



NORGES VASSDRAGS- OG ELEKTRISITETSVESEN

VASSDRAGSDIREKTORATET
HYDROLOGISK AVDELING

**GRUNNVANNSUNDERSØKELSER
I ØVRE EIDFJORD**

Oppdragsrapport

1 - 78



NORGES VASSDRAGS- OG ELEKTRISITETSVESEN

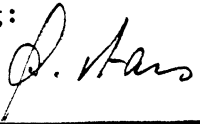
**VASSDRAGSDIREKTORATET
HYDROLOGISK AVDELING**

**GRUNNVANNSUNDERSØKELSER
I ØVRE EIDFJORD**

Eivind Berg

**Oppdragsrapport
1 - 78**

Rapportens tittel: <i>GRUNNVANNSUNDERSØKELSER I ØVRE EIDFJORD</i>	Date: 1978-07-20 Rapporten er: Åpen Opplag: 100
--	---

Saksbehandler/Forfatter: Eivind Berg Grunnvannskontoret	Ansvarlig: Ø. Aars 
---	---

Oppdragsgiver: <i>STATSKRAFTVERKENE</i>
--

Konklusjon:

Grunnvannsundersøkelsene i Øvre Eidfjord viser at vannføringen i Bjoreio og Veig bestemmer grunnvannets nivå i området. Grunnvannstanden varierer meget ensartet på området og viser at det er et sammenhengende grunnvannsmagasin med innstrømning fra Bjoreio og Veig. På nedre del av området er grunnvannets hovedstrømsretning rettet mot Eidfjordvatn og er parallell med Bjoreio og Veig.

Reguleringen av Bjoreio i forbindelse med Eidfjordutbygningen vil i middel for året senke grunnvannets nivå ca. 40-90 cm. En regulering av Veig vil medføre senket grunnvannstand for områdene langs denne elven på ca. 90-125 cm i middel for året. Senkningen gjelder grunnvannets mediannivå beregnet på grunnlag av data for en 30 års periode. Senkningen blir størst øverst på området og helt ned mot Eidfjordvatnet blir senkningen mindre enn tallene ovenfor. På grunn av topografiske og geologiske forhold har Veig et noe større influensområde vedrørende grunnvannsmagasinet enn Bjoreio. Grunnvannsundersøkelsene vil fortsette en tid etter reguleringen av Bjoreio er gjennomført.

FORORD

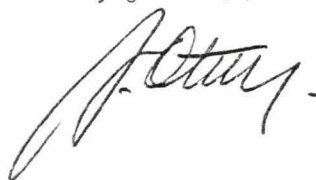
Grunnvannskontoret har forestått grunnvannsmålinger i Øvre Eidfjord fra desember 1969. Undersøkelsene er foretatt i forbindelse med Eidfjordutbyggingen som medfører regulering av Bjoreio og i forbindelse med planene for utbygging av Veig. De første undersøkelsene gikk fram til august 1971 og er behandlet i rapport nr 2/72 "Eidfjordverkene. Grunnvannsundersøkelser i Øvre og Nedre Eidfjord".

Grunnvannsmålingene ble tatt opp igjen i mars 1972 og de ble dessuten utvidet i mars 1976. I denne rapporten er måledataene dokumentert ved geolimnigrammer og korrelasjonsdiagrammer. Det er foretatt beregninger av vannstandens nivå under bakken og dens variasjonsnivå. Videre er det foretatt korrelasjons- og regresjonsberegninger mellom vannstander.

Med grunnlag i de beregnede regulerte vannføringer i Bjoreio og Veig, har en beregnet reguleringenes virkning på grunnvannstanden av Bjoreio-reguleringen alene og den samlede virkning av både Bjoreio og Veig reguleringen.

Observasjonene vil fortsette en tid etterat reguleringen av Bjoreio er foretatt slik at det vil være grunnlag for å kontrollere de beregningene som er gjort. Rapporten er skrevet på oppdrag fra Statskraftverkene SBS.

Oslo, juli 1978

A handwritten signature in dark ink, appearing to be 'J. Otter', is written below the date.

1	INNHold	Side
1	Innledning - Problemstilling	3
2	Generelt om grunnvann i løsmasser	4
3	Faktorer som påvirker grunnvannsforholdene i Øvre Eidfjord	7
	3.1 Topografiske forhold	7
	3.2 Geologiske forhold	7
	3.3 Meteorologiske og hydrologiske forhold	8
4	Analyse av grunnvannsundersøkelsene i Øvre Eidfjord	11
	4.1 Opplegget av grunnvannsundersøkelsene.	11
	4.2 Vannstandsvariasjonen i Bjoreio, Veig og Eidfjordvatn	13
	4.3 Grunnvannstandens nivå og variasjonsområde ved de enkelte målepunktene.	17
	4.3.1 Kommentar til geolimnigrammene	17
	4.3.2 Kommentar til korrelasjonsberegningene.	28
	4.3.3 Korte kart over grunnvannstander	34
5	Bjoreios og Veigs virkning på grunnvannstanden i Øvre Eidfjord.	36
	5.1 Virkningen på grunnvannstanden av en regulert vannføring i Bjoreio	37
	5.2 Virkningen på grunnvannstanden av en regulert vannføring i Bjoreio og Veig.	43
6	Bjoreios og Veigs influensområder.	49
7	Sammendrag.	50

1 INNLEDNING - PROBLEMSTILLING

I forbindelse med planer for bygging av Eidfjordverkene har Grunnvannskontoret fra desember 1969 foretatt grunnvannsundersøkelser i Øvre Eidfjord. De første undersøkelsene gikk fram til august 1971. Resultatene fra denne måleperioden er behandlet i rapport nr 2/72 "Eidfjordverkene. Grunnvannsundersøkelser i Øvre og Nedre Eidfjord".

I mars 1972 ble grunnvannsmålingene tatt opp igjen for noen målepunkter og i mars 1976 ble undersøkelsene utvidet med etablering av 12 nye målepunkter samtidig som målinger ble satt i gang i noen av de gamle punktene. To av de målepunktene som ble etablert i 1976, er utstyrt med limnigraf for kontinuerlig registrering av vannstanden. For de øvrige målepunkter, ble det etter de sakkyndiges ønske foretatt meget hyppige målinger med inntil 2 målinger i døgnet i flomperioder. Måleprogrammet ble derfor meget omfattende og i april 1977 ble det i samråd med de sakkyndige, foretatt en analyse av observasjonsmaterialet for om mulig å komme fram til et enklere måleprogram. Det viste seg at grunnvannstanden ved flere av målepunktene varierte meget ensartet og observasjonene ble derfor begrenset til 6 målepunkter fra våren 1977 med målinger en gang pr. uke som hovedregel. Etter ønske fra de sakkyndige vil det bli foretatt daglige målinger ved inntredende vårflom i mai og juni og så lenge denne type flom varer.

Det er meningen at dette måleprogrammet skal følges inntil Bjoreio blir regulert. Når nevnte regulering av Bjoreio er foretatt, vil det være nødvendig å foreta målinger i endel av de gamle målepunktene for å få full oversikt over reguleringsens virkning på grunnvannstanden. Videre vil eventuelle planer for utbygging av Veig være av interesse for det videre måleprogrammet.

I følge bestilling av 9.2.1978 på rapport om grunnvannsundersøkelser i Øvre Eidfjord fra Statskraftverkene vil denne rapporten inneholde:

1. Dokumentasjon og generell behandling av måldedata fram til årsskifte 1977/78.
2. Om mulig skille ut Bjoreios og Veigs influensområder.
3. Ut fra data for regulert vannføring, finne fram til virkningen ved Bjoreio-reguleringen alene og den samlede virkning av Bjoreio og Veig reguleringen.

For å gi et noe fyldigere bakgrunnsmateriale for de konklusjoner en trekker, har en valgt å ta med endel generelle betraktninger om geohydrologiske forhold.

2 GENERELT OM GRUNNVANN I LØSMASSEN

Grunnvann i løsmasser defineres som det vann som ligger mellom grunnvannspeilet og underliggende tette lag. I grunnvannssonen vil derfor alle porene i jorda være fylt med vann, og betegnes som mettet sone. I områder med mektige løsmasseavsetninger kan det derfor være store grunnvannsmagasin, mens det i områder med relativ liten dekning av løsmasser over fjellet og hvor topografien er vekslende, vil det gjerne dannes flere små grunnvannsmagasin. Grunnvannsforholdene er således bestemt av geologiske, topografiske, hydrologiske og klimatologiske forhold og forløp.

For å karakterisere grunnvannstilstanden på et sted, er det ofte tilstrekkelig å måle avstanden fra bakken og ned til grunnvannspeilet. Denne avstanden benevnes gjerne stedets grunnvannstand. I andre tilfelle, som f.eks. når grunnvann skal nyttes til vannforsyning, er det viktig å kjenne løsmassenes evne til å lagre og lede vann. Løsmassenes evne til å lagre vann angis med massens porøsitet eller magasinkoeffisient og dens evne til å lede vann angis med permeabilitet eller transmissivitet.

Grunnvann inngår som endel av det hydrologiske kretsløp. Tilførsel av vann til grunnvannsmagasinene skjer ved infiltrasjon av overflatevann - enten direkte fra nedbør eller med tilskudd fra vassdrag. Nedbøren må passere den umettede sone dvs. løsmassene over grunnvannspeilet, før det når grunnvannsmagasinet. Vannet i den umettede sone kalles markvann og vannforholdene i denne sonen har stor betydning for infiltrasjon av nedbør ned til grunnvannssonen. Når en skal vurdere grunnvannsforholdene på et sted, må en derfor ta med i betraktningen den umettede sone og markvannsforholdene. Dette kan ofte gjøres ut fra kunnskaper til løsmassenes sammensetning og grunnvannstanden under terrengnivået.

Tilskudd til grunnvannsmagasinene fra vassdragene kan skje ved direkte innstrømning. Slik innstrømning kan skje både i vassdragets bunn og sider slik at innstrømningsflåten blir stor. Dette fører til at store mengder vann kan strømme inn i grunnen og gi relativt raske endringer i grunnvannstanden. På tilsvarende måte vil avstrømningen fra grunnvannsmagasinene til vassdragene foregå over de samme arealer men med motsatt strømningsretning.

Det er vannets potensial (energitilstand) som avgjør vannets strømningsretning. Vi kan få oversikt over grunnvannets strømningsretning langs våre vassdrag ved å kartlegge grunnvannspeilets nivå. I området med lite ensartete løsmasser, vil slike undersøkelser bare kunne gi grunnvannets hovedstrømsretning.

Langs elver med stort fall vil det ofte være gode infiltrasjonsmuligheter med grove materialer på enkelte strekninger som gir mulighet for innsig av mye vann til grunnvannsmagasinet. I slike tilfeller vil en ofte finne en grunnvannstrømning nærmest parallelt med elva. Langs elver med stort fall, kan det derfor ligge flere inn og utstrømningsområdet til grunnvannsmagasinet. Grunnvannsmagasinet vil også kunne minskes ved transport av vann oppover til vegetasjonen og den umettede sone. Også denne vannstrømmen blir bestemt av potensialforskjeller. Den totale avdunstning er en sammensatt prosess hvor vann overføres fra marken til luften, dvs. fordunstning pluss transpirasjon fra planter. Denne prosess kalles evapotranspirasjon og er ca. 300-400 mm pr. år for lavere deler av Øst- og Vestlandet. Dette er vann som kommer fra markvann- og grunnvannsmagasinet.

Som bakgrunnsmateriale for de konklusjoner som trekkes i denne rapporten har en valgt å ta med litt elementær teori om grunnvannstrømningen. Gjennomsnittlig strømhastighet ved laminær strømning, blir angitt ved

$$v = k \cdot i \quad (1)$$

der k er permeabilitetskoeffisienten og i er gradienten eller grunnvannspeilets fall pr. lengdeenhet. Vannføringen Q gjennom et areal A i tiden t blir lik

$$Q = k \cdot i \cdot A \cdot t \quad (2)$$

Ligningene 1 og 2 må vanligvis nyttes i mer utviklet form for å løse praktiske problemer. Til orientering tar en med permeabilitetskoeffisienten for jordartsfraksjonene. Permeabilitetskoeffisienten er lik strømningshastigheten når gradienten er lik 1.

Grus	1	cm/sek	
Sand	$1-10^{-3}$	"	
Silt	$10^{-3}-10^{-6}$	"	10^{-3} cm/sek = 0,864 m/døgn
Morene	$10^{-4}-10^{-7}$	"	
Leir	$10^{-6}-10^{-9}$	"	10^{-7} cm/døgn = 3,15 cm/år

På grunnlag av ligningene 1 og 2 ser vi at det i tette jordarter vil kunne oppstå relativt store gradienter, dvs. sterkt hellende grunnvannspeil og i områder med grove materialer vil det bli slakere grunnvannspeil der strømningsarealet ikke er begrensingen. Løsmassenes beskaffenhet langs vassdraget er derfor av stor betydning når vi skal vurdere vassdragets virkning på grunnvannstanden. En har derfor god nytte av grunnundersøkelser men en kan også ut fra tolkninger av variasjonsmønsteret for grunnvannstanden skaffe seg opplysninger om grunnforholdene og dermed vurdere virkningen av vassdraget på grunnvannsforholdene.

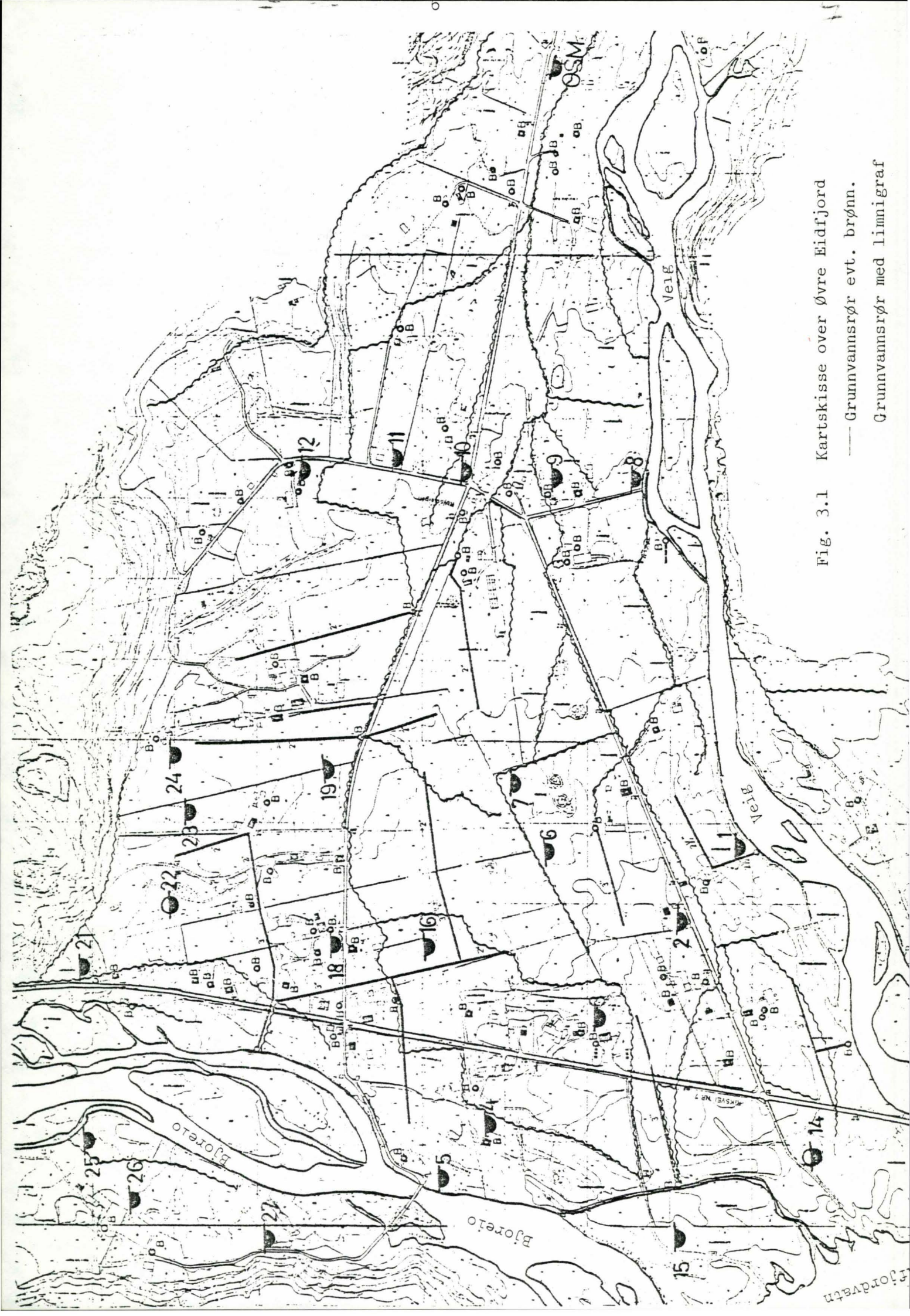


Fig. 3.1 Kartskisse over øvre Eidfjord

— Grunnvannsrør evt. brønn.

Grunnvannsrør med limnigraf

Porøsiteten er et mål for porevolumet i løsmassene og sier hvilken andel av det totale volum som kan fylles med vann. For renfraksjonene grus og grovsand er porøsiteten 30-40%, men blir mindre i blanding av fraksjonene. Videre vil endel vann bli holdt tilbake i små porer av kapilær krefter. Den effektive porøsiteten må derfor settes betydelig lavere. Langs vassdragene der løsmassene er noe sorterte vil den effektive porøsitet vanligvis ligge mellom 10 til 20%. Det vil igjen si at en grunnvannsenkning på 1 m på en flate på 1 m² vil føre til en netto avrenning på 0,1 - 0,2 m³ fra et totalt volum på 1 m³. I områder med store vannstandsendringer vil det derfor transporteres relativt store vannmengder til og fra grunnvannsmagasinet.

3. FAKTORER SOM PÅVIRKER GRUNNVANNSFORHOLDENE I ØVRE EIDFJORD

3.1 Topografiske forhold.

Det viktigste området for grunnvannsundersøkelser i Øvre Eidfjord ligger mellom nedre del av Bjoreio og Veig og ned mot Eidfjordvatn. Dessuten ligger et noe mindre område på nordsiden av Bjoreia ca. 800 m ovenfor elvemunningen. Det dyrka arealet er på vel 1000 dekar og det drives et relativt intensivt jordbruk med vatning fra vatningsveiten og røranlegg. Området er relativt tett befolket og vannforsyningen har vært basert på grunnvannsbrønner. Området er vist på fig. 3.1 der punktene for grunnvannsmålingene også er avmerket. Området mellom elvene heller ned mot Eidfjordvatnet. Langs de to elvene er terrenget tildels småkuppert med nye blokkmaterialer og elvene har skåret seg ned i terrenget. Øvre del av området, dvs. mot sør øst er området begrenset av en fjellformasjon. De laveste partiene ved Eidfjordvatnet ligger på kote ca. 20 m.o.h. mens områdene ved rør 22 ligger på kote 36,50 m.o.h. Langs Veig stiger terrenget noe høyere. Terrenghøyden ved rør 10 og 12 er ca 42 m.o.h. og det stiger videre sterkt oppover langs denne elven. Terrenget ved brønnen merket OSM ligger på nærmere 57 m.o.h.

3.2 Geologiske forhold

Løsmassene i området for grunnvannsundersøkelsene er i det vesentligste vannavsatte masser. Det øverste laget på ca. 2 m har betydelig innhold av stein og grov grus og er avsetninger fra Veig og Bjoreio fra den tid

elvene hadde et høyere nivå enn dagens elveløp. En stor del av området er idag oppdyrket mark. Under det relativt grove topplaget ligger et lag med grov grus og sand som også i det vesentligste er vannavsatt. Dette laget er noe sotert etter komstørrelsen og har gjennomgående god vannlednings evne. I øvre del av området mellom Veig og fjellformasjonen er laget noe tettere og består av fin sand.

Nederste del av løsmassene består muligens av morenematerialer.

Under nedsettingen av rørene i mars 1976, ble grunnforholdene notert.

Rør 14 og 15	0 - 2 m	grus
	2 - 7 m	grov sand
" 16	0 - 9 m	grov grus
" 18	0 - 5 m	stein/grus
	5 - 9 m	grov sand
" 19	0 - 2 m	stein/grus
	2 - 6 m	grov sand
	6 - 7 m	stein
	7 - 9 m	grus
" 21	0 - 2 m	stein
	2 -11 m	fin og grov sand
" 22	0 - 2 m	stein
	2 -10 m	fin sand
" 23	0 - 2 m	stein
	2 -11 m	fin sand
" 24	0 - 2 m	stein
	2 -10 m	fin sand
" 25	0 - 8 m	fin sand. Relativ tett
" 26	0 - 2 m	stein/grus
	2 - 5 m	grov sand
" 27	0 -3,5m	stein/grus
	3,5- 6 m	grov sand

Løsmassene er gjennomgående grove og har såvidt stor mektighet at vannet lett vil strøkke ut og inn. Ut fra disse forhold samt terrenget og elvenes fallforhold, vil en kunne vente raske og store endringer i grunnvannstanden.

3.3 Meteorologiske og hydrologiske forhold.

Nedbøren som faller direkte på området, vil ha liten betydning for grunnvannstanden. Det meste av nedbøren vil bli fanget opp av vegetasjonen og markvannsmagasinet. Løsmassenes permeabilitet er også

såvidt god at eventuell nedbør som infiltreres ned til grunnvannsmagasinet, lett vil føre til tilsvarende avstrømmning. Videre vil det heller ikke forekomme særlig transport av vann fra grunnvannsmagasinet og oppover til den umettede sone som følge av fordunstning og vegetasjonens vannforbruk. På en god del av området ligger grunnvannstanden såvidt dypt at vegetasjonen neppe får noe tilførsel av vann fra grunnvannsmagasinet. Løsmassene er også såvidt grove at det neppe gir grunnlag for at røttene vokser ned mot grunnvannstanden. Den kapilære ledningsevne vil også være begrenset til noen få cm i såvidt grove materialer som grus. Den intensive vanningen av jordbruksarealene tyder på at vegetasjonen ikke kan forsynes fra grunnvannsmagasinet. På de lavere delene ned mot Eidfjordvatnet ligger grunnvannstanden såvidt lavt under bakken at det kan foregå endel vertikal vanntransport. De meteorologiske forhold på selve området for grunnvannsundersøkelsene vil derfor være av liten betydning for grunnvannstanden og vil derfor ikke bli behandlet nærmere i denne rapport.

