

Rapport nr. 67

**Rv 109 Frescoveien - Høyendal
Grunnforsterkning med kalk-
sementpeler. Erfaringsrapport**



Statens vegvesen
Vegdirektoratet

Juni 1995

Østfold

Rv 109 Frescoveien - Høyendal Grunnforsterkning med kalk- sementpeler. Erfaringsrapport

Sammendrag

Statens vegvesen Østfold har benyttet kalksementpeler til grunnforsterkning over en strekning på ca. 500 meter i forbindelse med grøftarbeider for vann- og avløpsanlegg langs Rv 109 i Fredrikstad kommune.

Rapporten sammenfatter resultater og erfaringer fra forundersøkelser, gjennomføring og kvalitetskontroll av arbeidene.

Emneord: *Grunnforsterkning, kvikkleire, kalksementpeler*

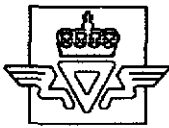
Seksjon: *Laboratorieseksjonen*

Saksbehandler: *Lasse Søndbø*

Dato: *Juni 1995*

Statens vegvesen,
Østfold

Rapporten kan fås ved henvendelse til Veglaboratoriet, Arkivet:
Postboks 8142 Dep, 0033 Oslo. Telefon: 22 07 39 00 Telefax: 22 07 34 44



Fordeling:

RV 109 FRESCOVEIEN - HØYENDAL
GRUNNFORSTERKNING MED KALKSEMENTPELER
ERFARINGSRAPPORT

Oppdrag: Bd 150B
Rapport nr: 2

INNHOLD:

1. INNLEDNING
2. PELEPLAN
3. MARK- OG LABORATORIEARBEID
4. UTSTYR OG GJENNOMFØRING
5. KVALITETSKONTROLL/PRØVEPELER
6. ERFARINGER
7. KONKLUSJON
8. REFERANSER

BILAG:

- Bilag 1: Resultater fra laboratorieforsøk
- Bilag 2: Peleplan, 9 peler i profilet
- Bilag 3: Prinsipp prøvepeler
- Bilag 4: Testresultat prøvepel med tolkning
- Bilag 5: Eks. utskriftskurve over forbruk tilsetningsstoff
- Bilag 6: Eks. peleliste
- Bilag 7: Presentasjon av utførte peler

UTM ref.: PL 117 - 675
Veg-/hovedparsell: Rv 109 Hp 02

Profil 1545 til 2050

RV 109 FRESCOVEIEN - HØYENDAL
GRUNNFORSTERKNING MED KALKSEMENTPELER
ERFARINGSRAPPORT

SAMMENDRAG

Statens vegvesen Østfold har benyttet kalksementpeler til grunnforsterkning over en strekning på ca 500 meter i forbindelse med grøftearbeider for vann-/avløpsanlegg langs Rv 109 i Fredrikstad kommune.

Grunnundersøkelser på området viste meget dårlige grunnforhold med meget bløt leire, vesentlig kvikk, til stort dyp. Alternative løsninger for fremføring av vann-/avløpsanlegget ble vurdert. Etter et større ras hvor også riksvegen gled ut, ble grunnforsterkning med kalkpeler valgt som løsning.

Rapporten sammenfatter resultater fra forundersøkelser med mark- og laboratoriearbeid. Peleplan, kvalitetskontroll og oppfølging av feltarbeidene er beskrevet. Eksempler på dokumentasjon fra entreprenør finnes i bilag.

Som innledning på kalkpelerjobben ble prøvepeler inninstallert. Metode for trekking og tolkningsgrunnlag er presentert.

Vurderinger av entreprenørens utstyr, peleplanen og andre forhold og hensyn omkring arbeidene er omtalt. Erfaringer fra gravearbeidene er vektlagt.

Kalksementstabiliseringen ble utført med godt resultat og til avtalt pris uten spesielle problemer. Anlegget stod selv for oppfølging av arbeidene. Laboratoriseksjonen fungerte som rådgivere etter behov.

1. INNLEDNING

Rv 109 mellom Fredrikstad og Sarpsborg med ÅDT 16000 opprustes til 4-felt veg mellom Frescoveien og Råbekken. Anleggsarbeidene planlegges slutført i 1996. I forbindelse med grøftearbeider for kommunale vann/-avløpsanlegg ble det besluttet å benytte kalkstabilisering til grunnforsterkning over en strekning på 500 meter.

I forbindelse med gravearbeidene fikk man februar -94 et større grunnbrudd i kvikkleire med følge blant annet at riksvegen ble stengt for trafikk i to dager. Utglidningen antas å ha startet i samme område som det noen måneder tidligere gikk ras under prøvegraving. For mer detaljer om bakgrunn for valg av kalkpeling til grunnforsterkning vises til byggemøtereferat.

Etter anbud ble grunnforsterkningsoppdraget gitt til Kristian Olimb A/S ved LC Markteknik AB. Arbeidet ble oppstartet uke 42 og avsluttet uke 49 i 1994. Arbeidene ble gjennomført på 2 skift a 8 timer pr dag med 4 dagers uke.

Fremdriften var vesentlig større enn forutsatt med totalt tilnærmet 5000 m peler pr uke. Totalt ble det satt 5351 peler Ø 800 mm med total borlengde 35334 meter. Totalt forbruk av kalk 578.000 kg og av sement 576.000 kg.

Totalkostnader for jobben eks. moms beløp seg til kr 3.260.000,-. Til fasthetskroll av prøvepeler ble det i tillegg benyttet kr 40.000,-.

