

NGU Rapport 2000.069

Grunnvannsundersøkelser i tilknytning til
planlagte energibrønner i Lena-området, Melhus
sentrum.

Rapport nr.: 2000.069		ISSN 0800-3416	Gradering: Åpen	
Tittel: Grunnvannsundersøkelser i tilknytning til planlagte energibrønner i Lena-området, Melhus sentrum. <input type="checkbox"/>				
Forfatter: Gaute Storrø		Oppdragsgiver: Statoil/NGU		
Fylke: Sør - Trøndelag		Kommune: Melhus		
Kartblad (M=1:250.000) Trondheim		Kartbladnr. og -navn (M=1:50.000) 1621 - 3, Støren		
Forekomstens navn og koordinater: Lena, 32V 701840 - 56450		Sidetall: 18	Pris: kr 60,-	
Feltarbeid utført: Mai 2000		Rapportdato: 01.06.2000	Prosjektnr.: 2771.00	Ansvarlig: <i>Bernt O. Helms</i>
Sammendrag:				
<p>I mars 2000 ble NGU forespurt av firmaene E-Tek AS og Statoil om å gjennomføre grunnvannsundersøkelser i Lena-området i Melhus sentrum. Bakgrunnen for undersøkelsene var planer om utnyttelse av grunnvarme i forbindelse med et boligfelt som etableres i regi av Selmer Bolig AS.</p> <p>Prosjektets målsetting var å fremlegge dokumentasjon med hensyn til mulighetene for å ta ut grunnvann fra løsmassebrønn(er) innenfor det aktuelle utbyggingsområdet. Etterspurt vannmengde er av størrelsesorden 50 m³/time (14 l/s). I tillegg skulle strømningsforhold, grunnvannskvalitet og muligheter for reinfiltrasjon av grunnvann kartlegges.</p> <p>Det konkluderes det med at det høyst sannsynlig vil være mulig å dekke det oppgitte vannbehov (50 m³/time) ved etablering av en fullskala produksjonsbrønn innenfor utbyggingsområdet.</p> <p>Grunnvannsstrømningen i Lena-området går fra nord mot sør. Grunnvannsspeilet er forholdsvis flatt med en gradient på 0.1 – 0.2 % (1 - 2 mm/m).</p> <p>Mulighetene for reinfiltrasjon av oppumpet vann synes å være gode. Forholdene bør kartlegges nærmere ved enkle infiltrasjonsforsøk.</p> <p>Alle de innsamlede grunnvannsprøvene overskrider grenseverdiene anført i drikkevannsforskriften når det gjelder alkalitet, sulfat, kalsium, kalium og mangan. Prøvene fra Obs2 og fra den "kommunale brønnen" overskrider i tillegg grensene for klorid og natrium. Dette <u>indikerer</u> at uønskede utfellinger både av kalk og mangan <u>kan</u> finne sted. Høyt innhold av sjøsalter (klorid og natrium) kan også ha en korrosiv virkning. Utfra beregning av Ryznars Stabilitetsindeks (RSI) fremgår det at prøvene fra Obs1 og Obs2 ligger i grenseområdet mellom "problemfritt vann" og "korrosivt vann", mens vannet fra den kommunale brønnen må betegnes som meget korrosivt.</p> <p>Ifølge opplysninger fra driftspersonellet har det ikke vært registrert problemer med utfellinger eller korrosjon i varmevekslere eller rørnett ved Melhus Bo- og Servisesenteret, hvor et grunnvarmeanlegg har vært i drift i ca 3 år. Dette <u>bør klarlegges nærmere</u> idet det her kan være truffet spesielle tiltak, for eksempel ved valg av materialer i rørnett og varmevekslere, for å forhindre korrosjon og/eller utfellinger.</p>				
Emneord: Hydrogeologi		Grunnvarme		Løsmasse
Boring		Kjemiske analyser		Fagrapport

INNHOOLD

1.	INNLEDNING	4
2.	MÅLSETTING	4
3.	BAKGRUNN	4
4.	GEOLOGISKE FORHOLD.....	4
5.	RESULTATER	5
5.1	Løsmassenes lagdeling og vanngiverevne	5
5.2	Grunnvannets strømningsmønster.....	6
5.3	Infiltrasjonsmuligheter	6
5.4	Grunnvannskvalitet	6
6.	KONKLUSJON	8

FIGURER

1. Oversiktskart for Melhus sentrum
2. Detaljkart for utbyggingsområdet på Lena.
3. Vertikalprofiler fra sonderboringer og brønner i Lena-området.
4. Dimensjonering av energibrønn på Lena.
5. Grunnvannskotekart for utbyggingsområdet på Lena.
6. Sammenligning av kationer for grunnvannsprøver fra Lena.
7. Sammenligning av anioner for grunnvannsprøver fra Lena.
8. Sammenligning av fysisk-kjemiske parametre for grunnvannsprøver fra Lena.

TABELLER (i teksten)

1. Klassifisering av vannprøvers korrosjons- og/eller utfellingspotensiale i henhold til Ryznars Stabilitetsindeks (RSI)
2. Klassifisering av vannprøvers korrosjons- og/eller utfellingspotensiale i henhold til innhold av sjøsalter (klorid), utfellbare metaller (jern, mangan), oksygen og/eller svovelforbindelser (sulfat, hydrogensulfid).

VEDLEGG

1. Fysisk-kjemiske og ionespesifikke analyser av grunnvannsprøver fra Lena.

1. INNLEDNING

I mars 2000 ble NGU forespurt av firma E-Tek AS i samarbeid med Statoil om å gjennomføre grunnvannsundersøkelser i Lena-området i Melhus sentrum. Bakgrunnen for undersøkelsene var planer om utnyttelse av grunnvarme i forbindelse med et boligfelt som etableres i regi av Selmer Bolig AS. Kontaktpersoner ved E-Tek AS og Statoil er henholdsvis Kjell Eriksen og Arve Vangberg. Prosjektleder for NGU er Gaute Storrø.

2. MÅLSETTING

Prosjektets målsetting er å fremlegge dokumentasjon med hensyn til mulighetene for å ta ut grunnvann fra løsmassebrønn(er) innenfor området som Selmer Bolig AS er i ferd med å bygge ut (figur 1 og 2). Etterspurt vannmengde er av størrelsesorden $50 \text{ m}^3/\text{time}$ (14 l/s). Strømningsforhold og kvalitet for grunnvannet i området skal dokumenteres samtidig som det gjøres en vurdering av hvorvidt grunnvannet som pumpes opp bør reinfiltres innenfor det aktuelle området for å forhindre overforbruk av grunnvannsressursen.

3. BAKGRUNN

To anlegg for uttak av grunnvarme er etablert tidligere i Lena området. Det ene anlegget besørger oppvarmingen av et kommunalt Bo- og Servisesenter og har vært i drift i ca 3 år (se "Kommunal" brønn i figur 5). Grunnvannet hentes fra sand-/grusmasser som ligger 18-24 m under terrengoverflaten (0 til -8 moh). Det tas ut ca $45 \text{ m}^3/\text{time}$ (13 l/s) og vannet føres fra varmesentralen i avløp til Gaula. Så langt vi kjenner til er driftserfaringene ved anlegget positive uten problemer med utfellinger/gjengroing i varmevekslere og/eller røropplegg. Ifølge personell fra E-Tek AS er driften ved anlegget ikke optimal idet samme energigevinst kunne oppnås ved ca en halvering av vannuttaket, d.v.s ca en fordobling av temperatursenkningen i varmevekslerene.

