

Rapport nr. 95087.01, rev. 1

Dato: 29. januar 1996

**GRUNNUNDERSØKELSER HOTVEDT DAMPSAG
FOR BYGGHOLT AS**
Geoteknisk rapport.

1.0 INNLEDNING - PROSJEKT	side 2
2.0 TIDLIGERE UTFØRTE GRUNNUNDERSØKELSER	side 2
3.0 GRUNNUNDERSØKELSER UTFØRT DESEMBER 1995	side 3
4.0 GRUNNBORINGSRESULTATER	side 4
5.0 GRUNNFORHOLD	side 5
6.0 STABILITETS FORHOLD	side 6
7.0 FUNDAMENTERINGS FORHOLD	side 7
8.0 SLUTTBEMERKNING	side 8

Tegninger:

Tegn. nr. 95087-01	: Situasjonsplan
Tegn. nr. 95087-02	: Profil I-I, 1:400
Tegn. nr. 95087-03	: Profil II-II, 1:400
Tegn. nr. 95087-04	: Profil III-III, 1:400
Tegn. nr. 95087-05	: Vinge boring, v/pkt. 4
Tegn. nr. 95087-06 til 09	: Diagrammer for dreietrykksonderinger
Tegn. nr. 95087-10	: Prøveserie, v/pkt 9

Vedlegg:

2.1.1	Vingeboringer 1-10 Bjørn Strøm 1985
2.1.2	Vingeboringer 11 og 12 Bjørn Strøm 1985
2.2.1	Dreieboring Tambs Lyche 1937
2.3.1	Prøveserie Noteby 1945
2.4.1	Prøveserie Noteby 1957

1.0 INNLEDNING - PROSJEKT

Det vurderes å bygge ut tidligere Hotvedt Dampsag's eiendom ved Drammenselva til boligformål. I denne forbindelse har Geoteam Terraplan a.s. utført grunnundersøkelser i henhold til bestilling av 27.11 fra Byggholt a.s. ved Kjell Systad.

Tomten danner en ca 300 m lang og ca 70 m bred stripe mellom Drammenselva og Øvre Storgate og har en total størrelse på ca. 20 mål. Tomten er relativt flat, og varierer fra elvenivå til ca. kote 2,5 ved Øvre Storgate.

På den østlige delen av tomten står det idag noen bygg til tidligere Hotvedt Bruk (sagbruk og byggevarehandel). Den vestlige delen er ikke bebygget.

Hvordan tomten skal bebygges er ennå ikke bestemt, det er blant annet de geotekniske vurderingene av grunnforholdene som vil være med på å sette begrensninger på byggstørrelse og fremtidig terrengarondring mm.

Grunnundersøkelsene, etappe 1 av et mer omfattende program, er i denne omgang utført med tanke på å favne to forhold:

- Vurdere stabiliteten mot utglidning i elven, både for dagens situasjon og for alternative nye situasjoner etter utbygging (der også en delvis fjerning av yttre del av dagens fyllingen ut i elven inngår).

- En første vurdering av hvilken fundamenteringsmetode som vil være gunstig for bygg av ulik type og belastning med hensyn til setninger mm.

Det er tidligere utført grunnundersøkelser på og i umiddelbar nærhet av tomten. Sivilingeniør Bjørn Strøm har utført boringer fra flåte ute i elven (1985). Boringer er utført av Tambs Lyche for et lokalt område i østre del av tomten (1937), og boringer er utført av Noteby for Hotvedt Dampsag (1945). Noteby har også utført boringer for Den Norske Papirfiltfabrikk sitt tilbygg mot Øvre Storgate (1959). Resultatene fra disse grunnundersøkelsene er gjengitt i denne rapporten som vedlegg.

