**

T-baneringen

**Injeksjonsteknisk komplisert sone, pel 700-
750.**

Dato: 13.11.01

Innholdsfortegnelse

Innholdsfortegnelse	1
T-baneringen - tilpasset injeksjon i området pel 700-750	2
Sammendrag	2
Beskrivelse generelle forhold / forutsetninger	3
Tiltak i sonen, pel 700-750	6
Forholdene og karakteren til sonen	6
Injisering av sone med dårlig bergmassekvalitet, liten overdekning og fare for grunnvannsenkning / setningskader	6
Tetting av utganger i tunnel eller dagen	11
Resultat / diskusjon	13
Injeksjonsmetodikk	13
Injeksjonsmiddel	13
Injeksjonsutstyr	14
Kontroll av tetteresultat	15
Oppgjør	15
Vedlegg	16

T-baneringen - tilpasset injeksjon i området pel 700-750

Sammendrag

Injeksjon av syenittgang

Forinjiseringen av en meget oppsprukket syenittgang ble en krevende oppgave. Sonen var kjent fra drivingen av Tåsentunnelen hvor den også forvoldte store problemer. Sonen var forventet rundt pel 750, men den hadde innvirkning på injeksjonen allerede ved pel 700. Ved lange sonderhull (33 m) ble sonen kartlagt detaljert og et omfattende injeksjonsprogram ble gjennomført fra pel 732 og 736 før stoffen ble drevet inn i selve Syenittgangen (pel 740-755). Både selve gangen og sideberget viste seg å være meget oppsprukket og permeabelt, med store boreproblemer, store innganger av injeksjonsmasse og utganger på stoff som resultat. Ved første forsøk på salveboring fra pel 732 fikk en også store vannlekkasjer i salvehull, slik at injisering av stoffen også ble gjennomført.

En oppnådde ikke den ønskede tetthet før tunnelen ble drevet inn i sonen, men satset på supplerende skjerming inne i den. Her fikk en store problemer med utgang av injeksjonsmasse tilbake i tunnelen, både rundt pakkere og i fjellet på og bak stoff. Dette ble en avgjørende hindring for å oppnå god inntrengning i berget, og mange tiltak ble prøvd ut:

- Lavt v/c-tall (0,5) fungerte bra ved begrenset omfang av utganger.
- Kombinert med herdepauuser (1-5 timer) fungerte dette godt, men når en hadde utganger "overalt" på og bak stoff, prøvde en også Cemsil, Mauring, TACCS og Ischebeck stag, uten positivt resultat. Tilsvarende ved forsegling av stoff og tunnelkontur med fiberarmert sprøytebetong, opp til 0,5 meter tykkelse.
- Det som fungerte best var innboring og fastgysing av 3 meter lange foringsrør. Med disse unngikk en utgang bak pakkere, stoppet utgang på/bak stoff, og fikk god inntrengning i berget, tildels ved høye injeksjonstrykk og lave v/c-tall, slik at et kvalitetsresultat kunne oppnås.

Hovedelementene i injeksjonsmetodikken var mikrosement med Grout Aid (GA), høyt injeksjonstrykk (45-80 bar), lavt v/c-tall (1,0-0,5) og store masseinn ganger. Det ble utført både lang "ytre skjerm" (24-27 m) og kortere "indre skjerm" (18 m).

Det ble hovedsakelig anvendt mikrosement av type Rescon microcem 900 med silikatilsetningen Grout Aid og superplastiserende Rescon HP. Industrisement ble brukt i noen runder, mest fordi en gikk tom for mikrosement.

Totale mengder

Totale forbruk for strekningen 700-750 er som følger:

• Bormeter:	19081 m
• Pakkere/ antall hull:	845 stk
• Mikrosegment rescon 900:	426 255 kg
• Industriment:	81 234 kg
• Grout Aid:	88 609 kg
• Taccs:	220 l
• Muring:	400 kg
• Cemsil:	1603 kg
• Timer injeksjonstid:	925 timer
• Kostnad injeksjon pel 700-750	6,5 mill kr
• Injeksjonskostnad pr m	ca 125 000 kr

Målt innlekkasje

Total innlekkasje ble målt til 14,9 l/min 100 m mellom pel 650 – 750 (I juli målt til ca 18 l/min 100 m), kravet til innlekkasje i området, 650-900, var 7 l/min 100m og er derfor ikke oppfylt. Poretrykksmålere installert i tunnelens influensområde før oppstart av anlegget viser derimot at man med det utførte injeksjonsarbeidet og noe vanninfiltrasjon holder grunnvannsnivået i området på samme nivå som før tunnelen ble bygd. Uten den kontrollen man hadde med grunnvannsnivået pga de forhåndsplasserte poretrykksmålerne hadde man ikke hatt det samme grunnlaget til å avvise bygging av fullt utstøpt tunnel.

Utvidet profil

Det var i beskrivelsen forutsatt utvidet sprengningsprofil og vann tett betongutføring i hele området mellom pel 690 til 870. En slik utførelse ville også forutsette stor grad av forinjisering, muligens kombinert med vanninfiltrasjon, for i det hele tatt å kunne utføres.

Foreløpige vurderinger/beregninger viser at den omfattende forinjiseringen som er utført, totalt sett er billigere enn den prosjekterte løsningen, selv om noen meter utstøping eller omfattende etterinjisering blir utført i fremtiden.

Oppnådd tetthet er også så god at noen strekninger vil kunne ferdigstilles uten vann- og frostsikringskonstruksjon.

Beskrivelse generelle forhold / forutsetninger

Hydro/Geologi

Ut fra poretrykksmålere installert i området (vedlegg 7 og 8) kan en si at grunnvannsnivået i hovedtrekk følger topografien og at grunnvannstrømningen er spesielt knyttet til enkelte dyprenner. Det var utplassert 7 poretrykksmålere i forbindelse med

byggingen av Tåsentunnelen og ytterligere 27 ble plassert ut for T-baneringen, plassering vist i vedlegg 7. En har derfor målinger helt tilbake til 1996 for Tåsentunnelen og fra september 1999 for T-baneringen, vist i vedlegg 8. Nivået på poretrykkmålerne blir påvirket av nedbørsmengdene i området. Mange av målerne viste derfor en markert topp som følge av den nedbørsrike høsten/ førjulsvinteren 2000 da tunneldrivingen tok til.

Geologien er vist i kartleggingen som er utført i tunnelen, vedlegg 6. Geologien i området domineres av Kambrosiluriske sedimentære bergarter som gjennomskjæres stedvis av permiske gangbergarter. De sedimentære bergartene er hovedsakelig vekslinger mellom knollekalk, leirskifer og kalkstein. Eruptivgangene er syenitt, syenittporfyr og diabas. De sedimentære bergartene har tette folder med en foldeakse som ligger i ØNØ-lig retning og lagningen faller mot NNV med et fall på ca 30°. Det er tre fremtredende sprekkeretninger. Den ene følger sedimentærbergartenes lagning, den andre følger eruptivgangenes retning og fall (NØ og steile) og den tredje sprekkeretningen står normalt på eruptivgangene.

Kontraktforhold

Oppgjør

Injeksjonsarbeidene blir betalt ut fra medgåtte mengder dvs antall meter boret sonder-/ injeksjon-/ kontrollhull, antall kg sement, antall pakkere samt antall timer brukt på injeksjonsarbeidene fra start sonder/injeksjonsboring til start salveboring.

Begrensninger

Det var lagt begrensninger på når en kunne holde på med støyende virksomhet som boring og sprengning. Det kunne derfor bare bores og sprenges mellom kl 06.00 og 22.00 på hverdager og på lørdag mellom kl 07.00 og 17.00.

Krav innlekkasjer

I kontrakten var det beskrevet krav til maksimale innlekkasjer for delstrekninger satt ut fra fare for setningsskader på overliggende bebyggelse ved eventuell grunnvannsenkning. Kravene som var satt var følgende:

Delstrekninger Fra pel – til pel	Tetthetskrav (liter/min/100m)	Sonderboring / Injeksjon
425 – 650	14	Sporadisk
650 – 900	7	Systematisk
900 – 1060	14	Sporadisk
1060 – 1300	8	Systematisk
1300 – 1650	10	Systematisk

Kravene kunne endres dersom poretrykkmålinger eller begynnende setninger indikerte at lekkasjekravene ikke var strenge nok.

Injeksjon	I kontrakten var det skilt mellom <i>sporadisk</i> og <i>systematisk</i> injeksjon. Det var antydning at systematisk injeksjon ville bli nødvendig i områdene 625 – 925 og 1050 – 1650. På de øvrige tunnelstrekningene, 441-625 og 925-1050, er det angitt sporadisk injeksjon.
Sporadisk injeksjon	Ved sporadisk injeksjon skulle det bores 6-9 sonderhull, normalt med lengde på 21 m. Ved større innlekkasjer enn 3 l/min fra sonderhullene skulle det igangsettes injeksjon, dersom byggherren fant det nødvendig. Det var forutsatt en salves overlapp, dvs ca 5 m.
Systematisk injeksjon	Ved systematisk injeksjon var det beskrevet 18 m lange sonderhull med 8 m overlapp. Sonderhullene skulle uansett fylles, enten med mørtel eller injeksjonsmasse.
Utvidelse tunnelverrsnitt	Kontrakten beskrev utvidet tverrsnitt for å få plass til eventuell vannrett utforing på strekningen 690 til 870.

Injeksjonsutstyr

Injeksjonsriggen er en AtlasCopco-rigg med 3 pumper med en trykk kapasitet på 100. To aktivatorer med mulighet for 6 uttak. Injeksjonstrykket måles ved pumpene og blir registrert automatisk sammen med masseinngangen i hver slange. Blanderreseptene er lagt inn i datasentralen og blandingene blir mikset basert på elektroniske vekter.

Det er den ordinære boreriggen som blir brukt til boring av injeksjonshullene.

Pakkere brukt var av typen Codan som strammes for hånd.

Prosedyre systematisk injeksjon

Injeksjonsprosedyrene var fastsatt i kontrakten og var som følger: Systematisk injeksjon innebar boring av 31 hull av 18 m lengde. Bunn av borehullene skulle være 5 til 6 m utenfor teoretisk tunnelkontur. Overlapp var satt til to salver eller ca 10 m. Ved større lekkasjer enn 10 l/min fra et hull skulle vannlekkasjen måles og dokumenteres. Sluttrykk skulle være mellom 35-45 bar, men ved små innganger, <100 l skulle injeksjonstrykket økes til 40-50 bar og holdes i 5 min før injeksjonen ble avsluttet. Ved større innganger enn 1500 liter skulle sluttrykket på 35 bar vurderes. V/C-tallet starter på 1. Ved større mengder enn 500 l på et hull skulle det reduseres til 0.8, ved mer en 1000 l til 0.7 og ved mer enn 1500 liter til 0.6/0.5. Det skulle i hovedsak benyttes Rescon mikrosegment med Grout Aid (GA), men ved store lekkasjer skulle det vurderes å brukes industrisement med GA. Antall og plassering av kontrollhull skulle bestemmes av byggherren og baseres på hvor innlekkasjen var og i hvilke hull en hadde de største injeksjonsmengdene.

Tiltak i sonen, pel 700-750

Forholdene og karakteren til sonen

Tilsvarende i Tåsentunnelen	Fra pel 690 var det satt i gang systematisk injeksjon, beskrevet fra 625 i kontrakten. En forventet å komme inn i en syenittgang som en hadde hatt store lekkasjer fra og mislyktes å tette i Tåsen-tunnelen.
Geologi	Fram til pel ca 740 drev en i knollekalk/leirskifer hvor lagningen ligger med et fall på 25°-40° mot NV til N, mens mellom pel 740 og 755 drev en gjennom en steiltstående intrusivgang bestående av syenittporfyr. Intrusivgangen krysser ganske vinkelrett på tunnelen, dvs at den har en NNØ-SSV'lig retning.
Q-verdier	Før pel 710 ligger Q-verdiene stort sett i området 0,3-10, mens fra 710 til 780 ligger de mellom 0,01 og 0,7 for deretter å gå opp til 0,3-5.
Overdekning	Fra pel ca 650 til 875 passerer tunnelen et område hvor fjelloverdekningen er liten. Bergoverdekningen er vurdert til å være fra 10-20 m med løsmasser av usikker mektighet og type på toppen. Total overdekning er 25-29 m.
Injeksjonsomfang	Injeksjonsmengdene før pel 700 lå på omkring 10 000 kg mikro med GA pr skjerm, men fra pel ca 700 økte injeksjonsmengdene kraftig og injeksjonstiden enda mer, se vedlegg 5. Som en ser fra vedlegg 5 skilte sonen mellom pel 700 og 750 seg markant ut fra de øvrige tunnelstrekningene. Dersom en hadde hatt sporadisk injeksjon på strekningen 700 til 750 ville en hatt 4-5 injeksjonsrunder, mens en fikk 21. Ser en på mengdene injeksjonsmasse før og etter området ville en hatt et forbruk på ca 50 -70 000 kg mikro med GA i området, mens det totalt ble injisert 425 860 kg sement med grout aid, dvs seks til ni ganger så mye.

Injisering av sone med dårlig bergmassekvalitet, liten overdekning og fare for grunnvannsenkning / setningskader

Pel 701, 15-16/2	Standard skjerm, ingen kontrollhull boret, men to sonderhull á 33m boret for å sjekke plassering av Syenittsone. De fleste hullene var tørre bortsett fra hull 2, 6, 15, 16, 17, 22 og 23, hvor den største innlekkasjen var fra de to siste med ca 3 l/min fra hver. Injeksjon fra kl 21.00 den 15/2 til 14.00 den 16/2, dvs 17 timer. Injisert totalt 33 312 kg Mikrosegment og 4 800 kg GA. Brukte trykk på 35-48 bar. Hadde størst inngang i sålehullene. Noe utgang i hengen inntil 10 m bak stuff.
Pel 710, 19-20/2	Standard skjerm, ingen kontrollhull, men to sonderhull á 33 m (2 m over såle og 1,5 m fra vegg, begge med 4 stigning). Det kom relativt lite vann fra skjermhullene og vannet som kom kom hovedsakelig fra hullene mellom 16 og 26, dvs høyre side. Av de to lange sonderhullene ga det på høyre side 20-30 l/min etter ca 30 m boring og det på venstre side bare 1-2 l/min.

Injeksjonen pågikk mellom kl 17.30 den 19/6 til 14.45 neste dag, dvs ca 21 timer. Injisert 37 463 kg mikro og 5220 kg GA. Brukte injeksjonstrykk på rundt 45 bar. Hull 17 ble "åpnet" først etter at trykket kom opp i 62 bar, deretter gikk det bra med masse inn (ca 1800 l). Mellom hull 9 og 33 tok de fleste av hullene ca 1500-2500 liter. Svært oppsprukket fjell og sleppe diagonalt over stoffen gjorde at injeksjonen ga utganger på og bak stoff flere ganger, se neste kapittel angående problemene med utganger.

Pel 722, 21-22/2

Standard skjerm samt 10 stk kontrollhull á 18m. Total innlekkasje ca 70 l/min, mest fra høyre side mellom hull 9 til 19. Injeksjon startet den 22. kl 0.30 og avsluttet kl 22.00 samme dag. Injisert 16262 kg mikro, 9004 kg industrisement og 1902 Grout Aid. Industrisement brukt i hull 10-19 hvor en hadde størst innlekkasje. Ved injeksjon i sålehullene kom det vann i samtlige skjermhull. Hadde problemer med utlekkasjer på stoff og bakover, ble foreslått å øke skjerm lengden for å øke overlappen, da en har mistanke om at den er for liten. Hadde ikke de store vannlekkasjene i kontrollhullene, men inngangen var stor, bortsett fra i to hull i venstre vederlag (7 og 8). Masse inngangen i de andre hullene var fra 1100-4100 l, hvor hull 13 tok mest. Injeksjonstrykket brukt varierte fra 15-50 bar.

Pel 732, 26/2-13/3

0.runde (25) Skulle bore fire sonderhull på 33 m, men hullet nede i høyre side ble bare 18 m pga av tap av borekrone. Vannlekkasje stipulert til ca 150 l/min, og returvannet inneholder en del biter av Syenittporfyren i fraksjonen 4-12 mm. Før skjermen ble boret ble sonderhullene injisert med industrisement med $v/c=0,6$. Det var stor masseinngang med det samme, men det ble trykkoppbygning etter kort tid, selv om en økte trykket til 80 bar. Injisert ca 3200 liter totalt.

1.runde (25), 27-28/2 Boret standard skjerm pluss to hull, dvs totalt 33 hull og hull lengden var 15 m, dvs redusert med 3 m i forhold til standard skjermen. Mye utgang på stoff (se neste kapittel) og en fikk ras fra en leirsleppe i høyre side. Det ble injisert 61 456 kg mikro, 3 550 kg industri, 7 275 kg GA og noe maring. Det ble brukt injeksjonstrykk helt opp i 80 bar.

2.runde (25A), 1-2/3 Boret 16 kontrollhull á 15 m. Fortsatt mye vann, 150 l/min. Startet injeksjon med mikro, men gikk tom og måtte gå over på industrisement. Injeksjonen startet med et v/c -tall på 1,0 og gikk ned til 0,7, det var mange utganger på stoff, rundt pakkere og vannlekkasjene bak stoffen økte. Det ble injisert 61 456 kg mikrosegment og 7 167 kg GA. Injeksjonstrykket brukt varierte mellom 20 og 45 bar.

3.runde (25B), 5/3. Boret 16 hull á 18 m som en indre skjerm ca 1 m innenfor hoved- og kontrollskjerm. Injiserte 24 267 kg mikro og 4382 kg GA. Prøvde salveboring, men det kom vann i salvehullene i nedre del av salva. Fra et av hullene kom det ca 200 l/min over en periode på ca 12 timer. Lekkasjen var ikke

mulig å stanse før enn fikk montert et foringsrør. Lekkasjen medførte at en senket porevannstrykket med 4 m på poremåler pz74 og pt15 som ligger henholdsvis 80 m foran og rett over og 15 m bak og 20 m mot nord i forhold til tunnelen. Det var en del andre poretrykksmålere som også fikk utslag, men hvor utslagene var mindre (pt14 2 m, pt32 2 m, pzu 0.5 m, pz69 1 m, pz71b 0.5 m, pz5b 1,5 m, 5-27 1 m, pz11 0.5 m, pz48 1 m), plassering vist i vedlegg 7. For å fortsette injeksjonen måtte en sprøyte et 30 cm tykt lag på stoffen for å begrense antall utganger.

4.runde (25C), 7-8/3 Boret 19 hull á 9 m i stoffen, gikk inn 2139 kg mikro, 10153kg industri og 3674 kg GA. Mange utganger rundt pakkere og i stoffen. Injeksjonen startet 09.22 og avsluttet dagen etter kl 07.30, dvs ca 22 timer med injeksjon.

5.runde (25D), 12-13/3 Boret ny skjerm med 35 hull med lengde 22 til 28 m pluss 9 hull á 18 m i stoffen. Skjermboringen startet 09.30 og injeksjonen startet kl 18.30. Skjermen er trekt 2 m innenfor forrige skjerm på samme pelnummer, men en har samme stikning. Ved boringen påtreffer en vann 12-15 m foran stoffen, tildels mye vann ca 10-20 l/min i alle hull. Borehullene i øvre del av salva gikk greit, men for resten av salva er det store borevansker. Boringene viser at en er gjennom Syenitt sonen, ved 22-24 m på høyre side og 25-27 m på venstre side. Noe utganger, spesielt rundt sålehulene. Injeksjonen startet kl 18.30 den 12. juni og ble avsluttet kl 23.40 dagen etter, dvs 29 timer med injeksjon. Det gikk med 55288 kg mikro/industriement og 11942 kg Grout Aid. Injeksjonen ble stort sett avsluttet ved 40-50 bar, men i hull 32 fikk en presset ut leirholdig vann rundt pakkere ved 60 bar.

Den 14/3 satt 9 kontrollhull med 15 m lengde i såle og høyre side. Injiserte 9002 kg mikro og 1406 kg GA

Pel 736, 18-20/3

Skjerm bestående av 33 hull med lengde 24-27 m samt 15 hull i stoff med lengde 18 m. Boreproblemer og vann ved ca 10 m ved såle og ved 15 m i hengen. Injisert fra kl 06.15 den 19/3 til 12.30 neste dag. Det gikk med 46360 kg mikro, 3887 kg industri og 7449 kg GA. En god del problemer med utganger på stoff og rundt pakkere. Sprøytebetongen var nå så oppsprukket at den måtte renskes ned, rensket ca 1 m.

Pel 737, 21-22/3

1.runde (27) Satt 14 kontrollhull på 24 m i skjerm og 4 hull på 18 m i stoffen. Hadde mye boreproblemer og med utgang rundt pakkere, spesielt i sålen. Fikk også utgang på bolter opptil 5 m bak stoff. Injeksjonen startet kl 14.30 den 21/6 og avsluttet kl 04.30 neste dag, dvs 14 timer med injeksjon. Bra inngang i hull 1.5, 6.5 og 16.5, totalt gikk det med 17134 kg mikro og 2553 kg GA. Injeksjon stort sett avsluttet med mottrykk på 40-60 bar.

2.runde, (27A), 22/3 Boret 7 kontrollhull i skjerm og 5 i stoffen, skjermhullene ble boret 24 m og i stoffen 18 m. Det var fortsatt noe vann i alle hullene, 1-7 l/min. Skjermboring startet

06.00 og ferdig 13.30, injeksjon startet 14.25 og ble avsluttet kl 21.10. Fortsatt noe utgang på stuff. Skjermhull ble injisert med v/c-tall=1 og hullene i stuffen med v/c-tall=0.5. Det ble injisert 4075 kg mikro og 576 kg GA ved 40-60 bar trykk. Boret salve 2.5 m.

Pel 740, 24/3-5/4

1.runde (28), 24-27/3. Boret 36 skjermhull med lengde 21 m. Boringen startet lørdag 24. kl 10.00 og var ferdig mandag kl 13.30. Vannlekkasjer i et belte over stuffen hvor nedre grense ligger 1.5 m over såle og øvre ca 5 m over såle på venstre side og 6 m på høyre side. Injeksjon påbegynt kl 14.50 og avsluttet neste dag kl 05.40. Hadde mye problemer med utganger på stuff og rundt pakkere. De største lekkasjene hadde man i hull 2, 15-17 og 33, mens størst masseinnngang hadde man i 5 og 18. Injisert 14227 kg mikro og industrisement og 3799 kg GA. Injeksjon avsluttet med mottrykk på 40-50 bar. Noe vannlekkasjer igjen etter avsluttet injeksjon.

2.runde (28A) 27-28/3. Boret 24 kontrollhull med lengde 21 m. Hullene i sålen settes an 1.5-2 m over såle og stikning slik at bunn av borehull ligger 6 m utenfor teoretisk profil. På resten av kontrollskjermen settes borehullene an 0.5 m innenfor forrige skjerm. Boreproblemer med sålehullene. Vannlekkasjer fra samtlige kontrollhull, mengden varierer fra vannsig til 30 l/min. Problemer med å få tettet rundt pakkere, spesielt i sålehullene. Injeksjon startet kl 20.35 og avsluttet 12.15 neste dag. Injisert 13841 kg industri/mikrosement og 3478 kg GA. Injeksjon av hullene stort sett avsluttet med sluttrykk på 40-50 bar.

3.runde (28B) 28-29/3. Boret 42 hull á 6 m (15 i skjerm), i stuffen ble det boret 4 raster eller en hull avstand på ca 1.5x1.5 m. Boringen startet 15.00 og var ferdig 7 timer senere. Lite vann i hullene, kun enkelthull med noe vannsig. Store problemer med utganger, spesielt i sålehullene. Alle hullene hvor en fikk mottrykk var det små innganger. Det ble brukt 1603 kg Cemsil. Injeksjonen startet kl 23.15 og var ferdig 05.30, dvs injisert i litt over 6 timer.

4.runde (28C) 31/3-3/4. Boret 36 hull i skjerm og 15 hull i stuff. Hull 1-4 og 20-35 er boret med 9 m lange Ischebeckstag som det skulle injiseres gjennom. Øvrige hull i skjerm og stuff er boret 3 m lange med 4" krone hvor et 3" rør gyses fast. Deretter ble det boret 9 m lange borehull gjennom rørene som det ble injisert i. Dette ble gjort for hovedsaklig å hindre utganger på stuff. Det var mye lekkasjer nede i venstre hjørne av stuffen hvor det var montert Ischebergstag, disse ble injisert med Taccs for å hindre lekkasje rundt dem. Dette medførte imidlertid at noen av dem gikk tett og at det ikke var mulig å injisere gjennom dem. De fleste av hullene med foringsrør fikk en tettet utganger til stuff, men på to av rørene med Ischebeckstag fikk en ikke gjort det, nr 4 og 21. Hull 9 fikk en åpnet ved 70 bar hvorpå en fikk inn en god del masse ved 40 bar før det ble tett igjen, men man fikk åpnet det på nytt ved å øke trykket på nytt til 70 bar. Det var

gode innganger i heng og øvre stuff uten at en fikk utganger i stuff, men i såle og vegger var ikke injeksjonen like vellykket. Injeksjonen pågikk i 15 timer og det ble injisert 14699 kg mikrosement og 2793 kg GA.