Det er de hydrologiske forhold i nedslagsfeltene for Veig og Bjoreio som er helt avgjørende for grunnvannsforholdene i Øvre Eidfjord. Vannstanden i elvene Bjoreia og Veig samt i Eidfjordvatnet blir derfor de faktorer som bestemmer grunnvannets nivå. For målepunktene på nordsiden av Bjoreia, vil det i deler av året forekomme tilsig fra siden men også her kan en vente at vannstanden i Bjoreia vil være av stor betydning.

For å vise vannstandsvariasjonene i Bjoreio, Veig og Eidfjordvatn er det tatt med pentademidler for normal perioden 1930-1960 for vannmerkene Viveli 877-0 i Veig og Eidfjordvatn 868-0. For 1523-0 Høel i Bjoreio gjelder pentademidlene for perioden 1968-76 jfr. fig. 3.2-3.4. Pentademidlene er tegnet for hydrologisk år. Medianen er midterste verdien mens 25% er lavere enn 1. kvartil og 25% av verdiene er høyere enn 3. kvartil. For Veig og Viveli er pentademidlene regnet ut for normalperioden 1930-60, mens for Bjoreio er perioden 1968-76 grunnlaget for utregning pentademidler. Figurene viser at det er store variasjoner i vannstanden fra år til år og at vannstanden ved de tre vannmerkene varierer etter samme mønster med lave vintervannstander og flomvannstander i mai-juni. Videre forekommer flomtopper i høstmånedene. I denne rapporten vil en til en viss grad benytte vannmerkene Høel i Bjoreio og Viveli i Veig i det disse har gått over en tildels langperiode

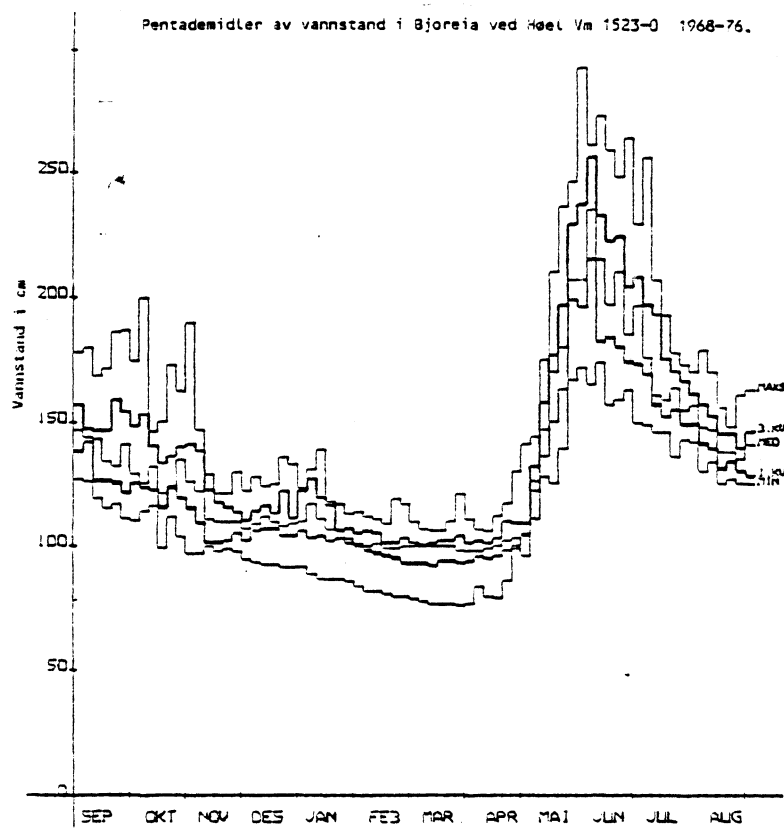


Fig. 3.2 Karakteristiske verdier av vannstander i Bjoreia ved Høel Vm 1523-0 for perioden 1969-76.

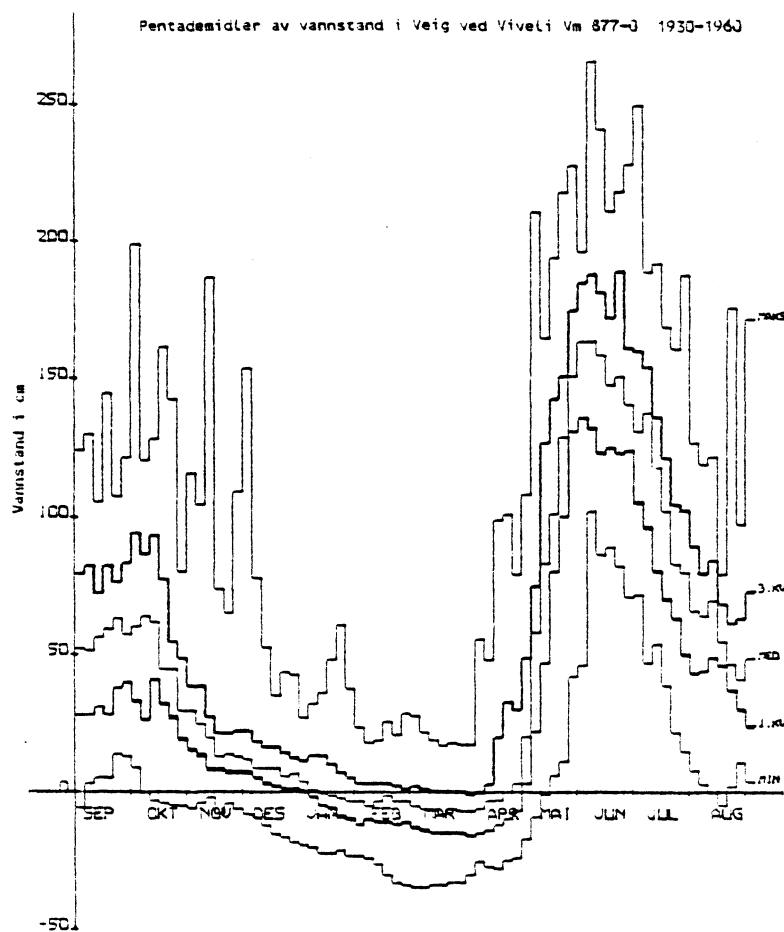


Fig. 3.3 Karakteristiske verdier av vannstanden i Veig ved Vivelv Vm 877-0 for perioden 1930-60.

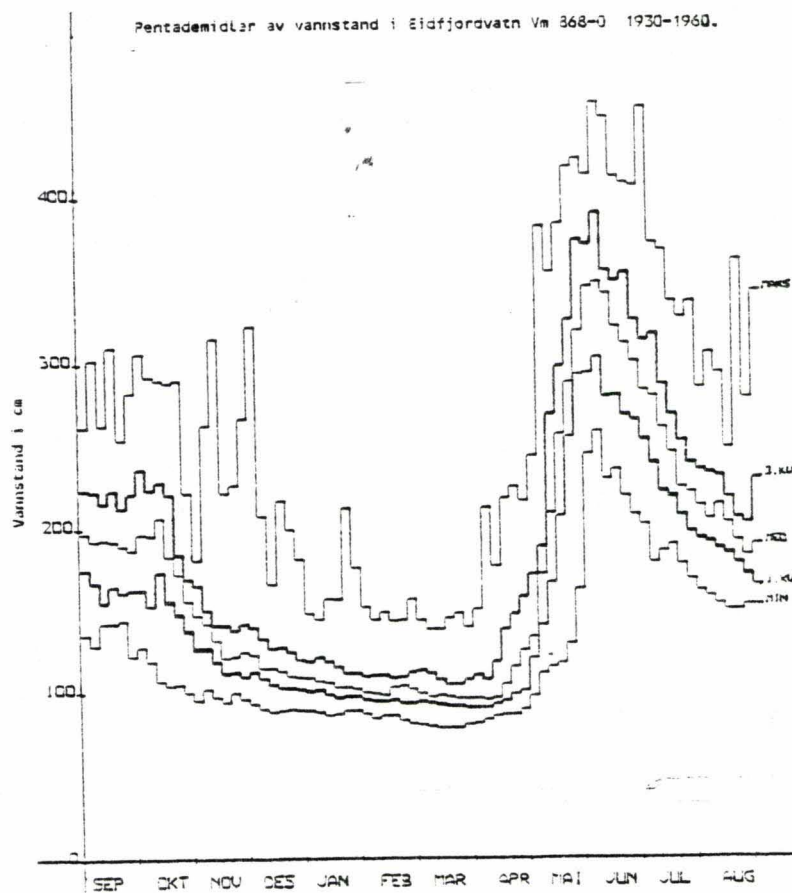


Fig. 3.4 Karakteristiske verdier av vannstanden i Eidfjordvatn Vm 868 for perioden 1930-60.

4 ANALYSE AV GRUNNVANNSUNDERSØKELSENE I ØVRE EIDFJORD

4.1 Opplegget av grunnvannsundersøkelsene.

Målepunktenes plassering er tegnet inn på kartskissen fig. 3.1. Grunnvannsrørene består av 5/4" rør med vanlig sandspiss. Rørene ble spylt etter nedsetting for å sikre gode strømningsforhold i rørs-spissen. Rørene har fungert meget godt i observasjonsperioden og observasjonstjenesten er utført som forutsatt. De punktene hvor det ikke er foretatt målinger etter 1971, vil ikke bli behandlet i denne rapporten. Disse er behandlet i rapport nr. 2/72 fra hydrologisk avdeling. For de øvrige målestedene er hele observasjonsperioden tatt med for å få så sikkert grunnlag som mulig.

Tabell 4.1 gir opplysninger om observasjonsperiode, referansepunktets kotehøyde og høyde over bakken. Rørenes dybder er målt fra rørets topp (referansepunktet).

Målepunkt	Observasjons- periode	Kote- høyde	Høyde. o.b.	Dybde
<u>Observasjonsrør</u>				
Rør 1	1969-1977	29,62	0,50	7,15
" 2	1969-1976	29,84	0,50	8,10
" 3	1969-1977	29,29	0,50	6,45
" 4	1969-1977	28,10	0,40	6,00
" 5	1969-1977	27,12	0,60	5,15
" 6	1969-1971	32,01	0,50	7,50
	1976-1977			
" 7	1969-1971	33,77	0,60	8,65
	1976-1977			
" 8	1969-1971	39,66	0,55	11,20
	1976-1977			
" 9	1969-1971	42,71	0,50	11,00
" 10	1969-1977	42,64	0,50	11,10
" 11	1969-1971	40,91	0,50	9,30
" 12	1969-1971	42,58	0,50	9,70
	1976-1977			
" 13	1970-1971	23,06	0,25	9,30
14 (limn)	1976-1977	22,51	1,04	7,43
15	1976-1977	21,83	0,42	7,02
16	1976-1977	33,40	0,60	9,05
18	1976-1977	34,25	0,65	9,00
19	1976-1977	37,19	1,16	9,05
21	1976-1977	40,53	0,60	11,00
22 (limn)	1976-1977	37,58	1,00	10,96
23	1976-1977	39,65	0,50	11,00
24	1976-1977	38,45	0,50	9,95
25	1976-1977	36,98	0,41	8,08
26	1976-1977	34,60	0,60	5,08
27	1976-1977	30,94	0,54	5,66
<u>Gardsbrønner</u>				
G.G.M.	1969-1971	27,26	0,20	5,50
G.L.	1969-1971	28,70	- 0,70	4,40
J.S.	1969-1971	35,41	0,15	7,30
T.S.	1969-1971	34,08	- 1,00	6,15
	1976-1977			
O.L.S.	1970-1971	38,92	0,60	10,70
G.H.	1969-1971	56,69	0,00	5,75
O.S.M.	1969-1977	56,89	0,00	5,50
O.V.	1970-1971	45,35	0,50	15,10
T.H.V.	1976-1977			
<u>Vannmerke</u>				
Øvre Veig	1969-1971	58,87	-	-
Nedre "	1969-1971	24,13	-	-
Øvre Bjoreio	1969-1971	ca. 52,00	-	-
Nedre " I	1969-1971	28,20	-	-
" " II	1976-1977	28,31	-	-

Tab. 4.1 Observasjonsperioder for målepunktene. Referansepunktene (målepunktene) kotehøyde og høyde over bakken. Rørets dybde

I forbindelse med målingene i 1970-71 ble det opprettet 2 midlertidige vannmerker i Bjoreio og Veig. I en periode i 1976 ble det dessuten målt ved et nytt midlertidig vannmerke i Bjoreio. Grunnvannsobservasjonene som er utført i Øvre Eidfjord har vist at det er meget godt samsvar mellom elvevannstandene og vannstanden i rørene. Det er vanskelig å få gode målinger for en lengre periode fra midlertidige vannmerker blant annet fordi det ikke er gode og stabile profiler. En vil derfor nytte grunnvannstanden i noen spesielle rør som referanse ved behandlingen av materialet. Til en viss grad vil en også nytte vannmerkene Høel 1523 i Bjoreio. Viveli 877 i Veig og 868 i Eidfjordvatn.

4.2 Vannstandsvariasjoner i Bjoreio, Veig og i Eidfjordvatn.

Limnigrammene fig 4.1 - 4.6 viser vannstandsvariasjonene for perioden 1970 - 1977. En ser at vannstanden har vært spesielt lav vinteren 1977 for alle vannmerker. Vinteren 1977 er derfor en periode som kan nyttes for å analysere hvilken virkning lave elvevannstander har på grunnvannsforholdene i Øvre Eidfjord. Videre er det målt lave vannstander ved Veig Vm 877 siste del av mars 1972, mens de øvrige vannmerkene viser forholdsvis høyere vannstand denne perioden og gjør at en må være forsiktig med å trekke konklusjoner på grunnlag av denne perioden.

Ved å sammenligne vannstandsforholdene vinteren 1977 ved de 3 nevnte vannmerkene med pentademidlene fig. 3.2-3.4 finner en at vannstanden mars 1977 bare lå 10 cm over laveste pentademiddel for normalperioden 1930-1960 for Viveli Vm 877 i Veig og for perioden 1968-76 for Høel Vm 1523 i Bjoreio.

Av limnigrammene kan en videre se at det har forekommet høye vannstander i 1971, 1973, 1975 og i 1976. Grunnvannsmålingene har derfor foregått i en periode med nærmest like store vannstandsvariasjoner som er karakteristiske for normalperioden 1930-1960. Selve årene 1976-77 viser det vesentligste av variasjoneområdet for normalperioden 1930-60. Grunnvannsmålingene er derfor representative for de vannstandsvariasjoner som kan forventes å forekomme i en periode på nærmere 30 år.

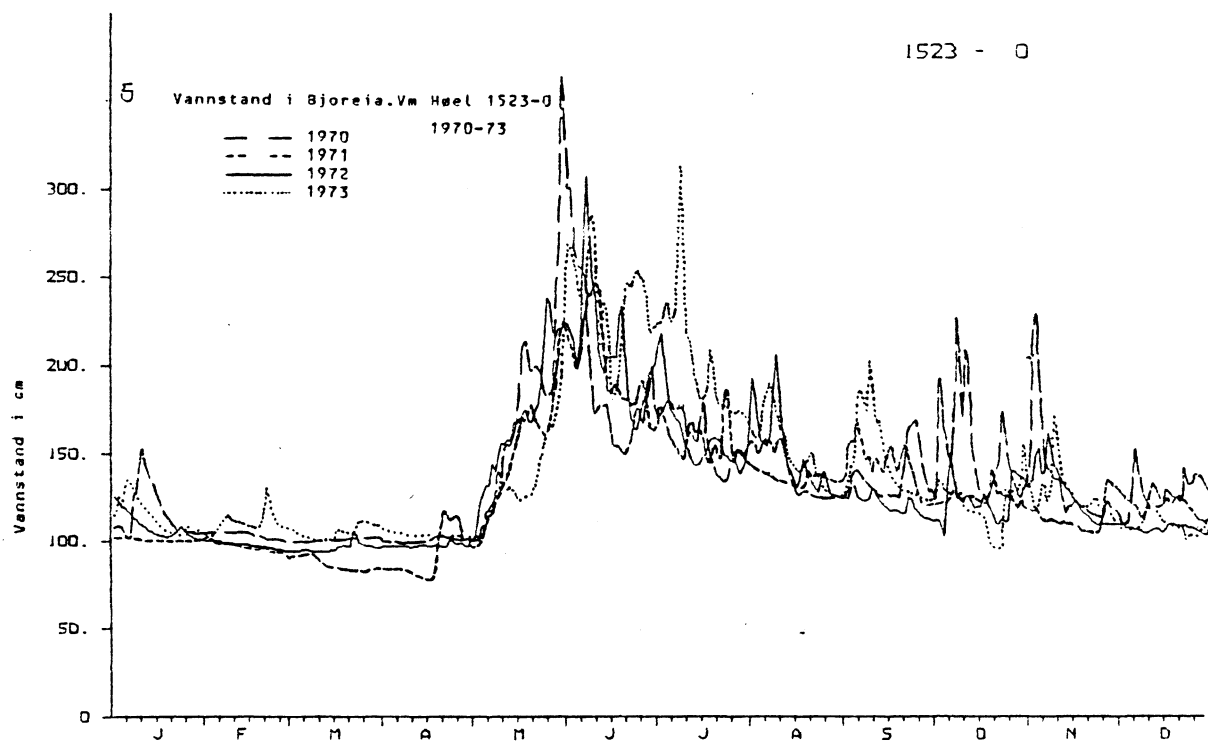


Fig. 4.1 Limnigram for Bjoreio ved Høel Vm 1523 for 1970-73.

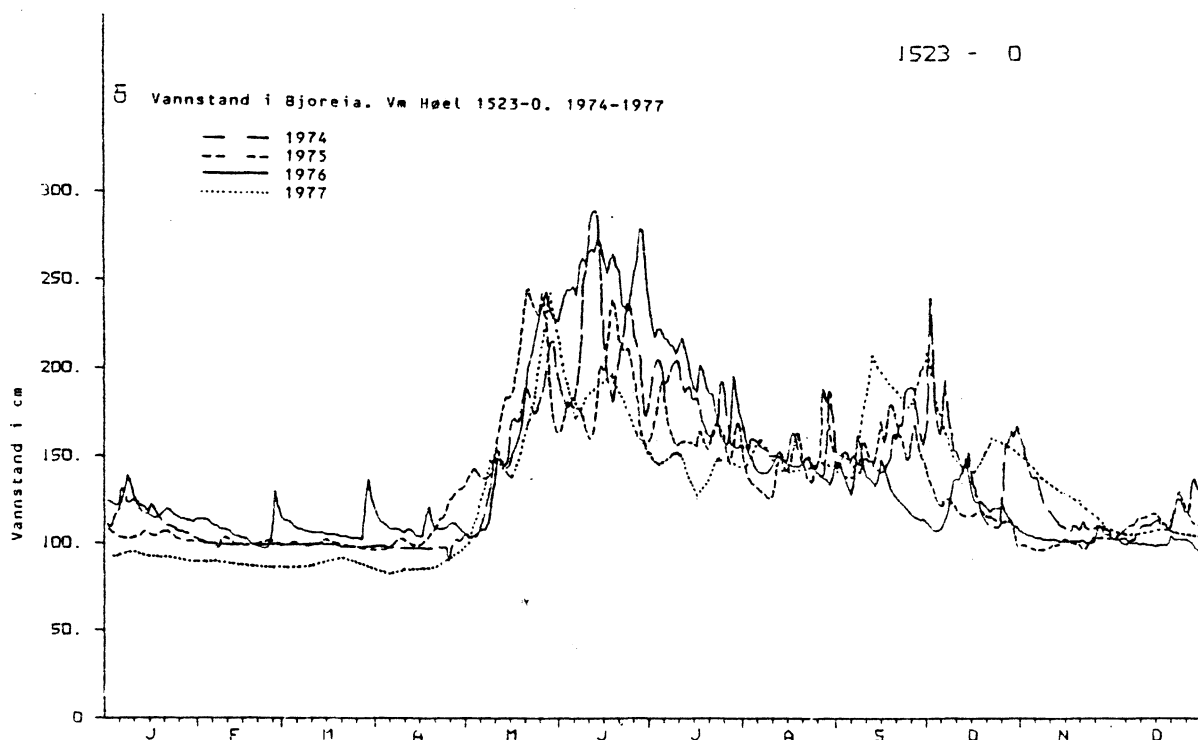


Fig. 4.2 Limnigram for Bjoreio ved Høel Vm 1523 for 1974-77.

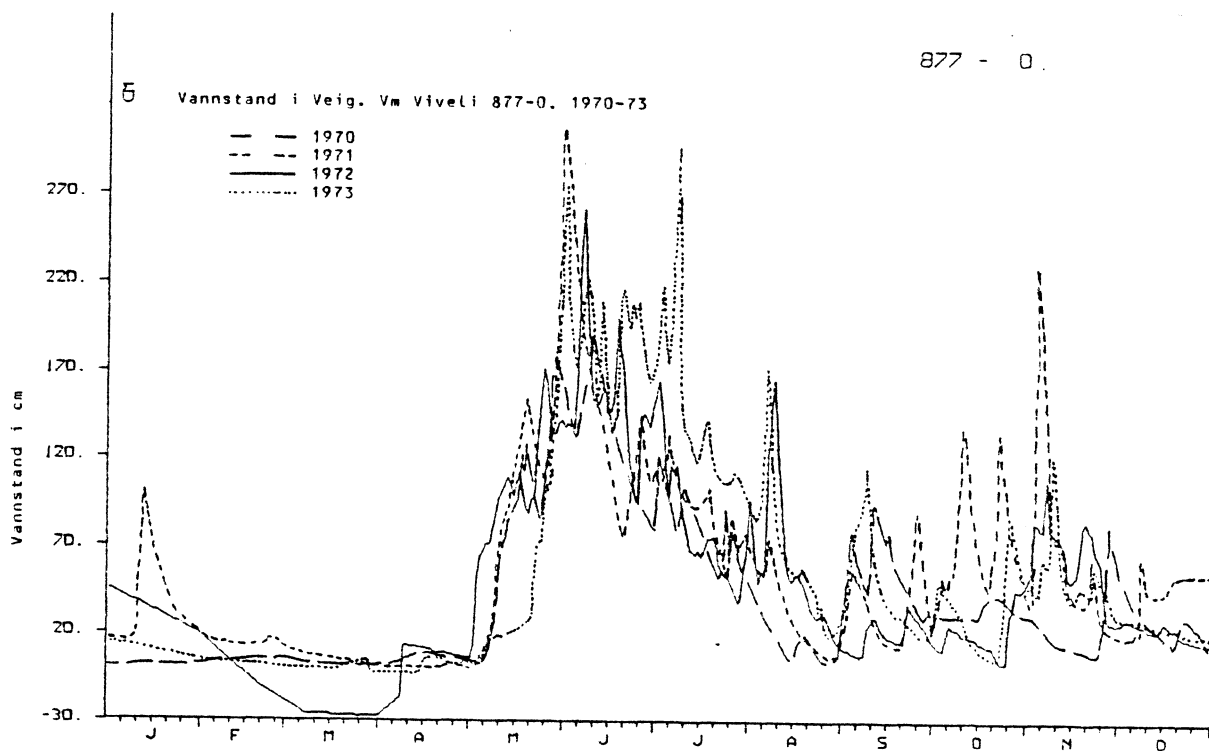


Fig. 4.3 Limnigram for Veig ved Viveli Vm 877 for 1970-73.

