

Rapport nr.: 2001.103		ISSN 0800-3416	Gradering: Åpen
Tittel: Forslag til soneinndeling rundt grunnvannsbrønn i Flora, Selbu kommune			
Forfatter: Bernt Olav Hilmo og Gaute Storrø		Oppdragsgiver: Selbu kommune	
Fylke: Sør-Trøndelag		Kommune: Selbu	
Kartblad (M=1:250.000) Trondheim		Kartbladnr. Og -navn (M=1:50.000) 1721-III, Tydal	
Forekomstens navn og koordinater: Flora i Selbu		Sidetall: 17 Kartbilag: 3	Pris: 55,-
Feltarbeid utført:	Rapportdato: 30.05.2002	Prosjektnr.: 271200	Ansvarlig:
<p>Sammendrag:</p> <p>NGU har på oppdrag fra Selbu kommune foretatt en soneinndeling og gitt forslag til sikringstiltak rundt en grunnvannsbrønn som skal forsyne Selbu kommunale vannverk avd. Flora.</p> <p>Brønnen er plassert i et lite skogsområde på ei elveslette, ca. 70 m sør for elva Nea. Maksimalt døgnforbruk er anslått til 1,5 l/s. Grunnvannsforekomsten ble påvist og utredet i forbindelse med NGUs grunnvannsundersøkelser i Selbu kommune i 1994-1995. Gjødsling av nærliggende dyrket mark, avløp og avløpsledninger, samt trafikk på en fylkesvei er de mest aktuelle forurensningskildene.</p> <p>Vurderinger av grunnvannets strømningsretning og -hastighet er foretatt på bakgrunn av en tidligere utført langtids prøvepumping og ved bruk av enkle beregninger og en matematisk modell for strømning av grunnvann. Ut fra disse vurderingene og terrengforholdene i brønnområdet er det gitt forslag til en soneinndeling rundt brønnen. Det er ikke nødvendig med større bruksendringer i forhold til dagens arealbruk, men det bør legges restriksjoner på gjødsling av dyrket mark i sone 1.</p> <p>For å oppnå en sikrere vannforsyning vil NGU anbefale at det settes ned en ny brønn i tillegg til eksisterende brønn. I rapporten er det gitt forslag til dimensjonering av denne brønnen.</p>			
Emneord: Hydrogeologi	Grunnvannsforsyning		Grunnvannsbrønn
Grunnvannsmodellering	Løsmasse		Brønnboring
Grunnvannskvalitet	Prøvepumping		Fagrapport

INNHOLDSFORTEGNELSE

1.	INNLEDNING	4
2.	OMRÅDEBESKRIVELSE	4
3.	BESKRIVELSE AV EKSISTERENDE BRØNN	4
4.	LANGTIDS PRØVEPUMPING	4
5.	MULIGE FORURENSNINGSKILDER	5
6.	FORSLAG TIL SONEINDELING	6
7.	FORSLAG TIL TILTAK OG RESTRIKSJONER I BRØNNOMRÅDET	7
8.	FORSLAG TIL DIMENSJONERING AV NY BRØNN	8
9.	REFERANSER	9

DATABILAG

- 1 Boreprofil, undersøkelsesboring nr. 10 Flora
- 2 Prøvepumpingsdata Flora

KARTBILAG

- 1 Detaljkart som viser resultatet av den hydrauliske modelleringen
- 2 Detaljkart i M 1 : 5000 som viser utbredelsen av sone 0, 1 og 2 rundt grunnvannsbrønn i Flora, samt plassering av observasjonsbrønner og planlagt produksjonsbrønn
- 3 Detaljkart i M 1 : 14 100 som viser utbredelsen av sone 3 rundt grunnvannsbrønn i Flora.

1. INNLEDNING

Norges geologiske undersøkelse (NGU) har fått forespørsel fra Selbu kommune v/ avd. ing. Annar Bjørnbeth om å utarbeide forslag til soneinndeling rundt en grunnvannsbrønn som skal forsyne Selbu kommunale vannverk avd. Flora. NGU har tidligere gjort hydrogeologiske forundersøkelser i Flora, samt gjennomført en ca. ½ års prøvepumping av en brønn som vil bli brukt som produksjonsbrønn (Hilmo og Muring, 1995).

