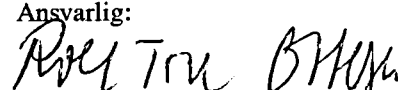


NGU Rapport 92.172

Rapport nr. 92.172		ISSN 0800-3416	Gradering: Åpen	
Tittel: Grunnvannsundersøkelser på eiendommen Øvre Baklandet 2-4, Trondheim kommune, Sør-Trøndelag fylke.				
Forfatter: Gaute Storrø og Ola M. Sæther		Oppdragsgiver: Hartmann Eiendom A/S		
Fylke: Sør-Trøndelag		Kommune: Trondheim		
Kartbladnavn (M=1:250.000) Trondheim		Kartbladnr. og -navn (M=1:50.000) Trondheim 1621-4		
Forekomstens navn og koordinater: Ø. Bakkl. 2-4, 5698-70337		Sidetall: 18		Pris: 40.-
Feltarbeid utført: Nov.91 - Jan. 92		Rapportdato: 03.02.92		Prosjektnr.: 63.2556.00
Ansvarlig: 				
Sammendrag: <p>Etter oppdrag fra Hartmann Eiendom A/S har Norges geologiske undersøkelse (NGU) gjennomført en undersøkelse av forurensningssituasjonen for jordmasser og grunnvann på eiendommen Øvre Baklandet 2-4, Trondheim. Resultater fra undersøkelsen av jordmasser er gitt i NGU-rapport 90.157, mens denne rapporten presenterer resultatene fra kartlegging av grunnvannskjemien.</p> <p>Analysene av grunnvannsprøvene viser at en finner naturlig, uforurenset grunnvann under det undersøkte tomtarealet. Alle analyseverdier, med unntak av en, ligger under Nederlandsk B-verdi. Samtlige av de innsamlede vannprøver ligger under Nederlandsk A-verdi (naturlig bakgrunnsverdi) m.h.t. innhold av tungmetallene Zn, Hg, Co, Cd og Cr.</p> <p>I konklusjonen for NGU-rapport 90.157 er det antatt at tungmetallforurensningene er såvidt sterkt bundet i kullholdige masser, at faren for spredning av forurensningene er liten. Kartlegging av grunnvannskjemien bekrefter denne antagelsen.</p> <p>Lave konsentrasjoner av tungmetaller og organiske forbindelser i grunnvannet samt liten grunnvannsavrenning medfører at forurensningsbidraget fra eiendommen Øvre Baklandet 2-4 til Nidelva er neglisjert.</p>				
Emneord: Hydrogeologi		Miljøgeologi		Forurensning
Spesialavfall		Forurenset grunn		Grunnvann
Geokjemi		Fagrapport		

INNHALDSFORTEGNELSE

	SIDE	
1	SAMMENDRAG OG KONKLUSJON	4
2	INNLEDNING	5
	2.1 Bakgrunn for undersøkelsen	5
	2.2 Mål for undersøkelsen	5
	2.3 Beskrivelse av lokaliteten	6
3	METODER	6
4	RESULTATER	7
	4.1 Geologi og grunnvannsstrømning	7
	4.2 Grunnvannskjemi	9
5	KONKLUSJON	11
6	LITTERATURHENVISNING	12

FIGURER OG TABELLER

Figur 1: Beliggenhet av overvåkingsbrønner, sonderboringer og geotekniske boringer.

Figur 2: Beskrivelse av overvåkingsbrønner og sedimentprofil.

Figur 3: Vertikalsnitt I-I'.

Figur 4: Vertikalsnitt II-II'.

Tabell 1: Målte grunnvannstander og elvevannstander.

Tabell 2: Resultater fra uorganiske kjemiske analyser.

Tabell 3: Resultater fra organiske kjemiske analyser.

FORORD

Etter oppdrag fra Hartmann Eiendom A/S har Norges geologiske undersøkelse (NGU) gjennomført en undersøkelse av forurensningssituasjonen for jordmasser og grunnvann på eiendommen Øvre Bakklandet 2-4, Trondheim. Forurensningssituasjonen for jordmasser ble undersøkt i november-desember 1990, og resultatene går fram av NGU-rapport 90.157. Hoveddelen av grunnvannsundersøkelsene er utført i november 1991 og januar 1992, og det er resultatene av disse undersøkelsene som presenteres i denne rapport.

Trondheim 06.02.92

Ola M. Sæther
Ola M. Sæther
Prosjektleder

GAUTE STORRØ
Gaute Storror
Forsker

1 SAMMENDRAG OG KONKLUSJON

Etter oppdrag fra Hartmann Eiendom A/S har Norges geologiske undersøkelse (NGU) gjennomført en undersøkelse av forurensningssituasjonen for jordmasser og grunnvann på eiendommen Øvre Bakklandet 2-4, Trondheim. Resultater fra undersøkelsen av jordmasser er gitt i NGU-rapport 90.157.

Undersøkelsen av forurensningssituasjonen for grunnvann er utført ved uttak av vannprøver fra fire observasjonsbrønner. Parallelt er det tatt ut vannprøver fra Nidelva. Tre av brønnene (7, 9 og 10) er plassert sentralt på den del av tomtearealet hvor det er påvist relativt høye tungmetallkonsentrasjoner i masseprøver (Cu, Zn, Pb). Brønn 7 og 9 står i homogene silt/leir-masser, mens brønn 10 er etablert i et sand/grus-lag med åpen kommunikasjon til Nidelva. Dette sand/grus-laget må antas å ha en betydelig drenerings-effekt på forurensede masser lengst nord på tomten.

Brønn 8 er etablert for å kontrollere vannkvalitet for det grunnvann som strømmer inn i undersøkelsesområdet fra øst.

Vannprøvene ble analysert på pH, alkalitet, ledningsevne og 35 uorganiske grunnstoffer/ioner etter standard prosedyrer ved NGUs geokjemiske laboratorium. Organiske analyser, d.v.s. total hydrokarbon (THC) og polysykliske aromatiske hydrokarboner (PAH), er utført ved Institutt for kontinentalsokkelundersøkelser (IKU).

De uorganiske og organiske analysene av innsamlede grunnvannsprøver viser at en i det alt vesentlige finner naturlig, uforurenset grunnvann under det undersøkte tomtearealet. Alle analyseverdier, med unntak av en, ligger under Nederlandsk B-verdi. Unntaket gjelder kobber (Cu) ved første prøvetaking i brønn 7. Konsentrasjonen av kobber er likevel lavere enn det som er akseptert for god drikkevannskvalitet i henhold til SIFF's retningslinjer. Samtlige av de innsamlede vannprøver ligger under Nederlandsk A-verdi (naturlig bakgrunnsverdi) m.h.t. innhold av Zn, Hg, Co, Cd og Cr.

