


NGU Rapport 2000.0008

Græsli og Hilmo vannverk, Tydal kommune -
Prosjektering, bygging og drift

Rapport nr.: 2000.0008		ISSN 0800-3416	Gradering: Åpen
Tittel: Græsli og Hilmo vannverk, Tydal kommune - Prosjektering, bygging og drift			
Forfatter: Bernt Olav Hilmo		Oppdragsgiver: NGU og Tydal kommune	
Fylke: Sør-Trøndelag		Kommune: Tydal	
Kartblad (M=1:250.000) Trondheim		Kartbladnr. og -navn (M=1:50.000) 1721 III Tydal	
Forekomstens navn og koordinater: Hammervollen, Græsli		Sidetall: 26 Kartbilag:	Pris: 55
Feltarbeid utført: 1995-1999	Rapportdato: 29.02.2000	Prosjektnr.: 274700	Ansvarlig: 
<p>Sammendrag:</p> <p>Norges geologiske undersøkelse (NGU) har bistått med planlegging, bygging og driftsovervåking av et grunnvannsanlegg ved Hammervollen sør for Græsli i Tydal kommune. Grunnvannsanlegget er basert på oppsamling av grunnvann fra en kildehorisont beliggende i foten av en morenerygg. Prosjekteringen av anlegget er gjort på grunnlag av tidligere undersøkelser av kildehorisonten med hydrogeologisk kartlegging og overvåking av kapasitet og vannkvalitet over en periode på ca 8 mnd.</p> <p>Anlegget består av to hhv. 30 og 45 m lange og 1-2 m dype drengrøfter for oppsamling av grunnvann. For å få et vann som tilfredsstiller kravene i Drikkevannsforskriften ble det lagt et lag knust kalkstein i drengrøftene. Noe av hensikten med dette prosjektet har vært å finne ut hvilke effekt dette har på vannkvaliteten og da spesielt pH og alkalitet.</p> <p>Siden anlegget ble bygd i august 1998 og fram til utgangen av 1999 har kapasiteten variert mellom 2 og 20 l/s og den har hele tiden vært høyere enn vannforbruket. I starten ble det tatt prøver hver uke, men etter ca 2 mnd drift er prøvetakingen skjedd hver måned. Vannkvaliteten har i hele perioden vært brukbar. Det er ikke påvist koliforme eller termotolerante koliforme bakterier i vann tatt ved anlegget. Fargetallet som har variert mellom 5 og 22 er eneste parameter som ikke har tilfredsstilt kravene i Drikkevannsforskriften. Bruken av knust kalkstein i drengrøfta har hatt en klar positiv virkning på pH, alkalitet og kalsiuminnhold. Effekten var størst i begynnelsen, men også etter ett års drift er effekten betydelig.</p> <p>Anlegget har dermed svart til forventningene og lignende type anlegg kan anbefales til andre vannverk basert på surt kildevann med lav alkalitet.</p>			
Emneord: Hydrogeologi	Grunnvannsforsyning	Grunnvannskilde	
Grunnvannskvalitet	Bakteriologisk analyse	Kjemisk analyse	
Grunnvannsbrønn	Prøvetaking	Fagrapport	

INNHold

1.	INNLEDNING.....	4
1.1	Formål.....	4
1.2	Bakgrunn og nytteverdi.....	4
1.3	Tidligere erfaringer med bruk av kalksteinsfilter.....	4
2.	HYDROLOGISKE UNDERSØKELSER.....	5
2.1	Områdebeskrivelse.....	5
2.2	Overvåkning av kildehorisont.....	6
2.2.1	Kapasitetsmålinger.....	6
2.2.2	Vannkvalitet.....	7
2.2.3	Uttesting av kalkfilter.....	7
3.	PROSJEKTERING OG BYGGING AV ANLEGG.....	9
4.	DRIFTSERFARINGER.....	11
4.1	Kapasitet.....	11
4.2	Vannkvalitet.....	13
5.	FORURENSNINGSTRUSLER OG KLAUSULERING.....	16
6.	FORSLAG PÅ FORBEDRINGER AV ANLEGGET.....	16
6.1	Forslag på tiltak for økning av kapasiteten.....	16
6.2	Forslag på tiltak for forbedringer av vannkvaliteten.....	17
6.3	Prioritering av tiltak.....	19
7.	OPPSUMMERING.....	19
8.	REFERANSER.....	20

KARTBILAG

1. Kart i M 1 : 5000 som viser plasseringen av grunnvannsanlegget.
2. Skisse som viser utbygd anlegg, forslag på ny oppsamlingsgrøft, dødisgroper og plasseringen av foreslått sperredam.

DATABILAG

1. Kapasiteter på grunnvannsanlegg sammenlignet med nedbørsmengder.
2. Vannanalyser av kildehorisont, Græsli og Hilmo vannverk, før og etter bygging.
3. Bakteriologiske analyser av Græsli og Hilmo vannverk.

1. INNLEDNING

1.1 Formål

Formålet med dette prosjektet er å foreta en uttesting av knust kalkstein rundt vanninntak for å heve pH og alkalitet og vurdere hvordan kalkfilteret påvirker andre fysikalsk-kjemiske parametere (fargetall, turbiditet, jern, mangan etc). Uttestingen vil foregå ved prosjektering, bygging og driftsoppfølging av et grunnvannsanlegg i Tydal (kartbilag 1). Andre formål med prosjektet er å vurdere hvordan anlegget fungerer med hensyn på bakteriologisk kvalitet og kapasitetsvariasjoner som funksjon av nedbør/snøsmelting.

Driftserfaringene vil danne grunnlag for å kunne vurdere om en slik naturlig vannbehandling kan benyttes ved andre grunnvannsanlegg og eventuelt hvilke typer anlegg er mest aktuell for en slik løsning.

1.2 Bakgrunn og nytteverdi

Flere tusen mindre vannverk har i dag ikke tilfredsstillende vannforsyning (Langeland, 1995). I mange vannverk er lav pH og alkalitet og høyt fargetall et vanlig problem. Dette er mest vanlig i anlegg basert på overflatevann, men også mange grunnvannsanlegg, særlig med uttak av grunnvann fra løsmasser, har for dårlig vannkvalitet grunnet lav pH og alkalitet. Lav pH og alkalitet gir aggressivt vann som virker tærende på ledningsnett og VA-installasjoner. For større anlegg løses dette problemet ved en alkalisering av vannet i et rensetrinn med strømming gjennom et alkalisk filter av f.eks kalkstein. For små anlegg kan en slik konvensjonelle rensemetode bli en uforholdsmessig dyr løsning. Det er derfor naturlig å tenke seg at alkaliseringen kan foregå direkte i forbindelse med vanninntaket. Bruk av knust kalkstein rundt brønnen/vanninntaket vil være en meget rimelig metode som vil kreve små driftsutgifter (krever ikke strøm) sammenlignet med konvensjonelle rensemetoder.

1.3 Tidligere erfaringer med bruk av kalksteinsfilter

Bruk av kalkholdige filtermasser rundt grunnvannsbrønner for avsyring er lite brukt her til lands. I Sverige er det både gjort forsøk med kalksteinsfilter rundt selve vanninntaket, i infiltrasjonsbasseng og med spredning av knust kalkstein direkte på bakken i brønnens nære nedbørsfelt. Kalksteinsfilter er brukt både rundt rørbrønner og gravde brønner. Det er dokumentert best og hurtigst virkning av kalken når den tilsettes ved selve vanninntaket, mens bruk av kalksteinsfilter i infiltrasjonsbasseng og kalking i nedbørsfelt har en senere og ofte mindre effekt. Kalksteinsfilter har størst effekt på pH, alkalitet, men det er også påvist reduksjon i innhold av jern og aluminium. Redusert manganinnhold krever en pH-verdi opp mot 9 og dette oppnås ikke ved bruk av vanlig kalksteinsfilter (Horkeby, 1992).

2. HYDROLOGISKE UNDERSØKELSER

2.1 Områdebeskrivelse

NGU foretok i 1995 og 1996 en vurdering av mulighetene for vannforsyning fra en kildehorisont i Græsli, Tydal kommune (NGU Rapport 96.032). Området ble valgt ut på grunn av sin gunstige beliggenhet i forhold til eksisterende ledningsnett til Græsli og Hilmo og tidligere observasjoner av kilder/oppkommer (kartbilag 1 og 2).

Løsmassene i området består av breelv- og grove moreneavsetninger i de lavereliggende områdene ved Storhynna like sør for Hammervollen. I området lenger opp mot Hyllingvollen er det avsatt 6-7 israndavsetninger (morenerygger) i forskjellig nivå oppover dalsida. Mellom randavsetningene finnes det smeltevannsløp (spylerenner), og det er i tillegg registrert mange dødisgroper i området. Israndavsetningene er avsatt mellom isen, som dekket hele hoveddalføret, og dalsida. Etter hvert som isen smeltet ned ble det dannet flere morenerygger nedover dalsida. Israndavsetningene består av grovkornige, relativt dårlig sorterte masser av sand, grus og stein.

I foten av de mange moreneryggene er det registrert kildeframsprung. Det meste av grunnvannet fra de høyereliggende kildene infiltreres i dødisgroper og spylerenner mellom moreneryggene. Fig. 1 viser en prinsippskisse av grunnvannets strømningsmønster i nedbørsfeltet.

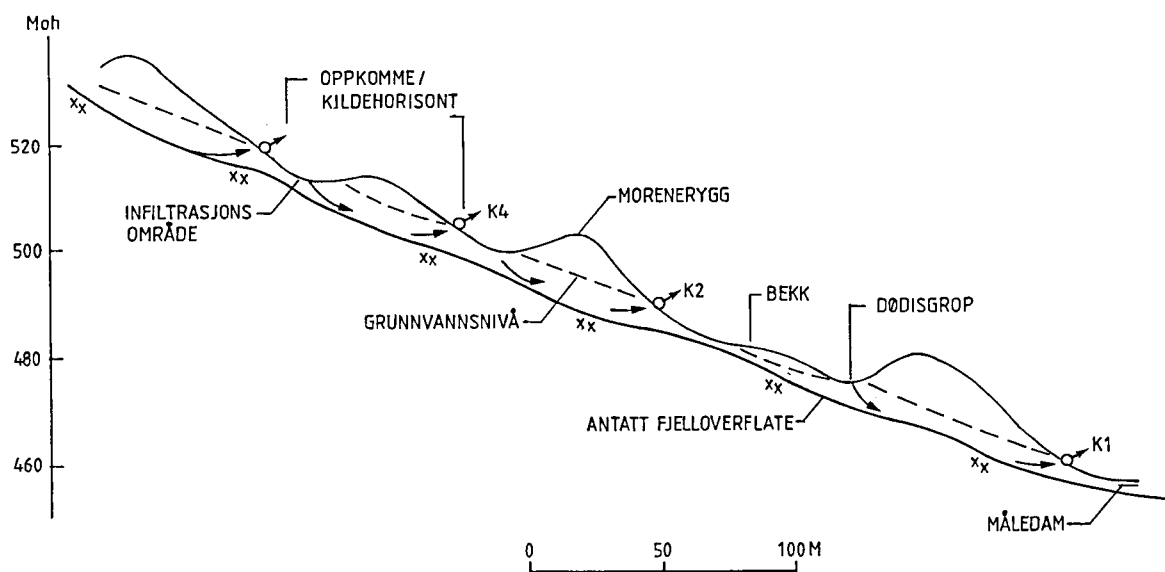


Fig 1 Prinsippskisse av grunnvannets strømningsmønster gjennom moreneryggene sør for Hammervollen, Græsli.

