

Jernbaneverket, Hovedkontoret  
att: Ivar Ness  
Pb 1162 Sentrum Øst  
0107 Oslo

<b>JERNBANEVERKET</b>		kon.kodo
<b>31 JAN. 2005</b>		
Sak/Doknr.	25/526	
Arkivbet.	SJS 716	

Rambøll Norge AS

Torgeir Vraas plass 4  
Pb 2394 Strømsø  
N-3003 DRAMMEN  
Tlf +47 32 25 45 00  
Fax +47 32 25 45 01

www.ramboll.no

Dato  
2005-01-28

Vår ref.  
RSO

Deres ref.

## Undergang for gang- og sykkelveg ved Sørumsand, Oslo - Kongsvinger km 36,9

Sørums kommune planlegger å bygge undergang for gang- og sykkelveg mellom barneskole og idrettsplass på Sørumsand. Undergangen ønskes bygget som prefabrikkert kulvert etter Jernbaneverkets standard tegninger jfr vedlagte tegninger.

Elementene planlegges produsert hos Loe Betongelementer AS. Vuter i hjørner er 150x150, dvs noe mindre enn angitt på Jernbaneverkets tegninger. Til tross for dette er tverrsnittstykkelsen større i vuten enn for veggene og vi anser derfor at endringen er uten betydning. Kopi av leverandørens tegning er vedlagt.

Vi legger for ordens skyld til at det er anmodet om togstans den 18.06.05-19.06.05 og påfølgende helg.

Vi ber på vegne av Sørums kommune om Jernbaneverkets godkjenning jfr JD525.

Med vennlig hilsen  
Rambøll Norge AS

  
Runar Sørensen

Vedlegg:  
Tegningene: K101, K102, K103  
Leverandørens tegning: 01 datert 12.01.05  
Statistiske beregninger datert 22.12.04

Kopi m/vedlegg til:  
Sørums kommune v/Terje Stigen Pb 133, 1921 Sørumsand  
Jernbaneverket Utbygging v/Roar Johansen Pb 2540 Strømsø, 3003 Drammen  
Jernbaneverket Region Øst v/Hans Petter Krane Pb 1162 Sentrum, 0107 Oslo

# KOORDINATER

	X	Y
1	X= 220834.988	Y= 28706.164
2	X= 220840.457	Y= 28701.795
3	X= 220833.583	Y= 28704.406
4	X= 220839.053	Y= 28700.037
5	X= 220841.861	Y= 28703.553
6	X= 220836.392	Y= 28707.922
7	X= 220827.174	Y= 28703.867
8	X= 220839.943	Y= 28693.668
9	X= 220848.270	Y= 28704.892
10	X= 220835.502	Y= 28714.292

KONGSVINGER  
(FETSUND)

↑ C-K102

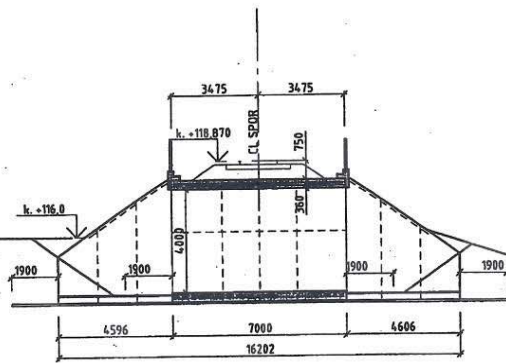
OSLO  
(SØRUMSAND)

↑ C-K102

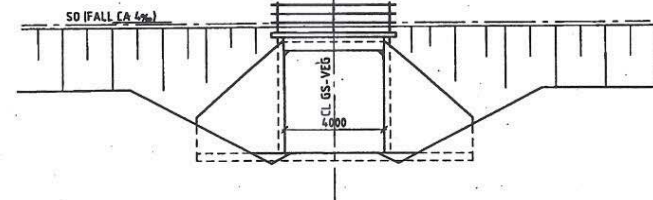
↑ D-K102

GJERDE

PLAN  
1:100



LENGDESNIITT  
1:100



SNITT A-A  
1:100

DOKUMENTASJONSTEINGNING  
ARBEIDSTEINGNING  
ANBUDESTEINGNING  
ANMELDELSESTEINGNING  
FORELØPIG TEINGNING

ANH:  
KULVERT- OG STØTTEMURSELEMENTER  
BYGGES SOM STANDARD ELEMENTER ETTER  
JERNBANEVERKETS TEINGNINGER NR:

Bk.1541.11 A  
Bk.1541.12 A  
Bk.1541.13 A  
Bk.1541.14 A  
Bk.1541.15 C  
Bk.1541.16 C

PROJEKT NR.	TEK. NR.
244046	K101

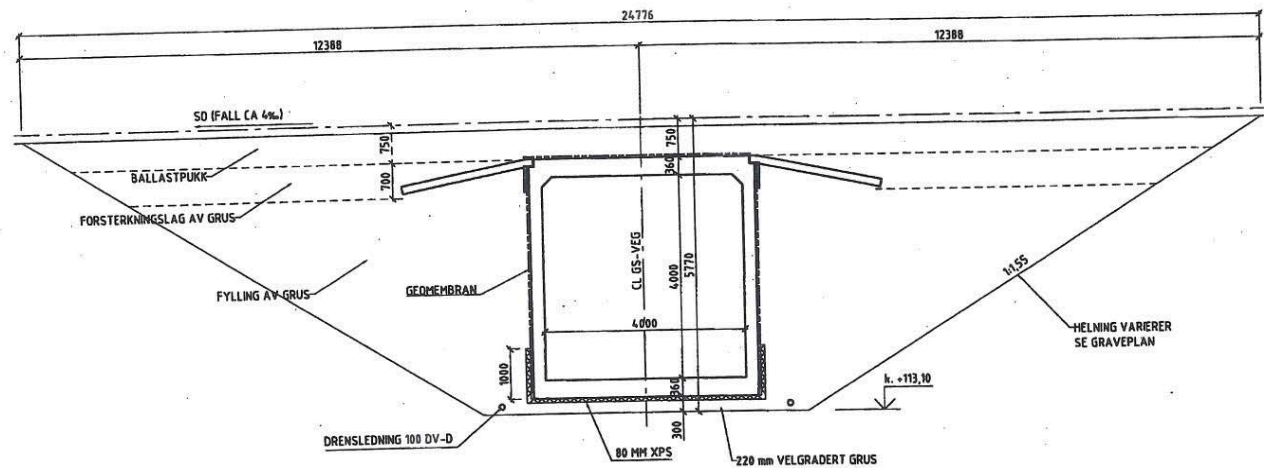
SØRUMSAND SKOLE  
SØRUMSAND KOMMUNE

OPPGITT SKALA GJELDER A1

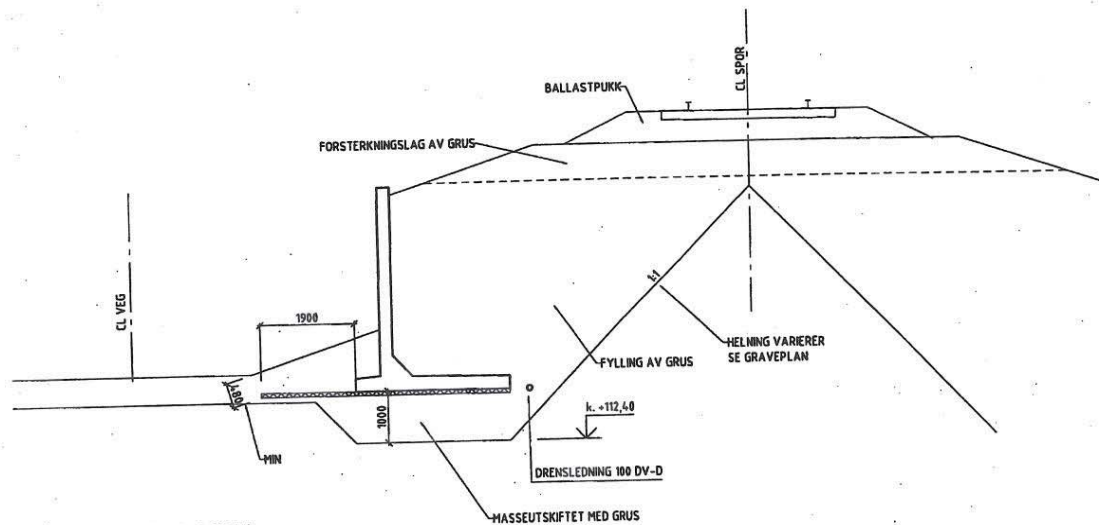
UNDERGANG FOR GS-VEG V/SØRUMSAND  
OSLO - KONGSVINGER 36,9 km  
OVERSIKT 4x4 m TVERRSNITT