Et energianlegg er under etablering i forbindelse med et nytt forretningsbygg beliggende mellom E6 og Melhustorget (se "Ny brønn" i figur 5). Grunnvannet hentes fra sand-/grusmasser som ligger 30-40 m under terrengoverflaten (-13 til -23 moh). Vann- og energiuttaket forventes her å bli av samme størrelsesorden som for det kommunale Bo- og Servisesenteret.

4. GEOLOGISKE FORHOLD

Den store løsmasseryggen nord for Lena-området blir i geologisk sammenheng gjerne betegnet Melhus-ryggen. Denne antas å være dannet ved kanten av innlandsisen da denne for alvor begynte å smelte ned for 9.-10.000 år siden og dermed utgjøre en del av det landsdekkende Ra-trinnet. En annen mulig tolkning er at dette er en erosjonsrest etter en større løsmasse-avsetning som ikke nødvendigvis har noen tilknytning til Ra-trinnet. Så langt en kjenner til består ryggen i sin helhet av sand/finsand dekket av et flere meter tykt lag av marin leire.

Det er tidligere utført refleksjonsseismiske målinger (NGU Rapport 92.176) i en lokalitet midt mellom Bh2 og Bh3 (figur 2), og disse viser en samlet løsmassemektighet på ca 130 m. Undersøkelsen gir ingen klare opplysninger om massenes beskaffenhet, men klare reflektorer,

som gjenspeiler lagdelte løsmasser, observeres på nivå ca -50 og -100 moh. En refleksjonsseismisk måling 500 m SØ for Bh3 viser en samlet løsmassemektighet på ca 200 m. Også her fremkommer klare reflektorer på nivå ca -50 og -100 moh.

5. RESULTATER

5.1 Løsmassenes lagdeling og vanngiverevne

Resultatene fra sonderboringene (Bh1 – Bh3) er vist i figur 3. Figuren viser også løsmasseoppbyggingen ved den ”kommunale brønnen” og den nye brønnen ved E6. Beliggenheten av de ulike borpunkter og brønner er vist i figur 2 og 5. Det generelle bildet av løsmassenes lagdeling ned til 40 m’s dyp er;

- 10 til 20 m med silt/leir-masser (marine sedimenter)
- 2 til 10 m med finsand/silt
- 8 til 10 m med lagdelt og vanngivende sand/grus
- mer enn 5 m med finsand silt

Som vist i figur 3 er det i stor grad ensartede løsmasseforhold i lokalitetene Bh2, Bh3 og ”Kommunebrønn”. Sand/grus-masser opptrer i nivå 0 til –12 moh og antas å ligge som en tilnærmet horisontal lagpakke langs hele profilet fra Bh2 sørover til den ”Kommunale brønnen”. I den nye brønnen ved E6 ligger de vanngivende sand/grus-massene dypere, i nivå –13 til –23 moh. Det er uklart hvorvidt disse sand/grus-massene tilhører den samme sand/grus-pakken som observeres i Bh2, Bh3 og ”Kommunebrønnen”.

Etter sonderboringene ble det satt ned Ø32 mm observasjonsbrønner i Bh2 (Obs1) og Bh3 (Obs2). Ved etablering av observasjonsbrønner er det standard prosedyre at løsmassenes vanngiverevne måles ved korttids testpumper for annenhver meter nedover i profilet. For testingen benyttes vacuumpumpe hvilket i praksis innebærer at testingen ikke kan gjennomføres dersom løftehøyden (dypet ned til grunnvannsspeilet) er mer enn 6-7 m. I de aktuelle lokalitetene ligger grunnvannsspeilet i nivå 18-20 m under markoverflaten og standard testing kunne ikke gjennomføres. Det ble derfor benyttet trykkluft for å blåse vann opp og dermed gjøre en orienterende vurdering av massenes vanngiverevne. I denne vurderingen ble også data fra måling av trykket på spylevannet under sonderboringene benyttet. Etter en tids blåsing ble det tatt ut vannprøver med tanke på kjemiske analyser av grunnvannet.

Blåsetestene og dataene for spylevannstrykk gir klare indikasjoner på god vanngiverevne for sand/grus-massene i Bh2 og Bh3. Dette, sammen med det gode samsvaret når det gjelder løsmasseoppbyggingen i Bh2/Bh3 og i ”Kommunebrønnen”, hvor det med sikkerhet er dokumentert høy vanngiverevne for sand/grus-massene, gjør at vi konkluderer med at det høyst sannsynlig vil være mulig å dekke det oppgitte vannbehov (50 m³/time) ved etablering av en fullskala produksjonsbrønn i lokaliteten Bh2 eller Bh3. Bh2 ligger rett ved den planlagte varmesentralen og vi anbefaler derfor at produksjonsbrønnen etableres i denne lokaliteten. For endelig bestemmelse av kapasitet og vannkvalitet må brønnen testes gjennom langtidsprøvepumping. Forslag til dimensjonering av produksjonsbrønnen er vist i figur 4.

5.2 Grunnvannets strømningsmønster

Det ble gjennomført et nivellement for å bestemme høyder over havet for brønntoppene i Obs1, Obs2, "Kommunal brønn" og "Ny brønn". Grunnvannsspeilets beliggenhet i forhold til brønntoppene, samt vannstand i Gaula ved Gimse bru, ble målt den 09.05.2000. Med bakgrunn i disse dataene er det laget et kotekart for grunnvannsspeilet i området ved Melhus sentrum (figur 5). Datagrunnlaget er mangelfullt i den vestligste delen av området, ut mot Gaula, og de grunnvannskonturer som er inntegnet her må betraktes som orienterende.

Dataene viser en grunnvannsstrømning fra nord mot sør i Lena-området. Grunnvannsspeilet er forholdsvis flatt med en gradient på 0.1 % (1 mm/m) fra Obs1 til Obs2 økende til ca 0.2 % fra Obs2 sørover mot den "kommunale brønnen". Det observerte strømningsbildet har ganske klart sitt opphav i at grunnvann mates fra Melhus-ryggen ut mot de omkringliggende slette-områdene.

Det understrekes at grunnvann er et "dynamisk medium" hvor både kvantitet og kvalitet varierer i takt med de klimatiske forhold (årstid). Det antas at grunnvannsspeilet på det aktuelle måletidspunktet (9. mai) ligger forholdsvis høyt p.g.a. vårflom. Den laveste grunnvannstanden vil trolig ligge minst 1 m lavere enn det som er vist i figur 5.

5.3 Infiltrasjonsmuligheter

En grunnvannsbrønn som etableres ved Obs1 vil ligge oppstrøms, d.v.s. i tilsigsområdet for, de to brønnene som allerede er etablert. Teoretisk sett vil et vannuttak ved Obs 1 derfor kunne medføre en reduksjon i tilsiget til de eksisterende brønnene. Ut fra en faglig vurdering anser vi det som lite sannsynlig at en målbar reduksjon vil oppstå, men forholdet bør likevel dokumenteres gjennom en prøvepumpingsperiode hvor vannstand i alle tilgjengelige observasjonspunkter overvåkes.

Reinfiltrasjon av oppumpet vann kan være et aktuelt tiltak for å opprettholde en høy grunnvannstand. Oppdragsgiveren har også påpekt at reinfiltrasjon kan være å foretrekke framfor å lede oppumpet vann i avløp til Gaula. Avløpet fra den kommunale brønnen til Gaula har ingen ledig kapasitet. Et ny avløpsledning må derfor legges gjennom Melhus sentrum hvilket trolig vil innebære en betydelig merkostnad for prosjektet.