Grunnvannet i kildene er relativt ionefattig og har en litt lav alkalitet og pH-verdi (6,3-6,8) i forhold til kravene i Drikkevannsforskriften. For en mer detaljert beskrivelse av området og av observerte kilder henvises det til Hilmo og Lauritsen (1996) og Abildsnes (1997).

2.2 Overvåkning av kildehorisont

På grunnlag av kapasitet og beliggenhet i forhold til eksisterende ledningsnett var den nederste kildehorisonten mest aktuell for utbygging. Det ble derfor gjort oppfølgende undersøkelser i form av prøvetaking og kapasitetsmålinger i perioden juli 1995 til august 1996.

2.2.1 Kapasitetsmålinger

Kapasiteten i overvåkningsperioden varierte fra 0,5 til 10 l/s. Den var lavest på sen vinteren 96 og i en tørr periode i august 96. Det ble dokumentert en klar sammenheng mellom nedbørsmengder/snøsmelting og kapasitet. Det er dermed klart at kapasiteten i perioder ligger under det oppgitte vanbehovet på 2,0 l/s

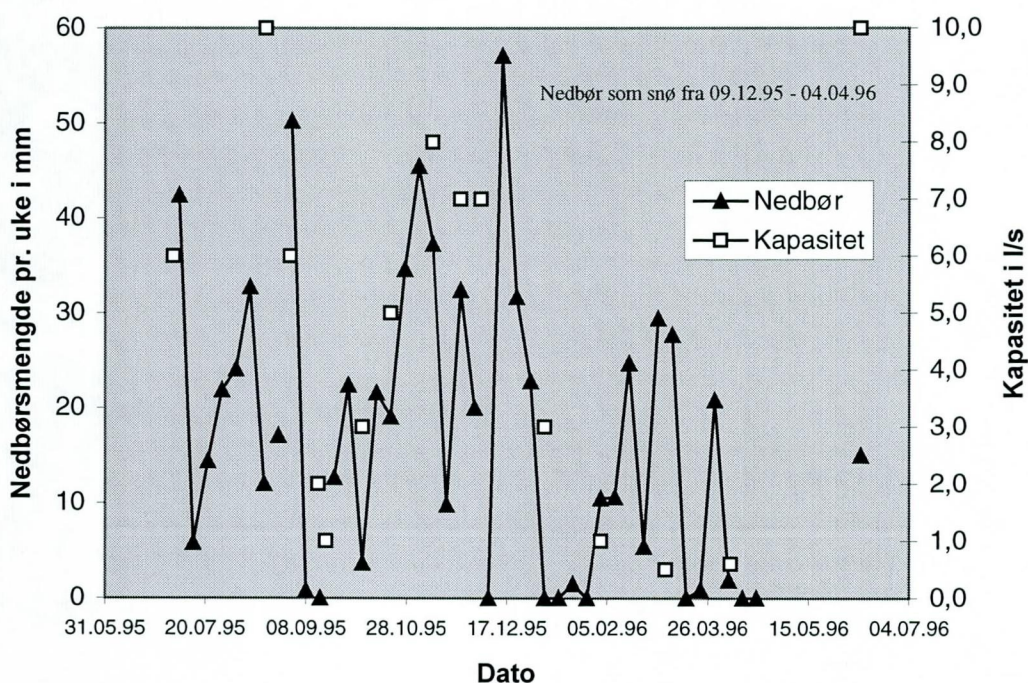


Fig. 2 Kapasitet på kildehorisont ved Hammervollen sammenlignet med nedbørsmengder målt ved Nea kraftstasjon.

Ved graving av prøvegroper ble det registrert betydelige vanninnslag i de grove lagene ned mot 1,5 m dyp. Det er derfor sannsynlig at en 1,5 m dyp inntaksgrøft vil fange opp mer grunnvann, særlig i tørkeperioder, enn det som kommer fram i kildeutslagene, men hvor stor den eventuelle økningen i kapasitet vil bli er vanskelig å vurdere før inntaksgrøfta er bygd.

2.2.2 Vannkvalitet

Den fysikalsk-kjemiske vannkvaliteten under overvåkingen av kildehorisonten fra juli 1995 til august 1996 var god bortsett fra følgende forhold:

- Noe lav pH (6,4-7,0 mot anbefalt verdi på 7,5-8,5)
- Noe lav alkalitet (0,18-0,24 mmol/l mot anbefalt verdi på 0,6-1,0 mmol/l).
- Det ble påvist koliforme bakterier i en av fem vannprøver

Alle andre parametere tilfredsstilte kravene i Drikkevannforskriften.

Et permanent uttak fra oppsamlingsgrøfter med innlagt kalkfilter og som sikres mot overflateforurensninger vil trolig gi en vannkvalitet som tilfredsstiller alle krav til drikkevann.

2.2.3 Uttesting av kalkfilter

Vannbehandlingen er tenkt gjennomført ved at vannet renner gjennom en grøft med et innbygd kalkfilter. Effekten av kalkfilteret vil være avhengig av følgende faktorer:

- 1) Vannets kjemiske sammensetning, særlig pH, CO₂-innhold, Ca-innhold og totalt ioneinnhold.
- 2) Filtermediets kjemiske sammensetning og løselighet.
- 3) Vannets oppholdstid i grøfta som igjen er avhengig av grøftelengde, helning på grøfta, tykkelsen av kalksteinslaget i grøfta og kalksteinens korngradering.

For å kunne dimensjonere et kalkfilter med hensyn på type og korngradering, ble det gjort et pilotforsøk med uttesting av tre typer filtermaterialer.

A: Knust kalkstein 0,5-2,5 mm fra Hylla kalkverk, Tromsdalen kalkbrudd i Levanger

B: Knust kalkstein 2-8 mm fra Hylla kalkverk, Tromsdalen kalkbrudd i Levanger

C: Skjellsand 0,5-4 mm, kjøpt fra Felleskjøpet

5 g av hvert filtermateriale ble suspendert i 800 ml vann fra bekk fra aktuelle kildehorisont. Det ble tatt ut prøver for analyse etter 10 min., 2 timer og 22 timer. I de to første timene ble filtermaterialet holdt i suspensjon ved hjelp av magnetrører. Det ble også brukt magnetrører de to siste timene før prøvetaking etter 22 timer.

Alle vannprøvene ble analysert på pH-verdi, alkalitet og ledningsevne. Kalsium (Ca), magnesium (Mg), Natrium (Na), Klorid (Cl) og sulfat (SO₄) ble analysert etter 10 min. og 22 timer, mens fargetallet kun ble analysert i vannprøvene tatt etter 22 timer. Resultatene av vannanalysene er gitt i tabell 1.

Tabellen viser at skjellsand har størst langtidseffekt (etter 2 og 22 timer) på pH, alkalitet og særlig ledningsevne. I prøvene tatt etter 10 min. gir knust kalkstein større pH og alkalitet enn skjellsandsprøven. Den høye ledningsevnen i vannprøvene som ble behandlet med skjellsand skyldes trolig at skjellsanden var tatt på havbunnen og dermed kan ha rester etter havsalter på overflaten. Dette bekreftes av ioneanalysene som viser at prøven med skjellsand har fått et tilskudd av natrium, magnesium, klorid og sulfat som er de vanligste ionene i havvann.

Tabell 1 *Effekt av forskjellige kalktyper på vannets kjemiske sammensetning*

	Tid	Uten filtermateriale	A: 0,5-2,5 mm knust kalkstein	B: 2-8 mm knust kalkstein	C: 0,5-4 mm skjellsand
Ledningsevne (i mS/m)	10 min 120 min 22 timer	2,76	5,36 5,86 7,23	5,22 / 3,06 * 5,84 6,55	7,55 18,0 19,5
pH	10 min 120 min 22 timer	6,66	8,53 8,82 8,80	8,40 / 7,01 * 8,73 8,53	7,31 9,41 9,22
Alkalitet (i mmol/l)	10 min 120 min 22 timer	0,13	0,47 0,53 0,91	0,42 / 0,20 * 0,52 0,59	0,29 0,99 1,03
Fargetall	22 timer	32,0	19,4	21,0	15,4
Magnesium (i mg/l)	10 min. 22 timer	0,5	0,55 0,60	0,55 0,60	1,1 4,2
Kalsium (i mg/l)	10 min. 22 timer	3,1	8,0 12,3	8,1 10,3	7,1 13,8
Natrium i mg/l	10 min. 22 timer		1,6 1,6	1,6 1,6	9,3 18,3
Klorid i mg/l	10 min. 22 timer		3,0 3,1	3,0 3,1	18,9 28,7
Sulfat i mg/l	10 min. 22 timer		2,5 2,4	2,3 2,4	6,5 25,8

* Kalksteinen ble vasket før tilsetning

Mye av effekten på pH, alkalitet og kalsiuminnhold skyldes oppløsning av et tynt belegg av kalksteinsmel på partikkeloverflatene. Dette finknuste materialet vil på grunn av sitt relativt store overflateareal oppløses hurtigere i grunnvannet enn vasket kalkstein.

Etter en nøye vasking av prøve B ble ledningsevne, pH og alkalitet målt etter 10 min. i suspensjon (verdier merket * i tabellen). Selv om det er relativt stor forskjell i ledningsevne, pH og alkalitet mellom vasket og uvasket prøve, har kalksteinen tydelig effekt på alle parametrene. Det er dermed grunn til å tro at effekten av kalkstein som filtermateriale vil gå ned etter en viss tids gjennomstrømning med grunnvann, men effekten vil opprettholdes på et visst nivå også etter at alt finknust belegg er oppløst/vasket bort.

Det er vanskelig å vurdere forventede effekter i et grunnvannsanlegg med kalksteinsfilter på grunnlag av disse laboratoriemålingene. I et kalksteinsfilter i en oppsamlingsgrøft vil oppholdstiden trolig bli litt kortere enn 10 min, men til gjengjeld vil vannet reagere med en mye større mengde kalkstein enn i laboratorieforsøket. Vi hadde fått et mer korrekt bilde om vi hadde latt vannet renne igjennom kolonner med knust kalkstein. Slike undersøkelser er gjort ved Chalmers tekniska högskole i Gøteborg (Horkeby, 1992). Disse undersøkelsene viste en klar effekt på pH (økning fra 6,5 til 8,5), alkalitet (økning fra 0,15 til 0,3 mmol/l) og kalsiuminnhold (økning fra 10 til 15 mg/l) etter at surt ionefattig grunnvann hadde gått igjennom et kalksteinsfilter med kornstørrelse 0,7-1,4 mm. Etter en oppholdstid på 5 min. er det nesten ingen ytterligere økning i pH-verdi. En av rapportens konklusjoner er at knust kalkstein er det beste filtermateriale for pH-heving/alkalisering av surt og ionefattig grunnvann.

På grunnlag av resultatet av eget forsøk med tilsetning av ulike filtermaterialer, samt de svenske erfaringer med kalkfilter, anbefales det å bruke kalkstein med kornstørrelse 0,5 -2,5 mm som filtermateriale.

3. PROSJEKTERING OG BYGGING AV ANLEGG

Anlegget skal forsyne Græsli og Hilmo kommunale vannverk som har tilknyttet ca. 300 pe. og har et oppgitt maks. døgnsbehov på ca. 2 l/s.

Anlegget ble prosjektert med to oppsamlingsgrøfter med doble drenerør for oppsamling av kildehorisonten. Følgende dimensjoner ble valgt på grøftene:

	Grøft 1	Grøft 2
Lengde	50 m	25 m
Fall	4 ‰	2 ‰
Dybde	1,2-1,8 m	1,0-1,6 m

Fig. 3 og 4 viser prinsippskisser av oppsamlingsgrøftene.