2.0 TIDLIGERE UTFØRTE GRUNNUNDERSØKELSER

2.1 Siv.ing. Bjørn Strøm (1985):

Grunnundersøkelsene omfatter 5 dreiesonderinger og 7 vingeboringer langs elvebredden i en strekning på 150 meter. Borpunktene er inntegnet og merket B.S. på situasjonsplanen, tegn. nr. 95087.01. Vingeboringene viser verdier for udrenert skjærstyrke i størrelsesorden, $s_u = 10-20 \text{ kN/m}^2$, se vedlegg 2.1.1 og vedlegg 2.1.2.

Det er opptegnet 2 profiler gjennom tomten i retning nord-syd fra Øvre Storgate og ut i elven der gammel elvebunn er forsøkt inntegnet. Dreiesonderingene viser at det er løst lagrede masser ute i elven.

2.2 Tambs Lyche (1937):

Det ble da utført 1 dreiesondering i løst lagrede masser med økende motstand med dybden, se vedlegg 2.2.1. Boringen er utført på den østlige delen av tomten, men eksakt beliggenhet

av boringen har det ikke vært mulig å finne ut og den er derfor ikke inntegnet på situasjonsplanen.

2.3 Noteby (1945):

Det tatt opp en prøveserie lengst øst på tomten til 14 meters dyp. Laboratorieanalysene av de opptatte prøver viser fyllmasser som inneholder sagflis og trebiter ned til ca. 5 meter. Udrenert skjærstyrke, s_u synker med dybden fra 43 kN/m² i 8 meters dybde til 18 kN/m² i 14 meters dybde, se vedlegg 2.3.1. Det er ikke mulig å finne eksakt beliggenhet av boringen og den er derfor ikke inntegnet på situasjonsplanen.

2.3 Noteby (1957):

Det ble da undersøkt for et tilbygg til Den Norske Papirfiltfabrikk (nå FiltBygg a/s) i Øvre Storgt. 104 på andre siden av vegen. Terrenget ligger her på ca kote 2,5. Boringene er vist og merket N på situasjonsplanen.

Ved prøveserien PR2 i denne undersøkelsen ble det registrert ca. 2,5 meter tørrskorpeleire over bløt leire til 14,5 meter der prøvetakingen ble avsluttet.

Udrenert skjærstyrke, s_u , under tørrskorpelaget synker fra ca. 35 kN/m² i toppen, til ca. 15-20 kN/m² fra 5 meters dyp og nedover til 14 m.

Romvekten, γ , varierer fra den lave verdien 17,5 kN/m³ i toppen til ca 20 kN/m³ fra ca. 7 meter og nedover, se vedlegg 2.4.1. Den lave romvekten i toppen indikerer innhold av organisk materiale og kompressibel grunn i alle fall til viss dybde under terreng.

Grunnvannstanden ble registrert å ligge ca. 2 meter under terreng (ca kote +0,5) målt i piezometer NP1, se situasjonsplanen tegn. nr. 95087-01.

3.0 GRUNNUNDERSØKELSER UTFØRT DESEMBER 1995

Borpunktene er satt ut-/innmålt i forhold til eksisterende bygg og er således ikke koordinatbestemt. Borpunktens terrenghøyder er ikke nivellert.

3.1 Dreietrykksonderinger

Som det fremgår av situasjonsplan, tegn. nr. 95087-01 er det utført dreietrykksonderinger i 4 punkter på den aktuell tomten, pkt. merket 4, 5, 9 og 10, for å kontrollere løsmassenes relative lagringsfasthet.

Boringene ble utført som dreietrykksonderinger (DT) med beltegående borerigg. Borpunktene ble valgt ut med tanke på å kunne fremstille profiler av tomten inkludert de tidligere utførte grunnundersøkelsene. Bordiagrammene er gjengitt på tegning nr. 95087-06 til 09.

Boringene ble vanskliggjort av steinholdige fyllmasser i opptil 5m tykkelse.

Det ble boret til henholdsvis 25 og 29 meter i pkt 4 og 9, mens boring i pkt. 5 og 10 ble avsluttet i fyllmassene. Det ble gjort forsøk på å bore til side for opprinnelig pkt, men uten annet resultat.

