

Grunnvannsundersøkelser i Trøndelag

- Resultater og økonomiske vurderinger

Av Bernt Olav Hilmo

Bernt Olav Hilmo er forsker ved Norges geologiske undersøkelse

Sammendrag

På bakgrunn av prosjektet Grunnvann i Norge (GiN) og kvaliteten på eksisterende vannforsyning er det i perioden 1990-1995 gjennomført oppfølgende grunnvannsundersøkelser ved 64 forsyningssteder i Trøndelag. Det er påvist sikre grunnvannsforekomster som kan brukes til vannforsyning ved 70 % av forsyningsstedene.

Gjennomsnittlige undersøkelseskostnader pr. forsyningssted er ca. kr. 140 000,-. I forhold til totalkostnadene til et grunnvannsanlegg varierer kostnadene til grunnvannsundersøkelser fra over 20 % for enkelte små anlegg til mindre enn 3 % for de største anleggene. For et forsyningssted på 500-1000 personer vil en grunnvannsundersøkelse i løsmasser utgjøre i størrelsesorden 3-5 % av totalkostnadene for et grunnvannsanlegg.

Sammenligninger mellom kostnader til 7 grunnvannsanlegg og alternative anlegg basert på rensing av overflatevann viser at:

1) Totalkostnadene til grunnvannsanleggene varierer mellom 3200 og 12000 kr. pr. person, mens rensing av overflatevann koster mellom 4300 og 17800 kr.

pr. person for de samme forsyningsstedene.

2) De totale besparelsene ved å benytte grunnvann i forhold til overflatevann for disse vannverkene er beregnet til ca. 100 mill. kr. Besparelsene varierer mellom 1300 og 7000 kr/person, med 4865 kr/person i middelverdi.

3) En investering i grunnvannsundersøkelser gir i gjennomsnitt ca. 10 ganger investert beløp i besparelser.

Summary

The results of the Groundwater in Norway (GiN) project and the continuing poor quality of existing domestic and industrial water supplies led to detailed groundwater investigations in a total of 64 supply areas in the county of Trøndelag during the period 1990-1995. Reliable groundwater resources for water supply were demonstrated in 70% of these areas. The average cost of these investigations was approximately 140 000 NOK per supply area. In relation to the total cost of a groundwater supply works, the costs of these groundwater investigations vary from over 20 % for a typical small waterworks to less than 3 % for the largest works. A typical

groundwater resource evaluation for a public water supply scheme for 500-1000 inhabitants will represent about 3-5 % of the total cost of a groundwater supply works.

A comparison of the costs of 7 groundwater supply works and alternative waterworks based on treated surface water showed that:

1) The total cost of a typical groundwater supply works varies between 3200 and 12000 NOK pr. person, whilst a treatment plant for surface water costs between 4300 and 17800 NOK pr. person for the same supply area.

2) For these 7 waterworks, the total savings gained by using groundwater compared with treated surface water are calculated to be approximately 100 mill. NOK. This is equivalent to a saving of between 1300 and 7000 NOK pr. person with an average of 4865 NOK pr. person.

3) An investment in a groundwater resource evaluation study for water supply will give an average saving of about 10 times the invested amount.

Bakgrunn

Vannforyningen i Trøndelag har hovedsakelig vært basert på overflatevannskilder som anvendes uten rensing. I følge Folkehelsa (1992) og fylkesmannens vassverksregister (1990) hadde pr. 1990 over 80 % utilfredsstillende drikkevannskvalitet først og fremst på grunn av høyt humusinnhold og tidvis bakteriologisk forurensning. Bare 6-7 % av befolkningen brukte grunnvann som vannkilde.

I prosjektet Grunnvann i Norge (GiN)

ble mulighetene for grunnvannsforsyning til prioriterte forsyningssteder vurdert i alle kommunene i Nord- og Sør-Trøndelag. Vurderingene som ble gjort på bakgrunn av eksisterende data, feltbefaringer og enkelte sonderboringer, indikerte muligheter for bruk av grunnvann til 106 (ca. 47 000 p.e.) av 108 undersøkte forsyningssteder i Nord-Trøndelag (Hilmo, 1992) og til 68 (ca. 32 500 p.e.) av 74 undersøkte forsyningssteder i Sør-Trøndelag (Soldal, 1992).

Disse momentene sammen med stor interesse fra fylkesrådmennene i Nord- og Sør-Trøndelag talte for en videreføring av GiN-prosjektet, og i løpet av 1990-1995 har NGU gjort oppfølgende grunnvannsundersøkelser i Nord- og Sør-Trøndelag.

Formålet med prosjektet har vært en «sikker påvisning» av grunnvannsressurser som er praktisk utnyttbare først og fremst til drikkevann. Andre målgrupper har vært næringsmiddelindustrien og turistnæringen. Begrepet «sikker påvisning» innebærer at det er gjort undersøkelser, feks. langtidsprøvepumping av grunnvannsbrønner eller overvåkning og prøvetaking av oppkommer, som gir sikker dokumentasjon på grunnvannsforekomstens kvalitet og at kapasiteten er større enn vannbehovet. Prosjektet hadde også som mål å drive FoU-virksomhet innen hydrogeologi og å få en generell oversikt over grunnvannskvaliteten i Trøndelag.