Med bakgrunn i de foreliggende data synes mulighetene for reinfiltrasjon av oppumpet vann å være gode. Vi anbefaler at forholdene kartlegges nærmere ved enkle infiltrasjonsforsøk i brønnene som er etablert i Obs1 og Obs2.

5.4 Grunnvannskvalitet

Resultatene fra de kjemiske analysene av grunnvannsprøver er vist i vedlegg 1. Resultatene er sammenlignet med veiledende verdier og maksimalverdier angitt i "Forskrift om vannforsyning og drikkevann" (Sos. og Helsedep. 1995). Grunnvannet skal i denne sammenheng primært benyttet for energiuttak og ikke som drikkevann, men en del av kravene i drikkevannsforskriften vil likevel være relevante. Dette gjelder i første rekke kalsium, magnesium, alkalitet, jern og mangan, hvor forskriften angir maksimalverdier ut fra faren for uønskede utfellinger i rørsystemer og husholdningsmaskiner. Slike utfellinger kan også skape problemer i varmevekslere. Overskridelser av maksimalverdiene i drikkevannsforskriften

innebærer ikke at utfellinger automatisk vil finne sted, men indikerer at utfellinger kan finne sted.

Det er tatt ut vannprøver fra Obs1, Obs 2 og fra den ”Kommunale brønnen”. Et fellestrekk for alle prøvene er at de overskrider de veiledende- og/eller de maksimale- verdiene anført i drikkevannsforskriften når det gjelder alkalitet, sulfat, kalsium, kalium og mangan. Prøvene fra Obs2 og fra den kommunale brønnen overskrider i tillegg grensene for klorid og natrium. Dette indikerer at uønskede utfellinger både av kalk og mangan kan finne sted. Høyt innhold av sjøsalter (klorid og natrium) kan også ha en korrosiv virkning.

Med bakgrunn i indikasjonene på at grunnvannskvaliteten i undersøkelsesområdet kan medføre problemer i form av utfellinger og korrosjon, er det forsøkt å tallfeste risikoen for at slike problemer kan oppstå. Lindblad-Posse, A., 1986: Jærnutfällningsproblem i grundvattensystem – kursmaterieil til ”Markvärmeteknik”, CTH –Göteborg, angir et system for klassifisering av risikoen for korrosjon og/eller utfellinger. Ryznars Stabilitetsindeks (RSI) er et sentralt begrep i denne klassifikasjonen, og beregnes utfra vannprøvenes totale ioneinnhold (TDS), kalsiuminnhold, alkalitet og pH-verdi. Systemet angir følgende klassifisering:

Tabell 1: *Klassifisering av vannprøvers korrosjons- og/eller utfellingspotensiale i henhold til Ryznars Stabilitetsindeks (RSI)*

RSI < 5.5	betydelige utfellingsproblemer
5.5 < RSI < 6.2	utfellinger kan oppstå
6.2 < RSI < 6.7	problemfritt vann
7 < RSI < 8	korrosivt vann
RSI > 8	meget korrosivt vann

Følgende RSI-verdier er beregnet for de 3 grunnvannsprøvene fra Lena området; Obs1 = 6.7, Obs2 = 7,0 og ”Kommunal brønn” = 8.1. Dette innebærer at prøvene fra Obs1 og Obs2 ligger i grenseområdet mellom ”problemfritt vann” og ”korrosivt vann”, mens vannet fra den kommunale brønnen må betegnes som meget korrosivt.

RSI-indeksen gir ikke en fulldekkende beskrivelse av korrosjon/utfellings-problematikken idet den ikke spesifikt tar hensyn til forhold som bl.a. innhold av sjøsalter (inngår indirekte gjennom TDS-verdien), innhold av utfellbare metaller (jern, mangan), oksygeninnhold eller innhold av svovelforbindelser (sulfat, hydrogensulfid). Lindblad-Posse (1986) angir følgende generelle retningslinjer for disse parametrene;

Tabell 2: *Klassifisering av vannprøvers korrosjons- og/eller utfellingspotensiale i henhold til innhold av sjøsalter (klorid), utfellbare metaller (jern, mangan), oksygen og/eller svovelforbindelser (sulfat, hydrogensulfid).*

Korrosivt vann	”Lett utfellbart” vann
pH < 7	pH > 7
Hydrogensulfid > 0.7 mg/l	Sulfat > 100 mg/l
Klorid > 300 mg/l	Hardhet > 20 °dH
Oksygen > 2 mg/l	Jern > 1 mg/l
	Mangan > 0.5 mg/l

Ved vurdering av grunnvannsprøvene fra Lena-området i forhold til parametrene i tabell 2 finner en at vannet fra Obs1 har et potensiale for utfellinger p.g.a. høy hardhet (28 °dH) og høyt sulfatinnhold (236 mg/l) mens vannet fra den kommunale brønnen kan være korrosivt utfra et høyt kloridinnhold (510 mg/l).

Det kommunale grunnvarmeanlegget ved Melhus Bo- og Servisesenteret har vært i drift i ca 3 år. Ifølge opplysninger fra driftspersonellet har det ikke vært registrert problemer i tilknytning til utfellinger eller korrosjon i varmevekslere eller rørnett. Dette bør klarlegges nærmere idet det her kan være truffet spesielle tiltak, for eksempel ved valg av materialer i rørnett og varmevekslere, for å forhindre korrosjon og/eller utfellinger.

Til tross for likhetstrekkene for grunnvannet fra de tre lokalitetene, i form av høye verdier for alkalitet, sulfat, kalsium, kalium og mangan, så observeres også entydige forskjeller. Prøvene er sammenlignet i en grafisk framstilling i figur 6 – 8. Den største forskjellen observeres i de typiske sjøsalt-parametrene natrium, klorid og bromid, hvor en ser en suksessiv økning i konsentrasjonene fra Obs1 til Obs2 og videre til den ”kommunale brønnen”.

Mangankonsentrasjonen følger samme trend.

Årsaken til den suksessive økningen i innholdet av sjøsalter antas å være at grunnvannet under strømmingen fra nord mot sør stadig tilføres salter fra de marine sedimentene som ligger over det vanngivende sand/grus-laget.

6. KONKLUSJON

Med bakgrunn i de data som foreligger konkluderes det med at det høyst sannsynlig vil være mulig å dekke det oppgitte vannbehov (50 m³/time) ved etablering av en fullskala produksjonsbrønn i lokaliteten Bh2 eller Bh3. Bh2 ligger rett ved den planlagte varmesentralen og vi anbefaler derfor at produksjonsbrønnen etableres i denne lokaliteten. For endelig bestemmelse av kapasitet og vannkvalitet må brønnen testes gjennom langtidsprøvepumping. Forslag til dimensjonering av produksjonsbrønnen er vist i figur 4.

Dataene viser en grunnvannsstrømning fra nord mot sør i Lena-området. Grunnvannsspeilet er forholdsvis flatt med en gradient på 0.1 – 0.2 % (1 - 2 mm/m). Det antas at grunnvannsspeilet på det aktuelle måletidspunktet (9. mai) ligger forholdsvis høyt p.g.a. vårflom. Den laveste grunnvannstanden vil trolig ligge minst 1 m lavere enn det som er vist i figur 5.

Med bakgrunn i de foreliggende data synes mulighetene for reinfiltrasjon av oppumpet vann å være gode. Vi anbefaler at forholdene kartlegges nærmere ved enkle infiltrasjonsforsøk i brønnene som er etablert i Obs1 og Obs2.

