



LÅGEN BOLIG AS
Att: Ove Martin Svae
Hvarnes
3272 KVELDE

4373R1

11. juli 2008

PLANLAGT BOLIGPROSJEKT I LUPINVEIEN 14 – GEOTEKNIKK OG FLOMVURDERING.

Bakgrunnen for denne rapporten er følgende:

1. E-post 21. mai fra John Lie.
2. Illustrasjonsplan fra landskapsarkitekt John Lie, 30.06.08.
3. Vår rapport av 16. desember 03, Boligfelt ved Lupinveien, Geoteknikk og Flomforhold.
4. Overvannsvurdering, Tangen Ingeniør- og Arkitektkontor, fra vår rapport av 16 des 03.
5. Grunnundersøkelser i Lupinveien 14. juni 08 og befarings 9. juli 08.

GENERELT.

Det planlagte prosjektet består av to leilighetsbygg og et garasjebygg med plassering som vist på figur 9. Vi har forstått at de to leilighetsbyggene skal ha to etasjer og skal utføres i tre. Videre har vi forstått at bygningene skal legges i samme nivå eller høyere enn første byggetrinn (vår rapport fra 2003).

Som vist på figurer 8 og 9 vil det ene bygget, slik det nå er plassert bli liggende over et delvis gjenfylt bekkedrag (vannsig) hvor det er lagt rør. Denne utformingen er under vurdering.

Kotelinjene på figur 9 viser terrenget slik det var før planering for første byggetrinn og før det ble fylt i bekkedraget. Figur 9 viser to av bygningene i første byggetrinn. Det finnes garasjebygninger som ikke er vist. En av disse ligger på oppfylt grunn lengst mot øst.

For det planlagte prosjektet gjorde vi en naverboring, en trykksøndering (Cone Penetration Test, CPT) og tre totalsonderinger. Plasseringen av borepunktene finnes på figur 9. Her finnes også plassering av naverboringer og dreietrykksønderinger som vi gjorde i 2002.

Resultatene av boringene finnes på figurer 1 til 7. Boremotodene er beskrevet i bilag L, på bakre omslag. I bilag A definerer vi uttrykkene vi bruker i grunnbeskrivelser.

I bilag A finnes også et notat om usikkerhet ved grunnundersøkelser og et notat om ansvarsforhold. I tråd med notatet om ansvarsforhold forutsetter vi at Norsk Standard 8402 begrenser vårt ansvar overfor oppdragsgiver til kr 3.000.000,- pr skadetilfelle og til kr 9.000.000,- totalt. Vi forutsetter også at vårt ansvar overfor tredjemann er begrenset til kr 5.000.000,-.

TERRENG.

Kotelinjene på figur 9 og snittene på figur 8 viser terrenget slik det var før første byggetrinn. Langs Lupinveien var det en langstrakt rygg, mellom kote 69 og 70, som tydeligvis hadde oppstått ved at terrenget omkring var erodert ned.

Syd for ryggen var det ei slette som i stor grad lå mellom kote 62,5 og 63,0. Her var det granskog. Mellom sletta og bekken var det et lavere, nesten flatt område som sto under vann ved moderat vannføring i bekken.

Granskogen er nå fjernet. Ryggen er planert ned, og mye av massene er tydeligvis brukt til å utvide uteområdet mot syd. Vi var ikke informert om gjennomføringen av prosjektet, og fulgte således ikke opp som forutsatt.

I rapporten fra 2003 nevnte vi et bekkedrag (ravine) øst for første byggetrinn hvor det nederst sto vann periodevis. Det dreier seg om et vannsig, heller enn en bekk. Bekkedraget er nå delvis gjenfylt omlag som skissert på figur 8. Det er fylt med rund stein og grus som ser ut til å være overskuddsmasse fra et sandtak. Oppfyllingen er avsluttet med en bratt skråning anslagsvis 50 meter fra Lupinveien. Vi har forstått at det var meget bløte grunnforhold da arbeidene i ravinen ble gjort. Som vist på figur 9 gjorde vi en naverboring og en dreietrykksøndering øverst i ravinen. Den lagdelte finkornede massen som vi traff på i naverboringen stemmer godt overens med de erfaringene en hadde i forbindelse med oppfyllingen.

Øverst i bekkedraget, like ved Lupinveien er det et sluk. Nedslagsfeltet for sluket er lite. I den bratte skråningen som avslutter oppfyllingen stikker det ut et 200-mm plastrør, omlag en meter over opprinnelig terreng.

På motsatt side av Lupinveien i et lavpunkt er det en dyp kum med sluk. Ved befaringen 9. juli 08 kunne en høre at det rant vann, men det var ikke tilsig til sluket. På figur 9 har vi lagt inn en spillvannsledning som er vist på et kommunalt ledningskart.

FLOMFORHOLD.

Det planlagte byggeområdet ligger omlag 100 meter øst for Sentrumsveien, mellom Lupinveien og en bekk som krysser under Sentrumsveien. I forbindelse med det forrige prosjektet ble det gjort en kartstudie av nedslagsfeltene for bekken. Rapporten er vedlagt. Som en ser av rapporten har bekken et stort nedslagsfelt øst for riksvei 40. Fra nord kommer det inn en bekk som igjen har forgreninger. Fra øst og syd kommer det også inn en bekk med forgreninger.

Bekken renner under riksvei 40 i en støpt kulvert, deretter 120 meter nordover langs riksveien og så 140 meter vestover før den går i rør under Sentrumsveien og under et område vest for veien. Det er så en åpen strekning og nok et rør før bekken renner ut i Lågen. Røret under riksveien har et rektangulært tverrsnitt på omlag 3 m². Både røret under Sentrumsveien og det siste røret har runde tverrsnitt på omlag 2,8 m².

Like etter at bekken har krysset under riksveien har den et rimelig godt fall, og her var bekken omlag 1 meter bred og mindre enn 20 cm dyp ved en befaring i november 02. Nærmere Sentrumsveien har bekken lite fall, er 5 til 7 meter bred og var ved befaringen i november 02 omlag 0,5 meter dyp.

På grunnlag av opplysninger fra E-verket regner vi med et høyeste nivå i Lågen på kote 63,0. Dette er basert på en observasjon i 1927.

Sentrumsveien har et lavpunkt syd for bekkekryssingen. På grunnlag av det kommunale kartet har vi kommet frem til et nivå på omlag kote 66 for lavpunktet på Sentrumsveien. Våre nivåer i forbindelse med flom er således ikke målt inn i forhold til fastmerke. Vi har forstått at laveste gulv i første byggetrinn ligger på kote 67,5.

Ved innløpet til kulverten under Sentrumsveien er det en loddrett mur av steinblokker med påstøp på den nedre delen. Det er hengt opp flere rørledninger i en kasse på denne muren. Det ser ut til at spillvannsledningen som er nevnt ovenfor, er lagt her.

På grunnlag av overvannsvurderingen fra Tangen Ingeniør- og Arkitektkontor og våre egne vurderinger har vi funnet det riktig å regne med en ekstrem situasjon hvor røret under Sentrumsveien ikke vil være i stand til å ta unna flomvannet og at vannet ville gå over Sentrumsveien. Dette vil innebære at det ved prosjektområdet vil stå vann litt over kote 66, men under kote 67. På grunn av det store volumet under kote 66 synes dette ekstremt, men på den annen side er det tydelig at bekken har deponert kvist og grener i høyde med midten av kulverten.

Vår konklusjon med hensyn til flomfare er at det planlagte prosjektet vil ha tilstrekkelig sikkerhet under forutsetning av at bebyggelsen ikke legges lavere enn bebyggelsen i første byggetrinn.

Videre har vi skjønnsmessig kommet frem til at en med tiltak kan oppnå tilstrekkelig sikkerhet mot flom for bebyggelse på et noe lavere nivå. Dette vil imidlertid innebære prosjektering basert på mer detaljerte vurderinger enn det som nå foreligger.

GRUNNFORHOLD.

På figur 4 finnes en fortolkning av trykksonderingen ved borepunkt 3. Det dreier seg om sand eller siltig sand ned til 4,5 meters dybde, lagdelt silt og leire fra 4,5 til 16,5 meter og lagdelt sandig og siltig masse ned til avslutning på 19 meters dybde.

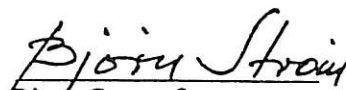
Ved borepunkt 3 gjorde vi også en naverboring og en totalsondering. Beskrivelsen av naverboringen finnes på figur 1. Ned til 3,5 meter var det finsand, tildels litt siltig og med vanninnhold på 3 til 10 prosent av tørr vekt. Fra 3,5 til vel 5 meter var det fortsatt finsand, men mer siltig og med vanninnhold på 24 til 27 prosent. Økningen i vanninnholdet mellom 3,5 og 4,0 meter kan ha sammenheng med at massen blir mer siltig, men utdrenering til bekkedraget kan være medvirkende. En bør imidlertid regne med at massene under 3,5 meter er setningsfarlige i vesentlig grad. I sand med vanninnhold høyere enn 20 prosent er det nærliggende å regne med oppløste organiske masser som gjør massen setningsfarlig. Markbeskrivelsen for de øverste leirige massene gikk ut på fast til meget fast leirig finsand mens laboratoriebeskrivelsen gikk ut på middels fast siltig leire. Sonderinger 1 og 2, lengst øst, tyder på at dybden med sand øker mot øst.

På figur 6 viser vi resultatet av naverboring 1 fra 2002, øverst i bekkedraget. Markbeskrivelsen gikk ut på lagdelt sandig leire mens laboratorieprøvene ble beskrevet som finsand/silt, tildels organisk, og med et relativt høyt vanninnhold, en masse som i våt og omrørt tilstand vil være meget bløt. Diagrammet for dreietrykksonderingen viste liten motstand i de øverste massene og så moderat motstand ned til vel 4 meters dybde. Videre nedover til 15 meters dybde var det varierende og tildels liten motstand. Her er det mulighet for bløt leire eller organiske masser. Sonderingen ble avsluttet på 21 meter i bløte eller løse masser. Både denne sonderingen og dreietrykksondering 2('02) litt lengre vest viste bløtere eller løsere grunn enn totalsonderinger 1, 2 og 3; og spesielt da 1 og 2.