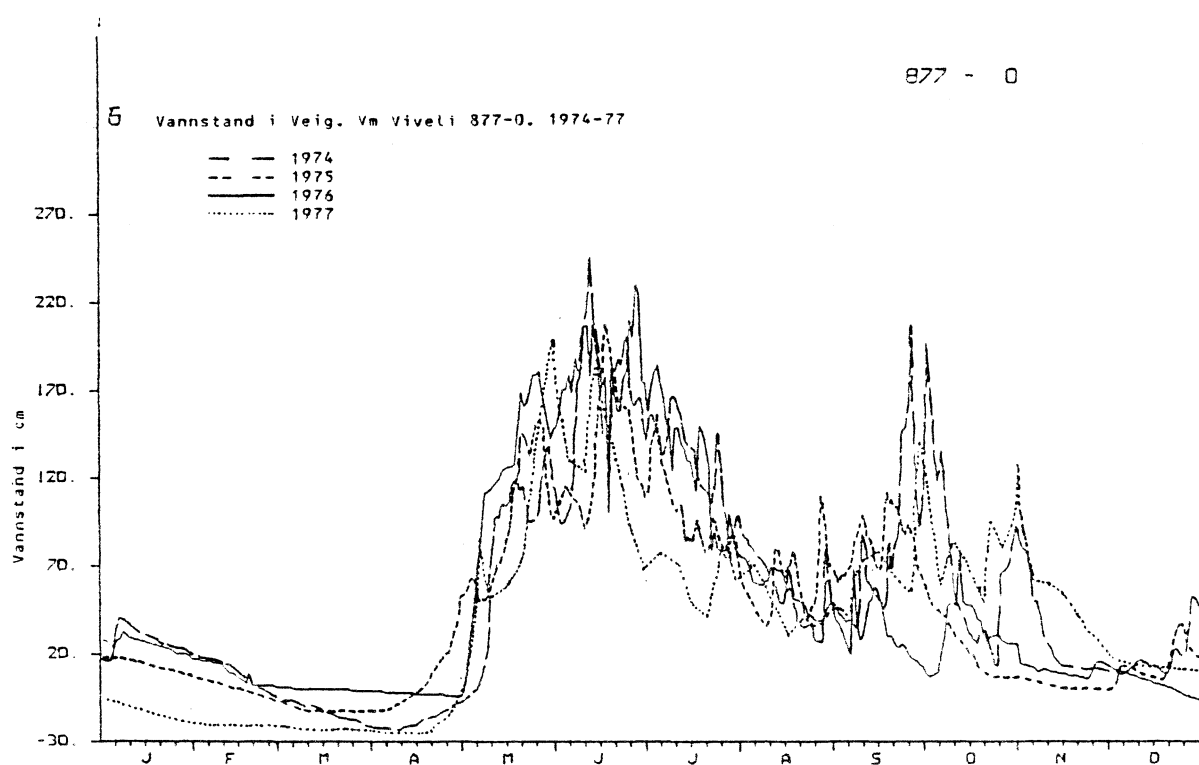


Fig. 4.4 Limnigram for Veig ved Viveli Vm 877 for 1974-77.

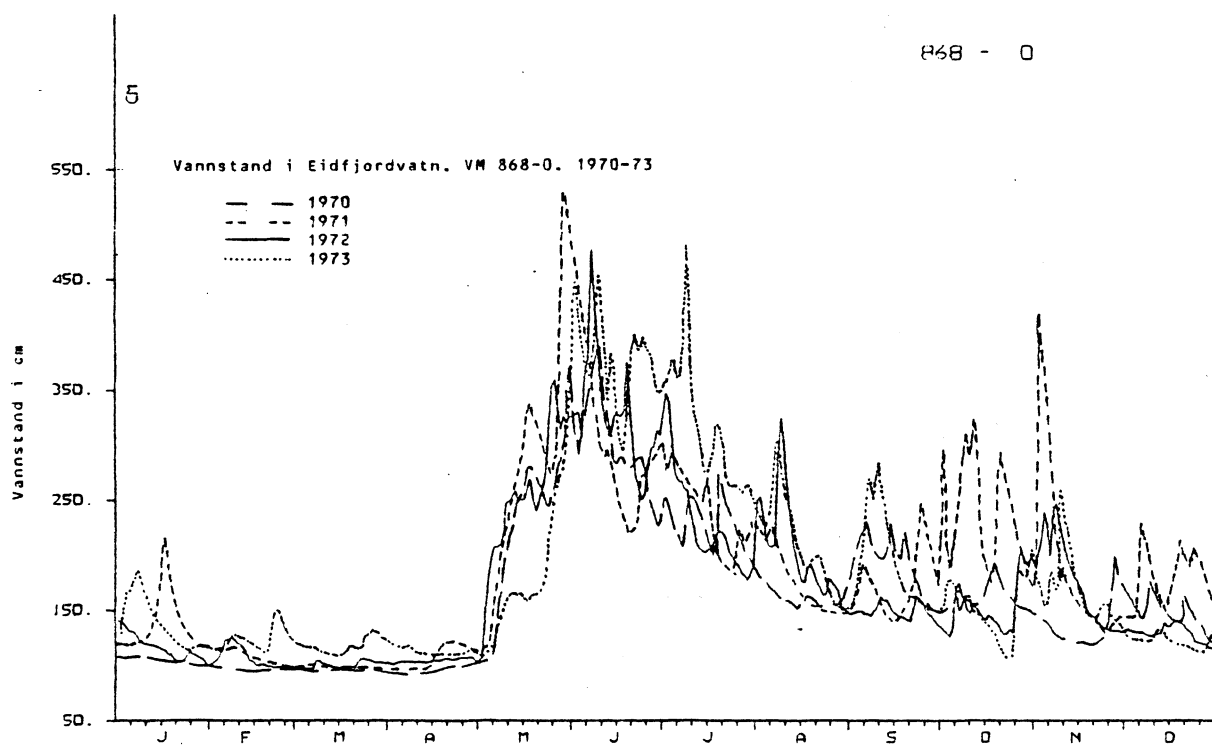


Fig. 4.5 Limnigram for Eidfjordvatn Vm 868 for 1970-73.

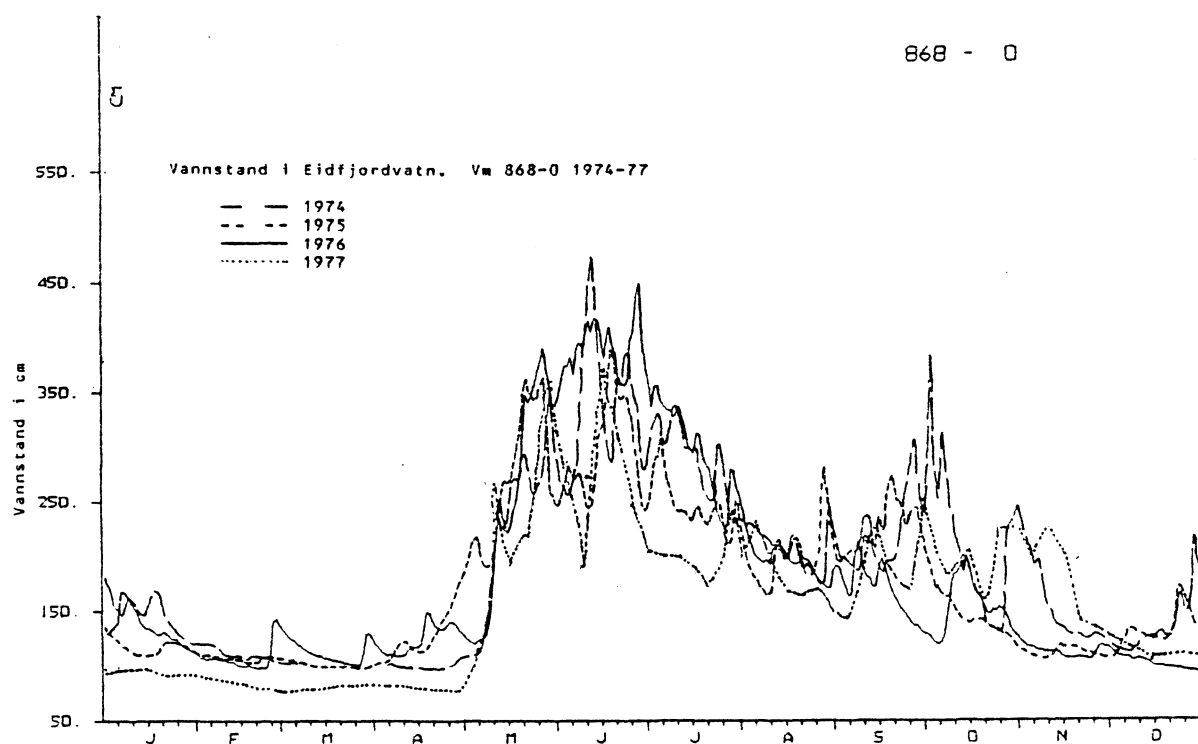


Fig. 4.6 Limnigram for Eidfjordvatn Vm 868 for 1974-77.

4.3 Grunnvannstandens nivå og variasjonsområde ved de enkelte målepunkter.

Grunnvannstandens nivå og variasjonsområde er av stor betydning for utnyttning av grunnvannet. En får lett oversikt over disse faktorer fra geolimnigrammene som viser vannstanden under bakken som funksjon av tiden. Geolimnigram for flere år er tegnet inn i samme diagram og de forskjellige årene er skilt fra hverandre med ulike symboler. På noen av diagrammene er det tegnet inn limnigram for 8 år for å vise grunnvannstandenes variasjonsområde og variasjonsmønster. Av plasshensyn er diagrammene forminsket så vidt mye at det kan være vanskelig å ta ut eksakte vannstander for bestemte tidspunkt. Alle målte vannstander er imidlertid lagret på EDB og data kan lett fremskaffes ved henvendelse til Grunnvannskontoret, Hydrologisk avdeling.

Det er videre tegnet korrelasjonsdiagram og foretatt korrelasjonsberegninger mellom vannstandene i enkelte rør. I disse beregningene har en benyttet vannstandene i rørene 10, 14 og 22 som referanserør da datagrunnlaget er best for disse. Det er foretatt regresjonsberegninger for å finne fram til enkle relasjoner mellom vannstandene i referanserørene og de øvrige målestedene. Disse likningene gjelder bare for de vannstandsvariasjoner som har forekommet. Ved vurdering av materialet er det viktig å benytte korrelasjonsdiagrammene. Korrelasjonskoeffisientene er tildels meget høye. Observasjonene fra de enkelte målepunktene er imidlertid ikke normal fordelt, men har en viss overvekt av høye vannstander. Grunnvannstanden har dessuten stort variasjonsområde for de aller fleste målepunkter. Av disse grunner er det viktig å nytte korrelasjonsdiagrammene under vurdering og ikke bare legge vekt på korrelasjonskoeffisienten.

Rør 10 og rør 22 ligger i områder hvor en kan forvente at vannføringen i henholdsvis Veig og Bjoreio er av avgjørende betydning for grunnvannstanden. En vil derfor søke å finne sammenhengen mellom vannstanden i elvene og i disse rørene.

4.3.1 Kommentar til geolimnigrammene.

Rør 14 og 15 ligger nærmest Eidfjordvatn - ca. 150 m fra vannkanten. Et sideløp av Bjoreio går mellom rørene. Grunnvannsobservasjonene i disse rørene startet i 1976. Rør 14 er utstyrt med limnigraf og det er døgnets middelvannstand som er tegnet opp i limnigrammet. Vannstandsvariasjonen i rørene er ført opp i tabell 4.2. Vinterperioden viser i det vesentlige vannstanden i desember-mars og for sommerperioden er vannstanden i mai-august ført opp. Grensene for variasjonsområdet er tildels noe avrundet

men en har tatt med de absolutt laveste og høyeste verdiene.

Tab. 4.2 variasjonsområdet i m under bakken

	Totalt	Vinter	Sommer
Rør 14	0,36-2,10	1,50-2,10	0,36-1,00
Rør 15	0,03-1,86	1,30-1,86	0,03-0,80

Vannstanden i rør 14 og 15 er relativt høye fra midten av mai til midten av juli. De viser så en svakt synkning utover.

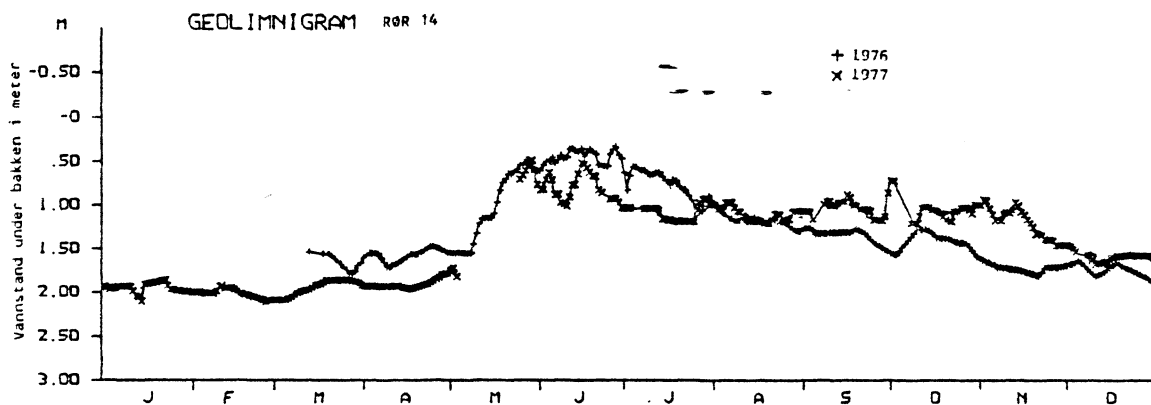


Fig. 4.7 Geolimnigram for rør 14.

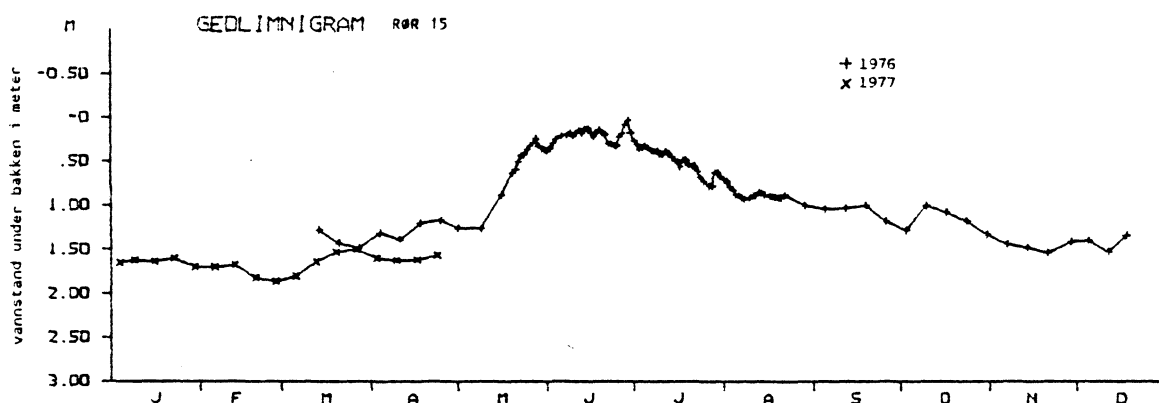


Fig. 4.8 Geolimnigram for rør 15.

Rørene 1, 2, 3, 4, og 5 ligger på linje mellom Bjoreio og Veig, ca 450 m fra Eidfjordvatnet. Rørene 1-4 viser større vannstandsvariasjoner enn rørene 14 og 15. Rør 5 som ligger ved Bjoreio viser små variasjoner. Variasjonene er ført opp i tabell 4.3.

Tab. 4.3 Variasjonsområdet i m under bakken

	Totalt	Vinter	Sommer
Rør 1	1,21-5,05	3,00-5,05	1,21-3,50
" 2	2,00-5,20	4,00-5,20	2,00-4,10
" 3	1,30-4,64	3,00-4,64	1,30-3,30
" 4	1,25-3,82	2,80-3,82	1,25-2,90
" 5	-0,07-1,83	1,10-1,83	-0,07-1,20

Rør 2 ble ikke observert i 1976/77 og vannstanden vinteren 1977 lå ca. 0,50 m lavere enn det som er ført opp o tab. 4.3. Variasjonene i disse målepunktene er raske og vannstanden når en topp i begynnelsen av juni for så å avta fram til månedsskifte august/september. Rørene 1 og 2 er plassert i et området hvor vannstanden i Veig bestemmer grunnvannstanden, mens vannstanden ved rørene 4 og 5 bestemmer av vannstanden i Bjoreio. Vannstanden i området rundt rør 3, kan en vente blir påvirket av begge elvene.

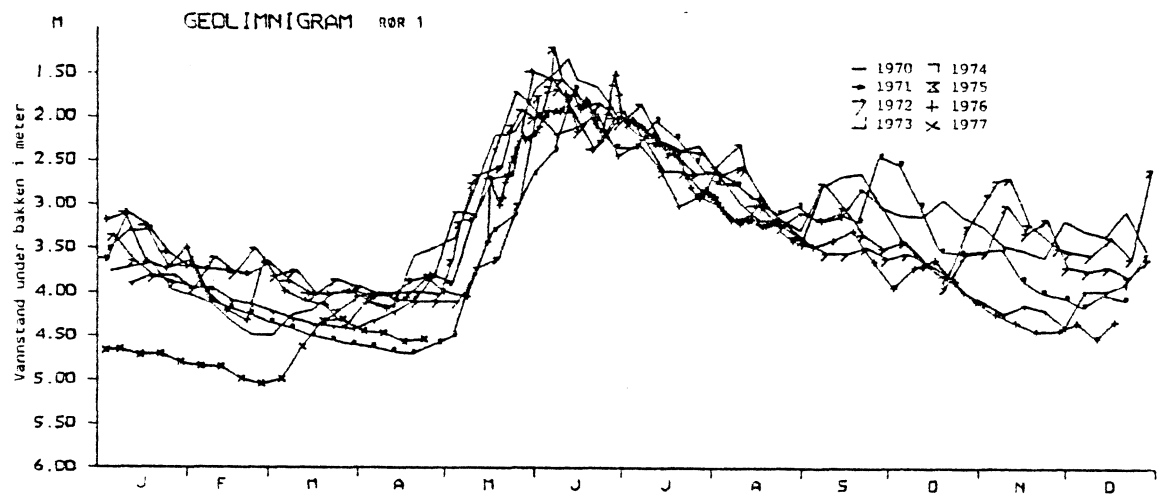


Fig. 4.9 Geolimnigram for rør 1.

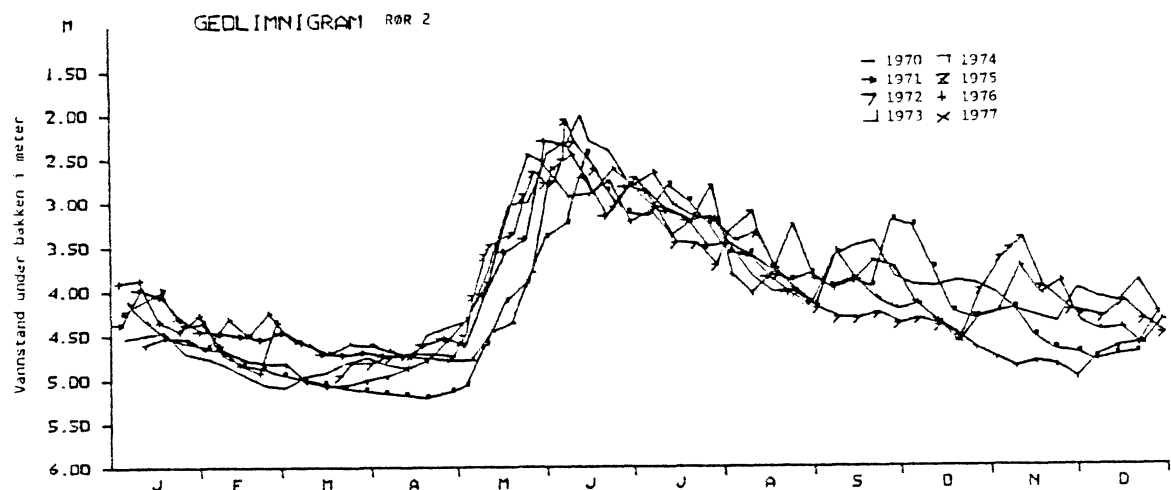


Fig. 4.10 Geolimnigram for rør 2.

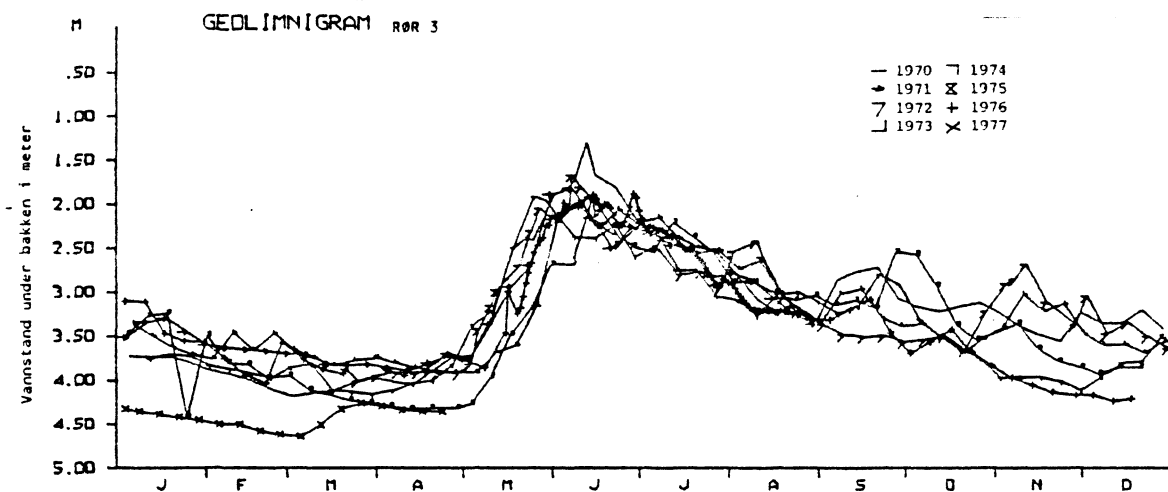


Fig. 4.11 Geolimnigram for rør 3.