Gravearbeidene for grøfta startet opp primo desember. Arbeid utenom grunnforsterkningen ble utført i egen regi. Notatet summerer opp erfaringer med hensyn på forundersøkelser, gjennomføring og oppfølging i forbindelse med arbeidene.

2. PELEPLAN

Anbudsbeskrivelse var utarbeidet av Noteby. Kalkpeling var beskrevet som alternativ til sikring med avstivet spunt. Ved valg av spuntløsning fikk ikke spuntene trekkes med hensyn på setninger/deformasjoner av ledningsanlegget. Terrengavlastning var beskrevet som alternativ på de deler av traseen hvor dette var gjennomførbart med hensyn på eksisterende veger og bygninger. Kombinasjon av kalkpeler og spunt var beskrevet på spesielt vanskelige områder.

Traubunn grøft lå i dybde 3.0 til 3.7 meter. Peleplanen viste grunnforsterkning til 7 m dyp med peler som skulle tangerte hverandre, fasong "løs kulelagring", se vedlegg for prinsipp. Pelene står ikke med inngrep i nabopelen. Valgt pelediameter er 800 mm. Området som skulle stabiliseres var totalt 500 meter langt.

Pelene ble avsluttet i tørrskorpa, minimum 0.5 meter under terreng. Etter justert peleprogramm ble pelene i grøfte-traseen avsluttet ca 0.5 meter over traubunn grøft. Det ble generelt benyttet 9 peler pr. rad i grøftas lengderetning. I et område hvor det tidligere hadde gått ras, ble det benyttet 11 peler i raden.

3. MARK- OG LABORATORIEARBEID

Tidligere prøvetaking viser homogene grunnforhold på strekningen. I forbindelse med hovedplan og detaljplan/byggeplan ble det utført dreiesonderinger, dreietrykksonderinger og totalsonderinger samt vingeboret i flere punkter og tatt opp uforstyrrete prøveserier. Det vises til egne rapporter for mer detaljer.

For stabiliseringsforsøk ble det tatt en uforstyrret prøveserie NGI 54 mm til 7.0 meter i profil 1909 14 V. Prøveserien ble sendt Veglaboratoriet for videre behandling. Rutineundersøkelsene viste udrenert skjærfasthet målt med enaks og konus 5-10 kN/m² under 1.5 meter tørrskorpe. Vanninnhold lå i området 40-60 % og glødetap 2.5 -3.1 %. Analysene viste høyest vanninnhold og også lavest densitet fra 2.5 til 3.5 meter under terreng. Resultatene samenfaller godt med tidligere undersøkelser.

En del av prøven ble tilsatt 5 % kalk i forhold til mengden tørrstoff (tørr densitet). Andre delprøver ble tilsatt totalt 7 % tilsetningsstoffet fordelt 50/50 mellom kalk og sement. Prøvene ble analysert etter henholdsvis 7 og 28 døgn. Oppnådd skjærstyrke etter 7 døgn for prøver med ren kalktilsetning ble $S_u = 20-30$ kN/m². Noe overraskende viste prøvene med ren kalk liten eller ingen fasthetsøkning med tiden. For prøvene med kalk/sement ble det oppnådd økende fasthet med tiden. Oppnådd skjærstyrke varierte forholdsvis mye $S_u = 55- >100$ kN/m² etter 28 døgn.

Til grunn for beregningene i anbudsokumentet med beskrivelse av peleplan var karakteristisk skjærstyrke i pelene satt til 70 kN/m². Beregnete kritiske sirkler lå med vesentlig del av glideflaten i nivå 4-7 meter under terreng. I dette nivået ble oppnådd skjærfasthet etter behandling med 7 % tilsetningsstoff 50/50 kalk/sement vurdert OK. Resultat fra laboratorieanalysene ble også oversendt geoteknisk konsulent for uttalelse.

Ved så store grunnforsterkningsjobber som for Rv 109 burde det nok vært tatt flere prøver for vurdering av optimal mengde tilsetningsstoff. For ren kalktilsetning burde man kanskje valgt henholdsvis 5, 7 og 9 % kalktilsetning. Det kunne også hatt interesse å prøvd ut andre blandingsforhold mellom kalk og sement.

4. UTSTYR OG GJENNOMFØRING

Arbeidene ble gjennomført med en spesialmaskin (Type LPS5). Arbeidet ble utført på to skift med 80 timers

arbeidsuke på maskinen. LC Markteknik benyttet et egenutviklet innblandingsverktøy, LC-verktøyet, som i følge entreprenøren var tilpasset en innblandingshastighet på 80-130 omdreininger pr min og stigehastighet 2.5 cm pr omdreining. Statens vegvesen ba ikke om og fikk heller ikke oversendt dokumentasjon fra entreprenørens egne tester under utviklingen av innblandingsverktøyet.

Statens vegvesen setter generelt krav til omdreiningshastighet 175 omdreininger pr. min. Innblandingsverktøyet er imidlertid ikke standardisert.

Det ble opplyst av entreprenøren på kontraktsforhandlingsmøte at omdreininger og opptrekkshastighet er innbyrdes avhengig. Som en følge av dette vil høy rotasjon gi raskt opptrekk og stor fremdrift hvilket entreprenøren i utgangspunktet vil være interessert i. Vegvesenet aksepterte entreprenørens verktøy sammen med rotasjonshastighet ned mot 100 omdreininger pr minutt.