RAMBOLL

Ramboll Norge AS Buskerud / Vestfold	Div. Bru og Anlegg
TEK. NR. 244046	TEK. NR. K101
PROJEKT NR. 244046	TEK. NR. K101



SNITT C-C (K101)  
1:50



SNITT D-D (K101)  
1:50

DOKUMENTASJONSTEKNING  
 ARBEIDSTEKNING  
 ANBUDESTEGNING  
 ANMELDSELSTEKNING  
 FORELØPIG TEKNING

ANM:  
 KULVERT- OG STØTTEMURSELEMENTER  
 BYGGES SOM STANDARD ELEMENTER ETTER  
 JERNBANEVERKET'S TEKNISKE NR.

Bk.154.1.11 A  
 Bk.154.1.12 A  
 Bk.154.1.13 A  
 Bk.154.1.14 A  
 Bk.154.1.15 C  
 Bk.154.1.16 C

PROJEKT NR.	TEK. NR.	REV.
244046	K102	

SØRUMSAND SKOLE  
 SØRUMSAND KOMMUNE

OPPGITT SKALA GJELDER A1

UNDERGANG FOR GS-VEG V/SØRUMSAND  
 OSLO - KONGSVINGER 36,9 km  
 SNITT 4x4 m TVERRSNITT

RAMBOLL			
Ramboll Norge AS Buskønd / Vestfold		Div. Bru og Anlegg	
PROJEKT NR.	TEK. NR.	REV.	REV.
244046	K102		



# Statiske beregninger---

Sørum kommune

Undergang for gs-veg ved Sørumsand,  
Oslo-Kongsvinger km 36,9

(Rev. 0)

2005-01-25

# Undergang for gs-veg ved Sørumsand, Oslo-Kongsvinger 36,9

Statiske beregninger

Oppdragsnr.: 244046

Oppdragsgiver: Sørums kommun  
Oppdragsgivers repr.: Terje Stigen

Oppdragsleder Rambøll: Runar Sørensen  
Medarbeider: Geotekniker Harald Jensen

Rev.	0
Dato	2005-25-01
Utarb.	RS
Kontroll	<i>[Signature]</i>
Godkjent	<i>[Signature]</i>

Antall sider:  
Rapport  
Vedlegg

5  
2

Rambøll Norge AS  
Torgeir Vraas plass 4  
Pb 2394 Strømsø  
N-3003 DRAMMEN  
[www.ramboll.no](http://www.ramboll.no)



## **Innhold**

<b>1.</b>	<b>Bakgrunn.....</b>	<b>4</b>
1.1	Generelt.....	4
1.2	Tegninger.....	4
1.3	Grunnforhold .....	4
<b>2.</b>	<b>Statistiske beregninger .....</b>	<b>5</b>
2.1	Generelt.....	5
2.2	Kontroll av støttemur på leire.....	5

## **Tegninger**

Se pkt 1.2

## **Vedlegg**

Notat Geo 01	datert 01.12.04
Bergning støttemur	datert 23.01.05

## 1. Bakgrunn

### 1.1 Generelt

Denne rapporten gjelder ny undergang under jernbanen for gang- og sykkelveg ved Sørumsand idrettspark, Oslo-Kongsvinger km 36,9. Undergangen inngår i infrastrukturen til ny barneskole og skal i første rekke sikre persontrafikk mellom skolen og idrettsplassen. Undergangen bygges som prefabrikkert kulvert etter Jernbaneverkets tegninger.

Sørums kommun v/prosjektleder Terje Stigen er tiltakshaver.

### 1.2 Tegninger

Jernbaneverkets tegninger:

- Bk 1541.11 A - Elementkulvert, BxH = 4,00 x 4,00
- Bk 1541.12 A - Elementkulvert, BxH = 4,00 x 4,00, armering
- Bk 1541.13 A - Kantbjelke for elementkulvert, BxH = 4,00 x 4,00
- Bk 1541.14 A - Rekkverk for elementkulvert, BxH = 4,00 x 4,00
- Bk 1541.15 C - Vingemur for elementkulvert, BxH = 4,00 x 4,00
- Bk 1541.16 C - Vingemur for elementkulvert, BxH = 4,00 x 4,00, armering

Konstruksjonstegninger utarbeidet av Rambøll:

- K101 - Oversikt
- K102 - Snitt
- K103 - Graveplan

### 1.3 Grunnforhold

Det er foretatt grunnundersøkelser jfr notat (Geo 01) datert 01.12.04. Notatet er vedlagt (vedlegg 1).

Av rapporten fremgår det at original grunn består av middels fast til fast leire, med 2-2,5 m tykt lag av siltig tørrskorpeleire.

Det er gjennomført en egen vurdering (se vedlegg 3) av setningene som følge av 1 m grunnvannsenkning. Av denne fremgår det at setningene er moderate 1-2 cm/m senkning. Drensledning plasseres under gulv kulvert slik at grunnvannsenkningen pga drenering blir ca 1,5 m, dvs maksimalt 3 cm setning.



## 2. Statiske beregninger

### 2.1 Generelt

Statiske beregninger av elementkulverten er utført av Jernbaneverket. Løsningen er standardisert og det er i utgangspunktet ikke nødvendig med beregninger utover det som allerede er utført.

For støttemursegmentene har Jernbaneverket imidlertid forutsatt ikke dårligere grunn enn sand (under såle). I dette tilfellet fremgår det av grunnundersøkelsene at massene består av leire, dvs dårligere grunn enn forutsatt av Jernbaneverket. Nedenfor er det derfor gjennomført en kontroll der det forutsettes utskiftet 1,0 m under såle.

### 2.2 Kontroll av støttemur på leire

Det fremgår av tegning Bk. 1541.15 C at støttemuren er stabil med fast sand under sålen og grus/pukk bak muren.

Dersom det forutsettes lastspredning 2:1 ned til halve høyden av støttemuren tilsvarer dette en vertikal last på ca 20 kN/m<sup>2</sup> når det tas utgangspunkt i en trafikklast på 110 kN/m [110/(4,85/2 + 2,5)]. Som det fremgår av vedlagte (vedlegg 2) støttemurberegning tilsvarer belastningen fra 20 kN/m<sup>2</sup> på terreng omtrent murens kapasitet (jevnt horisontaltrykk). Vi antar derfor at dimensjonerende belastning ikke er større enn dette og kontrollerer kapasitet i grunnen for denne lasten (se nedenfor).

Virkningen av 1,0 m masseutskifting under såle kontrolleres i samsvar med Statens vegvesens håndbok HB016.

Forutsatt  $S_u = 40$  kPa jfr geoteknisk notat (leire middels fast til fast  $S_u = 40-60$  kPa).  
Dimensjonerende skjærspenning:  $\tau_d = 40/1,75 = 22,9$  kPa  
Dimensjonerende vertikalspenning  $\sigma_v = 4,0 \times 22,9 + 1,5 \times 18 = 118$  kPa (se HB 016 side 174).

