

NGU Rapport 2006.094

Sand- og grusundersøkelser ved Torgård,
Trondheim kommune.

Rapport nr.: 2006.094		ISSN 0800-3416	Gradering: Åpen
Tittel: Sand- og grusundersøkelser ved Torgård, Trondheim kommune.			
Forfatter: Arnhild Ulvik og Knut Wolden		Oppdragsgiver: Trondheim kommune, NGU	
Fylke: Sør-Trøndelag		Kommune: Trondheim	
Kartblad (M=1:250.000) Trondheim		Kartbladnr. og -navn (M=1:50.000) Trondheim	
Forekomstens navn og koordinater:		Sidetall: 20	Pris: 85,-
Feltarbeid utført: September-november 2006		Rapportdato:	Ansvarlig:
September-november 2006		Prosjektnr.: 263300	
<p>Sammendrag:</p> <p>På oppdrag fra Trondheim kommune har NGU undersøkt sand- og grusforekomsten ved Torgård for å vurdere mengden sand og grus i forekomsten. Det er også gjort vurderinger av massenes egenskaper og bruksområder.</p> <p>På bakgrunn av boringer, georadarmålinger og gravde prøvegroper er arealavgrensning og mektighet på forekomsten blitt justert betydelig i forhold til tidligere opplysninger i NGUs Grus- og Pukkkdatabase. Forekomsten synes å ha vesentlig mindre mektigheter av sand og grus enn tidligere antatt.</p> <p>En reduksjon av den gjennomsnittlige mektigheten fra 20 meter til 8 meter medfører at forekomstens totale volum er blitt redusert fra 11 millioner m³ til 4 millioner m³.</p> <p>Man finner de største gjenværende reservene ved Jesmo og Haugen i den sørligste delen av forekomsten. I tillegg er det sand og grus med en del mektighet vest for hovedvegen videre nordover. Volum sand og grus i disse delene av forekomsten utgjør ca 1.8 millioner m³. Tallet tar ikke hensyn til eventuelle arealkonflikter som bebyggelse og jordbruk.</p> <p>Til tross for betydelig reduksjon av volum og arealkonflikter vurderes deler av grusforekomsten som en meget viktig byggeråstoffressurs for Trondheim kommune.</p>			
Emneord: Sand og grus	Volum		Kvalitet
Veg	Betong		Arealplan
Georadar	Sonderboring		Fagrapport

INNHold

1. GJENNOMFØRING	5
2. KONKLUSJON	6
3. GEOLOGISK HISTORIE.....	7
4. RESULTATER	8
4.1 Kartlegging.....	8
4.2 Georadarmålinger.....	9
4.3 Sonderboringer	11
4.4 Sjaktgraving	13
5. TOLKNING OG DISKUSJON.....	14
6. LITTERATUR	15

VEDLEGG

1. Borhull- og georadarprofil - 1 side
2. Sondermålinger - 2 sider
3. Georadar - metodebeskrivelse - 2 sider

FORORD

På oppdrag fra Trondheim kommune har NGU undersøkt sand- og grusforekomsten ved Torgård for å vurdere hvor mye sand og grus som er igjen i forekomsten. Det er også gjort vurderinger av massenes egenskaper og bruksområder.

Resultatene fra undersøkelsen blir presentert i denne rapporten.

Trondheim 13.12.2006

Peer-Richard Neeb
lagleder
grus og pukk

Arnhild Ulvik
senioringeniør

Knut Wolden
senioringeniør

1. GJENNOMFØRING

Undersøkelsen er gjennomført ved gjennomgang av tilgjengelig litteratur, kartlegging av materialsammensetning i overflaten ved bruk av overflatesjaking i forbindelse med arkeologiske undersøkelser i regi av Vitenskapsmuseet, og i massetak og skjæringer. Det er videre foretatt georadarmålinger i 11 profiler med en total lengde på ca. 4500 meter. Målingene er utført av Jan Fredrik Tønnesen med hjelp av Arnhild Ulvik og Knut Wolden fra NGU. Det er gravd to prøvegroper med gravemaskin for visuell vurdering av massene.

Det er videre foretatt sonderboringer med hydraulisk borerigg i 10 utvalgte punkter for å verifisere andre tolkninger. Boredypene varierte fra 3.5 - 22 meter. Boringene ble utført på to enkeltdager av grunnborene Per-Arne Farstad og Steinar Andersen fra Trondheim kommune.

2. KONKLUSJON

På bakgrunn av boringer, georadarmålinger og sjaktgraving er arealavgrensning og mektighet på Torgårdforekomsten blitt justert i forhold til tidligere anslag. Hele forekomsten synes å ha vesentlig mindre mektigheter av sand og grus enn tidligere antatt.

Den gjennomsnittelige mektigheten på grusavsetningen er redusert fra 20 til 8 meter, noe som reduserer volumet i hele forekomsten fra 11 til 4 mill.m³.

Samtidig er arealene med utnyttbare masser redusert i forhold til tidligere avgrensninger, figur 3. Ved Jesmo og Haugen i den sørligste delen av forekomsten finnes de største gjenværende reservene. I dette området øker mektigheten på de utnyttbare massene fra 1-2 meter i øst til 12-15 meter sentralt på ryggen og 25-30 meter i vest. I tillegg er det noe masse igjen vest for hovedvegen i den nordre delen av forekomsten.