2. OMRÅDEBESKRIVELSE

Løsmassene på elveslettene ved Flora består hovedsakelig av elve- og breelvavsetninger av sand og grus. Den aktuelle brønnen er plassert i en dødisgrop mellom Melan og Nesmo (kartbilag 2). Brønnen ligger ca. 70 m fra elva, og 1-2 m over elvenivået. I og med at elva er regulert, er det liten flomfare ved brønnstedet.

En forutgående sonderboring viste 4 m myr over 10 m med grusig sand, og fjell på 14 m dyp (databilag 1). Det ble påvist masser med god vanngjennomgang mellom 5 og 14 meters dyp. Grunnvannsnivået før pumping lå ca. 1,5 m under bakkenivå og omtrent på samme nivå som elva. Den naturlige grunnvannsstrømmen i området antas ha en komponent fra dalsida og mot elva, dvs mot nord og en komponent parallelt elva, dvs. mot vest. Grunnvannsmagasinet antas å romme sand- og grusavsetningene på elveslettene i Flora. Regner en med en utbredelse på ½ km², en gjennomsnittlig tykkelse på 15 m og en effektiv porøsitet på 10 %, vil magasinet inneholde over nesten en million kbm grunnvann. Den naturlige nydannelsen av grunnvann skjer ved direkte infiltrasjon av nedbør på selve avsetningen og ved infiltrasjon av mindre bekker som renner ut på avsetningen fra dalsidene. Ved uttak av grunnvann og en påfølgende senkning av grunnvannsnivået, vil grunnvann også kunne nydannes ved infiltrasjon av vann fra elva.

3. BESKRIVELSE AV EKSISTERENDE BRØNN

På grunnlag av testbrønnens gode kapasitet og vannkvalitet, samt gunstig beliggenhet i forhold til eksisterende ledningsnett, ble det satt ned en brønn for langtids prøvepumping med følgende spesifikasjoner.

Dimensjon:	Ø50 mm (innvendig diameter)
Materialer:	Rustfritt stål
Filtertype:	Kontinuerlig slisset filter av typen Con Slot
Filterplassering:	7,5-10,5 m
Filteråpning:	1.0 mm

4. LANGTIDS PRØVEPUMPING

Brønnen ble prøvepumpet fra november 1994 til juni 1995. Det ble benyttet en tørroppstilt sugepumpe, og opp-pumpet grunnvann ble ført til elva. Resultatet fra prøvepumpingen kan oppsummeres på følgende måte:

- Kapasiteten under prøvepumping lå på 5-6 l/s som er langt høyere enn vannverkets vannbehov på 1,5 l/s.

- Grunnvannsnivået i tre observasjonsbrønner, P1, P2 og P3 (kartbilag 1) sank mellom 1 og 2 meter i løpet av tre uker, men i resten av prøvepumpingsperioden stabiliserte grunnvannsstanden seg.
- Ut fra data fra prøvepumpingsforsøket ble den hydrauliske ledningsevnen k beregnet til $4,5 \cdot 10^{-4}$ m/s. Med en gradient på 0,003 m/m og en effektiv porøsitet på 10 % gir dette en gjennomsnittlig hastighet på den naturlige grunnvannsstrømmen på 1,2 m/døgn.
- Grunnvannskvaliteten under prøvepumping var god i det alle målte fysiske og kjemiske parametere tilfredsstillte kravene til drikkevann. Den kjemiske kvaliteten var stabil. Unntaket var nitratkonsentrasjonen som gikk ned i løpet av prøvepumpingsperioden (fra 15 mg/l til 4 mg/l, mot største tillatte konsentrasjon på 50 mg NO₃/l). Det målte nitratinnholdet stammer hovedsakelig fra gjødsling av nærliggende dyrkamark. Selv om grunnvannet er svakt surt (pH-verdi 6.4 -7.2, anses det som ikke nødvendig med pH-heving, da alkaliteten er såpass høy at vannet er lite aggressivt. Ved en god lufting av grunnvannet, f.eks i et høydebasseng vil man trolig oppnå en pH-heving til over 7. Det er heller ikke påvist sykdomsfremkallende bakterier, men to av 11 vannprøver hadde noe høyt totalantall bakterier ved 20 °C.

For nærmere opplysninger om resultatene av prøvepumpingen henvises det til Hilmo og Mauring (1995).