Håndbok 016 s 243 gir:

$$q_{vmod} = 137,1/(1 + 1,0/2,66) + 1,0 \times 18 = 117 \text{ kPa} < \sigma_v, \text{ dvs ok}$$

Verdier for grunntrykk og effektiv sålebredde før det tas hensyn til masseutskiftingen er hentet fra vedlegg 2. ✓

Midlere ruhet for masser under såler er tilstrekkelig liten også uten hensyn til masseutskifting, dvs nærmere vurdering er ikke nødvendig.

Standart elementer for støttemur jfr tegning Bk.1541.15C har tilstrekkelig kapasitet dersom det foretas masseutskifting med grus til 1,0 m under sålen. ✓



# Notat



RAMBØLL

Oppdrag: Undergang for gang- og sykkelveg ved Sørumsand idrettspark.  
Tema: Grunnundersøkelser. Beskrivelse av grunnforhold.  
Oppdragsgiver: Sørum kommune  
Notat nr.: Geo 01

Rambøll Norge AS

Engebrets vei 5  
Pb 427 Skøyen  
N-0213 OSLO  
Tlf +47 22 51 80 00  
Fax +47 22 51 80 01  
Tlf dir +47 22 51 81 89

www.ramboll.no

Dato  
2004-12-01

Vår ref.  
244046A / HRJ

Deres ref.

Til: Sørum kommune v/Terje Stigen, pb 113, 1921 Sørumsand.  
Kopi til: Rambøll v/Runar Sørensen, Drammen  
Fra: Rambøll, avd. Geo, Oslo

## Grunnundersøkelser.

### 1.1 Innledning.

Det skal etableres undergang for kommunal gang- og sykkelveg under Kongsvingerbanen ved Sørumsand idrettspark. Rambøll er engasjert for å utarbeide forprosjekt og byggeplan for undergangen.

Dette notat presenterer resultatene fra grunnundersøkelser utført for prosjektet, samt gir en beskrivelse av grunnforholdene på stedet.

### 1.2 Undersøkelser.

#### Tidligere undersøkelser.

Kommunen har tidligere utført grunnundersøkelser for skolebygg og barnehage på et område syd for planlagt undergang, samt for vegen fra undergangen. Nærmeste undersøkelsespunkt er ca 100 meter sydøst for undergangen. Resultatene er gitt i rapport 02019-01 datert 13.11.2002 fra Siv. ing. Per Øvind Fredheim, Oslo.

#### Nye undersøkelser.

De nye feltundersøkelsene er utført av Mesta AS i oktober-november 2004 og omfatter totalsondering i 2 punkter, prøvetaking i 2 punkter og måling av grunnvannstanden i ett punkt (ved hjelp av en hydraulisk poretrykkmåler). Ekstra avlesning av grunnvannstanden er utført 10.11., 19.11. og 29.11.2004.

Boringene er utført i påvist senterlinje for undergangen. Punkterne er innmålt i forhold til skinnegangen og terrengnivå er bestemt ved nivålement med utgangshøyde fra overkant jernbaneskinne, med valgt høyde = kote 100.

Sonderboringene er ført til antatt fjell i dybder 10,6 og 6,9 meter under terreng. I tillegg er det boret henholdsvis 0,3 og 0,1 meter i antatt fjell. (Da fjellnivå i dette tilfellet har liten betydning for prosjektet, er vanlig kontrollbøringsdybde i fjell sløyfet).

I borpunkt 1 er prøvetaking utført til dybde 9,1 meter. Det er tatt opp 2 stk. representative prøver og 5 stk. uforstyrrede sylinderprøver. Den andre prøvetakingen er utført som skråboring i nedre del av jernbanefyllingen og under denne, med opptak av 6 stk. representative prøver. Det ble ikke gitt tillatelse



til boringer høyere oppe i fyllingen på grunn av kabeltraséer. I motstående fyllingsskråning er prøvegraving med spade utført til dybde ca. 0,5 meter.

Laboratorieundersøkelser av representative prøver er utført av Løvlien Georåd AS, Hamar, mens uforstyrrede prøver er undersøkt ved laboratorium for geoteknikk ved NTNU, Trondheim.

#### Resultater.

Beliggenhet av undersøkelsespunktene fremgår av kartutsnittet i bilag 1 og profilet i bilag 2. Resultatene fra totalsonderingene er gitt i bilagene 3 og 4, mens resultatene fra laboratorieundersøkelsene er gitt i bilag 5 (prøvebeskrivelse, vanninnhold, romvekt og styrke) og bilag 6 (2 stk kornfordelingsanalyser fra skråboringen). En generell beskrivelse av undersøkelsesmetodene er gitt i tilleggene I og II.

### 1.3 Grunnforhold.

#### Terreng.

Jernbanen ligger på fylling i slakt hellende terreng, med terrengnivå ifølge kartet på henholdsvis ca. kote 114 – 116 inntil fyllingen. Jernbanesporet ligger ifølge kartet på ca. kote 119 i krysningspunktet for kulverten.

#### Løsmasser.

Original grunn består av middels fast til fast, lite sensitiv leire, med et øvre 2-2,5 meter tykt lag av siltig tørrskorpeleire. Leiren er lagdelt med tynne siltlag.

Jernbanefyllingen antas, ifølge skråboringen i nedre kant av fyllingen samt prøvegraving til dybde ca. 0,5 meter i motstående fyllingsskråning, å bestå av siltige til sandige materialer. Fyllingsoverflaten er dels dekket av ballastpukk.

#### Grunnvann.

Grunnvannstanden er målt til ca. 1,4 meter under terreng (29.11.2004) ved borpunkt 1 (sydøst for jernbanefyllingen). Terrengnivå ved borpunkt 1 ligger ca. 1,7 meter høyere enn på motstående side av fyllingen. Grunnvannstanden kan variere over tid, avhengig av nedbør og årstider.

#### Fjell.

Dybden til antatt fjell er 10,6 meter i borpunkt 1, og 6,9 meter i borpunkt 2.

Med vennlig hilsen  
Rambøll Norge AS

  
Harald Ragnar Jensen

### Vedlegg

Bilag 1: Kartutsnitt, M=1:2000, med borpunkter.

Bilag 2: Profil, M=1:100, med oversikt borpunkter og poretrykmåler.

Bilag 3: Totalsondering, borpunkt 1.