Grunnvannet har relativt høyt saltinnhold (salinitet 1-5 o/oo) som følge av porevann-tilførsel fra marine sedimenter.

Et overslag over samlet grunnvannsavrenning til Nidelva gjennom grunnen ved eiendommen Øvre Bakklandet 2-4 gir $Q = 6.8 \text{ m}^3/\text{døgn}$. Til sammenligning er årsmiddel for vannføring i Nidelva 108 m³/s (9.3 mill. m³/døgn).

Massetransporten i grunnvannet ut til Nidelva er anslått å være; Cu=0.012 kg/år, Zn=0.049 kg/år, Pb=<0.122 kg/år, Hg=0.0003 kg/år og PAH=0.017 kg/år. Tilsvarende tall for transport i Nidelva er; Cu maks. 16740 kg/år, Zn maks. 33480 kg/år,

Pb maks. 167400 kg/år, Hg maks. 67 kg/år og PAH maks 1674 kg/år.

Lave konsentrasjoner av tungmetaller og organiske forbindelser i grunnvannet samt liten grunnvannsavrenning medfører at forurensningsbidraget fra eiendommen Øvre Bakklandet 2-4 til Nidelva er neglisjerbart.

I konklusjonen for NGU-rapport 90.157 er det antatt at tungmetallforurensningene er såvidt sterkt bundet i kullholdige masser og at faren for spredning av forurensning er liten. Kartlegging av grunnvannskjemien bekrefter denne antagelsen.

2 INNLEDNING

2.1 Bakgrunn for undersøkelsen

Norges geologiske undersøkelse (NGU) gjennomførte i november-desember 1990, etter oppdrag fra Hartmann Eiendom A/S, en undersøkelse av jordmassenes innhold av tungmetaller og organiske forbindelser på eiendommen Øvre Bakklandet 2-4 (NGU-rapport 90.157). Bakgrunnen for denne undersøkelsen var at området tidligere har vært benyttet av galvanisk industri og gassverk, med forurensning av grunnen som mulig resultat.

Samtidig med undersøkelsene av jordmassene ble det igangsatt en undersøkelse av forurensnings situasjonen for sigevann/grunnvann under det aktuelle tomteareal. Hoveddelen av disse undersøkelsene ble utført i november 1991 og januar 1992, og resultatene er presentert i denne rapport.

2.2 Mål for undersøkelsen

Hensikten med undersøkelsen var å fastslå om grunnvannet under eiendommen forurennes av tungmetaller og PAH i løsmassene over. Dette er undersøkt ved kjemiske analyser av grunnvann som strømmer inn på eiendommen, vannet i Nidelva samt sigevann/grunnvannet som strømmer ut fra eiendommen.

2.3 Beskrivelse av lokaliteten

Bakklandsområdet tilhører den sjønære, nordlige del av det store sedimentbassenget som ligger mellom Bymarka/Gråkallen i vest og Estenstadmarka/Jonsvatnet i øst. Løsmassene i dette bassenget domineres av mektige, marine silt/leir-masser.

Ved Nidelvas utløp i Trondheimsfjorden er det bygd opp et delta (sand/grus-masser). På Bakklandet finner en sand/grus ved Nidelvas vestre bredd (Nidarosdomen). Ved østre bredd, hvor eiendommen Øvre Bakklandet 2-4 ligger, er det silt/leir-masser som dominerer. Det finnes historisk dokumentasjon og klare geologiske spor, som viser betydelig leirskredaktivitet i dette området. Det synes derfor meget sannsynlig at en her kan finne elvesedimenter (sand/grus) som er overdekket av leirskredmasser. De gjennomførte undersøkelser bekrefter dette.

En betydelig del av grunnen ved Øvre Bakklandet 2-4 består av fyllmasser med mektigheter fra 2 til 5 meter.

3 METODER

Fire overvåkingsbrønner merket 7, 8, 9 og 10 (Fig.1) ble satt ned for å kontrollere den kjemiske kvaliteten av eventuelt sigevann fra forurenset grunn og for å kartlegge de hydrogeologiske forhold (sedimenttyper, grunnvannstand, grunnvannsgradienter). Brønnene 7, 8, og 9 ble boret med Odex 165 (Ø165 mm senkborhammer) borutrustning. Det ble kun benyttet luft for oppblåsing av borkaks. For smøring av borhammer ble det benyttet matolje.

I brønnene 7, 8 og 9 er det benyttet Ø110 mm blå PVC-rør. Brønnfiltrene er 1m lange og har slisseåpning 2-4 mm. For å hindre inntrengning av finkornige sedimenter (silt/leire) ble filterene i brønn 7 og 9 overtrukket med 20 um nylonduk. Brønn 10 er en 5/4" observasjonsbrønn med 1m slisset spiss, boret med Borro sonderboringsrigg. Brønner og borprofil er vist i fig.2.

Terrenghøyde for brønntoppene ble nivellert. Som referansenivå (0-nivå) ble valgt toppen av peleforbygning mot Nidelva. Vannstanden i brønnene og i Nidelva ble målt ved 10 ulike tidspunkt i tidsrommet 21.11.91-29.01.92 (tabell 1).

Det ble samlet inn vannprøver fra brønnene og Nidelva 22., 26. og 29.11.91 samt

28.01.92. Ved forurensningskartlegging skal brønner rensepumpes før prøvetaking. Dette gjøres bl.a. for å fjerne stagnant vann fra brønnrøret. Fra brønnene 8 og 10 ble vann hentet opp med sugepumpe. Før hver prøvetaking ble det pumpet ut 800-1000 liter vann (kapasitet 20-25 l/min i brønn 8, 50-60 l/min i brønn 10) for rensepumping samt for å sikre en representativ prøve fra en større del av sand/grus-magasinene. Temperatur, pH, ledningsevne og redoxpotensial ble overvåket kontinuerlig under rensepumpingen for å kontrollere at stabil vannkvalitet ble oppnådd.

For brønnene 7 og 9, som står i tette silt/leir-masser, var uttak av store vannvolum ikke mulig. Uttak av vann ble gjort med vannprøve-henter. Brønnene ble lenset ved at en vannmengde tilsvarende ett brønnvolum (ca 40 liter) ble tatt ut den 22.11. Brønnene fikk så stå for å fylles opp igjen og prøver ble tatt 26.11. Etter prøvetakingen ble brønnene lenset på nytt og ny prøve ble tatt ut 29.11.

Vannprøvene ble analysert på pH, alkalitet, ledningsevne og 35 uorganiske grunnstoffer/ioner etter standard prosedyrer ved NGUs geokjemiske laboratorium (tabell 2). Organiske analyser, d.v.s. total hydrokarbon (THC) og polisykliske aromatiske hydrokarboner (PAH), er utført ved Institutt for kontinentalsokkelundersøkelser (IKU) (tabell 3). Alle prøver som er benyttet for uorganiske analyser er filtrert med 0.45 um Millipore-filter i felt.