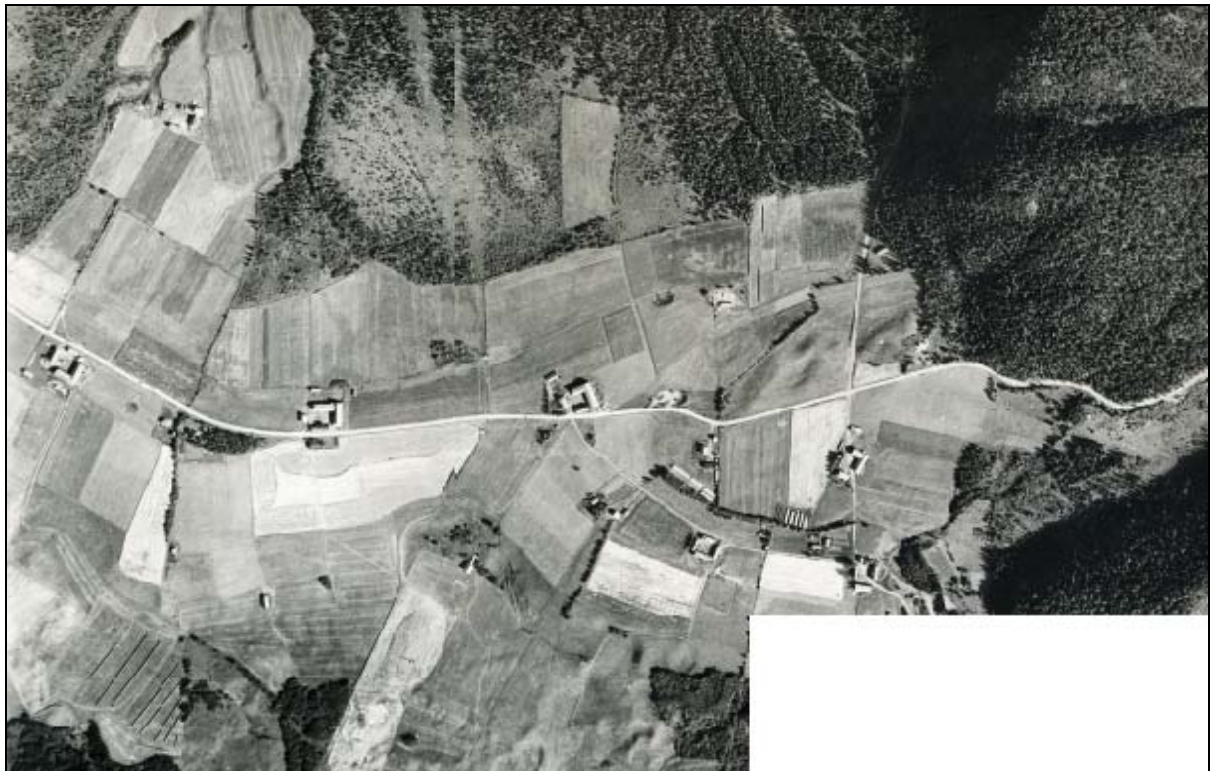
Volum sand og grus i de utnyttbare delene av forekomsten utgjør ca 1.8 millioner m³. Det er ikke tatt hensyn til eventuelle arealkonflikter som bebyggelse og jordbruk i beregningen..

Til tross for betydelig reduksjon av volum og arealkonflikter vurderes deler av grusforekomsten som en meget viktig byggeråstoffressurs for Trondheim kommune.

3. GEOLOGISK HISTORIE

Torgårdavsetningen er en del av en stor israndavsetning som ble dannet i sluttfasen av siste istid, for ca. 10.000 år siden. Den fortsetter over Tiller og mot Ekle, og er delvis dekket av havavsetninger. Havavsetninger har stor utbredelse opp til ca. 160 meter over havet i Trondheimsområdet. Jesmo ligger på dette nivået, mens gården Haugen ligger på et noe høyere nivå, ca. 175 moh. som er det høyeste nivået havet nådde (MG - marin grense) under isavsmeltingen i Trondheimsområdet. Breelver førte med seg, og avsatte, sand og grus foran isfronten der denne møtte havet. Der isen sto i ro over lengre tid ble det dannet isranddelta der det ble avsatt sand og grus til datidens havnivå, mens mer finkornig materiale holdt seg lenger svevende i vannet og ble avsatt som havavsetninger lenger ute. Der isen lå i kortere tid ble det dannet randåser foran isfronten, men som ikke nådde opp til havnivået. Etter at Torgårdavsetningen ble dannet på denne måten trakk isen seg tilbake mot øst og havet fulgte etter. I den fjordarmen som ble dannet innenfor ble det etter hvert avsatt finkornig materiale som silt og leire.

NGU har fått låne et scannet flyfoto av arkeologstudent Hans Marius Johansen fra området i 1957. Bildet viser at det ikke var masseuttak i forekomsten på denne tida. På 1960-tallet ble det tatt ut masser nord for Haugen gård og øst for Torgård, muntlig meddelt grunneier Kåre Katmo.



Figur 1 . Flyfoto fra Haugen og Torgård fra 1957.

4. RESULTATER

4.1 Kartlegging

Materialsammensetningen på forekomsten baserer seg på visuelle vurderinger i snittvegger i de ulike massetakene. Grusinnholdet i forekomsten varierer fra 25-50%, mens sandinnholdet ligger mellom 40-70%. I tillegg er det noe innslag av stein og til dels blokk (< 5%).

Massetak 1, 2 og 3 ligger lengst sør på forekomsten ved Torgård og Jesmo, figur 3. Mektigheten på forekomsten er her stor med opptil 25-40 meter. Videre drift er hemmet av leire i sør og arealkonflikter som bebyggelse, jordbruk og veier i nord. Det pågår gjenfylling/dumping av overskuddsmasser i alle de tre massetakene. Massetak 5 og 6 i den nordligste delen av forekomsten ved Sandmoen og Kvenild nordre har avsluttet uttaksvirksomheten. Massene i massetak 6 er blitt tatt ut og arealet er blitt klargjort for næringsvirksomhet. Massetak 5 er delvis blitt fylt igjen.

Det eneste uttaksstedet på forekomsten i dag er massetak 4, beliggende sentralt på ryggen. Snittene viser skrålag av sand og grus i veksellagring. Kvaliteten på massene er variabel, og det meste går til grøftepukk. Overstein siktes fra og lagres før den knuses. Videre uttaksmuligheter er begrenset på grunn av jordbruk, veg og bebyggelse.