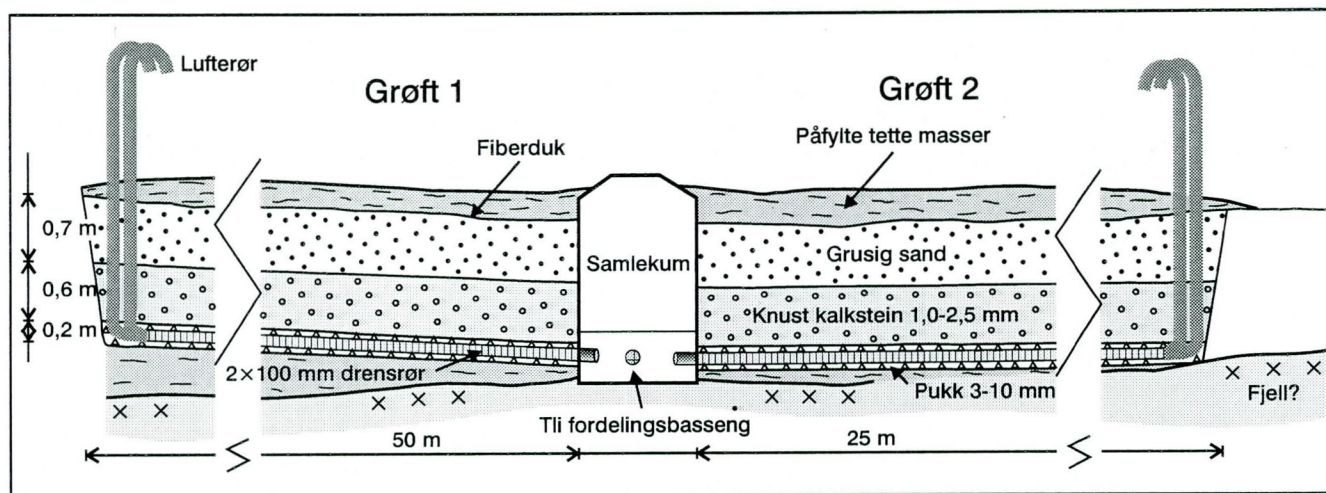


Fig. 3 *Inntaksløsning av kildehorisonten ved Hammervollen, Græsli*

Byggingen av drenergrøftene gikk stort sett etter planen. De største problemene under byggefasen var innrasing i grøftene før vi fikk lagt drenerør og fylt på med masse. Dette gjorde at grøftene måtte graves med mye slakkere skråning på oversiden noe som ga bredere grøfter og større massebehov. En annen justering i forhold til planskissen var at kalksteinslaget ble lagt med skrå overflate slik at mest mulig av vannet som renner inn i grøfta renner inn i kalksteinslaget.

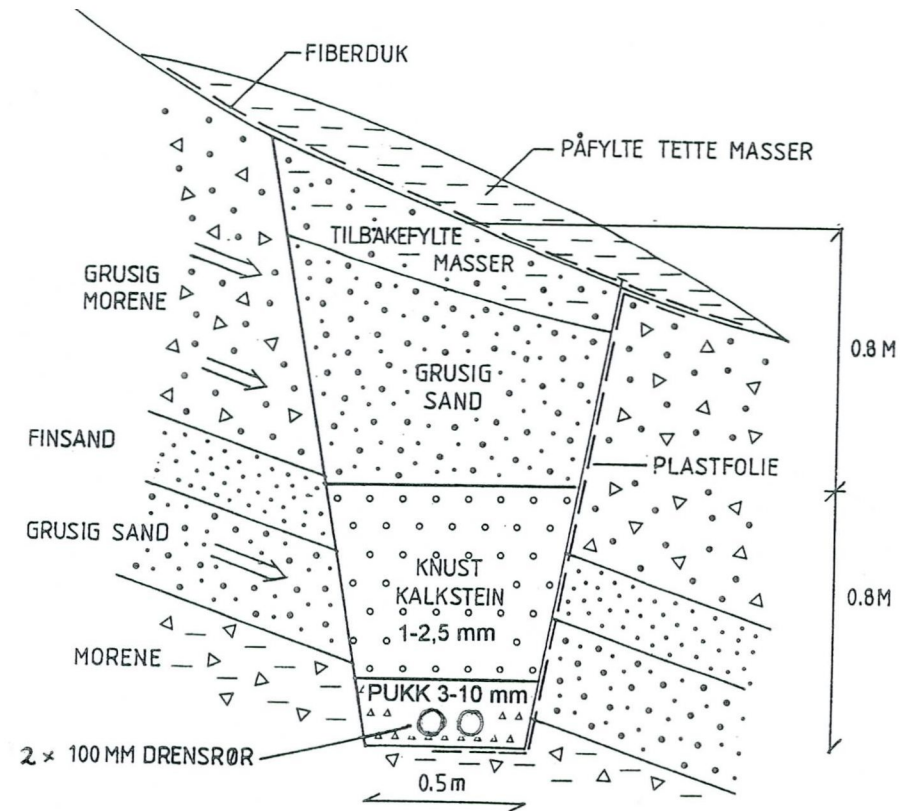


Fig. 4 Tverrsnitt av oppsamlingsgrøft.



Fig. 5 Bilde som viser oppbygging av oppsamlingsgrøft med drensrør, lufteør, plastfolie, pukklag og innfylling av knust kalkstein.

I løpet av byggeperioden kom det mye nedbør. Dette ga høyt grunnvannsnivå og økte vannmengder i kildehorisonten. Følgen av det var at det kom fram grunnvann på oversiden av grøftene noe som medførte erosjon av tetningsmassen over fiberduken. Det ble derfor nødvendig å legge et overløpsrør fra denne kilden og ut i bekken nedenfor grøftene. Bunnen av grøft 1 ble lagt på tett morene, mens bunnen i grøft 2 ble lagt delvis på fjell og delvis på tett morene. Dette er meget viktig for å hindre grunnvannsstrømning under grøftene. Det er antatt (Abildsnes, 1997) at noe grunnvann strømmer såpass dypt at det ikke kom fram i kildehorisonten. Når grøftene ble lagt på tette masser fikk vi samlet opp denne grunnvannsstrømmen noe som kan være avgjørende for kapasiteten i perioder med lav grunnvannstand.

Etter at grøftene var ferdigbygd ble det på tross av at de ligger på tette masser observert et betydelig oppkomme like nedenfor grøft 2. Etter at det ble gravd opp og fjernet løsmassene rundt oppkommet viste det seg at denne kommer fra fjellsprekker. Kildens kapasitet ble målt til ca. 1,2 l/s. Denne fjellkilden består av mer dyptgående grunnvann og vil derfor trolig ikke være så påvirket av nedbør/snøsmelting som grunnvannet ellers i kildehorisonten. Det ble derfor besluttet å ta inn denne kilden i vannledningen fra samle-kummen. Det ble støpt en liten demning og satt en betongkum over kilden. Vannet fra kummen ble ledet inn på vannledningen via et forgreningsrør.

Fra samle-kummen går vannet til et 35 m³ stort basseng hvor vannet blir luftet før det går videre til en påkobling til vannledning fra tidligere vannkilde.

Vanninntak, vannbehandling i form av alkalisering og lufting og fordeling til nettet skjer altså uten annen energi enn tyngdekraften.

4. DRIFTSERFARINGER

4.1 Kapasitet

Kapasiteten på anlegget har så langt variert fra 1,3 l/s til 22,6 l/s, mens kapasiteten i kildehorisonten ble målt til 0,5-10 l/s i en periode fra juli 95 til august 96. På tross av at den i korte perioder har ligget under det oppgitte vannbehovet er det ikke rapportert om kapasitetsproblemer. Den laveste kapasiteten ble registrert i februar i 1999. Det er tidligere vist at kapasiteten samsvarer med nedbørsforhold og snøsmelting. Dette skyldes at mye nedbør/snøsmelting gir høyere grunnvannsnivå og følgelig et større påtrykk med grunnvann i kildehorisonten. Ved langvarige tørkeperioder/kuldeperioder går kapasiteten fort ned og flater ut på 1,5-2 l/s.

Figur 6 viser hvordan kapasiteten har variert i løpet av 1999. I samme figur er det tatt med nedbørsdata for en målestasjon ved Nea kraftstasjon ca. 12 km SØ for kildehorisonten. Ved å sammenligne med tilsvarende data for kapasitet og nedbørsmengder i 1995-1996 (se fig. 1) kan man vurdere om inntaksgrøftene greier å samle opp mer grunnvann enn det som tidligere rant ut i bekken. Man må her ta i betraktning at ikke hele kildehorisonten tas inn i anlegget, slik at vannføringen i bekken er 20-25 % av tidligere vannføring. For å kunne sammenligne kapasiteten i anlegget med målt vannføring i 1995-96 må man altså legge til 20-25 % på kapasitetsmålingene i anlegget.

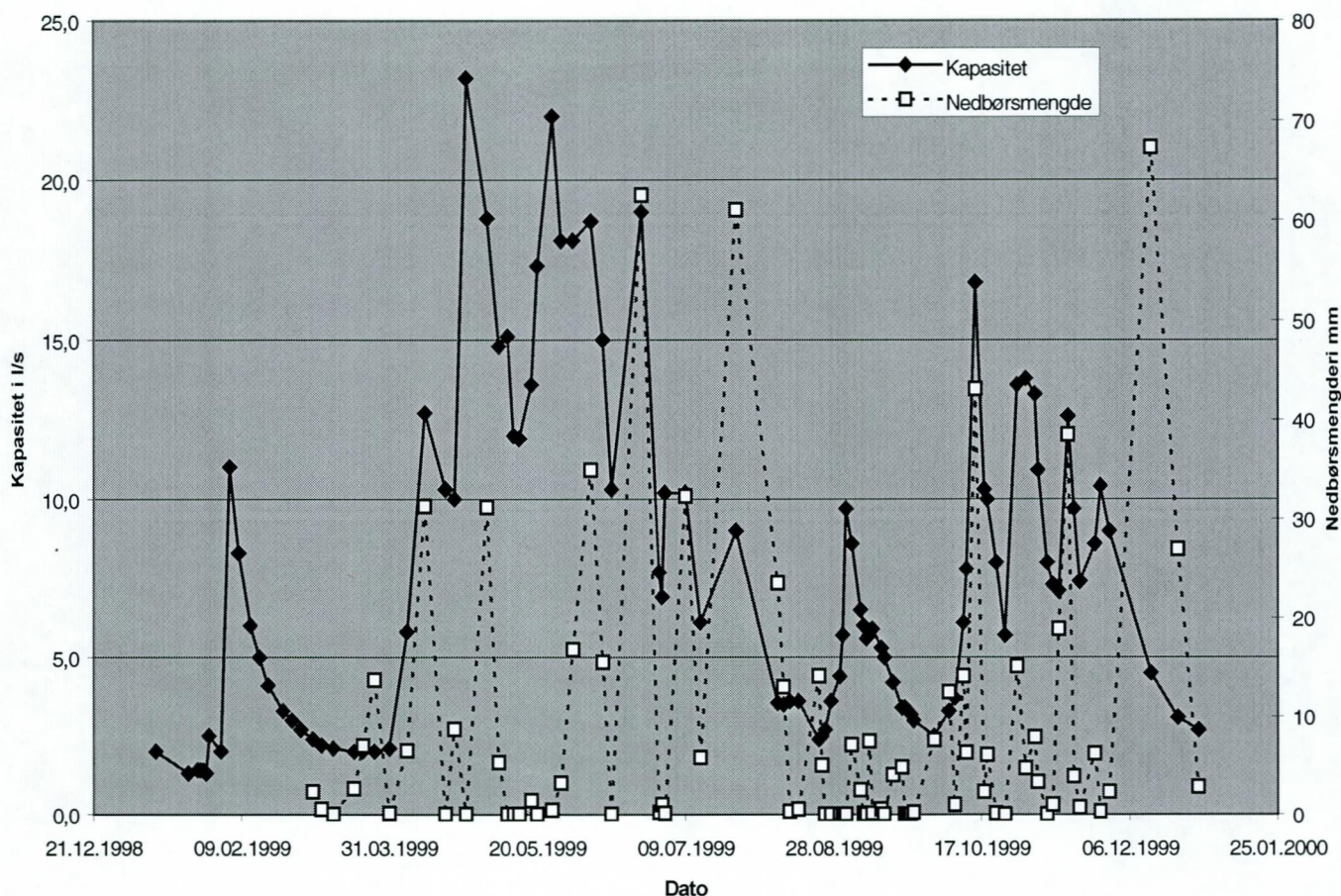


Fig. 6 Kapasitet på grunnvannsanlegg ved Hammervollen sammenlignet med nedbørsmengder målt ved Nea kraftstasjon i samme tidsrom.