Maskinen tok seg generelt greit frem på egne belter uten spesielle tiltak. I området hvor det tidligere hadde gått grunnbrudd og vært stor anleggsaktivitet, kom imidlertid ikke maskinen ut i grøftetraseen. Maskinen stod da på siden av grøftetraseen og satte halve pelerekken fra hver side. Dette lot seg gjøre ved hjelp av en forholdsvis lang arm på pelemaskinen. Alle pelene ble satt fra ønsket dybde uten overraskelser i grunnen.

5. KVALITETSKONTROLL/PRØVEPELER

Entreprenøren fremviste dokumentasjon på kalk- og sementsammensetningen. Det ble benyttet Norcem P30 Portlandsement. Kalken var produsert i Polen. Innholdet av CaO var 95 %. Sikteprøve viste at 6.2 % prosent havnet i fraksjonen større enn 0.1 mm mens alt passerte 0.63 mm sikt. Dette var bedre enn kravene i anbudsteksten.

Forbruk tilsetningsmiddel var beregnet til 40 kg tilsetningsstoff pr lm pel, tilsvarende 7 % av leiras tørrstoffinnhold. Krav til avvik i anbuds- teksten var satt pluss/minus 2.0 % for enkeltpeler. Krav var satt til totalt forbruk av tilsetningsmiddel samt til tillatt avvik for den enkelte pel.

Entreprenøren beskrev i sin generelle metode- og anbudsinformasjon en tolerans på avvik tilsetningsmengde på 10 %. På forespørsel under kontraktsforhandlingsmøte ble det opplyst at avviket i praksis vanskelig kan styres så godt at ikke avvik opp mot 10 % kan forekomme lokalt i enkeltpeler. Dette vil lettest skje i nedre deler av pelen før maskinføreren hadde finjustert tilsetningsmengden. Utskriftskurvene fra entreprenør har lagt inn linjer for avvik pluss/minus 10 %.

Vegvesenet vurderte det slik at dersom mengden tilsetningsstoff eksempelvis hadde blitt for stor i nedre deler av pelen, var vegvesenet totalt sett ikke tjent med

at mengden skulle reduseres i øvre del for at toleransekravet totalt for pelen skal overholdes. Optimal mengde tilsetningsstoff, dvs 40 kg pr lm pel, skulle etterstrebtes i hele pelens lengde. Krav til avvik på total mengde forbrukt tilsetningsstoff på jobben som helhet, i forhold til teoretisk beregnet mengde, ble satt til 2 %.

Krav til avvik i ansett var pluss/minus 10 cm, dybde pluss/minus 20 cm og helning 1:50. Disse kravene ble ikke kommentert av entreprenør.

Entreprenøren overleverte etter avtale dokumentasjon på utført arbeide. En egen utskriftskurve, pelediagram, viser kontinuerlig utskrift over medgått mengde tilsetningsmiddel som funksjon av dybden. Forbruket fremkommer som følge av samlet vektreduksjon i tankene for kalk og sement. Utskriften viser også "toleranselinjer" (linjer for 10 % avvik), dato og klokkeslett, dybde pelen er satt til og pelens totale lengde, se eksempel i bilag 5.

Snitt forbruk pr lm pel fremgår av egne utskrifter. Hver utskrift kan relateres til en bestemt pel i henhold til egen peleplan. For eksempler på utskrifter vises til bilag 6.

Etter hvert som dokumentasjon i form av pelediagram forelå ble installerte peler markert på peleplanen. Eksempel i bilag 7 har derimot markert de pelene som ikke er utført.

Det ble utført skjærfasthetsmålinger på 10 peler. Prøvene ble utført 13 døgn etter at pelene ble installert. Testen ble utført ved at en "vinge" (kniv) festet i en wire ble installert under og samtidig med pelen. Under testen 13 døgn etter at pelen ble installert, ble vingen trukket opp gjennom pelen slik at pelene ble "kløvd" i to. Kraften som skulle til for å kløve pelen ble omregnet til skjærfasthet, se eksempel bilag 3.

Resultatene fra prøvepelene ble presentert i egen data-rapport. Skjærfasthetsverdiene ble presentert i tabellform for 2.0 meters intervaller. I dybdeintervallet 2-6 meter viste alle prøvepelene skjærfasthet 80- 300 kN/m². Målte verdier for skjærfasthet i felt ligger tilsynelatende noe høyere enn målte verdier i laboratoriet.

Det fremkommer ingen klar sammenheng mellom oppnådde fasthetsverdier og dybdeintervall. Mer regelmessige variasjoner i oppnådd skjærfasthet kunne man kanskje forventet ut fra forholdsvis regelmessige variasjoner i vanninnhold og egenvekt med dybden. Prøvepelene ble alle installert med 40 kg tilsetningsstoff pr lm tilsvarende øvrige peler.

6. ERFARINGER

Gravearbeidene gikk generelt greit etter kalkstabiliseringen. Noen mindre problemer opplevde man likevel.

Pelene hadde litt forskjellig konsistens. I enkelte områder var de seige, dvs man kunne grave i dem med vanlig spade. I andre områder var de harde og sprø og det var bare mulig å sneie av en bit ved å ramme spaden med stor kraft inn i kanten av pelen. Enkeltpelene var, i den grad det var mulig å bedømme, tilsynelatende homogene. Det kunne sees striper/lag av tilsetningsstoff. Pelene lot seg vanskelig grave med gravemaskin. Dette medførte at graveskråningen ikke ble 1:1 som beskrevet i peleplan, men fikk trappetrinnfasong.

Det var forventet at en pel med 50 prosent kalk ville få en noe gradvis overgang mot omliggende ubehandlet leire (i motsetning til en ren sementpel). Denne effekten ble ikke oppnådd i løpet av medgått tid på 2-3 måneder mellom pelearbeidene og gravearbeidene. Overgangen mot omliggende ustabilisert, bløt leire var markert.