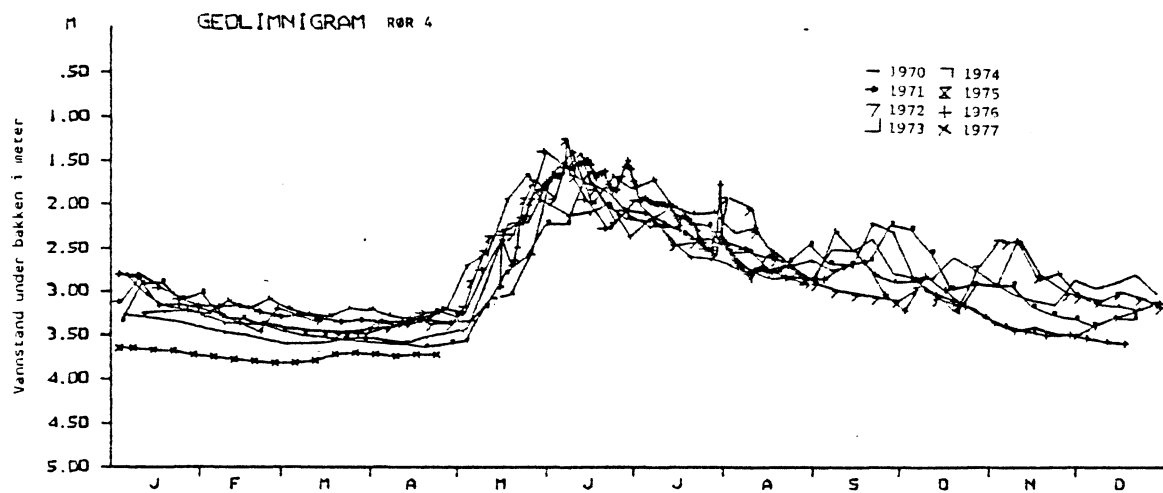


Fig. 4.12 Geolimnigram for rør 4.

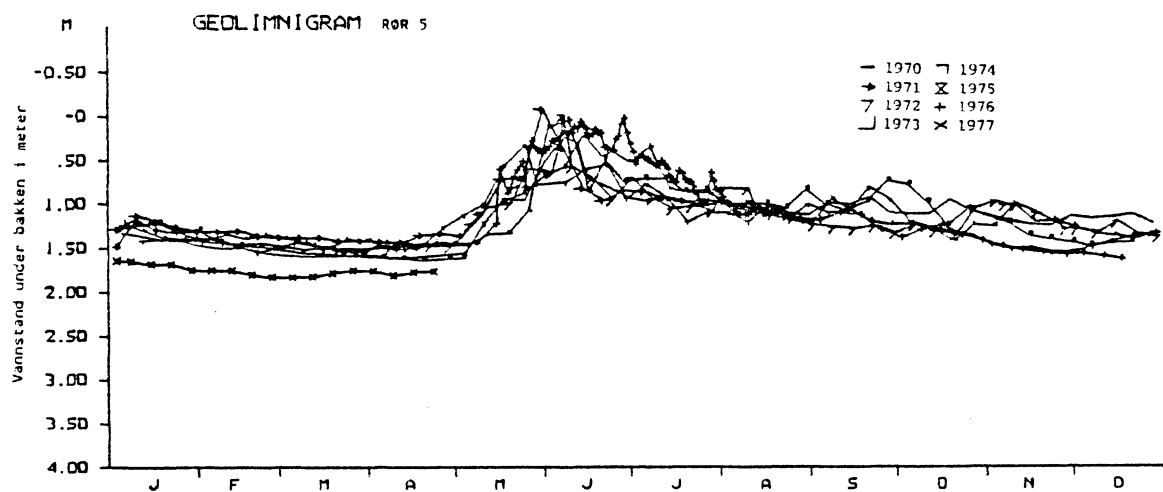


Fig. 4.13 Geolimnigram for rør 5.

Rørene 6 og 7 står ca 200 og 300 m innenfor snittet med rørene 1-5. Avstanden til Veig er ca 250 m og avstanden til Bjoreia er ca 400 m. Variasjonsområder for grunnvannstanden er ført opp i tabell 4.4.

Tab. 4.4 Variasjonsområdet i m under bakken

	Totalt	Vinter	Sommer
Rør 6	1,53-5,69	4,00-5,69	1,53-4,00
" 7	1,56-6,18	3,80-6,18	1,56-3,80

Variasjonen i vannstanden i rørene 6 og 7 er meget lik variasjonene i rør 1 og det synes som vannstanden i Veig har stor innvirkning. Grunnforholdene i området er imidlertid meget permeable.

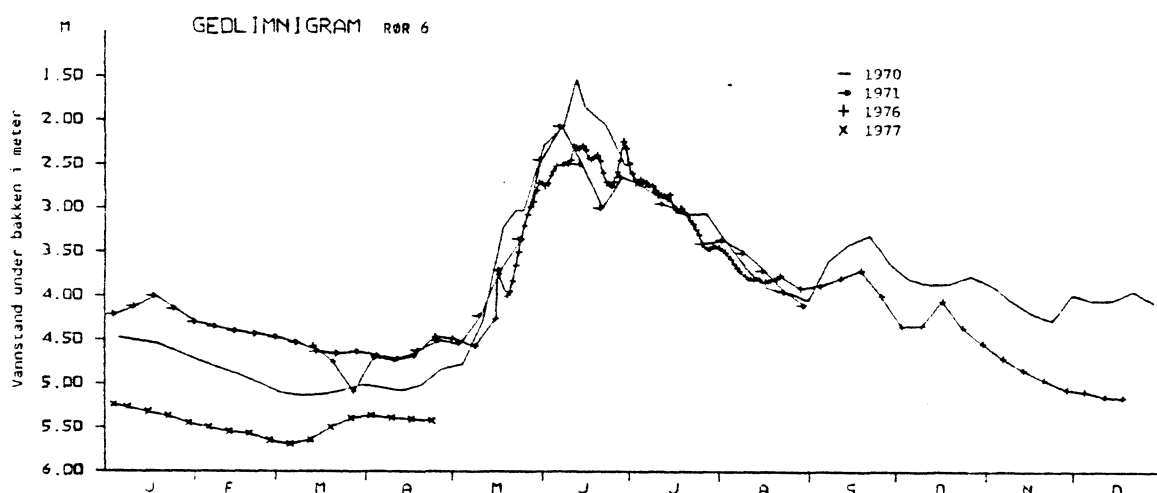


Fig. 4.14 Geolimnigram for rør 6.

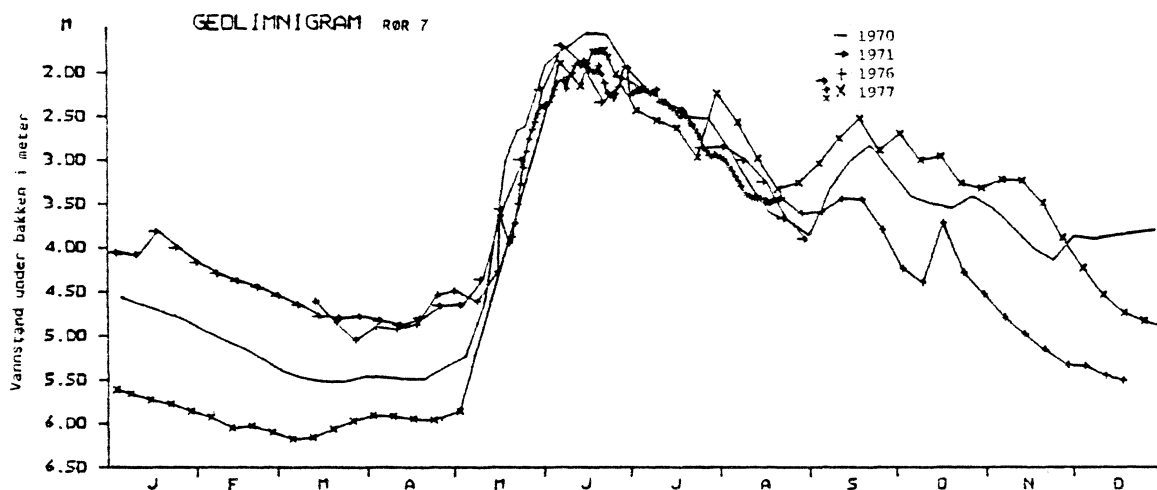


Fig. 4.15 Geolimnigram for rør 7.

Rørene 8, 10, 12 og gardsbrønnen OSM ligger oppover langs Veig, men med rør 12 plassert innover mot fjellformasjonen. Rørene ligger relativt høyt i terrenget. Det er store variasjoner grunnvannstanden, jfr. tab. 4.5.

Tab. 4.5 Variasjonsområdet i m under bakken

	Totalt	Vinter	Sommer
Rør 8	3,35-8,46	6,50-8,46	3,35-6,50
" 10	3,87-8,90	6,50-8,90	3,87-7,20
" 12	3,50-7,49	5,70-7,49	3,50-6,00
G.br.OSM	2,11-5,55	2,50-5,55	2,11-4,30

For rør 8 mangler en observasjon vinteren 1977. De laveste vannstander lå dengang minst 0,50 m lavere enn ført opp i tabellen ovenfor. Vannstanden viser store variasjoner for alle målestedene. Variasjonene i gardsbrønn OSM er store og hyppige og kan ikke bare forklares ut fra endringer i ellevannstanden.

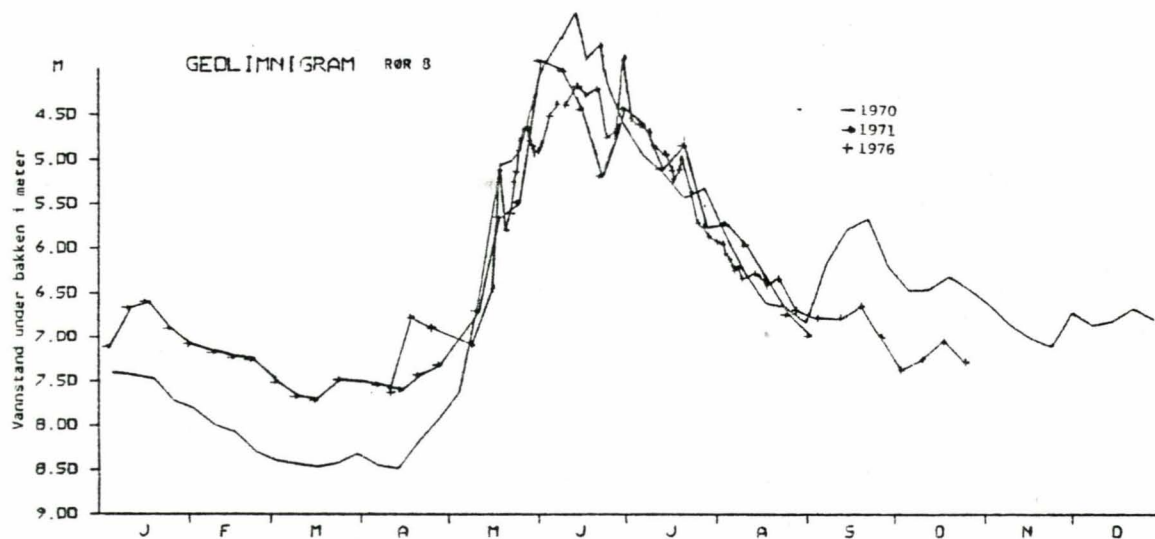


Fig. 4.16 Geolimnigram for rør 8.

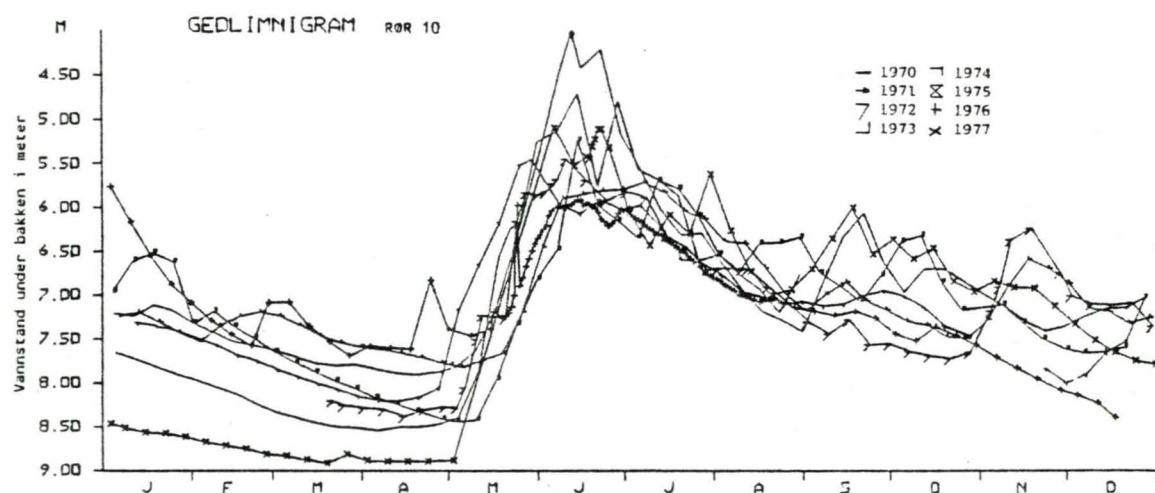


Fig. 4.17 Geolimnigram for rør 10.

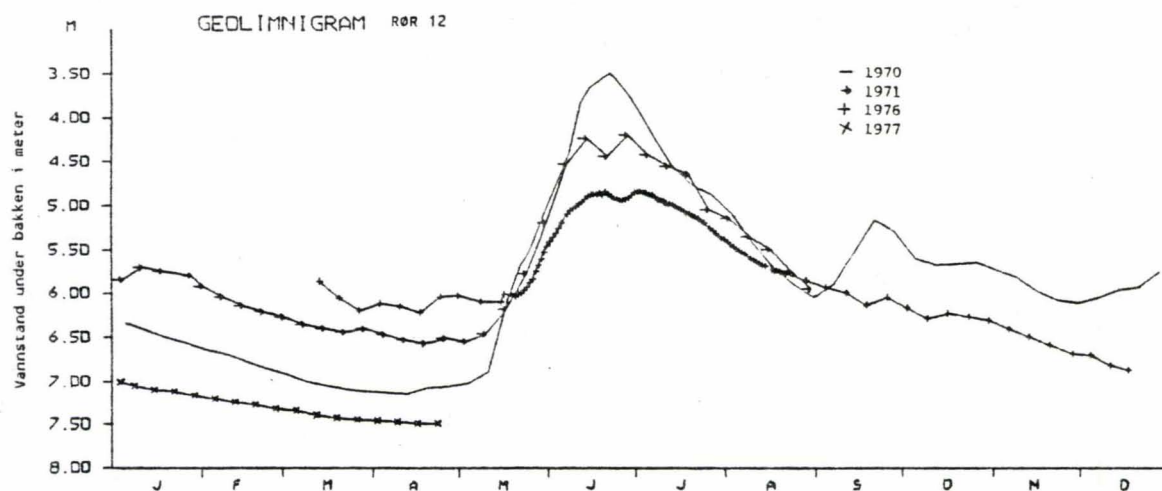


Fig. 4.18 Geolimnigram for rør 12.

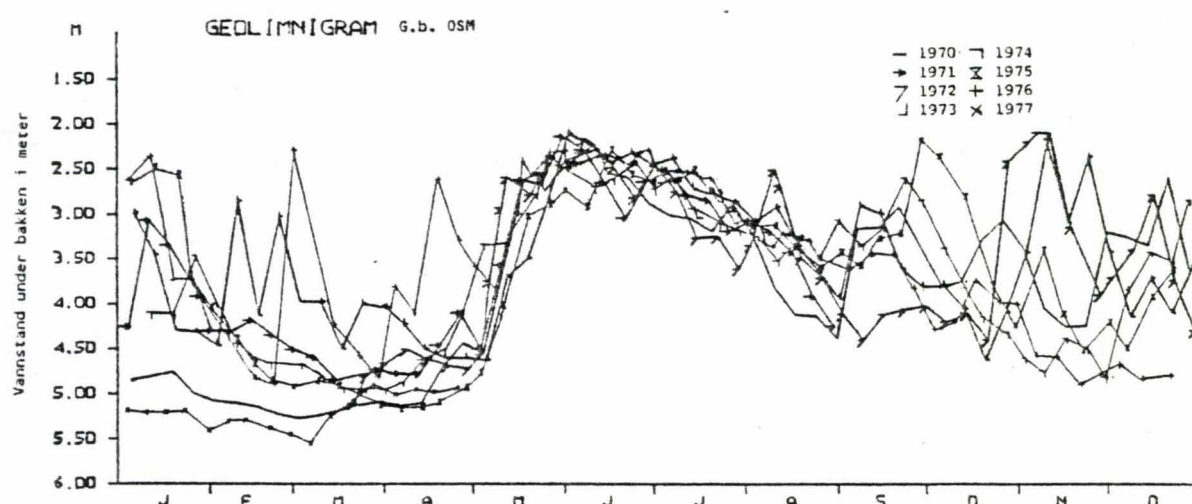


Fig. 4.19 Geolimnigram for gardsbrønn OSM

Rørene 16, 18, 19, 21, 22, 23, og 24 samt gardsbrønnene THV og TS ligger i det øvre område ved Bjoreio og strekker seg mot midtpunktet mellom elvene. Disse rørene ble satt ned i mars 1976 og målingene gikk i første omgang fram til slutten av april 1977. Rør 22 er utsyrt med limnigraf og blir brukt som referansepunkt for grunnvannstanden i området for disse rørene. Variasjonsområdet for grunnvannstanden er ført opp i tabell 4.6

Tab. 4.6 Variasjonsområdet i m under bakken

	Totalt	Vinter	Sommer
Rør 16	3,45 - 6,80	5,60 - 6,80	3,43 - 4,60
" 18	4,10 - 7,34	6,20 - 7,34	4,10 - 5,30
" 19	4,07 - 7,90	7,00 - 7,90	4,07 - 6,00
" 21	6,40 - 10,49	9,50 - 10,49	6,40 - 7,90
" 22	4,17 - 7,25	6,00 - 7,26	4,17 - 5,00
" 23	6,28 - 9,86	8,50 - 9,86	6,28 - 7,50
" 24	5,25 - 8,68	7,20 - 8,68	5,25 - 6,30
G.gr.TS	2,17 - 4,18	3,20 - 4,18	2,17 - 3,00
" THV	2,50 - 5,80	4,50 - 5,80	2,50 - 3,50

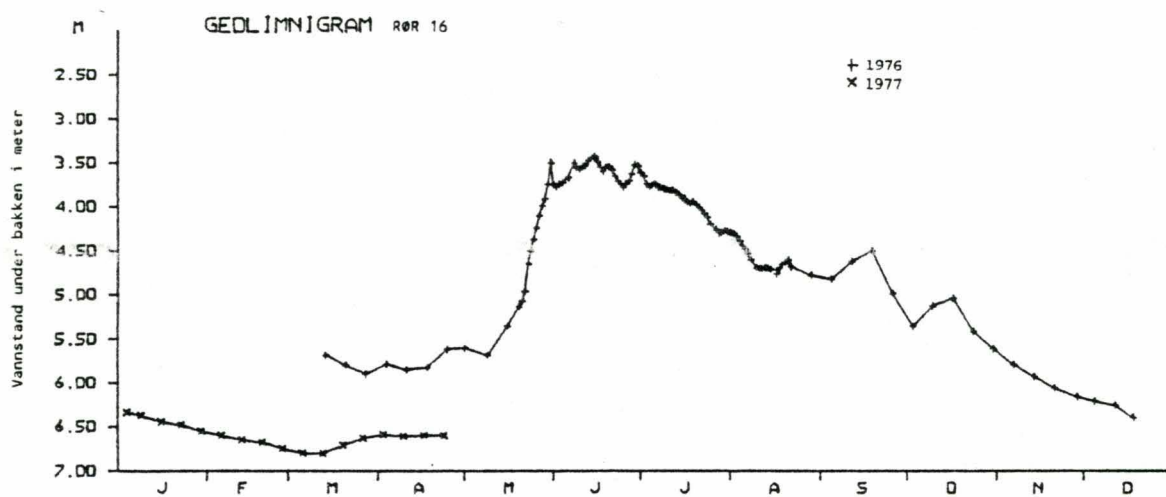


Fig. 4.20 Geolimnigram for rør 16.

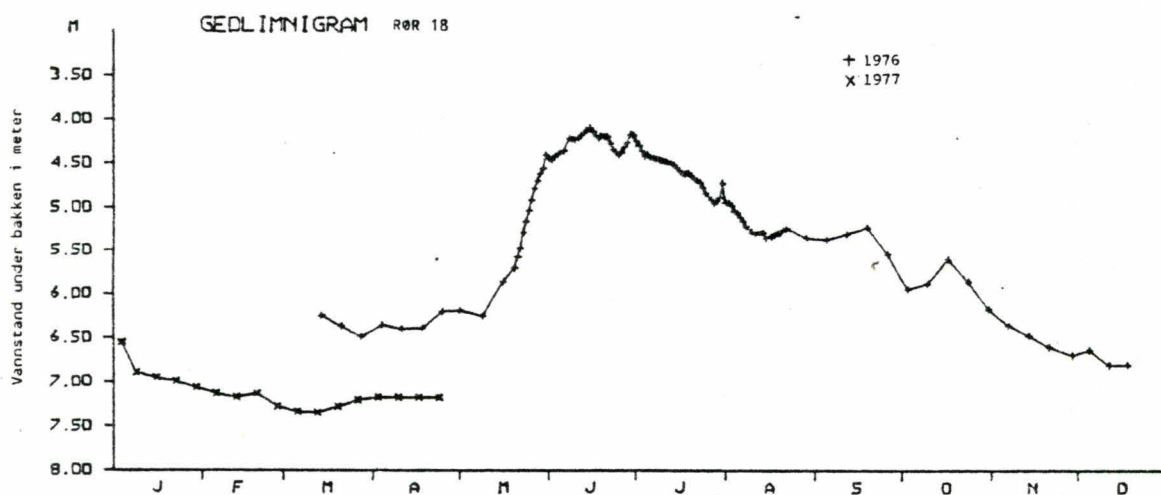


Fig. 4.21 Geolimnigram for rør 18.