Et fellestrekk for alle de innsamlede grunnvannsprøvene er at de overskrider de veiledende- og/eller de maksimale- verdiene anført i drikkevannsforskriften når det gjelder alkalitet, sulfat, kalsium, kalium og mangan. Prøvene fra Obs2 og fra den ”kommunale brønnen” overskrider i tillegg grensene for klorid og natrium. Dette indikerer at uønskede utfellinger både av kalk og mangan kan finne sted. Høyt innhold av sjøsalter (klorid og natrium) kan også ha en korrosiv virkning. Utfra beregning av Ryznars Stabilitetsindeks (RSI) fremgår det at prøvene fra Obs1 og Obs2 ligger i grenseområdet mellom ”problemfritt vann” og ”korrosivt vann”, mens vannet fra den kommunale brønnen må betegnes som meget korrosivt. Vannet fra Obs1 har et potensiale for utfellinger p.g.a. høy hardhet (28 °dH) og høyt sulfatinnhold (236 mg/l)

Det kommunale grunnvarmeanlegget ved Melhus Bo- og Servisesenteret har vært i drift i ca 3 år. Ifølge opplysninger fra driftspersonellet har det ikke vært registrert problemer i tilknytning til utfellinger eller korrosjon i varmevekslere eller rørnett. Dette bør klarlegges nærmere idet det her kan være truffet spesielle tiltak, for eksempel ved valg av materialer i rørnett og varmevekslere, for å forhindre korrosjon og/eller utfellinger.

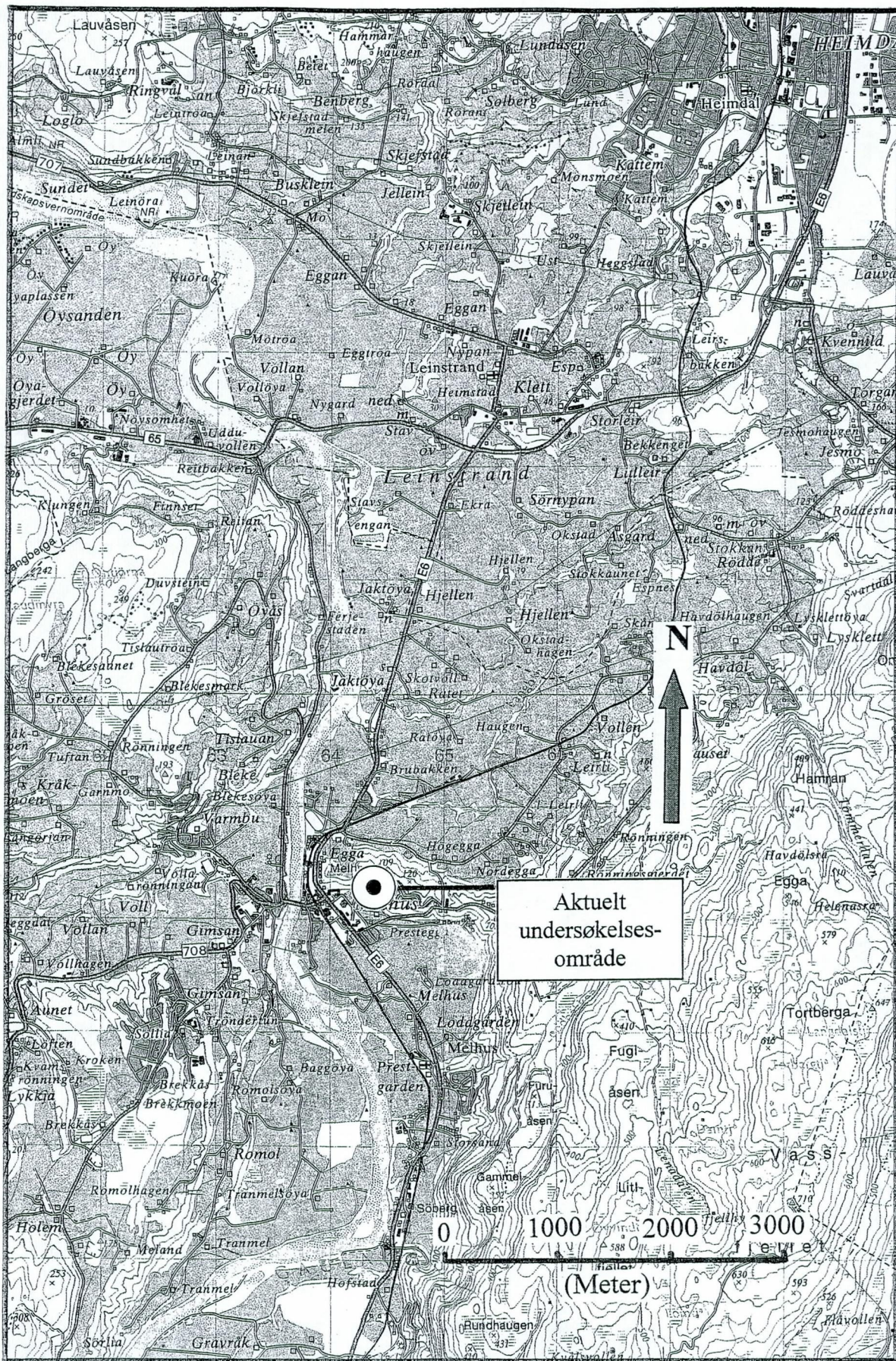
FIGURER

1. Oversiktskart for Melhus sentrum
2. Detaljkart for utbyggingsområdet på Lena.
3. Vertikalprofiler fra sonderboringer og brønner i Lena-området.
4. Dimensjonering av energibrønn på Lena.
5. Grunnvannskotekart for utbyggingsområdet på Lena.
6. Sammenligning av kationer for grunnvannsprøver fra Lena.
7. Sammenligning av anioner for grunnvannsprøver fra Lena.
8. Sammenligning av fysisk-kjemiske parametre for grunnvannsprøver fra Lena.

VEDLEGG

1. Fysisk-kjemiske og ionespesifikke analyser av grunnvannsprøver fra Lena.

OVERSIKTSKART FOR MELHUS SENTRUM
(Utsnitt fra kartblad M711, 1621-4 Trondheim)