3.2 Prøveserie i pkt. 9

Det ble skovlboret ned til 5,4 meter med opptak av forstyrrede prøver. Videre ble det tatt opp prøvesylindere ned til 12,2 meter. Prøvetakingen ble så avsluttet, da det ikke lot seg gjøre å ta opp flere prøver fordi prøvene rant ut av prøvetakeren.

3.3 Vingebor i pkt. 4

Det er utført udrenert skjærstyrkemåling med vingebor i punkt 4. Det ble forboret til 5,5 meter og deretter registrert udrenert skjærstyrke s_u for hver meter fra 5,5 meter til 18,5 meter.

4.0 GRUNNBORINGSRESULTATER

Sonderingsdiagrammene er vist på tegn. 95087-06-09.

Grunnbøringsresultater, boringer desember 1995					
Pkt. nr.	Type	Z*	D	Z-D	Stopp
4	DT	1,5	25,0	-23,5	Avsluttet
4	Vb	1,5	18,5	-17,0	"
5	DT	1,5	8,5	-7	Stopp
9	DT	1,5	29,0	-27,5	Avsluttet
9	PR	1,5	12,2	-10,7	"
10	DT	1,5	2,0	-0,5	Stopp

* Høyder tatt ut fra kart.

Punktene er satt ut fra eksisterende bebyggelse, og er ikke koordinat festet.

Forklaring til tabell for utførte grunnboringer.

Pkt. nr. = Borpunktnummer for boringer utført av Geoteam Terraplan a.s.

Type = Type boring utført i punktet som følger:

DT = Dreietrykksondering. Maskinsondering med digital avlesning av sonderingsmotstand og boret dybde.

PR = Prøveserie, NGI 54 mm prøvetaker med opptak prøvesylindere av jordmateriale for laboratorieanalyser.

Vb = Vingeboring, registrering av udrenert skjærstyrke.

Z = Terreng høyde/kote høyde i borpunkt i følge NGO-0

D = Boret dybde regnet fra terreng i vedkommende punkt

Z-D = Kote høyde ved bunn av boring

5.0 GRUNNFORHOLD

På grunnlag av gjennomgang av dataene fra de tidligere utførte grunnboringer sammenstilt med resultatene fra grunnboringene i etappe 1 som nå er utført, kan grunnforholdene i grove trekk beskrives som følger:

Gjennom lang tid (100-200 år) er tomten gradvis blitt hevet og økt i grad med utfylling i Drammenselva. Fyllingstykkelsen øker således generelt fra Øvre Storgate og ut til dagens tomtebegrensning mot elva. I de senere år er det i alt vesentlig benyttet gode, steinholdige fyllmasser ved utfyllingen.

Fra Øvre Storgate og ut til antatt elvekant fra 1911 er det et topplag av fyllmasser og tørrskorpeleire med tykkelse ca. 2-3 meter over bløt leire. Fra antatt elvekant i 1911 og ut mot elva er det fyllmasser i maks høyde ca 5-6 meter uti elva (Bjørn Strøm 1985). Våre dreietrykksonderinger bekrefter dette da boringene viser:

I punkt 4 er det fyllmasser og tørrskorpeleire ned til ca. 3-4 meter. Videre nedover er det boret i løst lagrede masser til avsluttet boring på 25 meters dyp.

I punkt 5 er det boret ca. 8 meter i antatte fyllmasser (Evt. trepeler/rester av gammel kaifront fra 1911). Boring ble avsluttet da det var umulig å komme videre ned. Det ble gjort forsøk på å bore tilside for det opprinnelige punktet uten annet resultat.

I punkt 9 er det boret 5 meter i antatte fyllmasser. Videre nedover er det boret i løst lagrede masser til avsluttet boring på 29 meters dyp.

I punkt 10 ble det boret ca. 2 meter i fyllmasser til stopp i stein/gammel kaifront.