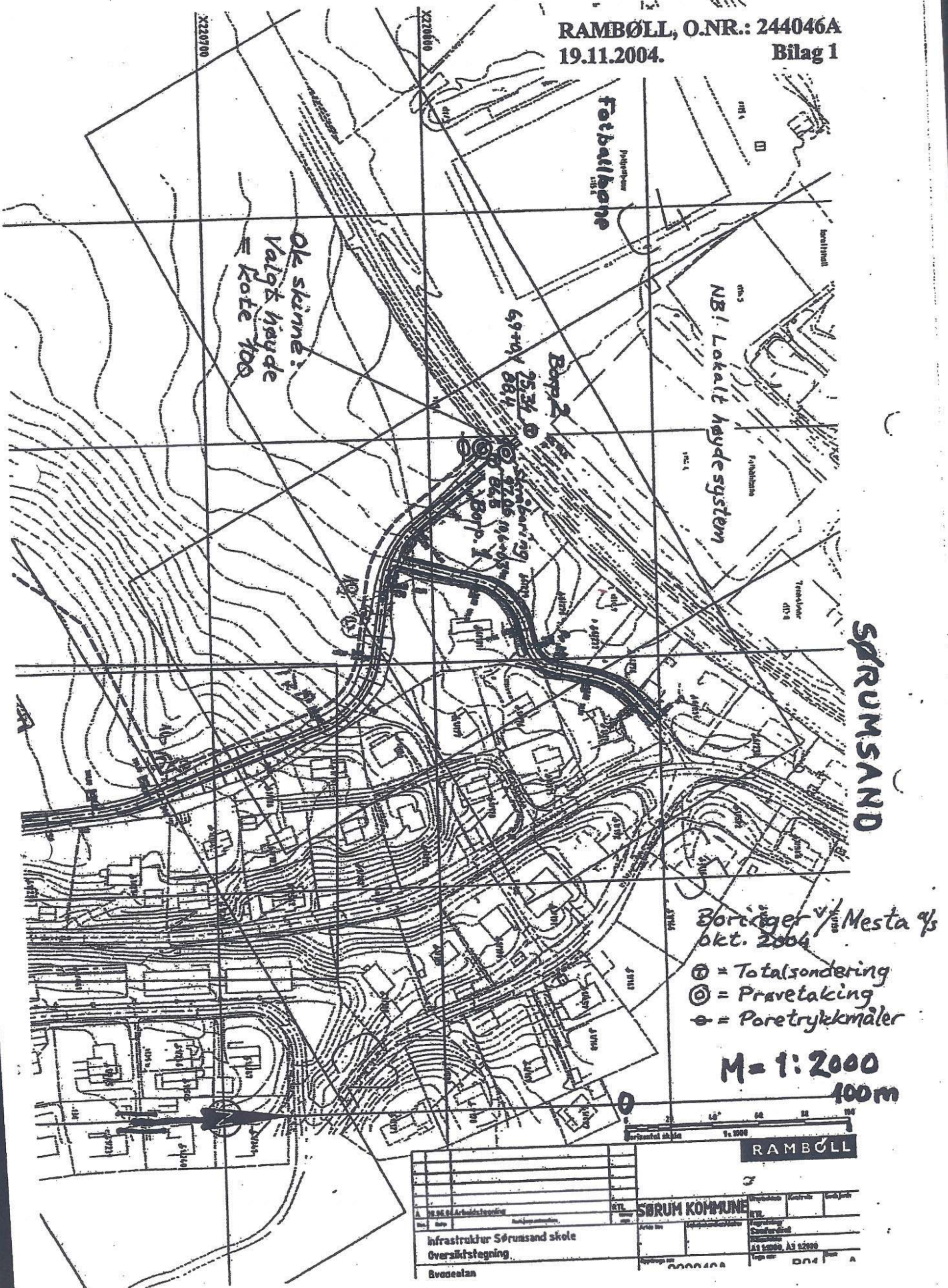
Bilag 4: Totalsondering, borpunkt 2.

Bilag 5: Borprofil fra prøvetaking i borpunkt 1 samt fra skråboringen.

Bilag 6: Kornfordeling, 2 prøver fra skråboringen.

Tilleggene I og II: Generell beskrivelse av undersøkelsesmetodene og forklaring til jordartsbetegnelse.







# G-S Undergang Sorumsand

Profil med grunnundersøkelser

M = 1:100

Boringer Vesta as

Okt. 2004

Nov. 2004

NB!  
VALGT  
HØYDE

Topp skinn  
fiksert høyd = 100.0

Topp rør 98.18m

Skra-  
boring

HSG  
V-gående

Hull 1

97.6m

1

2

3

4

5

6

7

8

9

10

11

12

13

14

15

16

17

18

19

20

21

22

23

24

25

26

27

28

29

30

31

32

33

34

35

36

37

38

39

40

41

42

43

44

45

46

47

48

49

50

51

52

53

54

55

56

57

58

59

60

61

62

63

64

65

66

67

68

69

70

71

72

73

74

75

76

77

78

79

80

81

82

83

84

85

86

87

88

89

90

91

92

93

94

95

96

97

98

99

100

101

102

103

104

105

106

107

108

109

110

111

112

113

114

115

116

117

118

119

120

121

122

123

124

125

126

127

128

129

130

131

132

133

134

135

136

137

138

139

140

141

142

143

144

145

146

147

148

149

150

151

152

153

154

155

156

157

158

159

160

161

162

163

164

165

166

167

168

169

170

171

172

173

174

175

176

177

178

179

180

181

182

183

184

185

186

187

188

189

190

191

192

193

194

195

196

197

198

199

200

201

202

203

204

205

206

207

208

209

210

211

212

213

214

215

216

217

218

219

220

221

222

223

224

225

226

227

228

229

230

231

232

233

234

235

236

237

238

239

240

241

242

243

244

245

246

247

248

249

250

251

252

253

254

255

256

257

258

259

260

261

262

263

264

265

266

267

268

269

270

271

272

273

274

275

276

277

278

279

280

281

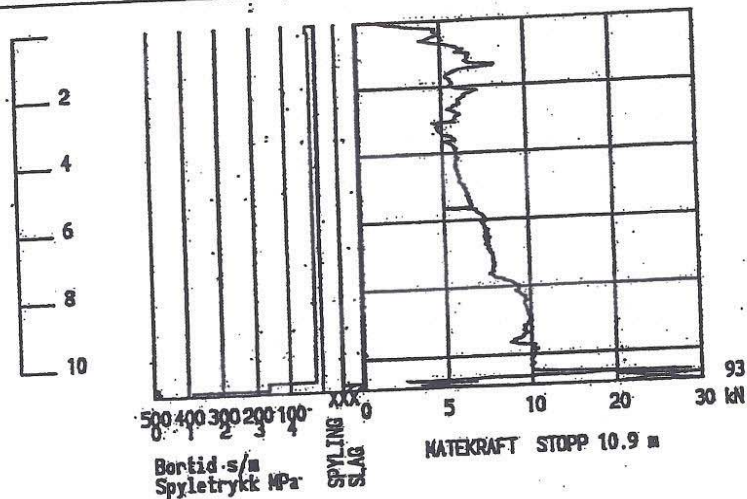
282

283

284

</





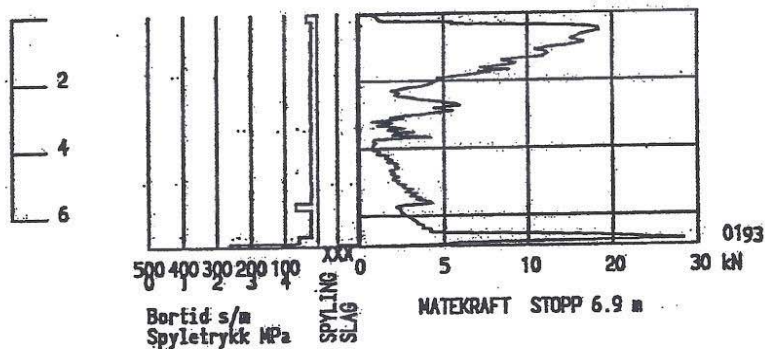
Anlatt fjell 10,6 m

Boring i fjell 0,3 m

Borpunkt 1.