Disse sammenligningene gir et mest korrekt resultat når man sammenligner perioder på samme tid av året. Det er derfor valgt ut perioden fra juli og ut november. I denne perioden er effekten av snø og snøsmelting neglisjerbar. I tabell 2 er vannmengder i hhv. bekk fra kildehorisont (1995) og fra anlegget (1999) og nedbørsmengdene for begge observasjonsperiodene summert. Ut fra disse dataene, samt størrelsen på nedbørsfeltet, kan man så beregne hvor stor andel av nedbøren som finnes igjen i grunnvannet. Størrelsen på nedbørsfeltet er satt til 0,5 km². I tillegg er det valgt ut en nedbørsfattig periode på sensommer/tidlig høst for begge målestedene. Dette er gjort på grunnlag av at det forventes størst forskjeller mellom vannføring i bekk og kapasiteter i anlegget i tørre perioder da grunnvannsnivået er lavest.

Tabell 2 Sammenligninger av vannmengder målt i henholdsvis bekk (1995) og fra ferdig anlegg (1999) med nedbørsmengder målt på en stasjon i Ås i Tydal i samme perioder.

Målested	Tidsrom	Vannmengder	Nedbørsmengder	Andel grunnvann
Bekk	Juli-nov. 1995	89424 m ³	240500 m ³	37,2 %
Fra drenggrøfter	Juli-nov. 1999	89692 m ³	189650 m ³	47,3 %
Bekk	08.09-06.10.1995	6050 m ³	19400 m ³	31,3 %
Fra drenggrøfter	25.08-24.09.1999	13392 m ³	13400 m ³	99,9 %

- Vannmengden er beregnet ut fra målte kapasiteter og tid.
- Nedbørsmengden er beregnet ut fra samlet nedbør multiplisert med nedbørfeltets størrelse.
- Andel grunnvann er beregnede vannmengder delt på beregnede nedbørsmengder.

En grunnvannsandel på 99,9 % i september 1999 skyldes at en del av produsert grunnvann i denne perioden er dannet av nedbør som er infiltrert i jorda før måleperioden (grunnvann med lengere oppholdstid) og/eller at den antatte størrelsen på nedbørsfeltet er for liten.

Tabellen viser at selv om ikke drenggrøftene samler opp hele kildehorisonten som tidligere rant ut i bekken, er det en høyere andel av nedbøren som kommer igjen i det ferdige anlegget enn det som tidligere rant ut i bekken. Dette gjelder særlig i perioder med lite nedbør/snøsmelting. I slike perioder vil 2-3 ganger så mye grunnvann samles opp i anlegget som det som tidligere rant ut i bekken. Dette viser at før anlegget ble bygd gikk en del av grunnvannsstrømmen under bekken. Dette ble også undersøkt ved graving av en prøvegropp ved bekken rett nedenfor grøft 1. Denne viste 0,5 m myr over 1,5 m grov morene. Det ble påvist tett morene på 2,0-2,2 m dyp. Det ble registrert vanngjennomgang i de grove morenemassene ned til 2 m dyp.

Selv om anleggets kapasitet har dekket vannverkets vannbehov, er det av interesse å få vurdert tiltak som kan gi en økt kapasitet i perioder med lite nedbør/snøsmelting (se kap. 6.1).

4.2 Vannkvalitet

Vannkvaliteten i kildehorisonten er tidligere beskrevet av Hilmo og Lauritsen (1996) og Abildsnes (1997). Grunnvannet er svakt surt, har lav alkalitet og har ellers et lavt innhold av løste mineraler. Noe av formålet med hele prosjektet er å vurdere hvilke effekt kalkfilteret har på grunnvannskjemien. Databilag 2 og figur 7-9 viser de viktigste parameterene for de fysikalsk-kjemiske analysene, både før og etter bygging av anlegget. Ut fra figurene er det tydelig at kalkfilteret har en klar effekt på pH-verdi, alkalitet og kalsiuminnhold. pH-verdien øker fra 6,8 til 7,7, alkaliteten fra ca. 0,2 til 0,7 mmol/l og kalsiuminnholdet fra ca. 3,5 til ca. 10 mg/l fra like før til like etter bygging. Endringene for andre analyserte parametere er ubetydelige.