Gjennomføring

I samråd med fylkesmyndighetene ble det valgt ut 18 kommuner for oppføl-

gende grunnvannsundersøkelser. Prioriteringen ble hovedsakelig gjort ut fra behovene for forbedret vannforsyning og resultatene fra GiN. Ønske om en god geografisk spredning og faglig interessante oppgaver ble også tillagt en viss betydning.

I tillegg har NGU på oppdrag gjort undersøkelser for påvisning av grunnvannsressurser til forsyningssteder i andre kommuner i Trøndelag.

Totalt er det i Nord-Trøndelag gjort oppfølgende grunnvannsundersøkelser ved 29 forsyningssteder i 12 forskjellige kommuner, mens det i Sør-Trøndelag er gjort oppfølgende undersøkelser ved 35 forsyningssteder i 13 kommuner.

Undersøkelsene kan deles i forundersøkelser og videregående undersøkelser. Forundersøkelsene av løsavsetninger har omfattet feltbefaringer, geofysiske undersøkelser, kartlegging og prøvetaking av kilder/oppkommer, sondeboringer og nedsetting av undersøkelsesbrønner med enkel testpumping for prøvetaking av løsmasser og grunnvann. Forundersøkelsene av grunnvannsressurser i fjell har hatt som hensikt å vurdere grunnvannspotensialet og lokalisering av borpunkt for fjellbrønner. Undersøkelsene har omfattet flyfototolkninger, feltbefaringer med sprekkkartlegging og geofysiske undersøkelser.

De videregående undersøkelsene av løsavsetninger har omfattet langtids fullskala prøvepumping av prøvebrønner med målinger av grunnvannsstanden i peilebrønner, kapasitetsmåling og vannprøvetaking. I tillegg er det fore-

tatt langtidsovervåkning av kilder/oppkommer med kapasitetsmåling og vannprøvetaking. De videregående undersøkelsene av grunnvannsressurser i fjell har inkludert boring av fjellbrønner, kapasitetstesting av fjellbrønner og vannprøvetaking.

Alle innsamlede vannprøver er analysert på fysiske og kjemiske parametre ved NGU-lab., mens vannprøvene fra fullskala prøvepumping i tillegg er analysert på mikrobiologiske parametre ved de respektive næringsmiddeltilsyn.

I forbindelse med prosjektene GiN fase 2 i Nord-Trøndelag og på Fosen (Hilmo, 1995) og Oppfølgende grunnvannsundersøkelser i Sør-Trøndelag har alle de prioriterte kommunene fått egne rapporter. I tillegg er det utarbeidet egne rapporter for alle andre oppdrag, slik at det til sammen er utgitt ca. 40 rapporter.

Sammenstilling av resultater

Tabell 1 gir en oversikt over resultatet fra de oppfølgende undersøkelsene sammenlignet med konklusjonen i GiN-prosjektet for de samme forsyningsstedene. Det er her bare tatt med forsyningssteder hvor grunnvannspotensialet er vurdert ut fra oppfølgende undersøkelser i perioden 1990-1995. Tabellen angir antall forsyningssteder som har fått konklusjonen God, Mulig og Dårlig (jmf. GiN-rapporter). Betegnelsen God brukes der det er gjort sikker påvisning av utnyttbare grunnvannsressurser. Betegnelsen Mulig ble i GiN-rapportene brukt der det ikke ble gjen-

Tabell 1: Resultater av grunnvannsundersøkelser i Trøndelag ut fra antall forsyningssteder hvor undersøkelsene har gitt konklusjonen God, Mulig eller Dårlig på bakgrunn av henholdsvis GiN-prosjektet og oppfølgende undersøkelser.

Fylke	Under- søkte for- synings- steder	Konklusjon GiN*			Konkl.oppfølgende undersøkelser		
		ant. god	ant. mulig	ant. dårlig	ant. god	ant. mulig	ant. dårlig
N-Tr.lag	29	8	15	1	20	6	3
S-Tr.lag	35	1	27	0	25	6	4
Sum Tr.lag	64	9	42	1	45	12	7

* Ikke alle forsyningssteder som er vurdert i den oppfølgende fasen ble vurdert i GiN.

nomført detaljundersøkelser. I resultatene fra de oppfølgende undersøkelsene blir Mulig også brukt der forundersøkelser har gitt positivt resultat, men en sikker vurdering av grunnvannspotensialet krever langtidsprøvepumping. Dårlig brukes når det er gjort videregående undersøkelser med negativt resultat.

Tabellen viser at for 20 av 29 forsyningssteder i Nord-Trøndelag og 25 av 35 forsyningssteder i Sør-Trøndelag er det gjort sikker påvisning av grunnvannsforekomster som kan benyttes til vannforsyning. Totalt for hele Trøndelag er det gjort sikker påvisning av grunnvannsforekomster ved 70 % av de utvalgte forsyningsstedene, mens det bare ved 11 % av forsyningsstedene er konkludert med dårlige muligheter for grunnvannsforsyning. For de resterende 19 % er det nødvendig med ytterligere undersøkelser for å kunne gi en sikker konklusjon.