RAMBØLL, O.NR.: 244046A  
19.11.2004. Bilag 3

Prosjekt 100242	Identifisering 1	Høyde	
Prosjektnavn Sørumsand		Dato 2004-10-26	Målestokk 1:200
Firmanavn Mesta AS		Side	Hålnr (GP) 3913
		Fill: 041027.STD	



Antatt fjell 6,9 m

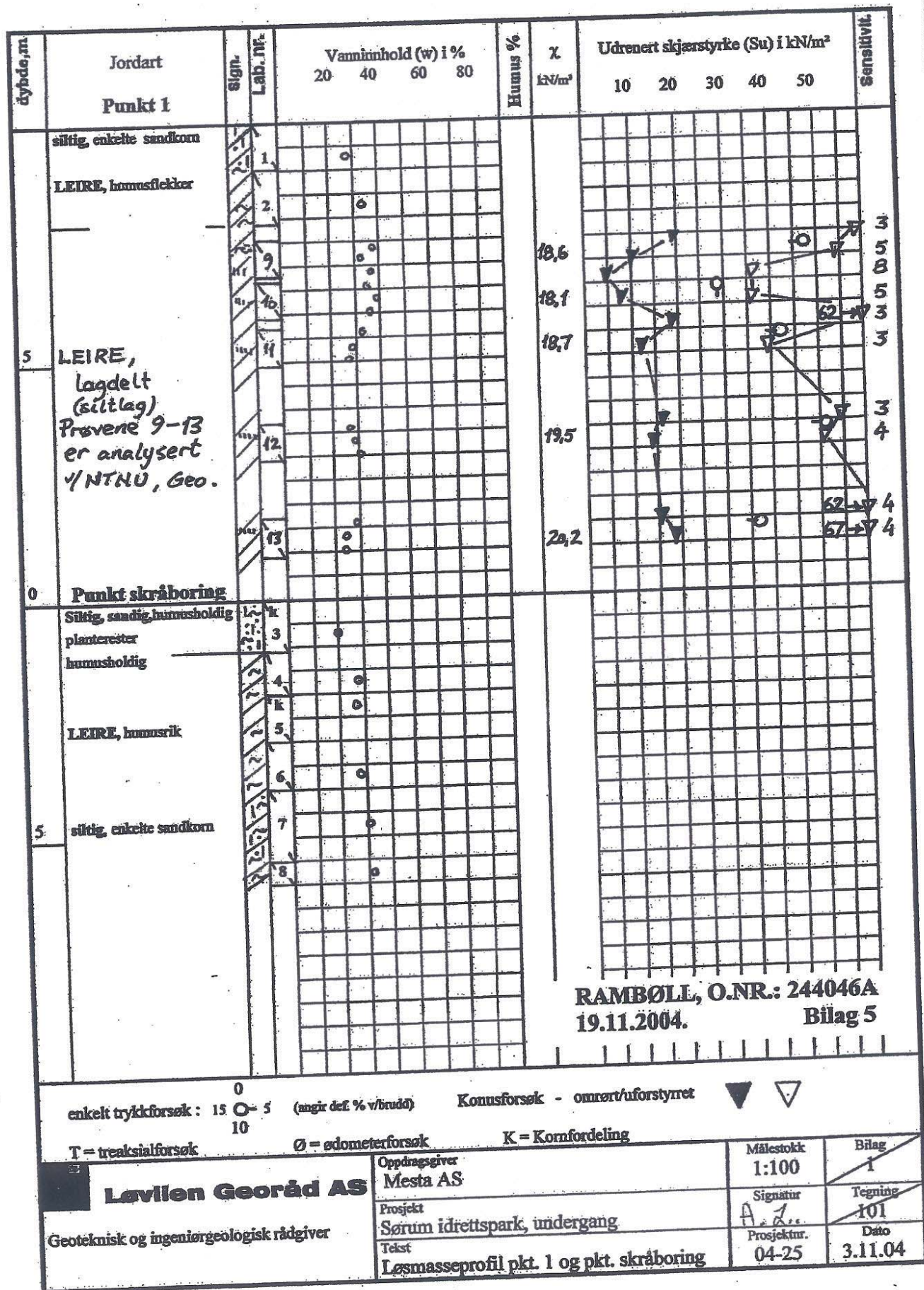
Boring i fjell ca. 0,1 m

Borpunkt 2.

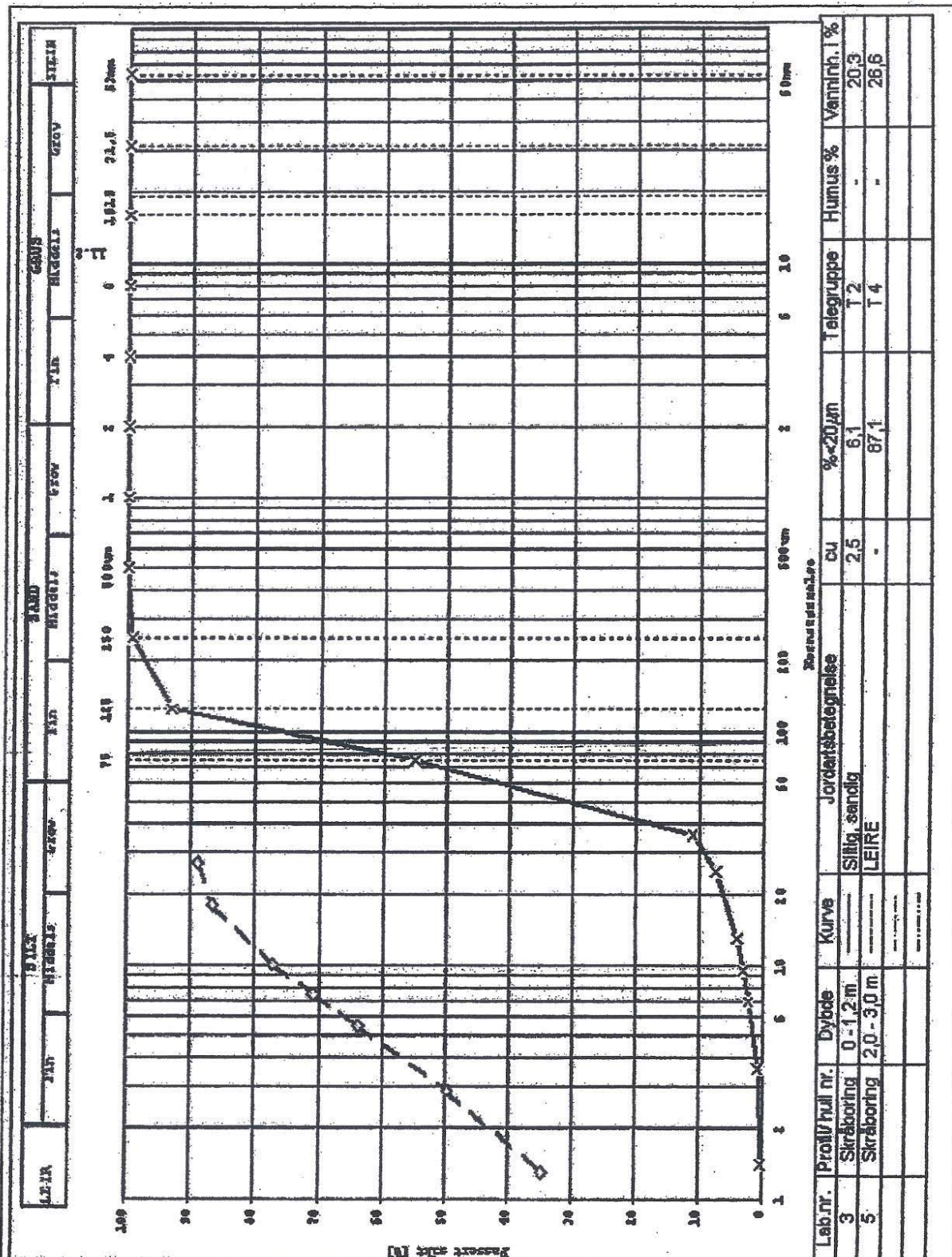
RAMBØLL, O.NR.: 244046A  
19.11.2004. Bilag 4


Prosjekt 100242	Identifisering 2	Høyde	
Prosjektnavn Sørumsand		Dato 2004-10-26	Målestokk 1:200
Firmanavn Mesta AS		Side	Hålnr (GP) 3911
		Fil:	041027.STD