4 RESULTATER MED KOMMENTARER

4.1 Geologi og grunnvannsstrømning

Den generelle løsmasseoppbygning i det undersøkte området er 2-5 m med blandede fyllmasser over homogen og bløt siltig leire. Dette er dokumentert ved en rekke geotekniske borer (Kummeneje, 1987) samt i borhullene 7 og 9 og sonderboringer utført av NGU (fig. 1). Undersøkelsene viser imidlertid en mere kompleks løsmassestratigrafi i de nordlige og østlige delene av tomtearealet. Dette gjelder områdene ved borhull 8 og 10.

Borhull 8: I denne lokaliteten, ved tomtearealets østre grense, er det funnet et sand/grus-lag 8 m under overflaten (nivå -4 til -6.5 m). Disse massene danner et lukket grunnvannsmagasin med 2-3 m overtrykk, d.v.s. trykknivået når 2-3 m opp i overliggende, meget tørre silt/leir-masser. Et impermeabelt lag skiller disse sedimentenhetene (fig. 3).

Sand/grus-laget kiler ut mot vest slik at det ikke har direkte kontakt mot Nidelva. Utbredelse mot øst samt inn under bygningene på tomte er ikke klarlagt. Den kjemiske sammensetningen av grunnvannet i dette magasinet, samt høy grunnvannstemperatur (7-10 °C), tyder på at sand/grus-massene fortsetter mot øst slik at de drenerer dyptliggende, marine sedimenter med høyt innhold av sjøsalter.

Det omtalte sand/grus-laget er hovedtransportåren for grunnvann inn i det undersøkte området. Gjennomstrømningen vil likevel være meget langsom idet silt/leir-masser forhindrer fri drenering ut mot Nidelva.

Borhull 10: Det ble påvist sand/grus-masser ved de geotekniske undersøkelsene i borpunkt A (fig. 1). Ved etablering av observasjonsbrønn 10 ble et sand/grus-lag påtruffet 4 m under overflaten (nivå -3.3 til - 5.5 m). Både over og under dette laget finner en bløt silt/leire (fig.4). Sand/grus-laget er ikke påtruffet i noen av de omkringliggende borpunkter. Borpunktene 9 og E (fig. 1) definerer derfor den maksimale utbredelse av gruslaget mot sør og øst. Avgrensning mot nord, utenfor det undersøkte tomteareal, er ikke foretatt.

Sand/grus-laget tolkes som en elveør, med meget begrenset utbredelse, hvor grunnvannet står i direkte kontakt med Nidelva. Parallelle målinger av vannstand i Nidelva og i sand/grus-massene viser også dette (tabell 1). Sand/grus-laget vil fungere som et lokalt dren for sigevann fra fyllmasser og silt/leir-masser.

Grunnvannspeilet i silt/leir-massene viser små og langsomme fluktuasjoner over tid i Borhull 10 (tabell 1). Fluktuasjonene sammenfaller ikke med variasjoner i vannstanden i Nidelva. Grunnvannsavrenningen fra området vil likevel være klart påvirket av vannstand i Nidelva idet trykkdifferansen (gradienten) mellom grunnvannsmagasinet og elva varierer. Minste og største gradient som er registrert i undersøkelsesperioden er h.h.v. 1 cm/m og 6 cm/m mens midlere gradient er anslått til 4.5 cm/m.

I sand/grus-massene ved borhull 8 og 10 er variasjonene i grunnvannstand større (tabell 1) og da særlig ved borhull 10 hvor massene står i kontakt med Nidelva.

En orienterende kalkyle av samlet grunnvannsavrenning til Nidelva gjennom grunnen ved eiendommen Øvre Bakklandet 2-4 gir $Q = 6.8 \text{ m}^3/\text{døgn}$. Beregningen er basert på følgende tall: areal av utstrømningsområde i Nidelva = 17.500 m^2 , hydraulisk konduktivitet = 10^{-7} m/s og midlere gradient = 4.5 cm/m . Til sammenligning er årsmiddel for vannføring i Nidelva 108 m³/s (9.3 mill. m³/døgn, NVE målestasjon 1413 Rathe).

4.2 Grunnvannskjemi

Resultater av de kjemiske analyser er gitt i tabell 2 og 3. Det undersøkte område ligger i marint miljø, både når det gjelder sedimenttype (silt/leire) og høyde over havet (2-3 m). Grunnvannet vil være preget av dette i form av høyt innhold av typiske sjøsalter som klorid (Cl), natrium (Na), magnesium (Mg), sulfat (SO₄), kalsium (Ca), kalium (K), bor (B) og bromid (Br). Kjemisk sammensetning av "standard 35 o/oo sjøvann" er vist i tabell 2.

For alle grunnvannsprøver som inngår i denne undersøkelsen er det registrert et relativt høyt innhold av jern (Fe) og mangan (Mn), hvilket ikke er uvanlig i grunnvann. Dette er et resultat av naturlige reaksjoner mellom vann og mineraler i grunnen.

I tabell 2 og 3 er det ført opp en kolonne med betegnelsene "B-verdi". Dette er en grenseverdi benyttet av Nederlandske forurensingsmyndigheter. Ved konsentrasjoner som overskrider "B-verdi" pålegges videre kartlegging av forurensingsomfanget og overvåking av utviklingen. I tabell 2 er Folkehelsas (SIF) krav til drikkevann også angitt, dette kun som et sammenligningsgrunnlag for de vanntyper som finnes på den undersøkte lokalitet. I det følgende omtales analyseresultatene for de enkelte prøvetakingslokaliteter.

Nidelva: Ved første og siste prøvetaking var vannføringen i Nidelva meget stor som følge av regn og smeltevann. De to prøvene viser tilnærmet identisk kjemisk sammensetning (ionefattig ferskvann). Ved andre prøvetaking var det høy sjøvannstand (flo) og lavere ferskvannsføring i Nidelva. Vannanalysene viser inntrengning av sterkt fortynnet sjøvann (1:200).

Den første vannprøven fra Nidelva viser noe høyt innhold av totale hydrokarboner (THC). Imidlertid er det høyere konsentrasjoner av PAH i Nidelva enn i grunnvannet som renner ut fra Bakklandet 2-4.