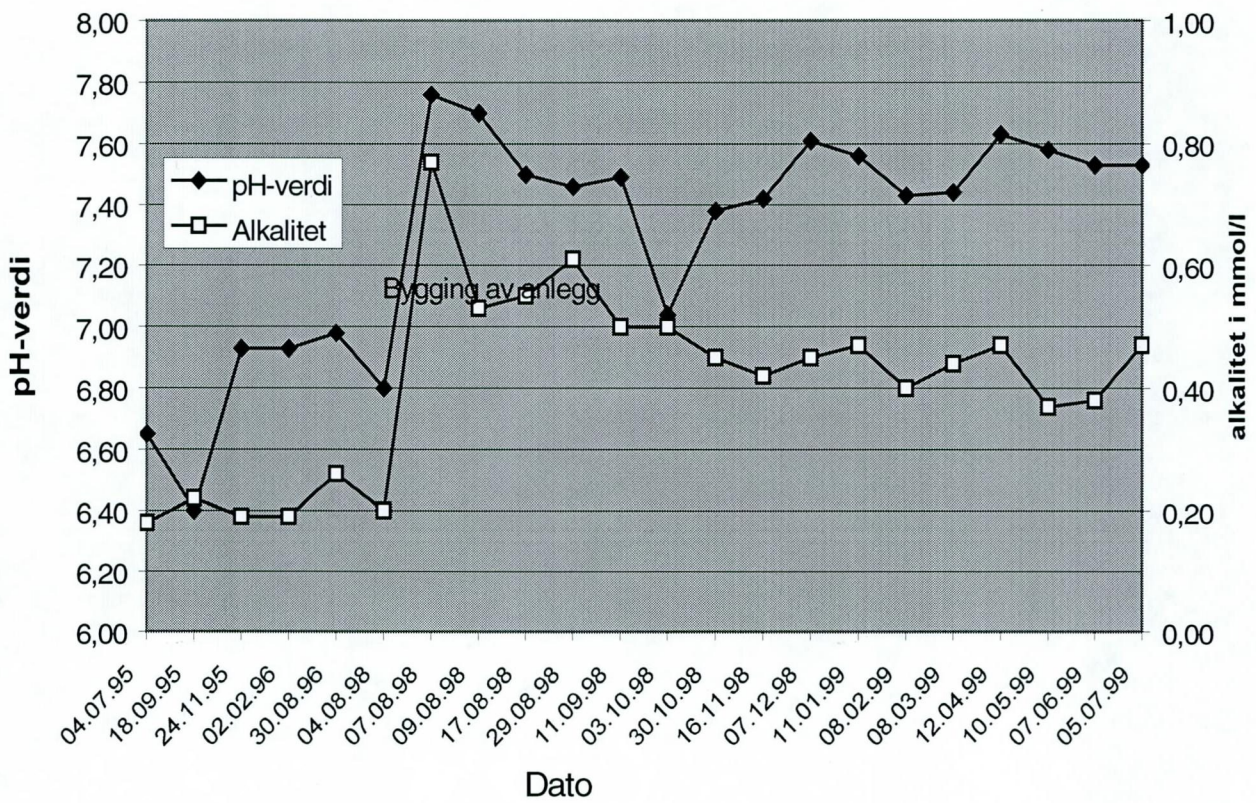


Fig. 7 pH-verdi og alkalitet før og etter bygging

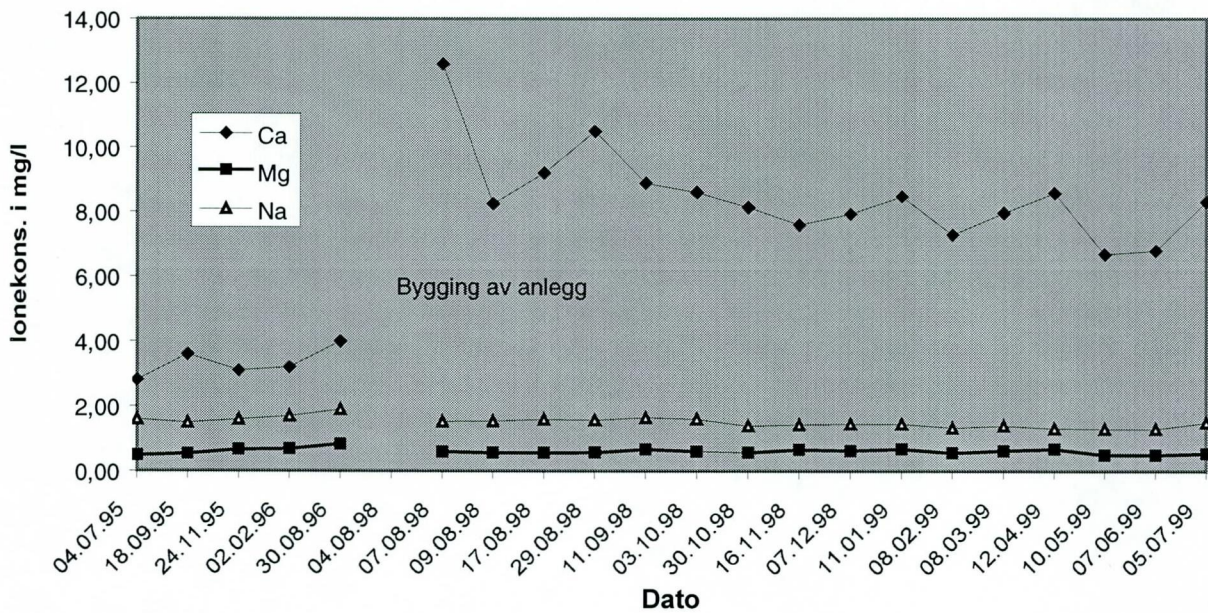


Fig. 8 Konsentrasjoner av kalsium, magnesium og natrium før og etter bygging

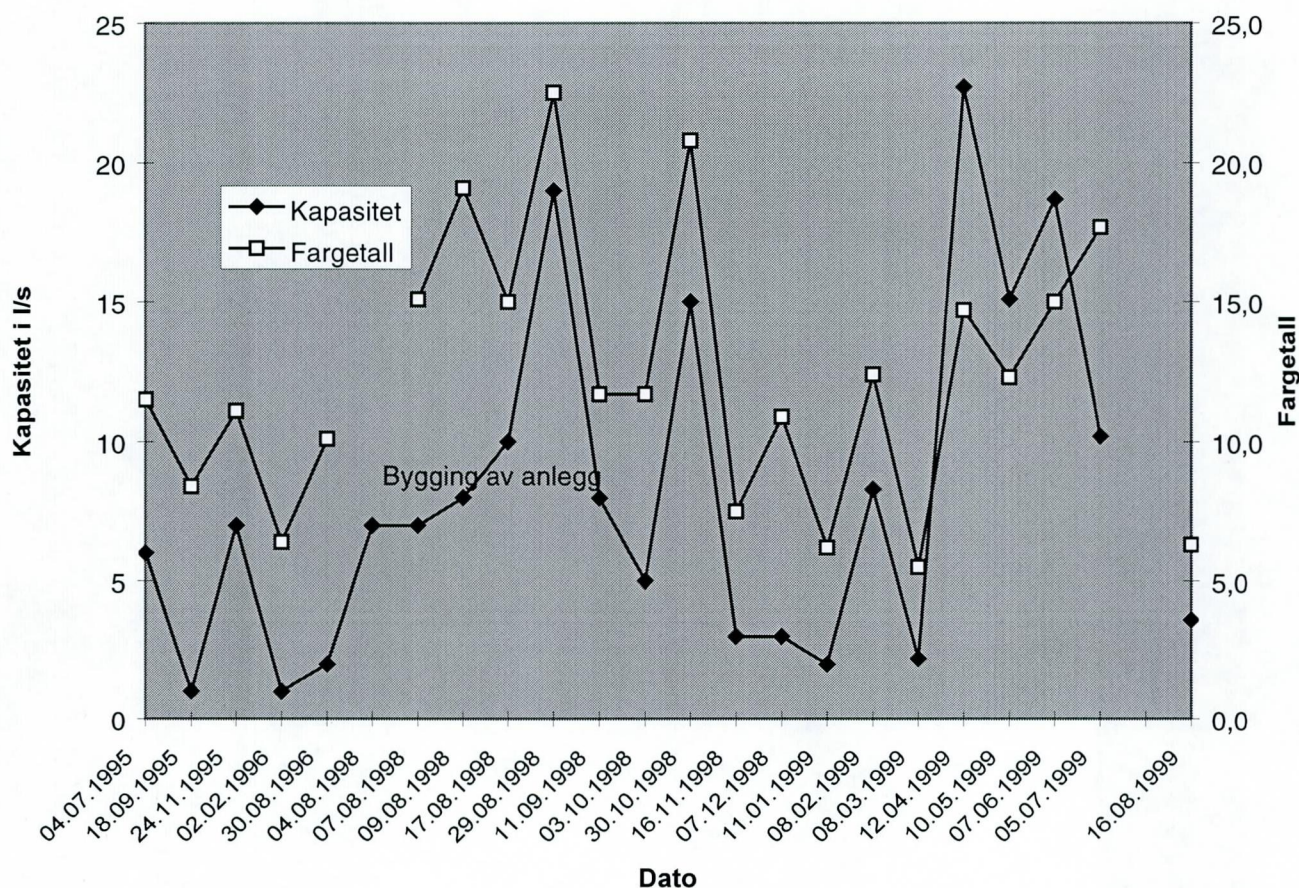


Fig. 9 Kapasitet og fargetall før og etter bygging av anlegg

Etter en tids drift avtar effekten av kalkfilteret i det det registreres en reduksjon i pH-verdi, alkalitet og kalsiuminnhold. Dette kan forklares med at det i starten løses opp mest kalk på grunn av et lettloslig kalkbelegg på kalksteinskornene. Når dette er oppløst vil effekten av filteret bli noe lavere. Fra slutten av august 1998 og til juli 1999 har pH-verdien variert mellom 7,4 og 7,6 for alle prøver unntatt for en prøver hvor pH-verdien ligger ned mot 7,0, alkaliteten har variert mellom 0,4 og 0,6 mmol/l og kalsiuminnholdet mellom 7 og 10 mg/l.

Etter at anlegget ble satt i drift har alle analyserte parametere, unntatt fargetallet tilfredsstillt kravene i Drikkevannsforskriften. Fargetallet ligger like over grensen på 20 i to prøver. Det er en klar sammenheng mellom fargetall og kapasitet. Økt kapasitet skyldes økt nedbør/snøsmelting som gir grunnvann med høyere humusinnhold på grunn av dårligere filtrering i grunnen som følge av vanntransport i grovere masser og dermed kortere oppholdstid. Ved lavere grunnvannsstand vil oppholdstiden øke og en større andel av humusen i infiltrert overflatevann vil filtreres bort i de dypere og mer finstoffrike løsmassene. Turbiditeten ligger hele tiden klart under kravet på 4 F.T.U. i drikkevannsforskriften. I flere vannprøver, og særlig like etter bygging, er det målt turbiditetsverdier på omkring 1, og dette er over veiledende verdi på 0,4 F.T.U. Turbiditeten skyldes helst blakking av grunnvannet som følge av utvasking fra kalkfilteret, men den kan også skyldes humuspartikler da vannprøver med høy turbiditet også har høyt fargetall.

Det er også tatt månedlige prøver for bakteriologiske analyser. Det er ikke påvist koliforme eller termotolerante koliforme bakterier i vannprøver tatt ved anlegget (databilag 3). Kimtallet har imidlertid vært høyt i to prøver. Begge prøvene ble tatt under perioder med mye nedbør/snøsmelting som tidligere nevnt gir grunnvann med dårligere filtrering.

Alt i alt må grunnvannskvaliteten kunne betegnes som tilfredsstillende. I kap. 6 blir det gitt forslag på tiltak som ytterligere vil bedre vannkvaliteten.

5. FORURENSNINGSTRUSLER OG KLAUSULERING

I følge Folkehelsa skal alle vannverk ha to barrierer mot forurensning. For grunnvannsanlegg regnes grunnens renseevne som en barriere, mens områdebeskyttelse/inngjerding kan representere en annen. I dette tilfellet hvor nedbørsfeltet til kildehorisonten består av skog, myr og fjellområder, er gjødsling av skog, dyreekskrementer og forråtnelse av dyr de mest aktuelle forurensningstruslene. Ved en lukket inntaksløsning og en skikkelig inngjerding av området må dette kunne regnes som en barriere, mens de naturlige renseprosesser som skjer i løsmassene representerer den andre barrieren. Det er derfor ikke behov for ytterligere rensing i form av permanent desinfeksjon, men vannverket må ha desinfeksjon i reserve.

Et forslag på klausuleringssoner ble gitt i kartbilag 13 i NGU Rapport 96.032. Utbredelsen av sone 1 og 2 ble vurdert skjønnsmessig ut fra topografi, løsmassegeologi og grunnvannets strømningsmønster. På grunn av mangelfullt kartgrunnlag er ikke hele sone 2 med på kartet. Den vil omfatte et ca. 700 m langt og ca. 200 m bred sone rett oppover fra brønnområdet. I forhold til sonene på dette kartet er sone 1 utvidet til også å omfatte den tørre dødisgropa, ca. 60 m NV for den vannfylte gropa.

På grunn av forurensningsfaren fra dyr ble hele sone 1 inngjerdet. I sone 2 er det ikke behov på restriksjoner i forhold til dagens arealbruk.

6. FORSLAG PÅ FORBEDRINGER AV ANLEGGET

Selv om anlegget til nå har fungert tilfredsstillende, har erfaringer i driftsperioden avdekket behov og muligheter for forbedringer, både med hensyn på kapasitet og kvalitet.

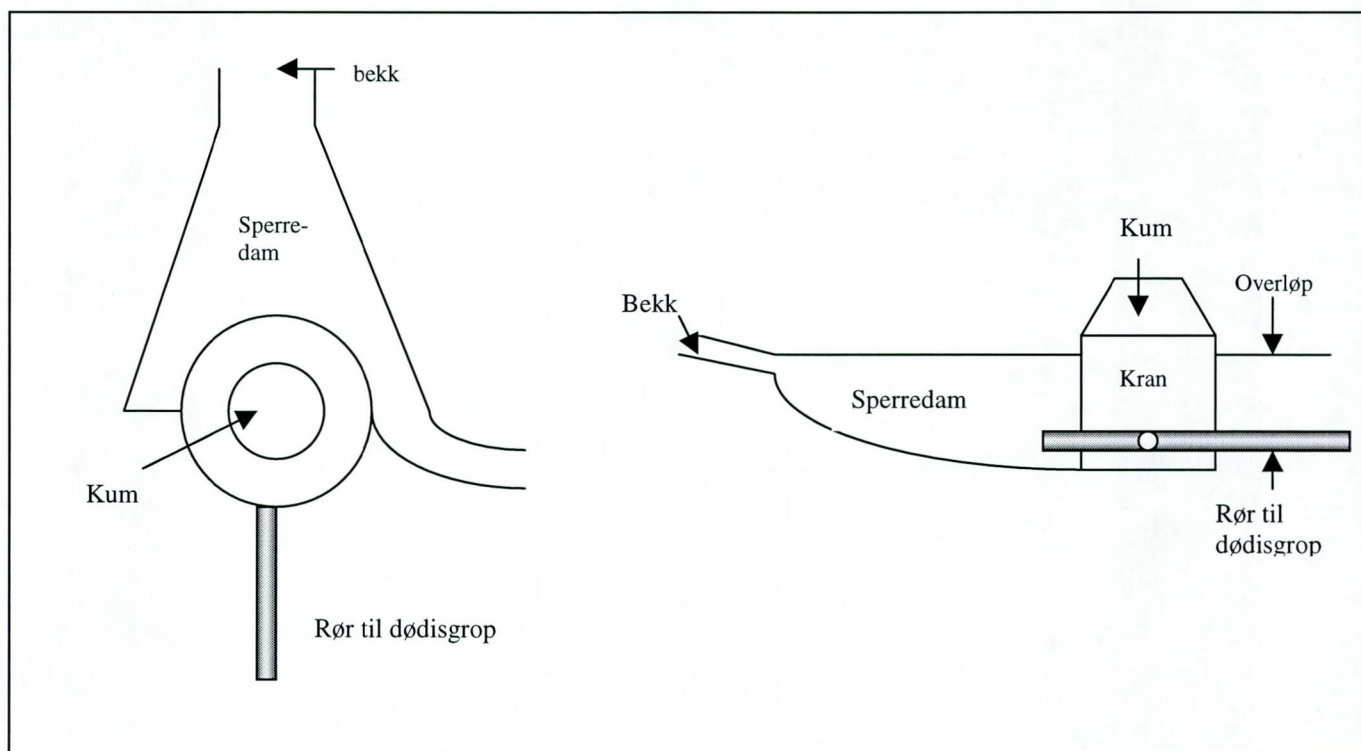
6.1 Forslag på tiltak for økning av kapasiteten

Kapasiteten på grunnvannsanlegget kan økes på følgende måter:

- 1) Bygge ut flere kilder. De mest nærliggende er kilder ca. 20-50 m SØ for grøft 1 og kilder ca. 100 m NV for grøft 2. Kapasiteten i disse kildene vil til sammen tilsvare 30-50 % av kapasiteten på anlegget. Kildene bygges ut på samme måte som dagens anlegg. Kilder SØ for grøft 1 er ut fra kapasitet og beliggenhet mest aktuell for utbygging. Nøyaktig plassering og dimensjonering av oppsamlingsgrøft må gjøres ut fra feltbefaring.
- 2) Infiltrere mer vann inn i ovenforliggende dødisgroper. En bekk som renner ned like vest for kildeutslagene kan ved enkle tiltak ledes inn i dødisgropa. Denne kapasitetsøkningen vil være minst i nedbørsfattige perioder, da behovet for økning er størst og er dermed en lite gunstig løsning.
- 3) Infiltrere vann fra Hynna til dødisgrop/spylerenne 300-400 m ovenfor anlegget. Dette vil være den sikreste måten å øke kapasiteten på da den vil gi en relativt jevn nydannelse av grunnvann gjennom hele året. Dette er imidlertid en meget omfattende og dyr løsning som vil kreve ny inntaksdam i Hynna, vannledning og bygging av et lite infiltrasjonsbasseng. Vi anbefaler derfor at andre metoder prøves først.