Samtidig som NGU utførte georadarmålinger og boringer på Torgård ble det også foretatt arkeologiske utgravninger på forekomsten. Flere grunne sjakter ble gravd opp for arkeologiske undersøkelser på nordsiden av hovedvegen høsten 2006. NGU utnyttet den muligheten dette ga til å få informasjon om materialsammensetning under matjordlaget.

Figur 2 viser en gravd overflatesjakt hvor overgangen mellom leire og sand og grus er tydelig. På grunnlag av disse åpne sjaktene er forekomstutbredelsen justert.

Tidligere analyseresultater viser at materialet ikke er egnet til høytrafikkerte veger som asfalttilslag, men det er godt egnet både som betongtilsetning og som bære- og forsterkningslag, grøftemasse og fyllmasse. Materialet inneholder mindre enn 10% glimmer i sandfraksjonen.



Figur 2. Åpen sjakt for arkeologiske undersøkelser viser overgang mellom leire og sand/grus.

4.2 Georadarmålinger

Georadar er en elektromagnetisk målemetode som brukes i undersøkelser av sand- og grusforekomster for blant annet å kartlegge strukturer, lagdeling, grunnvannsnivå og fjelldyp. Metoden er basert på registrering av reflekterte elektromagnetiske bølgepulser fra grenseflater i jorda. En mer detaljert beskrivelse av målemetoden er vist i vedlegg 3. Georadarmålinger ble utført den 08.09. og 11.09.2006. Måleprofilene er vist i figur 3.

Profil 1. Profilet er 1190 meter med start ved gården Haugen nordover langs hovedvegen til krysset ved nytt lagerbygg til Rema 1000. Helt i sørøst viser målingene ca. 15 –20 meter sand og grus med skrålag mot sør. Utholdene i ca. 300 meter av profilet (til terrenget synker mot det lavere nivået der profil 5 krysser). Videre langs profilet reduseres penetrasjonsdybden til 4-5 meter og tolkes som marine sedimenter under dette nivået.

Profil 2. Profilet er et tverrprofil mot øst på ca. 180 meter med start ved hovedvegen hvor profil 1 ender. Målingene viser dårlig penetrasjon som tyder på finkornige marine sedimenter. Åpne grøfter etter arkeologiske undersøkelser parallelt med profilet fungerte som "fasit" og viste at grusen opphørte og gikk over til leire ca 35-40 m fra veggen. 5 parallelle grøfter viste det samme. I tillegg bekrefter oppgravde hull på jordet marine avsetninger.

Profil 3. Samme som profil 2, men målt i motsatt retning (mot vest) direkte på leira i den åpne grøfta .

Profil 4. Tverrprofil på 70 meter ved Rothaugen målt mot vest i den mektigste delen av ryggen. Målingene viser en ryggform med skrålag som står steilt inn mot iskontakten og leirområdet i øst, og noe flatere skrålag ut mot massetaket. Målingene viser sand og grus ned til 15 meter. Massetaket vest for profilet viser imidlertid betydelig større mektigheter på sand- og grusmassene.

Profil 5 er et tverrprofil på 645 meter fra Jesmo. Profilet viser skrålag med sand og grus mot sørvest. Ved vegen og spesielt etter passering av denne er det en markert reflektor som tolkes som grunnvannsnivå på 5-6 meters dybde, synkende til 1-2 meter i enden av profilet. Dette indikerer leire. De siste 100 meter langs vegen viser en reflektor på 4-5 meter som kan være torv- og myrdannelse.

Profil 6. Profilet har en lengde på 395 meter med start i nordøst – og går nærmest parallelt med profil 6, men i motsatt retning (sørvest). Siste del av profilet ble målt mot vest. Man kan se en reflektor på 3-4 meters dyp som kan indikere grunnvannsnivå. Opplysninger fra graveren for de arkeologiske undersøkelsene, samt brønnsuset ved Torgård indikerer også dette.