Grunnvann i fjell er vurdert for 13 forsyningssteder og for 8 av disse er det gjort sikker påvisning av grunnvann, mens grunnvann i løsmasser er vurdert for 51 forsyningssteder hvorav det ved 37 steder ble påvist grunnvannsressurser til vannforsyning. Dette betyr at en nesten lik stor andel av grunnvannsundersøkelsene i fjell har gitt positivt resultat som andelen av grunnvannsundersøkelser i løsmasser, men vannbehovet til forsyningsstedene hvor grunnvann i fjell er vurdert er jevnt over mye mindre.

Det er som tidligere nevnt gjort omfattende analyser av grunnvannets kjemiske, fysiske og mikrobiologiske parametere. Selv om grunnvannskjemien viser store variasjoner, er grunnvannet stort sett av god kvalitet og krever gjennomgående mindre vannbehandling enn overflatevann. Av de 45 forsyningsstedene med påviste grunnvannsressurser er det ved 25 steder funnet grunnvann

av såpass god kvalitet at lufting er enes- te nødvendige vannbehandling. Ved 12 steder har grunnvannet for lav pH-verdi og ved 7 steder for høyt innhold av jern og/eller mangan i forhold til kravene i den nye Drikkevannsforskriften (Sosial- og helsedepartementet 1995). Ved to forsyningssteder er det påvist koliforme bakterier i vannprøver tatt under prøvepumping. Begge disse tilfellene skyldes trolig for kort oppholdstid på grunnvannet forårsaket av flom i nærliggende vassdrag.

Et annet vanlig problem med drikkevannskvaliteten til grunnvann er for høyt fluoridinnhold i fjellbrønner. Ca. 14 % av 160 analyserte fjellbrønner i Nord-Trøndelag og Fosen har for høyt innhold av fluorid (Sæther et.al., 1995).

Det må poengteres at selv om det er konkludert med gode muligheter for grunnvannsforsyning til et forsyningssted er det ikke sikkert dette er det beste og billigste alternativet, men det gir kommunene/vannverkene et alternativ ved valg av løsning.

Kostnader

Tabell 2 viser en kommunevis fordeling av undersøkelseskostnadene i Nord- og Sør-Trøndelag, kostnader pr. forsyningssted og kostnader pr. person som forsynes. Kostnadene omfatter alle NGU's utgifter, men ikke kostnader som oppdragsgiver har stått for (framlegging av strøm til prøvepumper, overvåking og prøvetaking under langtidspumper og vannanalyser av hygieniske parametere). Foruten sikker påvisning av grunnvannsførekoster til vannforsyning har også formålet

med undersøkelsene vært å utføre en mer regional kartlegging av grunnvannsførekoster og grunnvannskjemi i de aktuelle kommunene, samt at vi har lagt vekt på FoU-virksomhet innen fagfeltet. Dette gjør at kostnadene blir noe større enn de hadde blitt hvis vi bare hadde hatt for øye å gjøre sikre påvisninger av grunnvannsførekoster.

Kostnadene pr. person er selvfølgelig høyest ved de små forsyningsstedene, og særlig der det er gjort fjellboringer eller satt ned produksjonsbrønner i løsmasser. For disse vannverkene vil utbyggingskostnadene bli mindre i og med at brønnboringen inngår i grunnvannsundersøkelsene. Dette er tilfelle for forsyningssteder i kommunene Flatanger, Leksvik, Meråker, Agdenes, Bjugn og Tydal. Den høye kostnaden pr. person for Meråker skyldes også at den aktuelle grunnvannsførekosten ble vurdert som reservevannkilde til det kommunale hovedvannverket.

Gjennomsnittlige kostnader pr. forsyningssted er ca. kr. 140 000,-, mens gjennomsnittsprisen pr. person blir ca. 200 kr.

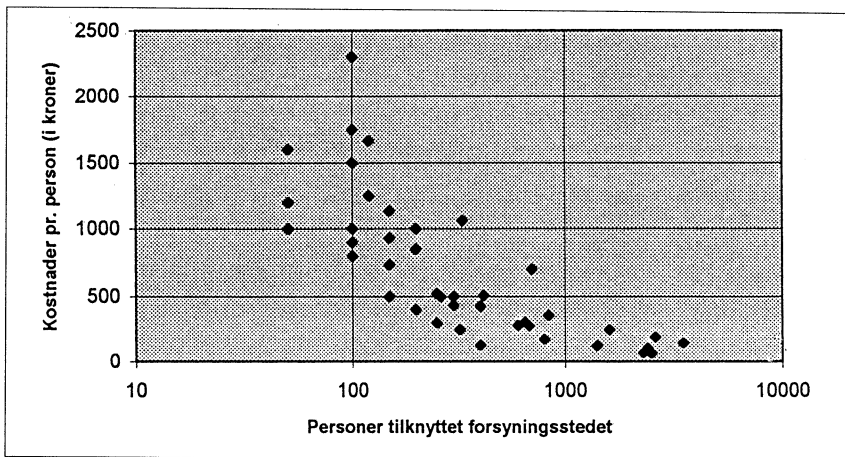
Ved mange forsyningssteder er det kun gjort forundersøkelser i form av feltbefaring, geofysikk og sonderboringer m/enkle testpumper. Selv om resultatene av disse er positive kan det ikke regnes som sikker påvisning, men arbeidet har likevel stor betydning for oppdragsgiverne.