5. MULIGE FORURENSNINGSKILDER

Nærområdet rundt brønnen består av myr og skog, mens elveslettene rundt er oppdyrket og benyttes til beite og til grasproduksjon. Fylkesveien til Drivvold går ca. 60 m fra brønnen, mens riksvei 705 går ca. 200 m fra brønnen og på motsatt side av elva. Nærmeste bebyggelse ligger mer enn 100 m fra brønnen. Potensielle forurensningskilder blir dermed:

- Gjødsling av dyrket mark (kunstgjødsel, naturgjødsel og eventuelle sprøytemidler).
- Fylkesveien (transport av oljeprodukter etc.)
- Avløp og avløpsledninger fra bebyggelse.

6. GRUNNVANNSMODELLERING

Grunnvannsmodelleringen ble gjort ved bruk av dataprogrammet Visual Modflow. Programmet ble brukt til å simulere grunnvannsstrømming og til å beregne grunnvannets opphold i grunnvannsmagasinet. Resultatet av disse beregningene danner basis for bestemmelse av 60-døgns grensen, det vil si utbredelsen av sone 1. I tillegg til resultatene fra prøvepumpingen (se databilag 2) er følgende parametere brukt som inngangsparametere i modellen:

Hydraulisk ledningsevne	$k = 5 \times 10^{-4}$ m/s
Uttak	$Q = 1,5 \times 10^{-3}$ m/s
Effektiv porøsitet	$n_e = 10$ %
Høyde på eksisterende terskel	= 0,70 m
Gradient på elva	= 3 mm/m
Mektighet på akvifer	$h = 10$ m

Elva er lagt inn som en positiv hydraulisk grense, det vil si en vannkilde hvor det er stor lekkasje til grunnvannsmagasinet. Grunnvannsmagasinet er antatt å være homogent. Øvrige arealdata er tatt ut fra topografisk kart i M 1 : 5000.

Kartbilag 1 viser resultatet av den hydrauliske modelleringen. Det kan bemerkes at på grunn av for få peilebrønner er strømningsmodellen noe unøyaktig. Likevel viser modellen tydelig at etter en viss tids pumping er elva hovedkilden for grunnvannsdannelsen. Ved et uttak på 1,5 l/s er den beregnede oppholdstiden fra elva til brønnen ca. 120 dager, og maksimal grense for 60 døgns oppholdstid (mot nordøst) er ca. 100 m.

7. FORSLAG TIL SONEINDELING

Vannets oppholdstid i umettet og mettet sone har stor betydning for både grunnvannets kjemiske og hygieniske kvalitet. Folkehelsa anbefaler at grunnvann som skal brukes til drikkevann bør ha en oppholdstid i grunnen på minst 60 døgn for å oppnå tilfredsstillende bakteriologisk rensing.

For å beskytte grunnvannskilden brukes en soneinndeling, basert på grunnvannets oppholdstid. For sonene er det satt opp restriksjoner som avtar i styrke med økende avstand fra uttaksstedet (se Eckholdt og Snilsberg, 1992).

- Sone 0: Brønnområdet
- Sone 1: Det nære tilsigsområdet. Grense for 60 døgns oppholdstid ved et uttak tilsvarende dimensjonerende vannforbruk.
- Sone 2: Det fjerne tilsigsområde. Hele infiltrasjonsområdet.
- Sone 3: Det ytre verneområde. Omfatter arealer som vil kunne influere på grunnvannets kvalitet.

Utbredelsen av sone 1 bestemmes i hovedsak av grensen for 60 døgns oppholdstid på grunnvannet, dvs. sonen skal omfatte det arealet hvor grunnvannet bruker mindre enn 60 døgn på å nå brønnen med en pumpebelastning som tilsvarer maksimalt døgnforbruk. Denne grensen er vanskelig å beregne. Den sikreste måten hadde vært å benytte sporforsøk, det vil si man måler tiden det tar fra man tilsetter et sporbart stoff i en peilebrønn til det kan spores i pumpebrønnen. Dette er ikke gjort ved denne prøvepumpingen, slik at man må benytte andre metoder. Resultatene fra modelleringen viser at under pumping mates brønnen hovedsakelig med grunnvann som er infiltrert fra elva nordøst for brønnen. Modelleringen viser videre at med et uttak på 1,5 l/s vil oppholdstiden fra elva og inn mot pumpebrønnen bli over 60 døgn.