Det er antatt at fyllmassene består av sand, grus og stein, og at det for de indre delene av fyllingsområdet, den eldre delen av fyllingsområdet, kan være sagflis og trevirke nederst i fyllmassene. Det er også antatt at elva har tilført området masse. Som tidligere rapporter indikerer, regner man med at peler og tømmerstokker som har sunket til bunne har redusert hastigheten på vannet, slik at det er avsatt silt og i mindre grad leire langs elvekanten.

På den østlige del av tomten er det fra de tidligere utførte grunnundersøkelsene registrert udrenert skjærfasthet, s_u fra ca. 35 kN/m² i toppen til ca. 20 kN/m² for de dypere områdene.

På den vestlige delen av området er det tidligere utført grunnundersøkelser (Bjørn Strøm) i elvekanten, og vi har nå utført skjærstyrkemålinger med vingebor i pkt. 4. Det ble forboret til ca. 5,5 meter. Det ble så registrert udrenert skjærstyrke for hver meter ned til 18,5 meter. Det er registrert udrenert skjærstyrkeverdier s_u i størrelsesorden 10-20 kN/m² for hele profilet, d.v.s. bløt til meget bløt leire. I pkt. 9, ca. midt på tomten, er det utført en prøveserie. Det ble tatt opp forstyrrede prøver ned til 5,4 meter i antatte fyllmasser. Disse viser grusige sandmasser ned til ca 2 meters dybde. Videre nedover siltig torv/mold for dybde 2,4 til 3,2 meter. I dybde 4,5 meter er det en siltig grå finsand over en siltig leire for dybde 5,4 meter. Dette er antatt å være gammel elvebredd. Fra ca. 7,5 meter og til avsluttet prøve (12,2 meter) er det kvikkleire.

Udrenert skjærstyrke, s_u varierer mellom 5 og 10 kN/m² det vil si meget bløt leire. Vanninnholdet i leira er ca 30-40 %, og romvekten ligger mellom 18 og 19 kN/m³. Dette er normale verdier for normalkonsolidert leire.

Ut fra de grunnbøringsdata vi har til nå, synes opprinnelig leirgrunn generelt å være bedre på den østre halvdel av tomten enn den vestre.

Det er derimot antatt at forekomstene av setningsømfindtlige fyllmasser som sagflis og trevirke er større for den østlige delen enn den vestlige.

6.0 STABILITETSFORHOLD

Det er utført stabilitetsberegninger for 3 profiler med plassering avmerket på situasjonsplanen, tegn. nr. 95087-01 og opptegnet som I-I, II-II og III-III, se tegn. 95087-02 til 04.

Det er innhentet data fra Drammen Havnevesen angående vannstand i elva. Høyeste målte vannstand i Drammenselva i dette området er kote +1,9 meter. Laveste vannstand gitt av lavvannstillstand kote -0,30m. Benyttet i beregningene kote -0,5 meter.

Beregninger er utført etter lammelemetoden på totalspenningsbasis, og med inngangsparameter for udrenert skjærstyrke, s_u , fra vingeboring utført ved pkt. 4, fra prøveserie i pkt 9, vingeborresultater fra Bjørn Strøm samt prøveserier fra Noteby.

1. Stabilitet av dagens situasjon

Beregningene viser at stabiliteten for dagens situasjon i utgangspunktet ikke er tilfredstillende. Sikkerheten mot utglidning er funnet å være $F=1,15$ (beregnet for profil II-II). Men tidligere beregninger utført av Norges Geotekniske Institutt (NGI) på oppdrag fra Drammen Kommune, der det er etterregnet flere ras langs Drammenselva, har imidlertid konkludert med at beregningsmessig sikkerhetsfaktor $F=0,6-0,7$ tilsvarer virkelig sikkerhetsfaktor $F=1,0$ (NGI-publikasjon 24) for de spesielle forholdene vi har i drammensleira.

Med bakgrunn i dette er virkelig sikkerhetsfaktor for dette området:
 $F=(1,0/0,65) \times 1,15 = 1,7$. Dette er tilfredstillende stabilitet.