5.runde (28D) 4-5/4: Boret 18 nye kontrollhull pluss boret opp på nytt i 20 av foringsrørene, alle hull boret 15 m. En hadde gode innganger i fleste parten av hullene bortsett fra 5 hull som hadde utganger på stuff disse fikk en tettet ved hjelp av tykk masse. Skjermboringen startet ca kl 14.00 og var ferdig 18.30 deretter kom injeksjon i gang kl 19.30 og var ferdig kl 23.50 neste dag. Det ble injisert 42491 kg med mikrosement og 7946 kg GA. Vellykket injeksjonsrunde selv om det kom noe vann fra et av hullene, nr 2.

Pel 745, 17-20/4

1.runde (29) 17-18/4: Boret skjerm med 33 hull samt 7 hull i stuffen, alle med 15 m lengde. Skjermboringen startet 09.00 og var avsluttet 10.5 timer senere. Svært løst i nedre del av stuffen, men det gikk greit å sette pakkere. Utgang rundt noen pakkere, men fikk stanset alle ved hjelp av tykk masse og en fikk bygd opp et tilfredsstillende trykk. Varierende inngang fra noen få liter til ca 3000 l, totalt ble det injisert 16010 kg mikrosement og 2936 kg GA. Injeksjonen startet kl 20.30 og var ferdig ca 15.5 timer senere. Var noe rest lekkasje fra noen hull (2, 4, 14 og 15).

2.runde (29A), 18-19/4: Boret 18 kontrollhull i skjerm og 5 i stuffen, alle med lengde 15 m. Boring startet 15.30 og var ferdig kl 22.00. Ved injeksjon i vegger kom det masse opp i dagen ved Irisveien 13, ca 30 m foran og 15 m sør for tunnelen. Injeksjonen avsluttet med tykk blanding v/c=0.5 og lavt trykk, 15-20 bar. Injeksjonen startet kl 06.30 og ble avsluttet etter 5.5 timer. Ble injisert 4267kg mikrosement og 727 kg GA.

3.runde (29B) 20/4: Boret 16 nye kontrollhull alle med lengde 15 m, brukte 9 timer på boring av hullene. Injiserte med mikrosement med styrt avbindingstid. Forsøk før injeksjon viste at sementen "geler" etter 4 min uten bruk av retarder. Med 2% retarder geler sementen etter ca 0.5 time. Ved omrøring er den åpen i inntil 3 timer før den begynner å herde. Injisert 5538 kg med v/c-tall 1 og uten GA. Var noe utganger rundt skjermhull, injeksjonen ble da stanset en stund på de hullene før en gikk tilbake og fortsatte, utgangene ble stanset på det viset, men det var små innganger med injeksjonsmasse. I hull 2 fra forrige skjerm var det en liten vannlekkasje, det ble satt en pakker i hullet og injisert ca 1500 liter. Injeksjonen startet kl 08.30 og var ferdig 18.00. Stort sett vellykket injeksjon.

Pel 749, 23-25/4

1.runde (30) 23-24/4: Boret full skjerm (33 hull) samt mellomliggende hull i hengen fra 8,5 til 15,5, alle hull med lengde 20 m. De mellomliggende hullene er satt med noe større stikning en de øvrige skjermhullene og hensikten er at de skal injiseres før de andre med mikrosement med styrt herdetid for at de

dermed skal danne en "paraply" over selve skjermen. Dette fordi en håper at det begrenser spredningen og hindrer utganger i dagen. Det er også boret 2 stk 12 m lange hull i veggen ved pel 740 for å tette en lekkasje der, men det var mislykket. Skjermboingen tok til kl 12.00 den 23. og var ferdig kl 09.40 neste dag. De fleste av hullene var tørre bortsett fra 12 hull hvor det kom noe vann. Hullene med vann var jevnt fordelt over skjermen. Injeksjonen startet kl 10.45 og var ferdig 20.00, gikk med 9186 kg mikrosement og 1343 kg GA. Mottrykk etablert i alle hull (bortsett fra etterinjeksjon ved pel 740), injeksjon stanset ved trykk på 30-40 bar.

2.runde (30A), 25/4: Boret 10 kontrollhull med 20 m lengde. Boringen startet kl 06.00 og var ferdig 10.00. Noe vann i de fleste bortsett fra 2.5 og 17.5 som var tørre. Injeksjon startet 10.30 og var ferdig 14.00, noe problemer med utganger. Det var forholdsvis små innganger, injisert 2816 kg med mikrosement og 508 kg GA.

Tetting av utganger i tunnel eller dagen

Utganger i tunnelen	I området mellom pel 700 og 745 var det utganger i stoff eller bak stoff ved pel 701, 710, 732, 737, 740 og 745. Det var utganger som både skyltes lekkasje i berget og rundt pakkere.
Pel 701	Utgang i stoff ble tettet ved hjelp av tykk injeksjonsmasse v/c-0.6 og ventetid på 1 time. Injeksjon av hullene fortsatte deretter med trykk på 45 bar og v/c-tall 0.6.
Pel 710	Hadde utgang av injeksjonsmasse i en oppsprukket stoff, såle og vegger. Disse ble forsøkt stoppet med mikrosement med lavt vc-tall og venting i flere omganger. Lekkasjen ble stanset ved hjelp av mauring (4 kg i hull 29) og deretter ble det brukt injeksjonsmasse med v/c=0,5.
Pel 732	Måtte til med flere skjermrunder hvor det var utgang på stoff for flere av dem. 1. runde hadde en utgang i stoff og heng som ble delvis tettet med tykke blandinger, v/c-0.9-0.8, og bruk av mauring i et hull (nr.11) stanset utlekkasjen fra 4 hull. 3. runde (C) hadde mange utganger i stoff/sprøytebetong, men det var lite masse fra hvert sted, disse ble delvis stanset ved bruk av tykke blandinger, Mauring og Taccs (25 kg i hull 17). 4. runde (D) hadde fortsatt utganger i stoff og i sprekker i sprøytebetongen samt rundt pakkere. Utgangene var spesielt konsentrert til såle og høyre side og disse ble heller ikke tett i denne runden.
Pel 736	Utgang i stoff og på høyre side gjennom sprøytebetongen, disse ble delvis stanset med bruk av tykk blanding, v/c-0.5.

Pel 737	Utgang i stoff ble stanset med bruk av mikrosement med v/c=0.5.
Pel 740	<p>Ved pel 740 hadde en ekstremt dårlige bergmasser, Q-verdi 0,01-0,7. Her måtte man til med flere runder for å få tilfredstillende tetthet.</p> <p>I 1. runde hadde man en del utganger av injeksjonsmasse rundt pakkere, disse ble tettet med tykke blandinger, Taccs og Rescon Rapp, men masse inngangen var lav.</p> <p>I 2. runde (B) ble det injeksjon av kontur og stoff gjennom 6 m lange hull og injeksjon av Cemsil. En fikk ikke mottrykk i noen av hullene i sålen pluss en del av hullene i stoffen. Det var små innganger og ikke tilstrekkelig til å tette stoffen.</p> <p>I 3. runde (C) ble det satt 20 stk 9 m lange Ischebech stag i sålen og nedre del av veggen. I tillegg ble det satt 30 stk 9 m lange hull i vederlag, heng og øvre del av stoff, disse ble for å hindre utganger på stoff satt gjennom 3m lange gyste foringsrør. Det var lekkasjer langs Ischebech stagene, disse ble forsøkt tettet med Taccs, men det var ikke vellykket. Boringen og gysing av foringsrør var tidkrevende, men det ga tilfredstillende tetthet.</p> <p>I 4. runde (D) konsentrerte en seg om injeksjon i 20 hull 15 m lange boret gjennom foringsrørene. Det var noen få lekkasjer i gamle hull, mellom rør og fjell og i stoff, men en fikk stanset alle med bruk av tykke masser. En hadde store innganger.</p>
Pel 745	Svært løst fjell i nedre del av stoff ga utganger rundt pakkere, men alle ble stanset med bruk av tykke masser v/c=0,5. Det ble oppnådd tilfredsstillende trykk, men inngangen var bare liten.
Utganger i dagen	Utganger i en gammel garasje ved Irisveien 13 når en pumpet ved pel 745. Dessuten ble det oppdaget flere mindre utganger etter at snøen forsvant ved Irisveien 4, 6 og 14 samt i Johannes Collets gt.19.

Resultat / diskusjon

Injeksjonsmetodikk

Injeksjonstrykket

Injeksjonstrykket blir målt ved pumpen og en får derfor ikke med seg trykktapet enn har fram til pakkere, et trykktap som kan være ganske betydelig. I Bragernestunnelen ble det målt til ca 10 bar. Injeksjonstrykket brukt har variert fra 30 til 80 bar. Dvs mye mer variert enn injeksjonsprosedyren la opp til hvor sluttrykket skulle ligge mellom 35-45 bar. Det lave trykket måtte en bruke når enn hadde direkte utganger til tunnelen eller opp i dagen. Det høye trykket har en stortsett brukt når masseinngangen har vært liten. Trykket har da blitt presset opp for å prøve å få inn mer masse. Det har lyktes i en del tilfeller og det har bidratt til at en har fått gode masseinnganger i hull hvor en nærmest bare fylte hullet i utgangspunktet.

Ischebeckstag

Ischebeckstag ble brukt i et tilfelle ved pel 740, hvor 20 stk 9 m lange ble satt i konturen (hull 1-4, 20-35). For å unngå lekkasjer langs stagene ble stagene gyst med Taccs, noe som medførte at en del av stagene ble tette fordi Taccs kom inn i stangskjøtene. En kan her stille spørsmålsteget med hvorfor stengene ble gyst med Taccs som har stor inntrengningsevne og tåler trykk dårlig. Forsøket med Ischebeckstag regnes som lite vellykket.

Foringsrør

På samme stuff som Ischebeckstagene ble prøvd ble det boret 30 stk 4" hull hvor det ble satt inn 3 m lange 3" Alvenius-foringsrør, 15 i stoffen og resten i konturen. Gjennom disse ble det så boret opp nye og lengre hull i som det ble injisert i. Foringsrørene ble brukt flere ganger og medførte at en kunne bruke høye trykk uten at en fikk utganger langs rørene. Installasjon av rørene er tidkrevende, men de fungerte godt.

Manifold

Normalt brukt 2 slanger en fra hver aktivator/pumpe.

Pakkere

Mye problemer med utgang rundt pakkere. En del ble stanset bare ved å stramme dem, mens andre ble tettet vanligvis med hjelp av Taccs, men sement og ventetid ble også brukt. Lekkasjer rundt pakkere ble stort sett tettet.

Injeksjonsmiddel

Injeksjonsmasse

Det er hovedsakelig mikrosegment Rescon 900 tilsatt 12-30% GA og 2-3% Rescon HP plastiserende som har vært brukt. Industrisement har vært brukt enkelte ganger når en har gått tom for mikro, men det ser ikke ut som om det har hatt noen innvirkning på resultatet. Inngangene har vært store også de gangene en har brukt industrisement. Injeksjonsmassen har stort sett hatt et lavt v/c-tall, normalt rundt 0.8, men variert fra 1.1 til 0.5. Injeksjonsprosedyren har i sonen ikke vært fulgt til punkt

	og prikke mhp endringer av v/c-tallet, endringene har vært mer basert på observasjoner av injeksjonsforløpet.
Grout Aid	GA var ikke med i kontrakten fra starten av, men fra pel 680 er det brukt fast som tilsetning til mikro og industrisement ved v/c-forhold >0,5. GA stabiliserer injeksjonsmassen, dvs hindrer utpressing av vann fra injeksjonsmassen og redusere krympingen, dessuten bedrer den flyteegenskapene.
Taccs	Taccs ble brukt en del ved utganger og lekkasjer rundt pakkere uten at en oppnådde det ønskede resultat hver gang. En av ulempene med Taccs er at den tåler dårlig trykk.
Rescon rapp	Brukt til å tette utganger rundt pakkere og fungerte bra.
Mauring	Er blitt brukt lite. De gangene det er blitt brukt har det fungert bra eller en har ikke kunnet dokumentert noen effekt.
Retarder	Uten retarder avbinder en rask versjon av Rescon microcem 900 etter få minutter. Med 2% retarder herder den etter 2 timer og kan holdes flytende lengre ved å holdes i bevegelse. Dette ble brukt i sonen for å lage en paraply / skjerm å injisere mot. Effekten er vanskelig å dokumentere, men i området hvor en hadde liten overdekning og utganger i dagen fikk en det tett.
Industrisement	Industrisementen er billigere enn mikroosement, men har sannsynligvis noe dårligere inntrengningsevne. Ut fra pris skulle en tro at industrisementen ble foretrukket når den kunne brukes, det ser det ikke ut til at den alltid blir. I kontrakten er det beskrevet desidert størst mengde mikroosement og det kan kanskje være styrende på valg av sement.
Cemsil	Cemsil ble brukt i et tilfelle for å tette stoffen gjennom 44 korte (6 m) hull. Det ble lite inngang (1603 kg) og vanskelig å få mottrykk, ikke regnet som en vellykket injeksjonsrunde.

Injeksjonsutstyr

Injeksjonsriggen hadde 3 pumper, men stort sett to som brukes også er det en i reserve. Det var to aktivatører med totalt 6 uttak, men det ble aldri brukt flere enn 2 uttak, et fra hver pumpe. Pumpene har tilstrekkelig trykk-kapasitet og volum kapasitet. Injeksjonstrykket måles ved pumpene og blir registrert automatisk sammen med masseflyten for hver slange. Det kunne vært en fordel å få målt trykk og volum på injeksjonsstavene, for å få bedre kontroll med trykket og masseinngangen. Blanderreseptene er lagt inn i datasentralen og blandingene blir mikset basert på elektroniske vekter. Dette er blitt mye mer effektivt enn det var tidligere, effektivitetsøkning har en også fått på tilførsels systemet hvor det er blitt mer bulk håndtering, på pumpene er kapasiteten økt og injeksjonsmassens flytkapasitet har økt. Det ser derfor ut til at det er størrelsen på blandekaret som utgjør det begrensede leddet i produksjonen

Kontroll av tetteresultat

Poretrykksmålinger

Tunneldrivingen startet opp i desember 2000 samtidig som poretrykket var på topp etter en rekordartet nedbørshøst. Fra og med den 15. februar begynte målerne å vise en avtagende trend. Den 5. mars punkterte man en vannførende sone som ga en umiddelbar reaksjon på en del av poretrykksmålerne. Det resulterte i en poretrykksreduksjon på vel 4 meter for to av målerne. Poretrykket tok seg raskt opp igjen og i løpet av litt over ei uke var det oppe på omtrent normalt nivå før det igjen hadde et fall. Nå var ikke poretrykksreduksjonen like stor og brå, men også her er det tydelig at en etter hvert får en vellykket injeksjon og poretrykket stiger raskt til omtrent det nivået det var tidligere. Uten poretrykksmålerne hadde man hatt et betydelig svakere grunnlag å basere vurderingene av nødvendigheten og grad av suksess av injeksjonsarbeidene.

Oppgjør

Entreprenøren har betalt "hefttid" fra sonderboring starter til en kan komme i gang igjen med andre arbeider som tunneldriving eller sikring. I starten ble det ikke betalt for timer "heft" som var utenfor oppsatt skiftplan. Dette ble etterhvert forandret fordi det medførte at det ikke var gunstig for entreprenøren å injisere på natta. Ved for god "hefttid" pris kan en risikere at entreprenøren ikke ønsker å få ferdig injeksjonen, dårlig stramming av pakkere, bruk av metoder han vet ikke vil lykkes, dårlig blandinger, osv. Ifølge byggeledelsen har ikke det vært noe problem her. Kontraktsoppbygningen har heller virket på den måten at det har vært enklere å få gjennomført hvile/herdetid for injeksjonsmassen, noe som har vist seg å være en vellykket tettemetode. Dessuten har en fått prøvd og feilet litt, noe som har vært et stort problem på andre anlegg hvor kontrakten/entreprenøren har vært mer fokusert på tunnelmeter. Men ikke minst har det gitt større fokus på en kvalitetsmessig god tetting.

Vedlegg

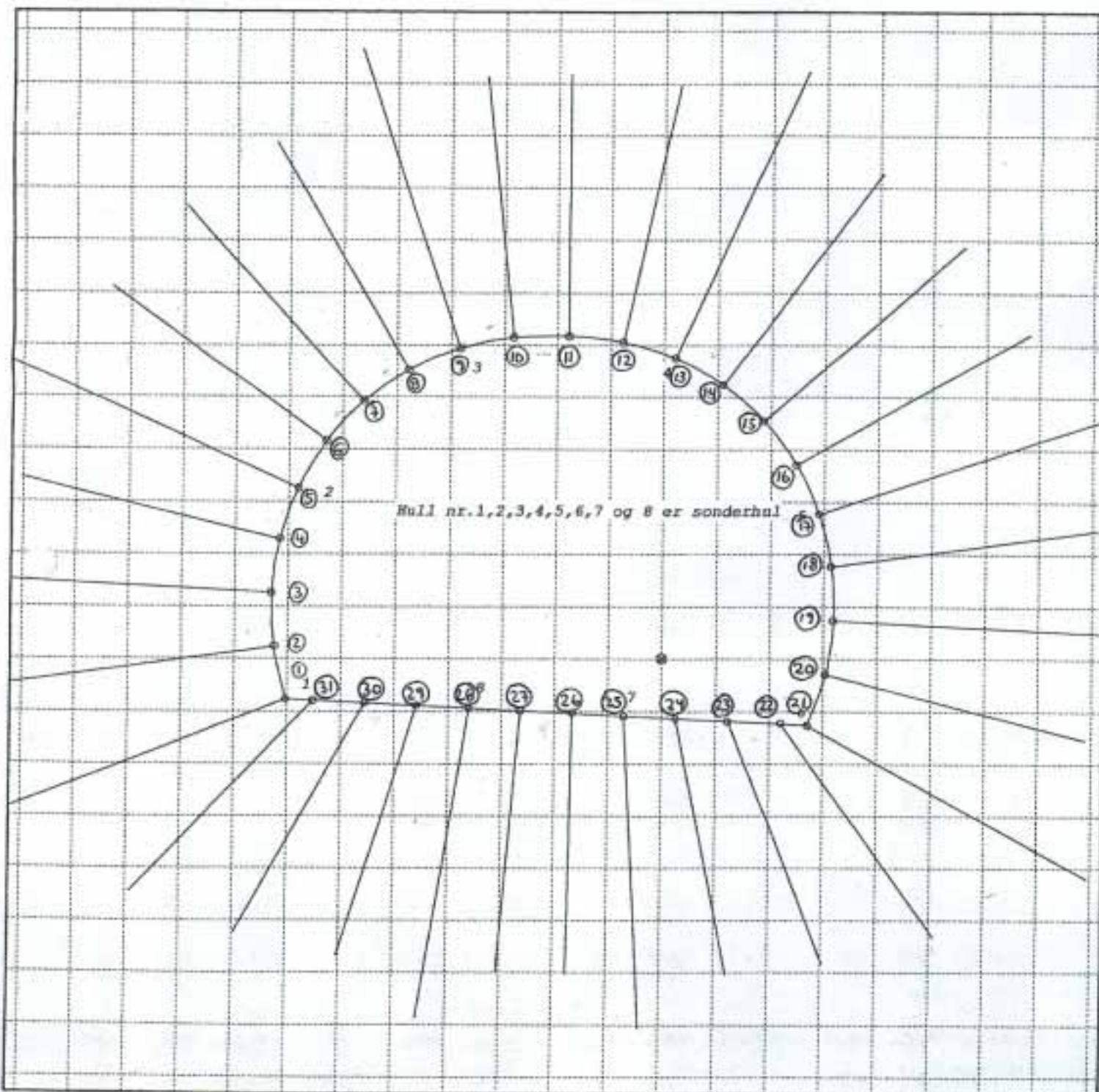
Vedlegg 1:	Lengdesnitt og plantegning tunnelen
Vedlegg 2:	Skjermgeometri systematisk injeksjon
Vedlegg 3:	Injeksjonsprosedyre systematisk injeksjon
Vedlegg 4:	Kontraktsbeskrivelse injeksjonsarbeider (8 sider)
Vedlegg 5:	Oppsummering utført injeksjonsarbeider (2 diagrammer)
Vedlegg 6:	Geologisk kartlegging i tunnelen (9 sider)
Vedlegg 7:	Kart med plassering av poretrykksmålere (2 stk)
Vedlegg 8:	Avlesningsresultater poretrykksmålere (2 sider)
Vedlegg 9:	Injeksjonsrapporter (22 sider)
Vedlegg 10:	Oversikt injeksjon (2 sider)
Vedlegg 11:	Arbeider foran stoff (6 sider)
Vedlegg 12:	Resultater lekkasjemålinger (2 sider)

Prosjektinformasjon

Anlegg: T-baneringen Entreprise B2
Stuff: Injeksjonsplan iflg.kontrakt
Dato: 14.11.2000
Plant: Gunnar
Mrk: Injeksjonshull og sonderhull (23+8=31)

Salvedata

Tverrsnitt: 63,8 m²
Hulldybde: 0,0 m
Hulldiameter: 45,0 mm
Ant lada hull: -
Ant ulada hull: -
Målestokk: 1 : 75
Borhullmålestokk: 3 : 1
Rutenettavstand: 1,0 m



vedlegg 2

Injeksjonsprosedyre

Dato: 31.01.01 **Systematisk injeksjon**

Skjermgeometri ihht. kontrakt:

- Antall hull: 31 stk
- Lengde hull: 18 m
- Odd borhull 5/6 m utenfor teoretisk kontur
- 2 salver (ca. 10 m) mellom skjermer
- Injeksjonsskjerm uten forutgående sonderboring

Prosedyrer:

- Ved store lekkasjer (> 10 l/min.) fra enkelthull skal lekkasje måles og dokumenteres så snart lekkasje er stabil etter boring.
- Etter at lekkasje er målt skal lekkasje stanses ved at kran på injeksjonsstav lukkes.
- Etter inngang på ett hull:
 - 500 liter reduseres v/c-forhold til 0,8
 - 1000 liter reduseres v/c-forhold til 0,7
 - 1500 liter reduseres v/c-forhold til 0,6/0,5 (vurderes)
- Sluttrykk skal være mellom 35 og 45 bar
- Ved små innganger (< 100 liter) skal injeksjonstrykket økes til mellom 40 og 50 bar og holdes i min. 5 minutter før ev. injeksjonen avsluttes.
- Ved store innganger (>1500 liter) bør sluttrykket være 30 bar, vurderes

Materialer

- I hovedsak benyttes Rescon microcem 900 med GroutAid
- Ved store utlekkasjer i skjermhull vil det være aktuelt å benytte Industrisement med GroutAid.

Kontrollhull

Plassering vurderes av byggherre ut i fra vannlekkasje fra skjermhull og inngang av injeksjonsmasse i hvert enkelt hull. Dette medfører at mengder fra injeksjon av basisskjerm må foreligge umiddelbart etter at skjerm er avsluttet.

Logging av skjermhull (Bever Control) vil kunne benyttes til vurdering av plassering av kontrollhull. Data fra logging må derfor være tilgjengelig umiddelbart etter at skjerm er boret. Omfang av kontrollhull vil i starten være høyt for å få dokumentert at skjerm er tett nok.