Noen meget få peler synes å "mangle". En forklaring kan være at avviket i avsett har vært noe stort og/eller de kan være skjevt satt. Det er også mulig at tilsetningsstoffet ikke har blitt tilført grunnen på tilfredstillende måte. Slike avvik fremkommer imidlertid ikke på dokumentasjonsutskriftene.

Der pelene ikke var satt tilfredstillende, 3-4 områder, fikk anlegget problemer under gravearbeidene ved at bløt leire fant veien inn mellom kalkpelene og fløt ned i grøften. Det oppstod mindre grunnbrudd ved at innstallerte peler knakk og veltet inn i grøfta. Det var åpenbart at pelene tok små krefter på strekk, dvs de har liten bøyestyrke. Det var tegn til bunnoppresning der avstanden mellom pelene var størst. Vann rant inn mellom pelene i grøfteveggen.

Det gikk et par mindre utglidninger under arbeidene, blant annet raste jordgulvet i en lett garasje ut i grøfta. Dette skjedde i sammenheng med kryssende kabler/ledninger hvor peleplanen måtte avvikes. Følgelig var ikke grunnen stabilisert i tilstrekkelig grad.

Ulesket kalk er etsende. Pelene ble derfor avsluttet 0.5 meter under terreng, eller dypere, for å unngå ukontrollerte utblåsninger. Noe støv er likevel knapt til å unngå ved påfyllinger av tankene og dersom pelene føres noe langt opp mot terreng. Det ble mottatt klage med erstatningskrav for vask fra Monsen Maskin i forbindelse med nedstøving av bygning og utstyr.

Kalkpeler ble satt i avstand inntil 1.6 m fra yttervegg boligblokk. I forkant av arbeidene ble det vurdert å sette i verk tiltak for å hindre at boligblokken løftet seg av lufttrykket nødvendig for utblåsing av tilsetningsstoff. Dette ble ikke gjort, men ytterste rad kalkpeler ble ikke innstallert. Tilfredstillende sikkerhet under utgraving ble ivaretatt ved avlastning samt hurtig og seksjonsvis fremdrift.

Rene kalkpeler har en grovere struktur og er mer permeabel

enn omliggende ustabilisert leire. For kombinasjonspeler med 50/50 kalk-sement er det ikke fremskaffet erfaringsdata om drenerende egenskaper.

Området vurderes som setningsømfintlig med hensyn på drenering av grunnvann. Mulige setninger på nærliggende hus som en følge av grunnvannsdrenering mot ledningsanlegget ble vurdert på et tidlig planstadium. Ledningene nedstrøms det kalkstabiliserte området er planlagt med tetningsbarrierer uavhengig av kalkpelerjobben. Terrenget er tilnærmet flatt i ledningens lengderetning.

Om tetningsbarrierene fungerer etter hensikten, antas at vannet vanskelig kan drenere ut av det kalkstabiliserte området. Mulighetene for mer permanent grunnvannsenking som følge av kalkstabiliseringsjobben ble vurdert som liten. Det ble ikke tatt spesielle forholdsregler med tanke på drenering i forbindelse med kalkpelerjobben.

Hydrauliske poretrykksmålere er plassert regelmessig langs hele strekningen fra Frescoveien til Høyendal. Bl.a. ved boligblokken nevnt ovenfor, er det plassert en poretrykksmåler. Denne måleren viser normalt et poretrykk varierende mellom terrengnivå og inntil ca 15 cm poreovertrykk. Umiddelbart etter at grunnforsterkningen var gjennomført viste måleren et overtrykk på 73 cm. Poretrykksreduksjon over tid ble imidlertid ikke fulgt opp.

Gravearbeidene ville gått lettere om pelene hadde blitt satt tett i tett og sideforskjøvet, prinsipp tettete kulelagring. Prinsipp tettete kulelagring anbefales for senere, tilsvarende jobber.

Med tanke på rask og enkel graving, burde pelene også stått i inngrep med naboplene, dvs med overlapp. Peler i inngrep ville medført noe flere kalkpeler på samme areal og således økt kalkpelkostnadene. Om de økte kostnadene eventuelt kunne vært spart inn ved hurtigere fremdrift, er ikke vurdert. Overlapping kan i praksis bli noe usikker da entreprenøren hadde problemer med kravet til ansett på pluss/minus 10 cm. Nabopel i inngrep må eventuelt innstalleres uten lengre opphold etter første pel, før denne oppnår betydelig fasthetsøkning.

Anlegget var meget godt fornøyd med entreprenørens bemanning og utstyr. Mye av utstyret var selvutviklet på grunnlag av entreprenørens erfaringer.