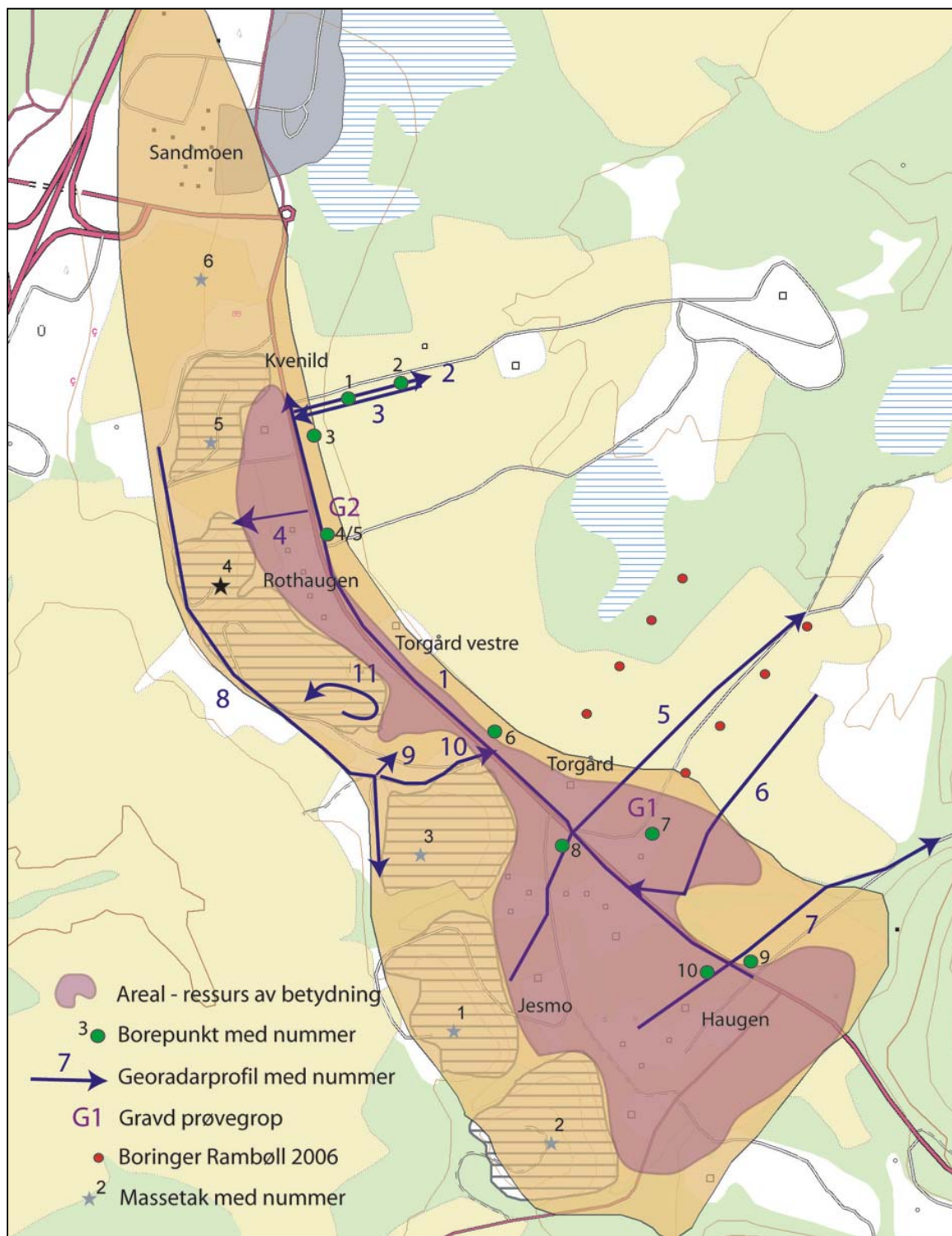
Profil 7. Profilet har en lengde på 505 meter med start ved revegården ved Haugen gård og mot nordøst. Målingene viser 15 –20 meter sand og grus med skrålag mot sørvest i ytterste deler og inn til hovedvegen. På nordsiden av vegen er det ingen penetrasjon på georadarmålinene, noe som skyldes tidligere masseuttak som er blitt fylt igjen med leirmasser. I den siste delen av profilet kommer leira opp i dagen.

Profil 8. Profilet har en lengde på 855 meter på sørsida av forekomsten og massetakene. Målingene gir dårlig penetrasjon og indikerer marine sedimenter og oppfylte masser.

Profil 9. Et kort profil på 55 meter med måleretning mot nordøst i bunnen på et tidligere massetak (Jesmolia). Måleresultatet indikerer 8-10 meter mektighet med sand og grus innerst i det tidligere massetaket.

Profil 10 er 205 meter langt og går opp anleggsvegen til toppen av Torgårdflata. Målingene gir ingen tolkbare resultater, noe som skyldes mye oppfylte masser i området.

Profil 11. Profilet er 205 meter og går i bunnen av massetak 4. Tidligere er fyllmasser (leire) blitt fylt igjen i massetaket. Markert reflektor på 7-8 meters dybde i første del av profilet indikerer sand og grusmasser. I enden av profilet mistes penetrasjonen på grunn av oppfylte masser.



Figur 3. Oversiktsbilde over Torgårdsletta med borepunkter, prøvegroper og georadarprofil.

4.3 Sonderboringer

Det ble utført sonderboringer for vurdering av massenes korntørrelse og sammensetning mot dypet. Lydbildet under neddrivningen, hastighet, spyletrykk og slag er viktige momenter for slik geologisk tolkning. Boringene ble gjennomført den 10. og 25. oktober. Totalt ble det boret 10 hull. Boringene ble utført av Trondheim kommunes bydrift. Plassering av

borehullene og tolkning av materialsammensetning ble utført av NGU. Tolkning av materialsammensetningen i borehullene er vist i vedlegg 1. Borepunktene er vist i figur 3.

Borepunkt nummer 1 viste leirholdig materiale ned til 15-16 meters dyp. I borepunkt 2 ble det boret ned til ca. 20 meter i leirholdige masser uten å treffe på sand eller grus.

Borepunkt nummer 3 ble boret nærmere hovedvegen og viser 1-1.5 meter med sand og grus over leire ned til 18 meters dyp.

Borepunkt 4 og 5 ble satt enda nærmere hovedvegen. I punkt 4 var det ikke mulig å komme gjennom på grunn av meget godt konsoliderte og harde masser. Boringen ble avbrutt på 3.5 meters dyp.

For å få en visuell vurdering av massene på stedet ble det med gravemaskin gravd en prøvegrav. Gravingen bekrefter kompakte masser med sand og grus ned til ca. 3.5-4 meters dyp. Ny boring på stedet, punkt 5, viser leire fra 4-6,5 meters dyp hvor boringene ble avsluttet.

I borepunkt 6 ble det boret ned til 13.5 meter. De øverste meterne består av sand og grus. Ved ca. 7.5 meters dyp ble massene fuktige og leirholdige.

Borepunkt 7 er boret ned til 21 meters dyp. Ved 7.5 meters dyp treffer man på fuktig leire. En traktorgravd prøvegrav på stedet viser vekslende lag sand og grus ned til 5-6 meters dyp. Det er tørre og bedre sorterte masser enn ved borepunkt 4/5. .

Borepunkt 8 ble satt sør for hovedvegen ved Torgård. Massene består av sand og grus i de øverste meterne, men også her treffer man på vannmettede leirholdige masser ved 7.5 meters dybde. Boringen ble stoppet på 21.5 meter.

Ved borepunkt 9 har man i ettertid erfart at det i 1960-årene var massetak i området og som nå er fylt igjen. Denne boringen gir derfor ingen stor nytteverdi.