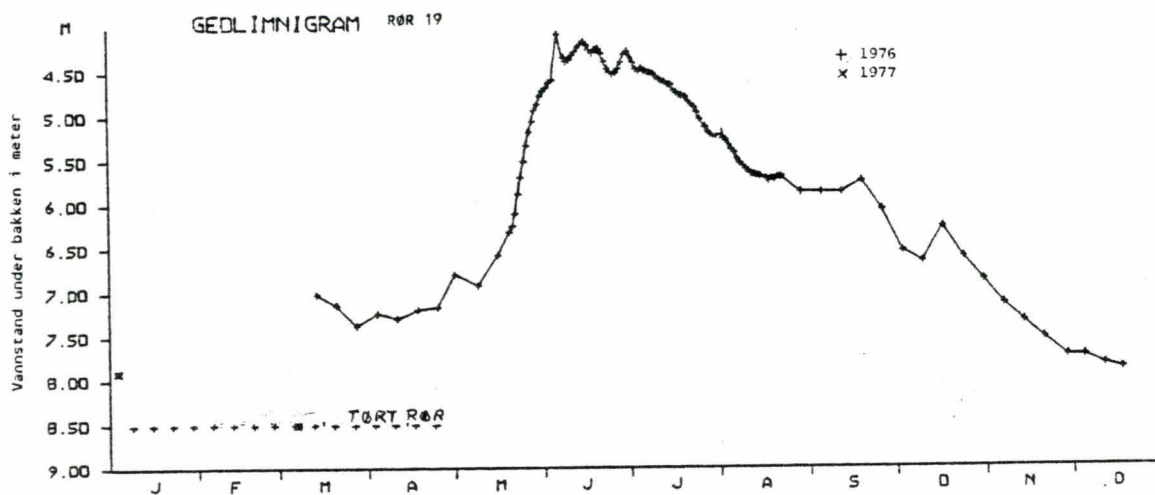


Fig. 4.22 Geolimnigram for rør 19.

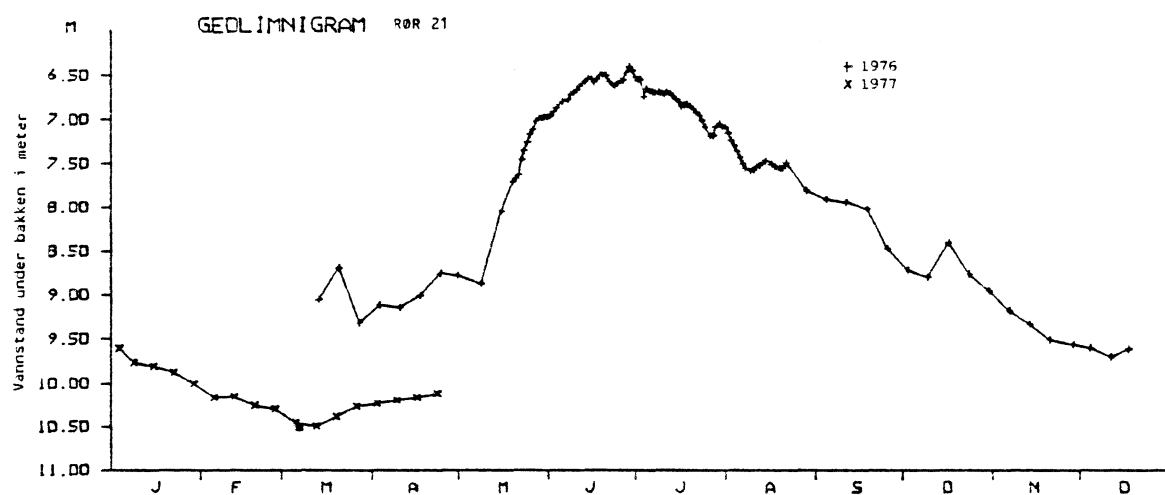


Fig. 4.23 Geolimnigram for rør 21.

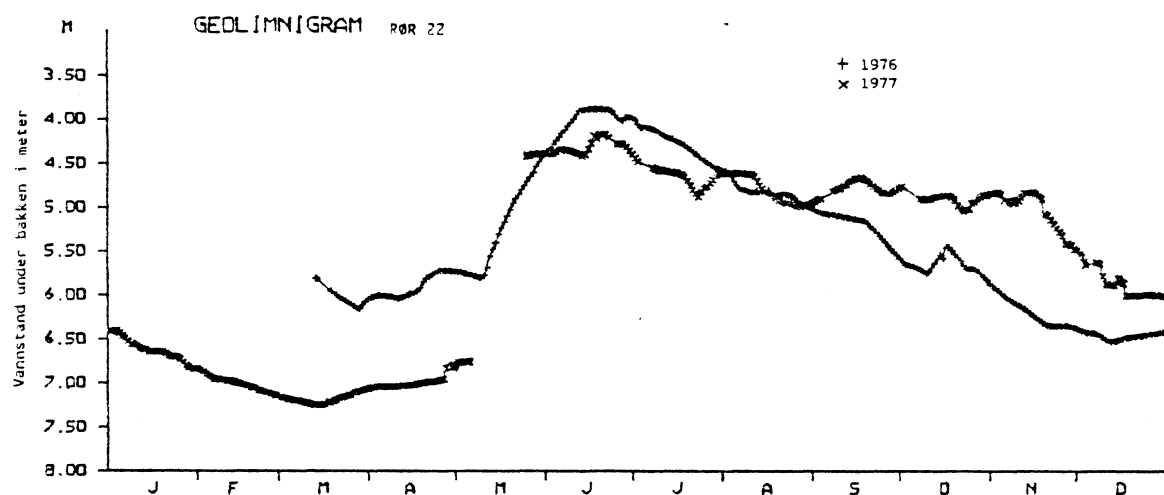


Fig. 4.24 Geolimnigram for rør 22.

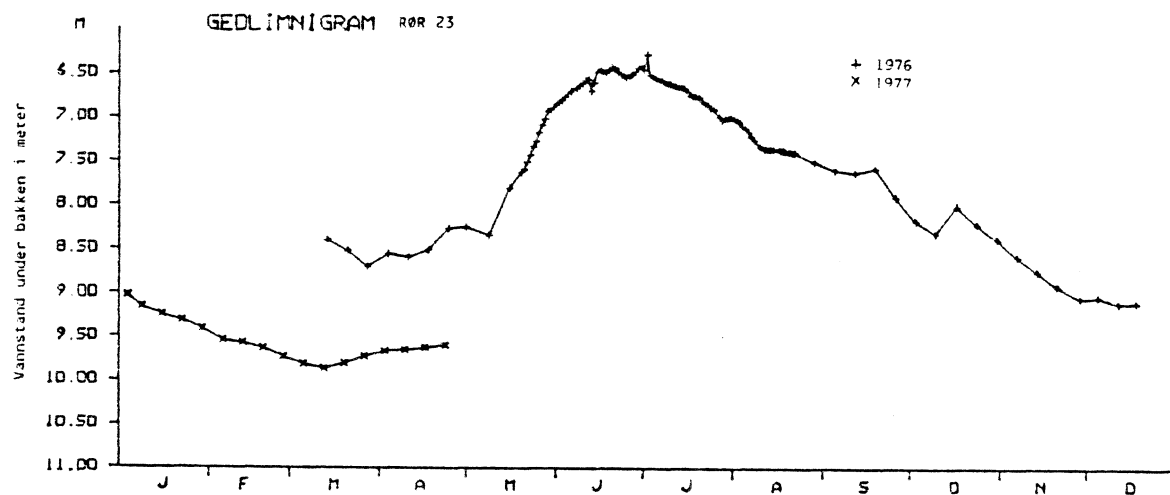


Fig. 4.25 Geolimnigram for rør 23.

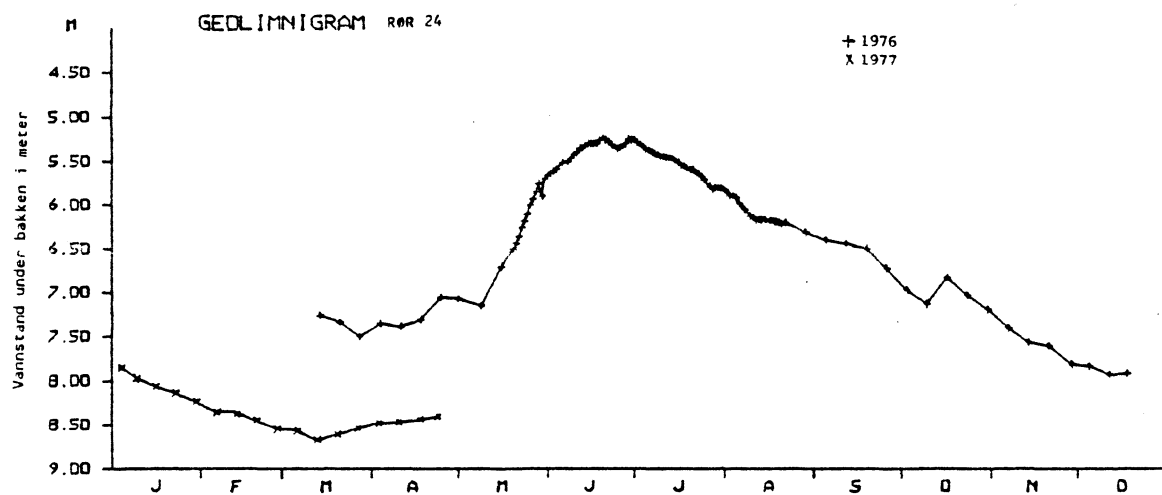


Fig. 4.26 Geolimmigram for rør 24.

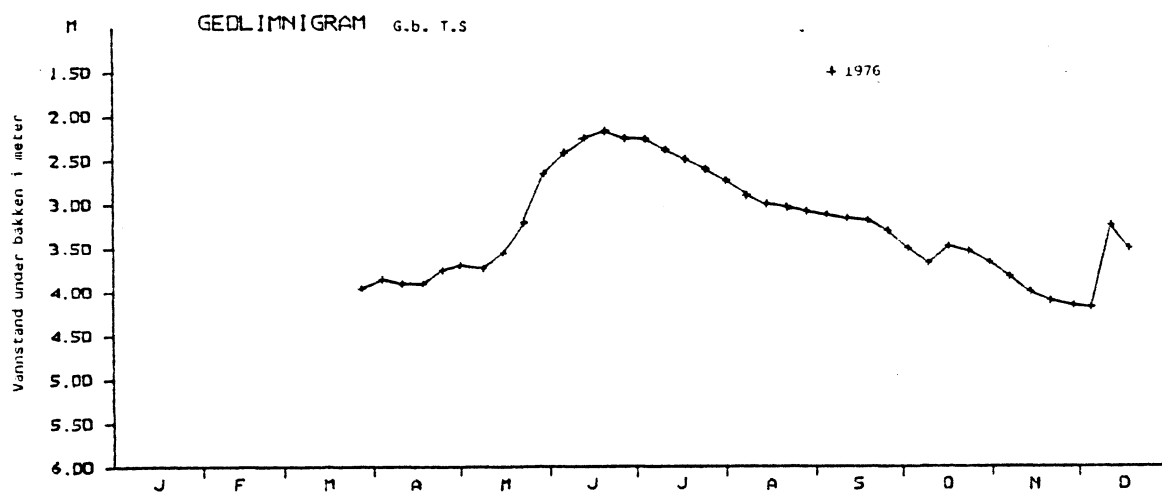


Fig. 4.27 Geolimmigram for gardsbrønn TS

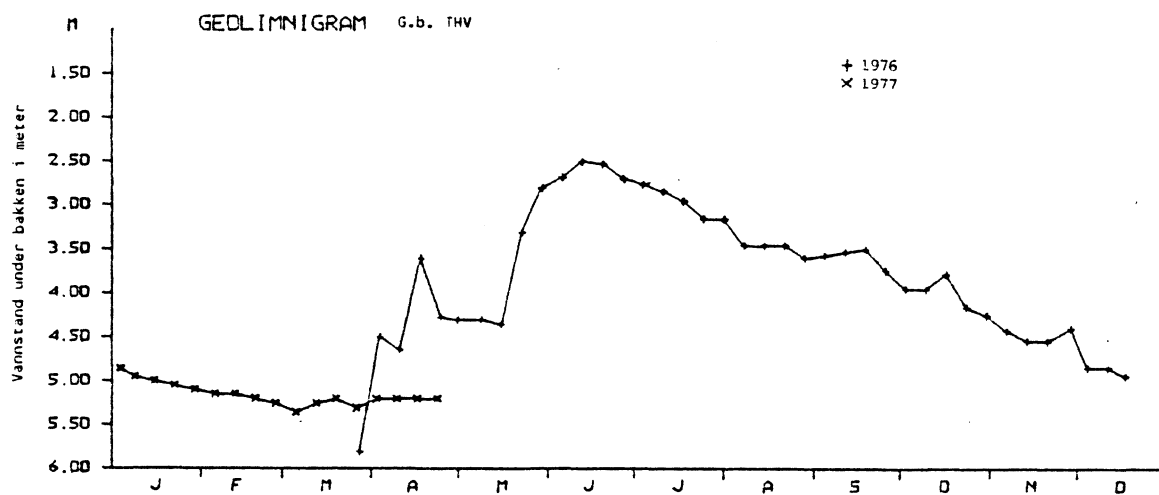


Fig. 4.28 Geolimmigram for gardsbrønn THV

Rør 19 gikk tørr på 7,90 og gardsbrønn TS gikk tørr 4,20 i januar 1971. Vannstanden i gardsbrønn THV synes å være påvirket av f.eks. tapping. Grunnvannstanden for nesten alle målestedene ligger lavt og variasjonene

er meget like variasjonene for rør 22.

Rørene 25, 26, og 27 ligger på nordsiden av Bjoreio. Rør 25 ligger meget nær Bjoreio, men står i noe tette masser. Vannstanden i dette punktet må imidlertid antas å være sterkt påvirket av vannstanden i Bjoreio. Rørene 26 og 27 står henholdsvis ca 100 og 50 m fra Bjoreio. Variasjonsområdet er gitt i tabell 4.7

Tab. 4.7 Variasjonsområdet i m under bakken

	Totalt	Vinter	Sommer
Rør 25	1,99 - 6,78	5,50 - 6,78	1,99 - 3,50
" 26	0,59 - 4,20	1,70 - 4,20	0,78 - 3,00
" 27	1,66 - 3,12	2,50 - 3,12	1,77 - 2,40

Vannstanden i rørene 26 og 27 er trolig påvirket av vann fra siden enkelte ganger. Spissene på limnigrammene i april, oktober og november, skyldes trolig tildels tilsig. Vannstanden i Bjoreio synes å ha betydning for vannstanden i rør 26, men forholdet er noe mer usikkert for rør 27.

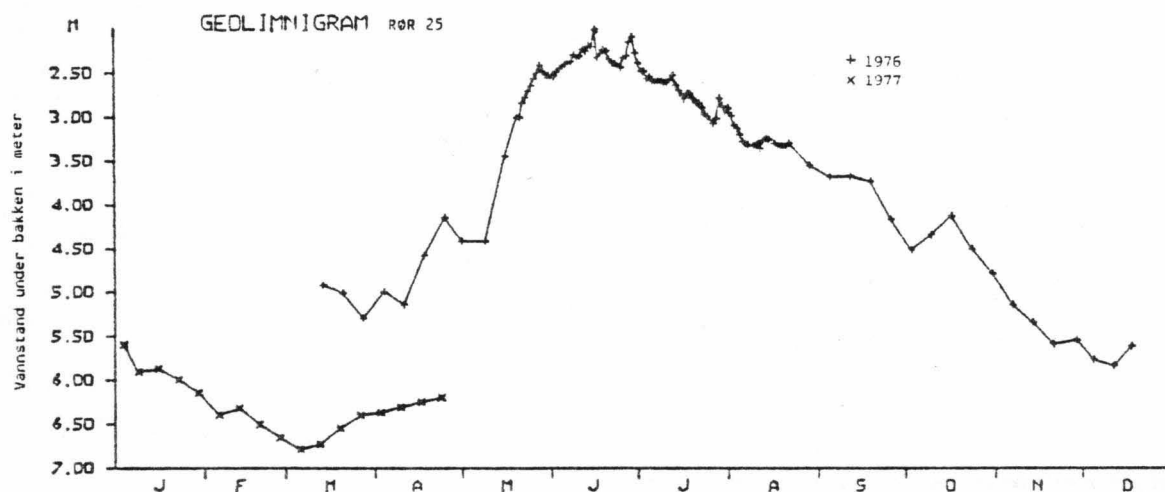


Fig. 4.29 Geolimnigram for rør 25

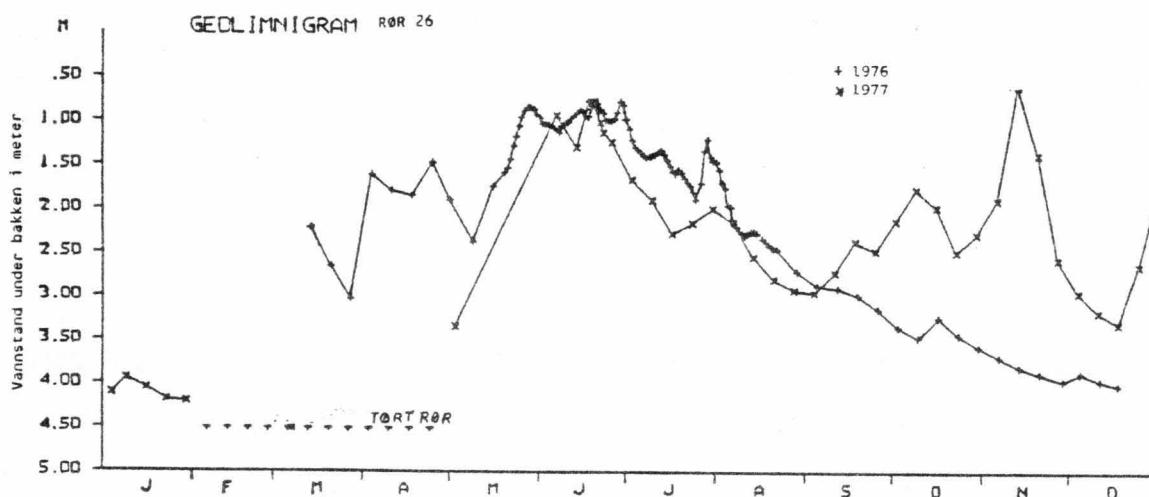


Fig. 4.30 Geolimnigram for rør 26

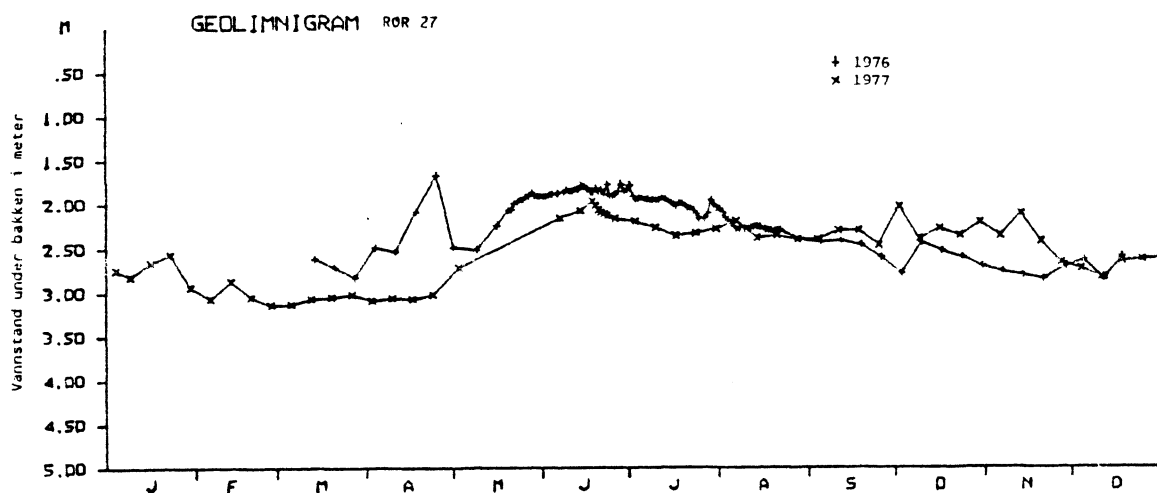


Fig. 3.31 Geolimnigram for rør 27

4.3.2 Kommentar til korrelasjonsberegningene.

Korrelasjonsberegningene er basert på observasjoner fra mars 1976 og ut 1977. Det er benyttet den vanlige metoden-minste kvadraters metode-for korrelasjons- og regresjonsberegning mellom to variable. For rørene på nedre området er observasjonene i rør 14 benyttet som referanse (uavhengig variable). Dataene fra beregningene er ført opp i tabell. Vannstanden i rørene kan beregnes med regresjonslikningen. Regresjonslikningen for rør 1 er: $\text{Rør 1} = 1,84 \cdot \text{Rør 14} + 1,10$. Med rør 1 og rør 14 menes her vannstanden under bakken for vedkommende rør. Eks.: Er det målt en grunnvannstand på 1,00 m under bakken i rør 14, blir den beregnete vannstand i rør 1 $1,84 \cdot 1,00 + 1,10 = 2,94$ m.

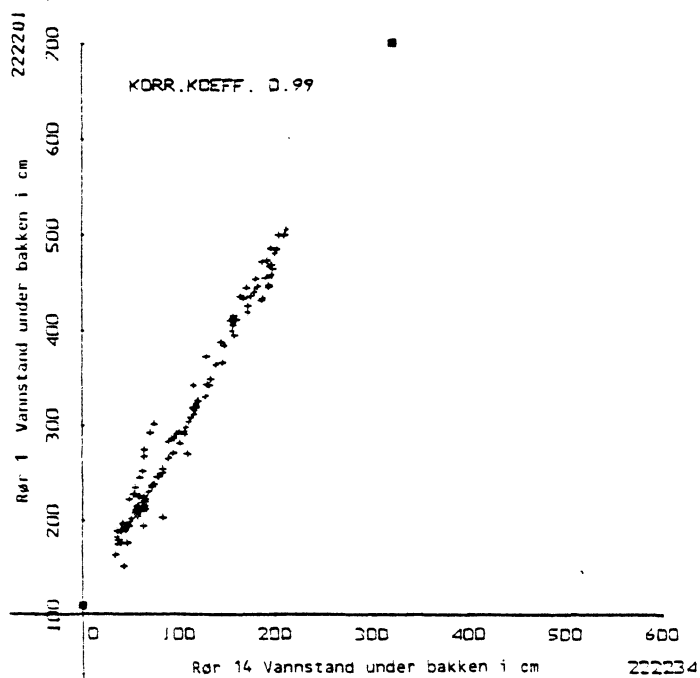


Fig. 4.32 Korrelasjonsdiagram. Rør 1.