Borhull 7 og 9: Borhullene er plassert sentralt på den del av tomtearealet hvor det tidligere (NGU-rapport 90.157) er påvist relativt høye tungmetallkonsentrasjoner i masseprøver (Cu, Zn, Pb). Grunnvannsprøver fra disse lokalitetene skulle derfor gi et godt bilde av forurensingssituasjonen for sivevann fra de forurensede massene. Grunnvannet fra de to brønnene, som begge står i svært lite gjennomtrengelige silt/leir-masser (fig. 2), viser i stor grad samme kjemiske sammensetning. Saliniteten ligger i området 2.1 til 3.5 o/oo d.v.s. 6-10 % av sjøvann. Til sammenligning vil "normalt", ikke saltvannspåvirket, grunnvann i Norge kun i helt spesielle tilfeller ha salinitet høyere enn 0.4 o/oo.

Grunnvannet viser i store trekk samme relative sammensetning som sjøvann når det gjelder Cl, Na, Mg, B og Br.

For begge lokalitetene er det registrert en generell økning i grunnvannets ioneinnhold fra første til andre prøvetakingsrunde. Dette antas å være en effekt av brønnlensingen.

Brønnene ble tømt før hver av de to prøvetakingene slik at ved andre prøvetaking var brønnene tømt to ganger. Dette har trolig bevirket at dypere liggende, mere ionerikt vann har blitt trukket inn i brønnene ved andre prøvetaking. Vannprøvene fra første prøvetakingsrunde viser i tillegg et underskudd på klorid, sett i relasjon til sjøvann, hvilket også indikerer at dette er vann fra de øverste, mere utvaskede deler av silt/leir-massene.

De organiske og uorganiske analysene viser at Nederlandsk B-verdi overskrides kun i ett tilfelle. Dette gjelder kobber (Cu) ved første prøvetaking i brønn 7. Konsentrasjonen er likevel lavere enn det som er akseptert for god drikkevannskvalitet i henhold til SIFF's retningslinjer. For Zn, Hg, Co, Cd og Cr ligger analyseverdiene under Nederlandsk A-verdi (naturlig bakgrunnsverdi).

Analysene viser noe høyere innhold av PAH-forbindelser i borhull 7 og 9 enn i grunnvann som kommer inn på tomte (Bh. 8). Verdiene ligger likevel godt under Nederlandsk B-verdi. Analyseverdi for totale hydrokarboner (THC) ligger i området 60 til 110 ug/l. Dette er lavere enn hva som er funnet i vann fra Nidelva, slik at grunnvannet vil ha en fortynnende virkning.

Borhull 8: Borhullet er plassert ved det undersøkte arealets nordøstre grense. Vannprøver fra denne lokalitet viser den kjemiske sammensetningen av grunnvann som strømmer inn til tomteområdet.

Saliniteten for grunnvann fra denne lokaliteten varierer i området 4.1 til 5.1 o/oo d.v.s. 12-15 % av sjøvann. Årsaken til at saltinnholdet er høyere i dette sand/grus-laget enn i silt/leir-massene antas å være at sand/grus-massene drenerer dyptliggende silt/leir-sedimenter øst for den undersøkte lokalitet. Høy grunnvannstemperatur (7-10 °C) peker også i denne retning.

Grunnvannet viser i meget stor grad samme relative sammensetning som sjøvann når det gjelder Cl, Na, Mg, K, B og Br. En gradvis økning i nitratinnhold (NO₃) over tid, tilskrives økende tilførsel av grunnvann fra områdene øst for den undersøkte lokalitet, som følge av gjentatte rensesepumper.

Ingen av de organiske og uorganiske analyseverdiene fra borhull 8 overskrider Nederlandske B-verdier. For Cu, Zn, Hg, Co, Cd, Cr og PAH-forbindelser ligger analyseverdiene under Nederlandsk A-verdi (naturlig bakgrunnsverdi). Analyseverdi for totale hydrokarboner (THC) ligger i området 7 til 100 ug/l.

Borhull 10: Borhullet ligger på den nordlige del av det areal hvor relativt høye tungmetallkonsentrasjoner i masseprøver er påvist. Brønnen står i et sand/grus-lag med åpen kommunikasjon til Nidelva. Dette sand/grus-laget må antas å ha betydelig dreneringseffekt på overliggende, forurensede masser.

Saliniteten for grunnvann fra denne lokaliteten er 0.4 o/oo d.v.s. betydelig lavere enn hva en finner i lokalitetene 7, 8 og 9. Den relative sammensetningen av dette grunnvannet er også klart forskjellig fra hva en finner i de øvrige lokalitetene. Disse forhold forklares

utfra den fortyningseffekt som ferskvann fra Nidelva har. Det synes likevel klart at grunnvannet også i dette området er påvirket av salt porevann fra omkringliggende silt/leir-masser.

Ingen av analyseverdiene fra borhull 10 overskrider Nederlandske B-verdier. For Cu, Zn, Hg, Co, Cd og Cr ligger analyseverdiene under Nederlandsk A-verdi (naturlig bakgrunnsverdi).

Massetransporten i grunnvannet ut til Nidelva er anslått å være; Cu=0.012 kg/år, Zn=0.049 kg/år, Pb= <0.122 kg/år, Hg=0.0003 kg/år og PAH=0.017 kg/år. Tilsvarende tall for transport i Nidelva er; Cu maks. 16740 kg/år, Zn maks. 33480 kg/år, Pb maks. 167400 kg/år, Hg maks. 67 kg/år og PAH maks 1674 kg/år.

5 KONKLUSJON

De uorganiske og organiske analysene av innsamlede grunnvannsprøver viser at en i det alt vesentlige finner naturlig, uforurenset grunnvann under det undersøkte tomtearealet. Alle analyseverdier, med unntak av en, ligger under Nederlandsk B-verdi. Unntaket gjelder kobber (Cu) ved første prøvetaking i brønn 7. Konsentrasjonen er likevel lavere enn det som er akseptert for god drikkevannskvalitet i henhold til SIFF's retningslinjer. Samtlige av de innsamlede vannprøver ligger under Nederlandsk A-verdi (naturlig bakgrunnsverdi) m.h.t. innhold av Zn, Hg, Co, Cd og Cr.

Grunnvannet har relativt høyt saltinnhold (salinitet 1-5 o/oo) som følge av porevann-tilførsel fra marine sedimenter.

En overslag over samlet grunnvannsavrenning til Nidelva gjennom grunnen ved eiendommen Øvre Bakklandet 2-4 gir $Q = 6.8 \text{ m}^3/\text{døgn}$. Til sammenligning er årsmiddel for vannføring i Nidelva 108 m³/s (9.3 mill. m³/døgn).

Massetransporten i grunnvannet ut til Nidelva er anslått å være; Cu=0.012 kg/år, Zn=0.049 kg/år, Pb= <0.122 kg/år, Hg=0.0003 kg/år og PAH=0.017 kg/år. Tilsvarende tall for transport i Nidelva er; Cu maks. 16740 kg/år, Zn maks. 33480 kg/år, Pb maks. 167400 kg/år, Hg maks. 67 kg/år og PAH maks 1674 kg/år.