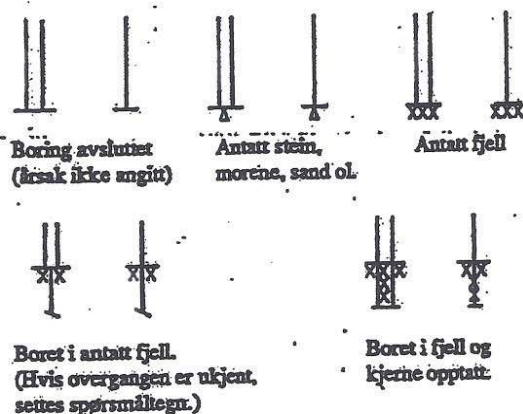


 <b>Løvlien Georåd AS</b>		Oppdragsgiver <b>Mesta AS</b>		<b>RAMBØLL, O.NR.: 244046A</b>	
Geoteknisk og ingeniørgeologisk rådgiver		Prosjekt		19.11.2004.	
		Sørumsand Idrettspark, undergang		Bilag 6	
		Tekst		Signatur	
		Kornfordelingskurve pkt skråboring		Tegning	
		Prosjektnr.		102	
		04-25		Dato	
				3.11.04	

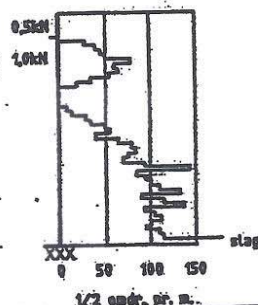


Sonderinger utføres for å få en orientering om grunnens relative fasthet, lagdeling og dybde til antatt fjell eller annen fast grunn.

Avslutning av boring (gjelder alle sonderingstyper).



- Dreiesondering**  
 utføres med 22 mm stålstenger med glatte skjærer påsatt en 200 mm lang spiss av firkantstål som er tilspisset i enden og vridd en omdreining. Boret belastes med inntil 1 kN og hvis det ikke synker for denne last, dreies det ned med motor eller for hånd. Antall halve omdreininger pr. 20 cm synkning noteres. Ved opptegninger vises antall halve omdreininger pr. meter synkning grafisk med dybden i bormullet og belastningen angis til venstre for bormullet.



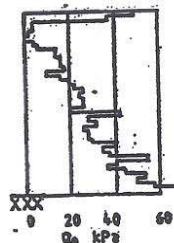
- Totalsondering**  
 kombinerer dreietrykkssondering og fjellkontrollboring. Det brukes hydraulisk drevet borrhj. Boring gjennom stein og blokk og ned i berg utføres ved slag og spyling. Boredata (nedpressingskraft, synkhastighet, spylestrykk etc.) måles ved elektriske givere og overføres automatisk til en elektronisk registreringsenhet (Geoprinter). Resultatene tegnes opp via EDB.

- Ramsondering**  
 utføres med 32 mm stålstenger med glatte skjærer og en normert spiss. Boret rammes ned i grunnen av et fall-lodd med vekt 0,635 kN og konstant fallhøyde 0,6 m. Motstanden mot nedramming registreres ved antall slag pr. 20 cm synkning.

Rammemotstanden:

$$Q_0 = \frac{\text{Loddvekt} \times \text{fallhøyde}}{\text{synkning pr. slag}} \quad (\text{kNm/m})$$

angis i diagram som funksjon av dybden.

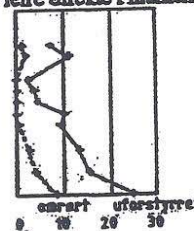


- Fjellkontrollboring**  
 utføres med 32 mm stenger med muffeskjærer og hardmetallkrone nederst. Boret drives av en ting trykkluftdrevet bordsammer under spyling med vann av høyt trykk. Når fjell er nådd, boret noe ned i fjellet, vanligvis ca. 3 meter, under registrering av borsynk for sikker påvisning.

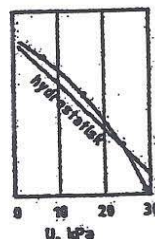
- Prøvetaking**  
 utføres for undersøkelse i laboratoriet av grunnens geotekniske egenskaper. Uforstyrrede prøver tas opp med NGI's 54 mm stempelprøvetaker. Prøvene skjæres ut med tynnveggede stålsylindere med innvendig diameter 54 mm og lengde 80 cm (evt. 40 cm). Prøvene forsegles i begge ender for å hindre uttørring før de åpnes i laboratoriet.

Representative prøver tas med forskjellige typer støtbor- og ram-prøvetaker, ved sandpumpe i nedspylte eller nedrammede foringsrør, av oppspylt materiale ved nedspyling av foringsrør og ved skovlboring i de øvre lag. Slike prøver tas hvor grunnen ikke egner seg for vanlig sylindreprøvetaker og hvor slike prøver tilfredsstiller formålet.

- Vingeboring**  
 bestemmer udeformert skjærstyrke ( $s_u$ ) av leire direkte i marken (in situ). Måling utføres ved at et vingekor, som er presset ned i grunnen, dreies rundt med bestemt jevn hastighet til brudd i leira. Maksimale dreiemoment gir grunnlag for å beregne leiras udeformerte skjærstyrke, som også måles i omgitt tilstand etter brudd.

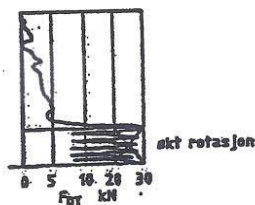


- Porevanntrykket**  
 i grunnen måles med et piezometer. Dette består av et sylindrisk filter av sintret bronse som trykkes eller rammes ned til ønsket dybde ved hjelp av rør. Vanntrykket ved filteret registreres enten hydraulisk som stuehøyden i en plastslange inne i røret (ved overtrykk påsettes manometer over taring) eller elektronisk ved hjelp av en direkte trykkmåler innenfor filteret.



Grunnvannstanden observeres vanligvis direkte ved vannstand i bormullet.

- Dreietrykkssondering**  
 utføres med 36 mm glatte skjærbare stålstenger påsatt en normert spiss. Boringen trykkes ned med konstant hastighet 3 m/min. og konstant rotasjon 25 omr./min. Sonderingsmotstanden registreres som den til en hver tid nødvendige nedpressingskraft for å holde normert nedtrengnings-hastighet. Når motstanden øker slik at normert nedtrengnings-hastighet ikke kan opprettholdes, økes rotasjonshastigheten. Dette anføres i diagrammet.





## LABORATORIEUNDERSØKELSER

Ved åpning av prøven beskrives og klassifiseres jordarten. Videre kan bestemmes:

**Romvekt**  
( $\gamma$  i  $\text{kN/m}^3$ ) for hel sylinder og utskåret del.

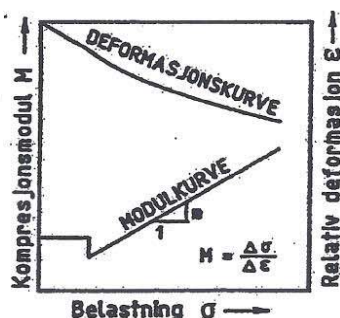
**Vanninnhold**  
( $w$  i %) angitt i prosent av tørrvekt etter tørking ved  $110^\circ\text{C}$ .

**Fltegrense**  
( $w_L$  i %) og **utrollingsgrense** ( $w_p$  i %) som angir henholdsvis høyeste og laveste vanninnhold for plastisk (formbart) område av leirmateriale. Differansen  $w_L - w_p$  benevnes plastisitetsindeks. Er det naturlige vanninnhold over fltegrensen, blir materialet flytende ved omrøring.

**Udrenert skjærstyrke**  
( $s_u$  i  $\text{kN/m}^2$ ) av leire ved hurtige enaksiale trykkforsøk på uforstyrrede prøver med tverrsnitt  $3,6 \times 3,6 \text{ cm}^2$  (evt. hal prøve) og høyde 10 cm. Skjærstyrken settes lik halve trykkfastheten. Dessuten måles skjærstyrken i uforstyrret og omrørt tilstand ved komusforsøk, hvor nedsynkningen av en korns med bestemt form og vekt registreres og skjærstyrken tas ut av en kalibreringstabell. Penetrometer, som også er en indirekte metode basert på innsynkning, brukes særlig på fast leire.