Borhullsavvik

Borhullsavviket er større enn krav i kontrakt. Nøyaktigere boring oppnås ved:

- Redusert matetrykk
- Bruk av styrestenger

vedlegg 3 (s)

Hovedprosess 3: TUNNELER

Prosess	Beskrivelse	Enhet	Mengde	Enh.pris	Pris
31.1	<p>utgifter som er en følge av arbeider foran stoff, prises i prosess 31.9.</p> <p>Sonderboring</p> <p>a) Prosessen omfatter sonderboring for stoff for å skaffe til veie opplysninger om fjellkvaliteten og vannlekkasjesforholdene foran stoff, og inkluderer boring og såling av lekkasje ut av hullene, samt evt. vannspesialinger.</p> <p>b) Sonderboring for stoff skal utføres for påvisning påborenes. Boringen kan utføres med borrhjelm, og det er fritt opp til den utførende å velge hvilken hull diameter som skal benyttes.</p> <p>Forhold som har betydning for vurdering av fjellkvalitet som sondestrykk, lydtrykk osv. Tap av spylevann, borekatatype, vannlednings m.v. skal noteres under boringen.</p> <p>Vannlekkasjer som påvises i borchidelen ved sonderboring skal måles ved oppmåling av vannstanden vann fire meter i begge. Notatene inkluderes i anbudsprisen for sonderboring.</p> <p>Vannspesialinger som supplerer til lekkasjemålinger bestilles av byggherren. Et vannspesialinger utføres normalt under boring.</p> <p>Registreringer av fjellkvalitet, resultatene for lekkasjemålinger samt eventuelle vannspesialinger skal føres på eget arkiv og overleveres byggherren umiddelbart etter avsluttet sonderboring.</p> <p>f) Lengden måles som utført lengde tunnel hvor sonderboring utføres. Enhet: m.</p>				
31.11	<p>Boring av sonderhull</p> <p>a) Prosessen omfatter alle arbeider i borchidelen ved boring av sonderhull.</p> <p>b) Lengden måles som utført lengde av sonderhull. Enhet: m.</p> <p>*** Spesiell Beskrivelse ***</p> <p>a) Prosessen omfatter også registrering av borsynk, mater-, slag- og rotasjonstrykk, samt spylevannstrykk og mengde. Dette skal logges som funksjon av boret lengde. Registreringen skal være på et filformat som leses av standard programvare (f.eks. Microsoft Access) og leveres til byggherren sammen med opptegning av hullplassering og retning. Alle sonderhull skal kunne logges uavhengig av hvilken bom som brukes. Dataene vil bli brukt i et tolkningsprogram som kan si noe om oppsprekningsgrad og bergartsfordeling.</p> <p>c) Det skal normalt bores 6-9 sonderhull. Lengden skal normalt være ca.21m. Det skal bores i vifteform rundt profilet slik at hullene inngår i evt. injeksjonsskjerm. Det skal bores med en salves overlapp. Det kan bli aktuelt å forandre antall hull, hulllengde og retning utfra forholdene.</p> <p>Det stilles samme krav til borenøyaktighet ved boring av sonderhull som for boring av injeksjonshull, se prosess 31.31.</p> <p>Alle sonderhull skal tettes enten ved injeksjon av sement eller oppfylling med mørtel. Oppgjør for fylling av sonderhull er medtatt i prosess 31.3.</p>				
Sum denne side:					

Vedlegg 4 s 1 av 8

Prosess	Beskrivelse	Enhet	Mengde	enn,pns	rns
31.111	Sonderboring med hullengde inntil 12 m E) Enhet: m.	m	300		
31.112	Sonderboring med hullengde inntil 24 m E) Enhet: m.	m	3 000		
31.113	Sonderboring med hullengde inntil 36 m E) Enhet: m.	m	800		
31.3	<p>Forinjeksjon</p> <p>a) Prosessen omfatter injeksjon for å tette eller stabilisere fjell føran stutt og inkluderer boring av injeksjons hull og konstruksjon, oppring og av- og vassoppstilling i hullene, valg av egnet injeksjonsmiddel og injeksjonsvarianter i henhold til spesiell beskrivelse, samt salver injeksjonen. Normal grense for når injeksjon skal utføres angis i spesiell beskrivelse.</p> <p>Prosessen omfatter også spesiell forinjeksjon på grunnlag av vasslekkasje ut fra sondehull eller fra borhull ved selvboring.</p> <p>Prosessen omfatter også føring av veggert som viser hullplassering, lengde, retning, pakkeplassering, trykk og innpakt mengde i hvert hull.</p> <p>b) Mengden måles som utført tyvann injeksjonsmiddel. Enhet: kg.</p> <p>*** Spesiell Beskrivelse ***</p> <p>a-c) Prosessen omfatter systematisk injeksjon eller spredt injeksjon basert på måling av utlekkasje fra sondeborhull. Prosessen omfatter i tillegg også nøyaktig føring av tidsforbruk for de enkelte prosesser som boring, injeksjon og herdetid.</p> <p>All forinjeksjon skal utføres som permanent tetting og det skal derfor kun benyttes injeksjonsmidler som er langtidsstabile.</p> <p>Injeksjonsarbeidene skal organiseres slik at en påbegynt injeksjonsomgang ikke avsluttes før den er fullført hvis ikke annet er avtalt med byggherren. Dette medfører at injeksjon skal kunne utføres utover valgt skiftordning for tunneldriften forøvrig.</p> <p>Det skal normalt ved systematisk injeksjon bores med 1,0m hullavstand, d.v.s. ca. 30 hull, jevnt fordelt i vifteform rundt tverrsnittet. Lengden skal normalt være ca. 18 m og retningen slik at hullenden ligger ca. 5 m utenfor teoretisk profil i heng/vegg og ca. 6 m utenfor teoretisk profil i skle. Avstand mellom injeksjonsskjermer skal normalt være ca. 10 m (2 salver). Når tetthetskravet er > 14 l/min kan være 3 salver mellom hver skjerm. Skjerm lengden må da være ca. 21 m.</p> <p>Normal prosedyre pr. injeksjonsstoff (ved systematisk injeksjon) er:</p>				

Sum denne side:

Akkumulert Hovedprosess 3 :

S 2 av 8

Hovedprosess 3: TUNNELER

Prosess	Beskrivelse	Enhet	Mengde	Enh.pris	Pris
	<p>1. Boring av 1. omgangs injeksjonshull. 2. Injeksjon av 1. omgangs injeksjonshull. 3. Boring av mellomliggende kontrollhull. Omfang og plassering vurderes ut fra eventuelle vannlekkasjer og 1. omgangs injeksjon. 4. Injeksjon av kontrollhull. 5. Punktene 3 - 4 gjentas inntil tilfredsstillende tetthet er oppnådd.</p> <p>Det injiseres med trykk som fastsettes av byggherren. Injeksjonstrykket skal til enhver tid kunne kontrolleres og tilpasses fjellefs beskaffenhet. <i>2 50 1000</i></p> <p>f) For injeksjonsarbeider må det påregnes betydelige mengdevariasjoner når det gjelder totale mengder. Endring i injeksjonskriterier gir ikke grunnlag for endring av enhetsprisen. Enhetsprisen er ikke gjenstand for regulering som følge av reduksjon eller økning av gitte mengder.</p>				
31.31	<p>Boring av injeksjons- og kontrollhull</p> <p>a) Prosessen omfatter alle arbeider i forbindelse med boring av injeksjons- og kontrollhull.</p> <p>b) Normalt opplegg for plassering og lengde av injeksjonshull er angitt i spesiell beskrivelse. Særlig kontrollhull borer mellom og med samme retning som injeksjonshullene. Antall vil bli vurderet i hvert enkelt tilfelle.</p> <p>c) Lengden måles som summet vinkel lengde av injeksjons- og kontrollhull. Enh.: m.</p> <p>*** Spesial Beskrivelse ***</p> <p>a-c) Prosessen omfatter også registrering av borsynk, mater-, slag- og rotasjonstrykk, samt spylevannstrykk og mengde. Dette skal logges som funksjon av boret lengde. Registreringen skal være på et filformat som leses av standard programvare (f.eks. Microsoft Access) og leveres til byggherren sammen med opptegning av hullplassering og retning. Alle hull i skjermen skal kunne logges uavhengig av hvilken bom som brukes, antar at det normalt vil være aktuelt å logge 8-10 hull i skjermen. Dataene vil bli brukt i et tolkningsprogram som kan si noe om oppsprekningsgrad og bergartsfordeling. Vannlekkasje fra injeksjonshullene skal måles på samme måte som for sonderhull, se pr.31.1 c. Dette leveres til byggherren sammen med rapport for injeksjon.</p> <p>c) Det stilles strenge krav til borenøyaktighet ved boring av injeksjonshull. Borhull skal ansettes med en nøyaktighet på 100 mm i forhold til oppsatt borplan, og retningsavvik ved ansett skal ikke overstige 2 %.</p> <p>Byggherren vil selv utføre avviksmålinger i borhull i et antall av</p>				

53 av 8

Hovedprosess 3: TUNNELER

Prosess	Beskrivelse	Enhet	Mengde	Enh.pris	Pris
31.32	<p>ca. 200 stk. Dersom det påvises store avvik vil dette antallet kunne bli økt. Borhull som ikke oppfyller toleransekravene kan kreves boret på nytt.</p> <p>Etter boring skal borhullet spyles med en blanding av trykkluft og vann. Spyling skal pågå inntil spylevannet er rent.</p> <p>Pakkerplassering</p> <p>a) Prosessen omfattar levering av pakkere og plassering av pakkere i borhull.</p> <p>b) Pakkere plasseres 1-5 m inn i borhull hvis ikke annet er angitt i spesiell beskrivelse.</p> <p>c) Mengden måles som utført areal pakkerplasseringer. Enh.: stk.</p> <p>*** Spesiell Beskrivelse ***</p> <p>Injeksjon utføres normalt med pakkerplassering 1 - 5 m inn i hullet. Entreprenøren må imidlertid kunne plassere pakkere opptil 15 m inn i hullet i de tilfeller det er mest hensiktsmessig å foreta seksjonsvis injeksjon av hull.</p>	m	65 000		
31.33	<p>Injeksjon</p> <p>a) Prosessen omfattar levering av injeksjonsmiddel inklusive tilsetningsmidler og selve injeksjonen. Injeksjonen er innrettet i type etter hvilket injeksjonsmiddel som benyttes.</p> <p>b) Ved injeksjon av spesielle og sterke blandinger brukes blandinger med rapidtsett, eventuelt spesialsettende. Sammenhengene kan etter behov tilsettes skumullerstoff, kolloider, plastiserende midler eller påvaskende midler. Ved injeksjon av tykke sprøkkler, der sammenhengene har for liten løstningskapasitet, brukes mikroemulser eller kjemiske stoffer m.m.</p> <p>Normale blandingsforhold og hastighet av tilsetningsstoffet skal godkjennes av byggherren før injeksjonsarbeidet starter. Eksakte blandingsforhold bestemmes på stedet ut fra målte vannlekkasjer og fastholdelse i segvrig.</p> <p>c) Injeksjonsverdiene, som trykk, pumpehastighet, vakuumsat, bindetid m.v. bestemmes på grunnlag av geologisk kartlegging, sondeboring, ev. vassprøvetaking og som angitt i spesiell beskrivelse.</p> <p>Stoppkriterier vurderes og bestemmes på stedet ut fra antatt sprøkkerestrykk, oppspenning og andre forhold.</p> <p>Stoppkriterier for injeksjon oppgis av byggherren som vassstrykk ved avslutning av injeksjon, eller som innpumpet mengde injeksjonsmiddel.</p> <p>Hullet anses som ferdig injisert når det ikke går inn mer vann ved det foreskrevne trykk.</p> <p>Hvis innpumpet mengde injeksjonsmiddel når det som er angitt som stoppkriterium, skal innpumpingen stoppes og byggherren varsles umiddelbart. Byggherren skal, i samski med entreprenøren, avgjøre videre fremgangsmåte.</p> <p>I spesiell beskrivelse er angitt det maksimale pumpestrykk som foretas benyttes.</p> <p>Har detid etter avsluttet injeksjon, og før boring av kontrollhull eller selvhull, som normalt settes til 15 minutter.</p> <p>Dersom det under injeksjon av et hull kommer injeksjonsvann ut av andre hull, skal det settes pakkere i disse hullene. Videre injeksjon foretas vekselvis eller samtidig på disse hullene.</p> <p>d) Mengden måles som utført volum injeksjonsmiddel. Enh.: kg.</p>	stk.	3 300		

Kap. K5, B22: Fjelltunnel

Side 3.6

Hovedprosess 3: TUNNELER

Prosess	Beskrivelse	Enhet	Mengde	Enh.pris	Pris
	<p>*** Spesiell Beskrivelse ***</p> <p>a) Prosessen omfatter også oppfylling av tette sonder- og injeksjonshull og injeksjon av vannlekkasjer fra borhull for bolter.</p> <p>Det skal ved foretas injeksjon i alle hull, også om hullene er tørre.</p> <p>b) Rapidsement og mikrosementer skal tilsettes 2 - 3 % superplastifiserende stoff som Rescon HP eller tilsvarende. Andre tilsetningsstoffer som ønskes benyttet skal godkjennes av byggherren på forhånd. Egenskaper som stabilitet, bestandighet, inntrengningsevne, kornfordeling og avbindings-/herdetid skal dokumenteres for de aktuelle injeksjonsmidlene. Evt. bruk av kjemiske injeksjonsmidler skal godkjennes av byggherren på forhånd. Det skal fremlegges dokumentasjon av kjemisk sammensetning av stoffene som benyttes.</p> <p>Entreprenøren skal ha en person på byggeplassen med lang erfaring fra injeksjonsarbeide, leverandørene av injeksjonsmidlene skal ha en person på byggeplassen i oppstartsfasen for å lære opp arbeiderne og optimalisere injeksjonsprosedyren.</p> <p>For sementbaserte injeksjonsmidler skal det ikke benyttes tynnere blanding enn $w/c=1.5$. Injeksjonen skal avsluttes med tykk blanding, $w/c=0.7-0.8$.</p> <p>Injeksjon skal normal avsluttes med min. 40 bar stående trykk. Pumpene skal kunne gi et trykk på opptil 80 bar og innpumpingshastighet ned til null. Det skal være mulig å injisere på 3 hull samtidig, med registrering av masseinnang og trykk på hvert enkelt hull. Pumpene skal kunne pumpe suspensjoner med kornstørrelse inntil 5 mm i diameter. Pumpenes kapasitet skal være min. 100 l/min.</p> <p>Dersom det pumpes inn 1000 kg sement i ett hull uten at foreskrevet trykk er oppnådd, skal byggherren umiddelbart varsles.</p> <p>Herdetid etter avsluttet injeksjon og før boring av kontrollhull eller salvehull er avhengig av injeksjonsforløpet. Dette må vurderes i hvert enkelt tilfelle, men vil normalt være 1,5 time.</p>				
31.331	<p>Levering av materialer og sementinjeksjon</p> <p>ti) Som injeksjonsmiddel benyttes rapidsement.</p> <p>fi) Pumpen måles som vedlagt injeksjonsmåleapparat som veikt av leverantør injeksjonsmåleapparat. Injeksjonsmengde, mengden måles før den er blandet med vann.</p>				

SS
nr
8

Hovedprosess 3: TUNNELER

Prosess	Beskrivelse	Enhet	Mengde	Enh.pris	Pris
31.332	<p>Med injeksjonsmengde forvirkte sammensvarende injeksjon av en hullserie frem til anbrakt for harding. Enhet: kg.</p> <p>*** Spesiell Beskrivelse ***</p> <p>b) Injeksjon type A.</p> <p>Sementtype skal være CEM I-42,5 RR (d.v.s Norcem Industrisement eller tilsvarende)</p> <p>Levering av materialer og injeksjon med mikroement</p> <p>a) Som injeksjonsmiddel benyttes mikroement. e) Injeksjon med mikroement skal utføres med trykkløst og forsiktig. f) Mengden skal som vedgitt injeksjonsmengde målt som vekt av forvirkte injeksjonsmengde pr. injeksjonsmengde. Mengden skal for den er blandet med vann.</p> <p>Med injeksjonsmengde forvirkte sammensvarende injeksjon av en hullserie frem til anbrakt for harding. Enhet: kg.</p> <p>*** Spesiell Beskrivelse ***</p> <p>b) Injeksjon type B</p> <p>Sementtype skal være Ultrafin 12, Rheocem 900 eller tilsvarende.</p>	kg	400 000		
31.333	<p>Levering av materialer og injeksjon med spesialsement.</p> <p>a) Det benyttes spesialsement som angitt i spesiell beskrivelse. e) Injeksjon med spesialsement skal utføres med trykkløst og forsiktig i hvert enkelt tilfelle. f) Mengden skal som vedgitt injeksjonsmengde målt som vekt av forvirkte injeksjonsmengde pr. injeksjonsmengde. Mengden skal for den er blandet med vann.</p> <p>Med injeksjonsmengde forvirkte sammensvarende injeksjon av en hullserie frem til anbrakt for harding. Enhet: kg.</p>	kg	900 000		
31.3331	<p>Levering av materialer og injeksjon</p> <p>*** Spesiell Beskrivelse ***</p> <p>b) Injeksjon type C.</p> <p>Hurtigvbindende sement, Rescon Cemsil, Betocem Berg-in, el. tilsv.</p>	kg	75 000		
31.3332	<p>Levering av materialer og injeksjon</p> <p>*** Spesiell Beskrivelse ***</p> <p>b) Injeksjon type D.</p> <p>Spesialsement mot store lekkasjer, Rescon Mauring el. tilsv.</p>	kg	20 000		

Kap. K5, B22: Fjelltunnel

Side 3.8

Hovedprosess 3: TUNNELER

Prosess	Beskrivelse	Enhet	Mengde	Ent.pris	Pris
31.334	<p>Levering av materialer og injeksjon med kjemiske stoffer</p> <p>iv Injeksjonsmiddel er angitt i spesiell beskrivelse.</p> <p>vi Injeksjon med kjemiske stoffer avtales med byggherren i henholdsvis tilfelle.</p> <p>ii Mengden måles som vedgitt injeksjonsmått og vekt av fakturert injeksjonsmiddel og injeksjonsmengde. Mengden måles som vekt av ferdig utblandet mengde etter leverandørens resept.</p> <p>Med injeksjonsmengde forstas sammentilgitte injeksjon av en kullerete fra til etrubb for harding.</p> <p>Enhet: kg.</p> <p>*** Spesiell Beskrivelse ***</p> <p>a) Kjemisk injeksjon vil bli benyttet som et supplement til sementinjeksjon dersom det ikke oppnås tilfredsstillende tetthet med sement. Kjemisk injeksjon vil også være aktuelt ved kontaktingjeksjon av vannrett utstøping, kfr. prosess 34.29.</p> <p>b) Krav til egenskaper med bruk av kjemiske injeksjonsmidler skal være:</p> <ul style="list-style-type: none"> • bestandighet av gel og fasthet • viskositet 40 centipoise eller mindre • brukstid min. 5 til 30 min. • ubetydelig volumreduksjon etter at gel er dannet (maks. 2 %) • ubetydelige miljømessige ulemper ved bruk • giftfrihet av gel <p>c) Entreprenøren skal utarbeide prosedyrer for bruk av kjemiske midler som minst skal inneholde følgende punkter:</p> <ul style="list-style-type: none"> • krav til væremestyr • oppsamling av søl • håndtering av emballasje • måling/kontroll med utslipp til resipient. <p>Dersom det skal benyttes andre kjemiske midler enn det som er angitt i søknad om midlertidig utslipsøknad (TACCS el. tilsv.) må dette avklares med forurensningsmyndighetene.</p> <p>f) Enhet: liter</p>				
31.3341	<p>Levering av materialer og injeksjon,</p> <p>*** Spesiell Beskrivelse ***</p> <p>b) Injeksjon type E</p> <p>Polyuretan (TACCS el. tilsvarende)</p>		1	5 000	

57 av 8

Kap. K5, B22: Fjelltunnel

Side 3.9

Hovedprosess 3: TUNNELER

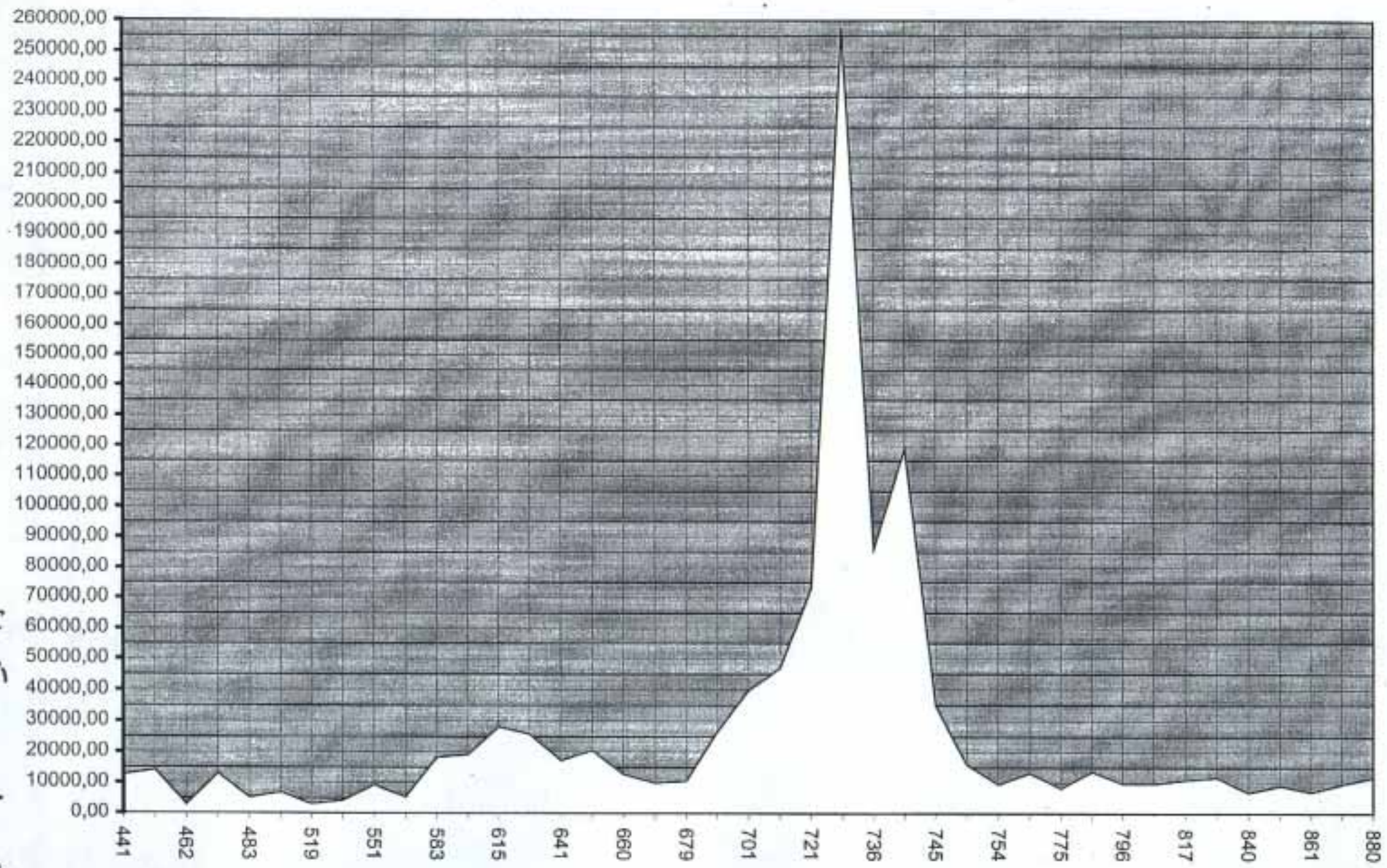
Prosess	Beskrivelse	Enhet	Mengde	Enh.pris	Pris
31.9	b) Injeksjon type F Vannoppløsende geldannende (Meyco MP307 el. tilsvarende) Øvrig f) Kostnad angis som rund sum	l	5 000		
31.91	Hefttid på grunn av arbeider foran stuff f) Kostnad angis som rund sum *** Spesiell Beskrivelse *** a) Prosessen skal dekke heft og tomgang på maskiner og mannskap og alle øvrige kostnader som er en følge av at arbeider foran stuff stopper andre arbeider som tunneldriving og sikring. f) Hefttid regnes fra sonderboring eller injeksjonsboring starter til det igjen er klart for andre arbeider på stuff. Det betales ikke for hefttid utenfor den arbeidstid som gjelder for den øvrige tunneldriften. Tiden registreres i minutter og avrundes opp til nærmeste 1/2 time. Enhet : Minutter omregnet til timer	t	1 100		
31.92	Måleterskler *** Spesiell Beskrivelse *** a) Prosessen omfatter etablering av støpte måleterskler i tunnelen, inkludert fjerning av tersklene etter at tunnelen er ferdig drevet. Måletersklene etableres for hver 100m etterhvert som tunnelen sprenges ut og senest 40m bak stuff. c) Se tegn. F140 for utførelse. f) Mengden måles som antall måleterskler enhet stk.	stk	12		
32	SPRENGNING AV TUNNEL a) Prosessen omfatter alle arbeider forbundet med sprengning av tunnel inkluderte utvidelser så som boring, lading, sprengning, forvaring driftsmask etc., samt tilhørende provisoriske innklemninger for vann led og ut, løst til borrhull, lys, trykkmålt, ventilasjon og alt som ellers er nødvendig for driften. Driftsmask omfatter den mask som skal utføres etter at hver salve er sprengt. I tillegg til mask er utprøvet forskjellige kontrollører og sikkerhetsbed betegnelseliggende selvstendigheter som er del av driftsmasken. Prosessene omfatter også all ekstrarekost nødvendig av metode hvis ikke annet er angitt under prosess 32.11. Oppføring og transport til tipp av alle røstmasser skal inkluderes i omkostningene under prosess 32.7.				