I konklusjonen for NGU-rapport 90.157 er det antatt at tungmetallforurensningene er såvidt sterkt bundet i kullholdige masser at spredningsfaren er liten. Kartlegging av

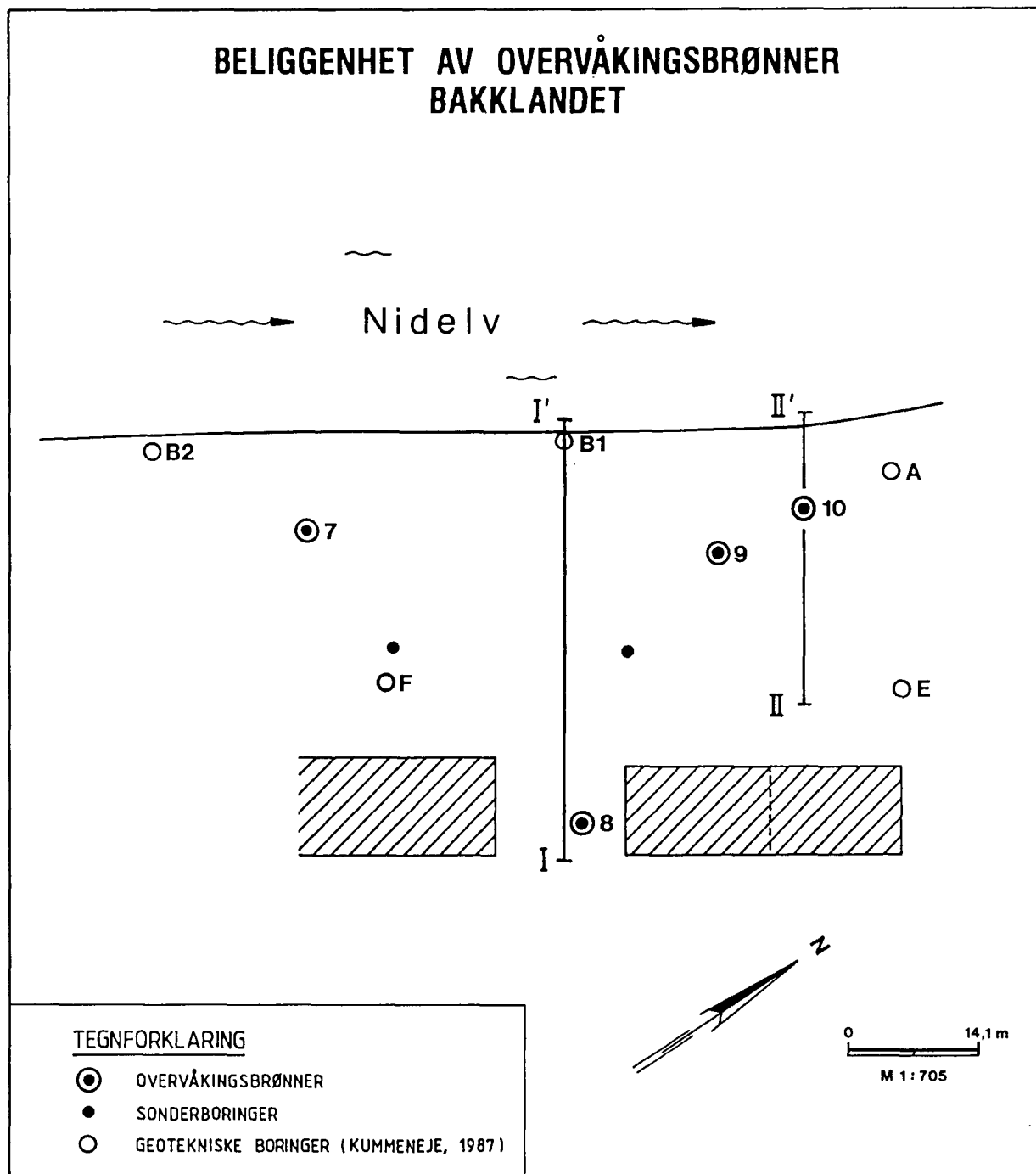
grunnvannskjemien bekrefter denne antagelsen.

Lave konsentrasjoner av tungmetaller og organiske forbindelser i grunnvannet samt liten grunnvannsavrenning medfører at forurensningsbidraget fra eiendommen Øvre Bakklandet 2-4 til Nidelva er neglisjerbart.