**Sensitiviteten ( $S_t$ )**  
er forholdet mellom udrenert skjærstyrke av uforstyrret og omrørt materiale, bestemt på grunnlag av komusforsøk i laboratoriet. Med kvikkleire forsøks en leire som i omrørt tilstand er flytende, omrørt skjærstyrke  $< 0,5 \text{ kN/m}^2$ .

**Kompressibilitet**  
av en jordart ved ødometerforsøk. En prøve med tverrsnitt  $20 \text{ cm}^2$  og høyde 2 cm belastes trinnvis i et belastningsapparat med observasjon av sammentrykningen for hvert trinn som funksjon av tiden. Resultatet tegnes opp i en deformasjons- og modul-kurve og gir grunnlag for setningsberegning.



**Humusinnhold**  
(relativt) ut fra fargeomslag i en natronlutopløsning.

En nøyaktigere metode er våt-oksydasjon med hydrogenperoksyd der humusinnholdet settes lik vektupet (evt. glødetupet ved humusrike jordarter) og uttrykkes i vektprosent av tørt materiale.

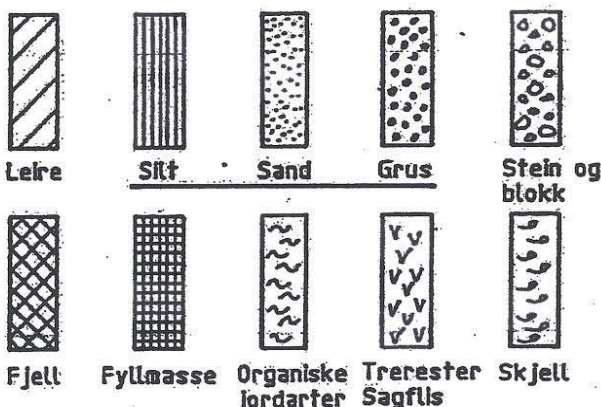
**Salinnhold**  
(g/l eller o/oo) i porevannet ved titrering med sølvnitrat-oppløsning og kaliumkromat som indikator.

**Kornfordeling**  
ved siktning av fraksjonene større enn  $0,06 \text{ mm}$ . For de finere partikler bestemmes den ekvivalente korndiameter ved hydrometeranalyse. En kjent mengde materialer slemmes opp i vann og romvekten av suspensjonen måles i en bestemt dybde som funksjon av tiden. Kornfordelingen kan så beregnes ut fra Stoke's lov om kulers sedimentasjonshastighet.

Fraksj.betegn.	Leir	Silt	Sand	Grus	Stein	Blokk
Kornstør. mm	$< 0,002$	$0,002 - 0,06$	$0,06 - 2$	$2 - 60$	$60 - 600$	$> 600$

**Jordarten**  
benevnes i henhold til korngraderingen med substantiv for den dominerende, og adjektiv for medvirkende fraksjon. Jordarten angis som leire når leirinnholdet er over 15%. Morene er en usortert breavsetning som kan inneholde alle kornstørrelser fra leir til blokk.

**Organiske jordarter**  
Klassifiseres etter opprinnelse og omdanningsgrad (tørv, gytje, dy, matjord).



### Anmerkning

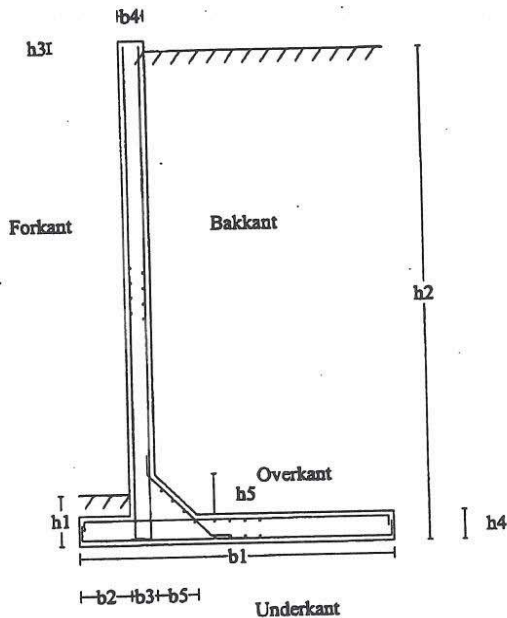
- Leire: T = tørrkorpe, R = resedimenterte masser, K = kvikkleire
- Ved blandingsjordarter kombineres signaturrene.
- Morene vises med skyggelegging.
- For konkresjoner kan bokstavsymboler settes inn i materialsignaturen:
  - Ca. = kalkkonkresjoner
  - Fe = jernkonkresjoner
  - AH = aurifelle

# VEDLEGG 2

Tittel			Side 1
Prosjekt	Ordre	Sign	Date 23-01-2005

Dataprogram: BTSNITT versjon 5.2 Laget av sivilingeniør Ove Sletten

## STØTTEMUR



h1 =	500 mm
h2 =	4850 mm
h3 =	100 mm
h4 =	290 mm
h5 =	400 mm
b1 =	3100 mm
b2 =	500 mm
b3 =	250 mm
b4 =	250 mm
b5 =	400 mm

Helning på masse i forkant (grader): 0  
Helning på fylling bak mur (grader): 0

Armering	Overdekning	
Vegg (forkant) vertikal	ø 12 c 215	50 mm
Vegg (forkant) horisontal	ø 12 c 215	65 mm
Vegg (bakkant) vertikal	ø 16 c 80	50 mm
Vegg (bakkant) horisontal	ø 12 c 215	70 mm
Såle (overkant) tverretning	ø 16 c 105	50 mm
Såle (overkant) lengderetning	ø 12 c 190	70 mm
Såle (underk.) tverretning	ø 16 c 300	50 mm
Såle (underk.) lengderetning	ø 12 c 190	70 mm
Mot voute (ok) tverretning	ø 12 c 300	50 mm
Mot voute (ok) lengderetning	ø 12 c 190	65 mm

Referer til Støttemurer, Håndbok 100 fra Statens Vegvesen for detaljerte tegninger av omfaringer og forankringer

<b>Materialdata</b>	
Materialkoeffisient betong	1,40
Materialkoeffisient stål	1,25
Betongkvalitet C	55
Armering flytegrense	500
Skjærarmering flytegrense	500
Eksponeringsklasse	XC3
Relativ fuktighet 70%	
Lite korrosjonsefølsom armering	
Levetid 100 år	

<b>Min. overdekning</b>	
Min. krav	35 mm
Toleranse	
Total	35 mm

<b>Masser</b>	
Masse bak støttemur: Grus (Tilført)	
Masse bak: Egenvekt	19,0 kN/m3
Masse bak: Friksjonsvinkel	38,0 grader
Masse under støttemur: Sand (Naturlig - Fast)	
Masse under: Egenvekt	18,0 kN/m3
Masse under: Friksjonsvinkel	36,0 grader
Attraksjon for masse under såle	10,0 kN/m2

<b>Materialkoeffisienter for jord</b>	
Effektivspenningsanalyse, mat.koeff. ym	1,40
Eff.sp.analyse, mobiliseringsgrad f	0,70

Beregninger forutsetter grunnvannsnivå under uk såle



VEDIEGG 2

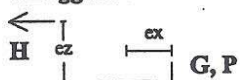
Titel			Side 2
Prosjekt	Ordre	Sign	Dato 23-01-2005

Pålitelighetsklasse: 2

Nyttelast på terreng bak støttemur

Last	Lastfaktorer				
	Bruksgr.	Rissk.	Brudd. B1	Brudd. B2	Grunnbr.
21,0 kN/m <sup>2</sup>	1	0,6	1,5	1,5	1,5