En annen måte å beregne utbredelsen av sone 1 er «sylindermetoden». Vi beregner da størrelsen på magasinet som berøres av et uttak på 1.5 l/s i løpet av 60 døgn. Uttaket i løpet av 60-døgn, Q blir 7776 m³. Vi antar følgende:

- Tykkelsen, H på vannførende masser som berøres av grunnvannsstrømmen settes til 10 m, som er lik tykkelsen på vannførende sand- og grusmasser ved brønnen.
- Effektiv porøsitet, P (andelen av løsmassenes porøsitet som bidrar til grunnvannsstrømning) settes til 10 %
- Homogene forhold og naturlig hydraulisk gradient settes lik 0 det vil si ingen naturlig grunnvannsstrømning.

Radiusen på sylinderen hvor grunnvannet bruker mindre enn 60 døgn inn til brønnen blir dermed:

$$R^2 = Q / (H \times \pi \times P) = 7776 \text{ m}^3 / (10 \text{ m} \times 3,14 \times 0,10) = 2475 \text{ m}^2, \text{ dvs. } R = 49,7 \text{ m}$$

Ved bestemmelse av sone 1, bør man i tillegg ta hensyn til tykkelsen på umettet sone og praktiske forhold. Den umettede sonen er 1-2 m i brønnområdet, 2-3 m i området nord og vest for brønnen, ut mot elva og 4-7 m på elvesletta sør og øst for brønnen.

Analysene av grunnvannet under prøvepumping ga ingen indikasjoner på inntrekking av ionefattig elvevann. Dette ville sannsynligvis medført lavere elektrisk ledningsevne og lavere innhold av for eksempel silisium, kalium og kalsium. Dette indikerer også at oppholdstiden til infiltrert elvevann er lang.

Ut fra disse vurderingene, samt resultatet av modelleringen er det i kartbilag 2 gitt forslag på utbredelsen av sone 1.

Utbredelsen av sone 2, resten av infiltrasjonsområdet, bestemmes ut fra grunnvannets antatte strømningsmønster som i dette tilfellet er vurdert ut fra modellering, løsmasseforhold og topografi. I tillegg er det tatt hensyn til eiendomsgrenser, veier og andre naturlige skillelinjer (se kartbilag 2).

Sone 3, det ytre verneområdet, omfatter hele elvesletta mellom Melan og Øvermo, elveløpet mellom Skogøya og Skogan, samt deler av nedbørsfeltet til bekker som renner ned på elvesletta mellom Melan og Øvermo (se kartbilag 3).

8. FORSLAG TIL TILTAK OG RESTRIKSJONER I BRØNNOMRÅDET

Sone 0

Brønnområdet må inngjerdes. Det foreslås at inngjerdingen omfatter eksisterende brønn med pumpehus, samt et område for plassering av en ny brønn. I tillegg er det meget viktig at utbyggingen av brønnen skjer på en slik måte at man hindre overflatevann å trenge ned i brønnen. Ved bruk av dagens brønn og tørroppstilt sugepumpe er dette ikke noe problem i og med at denne løsningen krever tett forbindelse mellom brønnrør og pumpe. Det viktigste tiltaket er god tetting langs brønnrøret. I og med at brønnområdet ligger på myr kan det oppstå problemer med setninger rundt brønnen ved anlegging av brønnhus og adkomstvei. Det er derfor en fordel å legge en tett duk på myra og legge et lag sand- og grusmasser til adkomstvei og for fundamentering av pumpehus. Det bør da være en fleksibel overgang mellom brønn og pumpe.

Sone 1

Eneste forurensende aktivitet i dag er gjødsling av dyrket mark. Innenfor sonen anbefales det et forbud mot bruk av sprøytemidler og naturgjødsel, og en begrensning i bruken av kunstgjødsel (det bør ikke gjødsles med mer enn det som tas opp i planteveksten). I tillegg må det ikke tillates igangsetting av annen forurensende aktivitet som for eksempel boligbygging, veibygging, utslipp av kloakk i grunnen, lagring av oljeprodukter og uttak av løsmasser.

Sone 2

Innenfor sone 2 er det i tillegg til dyrket mark, noe bebyggelse og en fylkesvei. I forhold til dagens arealbruk anbefales det et forbud mot bruk av sprøytemidler. I tillegg bør det i denne sonen ikke tillates utslipp av kloakk eller igangsetting av aktivitet som medfører fare for større forurensninger.