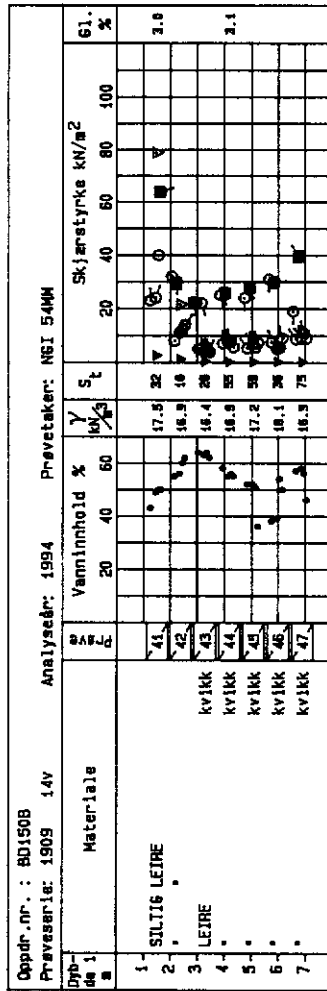
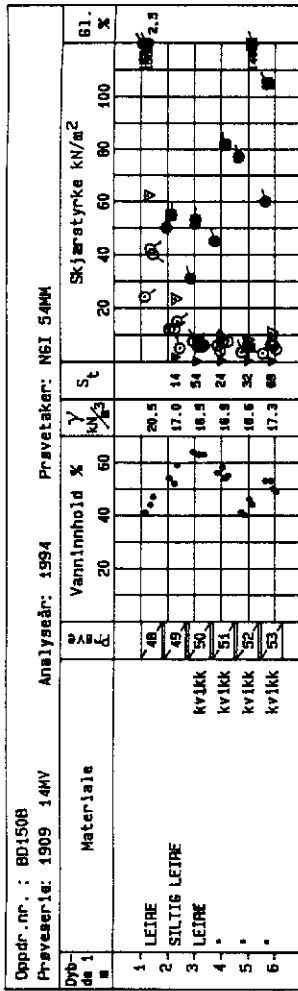
7. KONKLUSJON

Kalk/sementstabiliseringen av grunnen ble gjennomført med godt resultat. VA- grøfter, inntil 3.7 meter dype, kunne anlegges tilnærmet problemfritt i et ellers "umulig område" med tanke på vanskelige grunnforhold.

8. REFERANSER

Rv 109 Byggemøtereferater 1-20, SvØ
Notat fra kontraktsforhandlingsmøte, SvØ
Byggemøter for kalk/sementstabilisering 1-5, SvØ
Anbudsbeskrivelse med tegninger, Østlandskonsult
Byggeplan m/anbudsdokumenter, notat RIG 05, Noteby
Byggeplan m/anbudsdokumenter, notat RIG 08, Noteby
Geoteknisk rapport Bd150 b, rapport nr. 1, SvØ
Kvalitetsplan, LC Markteknik A/B
Provning av kalkpelare, rapport nr 1, LC Markteknik AB

Kalkstabiliseringsforsøk		Sement		Kalk		Oppinnellig Su		Etter 7 dagn		Etter 28 dagn	
Oppdrag nr.	Dybde (mm)	(%)	(%)	(%)	Su (kPa)	Def. (%)	Su (kPa)	Def. (%)	Su (kPa)	Def. (%)	
41b	1,2	5	23	5	63	9	64	9	9		
41d	1,4		24	6							
41e	1,7		40	10							
42b	2,1	5	8	7	32	12	30	15	15		
42d	2,3		11	6							
42e	2,5		12	7							
43b	3	5	5	7	22	15	22	14	14		
43d	3,2		4	5							
43e	3,4		4	5							
44b	4	5	7	5	25	14	26	15	15		
44d	4,2	5	7,5	4	4	65	9	9	9		
44e	4,4		8	4							
45b	4,6	5	5,2	3	24	15	28	14	14		
45d	4,8		7	3							
45e	5,2		5,5	3							
46b	5,7	5	7,5	4	31	15	30	10	10		
46d	5,9		5	4							
46e	6,2		5,5	6							
47b	6,7	5	8,7	3	19	15	40	3	3		
47d	6,9		9	3							
47e	7,1		11	4							
48b	1,1	3,5	24	8	153	3	155	3	3		
48d	1,3		42	8							
48e	1,6		40	12							
49b	2	3,5	12	8	50	6	55	5	5		
49d	2,3		12	8							
49e	2,5		15	8							
50b	2,9	3,5	7,5	4	31	4	53	5	5		
50d	3,1		5,5	4							
50e	3,3		5,5	4							
51b	3,8	3,5	6	5	45	4	82	4	4		
51d	4,1		4	4							
51e	4,3		7,5	4							
52b	4,7	3,5	3,5	4	77	4	146	4	4		
52d	5,1		5,5	5							
52e	5,3		5,5	3							
53b	5,7	3,5	3	1	60	4	105	3	3		
53d	5,9		6,2	4							
53e	6,1		6	4							

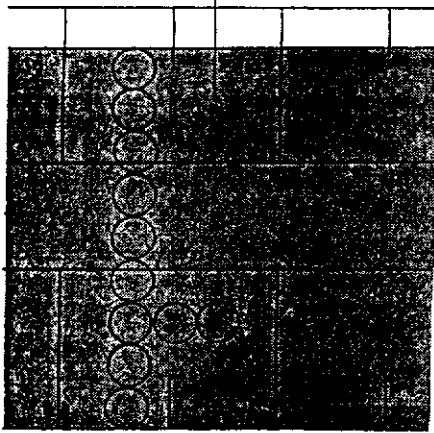


RESULTATER LABORATORIEFORSØK

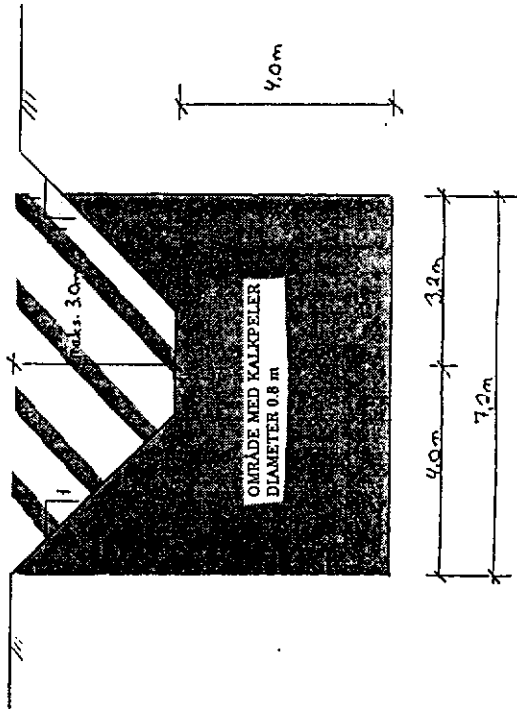
Tabellen til venstre viser oppnådde skjærfasthetsverdier etter 7 og 28 dagn for henholdsvis 5 % kalktilsetning og for 7 % tilsetningsstoff 50/50 kalk/sement.