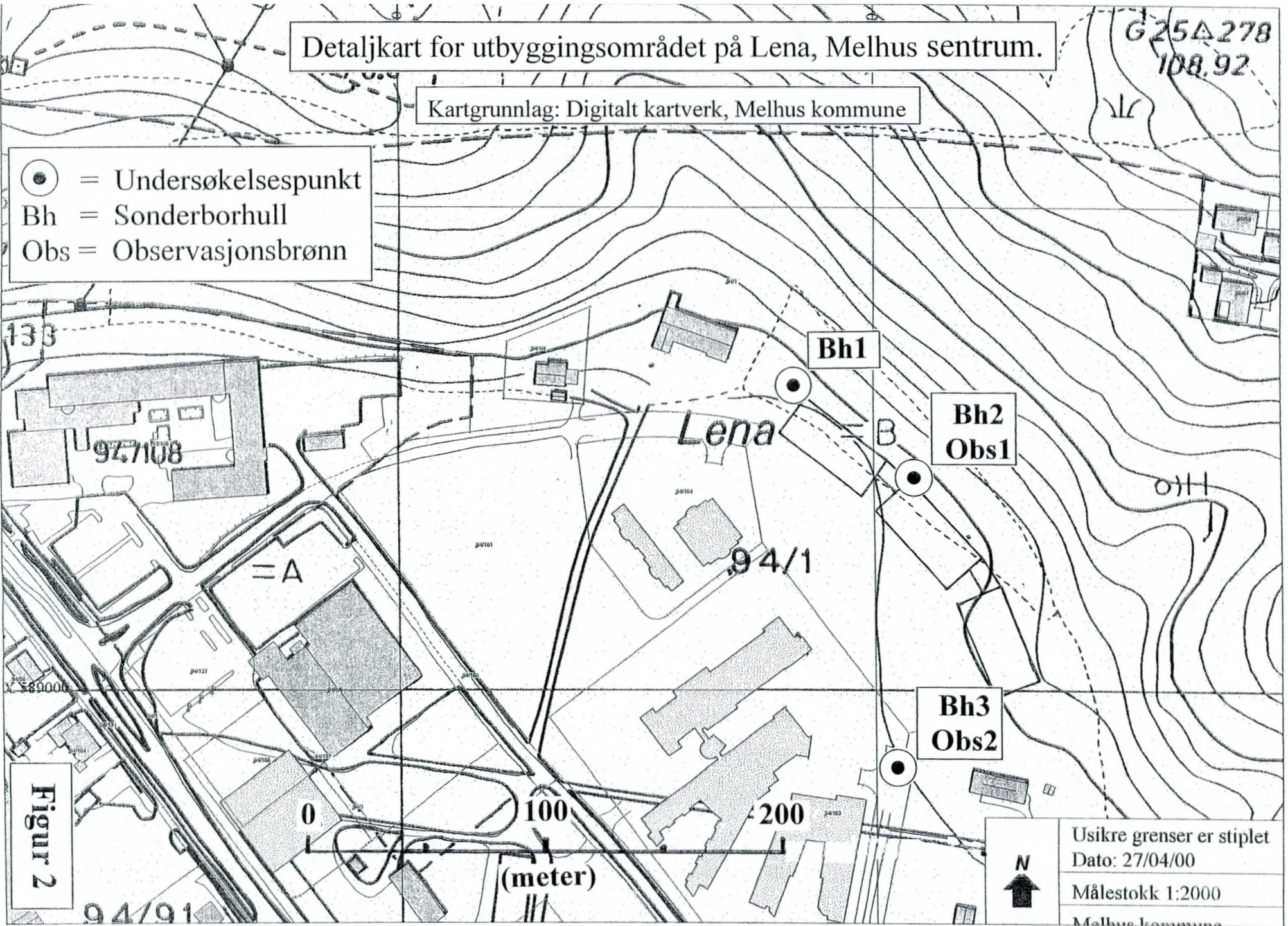


Figur 1

Detaljkart for utbyggingsområdet på Lena, Melhus sentrum.

Kartgrunnlag: Digitalt kartverk, Melhus kommune

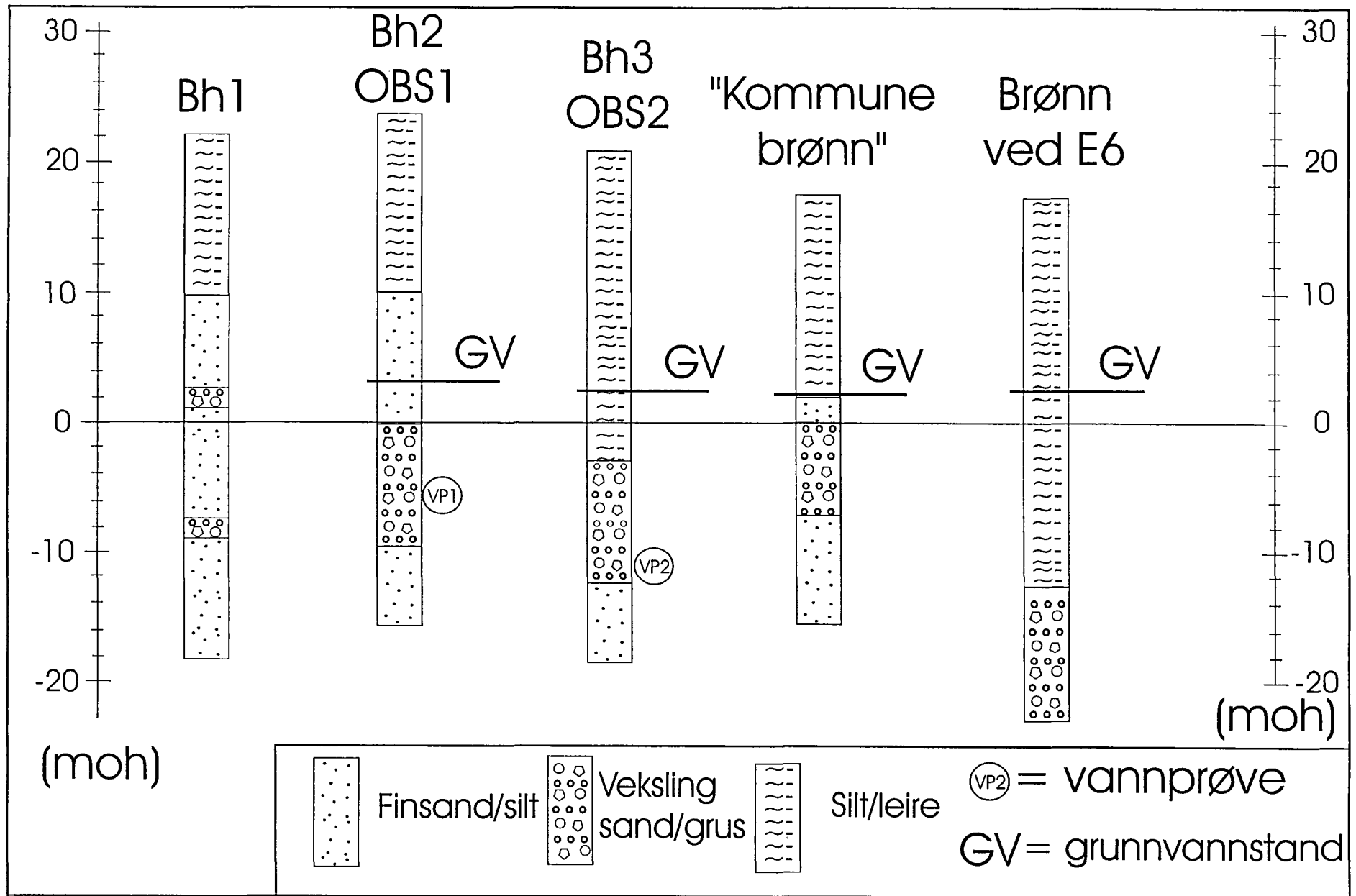
- = Undersøkelsespunkt
- Bh = Sonderborhull
- Obs = Observasjonsbrønn