S 8 av 8

2008-11-14-2009

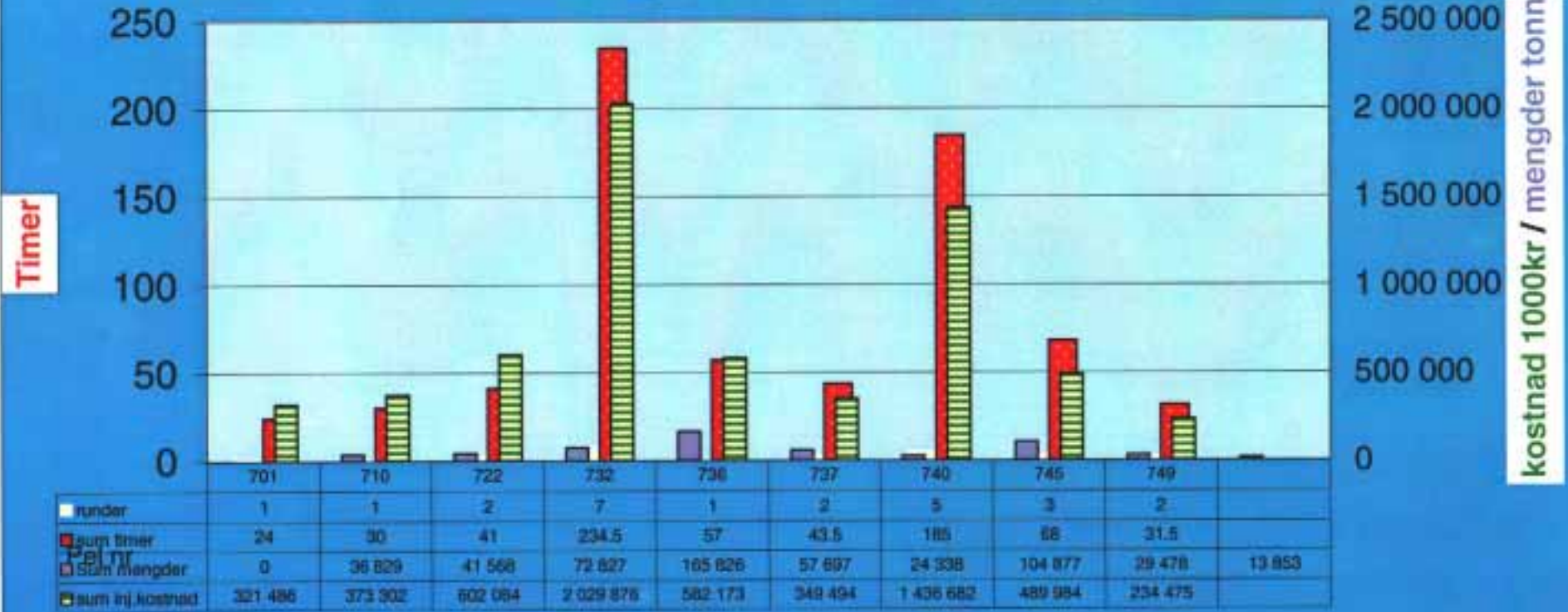
Injeksjon i liter

□ Volum Liter



vedl. S stاور

Kostnader og tette innsats, timer og mengder



Vedlegg 5 s 2 av 2

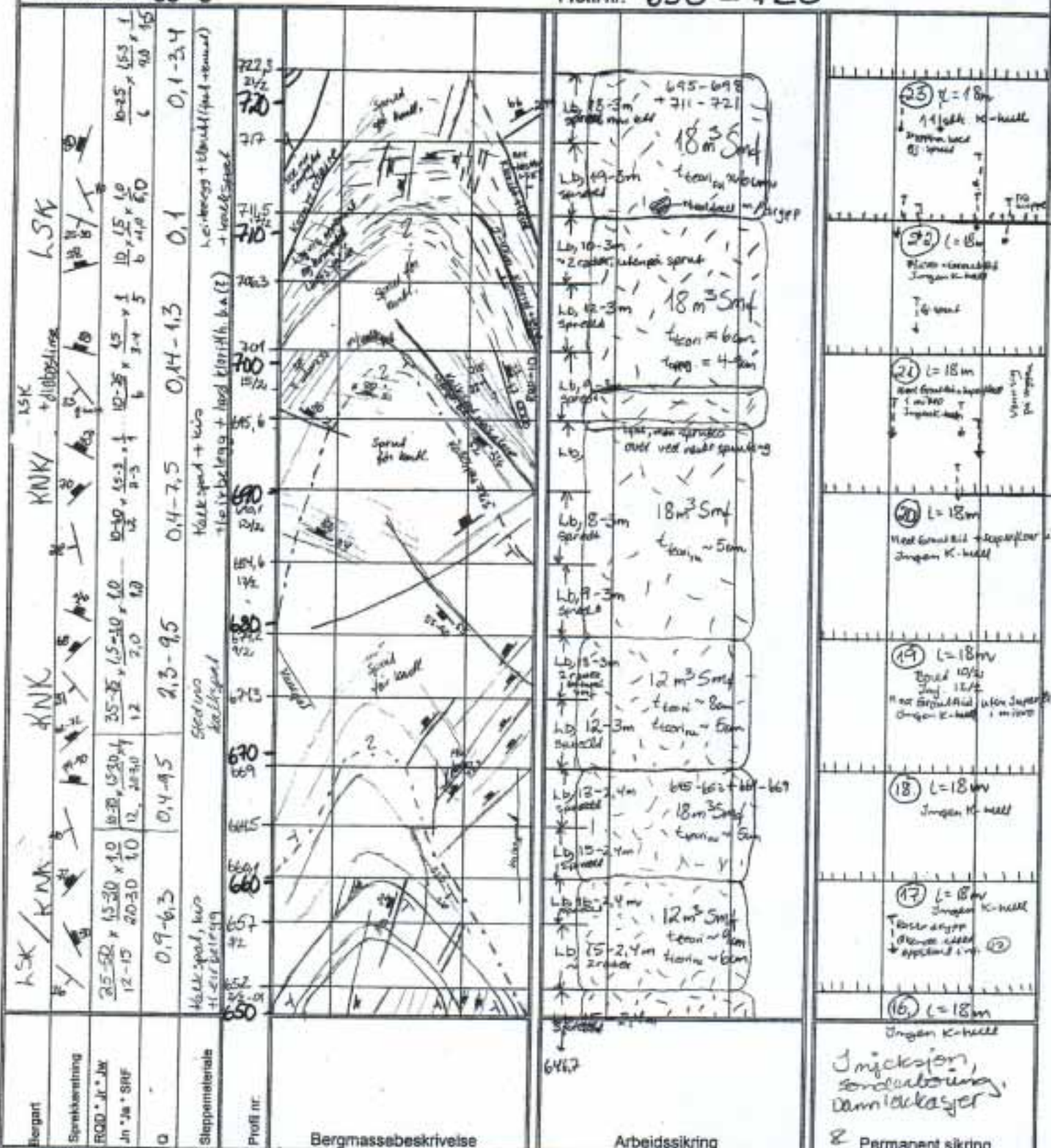
Pel nummer

runder
 sum timer
 Sum mengder
 sum inj.kostnad



Tunnelkartlegging

Profil nr: 650 - 720



Merknader

Fra profil 679,2 - innregnet sikkerhetsfaktor på fyller = 1,55
ved konstruksjon av spreng-tykkelse (K-metode nr. 6037)

Ca profil 715 - sprulleb trykkert ett felt på høyre vegg for kerneprøver
av spreng. Sende til Trondheim for trykkestyring, fibertelling,
densitet osv.

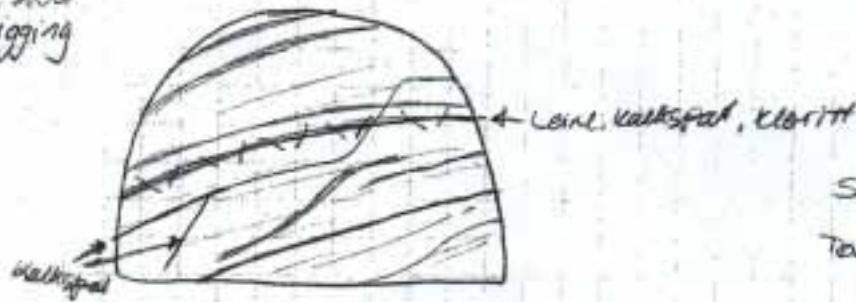
Dato: 2/2 - 23/2-01

Sign: AEB

Skuff pr. 28/4-01, profil 764,8

L&K - OK, noe skedd
profil etter piggning

Tørt og greit
i heng, noe
varmvisig mitt
i skuffen



Sonnetabling



Lys grått sylinder
jevn og god løsløp

Karbl. av skuff + heng 794,5 - 764,8
Dominerende sprekker = folia + langsg. spr.
+ en del nedfall av fuser i utfall i forb. med disse

Folia: 270/34 - 8-12 spr/m, leire, klaritt, kalkspat
→ delvis flat heng

Langsg. spr.: 117/65-77 - ~ 6 spr/m, usammenheng

Tverrspr.: 47/55 - 6-10 spr/m, usammenheng

+ sporadiske sprekker ~ / kalkspat

$$Q = \frac{25-50}{120} \times \frac{1.0-1.5}{4.0} \times \frac{1.0}{5} = (2.1-4.2) \times (0.3-0.4) \times 0.2 = 0.1-0.3$$

Skuff pr. 3/5-01, profil 770,34

L&K - OK profil
Tortsett fra
nedfall fra
slappe i
heng. Faste
L&K mot 770

Endel injeksjons-
masse på sprekker,
sper. folia.



Sammenheng 1-2 1/2 m
fra sand, hull hold på 764,8

3 sprekkeseer +
sporadiske sprekker

RAD = 10 p.g.a
leire/slette i heng.

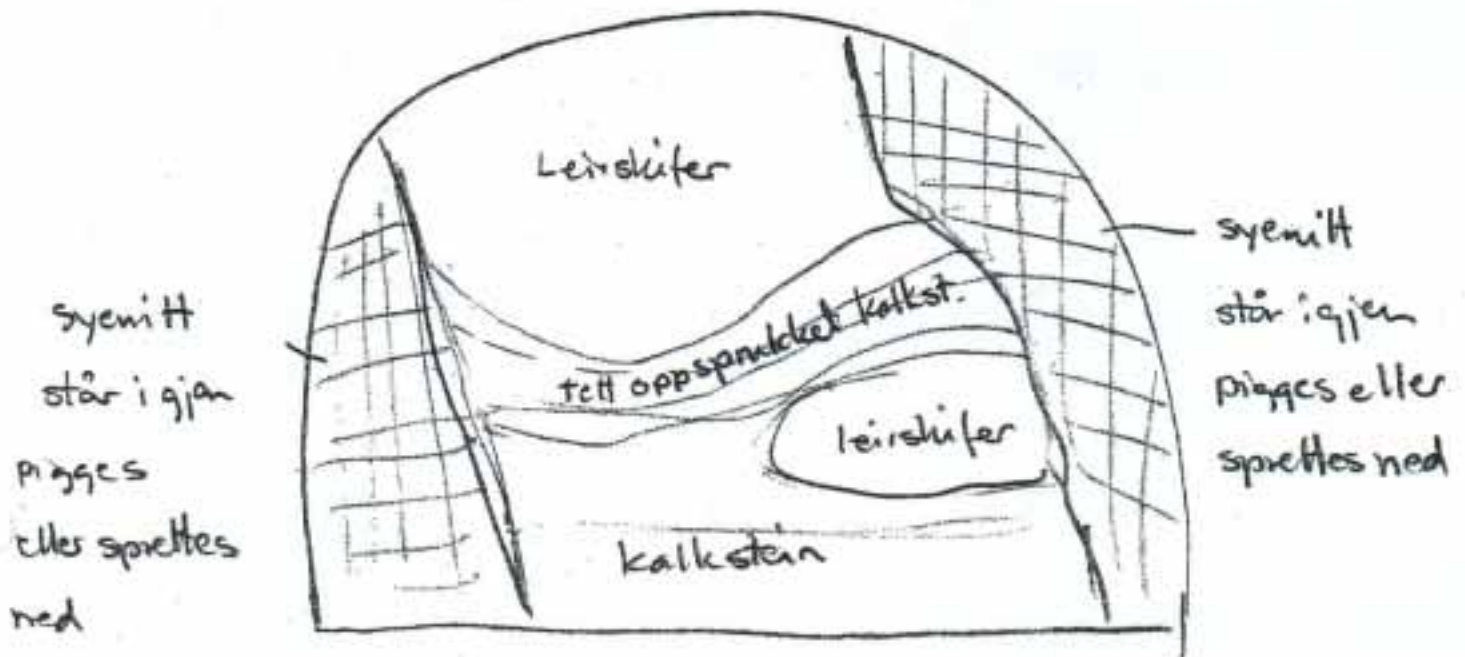
Folia: 267/32 - 10-15 spr/m, kalkspat, klaritt, leire

Langsg. spr.: 110/82-90 - ~ 5 spr/m, usammenhengende

Tverrspr.: 348/60 - 5-10 spr/m, — — —

$$Q = \frac{10-50}{120} \times \frac{1.5}{4.0} \times \frac{1}{5} = (0.8-4.2) \times 0.4 \times 0.2 = 0.06-0.3$$

5
slar 9



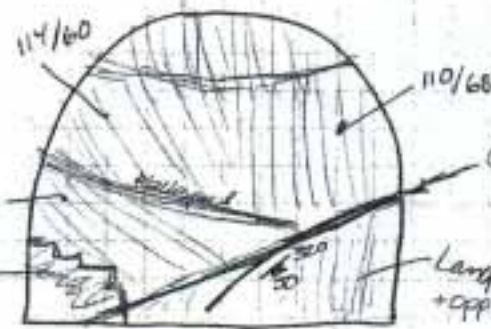
Knut Boye

Stuff pr. 21/4-01, profil 749,2


Syentitporfyrt

Hög 'stör ljön' på
sallat + omstyrning
→ OK profil

Vad fyllning i
rd. fack i
högre hang,
eroderat löst/Småfyllning
i vänstra hang



Lekbryggor eller spr., för
skivning

Vänsterg  Remen
+ sammanhäng
med i h
i överg. f
fönig
sallat

Langsg. spr. 114/60 & 110/68 - 15 spr/m - RQD=10, svagt belägg + stödvägg
kalkspat

Tværspr. i hangen 263/60 - ~ 10 spr/m

Tværspr, vänstra stuff 154/78 - 6-10 spr/m

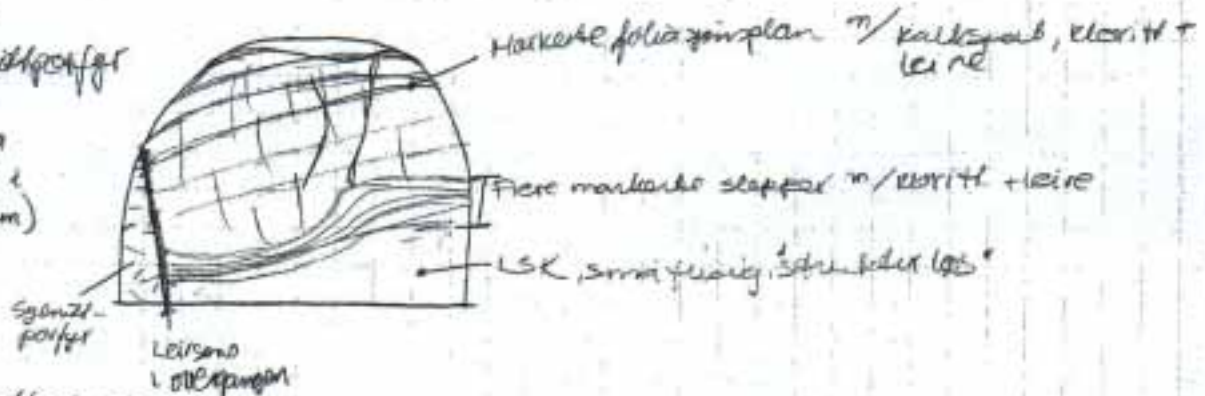
Tværspr. 34/20 - 6-12 spr/m, mest markerat i vänstra stuff

3 spr. säll + sporadiska - sukkerbitfjell

$$Q = \frac{10-20}{12-15} \times \frac{1,5}{2,0-4,0} \times \frac{1}{5,0} = (0,7-1,7) \times (0,4-0,8) \times 0,2 = 0,06 - 0,3$$

Stuff pr. 26/4-01, profil 754,5

LSK +
litt syentitporfyrt
Profil OK -
bortsett från
krot med i
hang (-25m)



Vätt/kantlag på stuff

Folia: 221/38 - markerat, 6-10 spr/m på stuff, m/ kalkspat,
klouitt + leire

Langsg spr: 78/68 - 5-10 spr/m, sammenhengende

Tværspr: 332/78 - ~ 6 spr/m

$$Q_{\text{stuff}} = \frac{25-50}{12} \times \frac{1,5}{4,0} \times \frac{1,0}{5} = (2,1-4,2) \times 0,4 \times 0,2 = 0,2 - 0,3$$

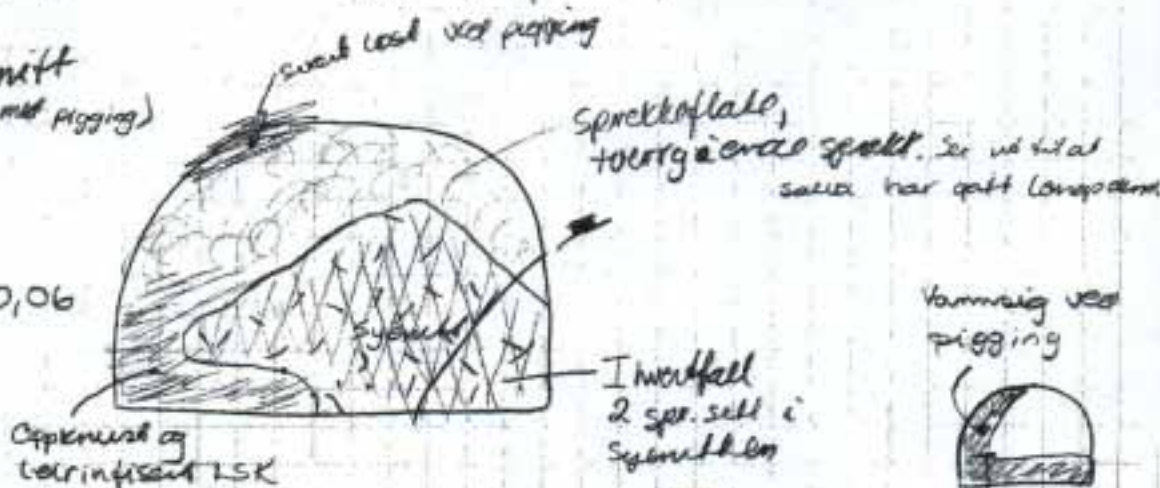
Q hang antars = 0,06-0,3 som for profil 749,2
34 av 9 4.

Stuff pr. 23/3-01, profil 740, 3

LSK + Syenitt
(Kant. sandtlig med piggning)
OK profil

R_{OD} = 10

Q = 0,02 - 0,06



131/86
109/68

Varmisig ved piggning

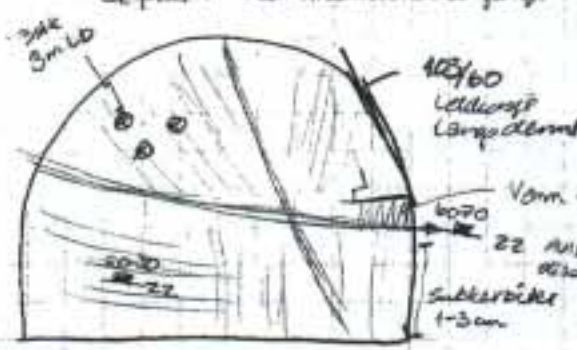


De markerte leirsleppene på tvers av stuffen er tørre.
Folia i LSK er stort lite markert

Stuff pr. 6/4-01, profil 745

OK profil - har Aluminatene fungert som forbehold(?)

Syenitt perfyrt
kile stuffen
Kant. under
piggning i
- rel. fast i
hengen, rel. løsere
over stuff
Kant leas på
stuff - hengesingel
inndel en korppe,
rel. skilt spelt.



hokkeper i heng
konkretet langs
overgangen til foring
salt.

⊙ - bolter satt for sikring av overheng

~ Lingsgåendes sprekker - 127/60-85 - 10-15 spr/m, dominerende
sint belegg

115/76 - 15-20 spr/m

Tverrsprekker - 22/60-70
22/20-30 ~ 10 spr/m

+ enkelte sporadiske sprekker

$$Q = \frac{10-25}{12-15} \times \frac{1,5}{2,0-8,0} \times \frac{1,0}{2,5-7,5} = (0,7-2,1) \times (0,2-0,8) \times (0,1-0,4) = 0,01 - 0,7$$

↑
sone i hengen

Sone i hengen ⇒ Q ~ 0,06

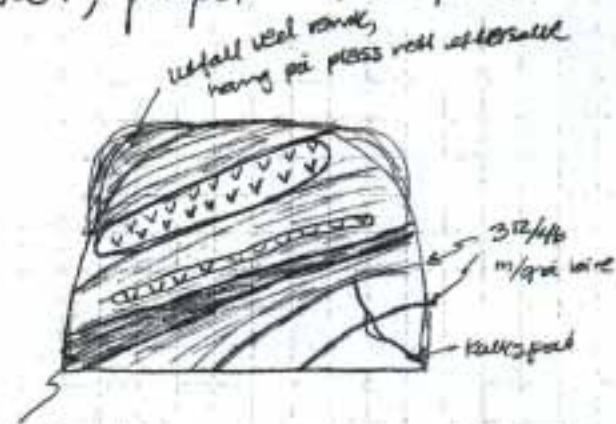
Syenitt perfyrt, stuff ⇒ Q ~ 0,06 - 0,2

Stuff pr. 26.02.01, profil 732, 13

LSK + diabas

Stort profil

3 sprekkefelt
+ sporadiske
sprukker



Knud klavitt/LSK med 140 gra, oppbløst i reire
Hendel i jesseve romene langs reire grense (2-3m)

Folia: 258/28 varierende - oppbløst (RQD=10) - 15 spr/m, flere plan med leire

Tverrspr: 355/78 - 7-10 spr/m, usammenh., enkelte med kalkspat

Langsg. spr: 108/80 - 4-10 spr/m, usammenh., spes. i høye vegg/stuff

$$Q = \frac{10-25}{12} \times \frac{1.0-1.5}{4.0-8.0} \times \frac{1.0}{5} = 0.01-0.2$$

Stuff pr. 15.03.01, profil 736, 04

LSK + litt diabas

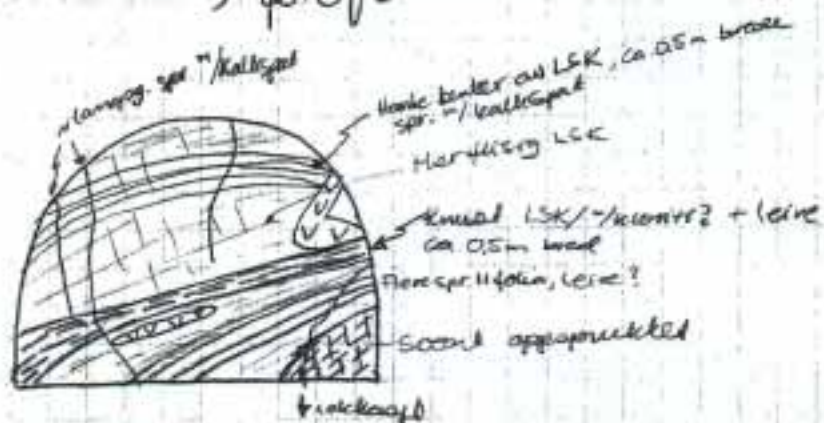
Bra profil

Fast og fin i hengen

uten vannlekkasje

Vannlekk. på stuff

høye reire



Folia: 236/35 - RQD=10 - 5 spr/m

~ langsg. spr: 119/64 - RQD=10 - 6 spr/m

Tverrspr: — - spes. i hengen, m/kalkspat

+ sporadiske spr.

Q som for 732, noe høyere max. verdi på RQD.