For profil I-I er sikkerheten mot utglidning funnet å være høyere enn for profil II-II og for profil III-III er sikkerheten mot utglidning funnet å være lavere enn for profil II-II.

2. Stabilitet etter fjerning av deler av dagens fylling for utretting av dagens elvekant.

Stabilitetsberegning uten fylling ved elvekant (se tegn. nr. 95087-02-04) ga beregningsmessig sikkerhetsfaktor, $F=1,0$, d.v.s. virkelig sikkerhetsfaktor $F=1,5$ med samme korreksjonsfaktor som tidligere. Dette er for lav sikkerhet mot utglidning.

I henhold til gjeldende sikkerhetsprinsipper i geoteknikk for totalspenningsanalyser, kreves

en minimums sikkerhetsfaktor $F= 1,7$ for et sprøtt, kontraktant brudd (kvikkleire) med skadekonsekvens mindre alvorlig. Stabilitetsberegningene gir da følgende konklusjon:

- Tomten kan ikke påføres belastning utover det den har idag verken fra nye bygg eller yttligere oppfylling. Dette betyr at vekten av nye bygg må kompenseres med avgraving av tilsvarende vekt masser der bygget kommer. Det anbefales videre at området lengst vest som er regulert som fri-/grøntområde ikke bebygges.
- Det kan ikke anbefales å fjerne yttre del av eksisterende fylling langs elvekanten for utretting av denne.

Det ble i tillegg til beregninger for dagens situasjon utført beregninger for 1911 situasjonen. Antatt elvebunn fra 1911 er inntegnet i profilene, og er en mer uheldig situasjon enn dagens situasjon. Disse beregningene ga beregningsmessig sikkerhetsfaktor $F= 0,7$, d.v.s et resultat som synes fornuftig i forhold til resultater fra etterregningen av ras langs Drammenselva som NGI tidligere har utført.

7.0 FUNDAMENTERINGSFORHOLD

På grunnlag av egne utførte grunnundersøkelser, og resultater fra tidligere grunnundersøkelser kan følgende sies om fundamenteringsforholdene generelt i etappe 1 av undersøkelsen.

Bebyggelse av tomten må utføres som kompensert fundamentering direkte i fyllmasser, enten på såler eller på hel plate. Det må utføres prøvegravinger for hvert enkelt hus som skal settes opp, for på den måten å kunne kartlegge grunnen, slik at de rette tiltak kan iverksettes. Ved store forekomster av sagflis/trerester må det masseutskiftes, da slike masser er svært setningsømfidtlige. Der det ikke skal utgraves for kjeller må det masseutskiftes med lette fyllmasser, f.eks leca, for å oppnå kompensert fundamentering.

Det er også vurdert løsning med fundamentering av nye bygg på friksjonspeler. Dette vil medføre store kostnader grunnet nødvendigheten av å bore dreneringsbrønner fyllt med sand av hensyn til stabiliteten av tomten under peling. Pelearbeider vil medføre økt poretrykk, og derav lavere effektiv spenninger. Det er dessuten nødvendig å gå dypt ned med friksjonspelene på grunn av dype kritiske bruddsirkler.

Kalk-/sementpeler er også vurdert, og er i likhet med friksjonspeler ikke funnet aktuelt på grunn av dype kritiske bruddsirkler. Det hadde dessuten vært vanskelig å utføre stabiliseringen på grunn av tykke lag med fyllmasser på området.

8.0 SLUTTKOMMENTAR

Grunnundersøkelsene har vist at tomten er oppfylt opptil 5 meter med fyllmasser av stein og grus. Under fyllmasser og tørrskorpe er det registrert bløt til meget bløt leire til dybder større enn 20 meter. Stabilitetsberegninger har vist at bebyggelse må utføres med kompensert fundamentering.

Det må utføres ytterligere undersøkelser i forbindelse med detaljprosjektering av fundamenteringen.

GEOTEAM TERRAPLAN a.s.

Drammen 29. januar 1996

Knut Espedal

Leif Olav Bogen