I fig. 1 er det derfor bare tatt med forsyningssteder hvor undersøkelsene er ført fram til en sikker konklusjon (god eller dårlig). Undersøkelseskostnadene pr. person er plottet mot antall

Tabell 2

Kommunevis fordeling av total kostnader til grunnvannsundersøkelser i Nord- og Sør-Trøndelag

KOMMUNE	Under- søkelses- kostnader	Ant. for- synings- steder	Antall personer	Kostnader pr. for- syningsst.	Kostnader pr. person
Flatanger	430 000	2	200	215 000	2150
Grong	150 000	2	320	75 000	469
Leksvik	300 000	3	200	100 000	1500
Levanger	500 000	5	11 500	100 000	43
Meråker	200 000	1	120	200 000	1667
Namsskogan	80 000	1	200	80 000	400
Nærøy	80 000	2	550	40 000	145
Overhalla	120 000	1	1400	120 000	86
Røyrvik	220 000	2	450	110 000	489
Snåsa	750 000	3	1450	225 000	517
Steinkjer	460 000	5	1300	92 000	354
Verran	310 000	2	3100	155 000	100
Nord-Trøndelag	3 600 000	29	20790	124 138	173
Agdenes	130 000	2	100	65 000	1300
Bjugn	220 000	3	600	73 000	367
Hemne	675 000	2	2700	337 500	250
Holtålen	580 000	4	1600	145 000	363
Klæbu	600 000	1	3500	600 000	171
Malvik	150 000	1	300	150 000	500
Meldal	160 000	1	2300	160 000	70
Midtre Gauldal	510 000	5	3800	102 000	146
Osen	400 000	4	1200	100 000	333
Rissa	460 000	4	4100	115 000	112
Selbu	380 000	2	1300	190 000	292
Tydal	560 000	4	1000	140 000	560
Åfjord	450 000	2	2000	225 000	225
Sør-Trøndelag	5 275 000	35	24200	151 000	218
Hele Trøndelag	8 875 000	64	44990	139 000	197



Figur 1: Undersøkelseskostnader pr. person som en funksjon av antall personer tilknyttet forsyningsstedet.

personer tilknyttet forsyningsstedet. Selv om en grunnvannsundersøkelse til større forsyningssteder blir dyrere på grunn av at det ofte er behov for en mer detaljert kartlegging av forekomsten, vurdering av flere forekomster, og/eller en mer omfattende prøvepumping, er det en markert økning i kostnadene pr. person jo mindre forsyningsstedene blir. Dette skyldes at omfanget av undersøkelser ikke avtar lineært med vannbehovet. Det er nødvendig med et visst minimum av undersøkelser for å kunne gi en sikker vurdering av kapasitet og kvalitet, selv ved små vannbehov. Særlig for små forsyningssteder der undersøkelsene omfatter boring av fjellbrønner, blir kostnadene pr. person høye. Kostnadene varierer mellom 64 og 2300 kr. pr. person. Veid gjennomsnitt (totale kostnader til disse forsyningsstedene/antall personer tilknyttet forsyningsstedene) er beregnet til 280 kr/person. Tar man ikke hensyn til forsyningsste-

denes størrelse blir middelverdien 745 kr (summen av kostnadene pr. person/antall forsyningssteder), mens medianverdien blir 520 kr/person.

Erfaringsmessig tar det ofte flere år fra en grunnvannskilde er påvist og til den er utbygd. Likevel er allerede 13 grunnvannsanlegg utbygd eller under bygging, mens 17 anlegg er under planlegging/vurdering. For to forsyningssteder er påviste grunnvannsforekomster vurdert, men ikke utbygd på grunn av for høye kostnader som en følge av for lange overføringsledninger.

Finansiering

De største prosjektene GiN fase 2 i Nord-Trøndelag og Fosen og Oppfølgende grunnvannsundersøkelser i Sør-Trøndelag har vært samarbeidsprosjekter mellom fylkeskommunene, de enkelte kommuner og NGU, mens enkelte detaljundersøkelser av grunnvannsforekomster har vært gjennomført på

oppdrag fra kommuner eller private vannverk. Finansieringen kan i grove trekk settes opp på følgende måte:

Nord-Trøndelag (ca. 3.6 mill kr)

Fylkeskommunen:	ca 30%
Kommuner/vannverk	ca. 20%
NGU	ca. 50%

Sør-Trøndelag (ca. 5.3 mill kr.)

Fylkeskommunen:	ca. 25 %
Kommuner/vannverk	ca. 30 %
NGU	ca. 45 %

Midlene fra fylkeskommunene er enten statstilskudd over kap. 550 post 51.1 eller midler fra Næringsfondet (Nord-Trøndelag, 1993).