I borepunkt 10 ved Haugen gård ble boringen stoppet ved ca. 21 meter. Det ble registrert sand og grus ned til 12-13 meters dyp. Under dette er massene tolket som finkornige marine sedimenter.

Boringer utført av Rambøll i 2006 er vist med røde punkter på figur 3. Sju av boringene er utført i leirholdige masser. I det sydligste punktet, som berører grusforekomsten, blir det konkludert med at det kan være sand- og grusmasser i de øverste 3-4 meterne. Dette er i overensstemmelse med resultatene fra denne undersøkelsen

4.4 Sjaktgraving

Under de arkeologiske undersøkelsene som foregikk samtidig med NGUs undersøkelser ble det lånt gravemaskin med graver til å grave to groper for visuell vurdering av massene. Punktene er vist i figur 3.

Den ene gropa ble gravd ved borepunkt 7. Under matjordlaget på ca. 20 cm var det et topplag med grove masser. Under var det fin og tørr sand og grus ned til 5 meters dyp.

Den andre gropa ble gravd ved borepunkt 4 og 5. Materialet viste seg å være svært komprimert (godt konsolidert på grunn av at isen har rykket fram og presset sammen massene) og vanskelig å grave i. Graveprofilen viste mye stein til stede ned til 3.5-4 meters dyp, hvor marine avsetninger opptrer. Det er lommer med humus i de øverste meterne.



Figur 4. Grop 1-grovt topplag over fin grus og sand i skrålag.



Figur 5. Grop 2- grove masser med innslag av humus. Leire på 3.5 meters dyp.

5. TOLKNING OG DISKUSJON

Ut fra boringene i punkt 1-5 (Kvenild) og georadarmålinger kan det konkluderes med at det er knapt med sand og grus øst for hovedvegen nord på forekomsten. Graving av grop for visuell bedømmelse ved borepunkt 4/5 bekrefter også dette.

Ved Torgård (borepunkt 6-8) treffer man på både grunnvann og leire ved ca. 7-7.5 meters dyp. Den maskingravde gropa ned til 5-6 meters dyp ved borepunkt 7 viser sand og grus i veksling. Massene her er vesentlig mer finkornig og tørre enn ved borepunkt 4/5 og det andre maskingravde hullet. Georadarmålinger gir samsvarende resultater med avstand ned til grunnvannet.

Ved Haugen viser boring nummer 10 sand- og grusmektigheter på totalt 12-13 meter. Også her gir georadarmålingene de samme indikasjonene.

Det har gjennom mange år blitt tatt ut større mengder med sand og grus fra forekomsten ved Torgård. I tillegg til dagens synlige massetak som utgjør ca. 30% av forekomstarealet, ble det i 1960-årene tatt ut sand- og grusmasser nord for Haugen gård. Etter endt uttak er massetaket blitt gjenfylt og tilbakeført til jordbruksland.

Massetakene på vestsiden av forekomsten viser atskillig større mektigheter enn målingene oppå sletta. Det synes derfor som om de største volum allerede er tatt ut fra ressursen.

Basert på resultatene fra denne undersøkelsen reduseres Torgård-forekomstens gjennomsnittlige mektighet til 8 meter mot tidligere 20 meter. En arealavgrensning av området som innehar gjenværende ressurser av interesse, figur 3, gir et volum på 1.8 millioner m³ masse. Arealet inkluderer veger, jordbruk og bebyggelse.

Reduksjon av volum og arealkonflikter medfører ingen endring av NGUs vurdering av forekomstens betydning som viktig byggeråstoffressurs for Trondheim kommune.

6. LITTERATUR

Musum, Odd, 2006: Torgård – eiendomsutvikling. Reguleringsplan. *Rambøll, Oppdrag nr. 6050766, rapport nr. 1. 31.05.2006.*

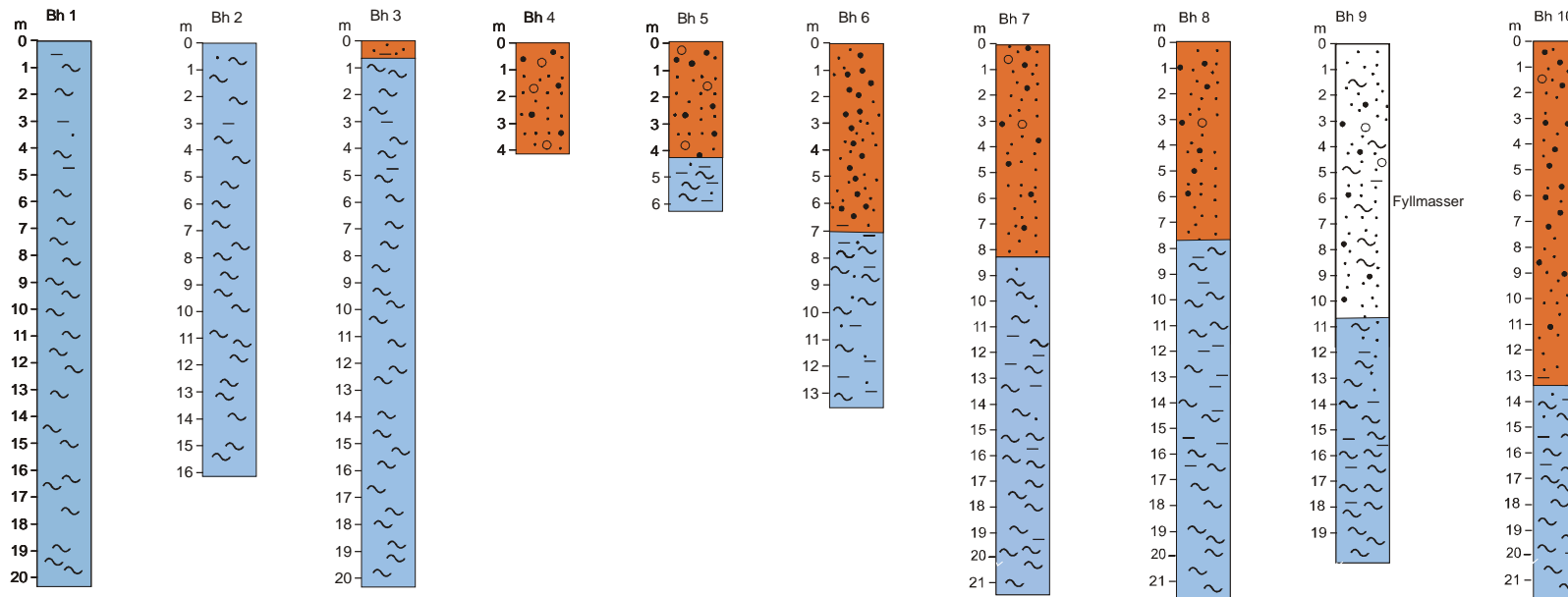
Reite, Arne J., 1983: Trondheim. Beskrivelse til kvartærgeologisk kart 1621 IV – M 1:50000 (med fargetrykt kart). Skrifter 46. *Norges geologiske undersøkelse.*