Figur 2

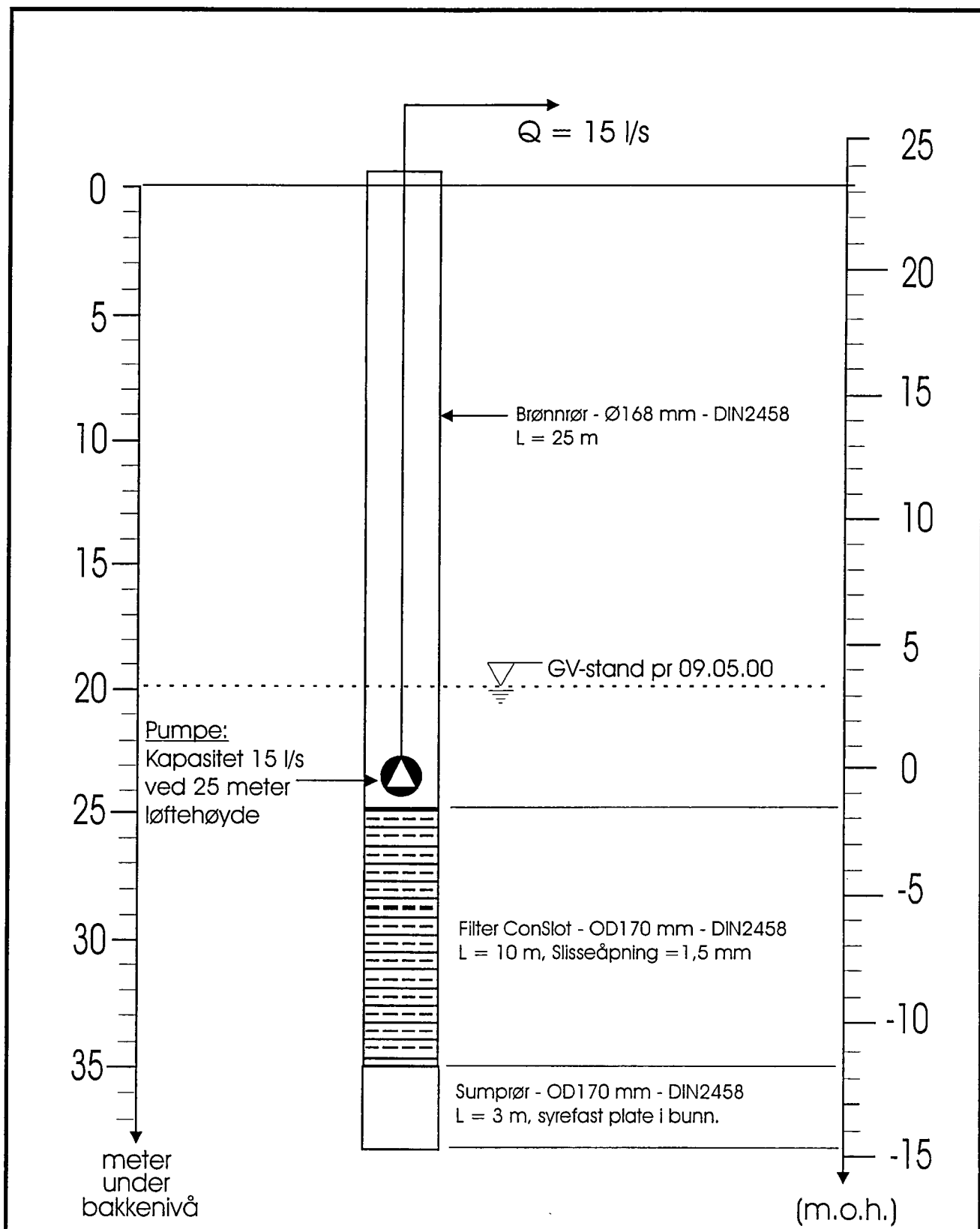
Usikre grenser er stiplet
Dato: 27/04/00
Målestokk 1:2000
Melhus kommune

Profiler fra sonderboringer og brønner i Lena-området, Melhus sentrum.



Figur 3

Dimensjonering - Energibrønn på Lena, Melhus sentrum.

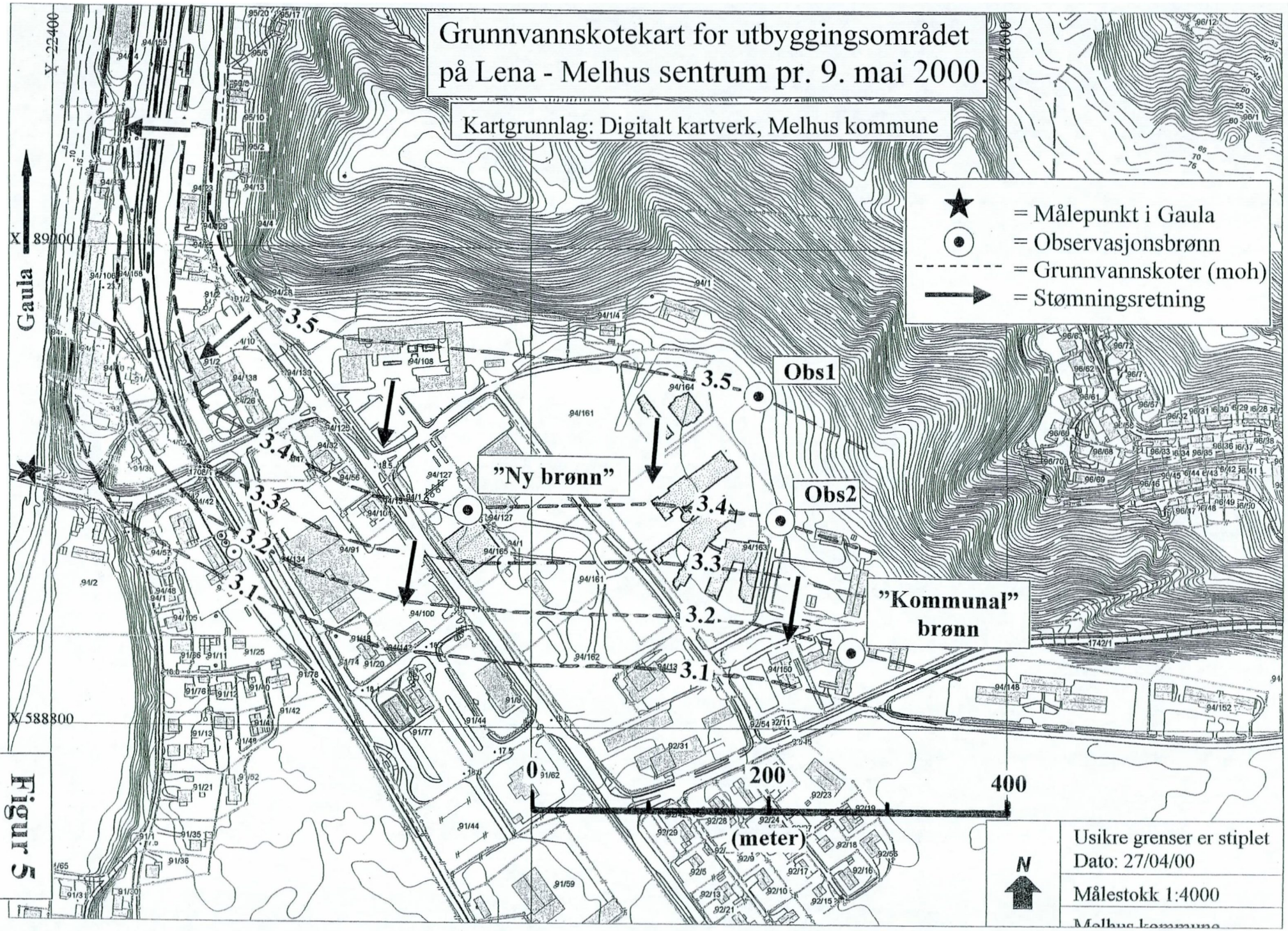


Figur 4

Grunnvannskotekart for utbyggingsområdet på Lena - Melhus sentrum pr. 9. mai 2000.