Stueff pr. 22/2-01, profil 722

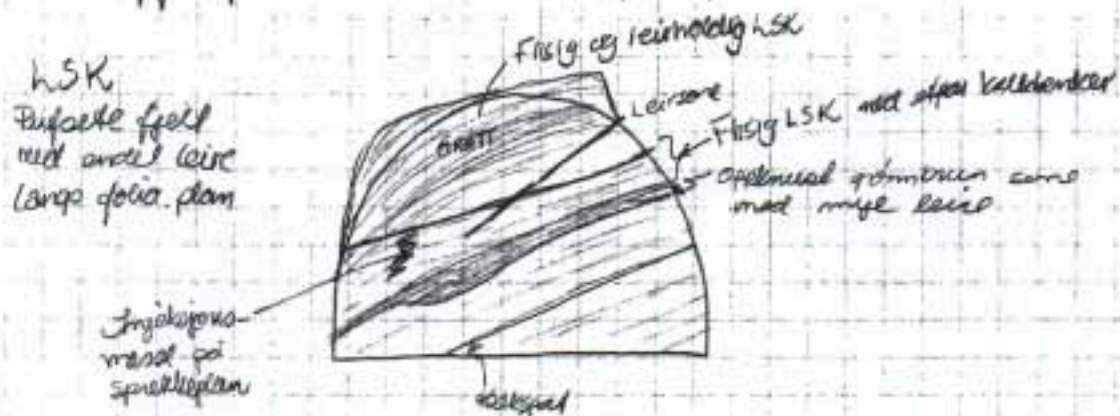


Folia: venstre vegg + stueff 290/24 - 18 spr/m på stueff
 høyre vegg 102/16 -

Tverrspr: 340/76 - 10-12 spr/m, enkelte = / kalkspat

$$Q = \frac{10-25}{6} \times \frac{15-30}{40} \times \frac{1,0}{1-5} = (1,7-4,2) \times (0,4-0,8) \times (0,2-1,0) = 0,1-3,4$$

Stueff pr. 24.02.01, profil 726,5



Folia: 237/30 - 15 spr/m - knust fjell, med knust, leire og kalkspat
 opp til 5cm tykke lag i folia med leire

Langsg. spr: 102/69 - 3-5 spr/m, u sammenhengende

Tverrspr: 340/76 - 8-20 spr/m, med kalkspat, u sammenhengende
 Markerte i hengen sammen med folia

$$Q = \frac{10-25}{12} \times \frac{1,0-1,5}{4,0-8,0} \times \frac{1,0}{5} = (0,8-2,1) \times (0,1-0,4) \times 0,2 = 0,02-0,2$$

57 av 9

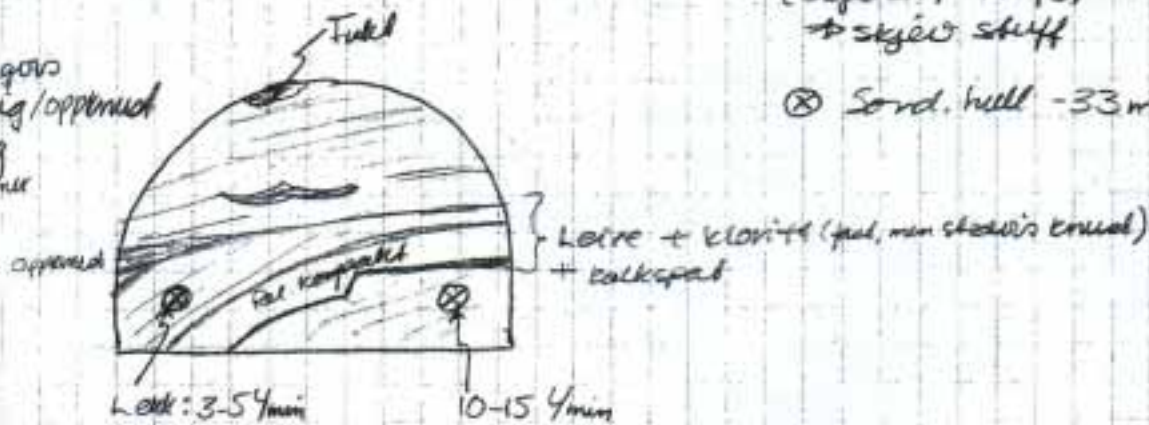
Skuff pr. 19.02.01, profil 711,5

(skjerem 710,8)

→ skjev stoff

⊗ Sord. hull - 33m

LSK
stetvis/lagvis
sett ut fuisig/oppnudd
høst i heng
+ tanker med trær
komponert LSK



Folia : 209/25-30, stoff + knutte vegg - RØD=10, stetvis leire,
fast kloritt/oppnudd kloritt, kalkspat, gildespeil
ved oppnudd b.o.

71/16, høye vegg - ↑

Tverrspr : 350/78 - 10-15 spr/m, enkelte m/kalkspat
+ enkel sporadiske spr.

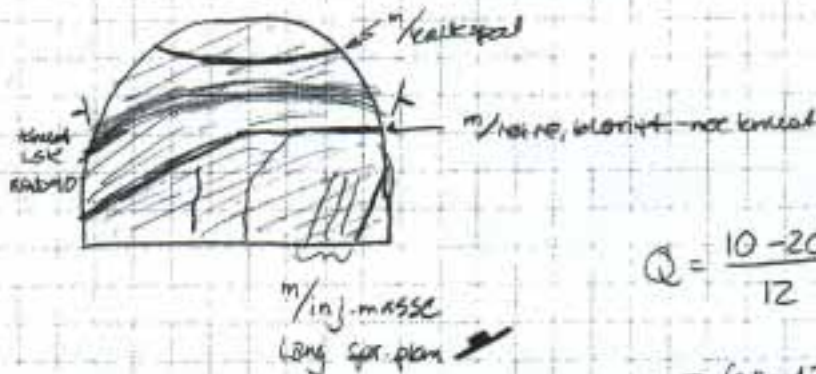
$$Q = \frac{10}{6} \times \frac{1,5}{4,0} \times \frac{1,0}{5,0} = 1,7 \times 0,4 \times 0,2 = 0,1$$

Skuff pr. 21.02.01, profil 717

LSK

OK profil
Ser best denger

Oppspr. i heng,
men ikke så
fuisig som
tidligere



$$Q = \frac{10-20}{12} \times \frac{1,5}{4,0} \times \frac{1,0}{5,0}$$

$$= (0,8-1,7) \times 0,4 \times 0,2$$

$$= 0,06 - 0,1$$

Folia : } RØD=10 + 15 spr/m, enkelte med kloritt, leire
λ venstre vegg
λ høye vegg

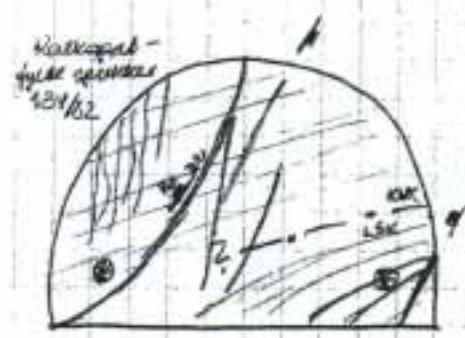
Tverrspr : ~ 15 spr/m

Langsg. spr : 203/80 - 3-6 spr/m, spr. i høye vegg + heng, plane, ut enkelte med kalkspat

4
58 av 9

Skuff pr. 13.02.01, profil 690, 1

hSK/KWK
 Bra profil, ser
 høyre i hang
 J KWK - noe skåner
 Kalkspad om tidligere
 5cm → 10cm



3 sprekkesett + sporadiske
 sprækker.
 Tørre hull ved injeksjons-
 boring

Tørt på skuff
 og i hang

⊗ Sandsteiningshull
 2 x 33m

Folia : 262/28 - 7-10 spr/m, enkelte med kalkspad, kis og
 leirbelegg

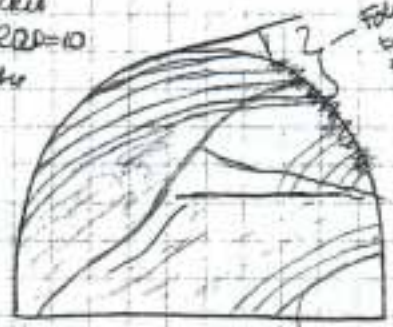
Tverrspr : 321/70 - 6-9 spr/m, markerte, m/injeksjonsmasse langs planer
 Enkelte markerte lange, med flere usammenh., korte
 i mellom. Kalkspad, noe kis

Tverrspr : 34/82 - 4-12 spr/m, usammenh., m/kalkspad

$$Q = \frac{10-60}{12} \times \frac{1,5-3,0}{2,0-3,0} \times \frac{1,0}{1,0} = (0,8-5) \times (0,5-1,5) \times 1,0 = 0,4-7,5$$

Skuff pr. 15.02.01, profil 701

hSK - stand oppsprukket
 i høyre hang og vegg, RQD=10
 Fokerte, ok profil i venstre
 hang og vegg.



Folia sprækker (?) med leirbelegg og har program
 belegg/kloritt (?) , opp til 10cm enkelte steder
 kompakt LSE i mellom

Leire og Kalkspad + oppbehold på

'Grumlete' og 'retningsløs'
 leirleier - oppsett

Folia : Venstre vegg - 257/38 - 4-5 spr/m, leire + kumul/steffeg program
 på, ca. 10cm tykkelse

Høyre vegg - 218/28 - RQD=10, LSK skudd opper mellom leirstepper

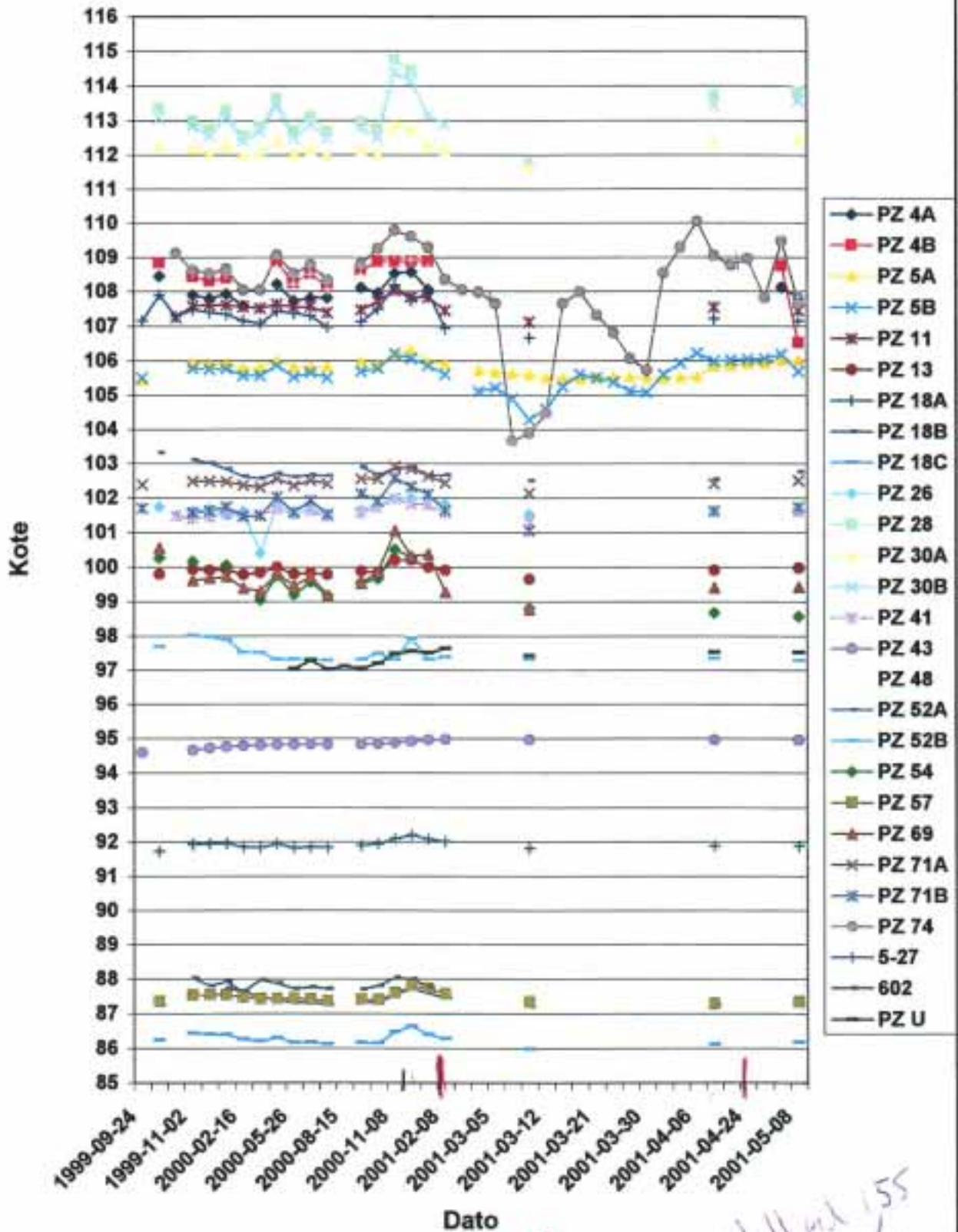
Tverrspr : 21/80 - 3-6 spr/m, usammenh, med kalkspad i venstre vegg
 10-15 spr/m, — " —, uten innf. i høyre vegg

+ sporadiske spr.

$$Q = \frac{10-75}{6} \times \frac{1,5}{3,0-4,0} \times \frac{1,0}{5} = (1,7-12,5) \times (0,4-0,5) \times 0,2 = 0,14-1,3$$

3
59 av 9

T-baneringen
Grunnvannstand t.o.m. 08.05.01

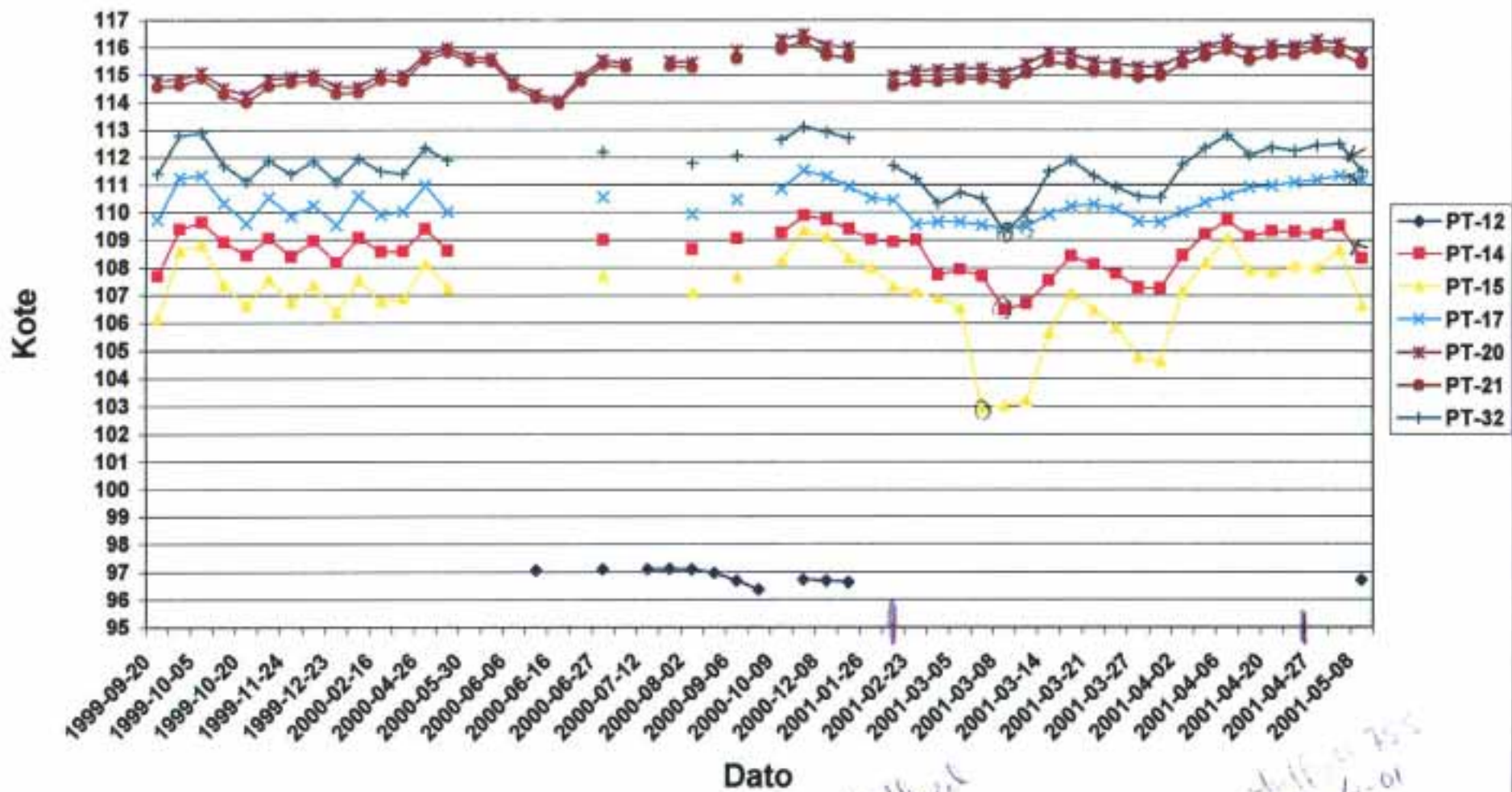


stuff pel 708
15/2

stuff pel 155
26/4

vedlegg 8 star 2

Grunnvannstand i PT 12, 14, 15, 17, 20, 21 og 32
 mellom 20.09.99-08.05.01



Vedlegg 8 s. 2 av 2

Styffe på
 70/100
 15/100

1.15.01
 2/1-01

T-baneringen

Ullevål - Nydalen

Injeksjonsrapport Systematisk injeksjon

Skjerm nr.: 22 Profil nr.: 701 Dato: 15.-16.02.01

Kontrollhull				Lengde:				Skjermhull				Lengde: 18 m																																																																																							
Lekkasje i l/min				T = tørt				D = drypp				R = renn																																																																																							
Hull 1		Hull 5		Hull 1	T	Hull 9	T	Hull 17	1,0	Hull 25	T	Hull 2		Hull 6		Hull 2	1,5	Hull 10	D	Hull 18	T	Hull 26	T	Hull 3		Hull 7		Hull 3	T	Hull 11	T	Hull 19	T	Hull 27	T	Hull 4		Hull 8		Hull 4	T	Hull 12	T	Hull 20	T	Hull 28	T	Hull 5				Hull 5	T	Hull 13	T	Hull 21	D	Hull 29	T	Start kontrollboring:	<input type="text"/>			Hull 6	1,0	Hull 14	T	Hull 22	3,0	Hull 30	T	Slutt kontrollboring:	<input type="text"/>			Hull 7	T	Hull 15	1,5	Hull 23	3,0	Hull 31	T	Start skjermboring:	<input type="text"/>			Hull 8	T	Hull 16	2,0	Hull 24				Slutt skjermboring:	<input type="text"/>		

Injeksjon

Type masse: Rescon microcem 900 32.038 kg

Type masse: Grout Aid 4.791 kg

Start injeksjon: 21:00 Avstand til forrige skjerm: 11 m

Slutt injeksjon: 14:00 Overlapp: 7 m Trykk: 35/45 bar

Merknader: Generelt store innganger, spesielt i såle. Lekkasje i boltehull ca. 5 m bak stuff til høyre for senterlinje. Lekkasje økte ved start injeksjon for så å stanse. Økt lekkasje i skjermhull i vegg og heng ved injeksjon i såle. Følgende hull fikk vannlekkasje; 4, 5, 6, 7, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16 og 19.

Utgang av masse rundt pakker i hull 17 ved injeksjon i såle. Utgang stanset ved stramming av pakker.

Injeksjon i hull 5 ga utgang på stuff langs en markert slette diagonalt over stuffen. Satanset injeksjon og ventet i ca. 1 time før det igjen ble pumpet masse med v/c 0,6 i hullet. Fikk inn masse ved 48 bar uten utgang på stuff.

Utgang i hull 12 ved injeksjon i hull 11. Fikk stanset utgang ved å stramme pakker, men etter en stund fikk vi ny utgang i fjellet rundt hull 12.

Hull 11, 12, 13 og 14 er kjørt uten Grout Aid da entreprenøren gikk tom. Ny forsendelse er ventet mandag 19.02. I container for Grout Aid var det ca. 10 cm bunnfall som besto av tildels grove korn (singelstørrelse). Tok dette opp med formann som skulle ta ut prøver av bunnfallet og varsle Elkem som er leverandør.

Ved injeksjon i heng økte vannlekkasje betydelig i heng 0 til 10 meter bak stuff. Enkelte lekkasjepunkter ga etter hvert blakket vann. Disse lekkasjene kommer av trykkoppbygging i fjellet p.g.a. injeksjon og forventes å avta/forsvinne etter kort tid.

Det er ikke satt kontroll på denne skjermen.

Totalt injisert 39.849 liter.

T-baneringen

Ullevål - Nydalen

Injeksjonsrapport Systematisk injeksjon

Skjerm nr.: 23 Profil nr.: 710 Dato: 19.-20.02.01

Kontrollhull		Lengde:		Skjermhull		Lengde: 18 m			
Lekkasje i l/min				T = tørt		D = drypp		R = renn	
Hull 1		Hull 5		Hull 1	D	Hull 9	D	Hull 17	R
Hull 2		Hull 6		Hull 2	T	Hull 10	T	Hull 18	D
Hull 3		Hull 7		Hull 3	D	Hull 11	D	Hull 19	T
Hull 4		Hull 8		Hull 4	T	Hull 12	T	Hull 20	R
				Hull 5	T	Hull 13	D	Hull 21	R
				Hull 6	D	Hull 14	T	Hull 22	R
				Hull 7	T	Hull 15	T	Hull 23	R
				Hull 8	D	Hull 16	R	Hull 24	R

Start kontrollboring:

Slutt kontrollboring:

Start skjermboring:

Slutt skjermboring:

Injeksjon

Type masse: Rescon microcem 900 36.679 kg

Type masse: Grout Aid 4.889 kg

Start injeksjon: 17:30 Avstand til forrige skjerm: 9 m

Slutt injeksjon: 14:45 Overlapp: 9 m Trykk: 45 bar

Merknader:

Relativt lite vann fra skjermhull. Boret to sonderhull på 33 m med 4 graders stigning. Hullene er satt ca. 2 m over såle og ca. 1,5 m fra vegg. I høyre hull ved ca. 30 m ble det påtruffet et vannførende lag som ga 20-30 liter/min. I det andre hullet var det vannlekkasje på 1 - 2 liter/min. Begge hullene ble injisert med 500 liter injeksjonsmasse med v/c 0,6.

NOTEBY/Cementa har tatt prøver av injeksjonsmasse på denne skjermen. Det er tatt prøver av microcem med Grout Aid ved v/c forhold 1,3, 1,0 og 0,7.

Svært oppsprukket fjell på stoff som førte til utganger flere steder på stoffen. Ved injeksjon i hullene 29, 30 og 31 fikk vi store utganger i venste vegg og såle. Stanset injeksjon og forsøkte flere ganger med timers mellomrom. Til slutt ble det blandet ca. 4 kg Mauring i ca. 40 liter mikrosegment og dette ble injisert i hull 29. Utgang stoppet momentant og det var fortsatt mulig å pumpe på hull 29. Hull 29 ga etter en tid utgang på slette diagonalt over stoffen mot hull 18. Denne utgangen stoppet ved injeksjon med v/c 0,5. Utgang på slette på stoff ved siden av hull 14 ved injeksjon i hull 8, 10, 11 og 12. Stoppet utgang etter gjentatte injeksjoner på disse hullene. Hull 9 og 13 ga samtidig gode innganger uten utgang på stoff.

Ved injeksjon på hull 17 - 20 fikk vi utgang på ovennevnte slette ved siden av hull 14. Etter en tid fortsatte vi injeksjonen på hullene uten å få utgang. Hull 17 "åpnet" først på 62 bars trykk - deretter gikk masse greit inn. Markert økning av vannlekkasje i heng 5 m bak stoff ved injeksjon i hull 9 og 17. Lekkasjene avtok etter endt injeksjon og var tørket opp dagen etter.

Dette har vært en vanskelig skjerm med mange utganger på stoff. Resultatet etter en salve er imidlertid tilfredsstillende.