Økonomiske vurderinger

For mange vannverk som i dag har lite tilfredsstillende kvalitet eller kapasitet på vannforsyningen, står valget mellom å rense en eksisterende overflatevannkilde, eller forsøke å finne en egen grunnvannskilde. En utredning av gode grunnvannsforkomster koster mer i forundersøkelser enn utredning av overflatevannskilder, og man er heller ikke garantert et positivt resultat. Likevel skal, i følge Folkehelse, grunnvannsalternativet vurderes før det kan gis økonomisk støtte til rensing av overflatevann. En studie av prosjekterte og gjennomførte anlegg illustrerer prisforskjellen mellom grunnvann og renset overflatevann.

Det er valgt ut til sammen sju vannverk hvor grunnvannsalternativet (brønner i løsmasser) er vurdert økonomisk opp mot rensing av en aktuell overflate-

vannkilde. Utvalget er gjort med tanke på å få et mest mulig representativt utvalg av grunnvannsanlegg og alternative anlegg basert på renset overflatevann. Det er lagt vekt på å velge vannverk av ulik størrelse, oppbygging, vannbehandling og avstand til grunnvannsforkomsten. I tillegg er det tatt med to grunnvannsverk, hvorav det ene er basert på fjellbrønner. For disse to anleggene foreligger det ingen kalkyler av alternativet med overflatevann, da de respektive kommunene i utgangspunktet har vurdert det som fullstendig uaktuelt økonomisk. Dette er forøvrig en relativt vanlig situasjon.

Tabell 3 gir en oversikt over de utvalgte vannverkene, samt økonomiske beregninger av hhv. grunnvannsalternativet og overflatealternativet.

Beregningene er gjort for en analyseperiode på 20 år, og en kalkulasjonsrente på 7%. For samtlige vannverk er grunnvannsalternativet det billigste etter nåverdimetoden. Besparselsen ved grunnvannsalternativet er regnet om til 1995-kroner for hvert enkelt tilfelle. Omregningen er gjort på grunnlag av konsumprisindeksen for det aktuelle tidsrommet.

1. Straum vannverk. Grunnvannsanlegg uten annen vannbehandling enn lufting. Anlegget drives uten høydebasseng. I det alternative vannbehandlingsanlegget er det regnet med oksydasjon/biofiltrering for humusfjerning. Kostnadene er gitt av kommunen.

2. Skjøra vannverk. Grunnvannsanlegg uten annen vannbehandling enn

Tabell 3: Kostnader og besparelser ved grunnvannsanlegg kontra overflateanlegg

	Ant. pers	Invest.- kostnader	Årlige drifts- kostnader	Nåverdi pr. byggeår/ analyse-år inv.+drift	Besparelse ved grunnvanns- alternativet (1995-kroner)	Midlere besparelse pr. person (1995-kroner)
	ca.	mill.kr	mill.kr	mill.kr	mill.kr	kr
1.Straum v.v, Roan - grunnvann i løsmasser - overflateanlegg	120	0.598 ⁹⁰ 0.785 ⁹⁰	0.028 ⁹⁰ 0.070 ⁹⁰	0.895 1.527	0.738	6150
2.Skjørav.v., Roan - grunnvann i løsmasser - overflateanlegg	90	0.721 ⁹¹ 0.710 ⁹¹	0.023 ⁹¹ 0.065 ⁹¹	0,965 1.399	0.486	5400
3.Osen og Strand v.v. - grunnvann i løsmasser - overflateanlegg	800	1.700 ⁹² 4.190 ⁹²	0.150 ⁹² 0,400 ⁹²	3.289 8.428	5.616	7019
-4. Åsegg v.v. Osen - grunnvann i løsmasser - overflateanlegg	260	1.310 ⁹⁴ 1.70 ⁹⁴	0.08 ⁹⁴ 0.2 ⁹⁴	2.157 3.818	1,762	6778
5.Oppdal komm. v.v. - grunnvann i løsmasser - overflateanlegg	5000	10.200 ⁹¹ 15.160 ⁹¹	0.360 ⁹¹ 0.440 ⁹¹	14.014 19.821	6.515	1313
6.Snåsa v.v. - grunnvann i løsmasser - overflateanlegg	835	4.800 ⁹² 4.000 ⁹²	0,090 ⁹² 0.400 ⁹²	5.753 8.238	2.696	3228
7 Ringerike v.v.- Kilemoen - grunnvann i løsmasser - overflateanlegg	20000	40.500 ⁹¹ 79.887 ⁸⁷	1.200 ⁸⁷ 3.007 ⁸⁷	53.213 111.743	82.921	4146
8 Grong v.v. grunnv. i løsm.	950	3.100 ⁹²	0.102 ⁹²	4.181	-	-
9.Midtre Høylandet v.v. - grunnvann fra fj.brønner - overflateanlegg	650	2.579 ⁹¹ Vurdert som uaktuelt	0.200 ⁹¹ -	4.698 -	-	-

Tallene med liten skrift er årstall som kostnadene refererer seg til.

lufting. I det alternative vannbehandlingsanlegget er det regnet med oksydasjon/biofiltrering for humusfjerning. Kostnadene er gitt av kommunen.