Laboratorieresultatene er også presentert visuelt i borprofil. Det øverste profilet viser oppnådde resultater med 50/50 kalk/sement, og det nedre 5 % kalktilsetning. Oppnådde verdier etter stabilisering er presentert med utfylte, sorte symbol. Resultater etter 28 dagn er symbolisert med firkanter.

ROLVSØYVEIEN



PLAN



SNITT

ANMERKNING

FORUTSATT SKJERSTYRKE I KALK/CEMENTPELENE ER 70 kN/m².
 GRAVESKRÅNINGEN KAN TILPASSES HOMOGENITETEN I KALK/CEMENTPELENE,
 IKKE BRATTER ENN 2:1. AVGJØRES PÅ STEDET.
 FOR GENERELLE KRAV TIL UTGRAVINGEN VISES TIL SIDE A7 I ANBUDET.

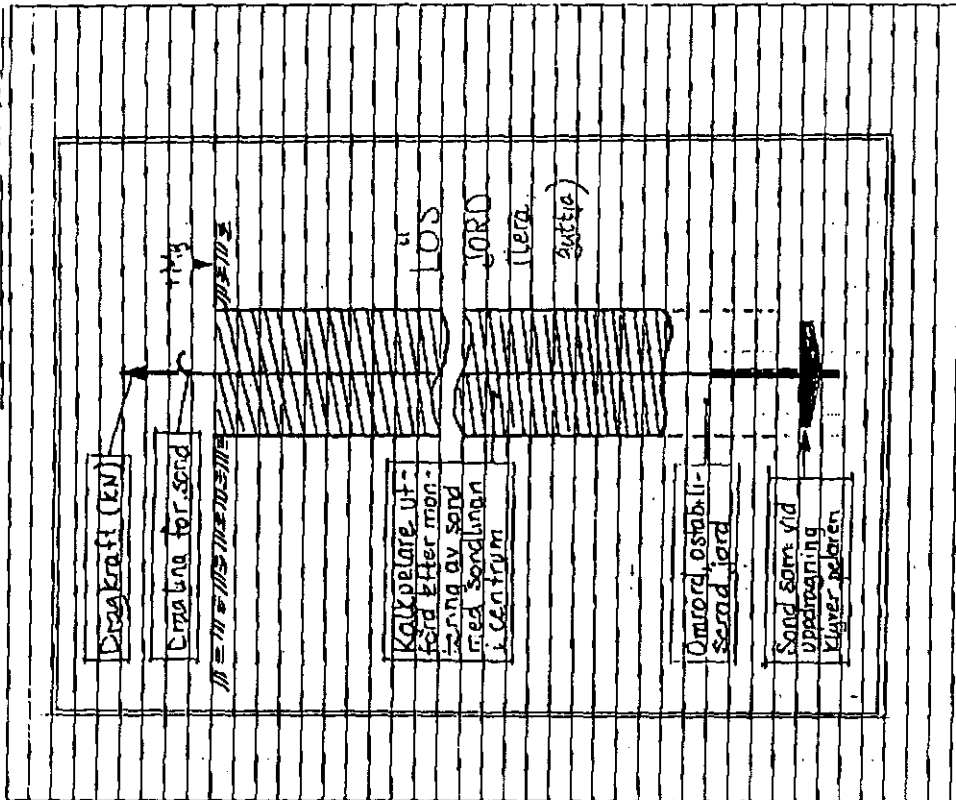
REV.	REVISJONEN GJELDER	SIGN.	LESTOKK	DATE	TEGNET
	PRINSIPP SIKRING AV LEDNINGSTRACE VED BRUK AV KALK/CEMENTPELER, OMRÅDENE DER DET HAR GÅTT GLIDNINGER (VED CA. PEL 1800 OG VED CA. PEL 2000)		1:100		KONTR.
	STATENS VEGVESEN ØSTFOLD 4-FELTS VEG FRESKOVEIEN - RÅBEKKEN PARSELL FRESKOVEIEN				DATE
				ERST. FOR	TECH. NR.
					REV.



41239

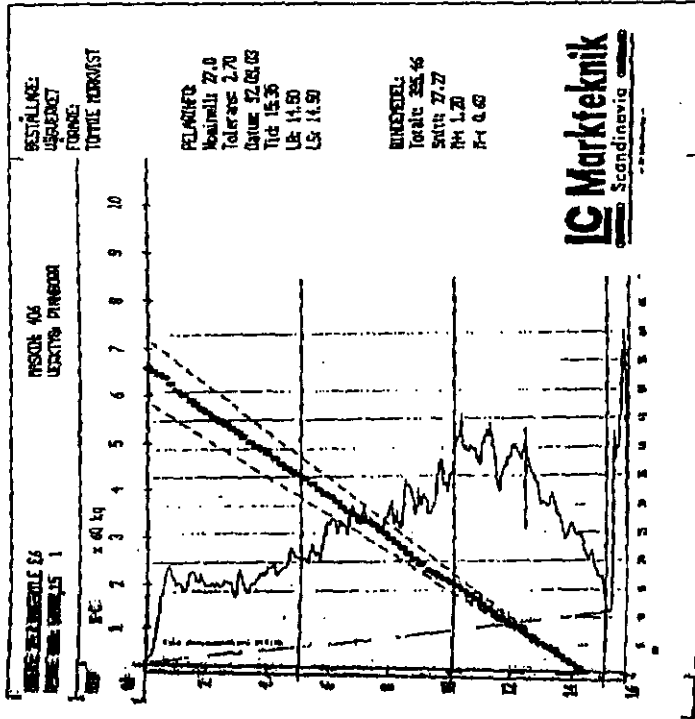
OPPGANG NR.