6.2 Forslag på tiltak for forbedringer av vannkvaliteten

- 1) Grave en ca. 0,5 m dyp drengroft for å lede bort grunnvann fra de høyestliggende kildeutslagene i kildehorisonten. Kapasiteten i anlegget er rundt 20 l/s i nedbørsrike perioder og i perioder med sterk snøsmelting. Dette er 10 ganger vannbehovet. I disse periodene er det også dårligst vannkvalitet grunnet høyt fargetall og høy turbiditet. Ved å lede bort grunnvannet fra de øverste kildeutslagene fjerner man noe av grunnvannet med kort oppholdstid, høyt fargetall og høy turbiditet. Dette vil også gi lengere levetid på kalkfilteret da den totale vannmengden som renner igjennom filteret blir redusert.
- 2) Et alternativ til tiltak 1) er å bygge en sperredam i bekken like ovenfor den vannfylte dødisgropa. Tidligere målinger har vist at vannføringen i denne bekken er 30-80 % av kapasiteten i anlegget. Andelen er størst i perioder med mye nedbør/snøsmelting. Dammen bygges slik at en bestemt vannmengde, f.eks. 3 l/s, slippes igjennom dammen og ned til dødisgropa, mens overløpet føres i grøft mot et bekkeløp som renner ned vest for anlegget (se fig. 9). Dette vil gi redusert kapasitet i anlegget, men forbedret kvalitet i perioder med stor vannføring i bekken. Redusert kapasitet gir lavere fargetall og lavere turbiditet som en følge av at en større andel av oppsamlet grunnvann består av vann med lengre oppholdstid i grunnen og dermed bedre filtrering. Andre fordeler med denne løsningen framfor tiltak 1), er at man unngår graving nært inntil oppsamlingsgrøftene, samt at tiltak 3 blir enklere å gjennomføre i og med at innstrømmingen av vann til dødisgropa kan stenges. Fra dammen føres vannet i lukket ledning ned til dødisgropa.



Figur 9 Skisse som viser sperredam i bekk med regulerbart vannmengde til dødisgrop og overløp som føres i et nytt løp vest for anlegget.

- 3) Opprustning av vannfylt dødisgrop. En av årsakene til det tidvis høye fargetallet er trolig innblanding av humusstoffer fra bunnen av dødisgropa. Alt organisk materiale (myr stubber, røtter, kvist etc.) bør fjernes og erstattes med filtermasser bestående av et 0,2-0,8 m tykt lag av en blanding av sand og kalkstein og et 0,1 m tykt fordelingslag av puk (se fig. 10). Filterlaget av sand og kalkstein legges tykkest midt i dødisgropa og tynnere opp mot sidene. Innblanding av kalkstein vil opprettholde en gunstig pH og alkalitet i grunnvannet og gi lengere levetid for kalkfilteret i oppsamlingsgrøftene. For å oppnå en viss utjevnende effekt må det settes strenge krav til filtermateriale. Hvis det blir for grovt vil alt vann trolig renne rett igjennom filteret noe som gir ingen utjevnende effekt på kapasiteten i anlegget. Filtermassene må heller ikke være for finkornige da dette kan føre til oppfylling av hele dødisgropa. Ut fra en valgt gjennomstrømningskapasitet på 3 l/s og et filterareal på 100 m², velges en sand med 0,3 mm i middelkornstørrelse. Denne blandes i forholdet 1:1 med knust kalkstein (1-2,5 mm). Oppå dette filterlaget legges et 0,1 m tykt fordelingslag av singel/pukk (3-10 mm). Vannrøret fra sperredammen (se pkt 2) føres ut på dette laget.
- 4) Lede noe vann inn i en høyereliggende dødisgrop for å øke vannets oppholdstid i grunnen. Det mest aktuelle er å lede alt vann fra en kilde 300-400 m ovenfor anlegget i en spylerenne/dødisgrop like nedenfor. I dag renner noe av vannet fra denne kilden til bekken som munner ut i dødisgropa like ovenfor anlegget. Dette vil gi lengre oppholdstid og dermed bedre kvalitet på grunnvannet. Før dette tiltaket gjennomføres må man forsikre seg om at vannet som infiltreres like nedenfor den omtalte kilden strømmer til oppsamlingsgrøftene.

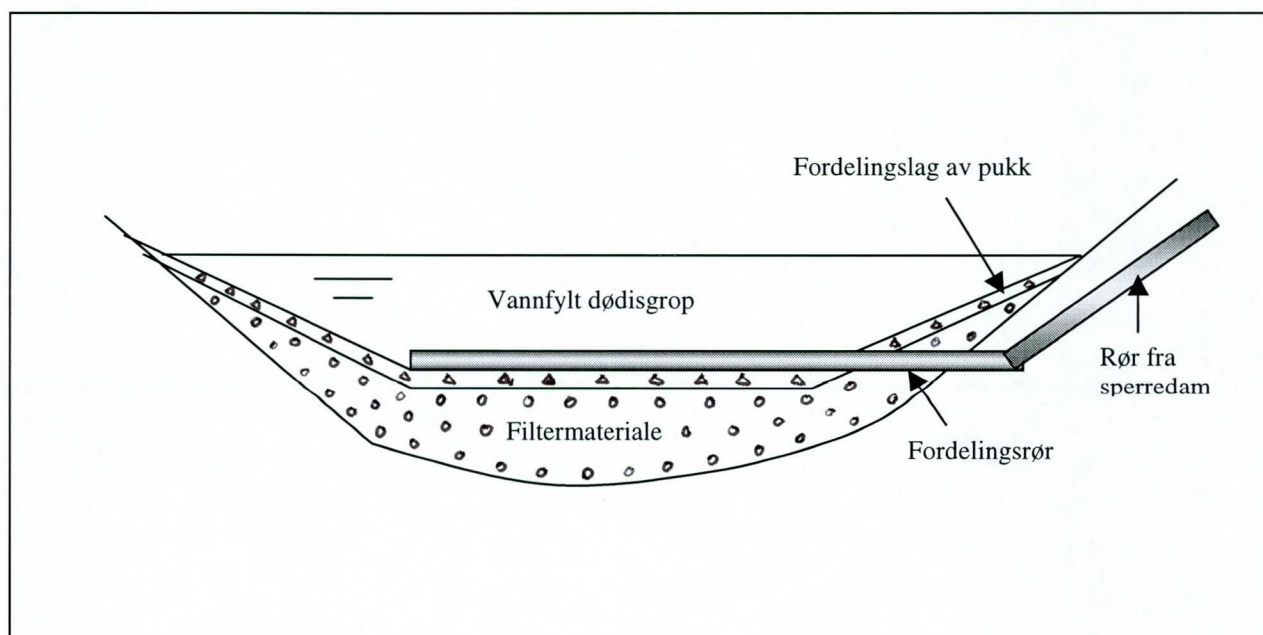


Fig. 11 Skisse av dødisgrop med innlagt filtermasser av sand og knust kalkstein og fordelingslag av puk/singel.

6.3 Prioritering av tiltak

På grunnlag av en vurdering av effekt av og omfang på de forskjellige tiltakene som er foreslått i kap. 6.1 og 6.2 foreslås følgende:

Kapasiteten økes ved å bygge ut kilder SØ for anlegget. Det er allerede satt ned en kum med forgrening for påkobling. Dette vil gi en økning på minimumskapasiteten på 20-30 %. Kvaliteten forbedres ved først å bygge en sperredam i bekken ovenfor dødisgropa og så lede bare en viss mengde vann (3 l/s) ned til dødisgropa. Overløpet føres ned vest for anlegget. I tillegg bør dødisgropa renskes opp og tilføres filtermateriale av sand og knust kalkstein som beskrevet i kap. 6.2.

7. OPPSUMMERING

Grunnvannsanlegget har så langt fungert tilfredsstillende. Fra august 1998 og ut 1999 har kapasiteten vært tilstrekkelig, og det er heller ikke påvist koliforme eller termotolerante koliforme bakterier i råvannet. Kapasiteten som har variert fra 1,3 til 22,7 l/s, er sterkt påvirket av nedbør og snøsmelting. Kalkfilteret har en klar positiv effekt på grunnvannskvaliteten ved at pH-verdien har økt fra ca. 6,5 til 7,5 og alkaliteten har økt fra ca. 0,2 til 0,4 mmol/l. I perioder med mye nedbør/snøsmelting er vannkvaliteten preget av høyere fargetall, turbiditet og totalt antall bakterier. Fargetallet i to vannprøver er den eneste parameteren som ikke har tilfredsstillt kravene i Drikkevannsforskriften.

En forbedring av kapasiteten kan enklest oppnås ved å grave en ny drengroft for å samle opp kildeutslag like SØ for grøft 1. Forbedringer i kvalitet bør gjøres ved å bedre filtreringen (øke grunnvannets oppholdstid) og å begrense kontakten med humusstoffer. Dette vil ha gunstig effekt på både fargetall, turbiditet og total antall bakterier. Dette er foreslått gjort ved å bygge en sperredam i bekken ovenfor dødisgropa og så lede bare en viss mengde vann ned til dødisgropa. Overløpet føres ned vest for anlegget. I tillegg bør alt organisk materiale fjernes fra dødisgropa og erstattes av et lag med filtermateriale av sand og knust kalkstein og et overliggende pukklag.

Denne metoden for oppsamling av kildeutslag og alkalisering av grunnvann bør med fordel kunne anvendes på mange mindre vannverk her i landet. Mange, hovedsakelig små anlegg basert på kilder/oppkommer fra løsmasser, har dårlig hygienisk kvalitet, først og fremst som en følge av dårlig brønnsikring. Ved å legge inntaket lukket med tett overdekning og ved å hindre uønsket ferdsel i brønnens nærområde (inngjerding), vil man i mange vannverk kunne oppnå en mye bedre hygienisk kvalitet. Et dypere inntak vil også kunne gi en høyere og mer stabil kapasitet.

Surt og aggressivt grunnvann er hovedsakelig et bruksmessig problem, men det kan også gi vann med høyere tungmetallinnhold på grunn av utløsning fra ledningsnett og armaturer. Alkalisering av vann er en enkel konvensjonell vannbehandling, men den krever strøm og driftsettersyn. For små vannverk kan det derfor være en fordel å gjøre alkaliseringen i eller ved vanninntaket. Metoden som er valgt her med innlagt kalkfilter i en oppsamlingsgrøft er bare en av flere mulige metoder for naturlig alkalisering av vannet. Hvordan slike anlegg bør bygges er avhengig av de naturgitte forhold. Prinsippet er å la grunnvannet på en eller annen måte renne igjennom et kalkfilter før det sendes ut på ledningsnettet.

8. REFERANSER

Abildsnes, H. 1997: *Undersøkelser av grunnvanskilder i Græsli i Tydal kommune.*
Hovedoppgave ved institutt for jord- og vannfag, Norges landbrukshøgskole, juli 1997.