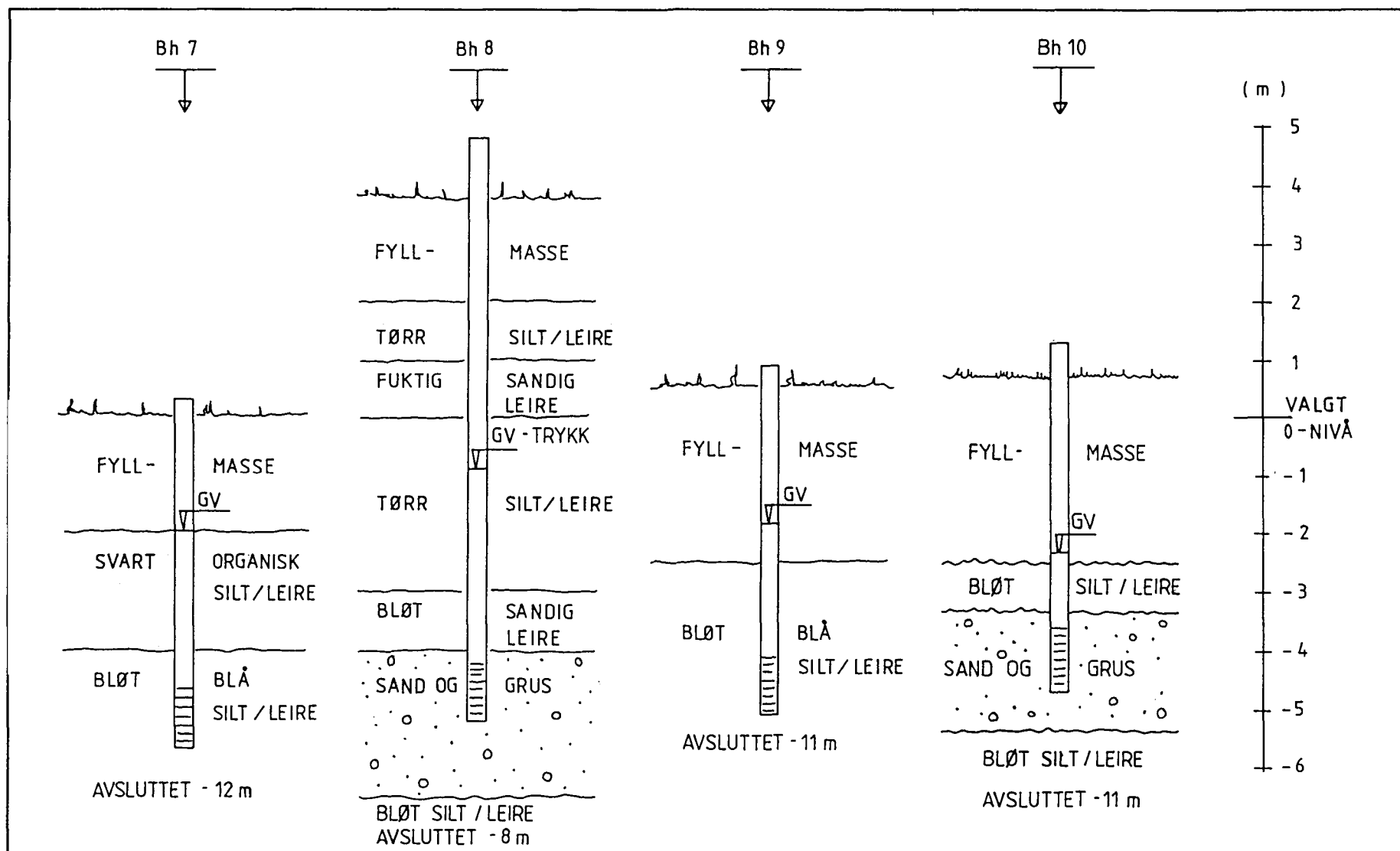
6 LITTERATURHENVISNING

Sæther, O.M., Krog, J. og Wolden, O., 1990, Grunnundersøkelser på eiendommen Øvre Bakklandet 2-4, Trondheim kommune, Sør-Trøndelag, Norges geologiske undersøkelse NGU-rapport 90.157, 26 s, 14 kartbilag