3. Osen og Strand vannverk. Grunnvannsanlegg uten annen vannbehandling enn lufting. Anlegget drives med turtallsregulerte pumper og uten høydebasseng. Det alternative overflatevannsanlegget omfatter vannbehandlingsanlegg (membranfiltrering og alkalisering/pH-justering) og fordelingsbasseng. Kostnadene er gitt av K. Lund (konsulent utbygging) og kommunen.

4. Åsegg vannverk. Grunnvannsanlegg med rensetrinn for fjerning av jern og mangan (oksydning og filtrering. Anlegget drives med turtallsregulerte pumper og uten høydebasseng. Det alternative overflatevannsanlegget omfatter vannbehandlingsanlegg (membranfiltrering og alkalisering/pH-justering) og fordelingsbasseng. Kostnadene for grunnvannsanlegget er gitt av K.Lund og Osen kommune, mens kostnadene for det alternative anlegget er beregnet ut fra erfaringstall over kostnader med membranfiltrering (Thorsen, 1995) og kostnader til alkalisering/pH-heving og fordelingsbasseng for anlegg av sammenligbar størrelse.

5. Oppdal kommunale vannverk. Prosjektet grunnvannsanlegg med rensetrinn for alkalisering/pH-justering og desinfisering i reserve. En vesentlig del av kostnadene omfatter ledningsnett, høydebasseng og pumpestasjoner. Det alternative overflatevannsanlegget

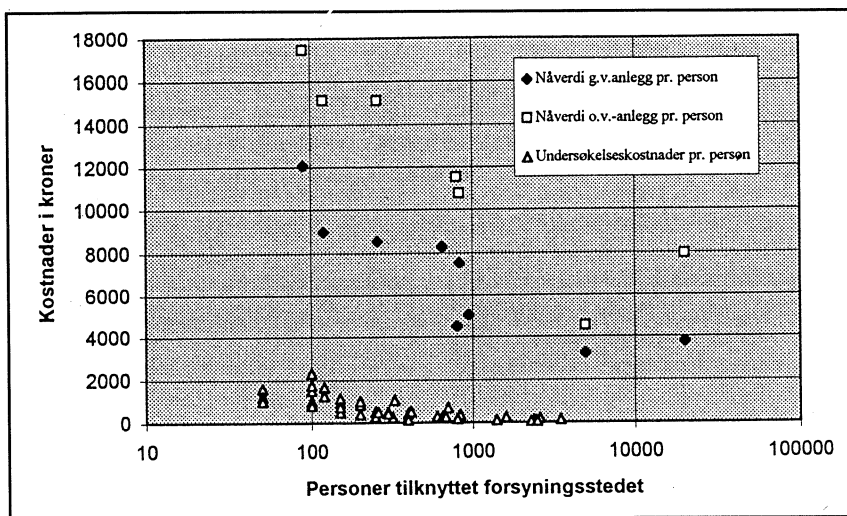
består av et vannbehandlingsanlegg (direktefiltrering og alkalisering/pH-justering) og høydebasseng. Kostnadene er hentet fra en prosjektoppgave ved Institutt for vassbygg, NTNU (Bredesen og Skullerud, 1992).

6. Snåsa vannverk. Grunnvannsanlegg med rensetrinn for alkalisering/pH-justering og desinfisering i reserve. Ledningsnett og pumpestasjon gjør beslag på over 70 % av investeringskostnadene. Det alternative overflatevannsanlegget er planlagt med et vannbehandlingsanlegg bestående av membranfiltrering, alkalisering/pH- og desinfisering. Kostnadene er hentet fra en hovedoppgave ved Institutt for vassbygg, NTNU (Bredesen, 1992).

6. Ringerike vannverk. Grunnvannsanlegg med tilskudd av kunstig infiltrert overflatevann. Anleggets vannbehandling består av lufting og desinfisering i reserve. Det alternative anlegget basert på overflatevann er prosjektert med direktefiltrering og alkalisering/pH-justering. Kostnadene er hentet fra GiN-veileder nr. 5 (Finsrud, 1990).

Grong vannverk. Grunnvannsanlegg med rensetrinn for alkalisering/pH-justering og desinfisering i reserve. Høydebasseng og ledningsnett utgjør over 70 % av investeringskostnadene. Kostnadene er gitt av kommunen.

Midtre Høylandet v.v. Grunnvannsanlegg basert på uttak fra fjellbrønner. Ingen annen vannbehandling enn lufting. Kostnadene er gitt av kommunen.



Figur 2 Kostnader for grunnvannsundersøkelser, kostnader for grunnvannsanlegg (nåverdi) og kostnader for alternative anlegg basert på rensing av overflatevann (nåverdi). Alle kostnadene er omregnet til pr. person tilknyttet de aktuelle forsyningsstedene.

Man skal være forsiktig med å trekke for vidtgående konklusjoner på et såpass spinkelt datagrunnlag, og det finnes sikkert eksempler på at grunnvannsanlegg har blitt dyrere enn overflateanlegg. Denne sammenligningen er derfor ikke et argument for at grunnvann bør benyttes for enhver pris, men poenget er å vise hvor viktig det er at grunnvann blir vurdert ved valg av ny vannkilde eller før det foretas store investeringer til rensing av eksisterende vannkilde.