Ulvik, Arnhild, 2002: Sand, grus og pukk i Trondheim kommune. Grunnlagsmateriale for arealplanlegging og ressursforvaltning. *NGU Rapport 2002.043*

Ulvik, Arnhild og Riiber, Knut, 2004: Ressursregnskap for sand, grus og pukk i Sør-Trøndelag fylke 2002. *NGU Rapport 2004.003.*

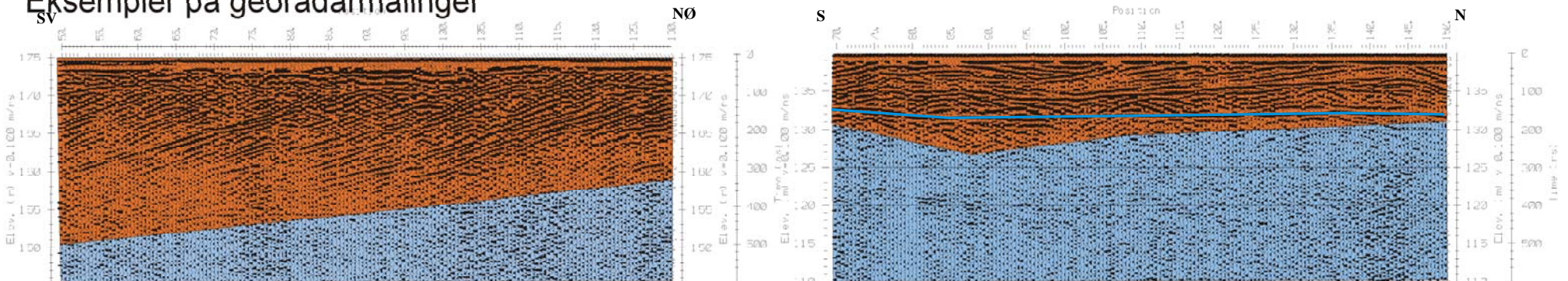
Sand- og grusundersøkelser, Torgård, sonderboringer, georadarmålinger

Sonderboringer



Georadarprofil G7 (Utsnitt)

Eksempler på georadarmålinger



Georadarprofil G11 (Utsnitt)

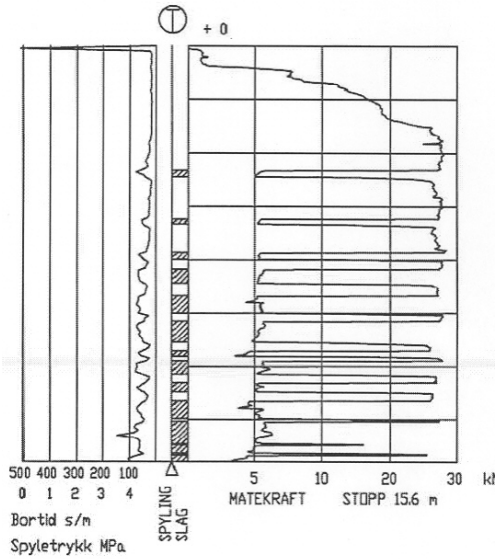
Tegnforklaring

- Sand og grus
- Silt leir
- Grunnvannsnivå

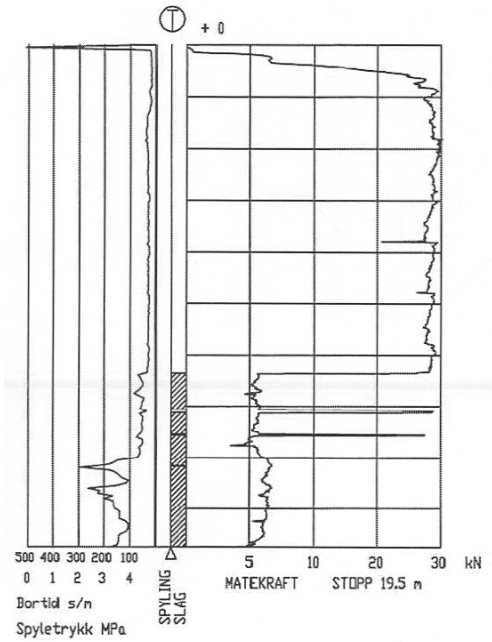
Kornstørrelse

- | | |
|---------|-----------------------|
| △ △ | Blokk >256 mm |
| ○ ○ | Stein 64 - 256 mm |
| ● ● | Grus 2 - 64 mm |
| | Sand 0,06 - 2 mm |
| - - - - | Silt 0,063 - 0,002 mm |
| ~ ~ ~ ~ | Leir <0,002 mm |