REV.



Figur 1

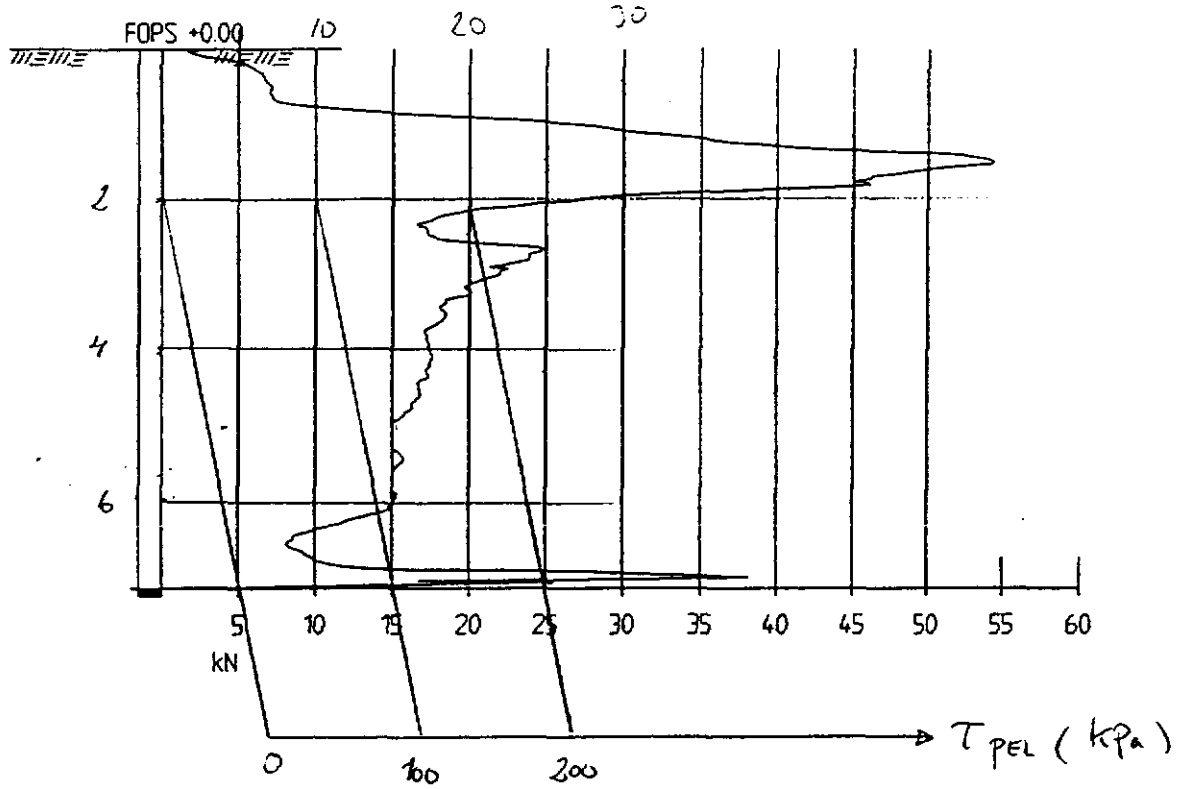
Principiellt förfarande vid FOPS-provning



Figur 1

FOPS-diagram. Utmatad mängd bindemedel (grovmärkt kurva, övre skalan) motsvarande sonderingsmotstånd i KN (nedre skalan). Efter reduktion för friktion (sned streckad linje vänster sida) är pelarens skjuthållfasthet direkt proportionell mot sondmotståndet. Pelarens ålder två dygn.