Tilleggslast i overkant av støttemur



G (perm.)	0,0 kN/m	1	1	1,2	0,9	1,2
P (var.)	0,0 kN/m	1	0,6	0,95	1,35	1,3
H (var.)	0,0 kN/m					

ex = 0 mm ez = -2850 mm

## Beregnete verdier

Jordtryksskoeffisient Ka	0,30
Horisontaltrykk fra terreglast bak mur Pap	45,8 kN
Horisontaltrykk fra jord bak mur Paj	80,4 kN
Skjærkraft Tap+Taj	48,3 kN
Vekt av overliggende jord	244,3 kN
Vekt av vegg	29,1 kN
Vekt av såle	22,5 kN
Ruhetsverdi for masse bak mur	0,70
Effektiv sålebredde	2,66 m

## STABILITETSKONTROLL

Midlere skjærspenning under såle	50,3	kN/m <sup>2</sup>
Ruhet for masser under såle	0,66	
Tillatt ruhet	0,90	
Maks overført grunntrykk (dim. lasttilfelle)	137,1	kN/m <sup>2</sup>
Bæreevne (dim. lasttilfelle)	138,5	kN/m <sup>2</sup>
Overført grunntrykk for ugunstigste lasttilfelle	137,1	kN/m <sup>2</sup>
Bæreevne for ugunstigste lasttilfelle	138,5	kN/m <sup>2</sup>

## KONTROLL AV STØTTEMUR

SNITT	Momentkapasitet		Skjærkapasitet			
	M (kNm)	M/Md	Trykkbrudd		Skjærstrekkbrudd	
			V (kN)	V/Vccd	Vred	Vred/Vcd
Såle ved forkant av vegg	19,89	0,31	79,56	0,05	42,89	0,28
Såle ved bakkant av vegg (voute)	161,97	0,99	94,48	0,06	94,48	0,51
Vegg ved midten	36,14	0,21	38,08	0,03	38,08	0,21
Vegg ved overkant voute	163,84	0,95	98,50	0,07	91,42	0,50
Vegg ved overkant såle	206,34	0,92				

## Risskontroll

Vegg: M=	101,10	kNm	w=	0,26	mm	w/wd=	0,45
Såle,ok: M=	62,71	kNm	w=	0,23	mm	w/wd=	0,40
Såle,uk: M=	19,93	kNm	w=	0,00	mm	w/wd=	0,00

Utbøyning i overkant av støttemur -54 mm



RAMBOLL	Oppdr.nr.: 244046 A	Side: 1 av 2
	Utørt: HRJ	Dato: 06.12.2004
Oppdrag: Undergang for g/s-vei Sørumsand	Kontrollert:	Dato:
Setning p.g.a. grunnvannssenkning		

Seizningsparametre: (Empiriske)

Leire, middels fast til fast,  $s_u \sim 40-60 \text{ kPa}$ , lite sensitiv.

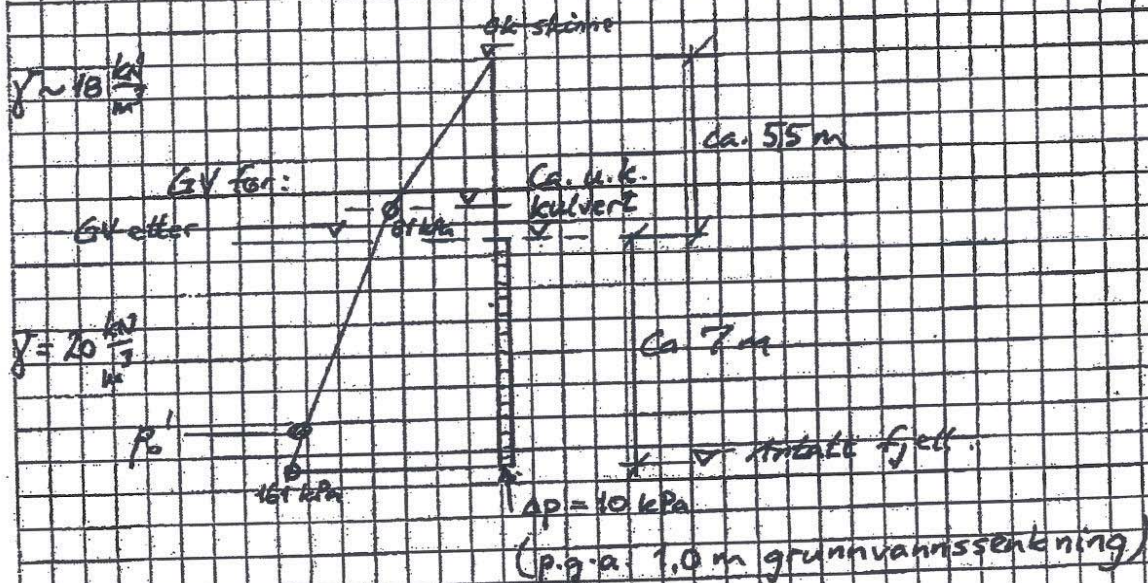
Konstant-modul, fast leire  $M \sim 50 \cdot s_u$  og normal

leire  $M \sim 150 \cdot s_u$

$$M = 150 \cdot 40 \text{ til } 50 \cdot 60 = 6000 - 3000 \text{ kPa}$$

Modultall, for vanninnhold  $\sim 33\%$ :

$$m \sim 30$$



Setning

Konst modul,  $M \sim 3000 \text{ til } 6000 \text{ kPa}$

$$\varepsilon = \frac{\Delta p}{M} = \frac{10}{3000} \text{ til } \frac{10}{6000} = 0,0033 \text{ til } 0,0017$$

$$\text{Gis setning } s = 0,0017 \cdot 700 \text{ til } 0,0033 \cdot 700 \\ = 1,2 \text{ cm til } 2,3 \text{ cm, uten}$$

å ta hensyn til avlastningen som følge av kulvertåpningen.



<b>RAMBOLL</b>	Oppdr.nr.: <b>244046 A</b>	Side: <b>2 av 2</b>
Oppdrag: <b>Sorumsand</b> <b>Setn. p.g.a. g.r.v. senken.</b>	Utført: <b>HRE</b> Kontrollert:	Dato: <b>06.12.2004</b> Dato:

Setning if bruk av modultall  $m = 30$ .

$p'_0$  og  $\Delta p$  iflg diagram side 1

$$\text{Relativedeformasjon } \varepsilon = \frac{1}{m} \ln \frac{p'_1}{p'_0} \quad (p'_1 = p'_0 + \Delta p)$$

Ved u.k. kulvert:

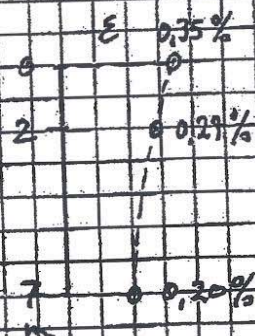
$$\varepsilon = \frac{1}{30} \ln \frac{101}{91} = 0,0035$$

Ved dybde 2 m under u.k.:

$$\varepsilon = \frac{1}{30} \ln \frac{121}{111} = 0,0029$$

Ved dybde 7 m under u.k.:

$$\varepsilon = \frac{1}{30} \ln \frac{171}{161} = 0,0020$$



$$\text{Setning, } \delta \approx \frac{0,35 + 0,29}{2} \cdot 2 + \frac{0,29 + 0,20}{2} \cdot 5$$

$$= 0,64 + 1,23 \approx 1,9 \text{ cm}$$

(Uten å ta hensyn til avlastning som følge av kulvertåpningen)

### Konklusjon

Setningen som følge av 1 meter grunnvannssenkning anslås til ca 1-2 cm