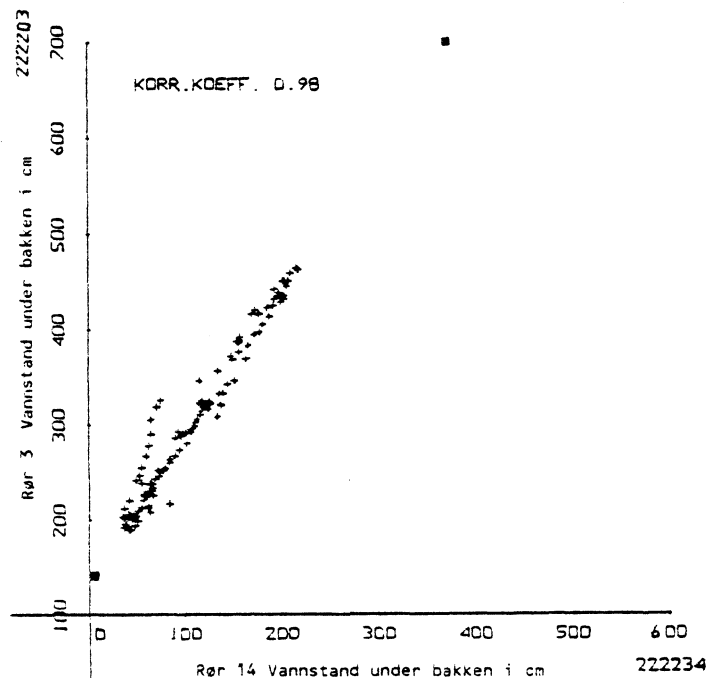


Fig. 4.33 Korrelasjonsdiagram. Rør 3.

Tab. 48	Middelverdi	Ant.obs.	Korr.koeff.	Regresjonslikning
Rør 1	3,02	136	0,99	$1,84 \cdot \text{Rør 14} + 1,10$
" 3	3,00	135	0,98	$1,54 \cdot \text{Rør 14} + 1,41$
" 4	2,53	135	0,98	$1,37 \cdot \text{Rør 14} + 1,10$
" 5	0,90	136	0,98	$1,00 \cdot \text{Rør 14} - 0,14$
" 15	0,78	134	1,00	$0,96 \cdot \text{Rør 14} - 0,22$

Middelverdien for rør 14 var 1,04 m under bakken

Vannstandsendingene i rørene 5 og 14 er meget like i de koeffisientene i regresjonlikningen er 1,00.

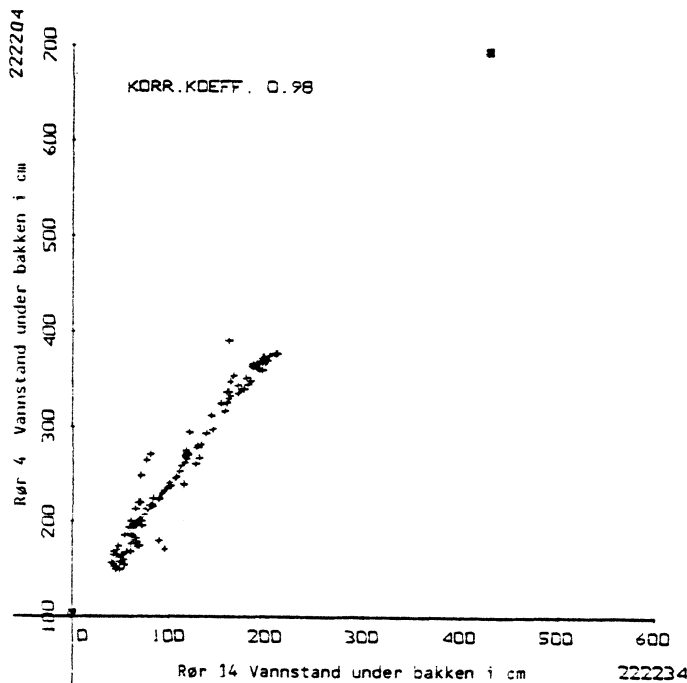


Fig. 4.34 Korrelasjonsdiagram. Rør 4.

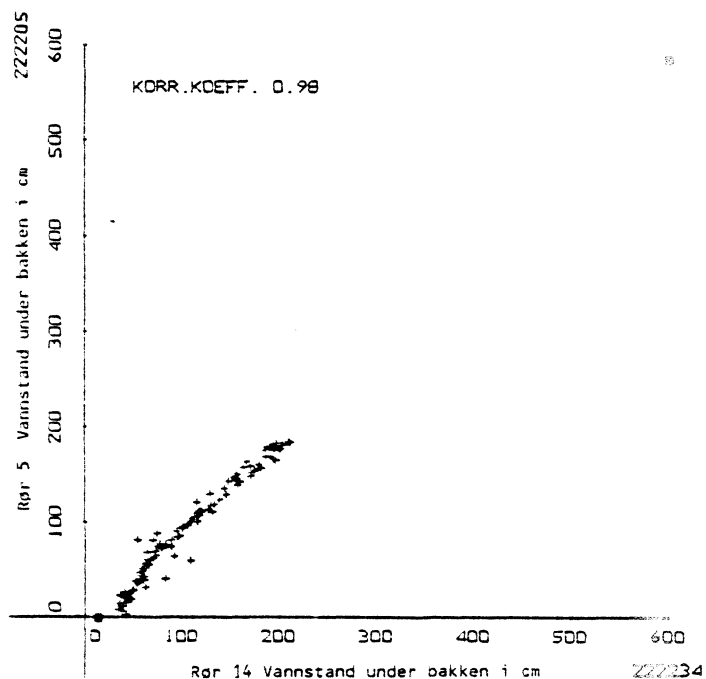


Fig. 4.35 Korrelasjonsdiagram. Rør 5.

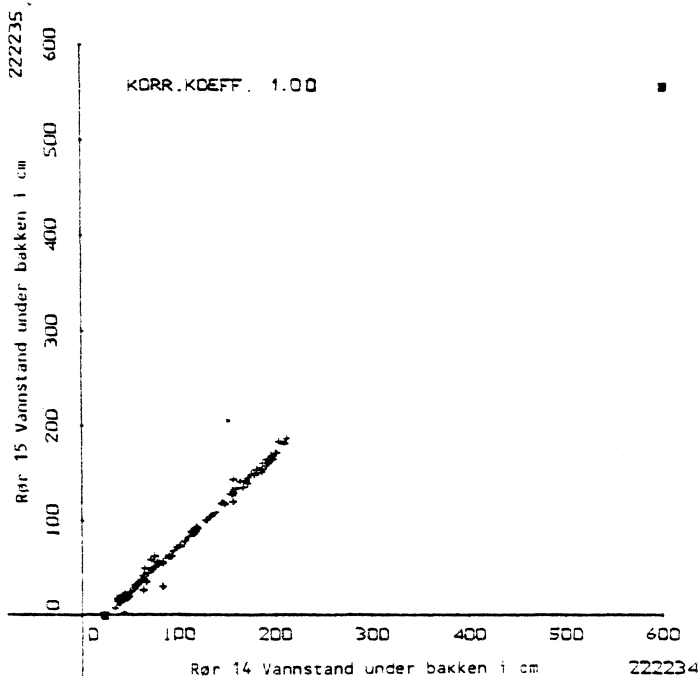


Fig. 4.36 Korrelasjonsdiagram. Rør 15.

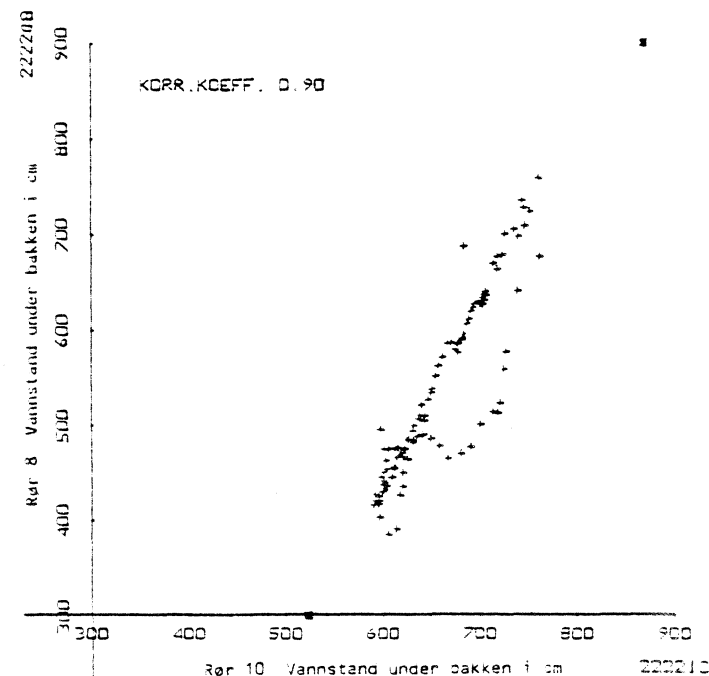


Fig. 4.37 Korrelasjonsdiagram. Rør 8.

For rørene i øvre området langs Veig, er rør 10 benyttet som referanserør.

Tab. 4.9	Middelverdi	Ant.obs.	Korr.koeff.	Regresjonslikning
Rør 8	5,38	107	0,90	$1,74 \cdot \text{Rør 10} - 6,07$
" 12	5,72	136	0,98	$0,87 \cdot \text{Rør 10} - 0,33$
G.br.OSM	3,29	145	0,92	$1,06 \cdot \text{Rør 10} - 4,10$

Middelverdien for rør 10 var 6,58 for beregning av vannstand i rør 8 og 6,96 for beregningene av vannstanden i rør 12 og gardsbrønn OSM. Som en kan se av diagrammene er de noe spredning i observasjonene. Disse rørene står imidlertid i et område hvor løsmassene trolig er noe tettere enn lengre ned mot Eidfjordvatn. Spredningen kan derfor skyldes forsinkelse.

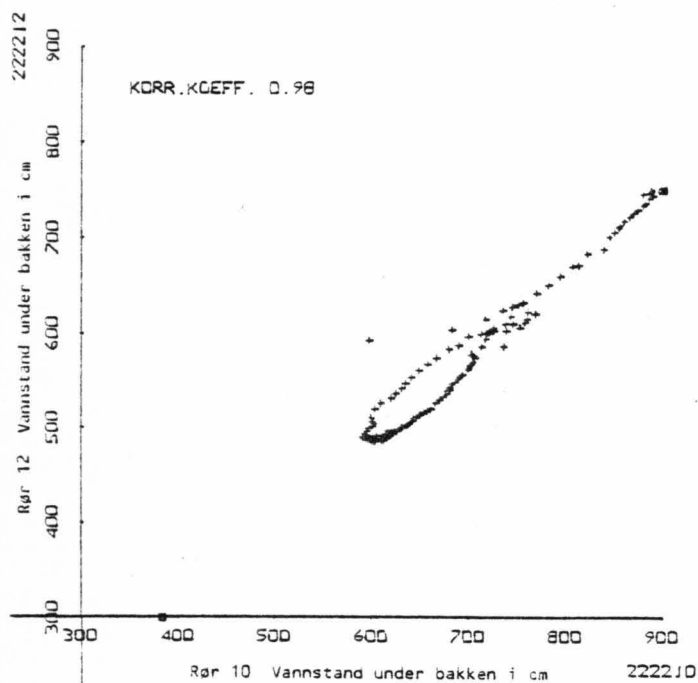


Fig. 4.38 Korrelasjonsdiagram. Rør 12

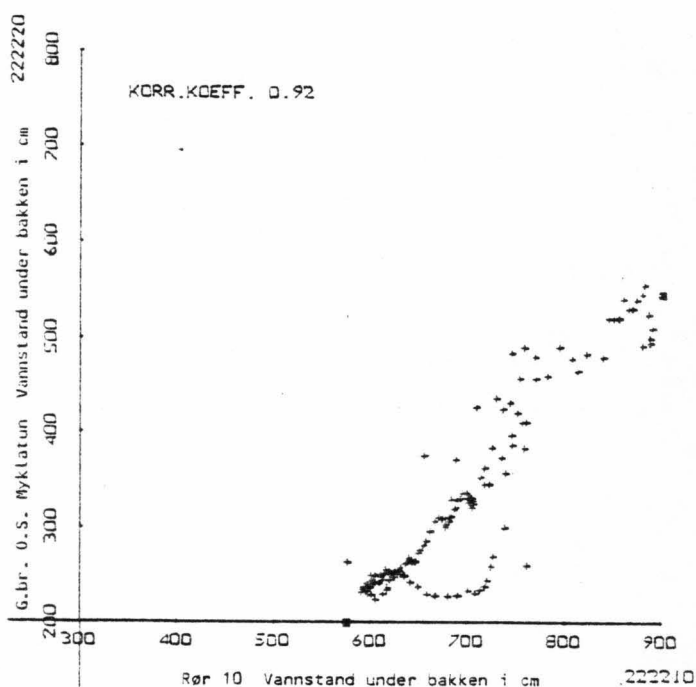


Fig. 4.39 Korrelasjonsdiagram. G.b. OSM

For de øvrige målestedene, er rør 22 benyttet som referansepunkt. Dataene er ført opp i tabell 4.10.

Tab. 4.10	Middelverdi	Ant.obs.	Korr.koeff.	Regresjonslikning
Rør 6	3,64	136	0,98	$0,99 \cdot \text{Rør 22} - 1,29$
" 7	3,32	173	0,98	$1,35 \cdot \text{Rør 22} - 3,33$
G.br.TS	3,28	40	0,94	$0,71 \cdot \text{Rør 22} - 0,49$
" THV	4,20	56	0,96	$0,85 \cdot \text{Rør 22} - 0,73$
Rør 16	4,67	134	0,99	$1,02 \cdot \text{Rør 22} - 0,44$
" 18	5,27	134	0,99	$0,97 \cdot \text{Rør 22} - 0,42$
" 19	5,37	118	0,99	$1,42 \cdot \text{Rør 22} - 1,29$
" 21	7,74	134	1,00	$1,23 \cdot \text{Rør 22} + 1,63$
" 23	7,50	134	1,00	$1,03 \cdot \text{Rør 22} + 2,35$
" 24	6,32	134	1,00	$1,03 \cdot \text{Rør 22} + 1,19$
" 25	3,55	134	0,99	$1,35 \cdot \text{Rør 22} - 3,17$
" 26	1,88	159	0,85	$1,04 \cdot \text{Rør 22} - 3,12$
" 27	2,25	171	0,92	$0,36 \cdot \text{Rør 22} + 0,48$

Middelverdien for rør 22 lå mellom 4,95 og 4,98 for beregning av vannstanden i rørene 6,7,16,18,21,23,25 og 27. Vedr. gardsbrønnene TS og THV er middelverdien for rør 22 henholdsvis 5,32 og 5,79 og vedr. rør 19 og 26 er middelverdien for rør 22 henholdsvis 4,71 og 4,79. Korrelasjonskoeffisienten er ganske høy, men for rørene 26 og 27 er det noe spredning. I observasjonsmaterialet er det også en viss overvekt av observasjoner ved høye vannstander.

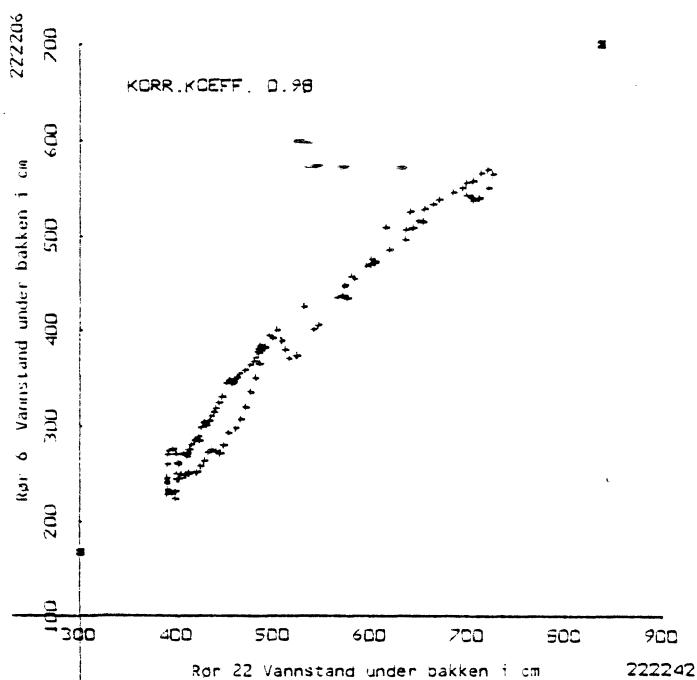


Fig. 4.40 Korrelasjonsdiagram. Rør 6.

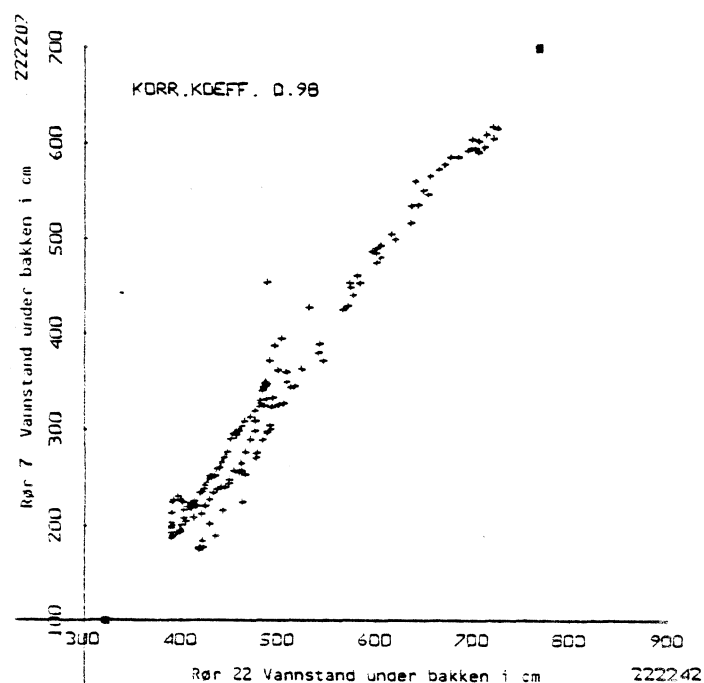


Fig. 4.41 Korrelasjonsdiagram. Rør 7.

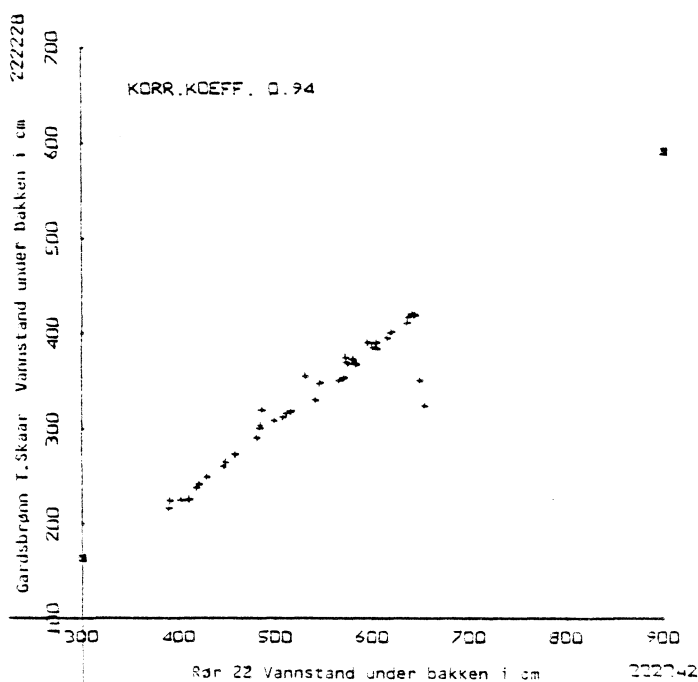


Fig. 4.42 Korrelasjonsdiagram. G.b. TS.

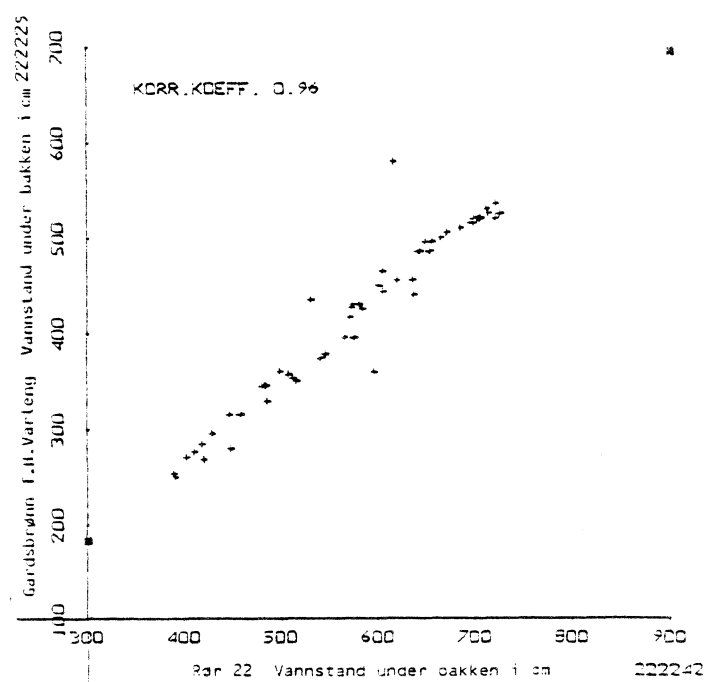


Fig. 4.43 Korrelasjonsdiagram. G.b. THV.

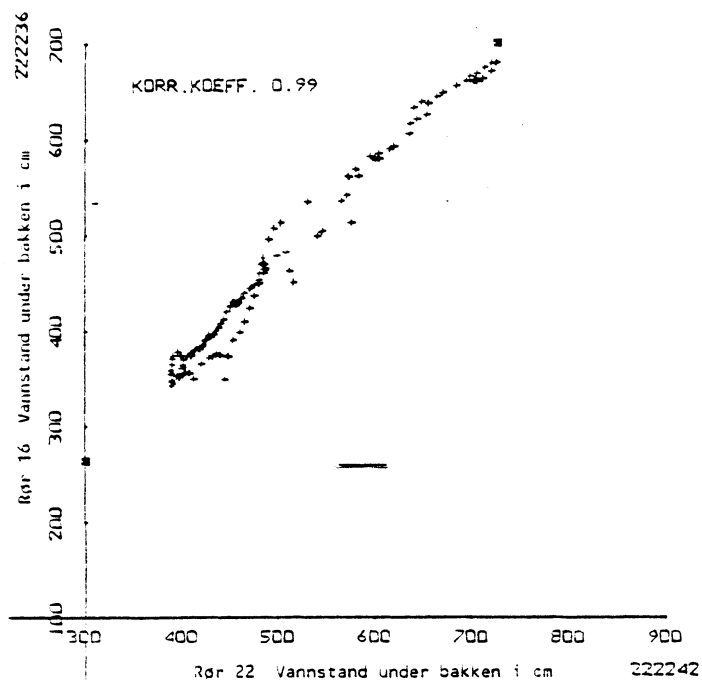


Fig. 4.44 Korrelasjonsdiagram. Rør 16.