T-baneringen

Ullevål - Nydalen

Injeksjonsrapport Systematisk injeksjon

Skjerm nr.: 24 Profil nr.: 722 Dato: 21.-22.02.01

Kontrollhull Lengde: 18 m

Skjermhull Lengde: 18 m

Lekkasje i l/min

4,5	renn	16,5	drypp
6,5	tørt	19,5	1,0
7,5	renn	22,5	drypp
9,5	drypp	23,5	tørt
13,5	drypp	26,5	tørt
		29,5	tørt

Start kontrollboring:	06:00
Slutt kontrollboring	09:00
Start skjemboring:	16:00
Slutt skjemboring:	22:00

T = tørt D = drypp R = renn

Hull 1	R	Hull 9	4,0	Hull 17	10	Hull 25	T
Hull 2	R	Hull 10	5,0	Hull 18	5	Hull 26	D
Hull 3	R	Hull 11	T	Hull 19	3	Hull 27	T
Hull 4	2,0	Hull 12	5,0	Hull 20	D	Hull 28	D
Hull 5	2,0	Hull 13	5,0	Hull 21	T	Hull 29	D
Hull 6	2,0	Hull 14	4,0	Hull 22	T	Hull 30	D
Hull 7	2,0	Hull 15	8,0	Hull 23	D	Hull 31	D
Hull 8	T	Hull 16	10,0	Hull 24	T		

Injeksjon

Type masse: kgType masse: kgStart injeksjon: 00:30 Avstand til forrige skjerm: 10 mSlutt injeksjon: Overlapp: 8 m Trykk: bar

Merknader: Total innlekkasje fra skjermhull var ca. 70 liter/min. - største innlekkasje til nå ! Problemer med boring av skjerm i høyre side der hvor vi har de største lekkasjene. Det benyttes industrisement i hull 10 til 19. Øvrige hull er injisert med microcem 900. En lekkasje ca. 10 m bak stuff fra forrige skjerm og 6 boltehull med drypplekkasje 10 - 20 m bak stuff. Det kan se ut som om vi får enkelte lekkasjer omtrent der hvor skjerm bores fra. Bør øke lengden på borhull i skjerm for å få bedre overlapp.

Ved injeksjon i såle oppstod det vannlekkasje i samtlige skjermhull. Etter ca. 2 timers injeksjon på hull 25 fikk vi utgang på stuff nede i høyre hjørne. Ved injeksjon på hull 4, 6 og 7 fikk vi utgang på stuff gjennom en 5 mm bred sprekk. Avsluttet injeksjon på disse hullene uten at utgang ble tettet.

På grunn av store vannlekkasjer og store innganger ble det satt 11 kontrollhull på denne skjermen. Følgende hull ble boret: 4,5-6,5-7,5-9,5-13,5-16,5-19,5-22,5-23,5-26,5-29,5. Store innganger i kontrollhull, bortsett i fra hull 6,5 og 7,5 hvor hullene kun ble fylt opp. Det ble benyttet Rescon microcem 900 ved injeksjon av kontrollhull.

T-baneringen

Ullevål - Nydalen

Injeksjonsrapport Systematisk injeksjon

Skjerm nr.: 25 Profil nr.: 732 Dato: 27.-28.02.01

Kontrollhull		Lengde:		Skjermhull		Lengde:		15			
Lekkasje i l/min				T=tørt		D=drypp		R=renn			
Hull 1		Hull 5		Hull 1		Hull 9	80,0	Hull 17	35,0	Hull 25	40,0
Hull 2		Hull 6		Hull 2		Hull 10	35,0	Hull 18	40,0	Hull 26	20,0
Hull 3		Hull 7		Hull 3	60,0	Hull 11	80,0	Hull 19	40,0	Hull 27	30,0
Hull 4		Hull 8		Hull 4	40,0	Hull 12	70,0	Hull 20	40,0	Hull 28	30,0
				Hull 5	150,0	Hull 13	50,0	Hull 21	40,0	Hull 29	40,0
				Hull 6	80,0	Hull 14	40,0	Hull 22	40,0	Hull 30	40,0
				Hull 7	40,0	Hull 15	40,0	Hull 23	40,0	Hull 31	40,0
				Hull 8	40,0	Hull 16	40,0	Hull 24	30,0	Hull 32	30,0
										Hull 33	20,0

Start kontrollboring:

Slutt kontrollboring:

Start skjermboring: 27.feb

Slutt skjermboring: 28.feb

Injeksjon

Type masse: kgType masse: kgStart injeksjon: Avstand til forrige skjerm: mSlutt injeksjon: Overlapp: m Trykk: bar

Merknader: Boring av fire sonderhull på 32 m i stuff mandag 26.02. Store problemer med boring da vi kom inn i syenittporfyr. Hull nede til høyre på stuff ble avsluttet på 18 m da vi mistet borkrone. Gangen ligger på ca. pr. 738 i høyre side og ca. pr. 741 i venstre side og har en mektighet på mellom 12 og 18 meter. Returvannet inneholdt biter av syenittporfyr i fraksjonen 4 - 12 mm. Vannlekkasje fra fire sonderhull er anslått til ca. 150 liter/min. Sonderhullene ble injisert før videre skjermboring. Injeksjon med industrisement med v/c-forhold 0,6 var mislykket da masseinngangen på hullene til sammen var 3.200 liter. Stor inngang av masse i starten på samtlige hull, men trykkoppbygging og stopp etter kort tid, selv ved høye trykk (80 bar). Årsaken kan være at injeksjonsmassen pakker den oppknuste syenittporfyren slik at det oppstår en tett krans rundt hullene.

Hull 2 stod uten pakker pga. at hullet var ovalt. Satt lang pakker i dette hullet når det ble injisert. Lekkasje fra hullet etter at injeksjon ble igangsatt var ca. 5 l/min. Vannlekkasjen var konstant under injeksjon av sålehull og vannet var rent hele tiden.

Blakket vann fra hull 30 og 31 kl. 13:10. Blakket vann fra hull 26 og rundt pakker i hull 32 kl. 13:50. Lekkasje stanset i hull 30 kl. 13:55. Lekkasje i hull 26 og 31 stanset kl. 14:15. Blakket vann fra hull 30 igjen kl. 14:50. Ny lekkasje gjennom pakker i hull 26 kl. 15:20. Utgang rundt pakker i hull 24 kl. 15:30. Stopp lekkasje i hull 30 kl. 15:45. Vann kommer støtvis i hull 18 ved pumping på hull 27 og 28.

Ras fra leirsleppe i høyre side og økt "svetting" fra stuff i høyre side kl. 15:50. Redusert lekkasje i høyre side kl. 21:00. Hull 25 og 26 er fykt opp ved injeksjon i hull 27 og 28 - tok ikke masse ved injeksjon. Utgang på stuff og i hull 18 ved injeksjon i hull 19 og 20.

Etter flere forsøk med pumping av tykk masse på hull 19 og 20 stanset utgangen på stuff.

Utgang av masse bak pakker i hull 10, 11, 12 og 13 ved injeksjon i hull 7. Pakkere på disse hullene ble flyttet ut og injeksjon forsatte på hull 7. Etter kort tid fikk vi utgang i heng ved stuff. Utgang samme sted ved injeksjon på hullene 11, 12, 13 og 14. Disse hullene burde vært injisert før pakker ble flyttet ut. Sansynligvis ville da injeksjon av disse hullene fungert uten utgang på stuff. Utgang i heng stanset ved å tilsette Mauring i hull 11. Videre pumping på hull 7, 12, 13 og 14 gikk greit uten utganger.

Det er satt kontrollhull på denne skjermen, se eget rapportskjema.

T-baneringen

Ullevål - Nydalen

Injeksjonsrapport Systematisk injeksjon

Skjerm nr.: 25A Profil nr.: 732 Dato: 01.-02.03.2001

Kontrollhull		Lengde:	Skjermhull		Lengde: 15 m
Lekkasje i l/min			Lekkasje i l/min		
Hull 1	Hull 5		2,5	17,5 B	
Hull 2	Hull 6		4,5	18,5	
Hull 3	Hull 7		7,5	19,5	
Hull 4	Hull 8		9,5	22,5	
			11,5	24,5	
			13,5	27,5	
			15,5	30,5	
			17,5 A	33,5	
Start kontrollboring:	<input type="text"/>				
Slutt kontrollboring:	<input type="text"/>				
Start skjemboring:	<input type="text"/>				
Slutt skjemboring:	<input type="text"/>				

Injeksjon

Type masse: Rescon microcem 900 24.786 kg

Type masse: Industrisement 15.239 kg

Start injeksjon: 14:00 Avstand til forrige skjerm: 0 m

Slutt injeksjon: 15:45 Overlapp: m Trykk: 45 bar

Merknader: Fortsatt mye vann i kontrollhull. Startet injeksjon med mikrosegment, men gikk tom ca. kl. 0630. fredag 02.03. Pumping på hull 18,5, 19,5 og 20,5 ga utgang på stuff. Injeksjon starter med mikrosegment med v/c 1,0 til 0,7 med GroutAid. Hull 17,5 ble avsluttet før sluttrykk var oppnådd pga. lekkasje mellom pakker og fjell. Utgang på stuff ved pumping på hull 27,5. Presset ut ca. 1 m³ stein/blokk fra stuff.

Hull 32,5 og 2,5 hadde små innganger ved start pumping. Etter et par minutter ved 45 bar økte inngangen til 20 - 40 liter pr. min.

Ved pumping på hull 2,5 kom det vann ut av hull 1 etter ca. 5 min. og sement etter 7 min. Satte pakker i hull og stanset utgang. Utgang rundt pakker i hull 18,5 ved pumping i hull 2,5 kl. 08:15. Fortsatt kommunikasjon kl. 09:40. Flyttet fra 22,5 til 18,5 og pumpet inn 60 - 70 l/min. ved 23 bar i starten. Utgang rundt pakker i hull 19,5 ved pumping i hull 18,5 kl. 09:30. Utgang stoppet kl. 09:45.

Øket vannlekkasje i heng 15 meter bak stuff kl. 10:15

GroutAid containere var delvis frosset. Det ble liggende igjen et lag på ca. 20 cm med is i bunnen av container. Setter 16 nye kontrollhull på denne skjermen, se eget skjema - Skjerm 25 b.

T-baneringen

Ullevål - Nydalen

Injeksjonsrapport Systematisk injeksjon

Skjerm nr.: 25B Profil nr.: 732 Dato: 05.03.01

Kontrollhull		Lengde:	Skjermhull		Lengde: 18 m	
Lekkasje i l/min			Lekkasje i l/min			
Hull 1	Hull 5		3,5	5,0	19,5	150
Hull 2	Hull 6		6,5	8,0	20,5	
Hull 3	Hull 7		7,5	7,0	23,5	
Hull 4	Hull 8		8,5	5,0	26,5	
			10,5	10,0	28,5	
Start kontrollboring:	08:55	####	12,5	4,0		
Slutt kontrollboring:			14,5	5,0		
Start skjermboring:			16,5	20,0		
Slutt skjermboring:			17,5	20,0		

Injeksjon

Type masse: Rescon microcem 900 24.267 kg

Type masse: Grout Aid 4.381 kg

Start injeksjon: 07:00 Avstand til forrige skjerm: 0 m

Slutt injeksjon: 20:00 Overlapp: Trykk: 45 bar

Merknader: Start injeksjon i såle med lette innganger. Utgang i såle rundt pakkere ved injeksjon i såle.

Ved salveboring på kvelden ble det påtruffet vann. Om morgenen 06.03 lekk det ca. 50 liter/min. fra nedre del av salve. Salveboring ble avsluttet og det ble besluttet å sette 19 hull på 9 m i stuff. Injeksjonshull ved kutten ga innlekkasje på ca. 200 liter/min. Dårlig fjell ved hull medførte at lekkasje ikke kunne blokkeres med pakker. Støpte inn et 3" rør i hullet og lot vannet lekke til stuffen var sprøytet inn og sprutbetongen var herdet. Deretter ble det satt pakker i rør. Dette medførte at det rant 200 liter/min. i ca. 12 timer før lekkasjen ble stoppet. Innlekkasjen i tunnelen resulterte i en sèkning av poretrykket på opp til 4 meter på en måler ca. 100 m foran stuff. Etter at lekkasjen var stoppet og vanninfiltrasjonsbrønnene i Tåsentunnelen ble skrudd opp var poretrykket normalt i gjen etter ett døgn.

T-baneringen

Ullevål - Nydalen

Injeksjonsrapport Systematisk injeksjon

Skjerm nr.: 25C Profil nr.: 732 Dato: 07-08.03.2001

Kontrollhull		Lengde:	Skjermhull		Lengde: 15 m				
Lekkasje i l/min			Lekkasje i l/min						
Hull 1	Hull 5		1	0,5	10	2,0	19	10,0	28
Hull 2	Hull 6		2	1,0	11	1,0	20		29
Hull 3	Hull 7		3	1,0	12	10,0	21		30
Hull 4	Hull 8		4	tørt	13	10,0	22		31
			5	2,0	14	tørt	23		32
			6	10,0	15	tørt	24		33
			7	5,0	16	20,0	25		34
			8	tørt	17	5,0	26		35
			9	tørt	18	tørt	27		36

Start kontrollboring:

Slutt kontrollboring:

Start skjermboring:

Slutt skjermboring:

Injeksjon

Type masse: kgType masse: kgStart injeksjon: Avstand til forrige skjerm: mSlutt injeksjon: Overlapp: m Trykk: bar

Merknader: Injeksjon av stoff - 19 hull a 9 meter.
 Greit å bore hull til ca. 7 m, deretter borkrangling.

Ved injeksjon i nederste rad (hull 15 - 19) var det utgang i hull 12, 13 og 14. Etter endt injeksjon i nederste hullrad kom det rent vann i hullene 12, 13 og 14.
 Utgang fra hull 18 i stoff over hull 7 i sprutbetong stanset etter bruk av Muring. Fortsatt vannlekkasje. Utgang i sprekk i sprøytebetong ved siden av hull 14 ved pumping på hull 14, selv ved tykk blanding og bruk av Muring. Ved pumping i hull 6 utgang i hull 15 og 16 og blakket vann i hull 17 (grovhull). Ved pumping på hull 17 var det utgang i stoff rundt rør etter 2 minutter. Utgang stanset etter 3 minutter - ny utgang etter 5 minutter. Kjørt 25 kg TACCS i hull 17, deretter pumpet inn ca. 600 liter før utgang ved pakker i hull 11. Stoff tett kl. 07:30. Mange utganger - lite masse inn.

T-baneringen

Ullevål - Nydalen

Injeksjonsrapport Systematisk injeksjon

Skjerm nr.: 25D Profil nr.: 732 Dato: 12.-13.03.2001

Kontrollhull		Lengde:	Skjermhull		Lengde: 22-28 m	
Lekkasje i l/min			Lekkasje i l/min			
Hull 1	Hull 5		1	10	19	28
Hull 2	Hull 6		2	11	20	29
Hull 3	Hull 7		3	12	21	30
Hull 4	Hull 8		4	13	22	31
			5	14	23	32
			6	15	24	33
			7	16	25	34
			8	17	26	35
			9	18	27	36

Start kontrollboring:

Slutt kontrollboring:

Start skjemboring: #####

Slutt skjemboring:

Injeksjon

Type masse: kgType masse: kgStart injeksjon: ##### Avstand til forrige skjerm: mSlutt injeksjon: ##### Overlapp: m Trykk: bar

Merknader: Ved boring av injeksjonshull påtreffes vann ca. 12 til 15 m foran stuff. Mye vann, 10 - 20 l/min. i samtlige hull. Skjermhull - 35 stk. er trukket ca. 2 m inn i tverrsnittet og satt med samme stikning som tidligere skjerm. I tillegg til skjermhull er det satt 9 hull på 25 meter i stuff. Boring av hull i heng går greit - mye borkrangel i resten av stuffen. Dette har bl.a. medført tap av flere borkroner og stenger. Boret i gjennom sone mellom 22 og 24 m i høyre side og mellom 25 og 27 m i venstre side. Lekkasje rundt injeksjonstaver er tettet med Rapp.

Ved injeksjon i hull 32 ble det ved høyt trykk (60 bar) presset ut leirholdig vann rundt pakker. Stort sett utgang rundt pakkere i såle ved injeksjon i såle. Lekkasje rent vann i de samme hullene etter endt injeksjon. Økt vannlekkasje i hull 20 ved injeksjon i hull 42 og utgang i hull 40. Gode innganger på hull i vegg på venstre side - har medført redusert lekkasje i såle. Utgang på hull 20 og 21 ved injeksjon i hull 20 A. Utgang i stuff bak betong ved pumping på hull i høyre side (hull 16 - 19).

Fortsatt utgang i såle og høyre side ved gjentatt injeksjon. Satt 9 kontrollhull i såle og høyre side, lengde 15 meter.

T-baneringen

Ullevål - Nydalen

Injeksjonsrapport Systematisk injeksjon

Skjerm nr.: 26 Profil nr.: 736 Dato: 19.-20.03.2001

Kontrollhull		Lengde:	Skjermhull		Lengde: 24 - 27 m	
Lekkasje i l/min			Lekkasje i l/min			
Hull 1	Hull 5		1	10	19	28
Hull 2	Hull 6		2	11	20	29
Hull 3	Hull 7		3	12	21	30
Hull 4	Hull 8		4	13	22	31
			5	14	23	32
			6	15	24	33
			7	16	25	34
			8	17	26	35
			9	18	27	36

Start kontrollboring:

Slutt kontrollboring:

Start skjermboring:

Slutt skjermboring:

Injeksjon

Type masse: mikro / industri 50.248 kg

Type masse: Grout Aid 7.449 kg

Start injeksjon: 06:15 ##### Avstand til forrige skjerm: 4 m

Slutt injeksjon: 12:30 ##### Overlapp: m Trykk: 40-50 bar

Merknader: Full skjerm med 33 hull samt 15 hull i stoff, lengde 18 meter. Borkrangel og vann ved ca. 10 m foran stoff i såle og ca. 2 m opp fra såle. Videre oppover øker avstanden til vann/borkrangel til ca. 15 m foran stoff. Greit å bore hull i heng.

En del lekkasjer i fra injeksjonshull etter at pakkere er satt. Dette gjelder hull 36, 37, 39 og 45.

Pumping på hull 40 og 44 gir utgang i hull 35, 36, 37 og 46. Ved pumping på hull 45 er det utgang rundt pakkere. Flere hull har diameter som er langt større enn 51 mm som det er boret for. Dette gir utgang rundt pakkere.

Pumping i hull 14 og 15 ga utgang i hull 17 umiddelbart. Flyttet pakkere ut - utgang stanset. Ny utgang 1 m over såle midt i stoff og i høyre side gjennom sprøytebetong ved injeksjon i hull 14. Utgang stanset ved injeksjon med v/c 0,5. Ny utgang i hull 34 og i sprøytebetong rundt hull 34. Utgang ved pumping i hull 14 og 15 spredte seg videre etter hvert som gamle utganger ble tettet. Flyttet videre til hull 13 - god inngang uten utganger på stoff. Utgang i vertikal sprekk 0,5 m til side for hull 4 og 5 ved injeksjon i hull 4. Etter avsluttet injeksjon stanset utgang og det kom rent vann i sprekk. Ved pumping i hull 11 var det utgang i samme vertikale sprekk opp til hull 6. En del hull har vannsig etter at de er ferdig injisert. Dette gjelder hull 18, 19, 23 og 32. Det har vært lette og til dels store innganger på hull som ikke har gitt utgang på stoff. Svært mange hull har imidlertid gitt utgang.

Sprøytebetong på stoff er nå så oppsprukket at den må renskes ned. Etter rensk står stoff på pr. 737. Det settes 14 kontrollhull i skjerm på 24 m og 4 hull i stoff på 18 m.

T-baneringen

Ullevål - Nydalen

Injeksjonsrapport Systematisk injeksjon

Skjerm nr.: 27 Profil nr.: 737 Dato: 21.-22.03.2001

Kontrollhull		Lengde:	Skjermhull		Lengde:	15 m				
Lekkasje i l/min			Lekkasje i l/min							
Hull 1	Hull 5		1,5	15,0	20,5	10,0				
Hull 2	Hull 6		3,5	70,0	23,5	20,0				
Hull 3	Hull 7		6,5	renn	26,5	10,0				
Hull 4	Hull 8		8,5	tørr	28,5	tørr				
			10,5	tørr	30,5	10,0				
			12,5	tørr	32	15,0				
			14,5	tørr	33	30,0				
			16,5	drypp	34	tørr				
			18,5	drypp	35	tørr				

Start kontrollboring:

Slutt kontrollboring:

Start skjemboring: 08:30

Slutt skjemboring: 13:00

Injeksjon

Type masse: Rescon Microcem 900 17.134 kg

Type masse: Grout Aid 2.553 kg

Start injeksjon: 14:30 ##### Avstand til forrige skjerm: 1 m

Slutt injeksjon: 04:30 ##### Overlapp: m Trykk: 40 -60 bar

Merknader: Store problemer med å bore hull i såle og hull 1,5 og 20,5. Utgang på stuff og rundt pakker på hull i såle. Bra inngang på hull 1,5 - etter ca. 1600 liter fikk vi utgang i boltehull og på stuff. Hull 20,5 fikk utgang bak pakker og på stuff etter ca. 500 liter - avsluttet. Bra inngang på hull 6,5 og 16,5 ved 25 bar - innstrømningshastighet 30 - 40 l/min. Hull 35 (i stuff) åpnet på 48 bar og ga umiddelbar utgang ved hull 33. Hull 32 (i stuff) var tett på 62 bar - avsluttet. Hull 14,5 ga utgang i boltehull og hull mellom 10,5 og 12,5. Hull 8,5 og 12,5 har små innganger fra start - 2-3 liter/min. ved 40 - 45 bar fra start. Etter ca. 200 liter inngang på hull 8,5 fikk vi utgang i hull 10,5. Utgang i boltehull 5 meter bak stuff ved inbjeksjon i hull 10,5.

Satt 7 kontrollhull i skjerm på 24 meter pluss 5 kontrollhull i stuff på 18 meter.

T-baneringen

Ullevål - Nydalen

Injeksjonsrapport Systematisk injeksjon

Skjerm nr.: 27A Profil nr.: 737 Dato: 22.03.01

Kontrollhull		Lengde:	Skjermhull		Lengde: 15 m
Lekkasje i l/min			Lekkasje i l/min		
Hull 1	Hull 5		3	23	
Hull 2	Hull 6		6	24	
Hull 3	Hull 7		8	25	
Hull 4	Hull 8		12		
			16		
			18		
			20		
			21		
			22		

Start kontrollboring:
 Slutt kontrollboring:
 Start skjermboring:
 Slutt skjermboring:

Injeksjon

Type masse: kgType masse: kgStart injeksjon: Avstand til forrige skjerm: mSlutt injeksjon: Overlapp: m Trykk: bar

Merknader: Forsatt noe vann på alle hull 1 - 7 liter/min.

Utgangh på stuff ved injeksjon i hull 3, 20 og 22(i stuff). Injiserte skjermhull (3 til 20) med mikrosement med v/c 1,0 og hull i stuff med mikrosement og v/c 0,5. Fikk trykk på samtlige hull uten å få utgang på stuff. Noe vann (sig) fra hull 12 og 16 etter endt injeksjon.

Boret salve 2,5 m. Etter salve og rensk står stuff på pr. 740.

T-baneringen

Ullevål - Nydalen

Injeksjonsrapport Systematisk injeksjon

Skjerm nr.: 28 Profil nr.: 740 Dato: 26.-27.03.2001

Kontrollhull				Lengde:				Skjermhull				Lengde: 21 m			
Lekkasje i l/min				Lekkasje i l/min											
Hull 1		Hull 5		1		10		19		28					
Hull 2		Hull 6		2	10,0	11		20		29					
Hull 3		Hull 7		3		12		21		30					
Hull 4		Hull 8		4		13		22		31					
				5		14		23		32					
Start kontrollboring:	<input type="text"/>			6		15	20,0	24		33	20,0				
Slutt kontrollboring:	<input type="text"/>			7		16	20,0	25		34					
Start skjermboring:	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	8		17	20,0	26		35					
Slutt skjermboring:	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	9		18		27		36					

Injeksjon

Type masse: kgType masse: kgStart injeksjon: Avstand til forrige skjerm: mSlutt injeksjon: Overlapp: m Trykk: bar

Merknader: Vannlekkasjer i stuff ca. 1,5 meter over såle i hele tverrsnittet og i en linje fra ca. 5 meter over såle i venstre side til ca. 6 meter over såle i høyre side. Hull 30 støpes igjen - ingen mulighet for å få inn pakker. Utgang i hele sålen ved injeksjon i sålehull. Tettet med TACCS og Rapp og kjørt tykk masse og fått trykkoppbygging. Små til moderate innganger i såle.

Store inngangerr på hull 5 og 18. Etter ca. 2000 liter fikk vi utgang rundt pakker i hull 18. Tettet med Rapp, videre injeksjon uten utgang. Utgang rundt pakker i hull 3 ved injeksjon i samme hull. Tettet med Rapp og TACCS - liten inngang i hull etter at utgangene var stoppet. Ved injeksjon i hull 6 stanset lekkasje i bolt 1 meter bak stuff, noe vannlekkasje igjen etter avsluttet injeksjon. Injeksjon i hull 7 ga utgang i gammelt hull i stuff. Utgang i hull 11 ved pumping på hull 9 og 11. Små injeksjonsmengder på hull som ikke har utgang på stuff.