Sone 3

Ingen restriksjoner unntatt aktivitet som kan medføre stor fare for forurensning av grunn og grunnvann, f.eks. søppelplasser, større oljelager og lignende.

Vi gjør for ordens skyld oppmerksom på at en endelig godkjenning av vannverket inklusiv soneinndeling med arealrestriksjoner rundt grunnvannsbrønnen, må foretas av helserådet i kommunen.

9. FORSLAG TIL DIMENSJONERING AV NY BRØNN

Vannverket planlegger i første omgang å benytte eksisterende brønn til vannforsyning. For å oppnå en sikrere vannforsyning bør vannverket sette ned ytterligere en brønn. Det anbefales da å bore ned en rørbrønn med en såpass stor dimensjon at man kan benytte dykkpumpe, da dette blir regnet for å være en mer driftssikker løsning for grunnvannsuttag enn en tørroppstilt sugepumpe. Figur 1 viser et forslag til brønndimensjonering. Brønnen kan plasseres 5-10 m sør for eksisterende brønn.

Også rundt denne brønnen er det meget viktig å unngå nedsiving av overflatevann langs brønnrøret eller direkte ned i brønnen. Det må derfor settes på en tett brønnhatt og fylles med tette masser, for eksempel bentonitt, rundt brønnrøret i overgangen mellom myra og de underliggende sand og grusmassene.

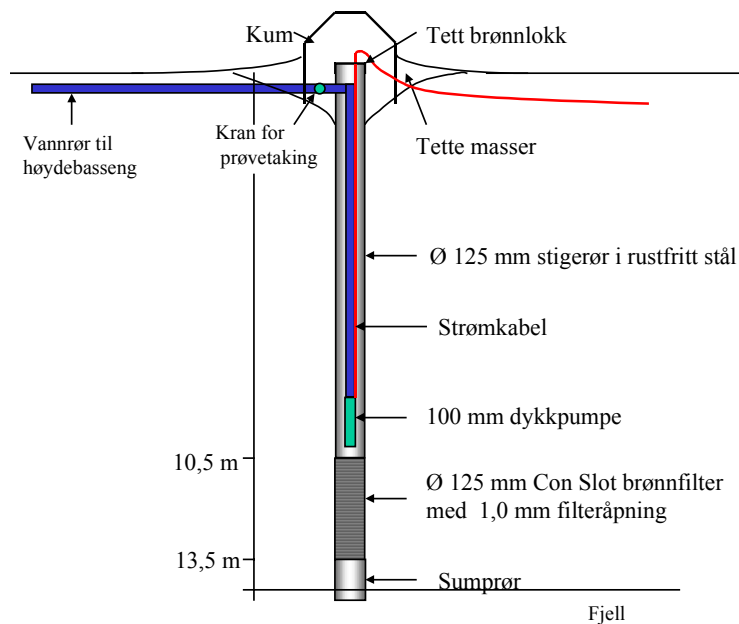


Fig. 1 Dimensjonering av ny brønn for Flora vannverk

10. REFERANSER

Hilmo, B. O. og Mauring, E. 1995: *Oppfølgende grunnvannsundersøkelser i Selbu kommune*. NGU Rapport 95.088.

Eckholdt, E. og Snilsberg, P. 1992: *Grunnvann – Beskyttelse av drikkevannskilder*, GiN veileder nr. 7 , Norges geologiske undersøkelse, Miljøverndepartementet.