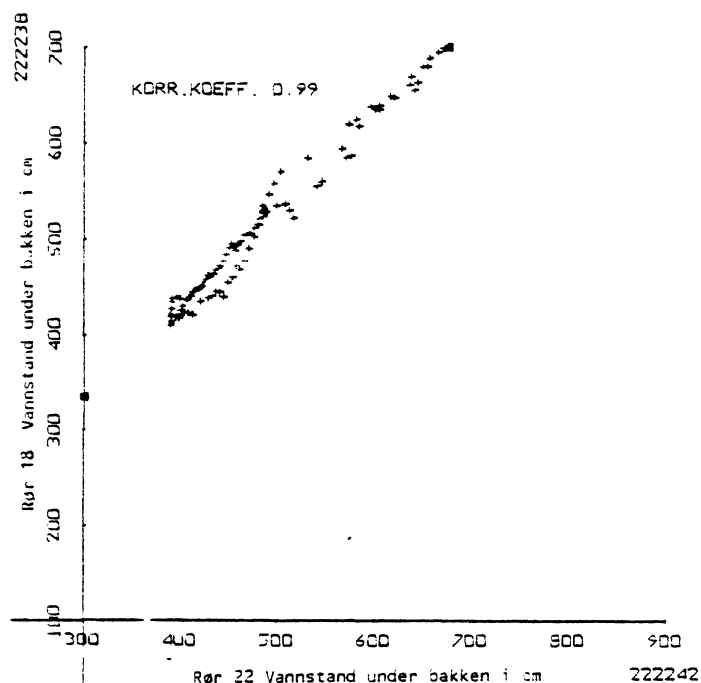


Fig. 4.45 Korrelasjonsdiagram. Rør 18.

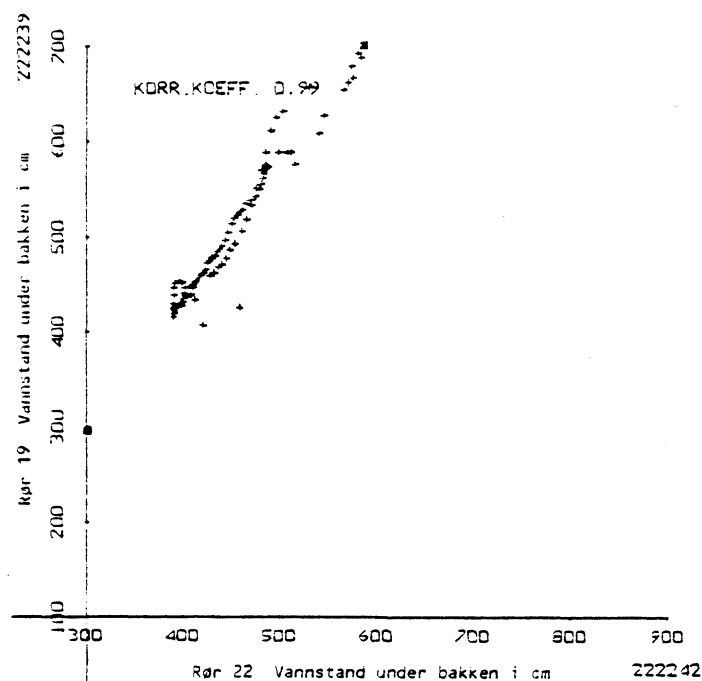


Fig. 4.46 Korrelasjonsdiagram. Rør 19

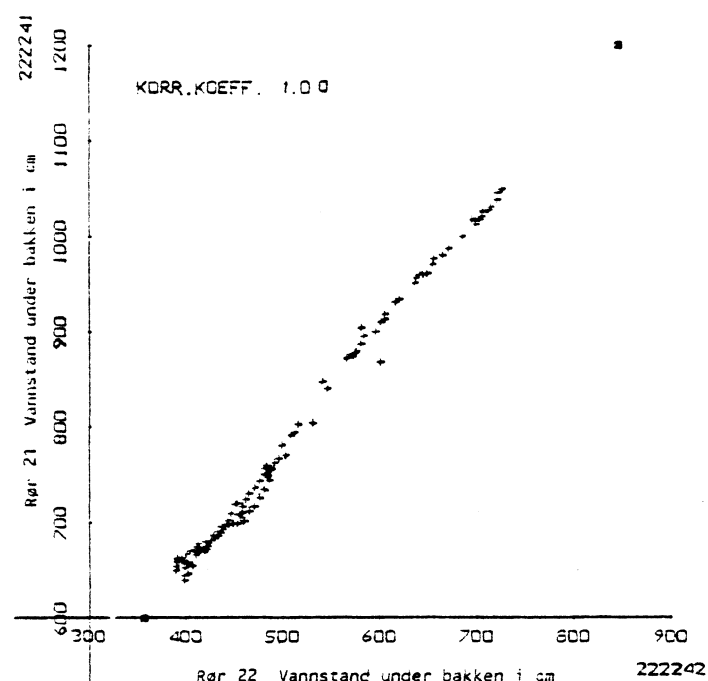


Fig. 4.47 Korrelasjonsdiagram. Rør 21.

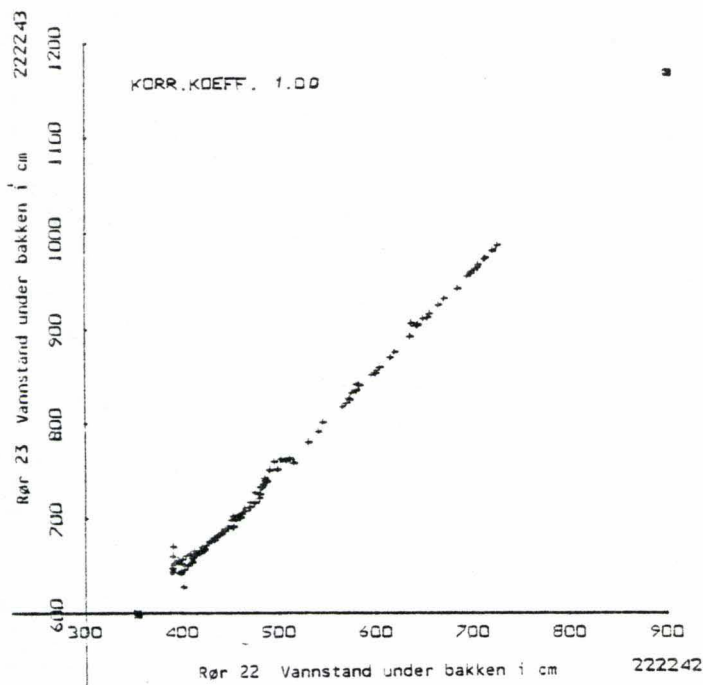


Fig. 4.48 Korrelasjonsdiagram. Rør 23.

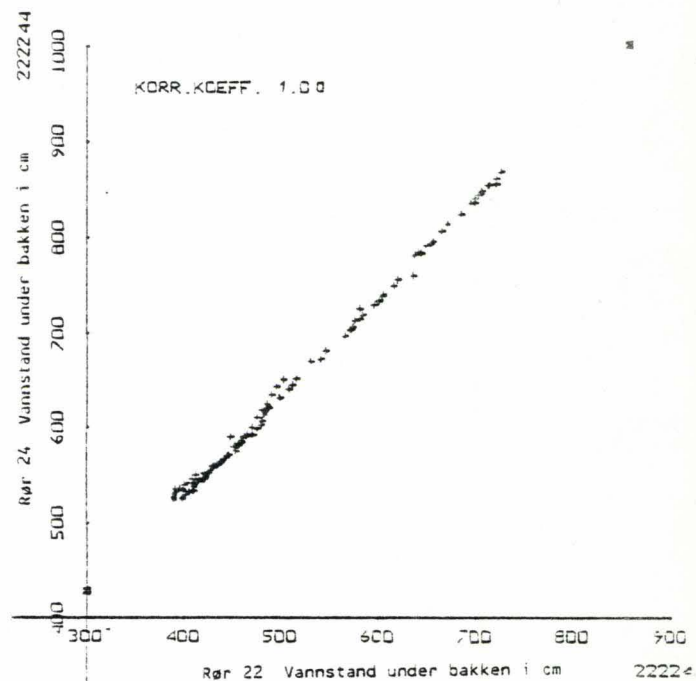


Fig. 4.49 Korrelasjonsdiagram. Rør 24.

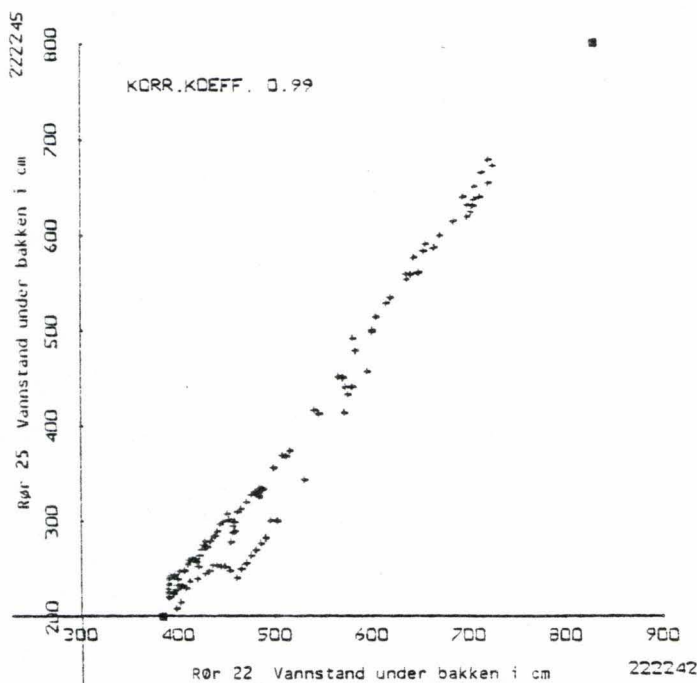


Fig. 4.50 Korrelasjonsdiagram. Rør 25.

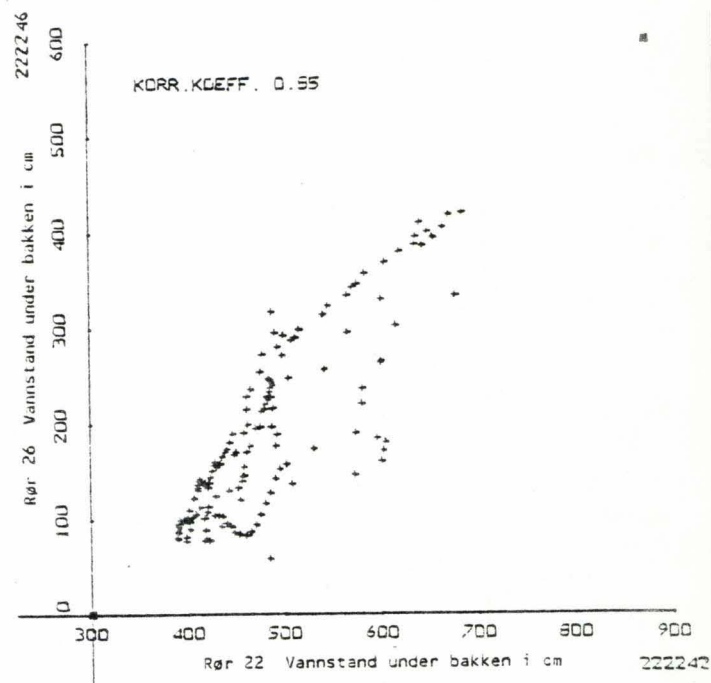


Fig. 4.51 Korrelasjonsdiagram. Rør 26.

Det er videre foretatt korrelasjonsberegninger mellom vannstanden i rør 22 og vannstanden ved Høel Vm 1523-0 i Bjoreio. Av diagrammet fig. 4.53 ser vi at en lineærtilpasning ikke er god. Spesielt ved lave vannstander synker grunnvannstanden i rør 22 raskere enn ved vannmerket. Korrelasjonskoeffisienten er likevel såvidt høy som 0,90. Mellom vannstanden i rør 1 og vannstanden ved Vivelv Vm 877-0 i Veig, er korrelasjonskoeffisienten 0,90, og mellom vannstanden i rør 10 og vannstanden ved Vivelv Vm 877-0 er korrelasjonskoeffisienten 0,77. Av diagrammene, fig. 4.54 og 4.55 ser vi at det er relativ stor spredning.

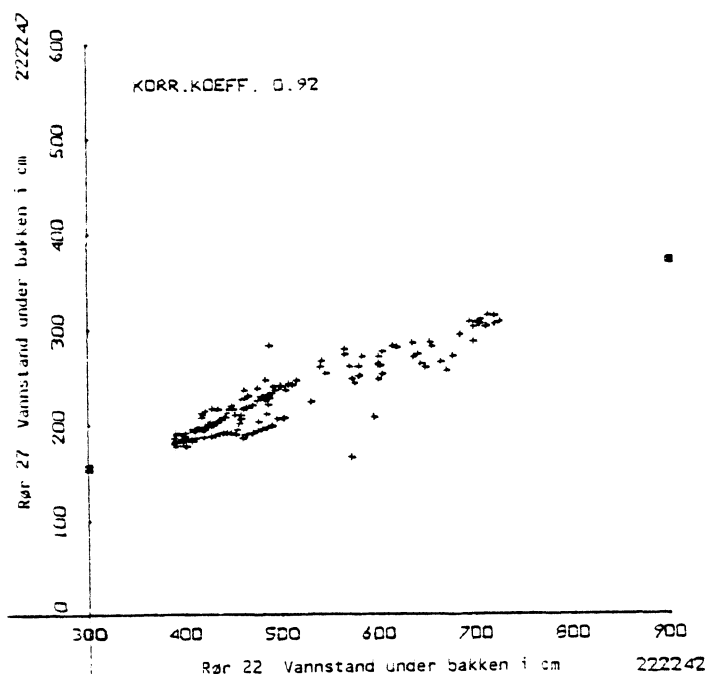


Fig. 4.52 Korrelasjonsdiagram. Rør 27.

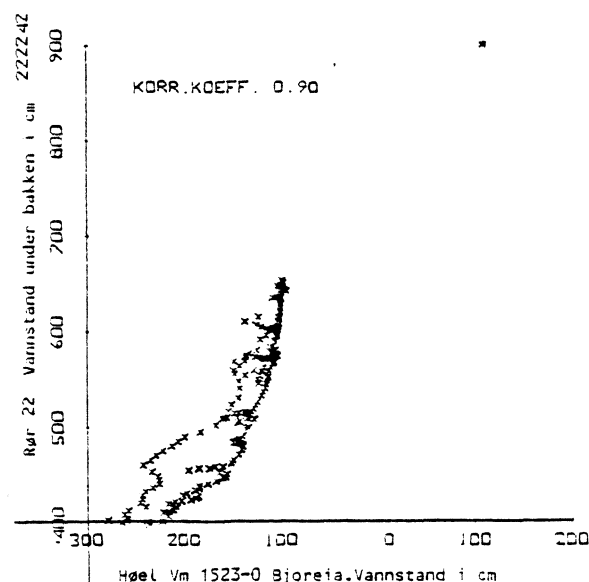


Fig. 4.53 Korrelasjonsdiagram. Rør 22.

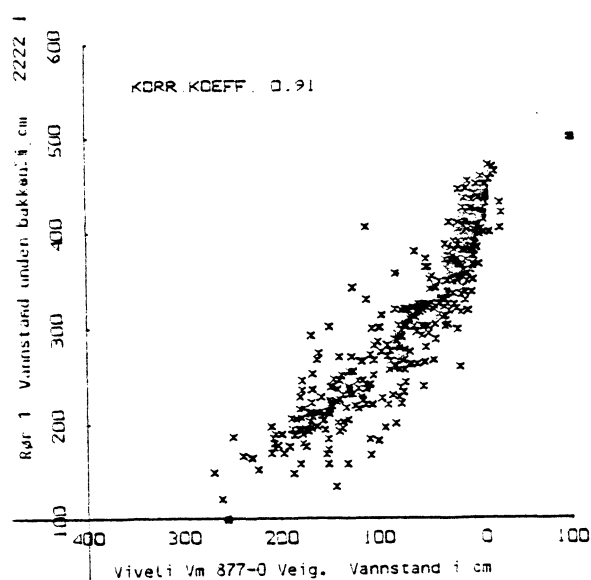


Fig. 4.54 Korrelasjonsdiagram. Rør 1

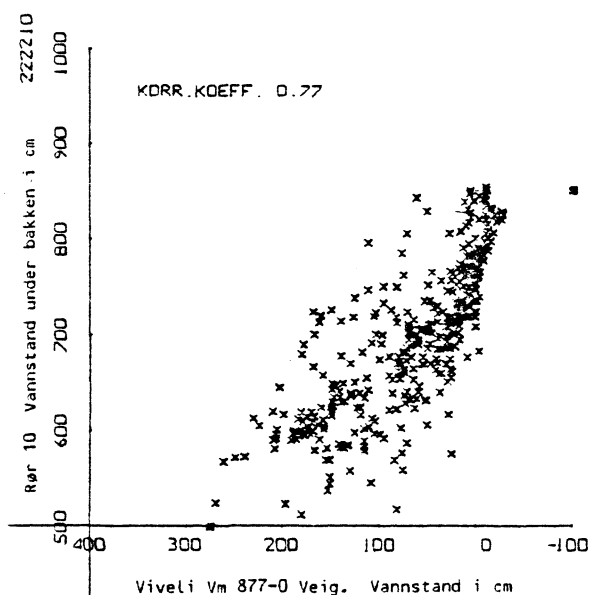


Fig. 4.55 Korrelasjonsdiagram. Rør 10

4.33 Kotekart over grunnvannstander.

Det er tegnet kotekart for en tid med meget lav grunnvannstand som forekom i februar-mars 1977. Grunnlaget for grunnvannskotene med lave vannstander er observasjoner i grunnvannsrørene fra 5.3.1977.

Videre er det tegnet grunnvannskoter for middelvannstanden mars-juni 1976. Dette kan betegnes som en middels grunnvannstand for området. På fig. 4.56 er kotehøydene for grunnvannstanden ført opp som høyder i meter over havet etter NVE's nivellement.

Vannstanden i Eidfjordvatn var 16,82 og 19,41 ved henholdsvis lav og høy



grunnvannstand. En lav vannstand i Eidfjordvatnet regnes derfor ikke å føre til tilsvarende senkning av grunnvannstanden i nedre del av området. Dette skyldes trolig at massene er noe tettere ned mot strandkanten. Videre ser en av kartet at grunnvannspeilet har mindre fall fra området ved rør 3 og mot rør 21-24. Langs Veig fra rør 2 og mot rør 12 har derimot grunnvannspeilet noe større fall igjen. Disse uliketer i grunnvannspeilets fall kommer av forskjellig permeabilitet i løsmassene. Mellom rør 10 og rør 24 svinger grunnvannskotene for lave vannstander innover mot fjellet og denne relative forsenkning i grunnvannspeilet har drenerende virkning på grunnvannet i området. Ved høyere grunnvannstander synes denne relative forsenkningen å ligge noe nærmere mot Bjoreio. Innstrømningen fra Veig synes derfor å nå noe lengre mot Bjoreio ved høye enn ved lave vannstander.

Når det gjelder innstrømningen til området, synes den å foregå relativt høyt i området. Brønnen merket OSM hadde vannstanden 51,34 ved lav vannstand 7.3.1977. Det meste av innstrømningen fra elvene synes å foregå såvidt høyt oppe at en regulering av vassføringen i en av elvene ikke påvirker innstrømningen til grunnvannsmagasinet fra den andre elva. Den vesentligste virkning på grunnvannsmagasinet av en regulering av bare Bjoreio blir derfor den drenerende effekt som en lav vannføring i denne elva får på grunnvannstanden i området.

For området på nordsiden av Bjoreio, har en ikke tegnet kotekart av grunnvannstandene, men ført på verdiene for grunnvannstandene for 7.3.1977 og middelvannstanden mars-juni 1976. Rør 26 gikk tørr i månedskiftet januar-februar 1977.

5. BJOREIOS OG VEIGS VIRKNING PÅ GRUNNVANNSTANDEN I ØVRE EIDFJORD

Når en skal vurdere hvilken virkning en regulert vannføring i elvene Bjoreia og Veig vil få på grunnvannstanden i Øvre Eidfjord, må spesielt legges vekt på følgende faktorer:

1. Vannstanden i elvene Bjoreio og Veig
2. Grunnvannets hovedstrømningsretning.
3. Grunnforholdenes beskaffenhet og permeabilitet.
4. Grunnvannstandens nivå og variasjon ut fra geomnigram og korrelasjonsdiagram.

Etter en regulering av en eller begge elvene, vil grunnvannstanden bli lavere for hele eller endel av området alt etter hvor omfattende reguleringen blir. Grunnvannstanden vil imidlertid ikke bli særlig lavere enn de laveste verdiene som er målt hittil. Dette forhold sammen med opplysningen om de relativt grove løsmassene i område, tilsier at det sannsynligvis ikke vil forekomme setninger i området. Etter det en kan se, vil ulempene av en senket grunnvannstand begrense seg til vannforsyningsproblemer og eventuelle virkninger på jordbruksvekstenes vannforsyning. I denne rapporten vil en bare vurdere virkningen på grunnvannstand idet det ligger utenfor oppgaven å vurdere eventuelle fordeler og ulemper ved en senket grunnvannstand.

5.1 Virkningen på grunnvannstanden av en regulert vannføring i Bjoreio.

For å vurdere virkningen på grunnvannstanden av regulert vannføring i Bjoreio, må en kjenne endringene i de hydrologiske forhold i vassdraget og en har bygget på utredning datert 6.1.1976 og 20.5.1977 fra Statskraftverkene SBS/NVE. "Eidfjordutbyggingen. Sima Kraftverk. Hydrologiske forhold i Bjoreio/Eio. Skjønn Eidfjord Nord". Videre har en av SBS/NVE mottatt pentadeverdier av vannføringen i Vøringsfossen etter Eidfjordutbyggingen, dvs. regulert vannføring. En anser at dataene fra Høel Vm 1523 og de beregnede verdier for vannføringen i Vøringsfossen er de sikreste for vassdraget og vil derfor forsøke å finne relasjoner mellom vannstanden ved Høel Vm 1523 og rørene 22 og 14 i Øvre Eidfjord. Omregning fra vannføring til vannstand er foretatt på grunnlag av vannføringskurven for Høel Vm 1523. Vannføringen i Vøringsfossen etter reguleringen er gitt i tabell 5.1 som pentadeverdier i m³/s. Grunnlaget for beregningen er perioden 1921-50, dvs. en 30års periode. Vannføringen i tabellen tilsvarer vannføringen ved Høel Vm 1523. På grunnlag av observasjonene i 1976 og 1977 har en tegnet korrelasjonsdiagram for grunnvannstanden i rørene 14 og 22 i relasjon til vannstanden i Bjoreio ved Høel Vm 1523, jfr. fig. 5.1 og 5.2. Diagrammene er tegnet på grunnlag av aritmetiske middelveidier for pentader. Kurvene i fig. 5.1 og 5.2 er trukket opp skjønnsmessig og den midterste kurven viser middelveidien for vannstanden i rørene 14 og 22 i forhold til vannstanden ved Høel Vm 1523. De ytterste kurvene er trukket opp for å antyde spredningen i diagrammet. Det vesentligste av spredningen i diagrammet skyldes de tildels raske endringer ved Høel Vm 1523 som forekommer og

Tab. 5.1 Karakteristiske verdier for vannføringen i Vøringsfossen etter regulering.