KONKLUSJONER OG ANBEFALINGER.

1. Prosjektområdet ligger på en liten kolle som er adskilt fra første byggetrinn av et bekkedrag eller vannsig som nå er delvis gjenfylt med avrundet grus og stein. Området ligger mellom Lupinveien og en bekk som fortsetter vestover langs første byggetrinn og krysser under Sentrumsveien. Skråningen ned til bekken har en helning på 1:2 (v:h). Mellom foten av skråningen og bekken er det bare en smal flat stripe. I prosjektområdet er det en enebolig, en garasje og en del trær.
2. I den høyeste delen av prosjektområdet, hvor vi har borepunkter 1, 2 og 3, regner vi med middels fast grunn over middels fast og lagdelt siltig og leirig masse. Sonderingene tyder på at overgangen til silt og leire ligger på kote 63 lengst mot vest og kote 59 lengst mot øst. Bekkedraget er delvis gjenfylt med avrundet grus og stein. Det stakk opp fiberduk. Under området langs bekkedraget regner vi med finsand over lagdelt siltig og leirig masse, vesentlig bløtere enn grunnen lengre øst og setningsfarlige omlag som bløt leirig silt. Vekten av fyllmasser vil gi setninger over tid.
3. Stedlige gravmasser kan komprimeres bare i tørt vær, og vil kreve relativt mye arbeide i forhold til grovere masse. Eventuell oppfylling for bygninger bør gjøres med spesielt egnede grove masser og under sakkyndig kontroll, ikke med stedlige masser og ikke som vinterarbeide. Komprimering bør være i tråd med normal komprimering i NS 3420. Underlaget må være gjenstand for godkjenning.

4. Vår konklusjon med hensyn til flom er at det planlagte prosjektet vil ha tilstrekkelig sikkerhet mot flom såfremt bebyggelsen ikke legges lavere enn første byggetrinn. Siden det er mye skog i nedslagsfeltene for bekken mener vi at det er riktig å regne med at kulverten under Sentrumsveien kan gå tett, hvilket i et ekstremt tilfelle kan føre til at vannet stiger opp i høyde med Sentrumsveien som har et lavpunkt syd for bekkekulverten. Vi har videre konkludert med at flomsituasjonen er slik at en med tiltak kan oppnå flomsikkerhet for et lavere nivå enn det som er beskrevet ovenfor.
5. Vi anbefaler at en i forbindelse med den videre oppfylling i bekkedraget tildanner ei grunn grøft med tanke på at røret fra sluket kan gå tett. Grøfta bør ha en bredde som er minst 3 ganger dybden, og erosjonssikres med grus og stein. Både av hensyn til sikkerhet og miljø bør en i forbindelse med gjenfylling av bekkedrag generelt gå inn for å la vannet renne i terrenget, heller enn i rør.
6. Vi anbefaler at en kontrollerer at avløp fra sluk-kummen nord for Lupinveien ikke kan føre til skade.
7. Siden det planlagte prosjektet vil føre til en senkning av terrenget, kan vi ikke se at det kan redusere terrengstabiliteten. Vi forutsetter da at avslutningen av oppfyllingen i bekkedraget og eventuelle andre oppfylte eller gravde skråninger blir gjenstand for geoteknisk prosjektering. Det kan bli aktuelt å skifte ut masser under skråningsfoten. Det kan også bli aktuelt med tiltak for å begrense erosjon.
8. For bygninger i den østre delene av prosjektområdet, godt klar av bekkedraget, anbefaler vi stripefundamenter med tillatt såletrykk på 120 kN/m^2 for brukslast for sålebredder mellom 0,8 og 1,5 meter, sålenivå minst 1,0 meter under tilstøtende terreng eller gulv og stivhet i tråd med bilag H1. Vi forutsetter at vi blir gitt anledning til å vurdere foreløpige fundamenttegninger med oppgitte laster. For gulv på grunnen refererer vi til vedlagte bilag H5.
9. For bygging i området langs bekkedraget hvor vi regner med setningsfarlig grunn kan vi ikke se at det er noe realistisk alternativ til pelefundering, men dette vil ikke uten videre løse setningsproblemet siden grunnen over tid vil synke i forhold til bygget. Fra vårt synspunkt synes det nærliggende å legge garasjer og parkering over bekkedraget og bygninger i den østre delen av prosjektområdet. Som et diskusjonsgrunnlag vedlegger vi vårt bilag H6 om setninger og forbelastning.
10. Vi forutsetter geoteknisk oppfølging i forbindelse med detaljprosjektering og i forbindelse med graving og fundamenteringsarbeider. I tråd med Norsk Standard 3480, Geoteknisk Prosjektering, forutsetter vi at våre antagelser om grunnen kontrolleres.


Bjørn Strøm for
Sivilingeniør Bjørn Strøm AS


Kontroll, Håkon Akerholt

Vedlegg: Figurer 1 til 9

- Bilag A, Definisjoner, usikkerhet, ansvarsforhold.
- Bilag H1, Fundamentering av lette bygg.
- Bilag H5, Gulv på grunnen, utomhusområder.
- Bilag H6, Setninger og forbelastning.
- Bilag L, Undersøkelsesmetoder.
- Redegjørelse for nedslagsfelt for bekk.

Fordeling: Adressat, 3 eksemplarer.

- Landskapsarkitekt John Lie, 1 eksemplar
- Eget arkiv, 1 eksemplar.

PROSJEKT : 4373

NAVERBORINGER

FIGUR: 1

Lupinveien, Hvitvingfoss

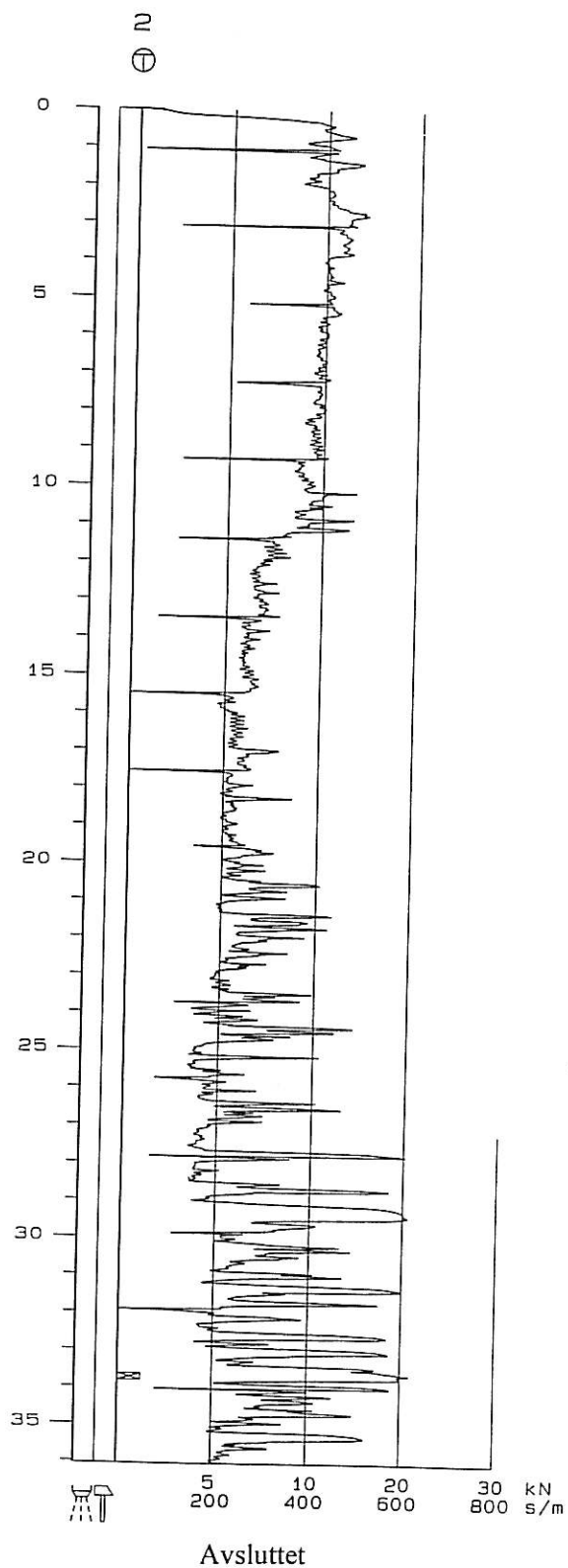
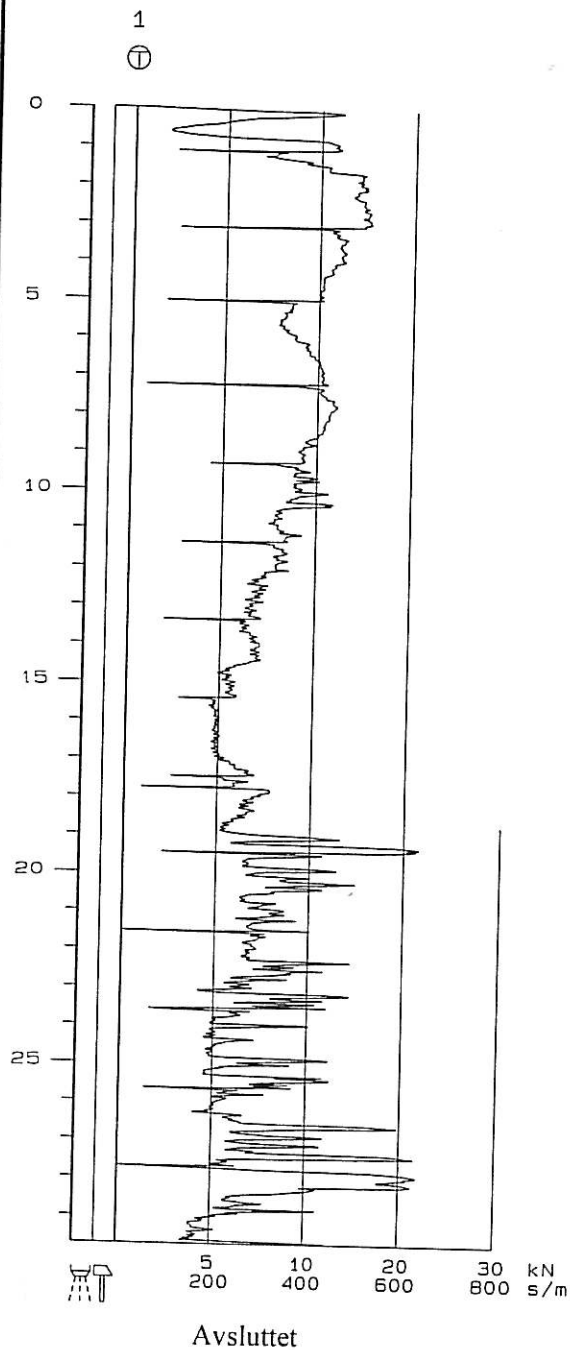
DATO: 25.6.08