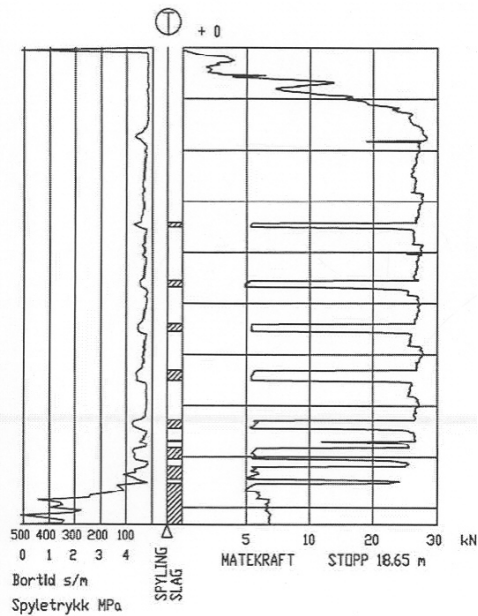
P.1



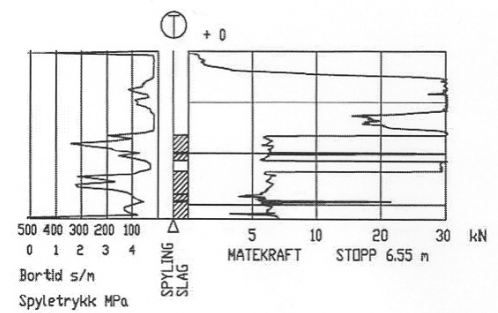
P.2



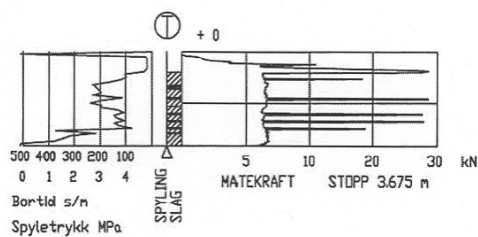
P.3



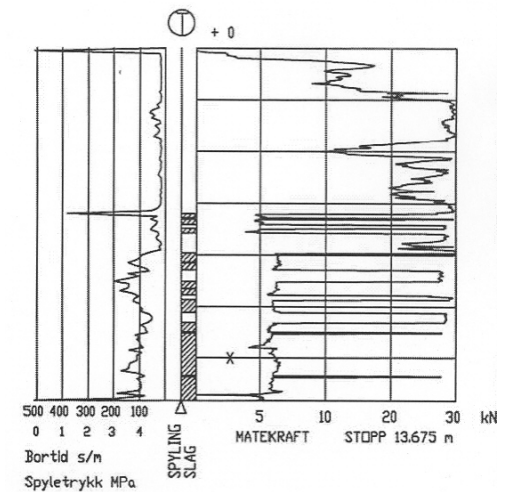
P.5



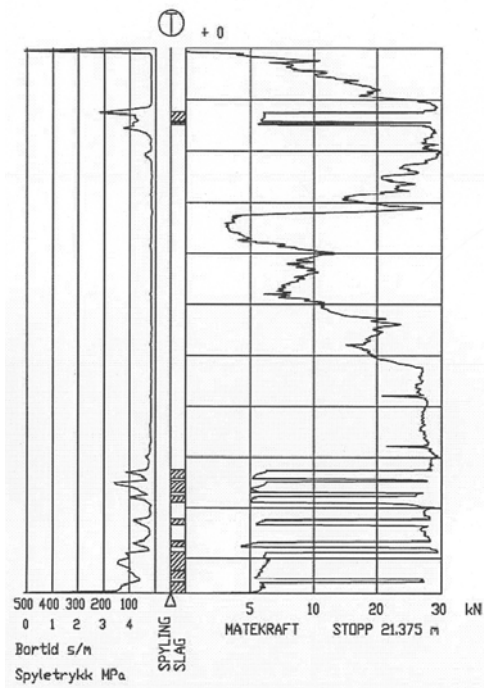
P.4



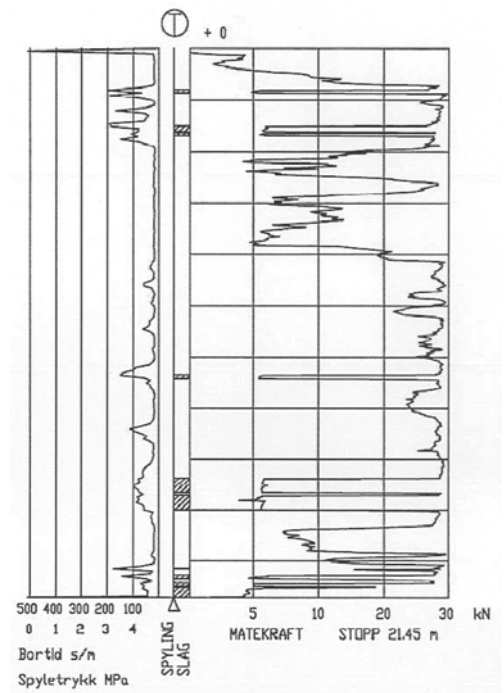
P.6



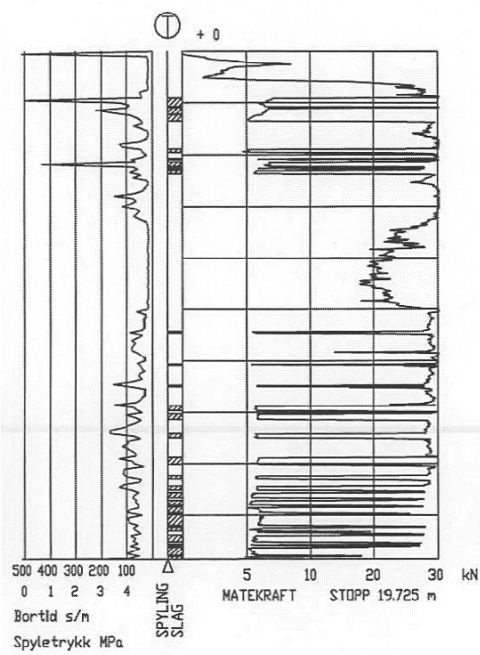
P.7



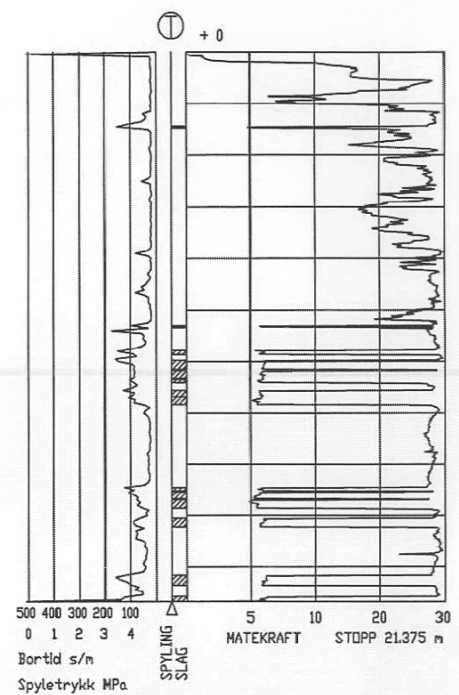
P.8



P.9



P.10



GEORADAR - METODEBESKRIVELSE

Georadar er en elektromagnetisk målemetode som kan benyttes til undersøkelse av lagdeling og strukturer i grunnen. Med en spesiell antenne sendes elektromagnetiske bølgepulser ned i jorda. En del av bølgeenergien blir reflektert tilbake til overflaten når bølgepulsen treffer en grense som representerer en endring i mediets dielektriske egenskaper. Resten av energien vil fortsette nedover og det kan fås reflekterte signaler fra en rekke grenseflater. Refleksjonene kan registreres med en mottakerantenne på overflaten. De mottatte signaler overføres til en kontrollenhet for forsterkning (og digitalisering ved digital georadar). Signalene sendes derfra til skriver (ved analog georadar) eller PD (digital georadar). Fra en utskrift av et georadar-opptak kan toveis gangtid (t_{2v}) til de forskjellige reflektorene avleses. For å bestemme virkelig dyp til en reflektor må bølgehastigheten (v) i overliggende medium være kjent eller kunne bestemmes.

Bølgehastigheten kan bestemmes ved CDP-målinger ('common depth-point'). Slike målinger utføres ved å flytte sender- og mottakerantenne skrittvis og like langt ut til hver side fra et fast midtpunkt og registrere for hver ny posisjon. Refleksjoner vil da ideelt sett komme fra samme punkt på en reflektor som er planparallell med overflaten. Når antenneavstanden øker, vil reflekterte bølger få lenger gangvei og økning i gangtid. Denne økning i gangtid kan det ved digitale opptak kompenseres for ved å utføre NMO-korreksjon ('normal move-out'). Størrelsen på korreksjonen er avhengig av antenneavstand, toveis gangtid og bølgehastighet i materialet over reflektoren. Et CDP-opptak korrigeres med forskjellige hastigheter, og den hastighet som etter NMO-korreksjon gir best amplitude etter summering av trasene, angir radarbølgehastigheten i mediet.