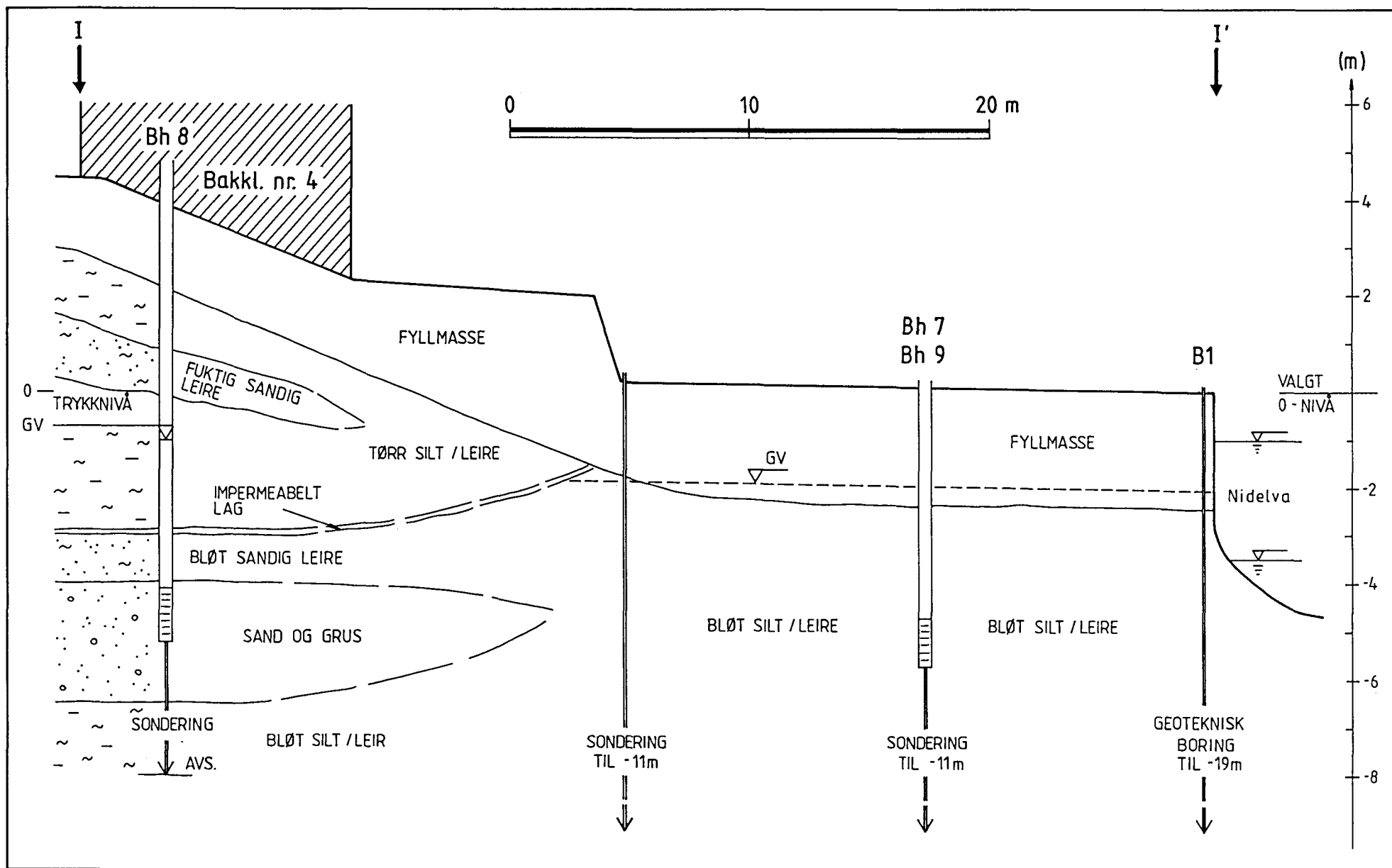
**FIGURER
OG
TABELLER**



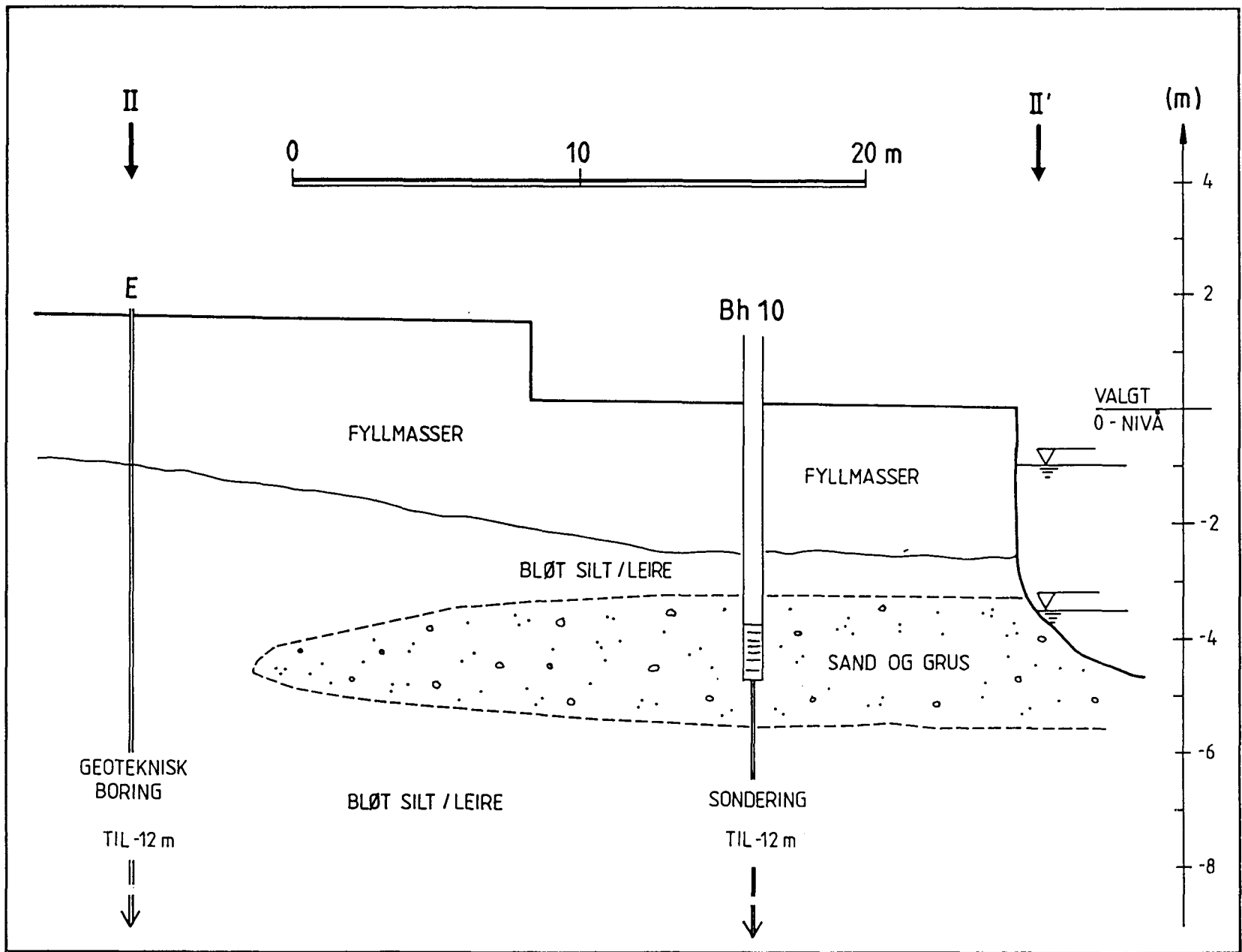
Figur 1: Beliggenhet av overvåkingsbrønner (7-10), sonderboringer og geotekniske boringer (A-F) i det undersøkte området. Profillinjer (I-I' og II-II') er gitt i figur 3 og 4.



Figur 2: Beskrivelse av overvåkingsbrønner og sedimentprofiler.



Figur 3: Vertikalsnitt I-I' (se figur 1).



Figur 4: Vertikalsnitt II-II' (se figur 1).

Tabell 1: Målte grunnvannstander og elvevannstander i tidsrommet 21.11.91 til 29.01.92.

DATO	KL	Bh. 7	Bh. 8	Bh. 9	Bh. 10	Nidelv
21.11.91	1100	-2.28	-0.92	-	-	-
22.11.91	1200	-2.25	-0.87	-1.89	-	-1.30
26.11.91	1300	-	-0.77	-	-	-1.48
29.11.91	1040	-	-0.81	-	-	-2.97
11.12.91	1400	-	-0.83	-	-	-2.02
20.01.92	1300	-2.12	-0.29	-1.84	-	-1.52
28.01.92	0930	-2.30	-0.27	-1.99	-2.40	-2.40
28.01.92	1345	-2.39	-0.27	-2.01	-2.85	-2.86
28.01.92	1700	-2.43	-0.28	-2.02	-2.17	-2.14
29.01.92	1245	-2.45	-0.22	-2.01	-2.89	-2.96
NIVELLEMENT		0.33	4.78	0.88	1.27	0.00
Nivellementet angir høyder for topp av observasjonsrør i forhold til valgt null-nivå. Som null-nivå er valgt topp av peleforbygning mot Nidelva.						

Tabell 2: Resultater fra uorganiske kjemiske analyser. "B-verdi" refererer til Nederlandsk overvåkingsverdi (se tekst). "SIFV" er Folkehelsas krav til god drikkevannskvalitet. Analysen omfatter også metallene Co, Cd, Cr, Ba, Mo og Ni. For Co, Cd og Cr ligger alle analyser under Nederlandsk A-verdi, for Ba, Mo og Ni ligger alle analyseverdier under B-verdi.

- = ikke analysert. * = Benevnelsen er mgNO₃/l.