BORING: 3			
DYP	W	Lab. beskrivelse	Markbeskrivelse
			Matjord
			Finsand, grå, tørr
- 0,5	9	Finsand, rød, litt siltig	Finsand, rustrød
- 1,0	5	Finsand, gul og litt grønn	Finsand, brungrå
- 1,5	8	Finsand, litt siltig, gul og rød	Lys grå med rust-røde flekker
- 2,0	16	Finsand, litt siltig, gul, litt grønn	Lys grå med mørkere lag
- 2,5	3	Finsand, grå og svart	Fin til mellom sand, fuktig
- 3,0	5	Finsand, grå og svart	Lagdelt
- 3,5	10	Finsand, grå og svart	
- 4,0	27	Finsand, siltig, grå og svart	
- 4,5	24	Finsand, siltig, grå	Våt
- 5,0	26	Finsand, siltig, litt fuktig, rødbrun	
- 5,5	24	Siltig leire, middels fast	Siltig, leirig, finsand, blågrå, fast-meget fast
- 6,0	19	Siltig leire, middels fast	
- 6,5	28	Siltig leire, middels fast	

BORING:			
DYP	W	Lab. beskrivelse	Markbeskrivelse
- 7,0	25	Siltig leire, litt Sandig, middels fast	
- 7,5		Avsluttet 7,0 m	
- 8,0			

W er vann i % av tørr vekt.

Prøver fra naverboringer vil være forstyrret og derfor bløtere enn uforstyrret grunn. Lagdeling kan bli borte. Laboratoriebeskrivelsene må derfor brukes sammen med markbeskrivelsene.



TOTALSONDERINGER

Lupinveien, Hvittingfoss

SIVILINGENIØR

BJØRN STRØM AS

GEOTEKNISK KONSULENT

Hull

X-koord

Y-koord

Terreng

Grv.st

Utf

Borplan

Logg.nr.

Kontr.

Prosjekt:

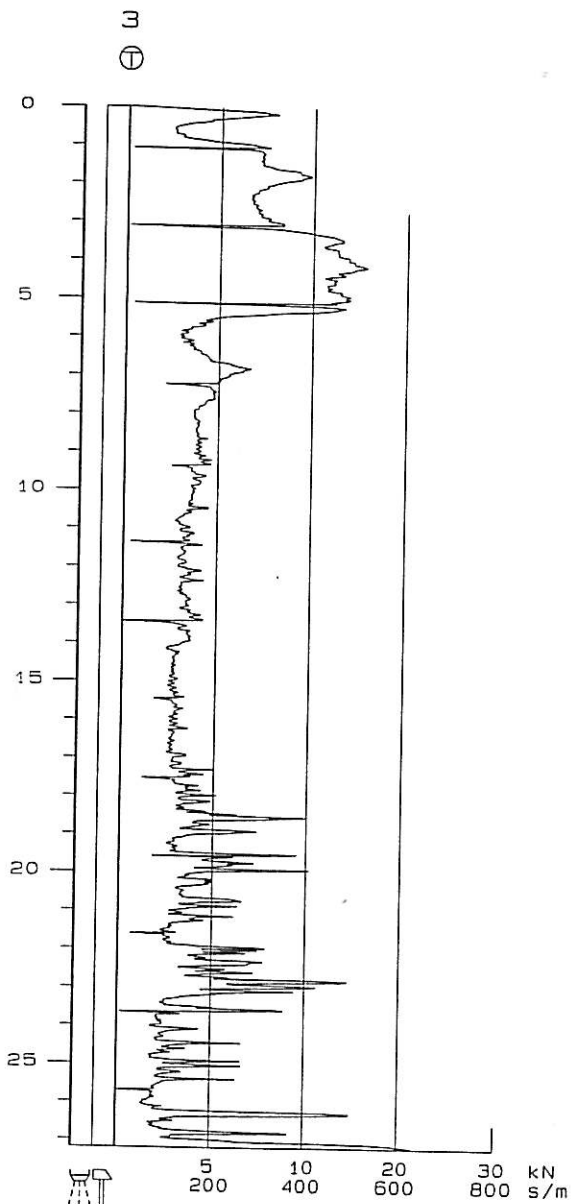
4373

Tegn.dato

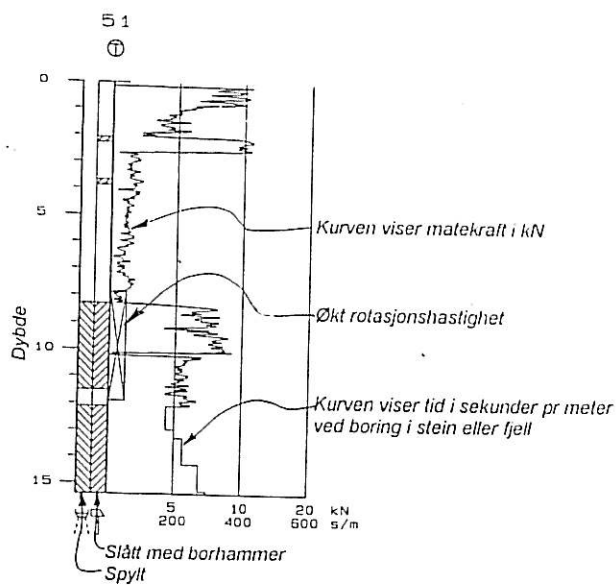
27.6.08

FIGUR:

2



Avsluttet, for fast

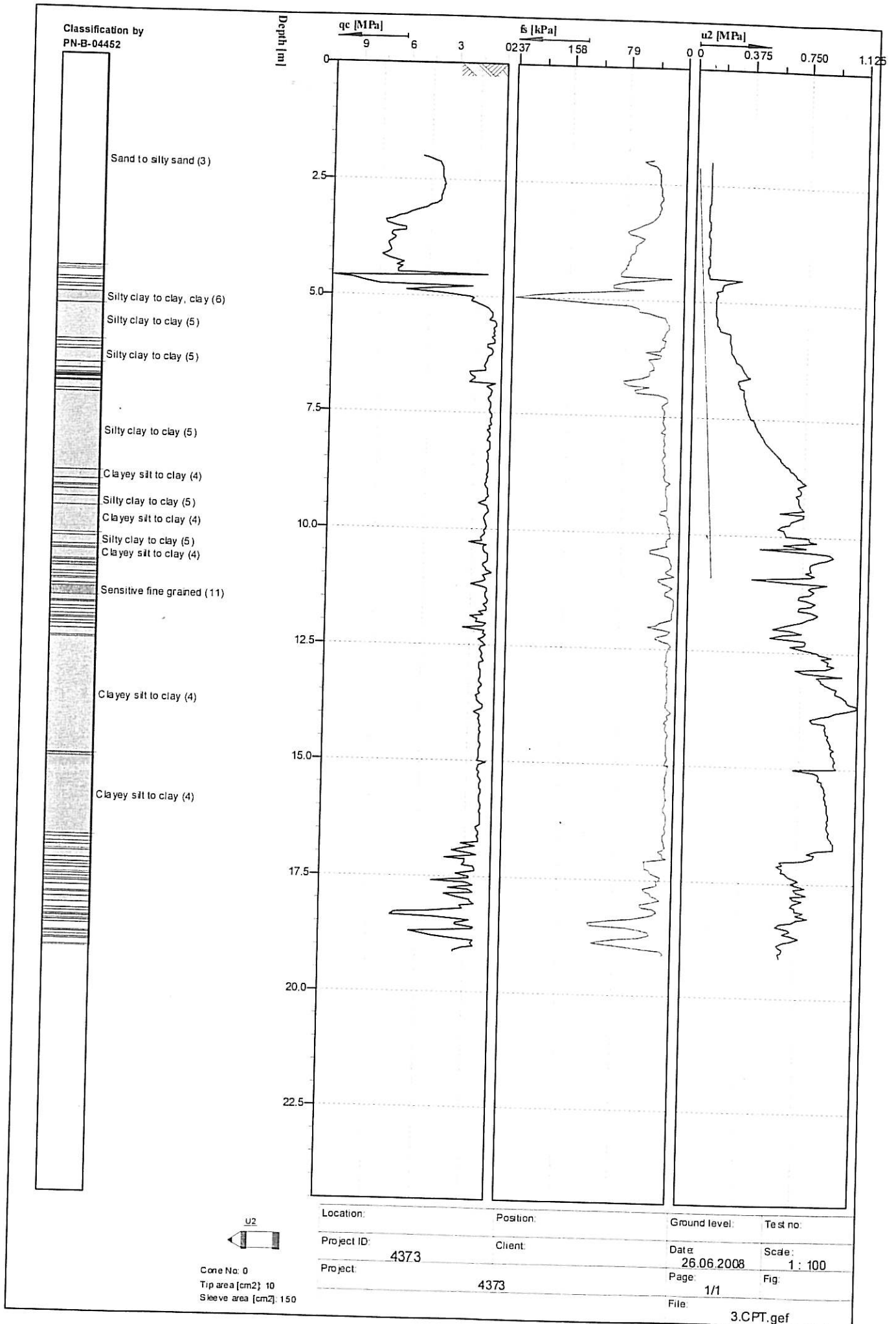


TOTALSONDERINGER

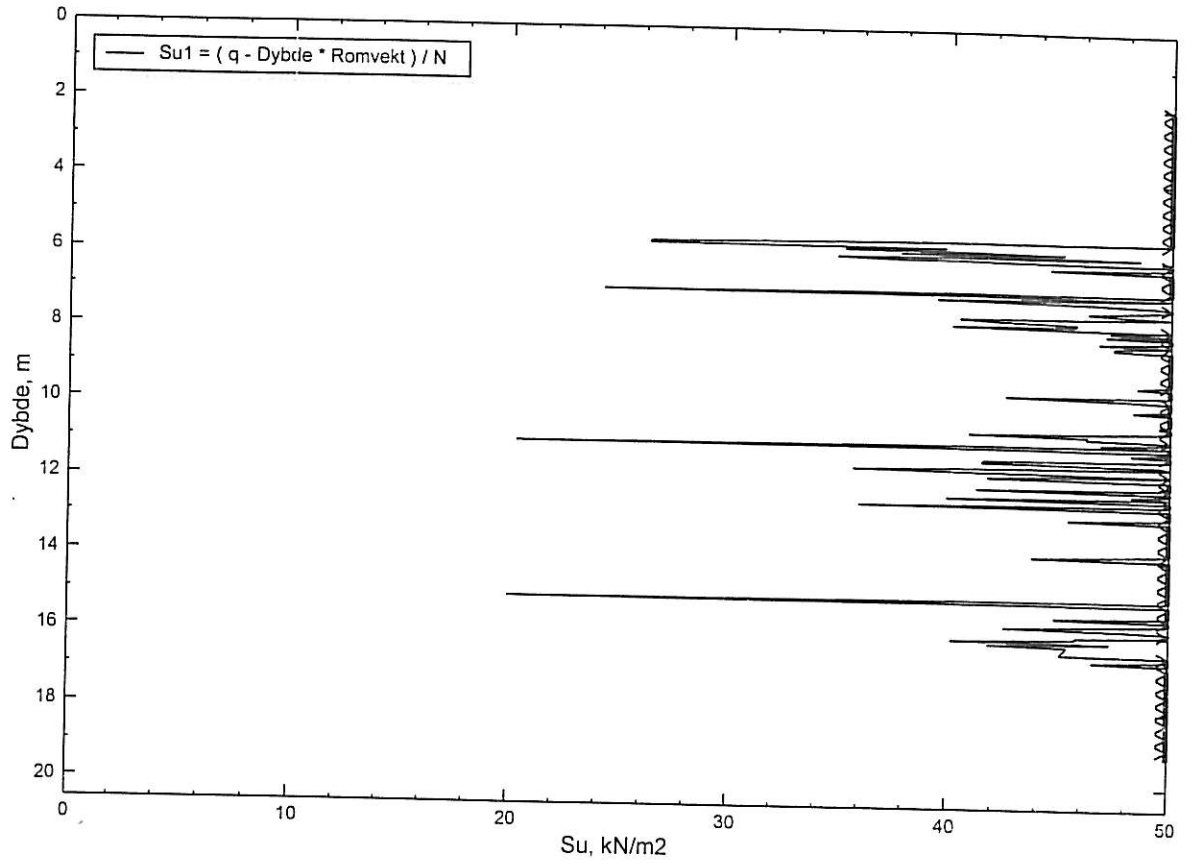
Lupinveien, Hvittingfoss

SIVILINGENIØR
BJØRN STRØM AS
 GEOTEKNISK KONSULENT

Hull	X-koordinat	Y-koordinat
Terrang	Grv.st	Utf
Borplan	Logg.nr.	Kontr.
Prosjekt: 4373	FIGUR: 3	
Tegn.dato 27.6.08		



Boring 3



PROSJEKT: 3493

LUPINVEIEN

2002
NAVERBORINGER

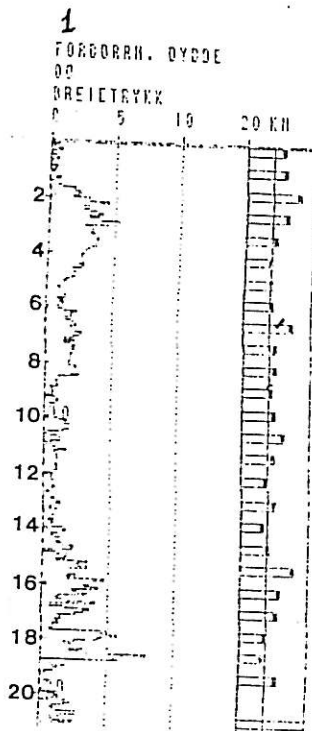
FIGUR: 6

DATO: 18.04.02

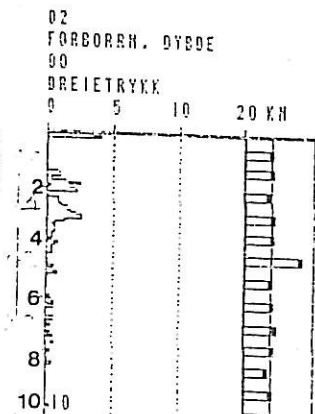
BORING: 1			Grunnvann:
DYP	W	Lab. beskrivelse	Markbeskrivelse
- 0,5			
- 1,0	29	Finsand, brun, organisk.	Sandig leire, lagdelt,
- 1,5	24	Silt/finsand, gråbrun.	Sandig leire, lagdelt, omrørt.
- 2,0			
- 2,5			
- 3,0			

BORING: 3			
DYP	W	Lab. beskrivelse	Markbeskrivelse
- 0,5			Sandig leire fast
- 1,0			Sandig leire fast
- 1,5			Sandig leire fast
Avsluttet			
- 2,5			
- 3,0			

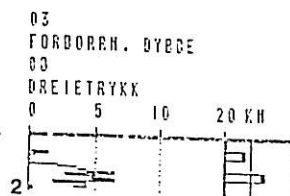
BORING: 4			
DYP	W	Lab. beskrivelse	Markbeskrivelse
- 0,5	47	Silt, leirig, brun, bløt.	Sandig leire, fuktig middels fast
- 1,0	27	Silt/leire, bløt til middels fast.	Sandig, leire, middels fast
- 1,5	19	Silt, leirig, fast.	Leire, grå, fast
- 2,0	21	Silt, leirig, fast.	Samme
- 2,5	21	Siltig leire/leirig silt, fast.	Samme
- 3,0	22	Siltig leire, fast.	Samme
- 3,5	24	Samme.	Leire, middels fast
- 4,0	25	Siltig leire, middels fast.	Samme
- 4,5	27	Samme.	Samme
- 5,0	25	Samme.	Samme
- 5,5		AVSLUTTET	Samme
- 6,0			
- 6,5			



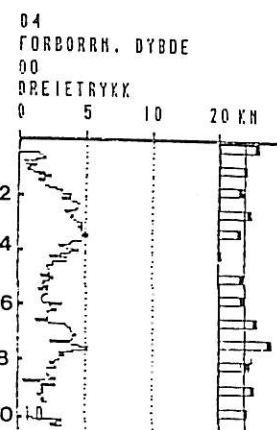
??
DYBDE:
02152
STOP: +32 CH 000/32 CH
90



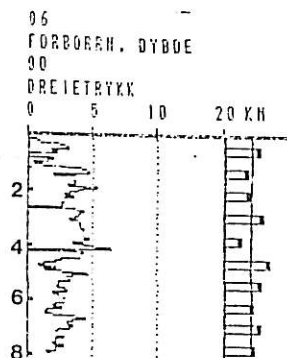
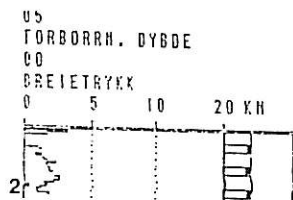
??
DYBDE:
01048
STOP: +08 CH 000/08 CH
CODE:
90



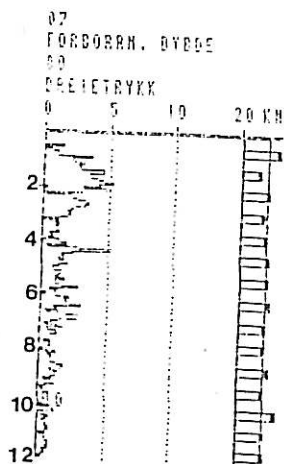
??
DYBDE:
00208
STOP: +08 CH 000/08 CH
CODE:
92



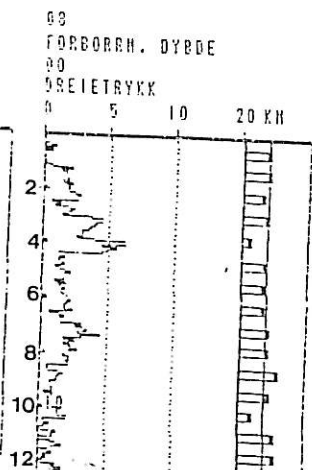
??
DYBDE:
1060
STOP: +20 CH 000/20 CH



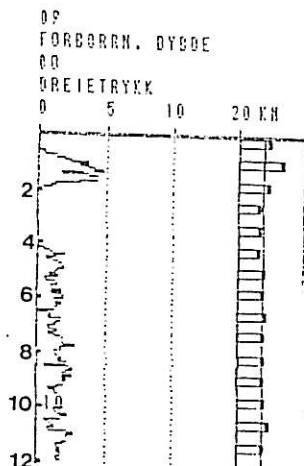
??
DYBDE:
00824
STOP: +24 CH 000/24 CH
CODE:
90