Etter at hastigheten er bestemt kan dypet (d) beregnes etter uttrykket;

$$d = \frac{vt_{2v}}{2}$$

I vakuum er bølgehastigheten lik lyshastigheten: $c = 3.0 \cdot 10^8$ m/s. I alle andre media gjelder følgende relasjon;

$$\epsilon_r = \left(\frac{c}{v}\right)^2$$

hvor ϵ_r er det relative dielektrisitetsstallet. ϵ_r -verdien for et materiale vil derfor være en bestemmende faktor for beregning av dyp til reflektorer. I tabellen på neste side er det gitt en oversikt over erfaringstall for ϵ_r i en del materialtyper. Tabellen viser også hastigheter og ledningsevne i de samme media.

Dybderekkevidden for georadarmålinger er i stor grad avhengig av elektrisk ledningsevne i grunnen og av den utsendte antennefrekvens. Både økende ledningsevne og en økning i antennefrekvens vil føre til hurtigere demping av bølgepulsene og dermed minkende

penetrasjon. I godt ledende materiale som marin silt og leire vil penetrasjonen være helt ubetydelig. I dårlig ledende materiale som f.eks. tørr sand, kan det forventes en dybderekkevidde på flere titalls meter når det benyttes en lavfrekvent antenne (f.eks. 50 eller 100 Mhz). For grunnere undersøkelser vil en mer høyfrekvent antenne gi bedre vertikal oppløsning.

<u>Medium</u>	<u>ϵ_r</u>	<u>v (m/ns)</u>	<u>ledningsevne (mS/m)</u>
<i>Luft</i>	<i>1</i>	<i>0.3</i>	<i>0</i>
<i>Ferskvann</i>	<i>81</i>	<i>0.033</i>	<i>0.1</i>
<i>Sjøvann</i>	<i>81</i>	<i>0.033</i>	<i>1000</i>
<i>Leire</i>	<i>5-40</i>	<i>0.05-0.13</i>	<i>1-300</i>
<i>Tørr sand</i>	<i>5-10</i>	<i>0.09-0.14</i>	<i>0.01</i>
<i>Vannmettet sand</i>	<i>15-20</i>	<i>0.07-0.08</i>	<i>0.03-0.3</i>
<i>Silt</i>	<i>5-30</i>	<i>0.05-0.13</i>	<i>1-100</i>
<i>Fjell</i>	<i>5-8</i>	<i>0.10-0.13</i>	<i>0.01-1</i>

Tabell over relativt dielektrisitetstall, radarbølge-hastigheter og ledningsevne i vanlige materialtyper.