Tabell 3 viser at totalkostnadene for grunnvannsanlegg varierer mellom 3200 og 12 000 kr. pr. person tilknyttet (1995-kroner), mens rensing av overflatevann hadde kostet mellom 4300 og 17800 kr. pr. person for de samme forsyningsstedene.

Fig. 2 viser kostnader for grunnvannsundersøkelser (se kap. 4), kostnader for grunnvannsanlegg og kostnader for alternative anlegg basert på rensing av overflatevann (se tabell 3). Alle kostnadene er omregnet til pr. person tilknyttet de aktuelle forsyningsstedene.

Tabell 4 viser henholdsvis veid gjennomsnitt, middelv verdi og medianverdi for kostnader for grunnvannsundersøkelser, kostnader for grunnvannsanlegg og besparelser ved grunnvannsanlegg kontra anlegg basert på overflatevann. Alle kostnadene er pr.person.

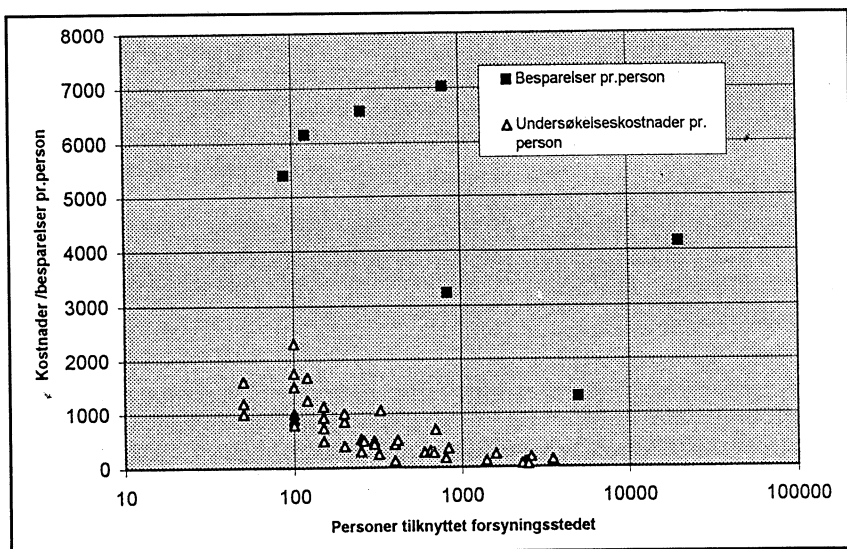
Kostnadene for et grunnvannsanlegg er mest avhengig av grunnvannsforekomstens beliggenhet i forhold til eksisterende ledningsnett, og dernest av nødvendig vannbehandling. Ved flere av grunnvannsanleggene i tabell 3 (f.eks.

Tabell 4: Gjennomsnitt, middelerdi og medianverdi for kostnader for grunnvannsundersøkelser, kostnader for grunnvannsanlegg og besparelser ved grunnvannsanlegg kontra anlegg basert p& overflatevann. Alle kostnadene er omregnet til pr.person.

	Veid gj. snitt	middel- verdi	median- verdi
Undersøkelseskost. i kr.pr. person (47 forsyningssteder)	280	740	520
Kostnader for grunnvannsanlegg i kr. pr. person (9 stk)	4030	6856	7529
Besparelser i kr. pr. person for grunn- vann kontra overflatevann (7 stk)	3716	4862	5400
Undersøkelseskostnader i forhold til kostnader til grunnvannsanlegg (i %)	6.9	10.8	6.9
Undersøkelseskostnader i forhold til besparelser (i %)	7.5	15.2	9.6

Snåsa v.v., Oppdal komm. v.v og Grong v.v), utgjør kostnadene til framføring av vannet (vannledning + pumpestasjoner) til hovedvannledning/høydebas-seng hoveddelen av totalkostnadene. For Oppdal vannverk med et dim. vannforbruk på 66 l/s er det regnet med en overføringsledning på 7.4 km, men li-kevel blir grunnvannsalternativet ca. 6.5 mill. kroner rimeligere. I GiN-vei-leder nr. 4 (Finsrud, 1990) er det gjort beregninger av transportavstanden til grunnvannet for å få samme nåverdi som direktefiltrering. I følge Finsrud gir en ca. 6.3 km lang overføringsled-ningen for grunnvann samme nåverdi som et anlegg basert på direktefiltre-ring av overflatevann med en dim. vann-mengde på 66 l/s.

Figur 2 og tabell 4 viser at kostnadene til grunnvannsundersøkelser i gjennom-snitt utgjør 7-12 % av totalkostnadene til et grunnvannsanlegg. For små an-legg vil ofte grunnvannsundersøkelse-ne koste opptil 20 % av totalkostnade-ne, særlig der brønnboring inngår i grunnvannsundersøkelsene, mens for større anlegg (over 1000 personer) vil de gjerne ligge under 3 % av totalkost-nadene. For Osen og Strand v.v, Snåsa vannverk og Åsegg vannverk er kost-nadene til grunnvannsundersøkelsene henholdsvis 3 %, 5 % og 6 % av bereg-net nåverdi for totalkostnadene på grunnvannsanleggene. De totale bespa-relsene ved å benytte grunnvann i for-hold til overflatevann for de 7 vannver-kene er beregnet til ca. 100 mill. kr.