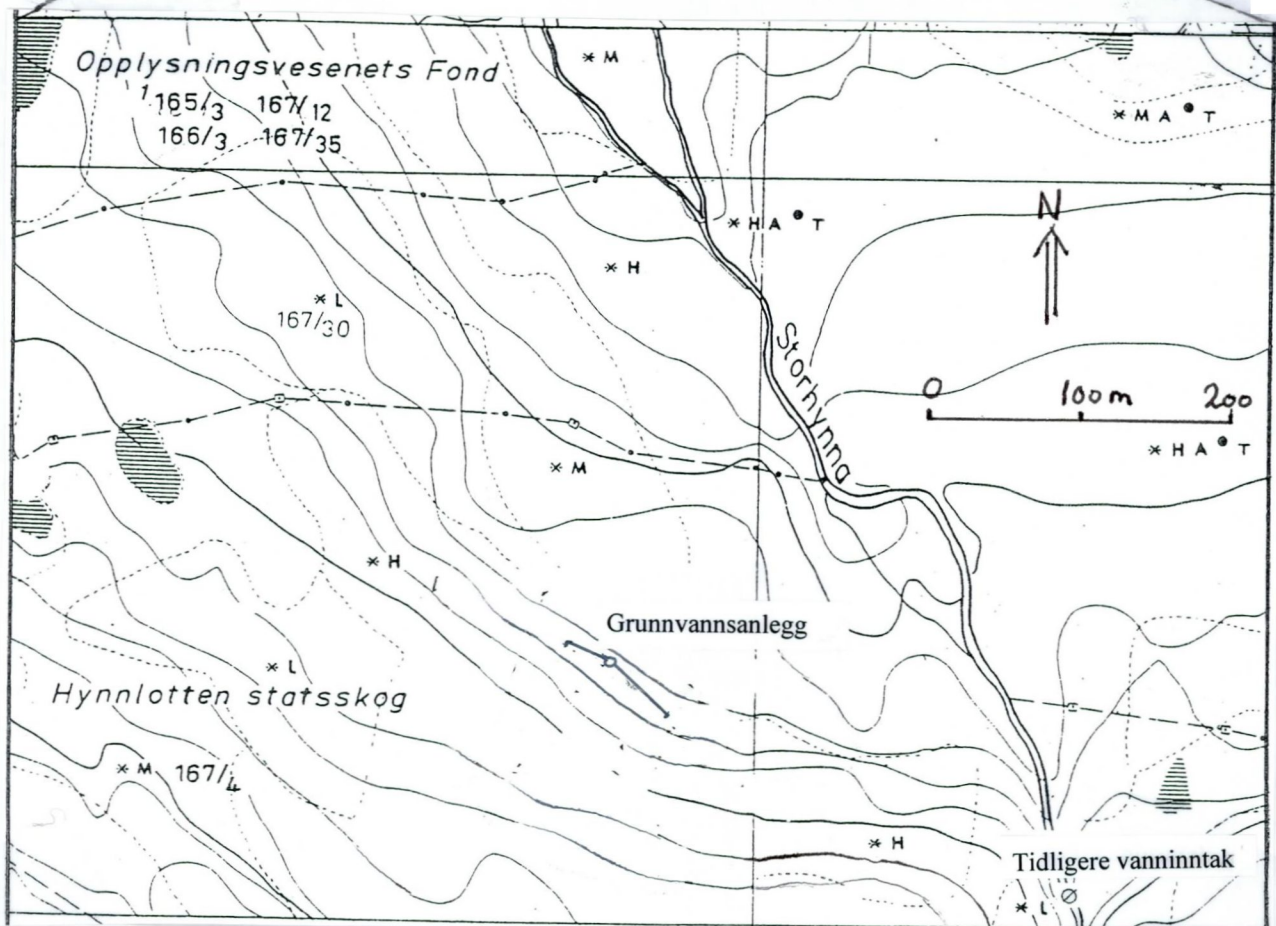
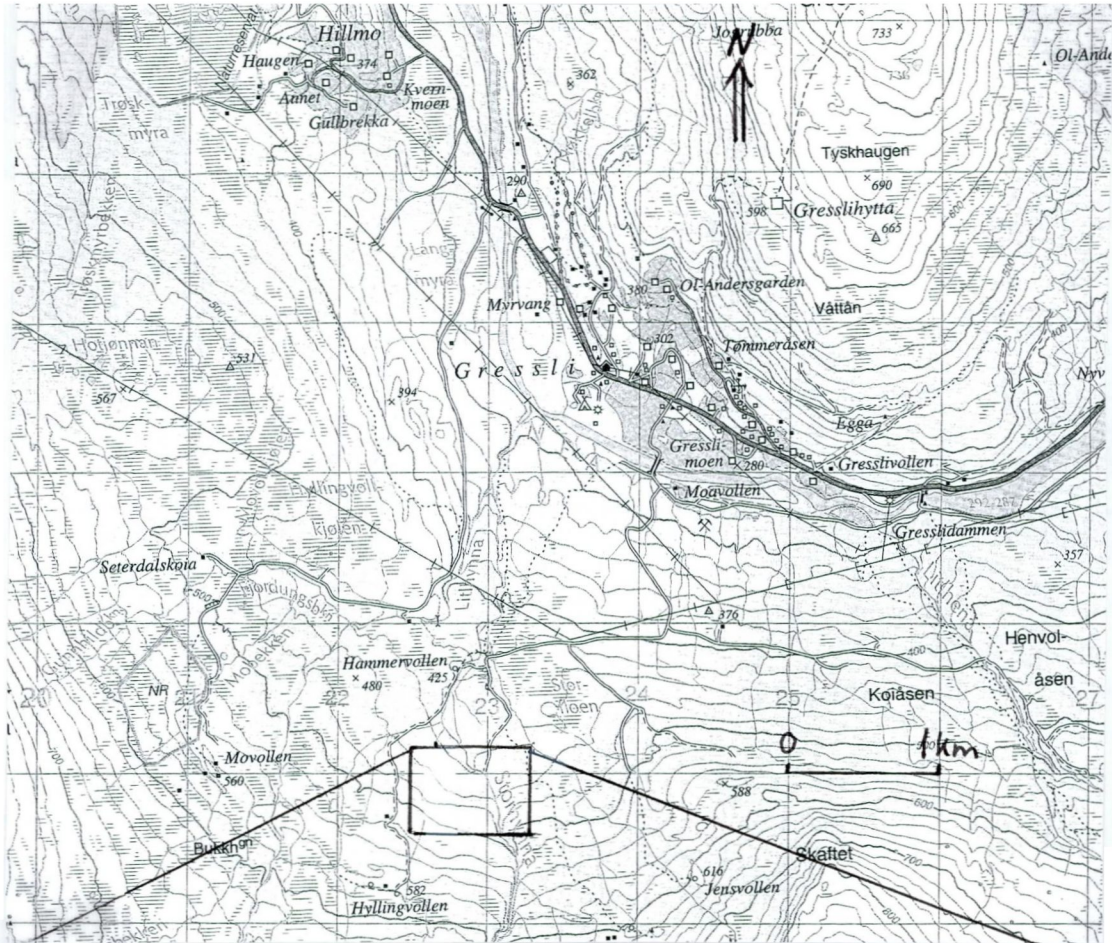
Hilmo, B.O. og Lauritsen, T. 1996: *Oppfølgende grunnvannsundersøkelser i Tydal kommune.*
NGU Rapport 96.32, Norges geologiske undersøkelse

Horkeby, G. 1992 : *Filtermassor for avsyrring – en undersøkning av dess egenskaper for
behandling av sura brunnsvatten.* Forskningsrapport, Publ. 1: 92. VA-teknik CTH.

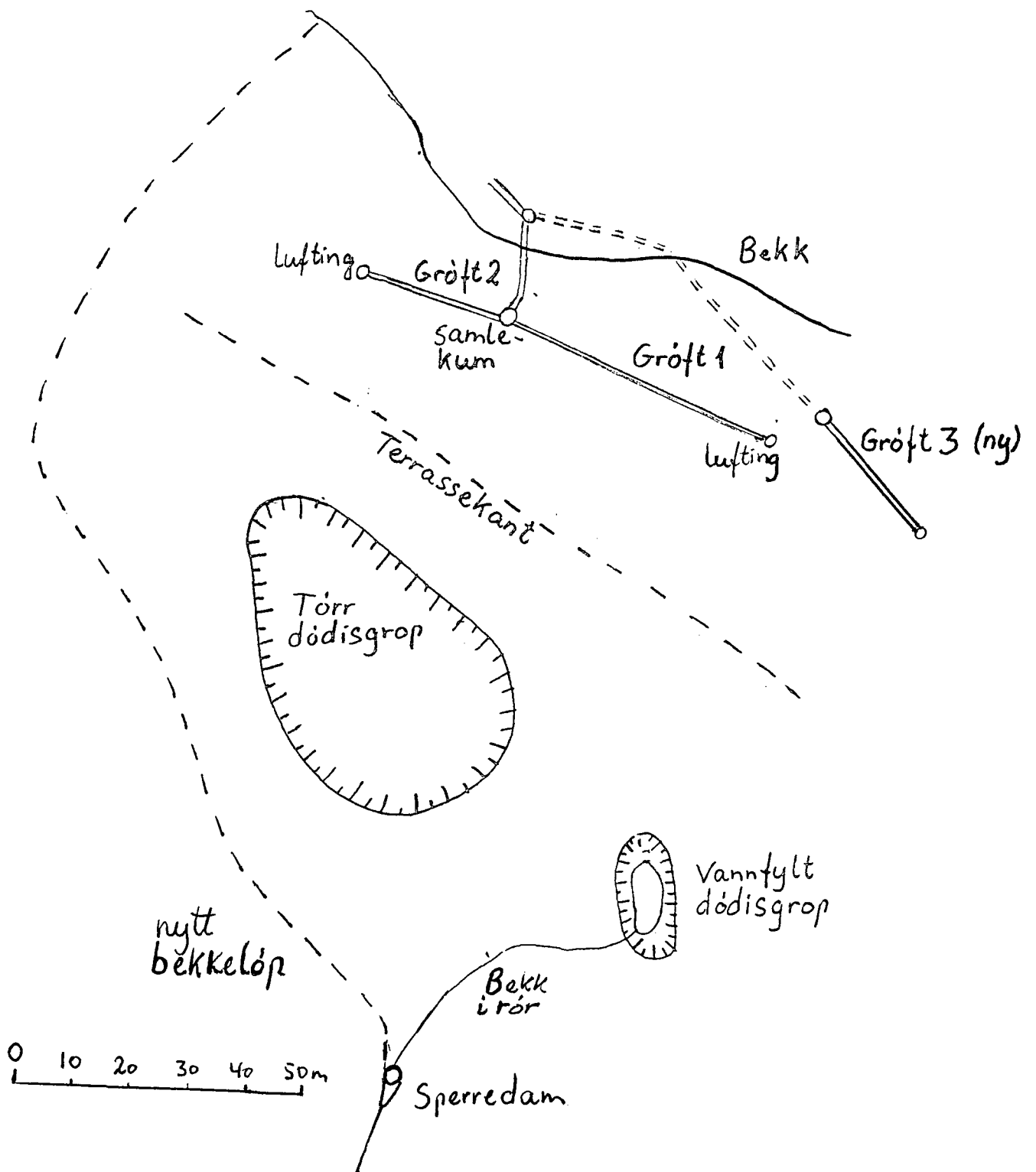
Langeland, G.: 1995: *Oversikt over Norges drikkevannsforsyning.* Vann nr. 2 – 1995.

Sosial og helsedepartementet 1995: *Forskrift om vannforsyning og drikkevann m.m.*

Kartbilag 1 Kart i M 1 : 5000, samt utsnitt av kart 1721-3, M 1:50 000 som viser plasseringen av grunnvannsanlegget.



Kartbilag 2 Skisse som viser utbygd anlegg, forslag på ny oppsamlingsgrøft, dødisgroper og plasseringen av foreslått sperredam.