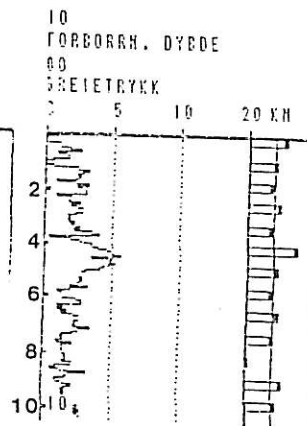
??
DYBDE:
01232
STOP: +32 CH 000/32 CH
CODE:
90



DYBDE:
01200
CODE:
90



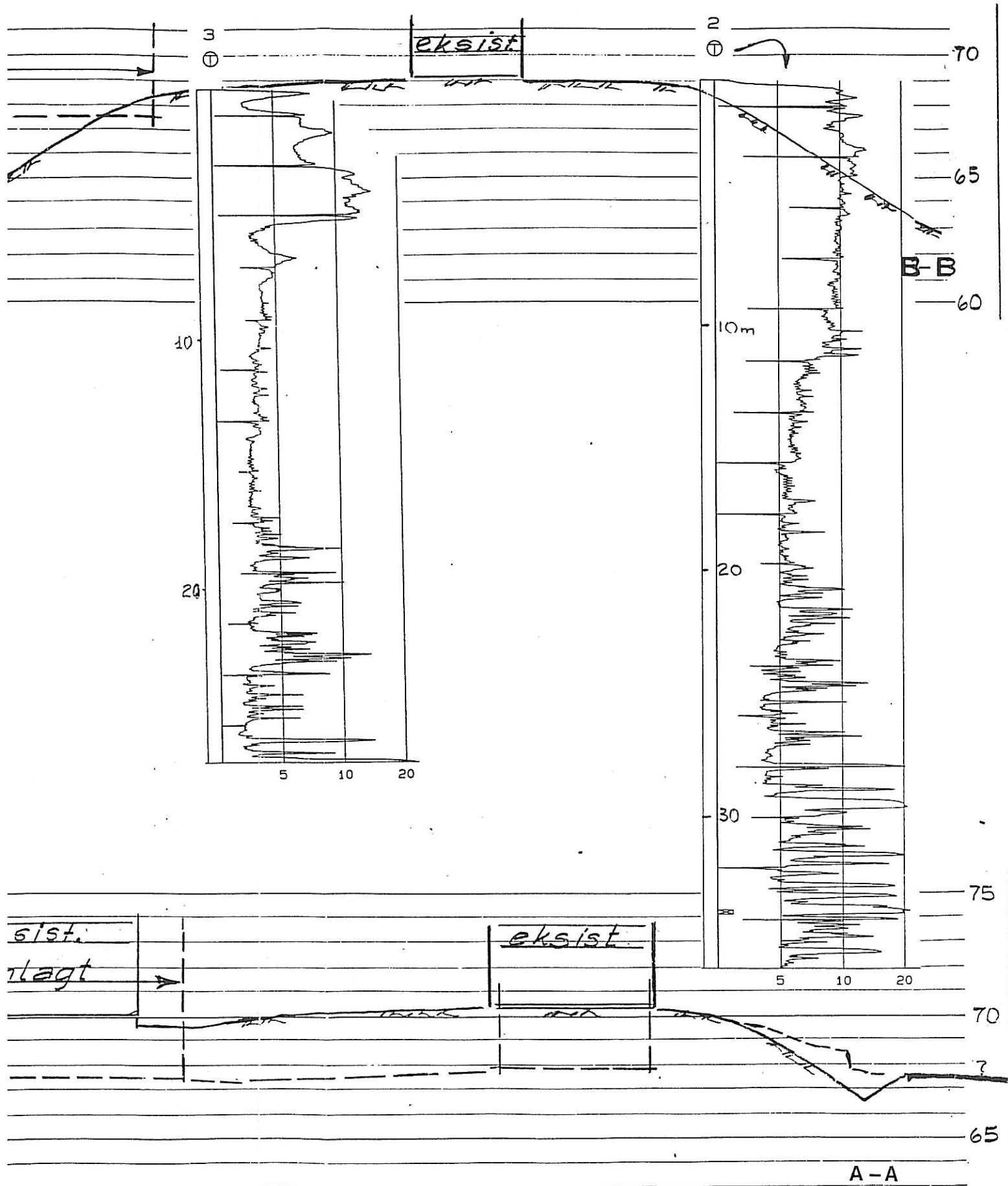
??
DYBDE:
01232
STOP: +32 CH 000/32 CH
CODE:
90



??
DYBDE:
01648
STOP: +08 CH 000/08 CH
CODE:
90

Stoppkoder:

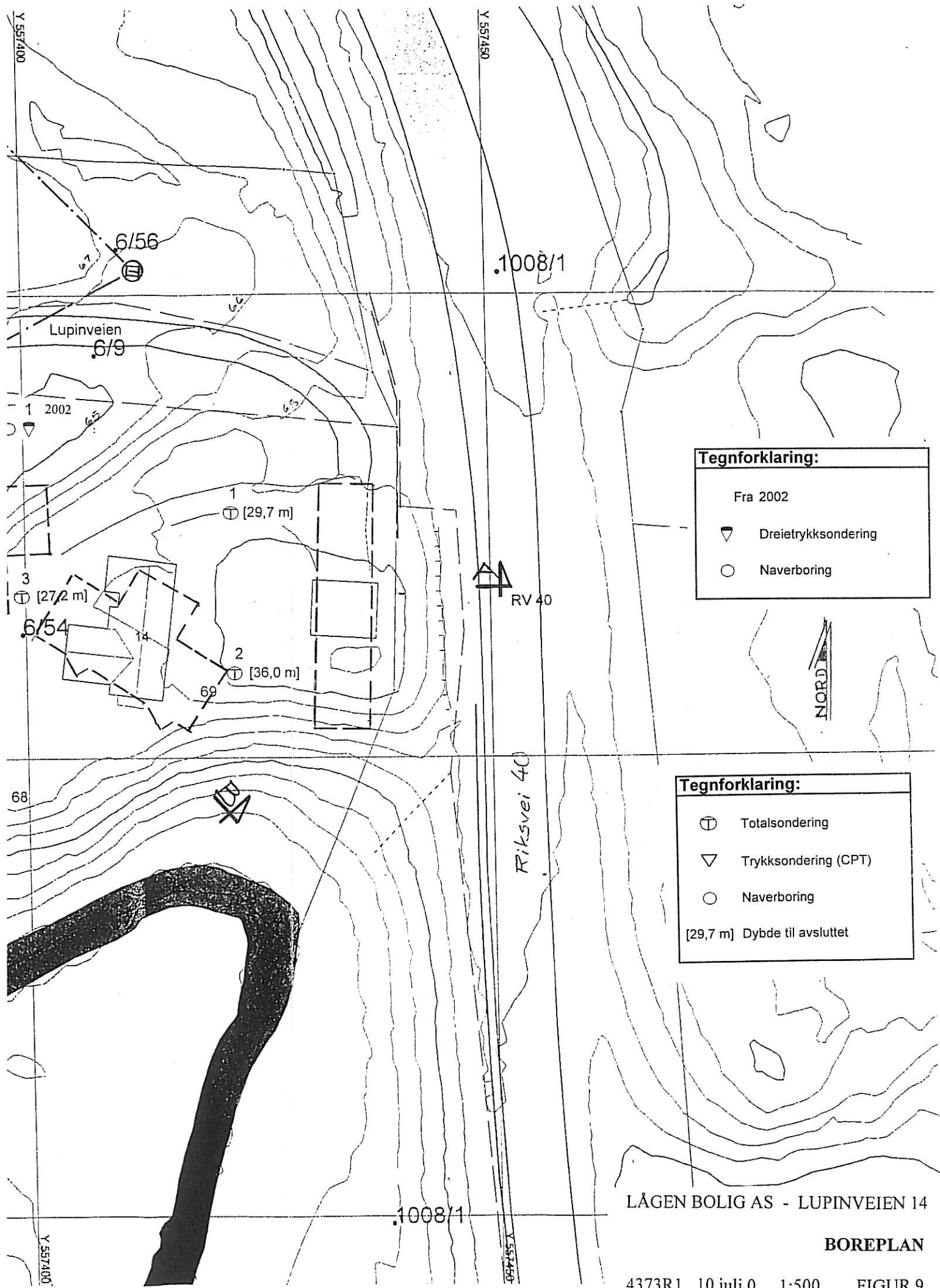
90: Sondringen avsluttet uten å ha oppnådd stopp.
92: Antatt stein eller blokk.



LÅGEN BOLIG AS - LUPINVEIEN 14

TERRENGSNITT

4373R1 10 juli 08 1:200 FIGUR 8



Tegnforklaring:

Fra 2002

- ▼ Dreietrykksondering
- Naverboring

Tegnforklaring:

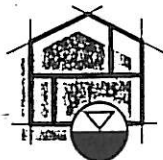
- ⊕ Totalsondering
- ▽ Trykksondering (CPT)
- Naverboring

[29,7 m] Dybde til avsluttet

LÅGEN BOLIG AS - LUPINVEIEN 14

BOREPLAN

4373R1 10 juli 0 1:500 FIGUR 9



TANGEN
Ingeniør- og Arkitektkontor

Bjørn Strøm AS
Andebuveien 23
3170 Sem
att: Bjørn Strøm.

4. desember 2003

Foreløpig overvannsvurdering ved planlagt boligfelt på Hvitvingfoss.

Det henvises til vedlagte kart datert 3. des. 2003.
Bekker og vannveier er vist med grønn farge på kartet.

Betraktningpunkt.

Betraktningpunktet er kulverten under Sentrumsveien. Diameter er oppgitt til 1,90 meter.

Tilrenningsfelt.

På kartet er tilrenningsfeltene delt opp i A1(ca. 42 ha), A2(ca. 360 ha), A3(ca. 180 ha) og A4(ca. 20 ha). Feltene er antatt etter kvaliteten på kartverket. Befaring i området er ikke foretatt.

Overvannsberegning.