Bestilt 24 kontrollhull hvor hull i såle settes 1,5 til 2,0 meter over såle med stikning slik at hullende ligger 6 meter utenfor teor. profil på 21 m lengde. Hull i resten av skjerm settes 0,5 meter innenfor eks. skjerm.

T-baneringen

Ullevål - Nydalen

Injeksjonsrapport Systematisk injeksjon

Skjerm nr.: 28A Profil nr.: 740 Dato: 27.-28.03.2001

Kontrollhull		Lengde:	Skjermhull		Lengde: 21 m
Lekkasje i l/min			Lekkasje i l/min		
Hull 1	Hull 5		1,5	15,5	26,5
Hull 2	Hull 6		2,5	17,5	27,5
Hull 3	Hull 7		4,5	18,5	28,5
Hull 4	Hull 8		7,5	19,5	29,5
			8,5	21,5	30,5
			9,5	22,5	31,5
			11,5	23,5	
			12,5	24,5	
			14,5	25,5	

Start kontrollboring:

Slutt kontrollboring:

Start skjermboring:

Slutt skjermboring:

Injeksjon

Type masse: kgType masse: kgStart injeksjon: Avstand til forrige skjerm: mSlutt injeksjon: Overlapp: m Trykk: bar

Merknader: Bopprøblem ved boring av "sålehull" som nå liggere ca. 2 meter over såle. Små problemer ved boring av øvrige hull. Vannlekkasjer fra samtlige skjermhull - fra sig til relativt mye vann (20-30 l/min.) Fortsatt problemer med utgang rundt pakkere på sålehull. Injeksjonsstaver gyst fra pakkere og ut mot stoff med TACCS ved hjelp av slange som ble ført inn til pakkere. Fortsatt utgang i enkelte hull etter gysing. En del utganger i stoff ved injeksjon av skjerm over såle.

For å få tett stoff er det bestilt 6 meter lange hull i stoff i mønster 1,5 x 1,5 meter.

T-baneringen

Ullevål - Nydalen

Injeksjonsrapport Systematisk injeksjon

Skjerm nr.: 28B Profil nr.: 740 Dato: 28.-29.03.2001

Kontrollhull		Lengde:		Skjermhull		Lengde: 15 m	
Lekkasje i l/min				Lekkasje i l/min			
Hull 1		Hull 5		1	10	19	28
Hull 2		Hull 6		2	11	20	29
Hull 3		Hull 7		3	12	21	30
Hull 4		Hull 8		4	13	22	31
				5	14	23	32
				6	15	24	33
				7	16	25	34
				8	17	26	35
				9	18	27	36

Start kontrollboring:

Slutt kontrollboring:

Start skjemboring:

Slutt skjemboring:

Injeksjon

Type masse: kgType masse: kgStart injeksjon: Avstand til forrige skjerm: mSlutt injeksjon: Overlapp: m Trykk: bar

Merknader: Boret hull i kontur og 4 raster i stuff, til sammen 42 hull a 6 meter. Lite vann i hull, kun enkelte hull med sig.

Utgang uten å få mottrykk på samtlige sålehull og hull i 1. rast. 3 hull i venstre side med mottrykk uten utgang i 2. rast, 4 hull med utgang. Venstre, høyre og midre hull med mottrykk uten utgang i 3. rast, 4 hull med utgang, 4 hull i i høyre side med mottrykk uten utgang, 2 hull med utgang. Alle hull i heng med mottrykk uten utgang, bortsett fra hull i senter med noe lekkasje. Alle hull med mottrykk har hatt små innganger.

Problem med dårlig inntrengning og utgang på stuff. Har derfor besluttet å sette 3 meter lange 3" rør og 9 m lange Ischebeckstag i kontur og stuff. Hull 1 - 4 og 20 - 35 bores med Ischebeckstag, øvrige hull i kontur og i stuff bores med 4" krone før 3" rør installeres og gyses. Etter at rør er gyst bores det gjennom rør og inn i fjell, total lengde 9 meter.

T-baneringen

Ullevål - Nydalen

Injeksjonsrapport Systematisk injeksjon

Skjerm nr.: 28C Profil nr.: 740 Dato: 31.03-03.04.2001

Kontrollhull		Lengde:	Skjermhull		Lengde: 9 m	
Lekkasje i l/min			Lekkasje i l/min			
Hull 1	Hull 5		1	10	19	28
Hull 2	Hull 6		2	11	20	29
Hull 3	Hull 7		3	12	21	30
Hull 4	Hull 8		4	13	22	31
			5	14	23	32
			6	15	24	33
			7	16	25	34
			8	17	26	35
			9	18	27	36

Start kontrollboring:

Slutt kontrollboring:

Start skjemboring: #####

Slutt skjemboring: 02.apr

Injeksjon

Type masse: kgType masse: kgStart injeksjon: Avstand til forrige skjerm: mSlutt injeksjon: Overlapp: m Trykk: bar

Merknader: På grunn av problemer med utgang på stuff er skjerm boret med Ischebeckstag (hull 1-4 og 20-35) som det injiseres gjennom. Øvrige hull i skjerm samt 15 hull i stuff er boret 3 meter med 4" krone som det så er gyst 3" rør i. Etter at rørene er gyst er de boret opp og boret videre inn i fjell, total lengde 9 meter. Infiltrasjonsbrønn er tett - ny brønn etablert.

Etter at skjerm var etablert var det mye vann nede til venstre på stuff. for å hindre utgang langs Ischebeckstag er samtlige stag gyst med Taccs. Dette medførte imidlertid at enkelte stag ble tettet pga. at Taccs trengte inn gjennom skjøtemuffene på stagen. Dette gjelder hull 25, 28, 29, 30 og 32.

Ved injeksjon oppstod det utgang langs stag i hull 1, 2, 22, 35, 40 og 42. Injeksjon gjennom Ischebeckstag var ikke vellykket.

Utgang på stuff ved hull 2 ved injeksjon på hull 36. Lekkasje rent vann 10 min etter avsluttet injeksjon. For å stanse utganger ble det kjørt med tykk masse på hullene 1, 2, 3, 4, 5, 20, 21, 23, 40, 41 og 43. På de fleste hullene ble utgang stanset, men på hull 4 og 21 var det lekkasje av rent vann etter injeksjon med tykk masse.

Ved pumping på hull 9 åpnet hullet seg på 70 bar - god inngang på 40 bar en stund før det igjen tettet. Ny trykkøkning ga ny inngang. God inngang i heng og øvre del av stuff uten utganger. Såle og vegger ikke tilfredsstillende. Ny runde med kontrollhull hvor gamle hull i 3" rør bores opp til 15 m.

T-baneringen

Ullevål - Nydalen

Injeksjonsrapport Systematisk injeksjon

Skjerm nr.: 28D Profil nr.: 740 Dato: 04.-05.04.2001

Kontrollhull		Lengde:	Skjermhull		Lengde: 15 m			
Lekkasje i l/min			Lekkasje i l/min					
Hull 1	Hull 5		1,5	25,5				
Hull 2	Hull 6		2,5	26,5				
Hull 3	Hull 7		3,5	28,5				
Hull 4	Hull 8		5,5	29,5				
			20,5	30,5				
			21,5	32,5				
			22,5	33,5				
			23,5	34,5				
			24,5	35,5				

Start kontrollboring:

Slutt kontrollboring:

Start skjermboring: 03.apr

Slutt skjermboring: 04.apr

Injeksjon

Type masse: kgType masse: kgStart injeksjon: Avstand til forrige skjerm: mSlutt injeksjon: Overlapp: m Trykk: bar

Merknader: Boret 18 kontrollhull samt oppboring av 20 hull gjennom 3" rør fra forrige runde. Greit å bore gjennom pakkere i gamle hull. Store innganger uten utganger på stuff bortsett fra følgende hull:

Hull 31,5 : Utgang i gammelt hull 31,5 etter ca. 600 liter. Stanset etter injeksjon med tykk blanding.

Hull 32,5 : Utgang mellom rør og fjell etter ca. 200 liter. Stanset etter injeksjon med tykk blanding.

Hull 33,5 : Utgang til hull 31 og 35 etter 1530 liter. Stanset etter injeksjon med tykk blanding.

Hull 26,5 : Utgang mellom rør og fjell etter ca. 150 liter. Stanset etter injeksjon med tykk blanding.

Hull 23,5 : Utgang til hull 40 og i stuff. Stanset etter injeksjon med tykk blanding.

Vannlekkasje til høyre for hull 2. Utgang av injeksjonsmateriale ved pumping på hull 5 i vannlekkasje ved hull 2. Etter avsluttet injeksjon i hull 5 kom det igjen vann ved hull 2.

Vellykket injeksjonsrunde. Det skyres 4 m salve.

T-baneringen

Ullevål - Nydalen

Injeksjonsrapport Systematisk injeksjon

Skjerm nr.: 29 Profil nr.: 745 Dato: 17.-18.04.2001

Kontrollhull		Lengde:	Skjermhull		Lengde: 15 m	
Lekkasje i l/min			Lekkasje i l/min			
Hull 1	Hull 5		1	10	19	28
Hull 2	Hull 6		2	11	20	29
Hull 3	Hull 7		3	12	21	30
Hull 4	Hull 8		4	13	22	31
			5	14	23	32
			6	15	24	33
			7	16	25	34
			8	17	26	35
			9	18	27	36

Start kontrollboring:

Slutt kontrollboring:

Start skjermboring:

Slutt skjermboring:

Injeksjon

Type masse: kgType masse: kgStart injeksjon: Avstand til forrige skjerm: mSlutt injeksjon: Overlapp: m Trykk: bar

Merknader: Boret full skjerm 33 hull samt 7 hull i stuff. 16 boltehull med lekkasje 0 - 5 meter bak stuff. Svært løst fjell i nedre del av stuff, men greit å sette pakkere. Vannlekkasje rundt flere pakkere. Utgang rundt pakkere i følgende hull: 1, 15, 16, 18, 19, 20, 30, 31, 32, 33, 34, 37, 39, og 40. I disse hullene er det pumpet tykk blanding- v/c 0,5 etter at vi fikk utgang. Utgang stanset på samtlige hull og tilfredsstillende trykkoppbygging ble oppnådd. Små innganger med tykk masse. Øvrige hull ga varierende innganger, fra noen få liter til ca. 3.000 liter. Vanninfiltrasjonsbrønn i tunnel gir nå 27 liter/min. ved ca. 6 bars trykk.

Noe restlekkasje i hull etter at injeksjonsrunde var ferdig. Dette gjelder hull 2, 4, 14 og 15. Satt på 23 kontrollhull hvor 5 hull settes i stuff.

T-baneringen

Ullevål - Nydalen

Injeksjonsrapport Systematisk injeksjon

Skjerm nr.: 29A Profil nr.: 745 Dato: 18.-19.04.2001

Kontrollhull		Lengde:	Skjermhull		Lengde:	15 m		
Lekkasje i l/min			Lekkasje i l/min					
Hull 1	Hull 5		1,5	20,5	34			
Hull 2	Hull 6		3,5	21,5	35			
Hull 3	Hull 7		5,5	22,5	36			
Hull 4	Hull 8		7,5	24,5	37			
			9,5	28,5	38			
			11,5	29,5				
			13,5	30,5				
			15,5	31,5				
			17,5	32,5				

Start kontrollboring:

Slutt kontrollboring:

Start skjemboring:

Slutt skjemboring:

Injeksjon

Type masse: kgType masse: kgStart injeksjon: Avstand til forrige skjerm: mSlutt injeksjon: Overlapp: m Trykk: bar

Merknader: Det er satt 18 kontrollhull i skjerm samt 5 kontrollhull i stuff, til sammen 23 hull.
Små lekkasjer i hull 4, 14 og 15 fra forrige skjerm. Ved injeksjon i vegger kom det masse opp i dagen ved Irisveien 13, ca. 30 meter foran stuff og 15 meter til side for tunnel. Injeksjon avsluttet og resterende hull kjørt med tykk blanding (v/c 0,5) og lave trykk (15-20 bar).

Nye kontrollhull injiseres med ny mikrosement hvor avbindingstid kan styres.

T-baneringen

Ullevål - Nydalen

Injeksjonsrapport Systematisk injeksjon

Skjerm nr.: 29B Profil nr.: 745 Dato: 20.04.01

Kontrollhull		Lengde:	Skjermhull		Lengde: 15 m
Lekkasje i l/min			Lekkasje i l/min		
Hull 1	Hull 5		2,5	19,5	
Hull 2	Hull 6		5,5	20,5	
Hull 3	Hull 7		7,5	34	
Hull 4	Hull 8		9,5	35	
Start kontrollboring:			12,5	37	
Slutt kontrollboring:			14,5	38	
Start skjemboring:	13:00		16,5	39	
Slutt skjemboring:	22:00		18,5	40	

Injeksjon

Type masse: Rescon mikrocem 900 r 5,538 kg

Type masse: kg

Start injeksjon: 08:30 Avstand til forrige skjerm: 0 m

Slutt injeksjon: 18:00 Overlapp: m Trykk: bar

Merknader: Injeksjon med mikroosement med styrt avbinbindingstid. Forsøk før injeksjon viste at sement "geler" etter ca. 4 min. uten bruk av retarder. Ved bruk av 2 % retarder geler sementen etter ca. 1 time 30 minutter dersom den står i ro. Ved omrøring er sementen åpen i ca. 3 timer før den begynner å herde. Det viser seg også at i sement som står i ro starter herdeprosessen tidligere, etter ca. 2 timer. Kjørt injeksjon med v/c-forhold 1,0 og uten tilsetning av GroutAid.

11 boltehull med lekkasje er tettet med TACCS. Fortsatt noe lekkasje i 2-3 boltehull.

Noen få utganger rundt skjermhull ved 1. gangs injeksjon. Stanset injeksjon på disse hullene og gikk tilbake på de senere. Utgang stanset - små innganger med injeksjonsmasse.

Liten vannlekkasje fra hull 2 i foregående skjerm. Satte ny pakker i hullet og pumpet inn 1500 liter.

Stort sett vellykket injeksjon. Salveboring.

T-baneringen

Ullevål - Nydalen

Injeksjonsrapport Systematisk injeksjon

Skjerm nr.: 30 Profil nr.: 749 Dato: 24.-25.04.2001

Kontrollhull		Lengde:	Skjermhull		Lengde: 20 m					
Lekkasje i l/min			1	drypp	10	tørr	19	renn	28	tørr
Hull 1	Hull 5		2	renn	11	tørr	20	tørr	29	drypp
Hull 2	Hull 6		3	tørr	12	tørr	21	tørr	30	renn
Hull 3	Hull 7		4	renn	13	tørr	22	tørr	31	tørr
Hull 4	Hull 8		5	drypp	14	tørr	23	tørr	32	tørr
Start kontrollboring:			6	renn	15	renn	24	tørr	33	tørr
Slutt kontrollboring:			7	tørr	16	tørr	25	tørr	34	
Start skjemboring:	12:00	23.apr	8	renn	17	drypp	26	tørr	35	
Slutt skjemboring:	09:40	24.apr	9	tørr	18	renn	27	tørr	36	

Injeksjon

Type masse: kgType masse: kgStart injeksjon: 10:45 Avstand til forrige skjerm: 4 mSlutt injeksjon: 20:00 Overlapp: 11 m Trykk: 30 - 40 bar

Merknader: Det er boret full skjerm. I tillegg er det boret mellomliggende hull i heng fra 8,5 til 15,5. Disse hullene er satt med stikning 6,5 m og skal injiseres før skjerm og med mikrosegment med regulerbar avbindingstid. Hensikten er at de skal danne en paraply over selve injeksjonsskjermen som reduserer spredning og hindrer utgang i dagen. Det er også boret 2 hull på 12 meter i høyre vegg med ansett ca. pr. 740 for å tette vannlekkasje bak stuff.

Hull bak stuff i høyre vegg ga utgang uten å tette vannlekkasje - mislykket etterinjeksjon.

Ved pumping i hull 1 fikk vi utgang i hull 1 og 2. Utgang stanset ved tykkere blanding.

Det settes 10 kontrollhull. I tillegg skal det bores 5 hull i høyre vegg ca. 3-5 meter bak stuff for å tette lekkasjer fra boltehull. Hullengde 5,3 meter.

T-baneringen

Ullevål - Nydalen

Injeksjonsrapport Systematisk injeksjon

Skjerm nr.: 30A Profil nr.: 749 Dato: 25.04.01

Kontrollhull		Lengde:	Skjermhull		Lengde: 20 m			
Lekkasje i l/min			Lekkasje i l/min					
Hull 1	Hull 5		2,5	tørt	19,5	drypp		
Hull 2	Hull 6		3,5	renn				
Hull 3	Hull 7		4,5	renn				
Hull 4	Hull 8		6,5	renn				
			8,5	drypp				
			14,5	drypp				
			16,5	drypp				
			17,5	tørt				
			18,5	drypp				
Start kontrollboring:								
Slutt kontrollboring:								
Start skjermboring:	06:00							
Slutt skjermboring:	10:00							

Injeksjon

Type masse: Rescon microcem 900 2.816 kg

Type masse: Grout Aid 508 kg

Start injeksjon: 10:30 Avstand til forrige skjerm: 0 m

Slutt injeksjon: 14:00 Overlapp: m Trykk: 45 bar

Merknader: Delvis velykket etterinjeksjon i vegg 2 av 5 hull ga redusert lekkasje.

Utgang rundt pakker på hull 19,5 ved injeksjon på samme hull. Utgang stanset ved injeksjon med tykkere blanding. Utgang midt i stuff ved injeksjon på hull 16,5. Utgang stanset ved injeksjon med tykk masse (v/c 0,5). Små innganger på kontrollhull. Ny salve.

Injek nr.	Profil nr.	Avst. m	Injeksjon start		Injeksjon slutt		Tid		Volum		Microsement		Industriseмент		Sement	Grout Aid				
			Dato	Tid	Dato	Tid	Brukt	Bet.	Liter	Totalt	Kg	Totalt	Kg	Totalt	Totalt	Kg	Sum Kr			
1	441		06.12.00	2,15	06.12.00	8,13	6,00	2,00	12 615,2	12 615,2	10 710,7	10 710,7	0,0	0,0	10 710,7	0,0	0,0			
2	451	10	08.12.00	0,42	08.12.00	10,05	10,00	6,00	14 076,1	26 691,3	11 289,5	22 000,2	0,0	0,0	11 289,5	0,0	0,0			
3	462	11	11.12.00	21,54	12.12.00	0,30	2,50	2,50	2 998,3	29 689,6	2 263,7	24 263,9	0,0	0,0	2 263,7	0,0	0,0			
4	473	11	13.12.00	16,33	13.12.00	23,53	7,50	7,50	12 947,2	42 636,8	10 873,0	35 136,9	0,0	0,0	10 873,0	0,0	0,0			
5	483	10	16.12.00	5,49	16.12.00	9,54	4,00	4,00	5 215,7	47 852,5	4 211,9	39 348,8	0,0	0,0	4 211,9	0,0	0,0			
6	504	21	21.12.00	6,10	21.12.00	13,52	7,50	7,50	6 887,8	54 740,3	5 356,7	44 705,5	0,0	0,0	5 356,7	0,0	0,0			
7	519	15	04.01.01	19,20	05.01.01	0,07	4,50	4,50	3 093,0	57 833,3	2 335,2	47 040,7	0,0	0,0	2 335,2	0,0	0,0			
8	534	15	09.01.01	6,12	09.01.01	12,04	6,00	6,00	4 279,8	62 113,1	3 274,0	50 314,7	0,0	0,0	3 274,0	0,0	0,0			
9	551	17	11.01.01	19,42	12.01.01	4,53	9,50	6,50	9 310,7	71 423,8	7 758,3	58 073,0	0,0	0,0	7 758,3	0,0	0,0			
10	566	15	15.01.01	20,43	16.01.01	2,31	6,00	5,50	5 359,8	76 783,6	4 164,0	62 237,0	0,0	0,0	4 164,0	0,0	0,0			
11	583	17	18.01.01	12,25	18.01.01	22,09	9,50	9,50	18 227,0	95 010,6	16 052,7	78 289,7	0,0	0,0	16 052,7	0,0	0,0			
12	599	16	22.01.01	21,32	23.01.01	9,20	13,00	9,00	19 169,7	114 180,3	16 916,2	95 205,9	0,0	0,0	16 916,2	0,0	0,0			
13	615	16	25.01.01	15,37	26.01.01	2,45	11,50	10,50	28 160,1	142 340,4	26 148,6	121 354,5	0,0	0,0	26 148,6	0,0	0,0			
14	630	15	29.01.01	12,57	29.01.01	22,00	9,00	9,00	21 585,7	163 926,1	19 913,1	141 267,6	0,0	0,0	19 913,1	0,0	0,0			
15	630	0	30.01.01	9,34	30.01.01	11,48	2,50	2,50	4 248,4	168 174,5	3 825,3	145 092,9	0,0	0,0	3 825,3	0,0	0,0			
16	641	11	31.01.01	22,15	01.02.01	10,45	12,50	8,50	17 317,2	185 491,7	14 359,5	159 452,4	0,0	0,0	14 359,5	0,0	0,0			
17	653	12	02.02.01	19,44	03.02.01	5,55	10,00	6,00	20 476,1	205 967,8	17 787,2	177 239,6	0,0	0,0	17 787,2	0,0	0,0			
18	660	7	06.02.01	9,20	06.02.01	18,01	8,50	8,50	12 756,9	218 724,7	10 786,0	188 025,6	0,0	0,0	10 786,0	0,0	0,0			
19	669	9	08.02.01	12,41	08.02.01	19,56	7,50	7,50	9 892,7	228 617,4	8 312,3	196 337,9	0,0	0,0	8 312,3	0,0	0,0			
20	679	10	12.02.01	6,32	12.02.01	12,59	6,50	6,50	10 606,6	239 224,0	7 403,5	203 741,4	0,0	0,0	7 403,5	1 656,5				
21	690	11	13.02.01	21,40	14.02.01	10,52	13,50	9,50	26 539,3	265 763,3	19 737,0	223 478,4	0,0	0,0	19 737,0	4 031,1				
22	701	11	15.02.01	21,04	16.02.01	13,33	16,50	12,50	39 849,3	305 612,6	33 312,1	256 790,5	0,0	0,0	33 312,1	4 800,6				
23	710	9	19.02.01	17,15	20.02.01	15,54	23,00	19,00	46 917,9	352 530,5	37 463,8	294 254,3	0,0	0,0	37 463,8	5 219,8				
24	721	11	22.02.01	1,37	22.02.01	21,54	21,50	17,50	54 991,5	407 522,0	39 375,9	333 630,2	9 004,4	9 004,4	48 380,3	6 282,5				
25	721	0	23.02.01	9,22	23.02.01	16,47	7,50	7,50	18 166,9	425 688,9	16 262,3	349 892,5	0,0	9 004,4	16 262,3	1 902,2				
26	732	11	26.02.01	19,41	27.02.01	0,32	5,00	5,00	3 234,0	428 922,9	0,0	349 892,5		12 553,7	3 549,3	0,0	0,0			
27	732	0	28.02.01	11,29	01.03.01	15,25	38,00	34,00	68 751,9	497 674,8	81 455,9	411 348,4	0,0	12 553,7	61 455,9	7 275,4				
28	732	0	01.03.01	23,21	02.03.01	18,43	19,00	15,00	49 589,4	547 264,2	24 785,9	436 134,3		27 792,8	40 025,0	7 166,9				
29	732	0	05.03.01	7,03	05.03.01	19,43	12,50	12,50	31 023,0	578 287,2	24 267,1	460 401,4	0,0	27 792,8	24 267,1	4 381,9				
30	732	0	07.03.01	9,22	08.03.01	7,30	22,00	18,00	18 244,0	596 531,2	2 139,0	462 540,4		37 946,7	12 292,9	3 674,4				
31	732	0	12.03.01	18,30	13.03.01	23,39	29,00	25,00	75 185,3	671 716,5	40 607,7	503 148,1		52 627,3	55 288,3	11 941,8				
32	732	0	14.03.01	10,19	14.03.01	18,50	8,50	8,50	11 516,7	683 233,2	9 001,9	512 150,0	0,0	52 627,3	9 001,9	1 405,8				
33	736	4	19.03.01	6,15	20.03.01	12,28	30,50	26,50	60 426,9	743 660,1	46 360,8	558 510,8		56 514,7	50 248,2	7 448,8				
34	736	0	21.03.01	14,32	22.03.01	4,27	14,00	11,50	20 736,8	764 396,7	17 134,0	575 644,8	0,0	56 514,7	17 134,0	2 552,9				
35	736	0	22.03.01	14,25	22.03.01	21,09	6,50	6,50	5 051,1	769 447,8	4 074,5	579 719,3	0,0	56 514,7	4 074,5	575,6				
							421,00	358,00	769 447,8			579 719,3			56 514,7			636 234,0	70 316,2	