Kapasiteter på grunnvannsanlegg og nedbørsmengder i perioden 11.1.1999 til 29.12.1999

Dato	Tidsrom dager	Kapasitet l/s	Vannmengde m3	Nedbørsmengde mm
11.01.99		2,0		
22.01.99	11,0	1,3	1235,5	
25.01.99	3,0	1,4	362,9	
26.01.99	1,0	1,4	121,0	
27.01.99	1,0	1,4	121,0	
28.01.99	1,0	1,3	112,3	
29.01.99	1,0	2,5	216,0	
02.02.99	4,0	2,0	691,2	
05.02.99	3,0	11,0	2851,2	
08.02.99	3,0	8,3	2151,4	
12.02.99	4,0	6,0	2073,6	
15.02.99	3,0	5,0	1296,0	
18.02.99	3,0	4,1	1062,7	
23.02.99	5,0	3,3	1425,6	
26.02.99	3,0	3,0	777,6	
01.03.99	3,0	2,7	699,8	
05.03.99	4,0	2,4	829,4	2,3
08.03.99	3,0	2,2	570,2	0,5
12.03.99	4,0	2,1	725,8	0
19.03.99	7,0	2,0	1209,6	2,6
22.03.99	3,0	2,0	518,4	7
26.03.99	3,0	2,0	518,4	13,7
31.03.99	5,0	2,1	907,2	0,1
06.04.99	6,0	5,8	3006,7	6,5
12.04.99	6,0	12,7	6583,7	31,3
19.04.99	7,0	10,3	6229,4	0
22.04.99	3,0	10,0	2592,0	8,7
26.04.99	4,0	23,2	8017,9	0
03.05.99	7,0	18,8	11370,2	31,2
07.05.99	4,0	14,8	5114,9	5,3
10.05.99	3,0	15,1	3913,9	0
12.05.99	2,0	12,0	2073,6	0
14.05.99	2,0	11,9	2056,3	0
18.05.99	4,0	13,6	4700,2	1,4
20.05.99	2,0	17,3	2989,4	0
25.05.99	5,0	22,0	9504,0	0,4
28.05.99	3,0	18,1	4691,5	3,2
01.06.99	4,0	18,1	6255,4	16,8
07.06.99	6,0	18,7	9694,1	34,9
11.06.99	4,0	15,0	5184,0	15,5
14.06.99	3,0	10,3	2669,8	0
24.06.99	10,0	19,0	16416,0	62,5
30.06.99	6,0	7,7	3991,7	0,2
01.07.99	1,0	6,9	596,2	1
02.07.99	1,0	10,2	881,3	0,1
09.07.99	7,0	10,2	6169,0	32,3
14.07.99	5,0	6,1	2635,2	5,8
26.07.99	12,0	9,0	9331,2	61

Databilag 1 forts

Dato	Tidsrom dager	Kapasitet l/s	Vannmengde m3	Nedbørsmengde mm
09.08.99	14,0	3,6	4294,1	23,5
11.08.99	2,0	3,5	604,8	13
13.08.99	2,0	3,6	622,1	0,3
16.08.99	3,0	3,6	933,1	0,5
23.08.99	7,0	2,4	1451,5	14,1
24.08.99	1,0	2,5	216,0	5
25.08.99	1,0	2,7	233,3	0
27.08.99	2,0	3,6	622,1	0
30.08.99	3,0	4,4	1140,5	0
31.08.99	1,0	5,7	492,5	0
01.09.99	1,0	9,7	838,1	0
03.09.99	2,0	8,6	1486,1	7,1
06.09.99	3,0	6,5	1684,8	2,5
07.09.99	1,0	6,0	518,4	0,1
08.09.99	1,0	5,6	483,8	0
09.09.99	1,0	5,7	492,5	7,5
10.09.99	1,0	5,9	509,8	0,1
13.09.99	3,0	5,3	1373,8	0,5
14.09.99	1,0	5,0	432,0	0
17.09.99	3,0	4,2	1088,6	4
20.09.99	3,0	3,4	881,3	4,8
21.09.99	1,0	3,4	293,8	0
22.09.99	1,0	3,3	285,1	0
23.09.99	1,0	3,2	276,5	0
24.09.99	1,0	3,0	259,2	0,2
01.10.99	7,0	2,5	1512,0	7,6
06.10.99	5,0	3,3	1425,6	12,5
08.10.99	2,0	3,7	639,4	1
11.10.99	3,0	6,1	1581,1	14,1
12.10.99	1,0	7,8	673,9	6,3
15.10.99	3,0	16,8	4354,6	43,1
18.10.99	3,0	10,3	2669,8	2,3
19.10.99	1,0	10,0	864,0	6,1
22.10.99	3,0	8,0	2073,6	0,1
25.10.99	3,0	5,7	1477,4	0
29.10.99	4,0	13,6	4700,2	15,1
01.11.99	3,0	13,8	3577,0	4,7
04.11.99	3,0	13,3	3447,4	7,9
05.11.99	1,0	10,9	941,8	3,3
08.11.99	3,0	8,0	2073,6	0
10.11.99	2,0	7,3	1261,4	1
12.11.99	2,0	7,1	1226,9	18,9
15.11.99	3,0	12,6	3265,9	38,5
17.11.99	2,0	9,7	1676,2	3,9
19.11.99	2,0	7,4	1278,7	0,7
24.11.99	5,0	8,6	3715,2	6,2
26.11.99	2,0	10,4	1797,1	0,3
29.11.99	3,0	9,0	2332,8	2,3
13.12.99	14,0	4,5	5443,2	67,3
22.12.99	9,0	3,1	2410,6	27
29.12.99	7,0	2,7	1633,0	2,8
SUM	351,0		221512,3	720,5

Vannanalyser av kildehorisont, Græsli og Hilmo vannverk før og etter bygging

Dato	Kapasitet l/s	pH-verdi	Ledn.ev mS/m	Alkalitet mmol/l	Fargetall	Turbiditet F.T.U.	Ca mg/l	Mg mg/l	Na mg/l	K mg/l	Al mg/l	Fe mg/l	Mn mg/l	F mg/l	Cl mg/l	SO4 mg/l
04.07.95	6	6,65	2,9	0,18	11,5	0,17	2,80	0,49	1,60	0,60	0,05	< 0,01	< 0,001	< 0,05	1,94	1,39
18.09.95	1	6,40	3,2	0,22	8,4	0,12	3,60	0,53	1,50	0,50	0,04	< 0,01	< 0,001	< 0,05	1,81	0,93
24.11.95	7	6,93	3,2	0,19	11,1	0,14	3,10	0,66	1,60	0,55	< 0,02	< 0,01	< 0,001	< 0,05	2,19	1,32
02.02.96	1	6,93	3,3	0,19	6,4	0,08	3,20	0,68	1,70	0,50	< 0,02	< 0,01	< 0,001	< 0,05	2,21	1,45
30.08.96	2	6,98	3,7	0,26	10,1	0,09	4,00	0,84	1,90	0,85	0,03	< 0,01	< 0,001	< 0,05	2,10	1,14
04.08.98	7	6,80	2,9	0,20												
07.08.98	7	7,76	7,6	0,77	15,1	1,30	12,60	0,60	1,53	0,81	0,11	0,03	< 0,001	< 0,05	1,16	0,93
09.08.98	8	7,70	5,9	0,53	19,1	1,00	8,25	0,56	1,54	0,88	0,11	0,02	< 0,001	< 0,05	1,12	0,89
17.08.98	10	7,50	6,3	0,55	15,0	0,41	9,21	0,56	1,60	< 0,5	0,08	0,01	< 0,001	< 0,05	1,23	1,35
29.08.98	19	7,46	6,6	0,61	22,5	1,00	10,50	0,58	1,58	< 0,5	0,15	0,02	< 0,001	< 0,05	1,32	0,89
11.09.98	8	7,49	6,3	0,50	11,7	0,24	8,89	0,67	1,65	0,81	0,07	< 0,01	< 0,001	< 0,05	1,00	0,95
03.10.98	5	7,04	5,7	0,50	11,7	0,19	8,61	0,61	1,61	0,55	0,11	< 0,01	< 0,001	< 0,05	1,61	0,87
30.10.98	15	7,38	5,4	0,45	20,8	0,33	8,14	0,58	1,40	< 0,5	0,09	0,01	< 0,001	< 0,05	1,52	0,93
16.11.98	3	7,42	5,3	0,42	7,5	0,65	7,60	0,66	1,44	0,68	0,05	< 0,01	< 0,001	< 0,05	1,67	1,51
07.12.98	3	7,61	5,7	0,45	10,9	0,18	7,93	0,63	1,46	< 0,5	0,07	< 0,01	< 0,001	< 0,05	1,76	1,14
11.01.99	2	7,56	5,1	0,47	6,2	0,15	8,48	0,68	1,46	< 0,5	0,03	< 0,01	< 0,001	< 0,05	1,66	1,18
08.02.99	8,3	7,43	4,9	0,40	12,4	0,29	7,29	0,57	1,34	0,78	0,07	< 0,01	< 0,001	< 0,05	1,46	1,24
08.03.99	2,2	7,44	5,3	0,44	5,5	0,16	7,97	0,63	1,40	0,61	0,03	< 0,01	< 0,001	< 0,05	1,78	1,18
12.04.99	22,7	7,63	5,2	0,47	14,7	1,00	8,59	0,68	1,32	0,85	0,18	0,02	< 0,001	< 0,05	1,69	1,10
10.05.99	15,1	7,58	4,1	0,37	12,3	0,23	6,70	0,50	1,30	0,63	0,06	0,01	< 0,001	< 0,05	1,46	1,05
07.06.99	18,7	7,53	4,2	0,38	15,0	0,22	6,80	0,50	1,30	0,69	0,08	< 0,01	< 0,001	< 0,05	1,13	0,90
05.07.99	10,2	7,53	5,5	0,47	17,7	0,19	8,32	0,54	1,50	0,70	0,08	0,01	< 0,001	0,08	0,93	0,93
16.08.99	3,6	7,05	3,6	0,26	6,3	0,22	3,90	0,61	1,59	< 0,5	0,06	< 0,01	< 0,001	0,07	1,15	1,03
Krav		6,5-8,5			< 20	< 4		< 20	< 150	< 12	< 0,2	< 0,2	< 0,05	< 1,4		< 100
Veiledende verdi		7,5-8,5	< 40	0,6-1,0		< 0,4	15-25		< 20	< 10	< 0,05	< 0,05	< 0,02		< 25	< 25

Vannprøven tatt 16.08 er tatt fra fjellkilde og har dermed ikke passert kalkfilteret
Konsentrasjonen av andre analyserte ioner ligger klart innenfor kravene i Drikkevannsforskriften.

Analyser av pH og bakteriologi, Græsli og Hilmo vannverk

Dato	Kimtall 20 C	Kimtall 37 C	kolif. bakt.	T. Kolif.bakt.	pH
21.09.1998	16	0	0	0	7,24
26.10.1998	10	0	0	0	7,22
14.12.1998	1	0	0	0	7,18
08.02.1999	9	0	0	0	7,39
15.02.1999	190	0	0	0	
08.03.1999	1	0	0	0	7,02
12.04.1999	100	0	0	0	7,67
18.05.1999	16	0	0	0	7,34
07.06.1999	8	1	0	0	7,32
05.07.1999	4	0	0	0	7,27
16.08.1999	6	0	0	0	6,65
20.09.1999	1	1	0	0	7,14
11.10.1999	6	1	0	0	7,25
15.11.1999	3	0	0	0	7,15
Krav	100	10	0	0	6,5-8,5