"Den rasjonelle metoden" benyttes som regel ved overvannsberegninger i forbindelse med prosjektering av boligfelt etc. hvor tilrenningsfeltet er av meget beskjedne størrelse i forholdet til dette prosjektet.

Formel: $Q(\text{vannmengde}) = K(\text{avrenn.-koeff.}) \times I(\text{regnint.}) \times A(\text{tilrenningsfelt})$.
Tilrenningsfeltet til betraktningpunktet er anslått til ca. 600 ha (1 ha = 10.000 m²).
Størrelsen på tilrenningsfeltet krever avanserte beregningsmodeller for korrekt beregning av overvannsmengder. Vegetasjon, terrenghelninger, grunnforhold, vannveier, konsentrasjonstid og tilrenningstid må vurderes. Dette er meget omstendelig og tidkrevende arbeid.

Anbefaling.

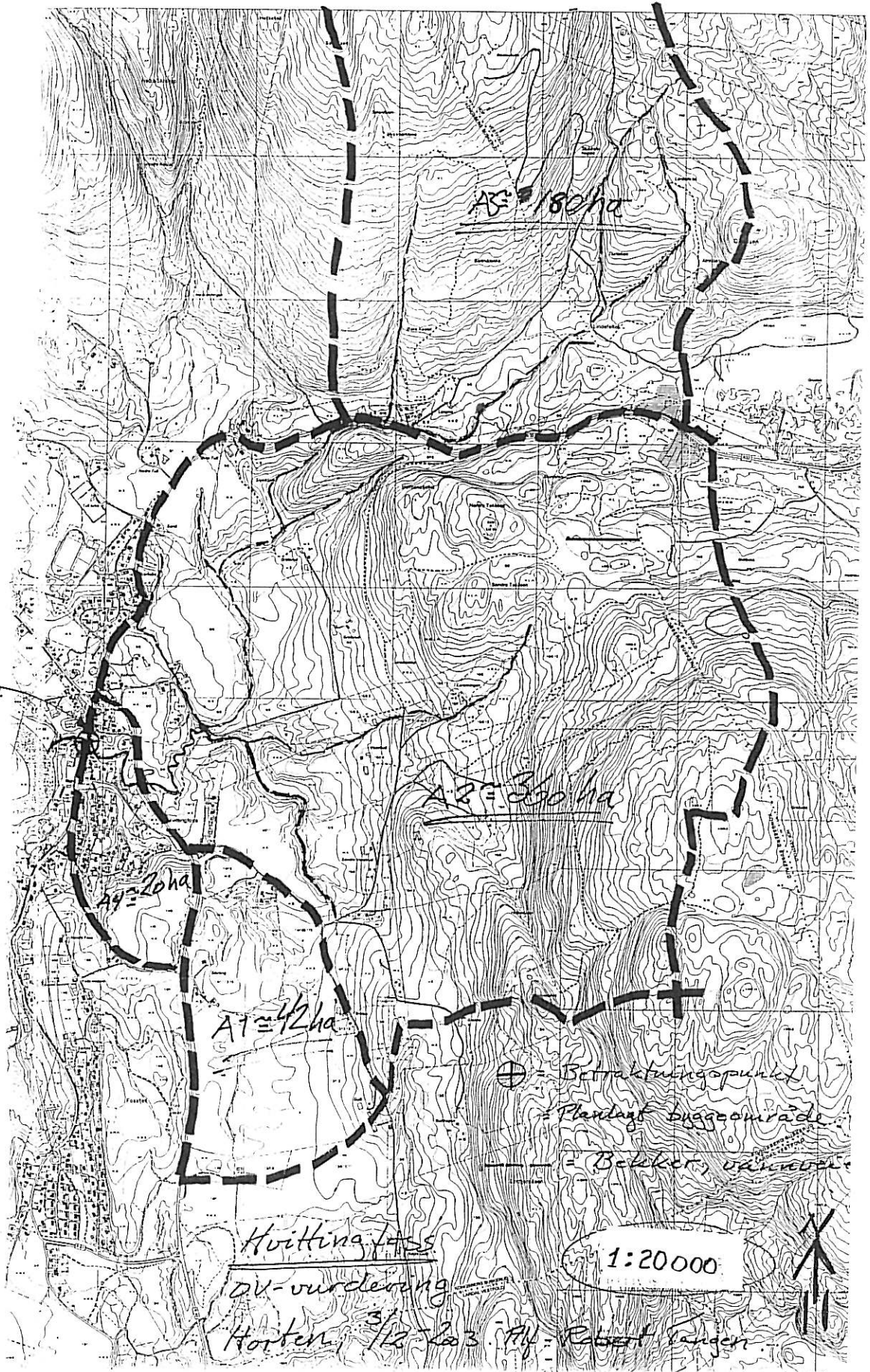
Registrerte data på flomsituasjoner i området bør være bestemmende for laveste kotehøyde på boligene. Sikkerhetsmargin bør legges inn i forhold til høyeste registrerte flomnivå. Vi vil oppleve en økende grad av ekstreme vær-situasjoner i framtiden, bl.a. i form av økende regnintensiteter med større varighet enn det som er dimensjonerende i dag. Dette er det meget viktig å ta hensyn til.

Saken avsluttes fra min side pr. dato. Jeg står til disposisjon ved ytterligere behov.

Med vennlig hilsen


Alf-Robert Tangen

planlagt byggeområde



Hvitlingfoss

DV-vurdering

Horten 3/12-2013

⊕ = Betragtningopunkt

— = Planlagt byggeområde

- - - = Bekker, vannveier

1:20000

Ark: Robert Tungen

LÅGEN BOLIG AS
BOLIGPROSJEKT LUPINVEIEN

NEDSLAGSFELT

Leire. Leire går gjennom et 0,075 mm sikt og er i våt tilstand plastisk. Vi sier at jordarten er plastisk når den ved riktig vanninnhold kan rulles ut til en tynn tråd (2mm).

Leire som er tørket inn gjentatte ganger eller som er blitt trykket sammen under høyt trykk (bunnmørene), er hard og vil absorbere vann meget langsomt (timer eller dager). Hard, tørr leire må knuses og knas hardt og lenge før den blir plastisk. Dette i motsetning til silt, som absorberer vann raskt og er lett å bløte opp.

Våt leire mister mye av sin fasthet når den blir omrørt eller utsatt for bevegelse, for eksempel på grunn av anleggsvirksomhet eller på grunn av ras. Hvor mye en leire vil bli oppbløtt ved omrøring kan anslås fra Atterbergs flytegrense (LL) og vanninnholdet. Hvis vann-innholdet er 35 % av tørr vekt og flytegrensen er 30 %, vil grunnen bli praktisk talt flytende ved omrøring. Hvis derimot flytegrensen er 30 % og vanninnholdet 25 %, kan en regne med at grunnen tåler mye bevegelse uten å bli meget bløt. Dette gjelder for leire, ikke for silt.

En sensitiv leire er en leire som mister det meste av sin fasthet ved omrøring. Ytterligheten er kvikkleire, som blir flytende under ganske lite omrøring. I laboratoriet skjer det et plutselig brudd i kvikkleire ved deformasjoner på 2 til 6 %, mens en vanlig leire kan deformeres opp til 10 % før brudd.

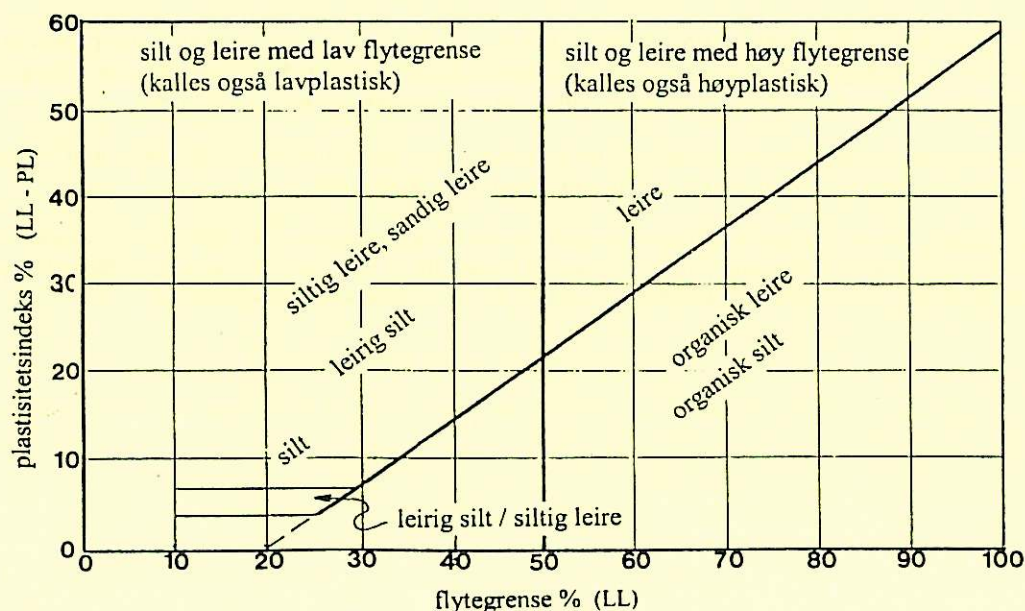
Leire har liten vanngjennomtrengelighet, og påvirkes lite av drenering eller oversvømmelse. Våte leirmasser er vanskelige å tørke ut. Faste leirmasser blir ikke bløte fordi en utgraving oversvømmes, hvis ikke massene samtidig rotes opp. Leire kan komprimeres bare når den er passe fuktig. Tørre leirige gravemasser kan bestå av harde klumper som må knuses med tungt utstyr.

I forbindelse med graving i leire er tiden en vesentlig faktor. I mange tilfeller vil en graveskrent stå i flere dager før den raser ut. Dette gjør at en ofte kan greie seg uten forstøtning når utgravingen bare skal stå åpen en kort tid. Dette er et faremoment siden det kan friste til å arbeide i grøfter og andre utgravinger med for liten sikkerhet.