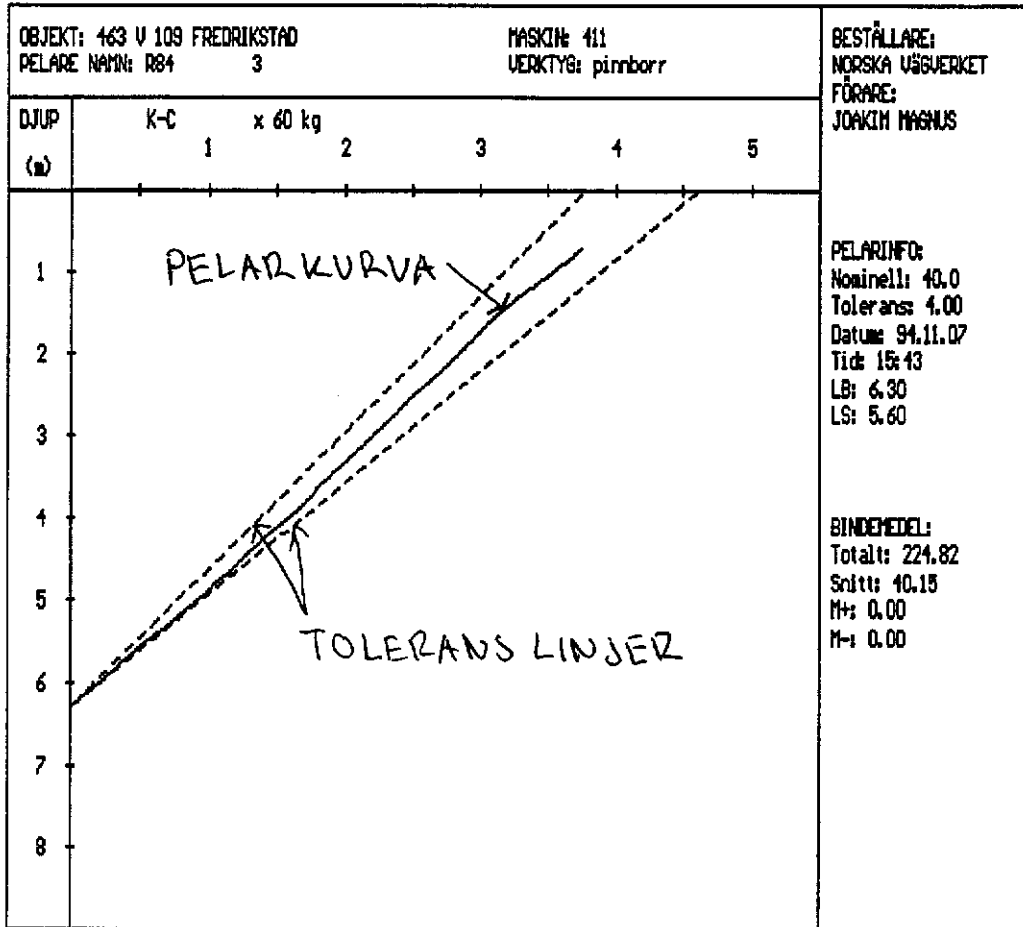
FOPS 3



REG.	ANT.	REGISTRERINGEN AVSER	SIGN.	DATUM

Fällarbeten: FORSGREN KONSULTBYRÅ, I Hults Sörgårdsav. 17, 436 44 Askim Tel: 031-285883 Bitel: 010-2345883		FREDRIKSTAD OMVÄND KALKPELARSONDERING PELARE FOPS 3 UNDERSÖKNINGSDATUM: 1994-11-08	
Uppritning: KM KJESSLER & MANNERSTRÅLE AB INGENJÖRER ARKITEKTER EKONOMER Lilla Bommen 3, Box 331, 401 25 Gbg Tel: 031-771 49 00		SKALA 1:100	
RITAD	KONSTRUERAD	GRANSKAD	UPPDRAG
AA			666335/01
GÖTEBORG 1994-11-11		KOD TYP POS	RITINGSNUMMER G3 REG.

EXEMPEL PÅ PELARDIAGRAM



PELARLISTA 94.12.10 08:56
 ARBETSPLATS: 463 - V 109 FREDRIKSTAD
 MASKIN: 411

MASKIN

ARBETSPLATS

PELARNAMN	LB	LS/KG
4 R51	1	6.7 42.3
6 R51	2	6.7 40.5
3 R51	3	6.7 39.7
- R51	4	6.7 43.2
4 R51	6	6.7 41.1
1 R51	7	6.7 40.5
1 R51	8	6.7 44.0
- R51	9	6.7 39.9
4 R51	10	6.7 42.5
6 R51	11	6.7 39.9
3 R50	11	6.7 39.7
- R50	10	6.7 42.9
4 R50	9	6.7 40.9
1 R50	8	6.7 40.8
1 R50	7	6.7 40.1
- R50	6	6.7 41.5
4 R50	5	6.7 38.8
6 R50	4	6.7 40.6
3 R50	3	6.7 41.6
- R50	2	6.7 44.8
4 R50	1	6.7 43.6
1 R49	1	6.7 42.6
1 R49	2	6.7 43.3
- R49	3	6.7 41.5
4 R49	4	6.7 42.4
6 R49	5	6.7 41.6
3 R49	6	6.7 42.9
- R49	7	6.7 39.2
4 R49	8	6.7 41.9
1 R49	9	6.7 41.3
1 R49	10	6.7 39.3
- R49	11	6.7 39.8
4 R48	11	6.7 38.4
6 R48	10	6.7 38.6
3 R48	9	6.7 40.4
- R48	8	6.7 37.9
4 R48	7	6.7 39.2
1 R48	6	6.7 41.7
1 R48	5	6.7 42.2
- R48	4	6.7 42.6
4 R48	3	6.7 40.4
6 R48	2	6.7 39.2
3 R48	1	6.7 41.5
- R47	1	6.7 38.9
4 R47	2	6.7 39.8
1 R47	3	6.7 39.5
1 R47	4	6.7 42.2
- R47	5	6.7 39.8
4 R47	7	6.7 41.3
6 R47	8	6.7 40.3
3 R47	9	6.7 40.9

SKALL VARA KG/LS

LB = LÄNGD BORRAD

LS = LÄNGD STABILISERAD

KG/LS = VERKLIGT UTFÖRT

NOM KG/LS = 40 ± 10%

— En 80x lösnings —

R 201

PEL 1105,3



Pelare utförd enl. handling.

PEL 1106,9



Pelare ej utförd p.g.a. hinder.

R 210

PEL 1111,7

R 220

R 230

CL

R 240

PEL 1135,5



CL

PEL 1140,3

R 250

I. Skara 0011752 00

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11