vedlegg 10 - slar 2

Type B

Type A

Injek nr.	Profil nr.	Avst. m	Uke nr.	Injeksjon start		Injeksjon slutt		Tid		Volum		Microsement		Industrisement		Sement	Grout Aid	
				Dato	Tid	Dato	Tid	Brukt	Bet.	Liter	Totalt	Kg	Totalt	Kg	Totalt	Totalt	Kg	Sum Kr
36	740	4	13	26.03.01	14,54	27.03.01	5,39	14,50	10,50	18 903,4	788 351,2	1 207,0	580 926,3	13 020,1	69 534,8	14 227,1	3 799,0	
37	740	0	13	27.03.01	20,35	28.03.01	12,12	15,50	11,50	18 149,1	806 500,3	2 142,1	583 068,4	11 699,6	81 234,4	13 841,7	3 478,4	
38	740	0	13	28.03.01	23,13	29.03.01	5,49	7,00	3,00	1 931,4	808 431,7	1 603,3	584 671,7	0,0	81 234,4	1 603,3	0,0	0,0
39	740	0	14	02.04.01	20,22	03.04.01	11,18	15,00	11,00	20 129,5	828 561,2	14 698,8	599 370,5	0,0	81 234,4	14 698,8	2 792,5	
40	740	0	14	04.04.01	19,27	05.04.01	23,32	28,00	24,00	56 618,4	885 179,6	42 490,6	641 861,1	0,0	81 234,4	42 490,6	7 946,2	
41	745	5	16	17.04.01	20,34	18.04.01	12,00	15,50	11,50	21 366,6	906 546,2	16 009,8	657 870,9	0,0	81 234,4	16 009,8	2 932,6	
42	745	0	16	19.04.01	6,33	19.04.01	11,49	5,50	5,50	5 860,5	912 406,7	4 267,3	662 138,2	0,0	81 234,4	4 267,3	726,5	
43	745	0	16	20.04.01	8,26	20.04.01	17,52	9,50	9,50	7 334,5	919 741,2	5 537,5	667 675,7	0,0	81 234,4	5 537,5	0,0	0,0
44	749	5	17	24.04.01	9,43	24.04.01	20,05	11,50	11,50	12 180,0	931 921,2	9 186,2	676 861,9	0,0	81 234,4	9 186,2	1 342,7	
45	749	0	17	25.04.01	9,27	25.04.01	12,58	3,50	3,50	3 715,2	935 636,4	2 816,3	679 678,2	0,0	81 234,4	2 816,3	507,5	
46	745	4	17	27.04.01	0,16	27.04.01	1,23	1,00	0,00	362,2	935 998,6	273,5	679 951,7	0,0	81 234,4	273,5	0,0	0,0
46	754	5	17	27.04.01	1,32	27.04.01	9,03	7,50	3,00	9 459,7	945 458,3	7 213,7	687 165,4	0,0	81 234,4	7 213,7	1 003,1	
47	765	11	18	02.05.01	17,37	03.05.01	2,51	9,50	8,50	13 164,6	958 622,9	10 839,0	698 004,4	0,0	81 234,4	10 839,0	1 230,9	
48	775	10	18	04.05.01	14,48	04.05.01	21,02	6,00	6,00	8 339,9	966 962,8	6 768,1	704 772,5	0,0	81 234,4	6 768,1	826,8	
49	785	10	19	08.05.01	9,36	08.05.01	16,39	7,00	7,00	13 600,8	980 563,6	10 241,2	715 013,7	0,0	81 234,4	10 241,2	1 779,2	
50	796	11	19	10.05.01	12,02	10.05.01	18,30	6,50	6,50	9 744,3	990 307,9	7 366,8	722 380,5	0,0	81 234,4	7 366,8	1 245,6	
51	807	11	20	14.05.01	12,43	14.05.01	22,05	10,50	10,50	9 796,0	1 000 103,9	7 975,7	730 356,2	0,0	81 234,4	7 975,7	1 142,5	
52	817	10	21	21.05.01	6,19	21.05.01	11,45	5,50	5,50	10 933,1	1 011 037,0	8 528,9	738 885,1	0,0	81 234,4	8 528,9	1 502,5	
53	829	12	21	22.05.01	23,35	23.05.01	5,46	6,50	2,50	11 745,6	1 022 782,6	10 172,8	749 057,9	0,0	81 234,4	10 172,8	1 236,0	
54	740		21	24.05.01	7,32	24.05.01	12,44	5,50	5,50	3 393,6	1 026 176,2	3 095,0	752 152,9	0,0	81 234,4	3 095,0	454,7	
55	840	11	21	26.05.01	6,22	26.05.01	10,26	5,00	5,00	6 976,7	1 033 152,9	0,0	752 152,9	5 298,8	86 533,2	5 298,8	1 265,5	
56	851	11	22	29.05.01	11,12	29.05.01	15,47	5,00	5,00	9 159,7	1 042 312,6	0,0	752 152,9	7 622,4	94 155,8	7 622,4	1 567,5	
57	861	10	22	31.05.01	10,04	31.05.01	13,46	4,00	4,00	7 145,9	1 049 458,5	0,0	752 152,9	5 907,4	100 063,0	5 907,4	1 146,4	
58	871	10	22	02.06.01	8,12	02.06.01	13,48	5,00	5,00	9 650,1	1 059 108,6	0,0	752 152,9	7 317,5	107 380,5	7 317,5	1 356,2	
59	880	9	23	06.06.01	12,54	06.06.01	17,34	4,50	4,50	11 694,4	1 070 803,0	0,0	752 152,9	9 380,5	116 761,0	9 380,5	2 076,4	
60																		
61																		
62																		
63																		
64																		
65																		
								635,50	538,00	1 070 803,0		750 549,6		116 761,0		868 914,6	111 674,9	

Arbeid forann stuff T-baneringen

Info / Data						Sonderboring						Post 31.31 Boring av injeksjons og kontroll hull							
Uke nr.	Utført Dato	Profil Nr.	Post 31.91 Heft tid		Timer brukt	Ant Hull	Post 31.111		Post 31.112		Post 31.113		Injeksjons boring		Kontroll boring				
			Klokkeslett Start	Klokkeslett Slutt			Inntil 12 m m	Totalt	Inntil 24 m m	Totalt	Inntil 36 m m	Totalt	Ant Hull	Borrlengder m	Totalt	Ant Hull	Borrlengder m	Totalt Lengde	
4	25.01.01	615,6	15,00	24,00	9,00	8		0,0	21,0	168,0		0,0	23	21,0	483,0			0,0	483,0
4	26.01.01	615,6	0,00	2,00	2,00			0,0		0,0		0,0			0,0			0,0	0,0
5	29.01.01	630,0	06,00	21,30	15,30			0,0		0,0		0,0	31	18,0	558,0			0,0	558,0
5	30.01.01	630,0	06,00	12,00	6,00			0,0		0,0		0,0			0,0	8	18,0	144,0	144,0
5	31.01.01	641,0	15,00	24,00	9,00			0,0		0,0		0,0	31	18,0	558,0			0,0	558,0
5	01.02.01	641,0	00,00	2,00	2,00			0,0		0,0		0,0			0,0			0,0	0,0
5	01.02.01	641,0	06,00	11,00	5,00			0,0		0,0		0,0			0,0			0,0	0,0
5	02.02.01	653,0	13,00	24,00	11,00			0,0		0,0		0,0	31	18,0	558,0			0,0	558,0
5	02.02.01	653,0	0,00	2,00	2,00			0,0		0,0		0,0			0,0			0,0	0,0
6	05.02.01	661,0	18,00	22,00	4,00			0,0		0,0		0,0	20	18,0	360,0			0,0	360,0
6	06.02.01	661,0	6,00	18,00	12,00			0,0		0,0		0,0	11	18,0	198,0			0,0	198,0
6	08.02.01	669,0	6,00	11,00	5,00			0,0		0,0		0,0	31	18,0	558,0			0,0	558,0
6	08.02.01	669,0	11,00	20,00	9,00			0,0		0,0		0,0			0,0			0,0	0,0
6	10.02.01	679,0	8,20	16,00	9,50			0,0		0,0		0,0	31	18,0	558,0			0,0	558,0
7	12.02.01	679,0	6,00	12,59	7,00			0,0		0,0		0,0			0,0			0,0	0,0
7	13.02.01	690,1	14,00	24,00	10,00	2		0,0		0,0	33	66,0	31	18,0	558,0			0,0	558,0
7	14.02.01	690,1	6,00	10,52	5,00			0,0		0,0	33	0,0			0,0			0,0	0,0
7	15.02.01	701,0	14,00	24,00	10,00	2		0,0		0,0	33	66,0	31	18,0	558,0			0,0	558,0
7	16.02.01	701,0	0,00	2,00	2,00			0,0		0,0		0,0			0,0			0,0	0,0
7	16.02.01	701,0	6,00	13,40	7,50			0,0		0,0		0,0			0,0			0,0	0,0
8	19.02.01	711,0	9,00	24,00	15,00	2		0,0		0,0	33	66,0	31	18,0	558,0			0,0	558,0
8	20.02.01	711,0	0,00	2,00	2,00			0,0		0,0		0,0			0,0			0,0	0,0
8	20.02.01	711,0	6,00	15,00	9,00			0,0		0,0		0,0			0,0			0,0	0,0
8	21.02.01	721,5	17,30	22,00	5,50			0,0		0,0		0,0	31	18,0	558,0			0,0	558,0
8	22.02.01	721,5	0,30	2,00	1,50			0,0		0,0		0,0			0,0			0,0	0,0
8	22.02.01	721,5	6,00	22,00	16,00			0,0		0,0		0,0			0,0			0,0	0,0
8	23.02.01	721,5	6,00	16,30	10,50			0,0		0,0		0,0			0,0	10	18,0	180,0	180,0
9	26.02.01	732,0	14,00	0,30	10,50	4		0,0		0,0	33	132,0			0,0			0,0	0,0
9	27.02.01	732,0	6,00	22,00	16,00			0,0		0,0		0,0	23	15,0	345,0			0,0	345,0
9	28.02.01	732,0	6,00	24,00	18,00			0,0		0,0		0,0	10	16,0	160,0			0,0	160,0
9	01.03.01	732,0	24,00	2,00	2,00			0,0		0,0		0,0			0,0			0,0	0,0
9	01.03.01	732,0	6,00	15,25	9,25			0,0		0,0		0,0			0,0			0,0	0,0
9	01.03.01	732,0	16,00	24,00	8,00			0,0		0,0		0,0			0,0	15	15,0	225,0	225,0
9	02.03.01	732,0	0,00	2,00	2,00			0,0		0,0		0,0			0,0			0,0	0,0
						479,05	0,0		2856,0				11950,0		549,0			12499,0	

Vedlegg 11 s1 av 6

Arbeid forann stuff T-baneringen

Veidekke asa

52 av 6

Info / Data						Sonderboring						Post 31.31 Boring av injeksjons og kontroll hull							
Uke nr.	Utført Dato	Profil Nr.	Post 31.91 Heft tid		Timer brukt	Ant Hull	Post 31.111		Post 31.112		Post 31.113		Injeksjons boring			Kontroll boring			
			Klokkeslett Start	Klokkeslett Slutt			Inntil 12 m m	Totalt	Inntil 24 m m	Totalt	Inntil 36 m m	Totalt	Ant Hull	Borrlengder m Totalt		Ant Hull	Borrlengder m Totalt		Totalt Lengde
9	02.03.01	732,0	6,00	18,44	13,00		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0		0,0			0,0	0,0		
9	03.03.01	732,0	7,00	17,00	10,00		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0		0,0	16	15,0	240,0	240,0		
10	05.03.01	732,0	6,00	22,00	16,00		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0		0,0			0,0	0,0		
10	06.03.01	732,0	6,00	22,00	16,00		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	15	9,0	135,0		0,0	135,0		
10	07.03.01	732,0	6,00	8,00	2,00		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4	9,0	36,0		0,0	36,0		
10	07.03.01	732,0	8,00	24,00	16,00		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0			0,0		0,0	0,0		
10	08.03.01	732,0	0,00	2,00	2,00		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0			0,0		0,0	0,0		
10	08.03.01	732,0	6,00	7,30	1,50		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0			0,0		0,0	0,0		
10	08.03.01	732,0	9,50	22,00	12,00		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	15	28,0	420,0		0,0	420,0		
10	09.03.01	732,0	6,00	22,00	16,00		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0			0,0		0,0	0,0		
10	10.03.01	732,0	7,00	17,00	10,00		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0			0,0		0,0	0,0		
11	12.03.01	732,0	16,00	24,00	8,00		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	9	18,0	162,0		0,0	162,0		
11	13.03.01	732,0	24,00	2,00	2,00		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	35	28,0	980,0		0,0	980,0		
11	13.03.01	732,0	6,00	24,00	18,00		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0			0,0		0,0	0,0		
11	14.03.01	732,0	6,00	22,00	16,00		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0			0,0	9	15,0	135,0	135,0	
11	15.03.01	736,0	20,30	22,00	1,50		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	15	18,0	270,0		0,0	270,0		
11	16.03.01	736,0	6,00	22,00	16,00		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	21	24,0	504,0		0,0	504,0		
11	17.03.01	736,0	7,00	16,00	9,00		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	12	27,0	324,0		0,0	324,0		
12	19.03.01	736,0	6,00	24,00	18,00		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0			0,0		0,0	0,0		
12	20.03.01	736,0	0,00	2,00	2,00		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0			0,0		0,0	0,0		
12	20.03.01	736,0	6,00	12,30	6,50		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0			0,0		0,0	0,0		
12	20.03.01	736,0	15,00	22,00	6,00		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0			0,0	16	24,0	384,0	384,0	
12	21.03.01	736,0	6,00	2,00	20,00		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0			0,0	4	18,0	72,0	72,0	
12	22.03.01	736,0	6,00	21,00	15,00		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0			0,0		0,0	0,0		
12	23.03.01	736,0	6,00	9,20	3,50		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0			0,0		0,0	0,0		
12	24.03.01	740,3	7,00	17,00	10,00		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	18	21,0	378,0		0,0	378,0		
13	26.03.01	740,3	6,00	24,00	18,00		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	15	21,0	315,0		0,0	315,0		
13	27.03.01	740,3	0,00	2,00	2,00		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0			0,0		0,0	0,0		
13	27.03.01	740,3	7,00	20,00	13,00		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0			0,0	24	21,0	504,0	504,0	
13	27.03.01	740,3	20,00	24,00	4,00		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0			0,0		0,0	0,0		
13	28.03.01	740,3	0,00	2,00	2,00		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0			0,0		0,0	0,0		
13	28.03.01	740,3	6,00	14,30	8,50		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0			0,0		0,0	0,0		
13	28.03.01	740,3	14,30	22,00	6,50		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0			0,0	41	6,0	246,0	246,0	
799,50							0,0		2856,0		330,0		15474,0			2130,0			17604,0

159

110

Arbeid forann stuff T-baneringen

Veidekke asa

Info / Data						Sonderboring						Post 31.31 Boring av injeksjons og kontroll hull							
Post 31.91 Heft tid			Post 31.111		Post 31.112		Post 31.113		Injeksjons boring			Kontroll boring							
Uke nr.	Utført Date	Profil Nr.	Klokkeslett		Timer brukt	Ant Hull	Inntil 12 m		Inntil 24 m		Inntil 36 m		Ant Hull	Borrlengder		Ant Hull	Borrlengder		Totalt Lengde
			Start	Slutt			m	Totalt	m	Totalt	m	Totalt		m	Totalt		m	Totalt	
13	28.03.01	740,3	22,00	24,00	2,00		0,0		0,0		0,0			0,0				0,0	0,0
13	29.03.01	740,3	0,00	2,00	2,00		0,0		0,0		0,0			0,0				0,0	0,0
13	29.03.01	740,3	6,00	17,00	11,00		0,0		0,0		0,0			0,0				0,0	0,0
13	29.03.01	740,3	17,00	22,00	5,00		0,0		0,0		0,0	15	9,0	135,0				0,0	135,0
13	29.03.01	740,3	22,00	24,00	2,00		0,0		0,0		0,0							0,0	0,0
13	29.03.01	740,3	0,00	2,00	2,00		0,0		0,0		0,0							0,0	0,0
13	30.03.01	740,3	6,00	22,00	16,00		0,0		0,0		0,0	11	9,0	99,0				0,0	99,0
13	31.03.01	740,3	6,00	17,00	11,00		0,0		0,0		0,0	4	12,0	48,0				0,0	48,0
14	02.04.01	740,3	6,00	16,00	10,00		0,0		0,0		0,0	30	5,0	150,0				0,0	150,0
14	02.04.01	740,3	16,00	24,00	8,00		0,0		0,0		0,0			0,0				0,0	0,0
14	03.04.01	740,3	0,00	2,00	2,00		0,0		0,0		0,0	20	9,0	180,0				0,0	180,0
14	03.04.01	740,3	6,00	16,00	10,00		0,0		0,0		0,0			0,0				0,0	0,0
14	03.04.01	740,3	16,00	2,00	10,00		0,0		0,0		0,0	20	5,0	100,0				0,0	100,0
14	04.04.01	740,3	6,00	24,00	18,00		0,0		0,0		0,0	47	15,0	705,0				0,0	705,0
14	05.04.01	740,3	0,00	2,00	2,00		0,0		0,0		0,0			0,0				0,0	0,0
14	05.04.01	740,3	6,00	24,00	18,00		0,0		0,0		0,0	3	5,0	15,0				0,0	15,0
14	05.04.01	740,3	0,00	2,00	2,00		0,0		0,0		0,0			0,0				0,0	0,0
16	17.04.01	745,0	6,00	24,00	18,00		0,0		0,0		0,0	40	15,0	600,0				0,0	600,0
16	18.04.01	745,0	0,00	2,00	2,00		0,0		0,0		0,0			0,0				0,0	0,0
16	18.04.01	745,0	6,00	21,00	15,00		0,0		0,0		0,0	23	15,0	345,0				0,0	345,0
16	19.04.01	745,0	6,00	0,00	18,00	4	0,0		0,0	32	128,0			0,0	11	15,0	165,0	0,0	165,0
16	20.04.01	745,0	0,00	2,00	2,00		0,0		0,0		0,0			0,0				0,0	0,0
16	20.04.01	745,0	6,00	22,00	16,00		0,0		0,0		0,0			0,0				0,0	0,0
17	23.04.01	740,0	11,00	13,00	2,00		0,0		0,0		0,0	2	12,0	24,0				0,0	24,0
17	23.04.01	749,0	14,00	24,00	10,00		0,0		0,0		0,0	24	20,0	480,0				0,0	480,0
17	24.04.01	749,0	0,00	2,00	2,00		0,0		0,0		0,0			0,0				0,0	0,0
17	24.04.01	749,0	6,00	9,00	3,00		0,0		0,0		0,0	17	20,0	340,0				0,0	340,0
17	24.04.01	749,0	9,00	22,00	15,00		0,0		0,0		0,0			0,0				0,0	0,0
17	24.04.01	749,0	22,00	0,00	2,00		0,0		0,0		0,0			0,0				0,0	0,0
17	25.04.01	749,0	0,00	2,00	2,00		0,0		0,0		0,0			0,0				0,0	0,0
17	25.04.01	749,0	6,00	9,00	3,00		0,0		0,0		0,0			0,0	10	20,0	200,0	0,0	200,0
17	25.04.01	749,0	9,00	9,30	0,50		0,0		0,0		0,0			0,0	5	5,3	26,5	0,0	26,5
17	25.04.01	749,0	9,30	16,00	7,50		0,0		0,0		0,0			0,0				0,0	0,0
17	26.04.01	754,5	12,00	16,00	4,00		0,0		0,0		0,0	10	5,3	53,0				0,0	53,0
1052,50							0,0		2856,0		458,0		18748,0			26	2521,5		21269,5

53 av 6

Arbeid forann stuff T-baneringen

Veidekke asa

Info / Data			Post 31.32	Post 31.331	Post 31.332	Post 31.3331	Post 31.3332	Post 31.3341	Post 31.3342	Post 31.92	Grout
Uke nr.	Utført Dato	Profil Nr.	Pakkere Antall	Type A Kg	Type B Kg	Type C Kg	Type D Kg	Type E Kg	Type F Kg	Måletreskler Stk	Aid Kg
4	25.01.01	615,6									
4	26.01.01	615,6	31		26 148,6						
5	29.01.01	630,0	31		19 913,1						
5	30.01.01	630,0	8		3 825,3						
5	31.01.01	641,0									
5	01.02.01	641,0									
5	01.02.01	641,0	33		14 359,5						
5	02.02.01	653,0									
5	02.02.01	653,0	31		17 787,2						
6	05.02.01	661,0									
6	06.02.01	661,0	31		10 786,0						
6	08.02.01	669,0	33								
6	08.02.01	669,0			8 312,3						
6	10.02.01	679,0	31								
7	12.02.01	679,0			7 403,5						1 656,5
7	13.02.01	690,1									
7	14.02.01	690,1	33		19 737,0						4 031,1
7	15.02.01	701,0	37								
7	16.02.01	701,0									
7	16.02.01	701,0			33 312,1						4 800,8
8	19.02.01	711,0	36								
8	20.02.01	711,0									
8	20.02.01	711,0			37 463,8						5 219,8
8	21.02.01	721,5									
8	22.02.01	721,5									
8	22.02.01	721,5	32	9 004,4	39 375,9						6 282,5
8	23.02.01	721,5	10		16 262,3						1 902,2
9	26.02.01	732,0	7	3 549,3							
9	27.02.01	732,0									
9	28.02.01	732,0	33								
9	01.03.01	732,0									
9	01.03.01	732,0	5	-	61 455,9						7 275,4
9	01.03.01	732,0									
9	02.03.01	732,0									
			825	12 553,7	411 348,40	1 200,0	-	-	-	-	31 168,1

Sbar

72880 50
LEKKASJEMÅLING

04.06.2001

MÅLETERSKEL: Pr. 650 : 750
STUFF: Pr. 871
Målt lengde tunnel: 221 m

Måleresultater

Innlekkasje målt på terskel pr. 750 for strekningen pr. 650 - 750. Innlekkasje målt gjennom rør i bøtte. Tid målt på fylling av bøtte 10 liter.

Innlekkasje er målt i SALA-kum som mottar vann fra pumpe på stuff. SALA-kummen har et areal på 3,53 m². Måling ble utført med 10 cm intervaller i kum, dvs. tid ble målt for hver 10. cm vannet steg i kum.

En lekkasje i forbindelse med pumpe for tømning av kum ga et bidrag på ca. 4 liter/min til de målte innlekkasjeverdier.

Ved bruk av grøft som sedimentasjonsbasseng vil vannmengde gjennom måleterskel ved pr. 650 variere svært mye da SALA-kum tømmes ca. hvert 40. minutt. Ved store vannmengder gjennom måleterskel klarer ikke pumpe nedstrøms måleterskel å fange opp alt vann og noe renner videre ned til stuff. Denne vannmengden vil variere over tid, men er i gjennomsnitt anslått til 4 liter/min. (svært usikker).

Målte og beregnede verdier

Måleterskel pr. 750 (målt strekning: 650 - 750)

Måling	Tid	Volum	Liter/ min.
1	26.17 sek	10 liter	22,9
2	26.13 sek	10 liter	23,0
3	26.27 sek	10 liter	22,8
4	26.08 sek	10 liter	23,0
5	26.03 sek	10 liter	23,1
6	26.47 sek	10 liter	22,7
Snitt	26.19 sek	10 liter	22,9

Brutto innlekkasje 22,9 liter/min.
- lekkasje fra pumpe 4 liter/min.
- bidrag fra måleterskel 4 liter/min

Netto innlekkasje 14,9 liter/min. pr. 100 meter tunnel.

Total innlekkasje pr. 650 - 871

Brutto innlekkasje 28,5 liter/min.
- lekkasje fra pumpe 4,0 liter/min.
- bidrag fra måleterskel 4,0 liter/min.

Netto innlekkasje 20,5 liter/min.
På 221 meter gir dette en innlekkasje på: 9,3 liter/min. pr. 100 meter tunnel

Vedlegg 12 s1 av 2

Innlekkasje pr. 750 - 871

Total innlekkasje	28,5 liter/min.
- innlekkasje pr. 650 - 750	22,9 liter/min.
Netto innlekkasje	5,6 liter/min.
På 121 meter gir dette en innlekkasje på	4,6 liter/min. pr. 100 meter tunnel.

06.06.01

Knut Boge
Knut Boge