Vi bruker følgende fasthetsbeskrivelse for leire og leirig silt:

Skjærfasthet, kN/m ²	Beskrivelse	Enkel prøve.
0 - 12	Meget bløt.	Knyttneve presses lett inn flere cm.
12 - 25	Bløt.	Tommelfinger presses lett inn flere cm.
25 - 50	Middels fast.	Tommelfinger presses inn med moderat trykk.
50 - 100	Fast.	Merkes lett med tommel, vanskelig å trykke inn
100 - 200	Meget fast.	Merkes lett med fingernegl.
200 +	Hard.	Vanskelig å merke med negl

Silt. En leirig silt kan forveksles med leire, mens en grovere silt kan avvike lite fra finsand. Hvis en legger en våt siltklump på handflaten og dunker handa mot et fast underlag, blir overflaten blank fordi vannet går ut i overflaten. Hvis en så klemmer på siltklumpen, blir den matt fordi massen utvider seg ved brudd samtidig som massen er åpen nok til at vannet kan bevege seg. Denne muligheten for vannstrømming gjør at silt kan være totalt ustabil ved graving under grunnvannsnivået. Så snart en får senket grunnvannsnivået, blir silten stabil. --- Når silten tørker blir den fast, men ikke hard. Tørr silt trekker raskt til seg vann, og kan lett brytes ned eller løses opp i vann. Vannmettet silt er elastisk eller svampaktig. En kan vri eller strekke en prøve nesten uten motstand inntil den plutselig binder. Silt suger lett opp vann og er meget telefarlig. En graveskråning i leirig silt kan sige mye uten å gli ut.



Vi bruker Atterbergs grenser

som kriterium for å klassifisere (benevne) siltige og leirige jordarter som vist på diagrammet. Plastisitetens grense er det vanninnholdet hvor prøven går over fra å være sprø til å være plastisk. Flytegrensen er det vanninnholdet hvor prøven går over fra plastisk til flytende. Plastisitetensindeksen PI er forskjellen mellom flytegrensen og plastisitetensgrensen.

BILAG H1

Sivilingeniør Bjørn Strøm AS
desember 2004

FUNDAMENTERING AV LETTE BYGG

Bakgrunnen for dette bilaget er at fundamentering av eneboliger og rekkehus kan utgjøre en større del av byggekostnadene enn tilfellet er for større bygninger, og har vært gjenstand for mye vurderinger og drøftelser.

STIVHET

I forbindelse med inngangspartier og større vinduer vil det som regel være behov for en avstivende ringmur eller tilsvarende kantfortykkelse for en hel bunnplate. I områder med svak grunn er det bare unntaksvis at det ikke er behov for slik avstivning. Unntakene kan for eksempel være en to-etasjes bygning, hvor veggene gir stivhet.

En avstivende grunnmur er utformet og armert med tanke på stivhet, hvilket innebærer at den skal ha en høyde på minst 60 cm, at den skal være armert med to kam 16 oppe og nede, og at den skal være armert for skjær. Behovet for langsgående armering setter en grense for hvor smal ringmuren kan være. Behovet for skjærstyrke gjør at flere av EPS-kasettene som er på markedet, ikke vil kunne benyttes.

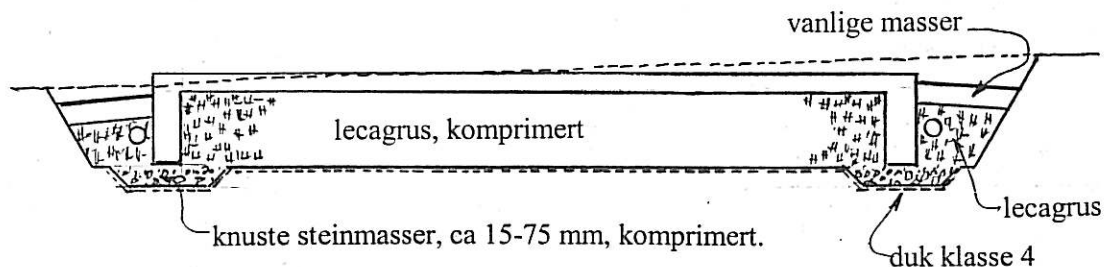
I noen tilfeller er det utstikkende eller inngående partier, som gjør det nødvendig med en dobling av ringmuren for å få kontinuitet og stivhet.

BEHOV FOR SÅLE

Sålebredden har ofte liten betydning i forbindelse med en lett bygning. Høyden på grunnmuren har som oftest større betydning enn bredden på sålen. Det kan bli aktuelt å sette grunnmuren direkte på et lag med knuste steinmasser, og å sløyfe sålen. Det kan for eksempel dreie seg om å sette ringmuren på 15 cm med pukk av størrelsesorden 15-75 mm som er lagt på klasse 4 duk og komprimert med en rimelig tung vibroplate. Største steinstørrelse 0,5 til 0,7 x tykkelse av pukklag.

SPESIELL UTFØRELSE.

I tilfeller med spesielt setningsfarlig eller spesielt svak grunn kan det bli aktuelt, som vist nedenfor, å traue ut hele byggearealet, fordype for et lag pukk under ringmuren, støpe ringmuren med utstikkende armering, fylle opp til topp ringmur med leca 0-32, som komprimeres, og så støpe en ekstra armert gulyplate som armeres sammen med ringmuren. Ved større dimensjon kan det bli aktuelt med en tverrmur eller et kryss. Å bruke isopor eller liknende som forskaling og fyllmasse har vært praktisert på meget setningsfarlig grunn.



SPESIELL UTFØRELSE

OPPFØLGING MED TANKE PÅ GJENFYLTE GRØFTER OG ANDRE UREGELMESSIGHETER I GRUNNEN.

Utskifting av eventuelle uegnede masser i grøfter eller fordypninger kan virke som en opplagt sak, men det forutsetter kontroll, spesielt i den mørke årstiden. Forskalingsrester og annet avfall har også vært årsak til setninger. Dette kan dreie seg om grov uaktsomhet, slik at det ikke er noen tidsbegrensning for ansvar.

MULIGHET FOR TELEHIV

Setningskader på grunn av telehiv i fundamentgrøfter er også en rimelig opplagt sak, men kan likevel forekomme. Et spesielt problem er at det kan være vanskelig å føre bevis.

FUNDAMENTERING PÅ STEINFYLLING.

Det forutsettes at en sørger for tilstrekkelig sikkerhet mot at finkornede masser kan gå tapt inn i ei steinfylling. Behov for sakkyndig bistand vurderes.

Det kan dreie seg om avrettingsmasser som renner ned i åpninger i steinfyllinga, og i det tilfellet anbefaler vi at en ikke regner med at metting med finere masse vil være en permanent løsning, og at en ikke legger på mer avrettingsmasse eller forkilingsmasse enn at deler av steinfyllinga vil være synlig. Dette innebærer at fundamentet ikke skal kunne få setninger selv om avrettingsmassen måtte gå tapt.

Det kan også dreie seg om at stein trenger ned i finkornet masse, for eksempel bløt leire. Dersom det skal fylles med relativt grov masse, anbefaler vi at det legges ut et duk av klasse 4 og et lag av mindre grove steinmasser for de grove massene fylles. For vanlig godt nedsprenget fjell vil det være tilstrekkelig med bare duk.

BRUK AV FORSKALINGSKASSETTER OG SUPERLETT ISOLASJON.

I forbindelse med forskalingskassetter som både skal fungere som forskaling og isolasjon, er det viktig at en vurderer om grunnmuren får tilstrekkelig bredde i forhold til grunnens bæreevne og om den får tilstrekkelig skjærstyrke. Det produseres kassetter med relativt store mellomklosser, slik at tverrsnittet blir for lite for skjærstyrke. Dette må vurderes på bakgrunn av grunnens bæreevne og bygningens totale stivhet. Vertikal armering vil være nødvendig uansett.

Vi har forstått at en har hatt problem med maur i forbindelse med superlett isolasjon, men at dette ikke er tilfellet med ekstrudert masse. Vi kjenner imidlertid ikke til undersøkelser som har vært gjort i den forbindelse.

BILAG H5

Sivilingeniør Bjørn Strøm AS
januar 2001

GULV PÅ GRUNNEN OG UTENOMHUSOMRÅDER

GULV PÅ GRUNNEN.

Gulv på grunnen innebærer et setningsproblem som avhenger av om bæresystemet er pelefundamentert eller sålefundamentert. I forbindelse med et pelefundamentert bygg dreier problemet seg om at gulvet setter seg i forhold til søyler og vegger. I forbindelse med et sålefundamentert bygg vil søyler og vegger sette seg i forhold til gulvet.

Det er flere grunner til at et gulv kan få setninger. Det kan skyldes gulvlast, vekten av fyllmasser, senkning av grunnvannsnivå, naturlige setninger i grunnen, for dårlig komprimerte fyllmasser, at fine avrettingsmasser går tapt ned i grovere masse, at grove masser presses ned i bløt opprinnelig grunn eller at masse går tapt på grunn av vannsig. Det er også en mulighet at grunnen hever seg i forbindelse med peleramming og senere synker noe.

Sålefundamenterte søyler og vegger vil sette seg på grunn av den tilleggslast som de påfører grunnen, på grunn av annen tilleggslast på grunnen eller på grunn av noen av de andre forholdene som er nevnt ovenfor. Vanligvis baserer vi tillatt såletrykk på setninger på 2 cm under full last. En må regne med at setningene i stor grad vil skje etter at bygget er ferdig.

En regner vanligvis med at pelefundamenterte søyler, vegger og gulv får ubetydelige setninger, men også her kan det bli større setninger, for eksempel som følge av påhengskrefter på pelene fra oppfylling eller annen belastning på grunnen.