PARAMETER	DATO	NIDELVA	BH 7	BH 8	BH 9	BH 10	SJÖVANN	B-VERDI	SIFV
Temp (C)	22.11	-	-	-	-	-			
	26.11	-	-	-	-	-			
	29.11	-	-	7.5	-	-			
	28.01	2.7	-	9.7	-	6.4			
pH	22.11	6.8	-	7.27	-	-			
	26.11	7.04	7.24	7.36	8.12	-	8		7.5-8.5
	29.11	-	7.91	8.16	7.72	-			
	28.01	6.99	-	7.19	-	7.07			
LED mS/cm	22.11	0.06	-	7.29	-	-			
	26.11	0.4	3.11	5.84	3.97	-	50		
	29.11	-	4.09	6.84	5.08	-			
	28.01	0.05	-	6.72	-	0.54			
ALKmmol/l	22.11	0.25	-	5.46	-	-			
	26.11	0.24	5.0	5.74	2.63	-			0.6-1.0
	29.11	-	6.04	5.42	3.72	-			
	28.01	0.27	-	5.24	-	1.58			
Ca (ppm)	22.11	4.5	-	203	-	-			
	26.11	6.2	61.4	160	50.0	-	411		15-25
	29.11	-	67.0	198	67.0	-			
	28.01	5.3	-	221	-	7.90			
Mg (ppm)	22.11	0.95	-	104	-	-			
	26.11	6.6	41.0	82	59.0	-	1290		<10
	29.11	-	53.0	101	79.0	-			
	28.01	0.87	-	116	-	5.51			
Na (ppm)	22.11	4.64	-	913	-	-			
	26.11	60.0	550	865	588	-	10800		<20
	29.11	-	597	900	747	-			
	28.01	2.34	-	1100	-	92			
K (ppm)	22.11	<0.2	-	39.9	-	-			
	26.11	1.95	33.5	38.9	44.5	-	392		
	29.11	-	42.5	37.6	56.0	-			
	28.01	<0.2	-	28.1	-	6.65			
Cl (ppm)	22.11	5.66	-	2000	-	-			
	26.11	97.0	616	1600	987	-	19400		<100
	29.11	-	1000	1900	1500	-			
	28.01	4.48	-	1600	-	56.6			
NO3 (ppm) *	22.11	0.42	-	7.2	-	-			
	26.11	0.54	0.06	17.1	0.4	-			<11
	29.11	-	0.05	71.8	0.39	-			
	28.01	0.81	-	146.0	-	2.80			
SO4 (ppm)	22.11	2.47	-	516	-	-			
	26.11	19.0	125	414	163	-	2650		<100
	29.11	-	163	553	248	-			
	28.01	2.54	-	526	-	30.2			
Br (ppm)	22.11	<0.02	-	7.40	-	-			
	26.11	0.34	1.82	5.66	3.96	-	67	0.5	
	29.11	-	3.52	3.01	5.49	-			
	28.01	<0.02	-	5.81	-	<0.2			
Fe (ppb)	22.11	110	-	200	-	-			
	26.11	80	1540	620	30	-			<100
	29.11	-	530	410	490	-			
	28.01	145	-	359	-	576			
Mn (ppb)	22.11	<2	-	981	-	-			
	26.11	3	450	760	180	-			<50
	29.11	-	530	930	260	-			
	28.01	7	-	991	-	12			
Cu (ppb)	22.11	2.3	-	2.9	-	-			
	26.11	5.2	100	6.9	6.9	-	50		<100
	29.11	-	<2	4.9	<2	-			
	28.01	<2	-	4.4	-	3.3			
Zn (ppb)	22.11	8.5	-	8.3	-	-			
	26.11	9.5	47	22.0	7.1	-	200		<300
	29.11	-	41	15.0	19.0	-			
	28.01	<5	-	26.6	-	<5			
Pb (ppb)	22.11	<50	-	<50	-	-			
	26.11	<50	<50	<50	<50	-	50		<5
	29.11	-	<50	<50	<50	-			
	28.01	<50	-	<50	-	<50			
B (ppb)	22.11	<20	-	530	-	-			
	26.11	30	630	480	470	-	4450		<300
	29.11	-	770	520	530	-			
	28.01	<20	-	554	-	100			
Hg (ng/l)	22.11	<20	-	<20	-	-			
	26.11	<20	<20	<20	25	-	500		<50
	29.11	-	<20	<20	64	-			
	28.01	-	-	<15	-	106			

Tabell 3: Resultater fra organiske kjemiske analyser. Alle tall i ug/l. "B-verdi" refererer til Nederlandsk overvåkingsverdi.

- = ikke analysert. ID = ikke detekterbart

PARAMETER	DATO	NIDELVA	BH 7	BH 8	BH 9	BH 10	B-VERDI
Naftalen	22.11	ID	-	-	-	-	7
	26.11	ID	ID	ID	ID	-	
	29.11	-	ID	ID	ID	-	
	28.01	-	-	ID	-	ID	
Asenaftalen	22.11	0.0039	-	-	-	-	
	26.11	0.0169	0.0052	0.0033	0.0033	-	
	29.11	-	0.0061	0.0043	0.0139	-	
	28.01	-	-	0.007	-	0.009	
Asenaften	22.11	0.0387	-	-	-	-	
	26.11	0.149	0.0536	0.0296	0.0386	-	
	29.11	-	0.0417	0.0350	0.103	-	
	28.01	-	-	0.016	-	0.041	
Fluoren	22.11	0.013	-	-	-	-	
	26.11	0.0672	0.0223	0.0142	0.0535	-	
	29.11	-	0.0209	0.0161	0.103	-	
	28.01	-	-	0.023	-	0.031	
Fenantren	22.11	0.0269	-	-	-	-	2
	26.11	0.0485	0.0299	0.0099	0.0504	-	
	29.11	-	0.0210	0.0081	0.0296	-	
	28.01	-	-	0.010	-	0.010	
Antrasen	22.11	ID	-	-	-	-	2
	26.11	0.0003	ID	ID	ID	-	
	29.11	-	0.0013	ID	ID	-	
	28.01	-	-	ID	-	ID	
Fluoranten	22.11	0.0437	-	-	-	-	1
	26.11	0.0979	0.0437	0.0068	0.0440	-	
	29.11	-	0.0178	0.0025	0.0133	-	
	28.01	-	-	0.004	-	0.002	
Pyren	22.11	0.0304	-	-	-	-	1
	26.11	0.0545	0.025	0.0049	0.0273	-	
	29.11	-	0.014	0.0028	0.0089	-	
	28.01	-	-	0.005	-	0.003	
Benso(a)antrasen	22.11	0.0146	-	-	-	-	
	26.11	0.0301	0.0113	ID	0.0086	-	
	29.11	-	0.0061	ID	ID	-	
	28.01	-	-	ID	-	ID	
Krysen	22.11	0.0165	-	-	-	-	
	26.11	0.0339	0.0314	0.0021	0.0120	-	
	29.11	-	0.0056	ID	ID	-	
	28.01	-	-	ID	-	ID	
Benso(b/j/k)fluoranten	22.11	0.0203	-	-	-	-	
	26.11	ID	0.102	ID	ID	-	
	29.11	-	ID	ID	ID	-	
	28.01	-	-	ID	-	ID	
Benso(a)pyren	22.11	0.0152	-	-	-	-	0.2
	26.11	ID	ID	ID	ID	-	
	29.11	-	ID	ID	ID	-	
	28.01	-	-	ID	-	ID	
Indeno(1,2,3-cd)pyren	22.11	ID	-	-	-	-	
	26.11	ID	ID	ID	ID	-	
	29.11	-	ID	ID	ID	-	
	28.01	-	-	ID	-	ID	
Benso(ghi)perylene	22.11	ID	-	-	-	-	
	26.11	ID	ID	ID	ID	-	
	29.11	-	ID	ID	ID	-	
	28.01	-	-	ID	-	ID	
Dibenso(a,h)antrasen	22.11	ID	-	-	-	-	
	26.11	ID	ID	ID	ID	-	
	29.11	-	ID	ID	ID	-	
	28.01	-	-	ID	-	ID	
SUM PAH	22.11	0.21	-	-	-	-	10
	26.11	0.50	0.30	0.06	0.24	-	
	29.11	-	0.14	0.07	0.27	-	
	28.01	-	-	0.06	-	0.09	
TOTAL HYDROKARBON (THC)	22.11	310	-	-	-	-	
	26.11	158	110	101	67	-	
	29.11	-	78	7	-	-	