Kartgrunnlag: Digitalt kartverk, Melhus kommune

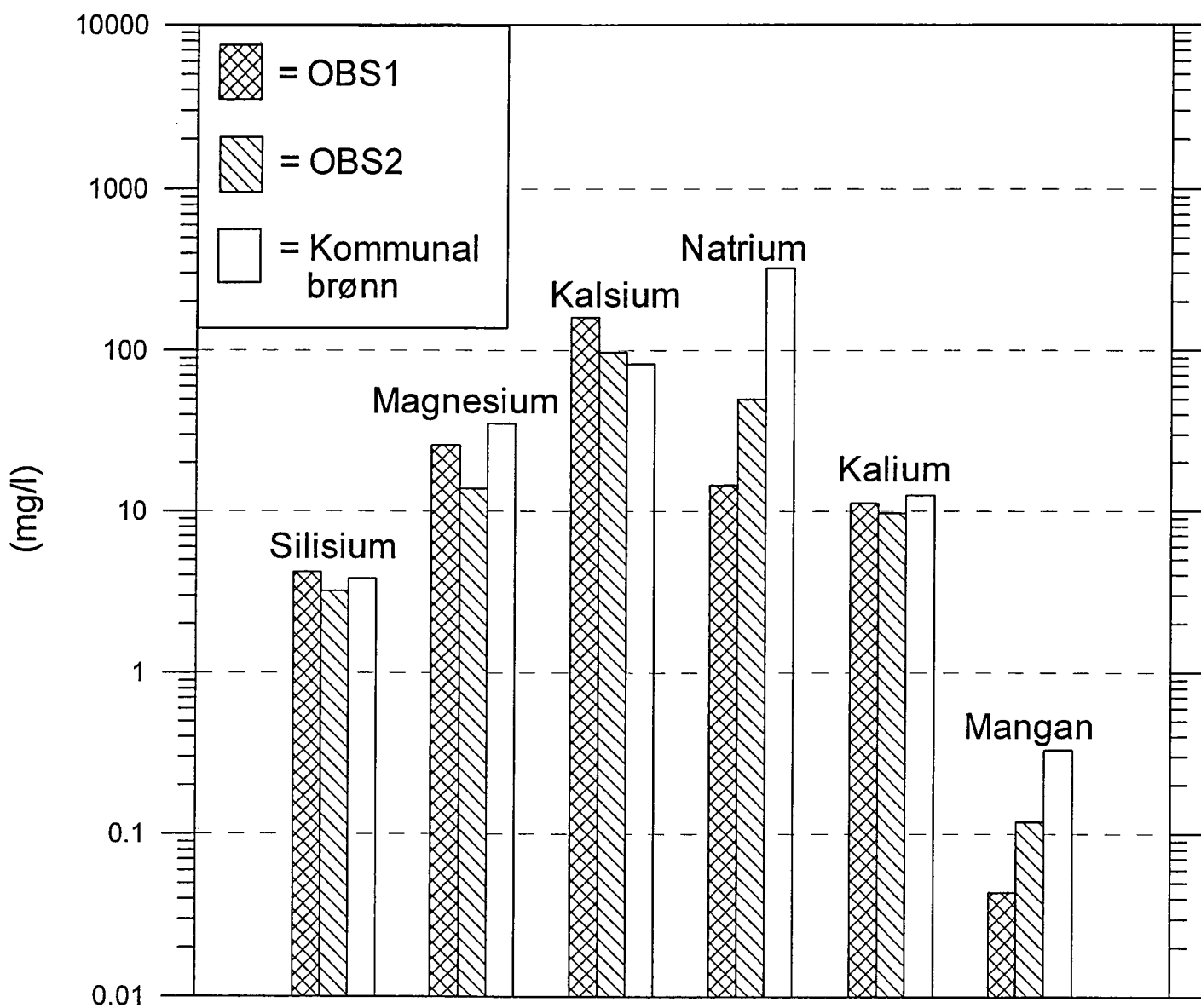
- ★ = Målepunkt i Gaula
- ⊙ = Observasjonsbrønn
- - - = Grunnvannskoter (moh)
- ➔ = Stømningsretning



Figur 5

Usikre grenser er stiplet
Dato: 27/04/00
Målestokk 1:4000
Melhus kommune

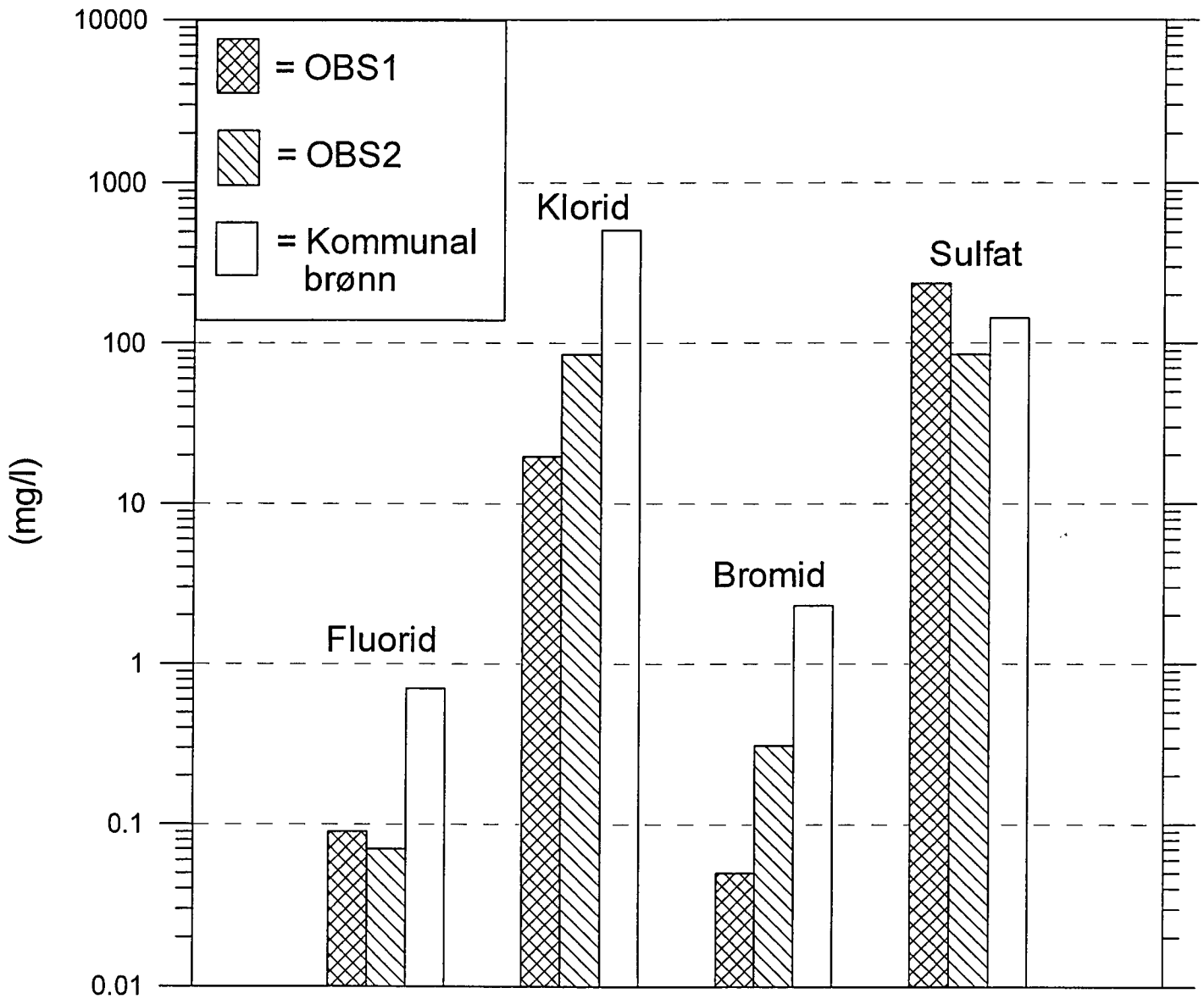
Sammenligning av kationer for grunnvannsprøver fra Lena-området, Melhus sentrum.