Løsninger for setningsproblemet for gulv på grunnen kan være følgende:

1. Støpe gulvet etter at en er ferdig med setningene.
2. Gjøre gulvet tilstrekkelig stivt til å kunne krage ut ved sålefundamenterte vegger og søyler.
3. Forsterke gulvet ved pelefundamenterte vegger og søyler. En bør skille mellom et pelefundamentert gulv og et gulv på grunnen. Hvis en tillater gulvet å henge seg opp på pelefundamenterte vegger eller søyler, har en ikke lenger et gulv på grunnen, og en må dimensjonere på en annen måte.
3. Velge pelefundamentering for gulv, såvel som for søyler og vegger.
4. Velge hel, forsterket gulvplate.
5. Legge opp til at gulvet rettes opp etter behov ved hjelp av sparkling, påstøp eller skumløfting. I forbindelse med påstøp bør en vurdere lett betong for å begrense belastningen på grunnen.
6. Velge asfaltdekke i stedet for støpt gulv.
7. Sørge for at ledningsanlegg ikke kan skades av eventuelle setninger.
8. Uansett hvordan en løser problemet med gulv på grunnen, bør byggherren eller fremtidig eier være informert om problemet og om alternative løsninger og kostnader.

UTOMHUSOMRÅDER.

Årsakene til at utomhusområder får setninger avviker som oftest ikke vesentlig fra de vi har nevnt i forbindelse med gulv på grunnen. En har imidlertid hatt et spesielt problem i forbindelse med myrområder hvor en pelefundamenterer bygninger og ledninger, og så får problemer når terrenget synker.

En bør vurdere om en vil satse på en omhyggelig gjenfylling av fundamentgrøfter og langs grunnmurer eller å rette opp etter en tid.

I en bredde på 3 meter omkring en bygning bør det være et fall på minst 3 prosent. Fall mot bygningen kan skape problemer når vann renner ned langs bygningen og fører med seg masse inn i drencsystemet. I forbindelse med en skolebygning rant vannet ned langs yttervegg og fjernet masse under innvendige veggfundamenter.

I skrånende terreng kan det være vanskelig å skille mellom vanlige setninger og synkning på grunn av dårlig terrengstabilitet. I perioder med høy grunnvannsnivå, som i november og desember 2000, kan dette være spesielt aktuelt.

SETNINGER

Et byggverk kan få setninger av mange årsaker, avhengig av grunnforholdene:

1. Utpressing av vann fra vannmettet leire (konsolidering) under vekten av et fundament eller under vekten av en oppfylling. Dette skjer over tid og avhenger av størrelsen på fundamentene eller oppfyllingen, hvor tett leirmassen er og om det finnes sandlag eller andre drenerende lag. Belastningen fra en fundamentsåle vil spre seg i grunnen slik at det blir liten effekt under en dybde som er 1,5 ganger fundamentbredden. Belastningen under en oppfylling sprer seg på samme måte, men siden utstrekningen er mye større, kan vekten av fyllmassene gi konsolidering og setninger over flere år mens fundamentet kan være ferdige med setningene i løpet noen måneder. Konsolidering vil skje i andre vannmettede jordarter som sand og silt, men disse massene er vannførende i en helt annen grad, og setningene skjer mye raskere. Masser som tidligere har vært konsolidert under en belastning, vil ikke gi vesentlige setninger dersom belastningen ikke er større enn denne forbelastningen. De vanligste forbelastningene er vekten av isbreer og vekten av masser som er erodert bort av bekker og overflatevann. En langvarig grunnvannssenkning kan også gi forbelastning. Forbelastningseffekten kan bli borte ved at salt vaskes ut av en leire, slik at den blir sensitiv eller kvikk.
2. Sammentrykning av leire som ikke er vannmettet, vil skje raskt, og det samme gjelder grovere masser som silt eller sand. Det kan dreie seg om uker, heller enn måneder eller år. Sammentrykning av silt kan gi vesentlige setninger, mens belastning av sand og grovere masser normalt ikke gir vesentlige setninger. Også for disse massene vil forbelastning påvirke setningsegenskapene.
3. En har opplevd setninger når en tørr steinfylling utsettes for vann for første og andre gang. Toppen av en steinfyllingsdam som var bygd i en tørkeperiode fikk setninger på 2 meter når regnet kom.
4. Nedbryting av organiske masser (forråtnelse) kan gi store setninger over tid, og det samme gjelder tilfellet nedbryting av søppel. Vi har sett at forskalingsrester og røtter i steinfyllinger har gitt setninger over mer enn 10 år, slik at en fikk bygningsskader lenge etter garantiperioden. Torvmasser kan reduseres vesentlig hvis de får luft på grunn av en langvarig grunnvannssenkning.
5. Finkornede avretningsmasser kan over tid gå tapt ned i hulrom i underliggende steinfylling, og gi setninger som er uavhengig av belastning.
6. Sideveis forskyvning av vannmettede myrmasser har gitt setninger i forbindelse med oppfylte veier og plasser.
7. Bevegelse av masser på grunn av vekslende frost og teleløsning er en ikke uvanlig årsak til setningsskader på bygninger.
8. Forvitring av steinmasser på grunn av fuktighet og frost er en setningsårsak, spesielt ved sjøen.

KUNSTIG FORBELASTNING

Den første av disse setningsårsakene er den vanligste i vår virksomhet, og gjør at forbelastning ved hjelp av fyllmasser er et vanlig tiltak i forbindelse med bygninger.

Et typisk tilfelle er et byggeprosjekt i skrånende terreng, hvor det er setningsfarlig leire, og en ønsker å fylle opp deler av området. En fjerner vegetasjon, røtter og matjord, og fyller opp i planlagt nivå med sprengstein, sand eller grus som legges ut lagvis og komprimeres. Setningene kan være anslått til 5 til 10 cm, og perioden for 80 prosent av disse kan være anslått til 2 år. (Både størrelsen og forløpet av setningene vil være usikre, selv om det gjøres relativt omfattende grunnundersøkelser).

For å korte ned ventetiden fyller en opp selve byggeområdet med forbelastningsmasse, for eksempel med masse som senere kan brukes til å fylle opp for utomhusområder og veier.

For å sikre at en ikke bygger for tidlig gjøres det systematiske målinger. En bør måle inn et rikelig antall punkter og en bør ha mer enn ett fastmerke.

Et vanlig målepunkt er ei stålplate, for eksempel 30 x 30 cm, som settes på toppen av den permanente oppfyllingen, med et påsveiset armeringsstål som vil stikke 20 cm over toppen av forbelastningsfyllinga. Det fylles først opp omkring målepunktet, og den første målingen gjøres så tidlig som det er praktisk. Til å begynne med måler en hver tredje uke. Senere kan de bli aktuelt med lengre intervaller. Behovet for frostisolasjon vurderes.

Dersom en forbelastet med steinfylling, kan det være bedre å legge ut spesielle steinblokker i overflaten på forbelastningsfyllinga, og å merke målepunkter på disse.

En måte å etablere målepunkter i finkornede masser er å bore ned til den permanente fyllinga med naver eller skovlbor, tømme litt betong i hullet, og sette ned et armeringsstål.

Utskifting med lette masser kan være et brukbart tiltak der hvor tiden ikke strekker til. Valg av pelefundamentering kan være et alternativ.

Det er vesentlig at byggherren er innforstått med usikkerheten som ligger i setningsvurderinger, og at alternative tiltak drøftes før en velger forbelastning.

Helst skal oppfylling og forbelastning gjøres før det foreligger et konkret byggeprosjekt. Salg av leiligheter bør ikke gjøres før det foreligger positive resultater av setningsmålinger, og selv da bør det tas forbehold.

TRYKKSONDERING (Cone Penetration Test)

En trykksondering eller cone penetration test (CPT) gjøres ved at en 35-mm rørformet spiss trykkes jevnt ned i grunnen mens en registrerer spissmotstanden, friksjon langs en 13 cm lang hylse og vanntrykket (poretrykket) ved spissen.

fs er friksjon på friksjonshylsa som angis i kPa. Hylsearealet er 15 cm², slik at 30 kPa tilsvarer en total kraft på 0,45kN ((45 kg)).

Vanntrykket u₂ angis i mPa. En vannsøyle på 10 meter gir et trykk på 0,1 mPa.

qc er spissstrykket angitt i mPa. Spissarealet er 10 cm², slik at et spissstrykk på 1 mPa tilsvarer en spisskraft på 1 kN ((100 kg)).

Resultatene er diagrammer for spissstrykk, friksjon og poretrykk. De må tolkes på grunnlag av andre boreresultater og erfaring. Vi viser tolkning etter to programmer. Det dreier seg om om jordartsbeskrivelse og skjærfasthet. Disse tolkningene bør ikke tas bokstavelig.

Naveren er et spiralbor (skrue) med en diameter på 75 mm, som skrues og presses ned, og så trekkes opp omlag for hver halvmetr, slik at en får opp delvis forstyrrete prøver av grunnen., Typiske prøver tas med for laboratoriebeskrivelse og måling av vanninnhold.

En dreietrykksondering gjøres ved at en skrueformet spiss med en diameter på omlag 50 mm presses ned i grunnen mens den roterer langsomt. Nedpresskraften registreres i et diagram.

En vingeboring innebærer at et korsformet borhode (ving) presses ned i grunnen og for hver halvmetr dreies rundt. Dreiemomentet som skal til for å rotere vingen viser skjærfastheten. Etter rotering av vingen for omrøring av massen, måles omrørt skjærfasthet.

En prøveserie (prøveboring) innebærer at relativt uforstyrrete prøver tas opp ved hjelp av sylindere med diameter 54 mm og lengde 800 mm. En borer vanligvis med naveren gjennom de øverste massene som måtte være for faste for prøvetakeren. **Rutinemessige laboratoriearbeider** på slike prøver er beskrivelse og måling av fasthet, densitet (romvekt), vanninnhold, og Atterbergs grenser.

En fjellkontrollboring gjøres med en 57-mm stift- eller hardmetallkrone, 45-mm borstenger, vannspyling og hydraulisk borhammer. For rimelig sikker fjellkontroll borer en minst 2 meter ned i det som antas å være fjell. En får et inntrykk av løsmassene fra det som kommer opp med spylevannet og fra variasjoner i nedpress og rotasjonsmotstand.

En totalsondering gjøres som en fjellkontrollboring, men med registrering av nedpresskraft og synkehastighet.