GRUNNVANNSUNDERSØKELSER I LØSMASSER
STED: Flora

UTFØRT DATO: 29.09.1994

BORPUNKT NR: 10

BORUTSTYR: Borros borerigg

SONDERBORING: x

UNDERSØKELSEBRØNN: x

UTM-KOORDINATER:
KARTBLAD (M711):
SONE: 32

Ø-V: 0615700 **N-S:** 6999800

OVERFLATENS HØYDE OVER HAVET I BORPUNKTET: 215

BRØNN-/FILTERTYPE: 32 mm rør med 1 m filter og 2-4 mm slisseåpning

GRUNNVANNSTAND U/MARKOVERFLATEN: 1,5 m

MERKNAD: 10 m rør står igjen som peilebrønn

Dyp [m]	Materialtype	Borsynk [min/m]	Slag	Vann- trykk [kg]	Boreslam	Temp. [°C]	P.tid før prøve taking [min]	Vann- føring [l/s]	Merknad
1,5	Myr	0,15	-	0	Borte				
	Myr	0,10	-	0	-				
3,5	Myr	0,10	-	0	-				
	Sand og grus	0,50	DS	1	-				
5,5	Sand og grus	0,40	DS	1-3	-		15	3,3	Fe = 1,1 mg/l, VP + MP
	Sand og grus	0,37	-	0	-				
7,5	Sand og grus	0,48	DS	1	-	5,5	15	4,2	O ₂ = 4,2 mg/l, VP + MP
	Sand og grus	0,44	-	0	-				
9,5	Sand og grus	0,55	-	0	-			4,2	
	Sand og grus	0,54	DS	0	-				
11,5	Sand og grus	0,47	S	0	-	5,7	15	4,2	O ₂ = 5,5 mg/l, VP + MP
	Sand og grus	1,04	S	1	-				
13,5	Sand og grus	0,42	S	1	-	5,9	15	3,3	O ₂ = 5,8 mg/l
	Fjell på 14,0 m	4,30	S	1-5	-				
15,5									
17,5									
19,5									
21,5									
23,5									
25,5									
27,5									
29,5									

S: Slag

DS: Delvis slag

B: Brunt

G: Grått

S: Svart

R: Rødt

MP: Materialprøve

VP: Vannprøve

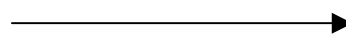
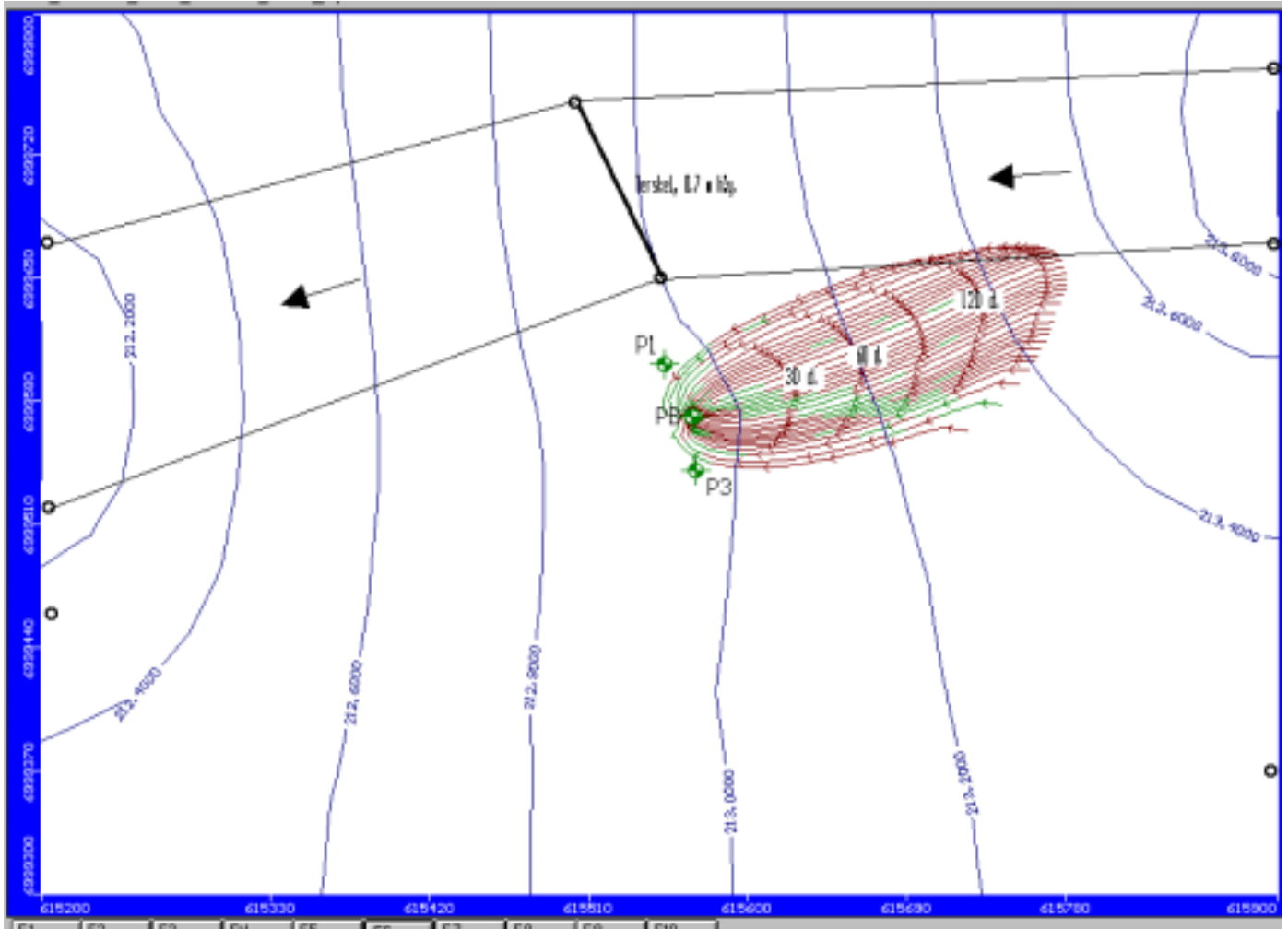
L:

 Ledningsevne [μ S/cm]

Grunnvannsnivå i observasjonsbrønner og elvevannstand under prøvepumping i Flora

Dato	Tid (min)	Kapasitet	P1	P2	P3	Elv
21.10.1994	0,0	5,00	212,52	212,67	213,83	213,27
21.10.1994	0,5	5,00	212,46			213,27
21.10.1994	1,0	5,00	212,43			213,27
21.10.1994	2,0	5,00	212,41			
21.10.1994	4,0	5,00	212,39	212,66		213,27
21.10.1994	6,0	5,00			213,79	
21.10.1994	8,0	5,00	212,37	212,65		213,27
21.10.1994	15,0	5,00	212,36	212,64		
21.10.1994	19,0	5,00			213,78	
21.10.1994	30,0	5,00	212,36	212,63	213,78	213,27
21.10.1994	60,0	5,00	212,35	212,60	213,77	
24.10.1994		0,00	212,53	212,68	213,88	213,28
01.11.1994	60,0	6,50	212,27	212,57	213,69	
07.11.1994	8640,0	6,00	211,83	211,92	213,40	213,20
11.11.1994	14400,0	6,00	211,80	211,90	213,40	213,19
15.11.1994	20160,0	6,00	211,76	211,86	213,33	213,18
22.11.1994	30240,0	6,00	211,72	211,82	213,32	213,18
05.12.1994	34560,0	6,00	211,78	211,88	213,42	213,18
19.12.1994	54720,0	6,00	211,72	211,82	213,34	213,18
02.01.1995	74880,0	6,00	211,69	211,77	213,32	213,18
09.01.1995	84960,0	6,00	211,70	211,77	213,31	213,18
16.01.1995	95040,0	6,00	211,69	211,79	213,26	213,18
24.01.1995	106560,0	6,00	211,71	211,81	213,29	213,18
30.01.1995	115200,0	6,00	211,72	211,78	213,31	213,18
06.02.1995	125280,0	6,00	211,75	211,79	213,34	213,18
14.02.1995	136800,0	6,00	211,76	211,83	213,35	213,18
20.02.1995	145440,0	6,00	211,71	211,92	213,34	213,18
06.03.1995	165600,0	6,00	211,70	211,81	213,33	213,18
20.03.1995	185760,0	6,00	211,76	211,84	213,34	213,18
03.04.1995	205920,0	6,00	211,83	211,92	213,43	213,20
18.04.1995	227520,0	6,00	211,92	212,02	213,45	213,21
03.05.1995	247680,0	6,00	212,01	212,14	213,55	213,27
23.05.1995	276480,0	6,00	212,20	212,31	213,67	213,21

Detaljkart som viser resultatet av den hydrauliske modelleringen



Meter

Modell 2: Terskel i elva. $k = 5 \cdot 10^{-4}$ m/s, $n = 10\%$, $Q = 1.5$ l/s.