C:\LENAMELHUS\FIGUR01.GRF

Figur 6

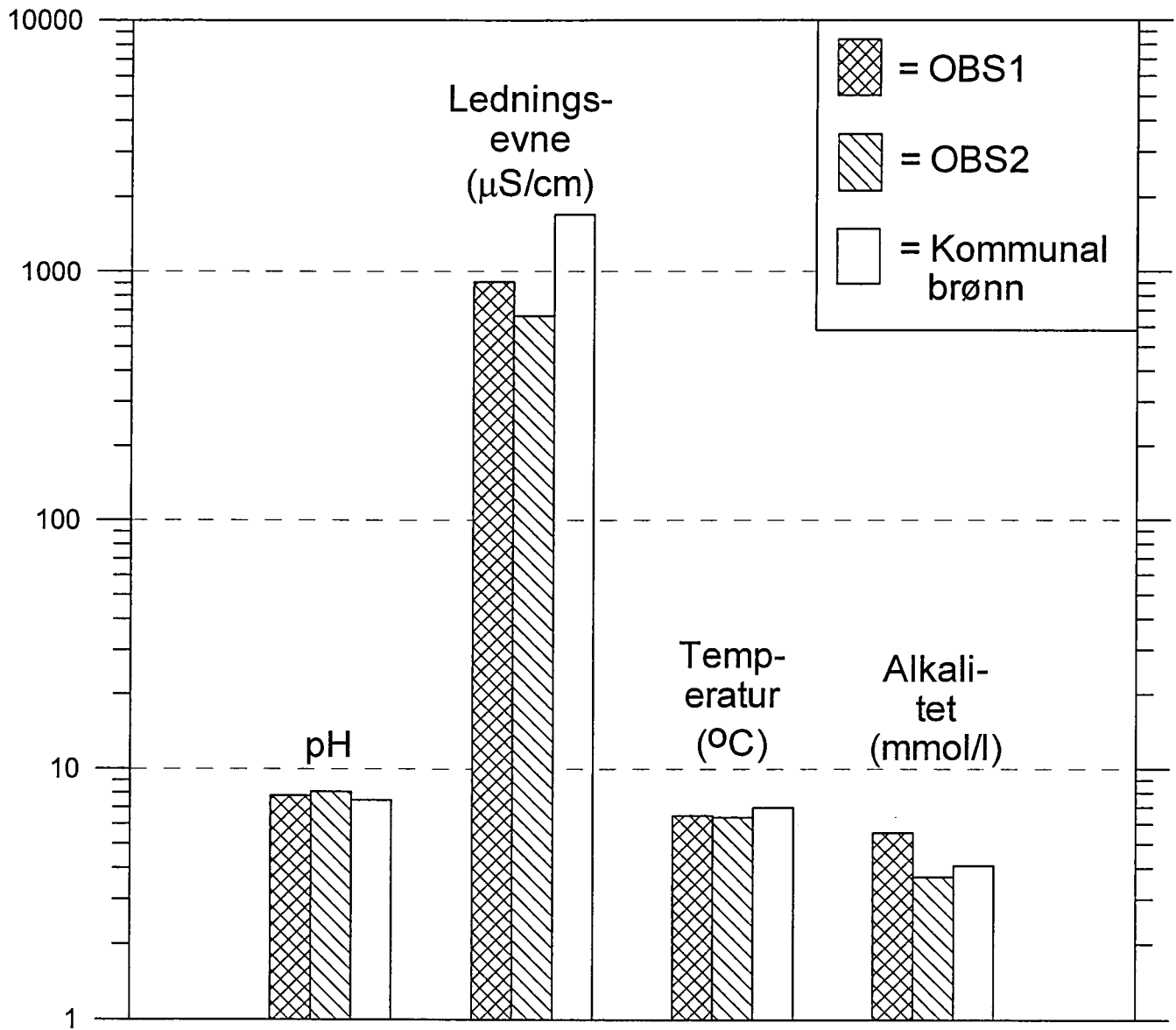
**Sammenligning av anioner (fluorid, klorid, bromid og sulfat)
for grunnvannsprøver fra Lena-området, Melhus sentrum.**



C:\LENAMELHUS\FIGUR02.GRF

Figur 7

Sammenligning av fysisk-kjemiske parametre for grunnvannsprøver fra Lena-området, Melhus sentrum.



C:\LENAMELHUS\FIGUR01.GRF

Figur 8

Vedlegg 1

		Prøvenr:	1	2	1		
		Sted:	OBS1	OBS2	Kommun. brønn		
		Brønntype:	Ø32 mm (5/4")	Ø32 mm (5/4")	Ø160 mm		
		Dyp (m):	29 - 30	31 - 32	18 - 24		
		Prøvetatt:	04/27/00	05/02/00	-		
		NGU-nr:	2000.0173	2000.0173	2000.086	Vei- ledende verdi:	Største tillatte verdi:
Parameter	Enhet						
Fysisk-kjemisk:							
pH		7.8	8.1	7.5	7.5 - 8.5	6.5-8.5	
Led	uS/cm	909	663	1700	<400		
Temp.	gr.C	6.5	6.4	7	<12	25	
Alkalitet	mmol/l	5.54	3.69	4.1	0.6 - 1.0		
Anioner:							
Fluorid	mgF/l	0.09	0.07	0.7		1.5	
Klorid	mgCl/l	19.6	84.9	510	<25		
Nitritt	mgNO ₂ /l	<0.05	<0.05	0.44		0.16	
Bromid	mgBr/l	0.05	0.31	2.3			
Nitrat	mgNO ₃ /l	<0.05	0.14	<0.05		44	
Fosfat	mgPO ₄ /l	<0.2	<0.2	<0.2			
Sulfat	mgSO ₄ /l	236	85	143	<25	100	
Sum anioner	mekv/l	11.01	7.86	21.47			
Kationer:							
Silisium	mgSi/l	4.2	3.2	3.8			
Aluminium	mgAl/l	<0.02	<0.02	<0.02	<0.05		
Jern	mgFe/l	<0.01	<0.01	<0.01	<0.05		
Magnesium	mgMg/l	25.8	13.8	35.3			
Kalsium	mgCa/l	160	97	82.2	15 - 25		
Natrium	mgNa/l	14.5	49.9	320	<20	150	
Kalium	mgK/l	11.2	9.7	12.5	<10	12	
Mangan	mgMn/l	0.044	0.119	0.33	<0.02	0.05	
Kobber	mgCu/l	<0.005	<0.005	<0.005	<0.1	0.3	
Sink	mgZn/l	0.019	0.023	0.028	<0.1	0.3	
Bly	mgPb/l	<0.05	<0.05	<0.05		0.02	
Nikkel	mgNi/l	<0.02	0.037	<0.02		0.05	
Kadmium	mgCd/l	<0.005	<0.005	<0.005		0.005	
Krom	mgCr/l	<0.01	<0.01	<0.01		0.05	
Sum kationer	mmol/l	11.03	8.40	21.24			
lonebalanse	%	0.10	3.33	-0.54			

Fysisk-kjemiske og ionespesifikke analyser av grunnvannsprøver fra Lena, Melhus sentrum. Tall som viser avvik i forhold til veiledende verdier og/eller maksimalverdier, jfr. "Forskrift om vannforsyning og drikkevann"- Sos. og Helsedep. 1995, er markert med uthevet skrift.