Figur 3 Besparelser (7 anlegg) og undersøkelseskostnader (47 forsyningssteder) plottet mot antall personer tilknyttet forsyningsstedet.

Besparelsene varierer mellom 1300 og 7000 kr/person, med 4865 kr/person i middelverdi (tar ikke hensyn til vannverkets størrelse), 3716 kr/person som veid gjennomsnitt (totale besparelser/totalt antall personer som forsynes fra de 7 vannverkene) og 5400 i medianverdi.

Figur 3 viser besparelser og undersøkelseskostnader pr. person som funksjon av størrelsen på forsyningsstedet.

Det virker som besparelsene pr. person er størst for de små anleggene, slik at selv om undersøkelseskostnadene er relativt store for små anlegg er gevinsten med å bruke grunnvann fremdeles stor.

Sammenligninger av kostnadene av grunnvannsundersøkelser med besparelser ved bruk av grunnvann pr. person viser i grove trekk at en investering i

grunnvannsundersøkelser gir i gjennomsnitt 7-13 ganger investert beløp i besparelser alt etter hvilken måte man regner på.

Til sammen er det i Trøndelag påvist sikre grunnvannsressurser som kan forsyne 45 forsyningssteder og ca. 25 000 personer. Ut fra antall anlegg som er bygd, under bygging eller under planlegging/utredning, kan man anta at ca. 15 000 av disse vil forsynes med grunnvann. Med besparelser i størrelsesorden 4000 kr pr. person gir dette totale besparelser på ca. 60 mill. kroner for en investering i grunnvannsundersøkelser på knapt 9 mill. kroner.

I tillegg til forbedret vannforsyning til de enkelte husholdninger har bedre vannforsyning til reiselivs- og næringsmiddelbedrifter (inkl. melkeprodusenter) stor betydning. På forsyningssteder

med sikker påvisning av grunnvannsforekomster er det registrert næringsmiddel- og reiselivsbedrifter med en samlet omsetning i størrelsesorden 300-500 mill. kr. og med en sysselsetting på 500-800 årsverk. Selv om tallene er usikre viser de at salgsbegrensninger p.g.a. dårlig vannkvalitet kan få store økonomiske konsekvenser og betydning for sysselsettingen i disse næringene. Andre økonomiske verdier av grunnvannsundersøkelsene som er vanskelig å tallfeste er verdien av en generell kartlegging av grunnvannsressurser som ikke er aktuell for bruk i dag, men som har stor betydning for kommunal planlegging (arealplaner, hovedplan vannforsyning etc.), i beredskaps-sammenheng eller som reservevannkilde.

Litteratur

- Bredesen, O. 1992: Plan for utbedring av vannforsyningen til Snåsa sentrum, Sørbygda og Øverbygda i Snåsa kommune. Hovedoppgave ved institutt for Vassbygging, Universitetet i Trondheim, Norges tekniske høyskole.
- Bredesen, O. og Skullerud, E. 1992: Grunnvannsforsyning på Oppdal Prosjektoppgave ved institutt for Vassbygg. Universitetet i Trondheim, Norges tekniske høyskole.
- Finsrud, R., 1990: Grunnvann: Planlegging - Økonomi. GiN-veileder nr. 4. NGU.
- Finsrud, R., 1990: Grunnvannsanlegg - Eksempler. GiN-veileder nr. 5. NGU.
- Folkehelsa, 1992: Resultater fra Driftsoppfølgingsprogrammet (DOP) på vassverk i Nord-Trøndelag.
- Folkehelsa, 1992: Resultater fra Driftsoppfølgingsprogrammet (DOP) på vassverk i Sør-Trøndelag.
- Fylkesmannen i Nord-Trøndelag, 1990: Fylkesmannens vassverksregister.
- Hilmo, B. O., 1992: Grunnvann i Nord-Trøndelag fylke. NGU Rapport 92.167.
- Hilmo, B. O., 1993: GiN fase 2, Nord-Trøndelag og Fosen. Vann, 4 - 1993, 402-407.
- Hilmo, B. O., 1995: Grunnvann i Nord-Trøndelag og Fosen, sluttrapport for oppfølgende grunnvannsundersøkelser i perioden 1990-1994. NGU Rapport 95.038
- Soldal, O, 1992 Grunnvatn i Sør-Trøndelag fylke. NGU Rapport 92.166
- Sosial- og helsedepartementet, 1995: Forskrifter om vannforsyning og drikkevann m.m.
- Sæther O., Reimann C., Hilmo, B. O. and Taushani, E., 1995: Chemical composition of hard and softrock groundwaters from central Norway with special consideration of fluoride and Norwegian drinking water limits. *Environmental Geology* 26: 147-156.
- Thorsen, T., 1995: Membranfiltrering av humusvann - prinsipp, anlegg og erfaringer. Innlegg på fagtreff i Norsk Vannforening 28 august 1995. Publ. i Vann nr. 4, 1995.