Forklaring

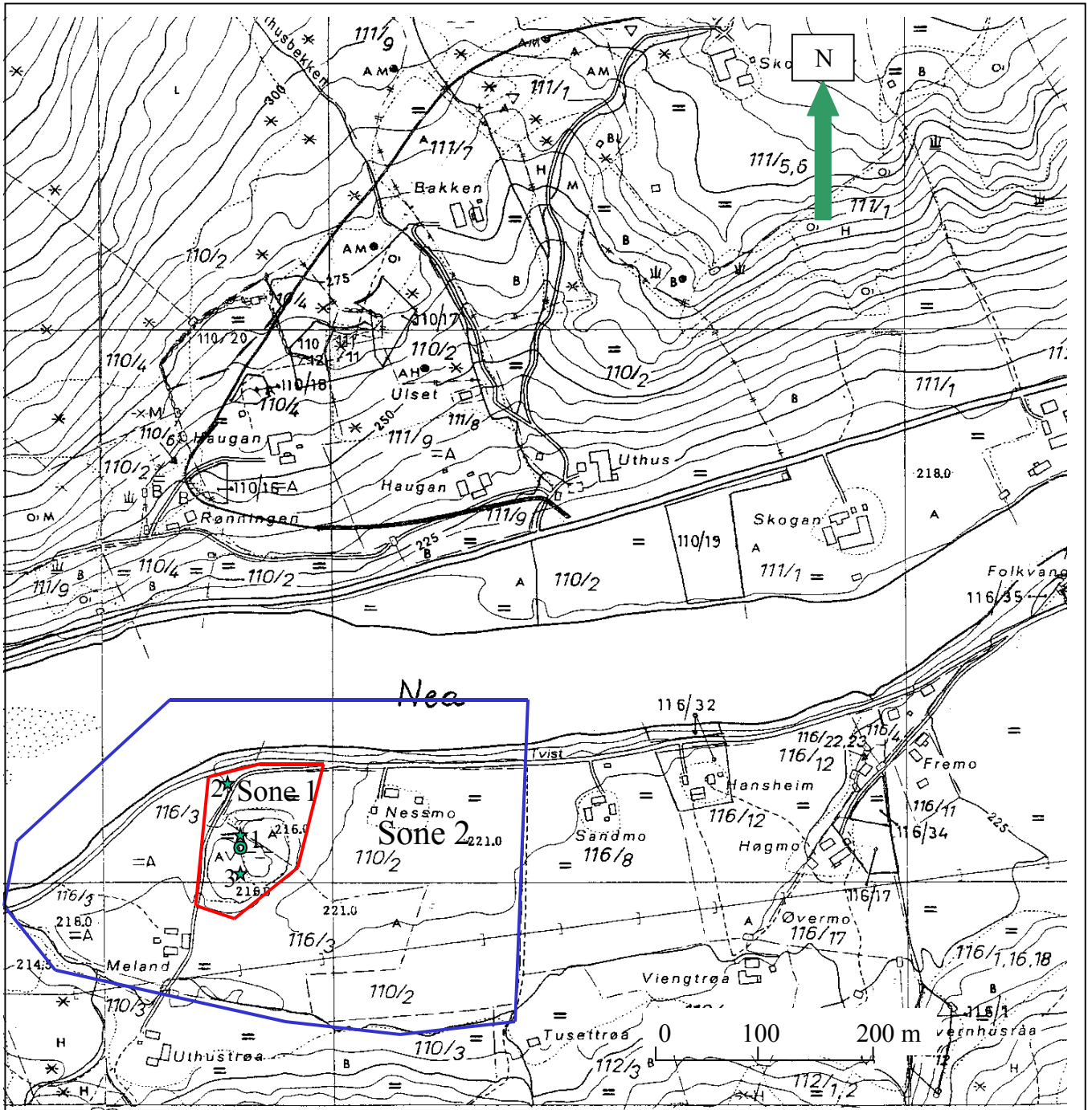
P1, P3 Peilebrønner (P2 ligger like ved pumpebrønnen)

PB Pumpebrønn

Pilene angir grunnvannets strømningsretning under pumping

Linjene merket 30d, 60d og 120d angir grensene for hhv. 30, 60 og 120 dagers oppholdstid på grunnvannet under pumping.

Klausuleringssone 1 og 2, samt plasseringen av undersøkelsesbrønner og forslag til plassering av produksjonsbrønn i Flora



Tegnforklaring

- Avgrensning av sone 1
- Avgrensning av sone 2
- ★ Observasjonsbrønn
- ⊙ Forslag på plassering av produksjonsbrønn

Avgrensningen av sone 3 rundt grunnvannsbrønn i Flora