KARAKTERISTISKE PENTADEVERDIER I m ³ /s						
PENTADE	MINSTE	NEDRE KVARTIL	MEDIAN	ØVRE KVARTIL	STORSTE	ARITM. MIDDEL
1	.1	.3	.5	.9	2.0	.6
2	.1	.3	.5	.9	2.0	.6
3	.1	.3	.5	.9	2.1	.6
4	.1	.2	.4	.8	3.0	.6
5	.1	.2	.4	.7	4.1	.6
6	.1	.2	.4	.6	2.2	.5
7	.1	.2	.4	.6	1.4	.4
8	.0	.2	.4	.7	1.0	.4
9	.0	.2	.4	.7	2.3	.5
10	.0	.2	.4	.6	1.6	.5
11	.0	.2	.4	.6	1.3	.4
12	.0	.2	.4	.6	1.7	.4
13	.0	.2	.4	.6	1.6	.4
14	.0	.2	.3	.5	1.3	.4
15	.0	.2	.3	.5	1.4	.4
16	.0	.2	.3	.5	1.7	.4
17	.0	.2	.3	.4	1.9	.4
18	.0	.1	.3	.9	1.5	.4
19	.0	.2	.3	.6	1.6	.4
20	.1	.2	.3	.6	3.6	.9
21	.0	.2	.5	.6	3.9	.6
22	.0	.2	.6	1.6	3.9	.9
23	.1	.2	.7	1.9	3.6	1.3
24	.1	.3	.9	2.1	9.6	1.6
25	.1	.4	1.4	3.3	15.4	2.3
26	.3	1.0	2.6	6.7	29.4	4.5
27	.4	3.1	4.4	9.1	19.9	6.1
28	.6	3.5	9.0	12.6	25.2	9.9
29	.3	3.3	11.6	16.2	31.1	12.6
30	2.6	13.0	16.4	22.7	34.0	17.0
31	10.1	13.7	19.5	23.3	23.1	13.7
32	12.0	12.0	20.1	25.3	35.0	20.2
33	12.0	12.6	17.3	21.8	36.9	16.6
34	12.0	12.3	15.3	20.5	29.0	17.1
35	12.0	12.0	17.4	22.4	32.9	16.6
36	12.0	12.0	15.1	21.3	34.1	17.0
37	12.0	12.0	13.9	19.0	31.5	15.3
38	12.0	12.0	15.2	19.1	41.3	17.0
39	12.0	12.0	12.0	16.1	38.4	15.1
40	12.0	12.0	12.0	14.1	25.1	13.3
41	12.0	12.0	12.0	12.7	13.1	12.9
42	12.0	12.0	12.0	12.0	24.7	12.7
43	12.0	12.0	12.0	12.0	20.0	12.3
44	12.0	12.0	12.0	12.0	12.7	12.0
45	12.0	12.0	12.0	12.0	12.0	12.0
46	12.0	12.0	12.0	12.0	12.0	12.0
47	12.0	12.0	12.0	12.0	24.4	12.7
48	12.0	12.0	12.0	12.0	12.0	12.0
49	12.0	12.0	12.0	12.0	24.4	12.4
50	12.0	12.0	12.0	12.0	12.0	12.0
51	12.0	12.0	12.0	12.0	12.7	12.0
52	5.4	6.1	7.0	7.9	20.3	7.6
53	.9	2.9	4.6	8.0	16.2	5.4
54	1.0	2.7	4.4	7.2	9.3	4.7
55	.9	2.6	4.3	6.3	11.6	4.7
56	.3	2.1	4.9	7.9	27.3	5.9
57	.5	2.6	4.8	6.9	11.1	4.9
58	.4	2.3	4.1	7.3	12.5	5.3
59	.4	1.9	3.2	5.6	13.7	4.3
60	.3	1.6	2.6	3.6	9.5	3.0
61	.3	1.1	1.7	2.7	9.1	2.4
62	.3	1.0	1.6	2.4	13.2	2.3
63	.4	.9	1.5	2.3	9.3	2.0
64	.4	.8	1.3	1.9	27.5	2.2
65	.3	.3	1.0	1.5	5.5	1.2
66	.4	.7	1.0	1.4	3.8	1.2
67	.3	.7	.8	1.3	10.9	1.4
68	.3	.5	.7	.9	4.8	1.0
69	.2	.5	.7	.9	3.1	.8
70	.2	.5	.7	1.0	1.6	.7
71	.2	.4	.6	.9	2.2	.7
72	.2	.4	.6	.8	2.6	.7
73	.1	.3	.6	.7	1.3	.7

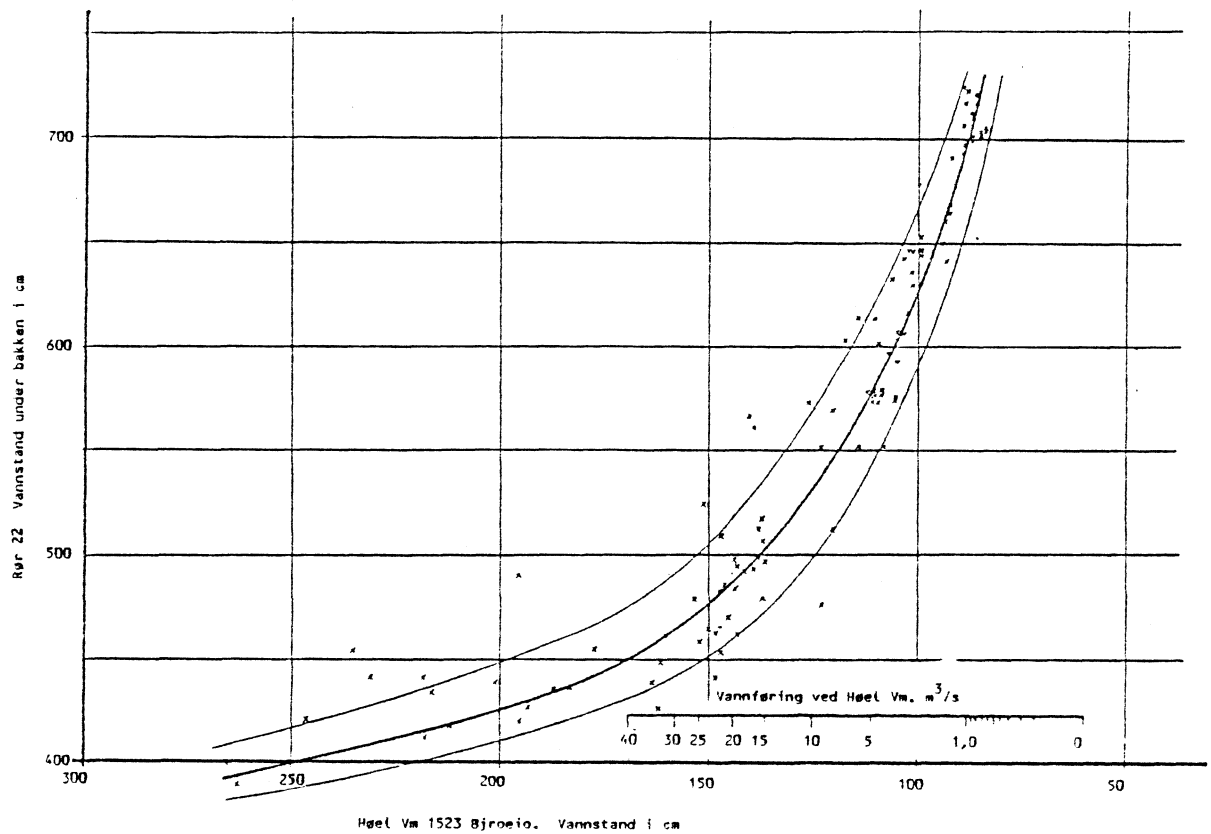


Fig. 5.1 Sammenhengen mellom vannstander i Bjoreio ved Høel Vm og grunnvannstander i rør 22.

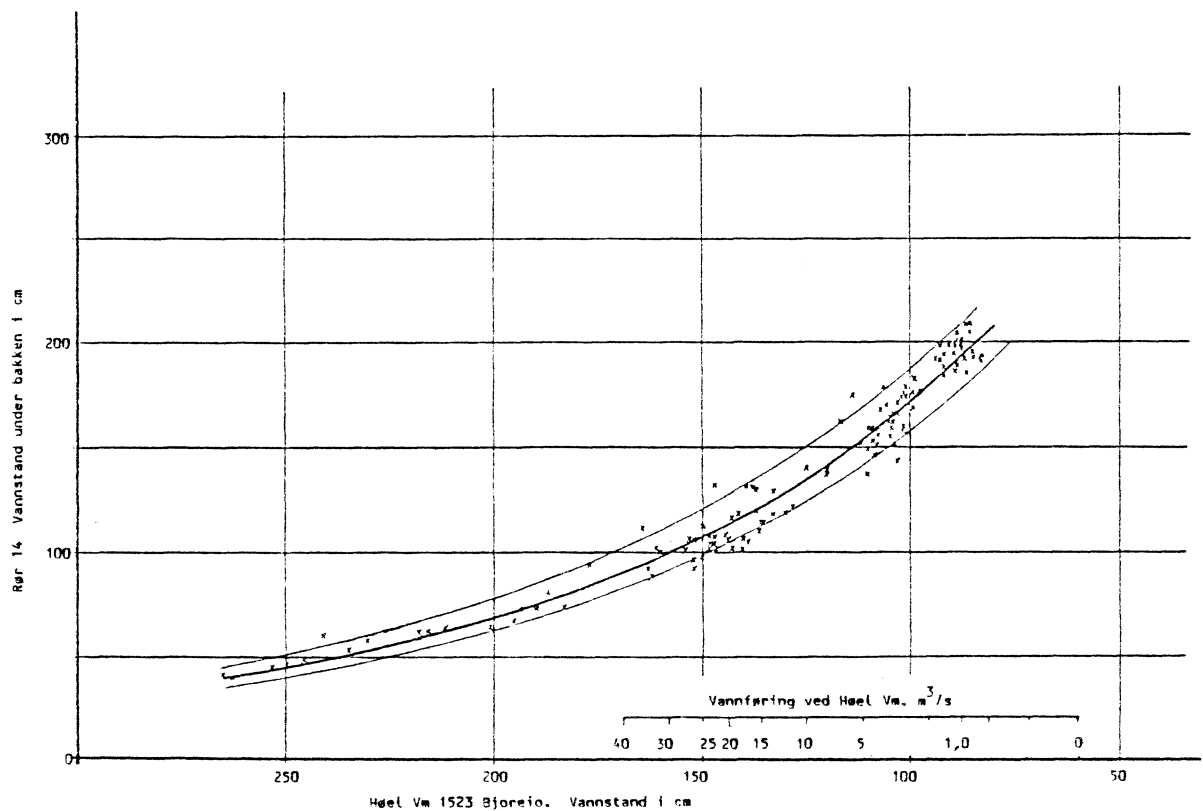


Fig. 5.2 Sammenhengen mellom vannstander i Bjoreio ved Høel Vm og grunnvannstander i rør 14.

som ikke gir tilsvarende effekt på grunnvannstanden i Øvre Eidfjord. Dette kan en også se av limnigrammene for rørene 14 og 22 samt Høel Vm 1523, jfr. fig. 4.1, 4.7, og 4.24. Dessuten er virkning av vannstandsendringer ved Høel Vm 1523 noe forskinket og dempet på grunnvannsendringer i Øvre Eidfjord. Det tar noe tid før grunnvannsmagasinet fylles opp og tilsvarende vil det ta noe tid under uttappingen i lavvannsperioden.

Etter utbyggingen vil vannføringen i Bjoreio fra feltet nedenfor Høel Vm 1523 få relativ større betydning enn før regulering. Dette feltet er oppgitt til $41,6 \text{ km}^2$ og har relativ rask avrenning. Den raske avrenningen vil medføre at det blir noe redusert virkning på grunnvannstanden i Øvre Eidfjord.

I rapporten fra NVE/Statskraftverkene om de hydrologiske forhold i Bjoreio, er absolutt minstevannføringen i fra feltet nedenfor Høel Vm 1523 satt til $0,5 \text{ l/s km}^2$ og median minstevannføring er satt til $1,7 \text{ l/s km}^2$. Avrenningen fra feltet i perioder med minstevannføring vil bety lite for vannføringen i Bjoreio i Øvre Eidfjord. For normal vannføring i Bjoreio ved utløpet i Eidfjordvatnet vil restvannføringen være på ca $1/3$ av den opprinnelige. Tilskuddstappingen på $12 \text{ m}^3/\text{s}$ i perioden 1. juni til 15. september vil ha stor betydning for vannføringen i Bjoreio i Øvre Eidfjord.

For å beregne vannstanden i rørene 14 og 22 etter reguleringen, har en benyttet verdier for Vøringsfossen i tabell 5.1 og kurvene for middelverdier i fig. 5.1 og 5.2. I fig. 5.3 er vannstanden i rør 22 beregnet på grunnlag av median, minste og største pentadeverdier. Disse kurvene er stiplet inn. Videre er det lagt inn kurver med hel strek som viser vannstanden i rør 22 beregnet på grunnlag av pentadeverdier for Høel Vm 1523 i perioden 1968-77. Også her er det nyttet median, største og minste pentadeverdier. Ved å sammenligne median kurvene, dvs. kurvene som er trukket opp med tykk strek, vil en kunne lese av den beregnete senkning av grunnvannstand som reguleringen forårsaker. Vannstanden for tiden etter reguleringen (tynne, stiplete kurver) er beregnet på basis av avløpstall for en 30 års periode.

Av diagrammet fig. 5.3 kan en lese av følgende midlere forskjeller mellom mediankurvene og som vil være en beregnet gjennomsnittlig senkning av grunnvannstanden i cm.

Jan.	Feb.	Mars	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Des.	Året
140	105	105	100	60	70	60	30	50	80	120	135	88

Senkningen vil være størst i januar og er beregnet til 140 cm. Beregningen av de laveste grunnvannstander, er noe usikrere enn de øvrige da en befinner seg langt ut på kurven i fig. 5.1. Svært lange nedbørfrie perioder med lite vann i Bjoreio, kan kanskje føre til litt lavere grunnvannstander enn det som er ført opp i fig. 5.3. Forholdene ved uttappingen av grunnvannsmagasinet vil avgjøre det. Ved lave vannstander vil det skje en langsom uttapping av grunnvannsmagasinet, jfr. geolimnigrammet av rør 22. I perioden med sterkt stigende avrenning, vil senkningen av grunnvannstanden bli noe mindre enn ført opp ovenfor, idet feltet nedenfor Høel Vm 1523 er noe undervurdert for slike perioder i beregning. Disse avvikene fra de beregnete verdier, vil imidlertid være begrenset til korte perioder og virkningen på grunnvannstanden kan anslås til mindre enn 10 cm.

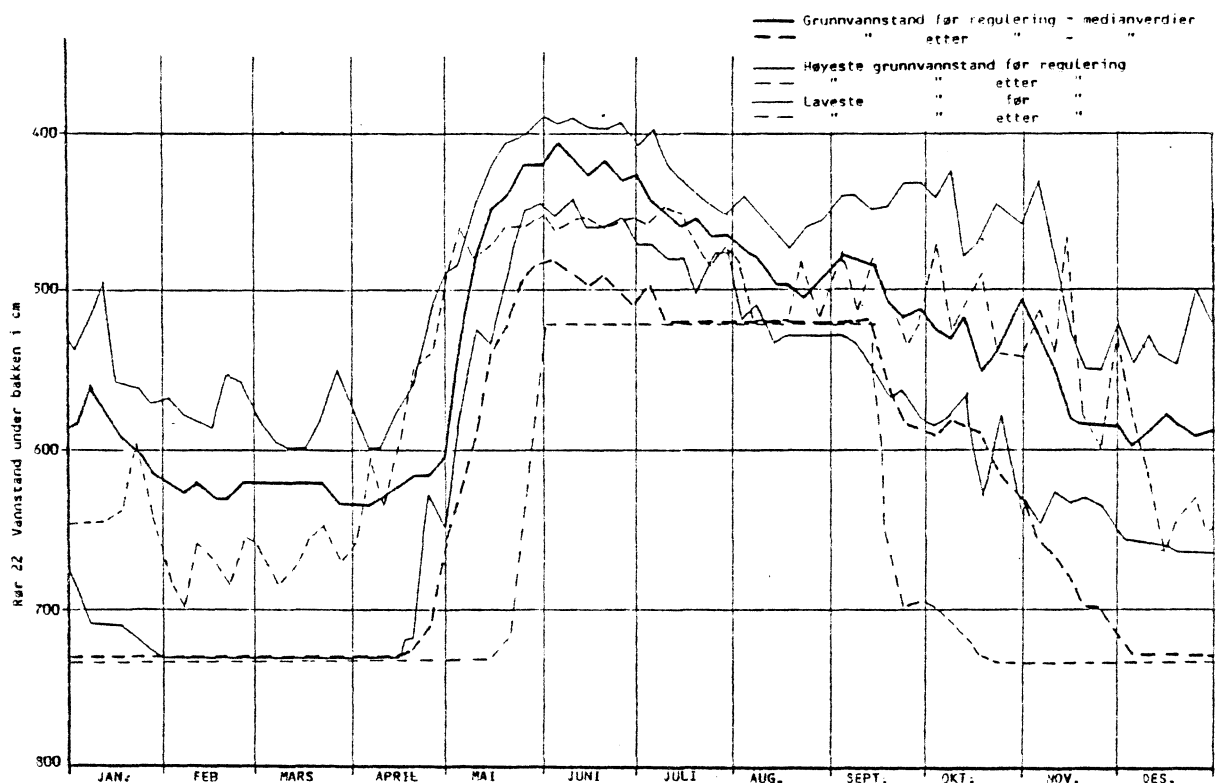


Fig. 5.3 Geolimnigram for rør 22. Vannstander før og etter regulering

Av kurvene for variasjonsområdet, ser en at de høyeste grunnvannstandene som har forekommet i juni, blir redusert med ca 60 cm.

For rør 14 har en på tilsvarende måte som for rør 22, beregnet pentade-verdier for grunnvannstanden i rør 14 på basis av medianverdier for vannføringer ved Høel Vm 1523 i perioden 1968-77 og for vannføringen etter reguleringen.

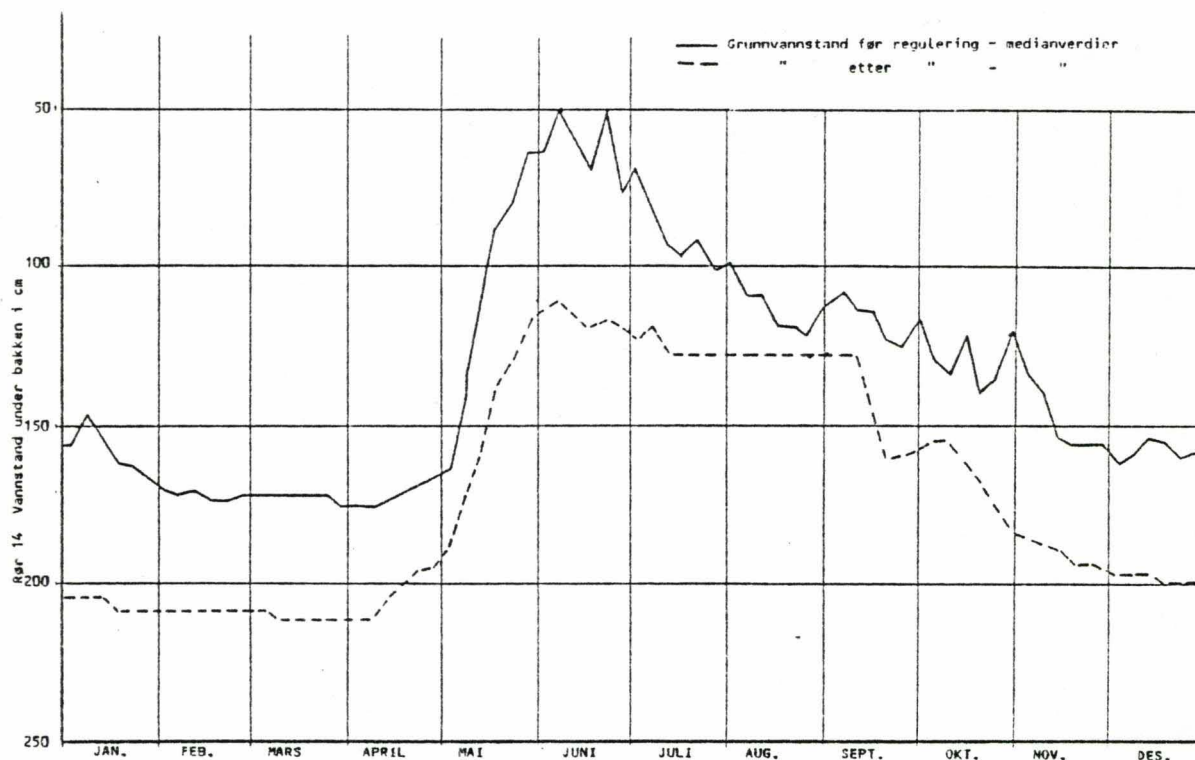


Fig. 5.4 Geolimmigram for rør 14. Vannstander før og etter regulering.

Fra geolimmigrammet fig. 5.4 kan en lese av følgende middeltall for senkning i cm av grunnvannstanden for medianverdien.

Jan.	Feb.	Mars	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Des.	Året
50	40	40	30	40	55	35	20	30	45	40	40	38

De betraktninger som er tatt med for beregningen av vannstanden i rør 22 gjelder også for rør 14. Når det gjelder variasjonsområdet for grunnvannstanden i rør 14, så vil det relativt sett være samme forhold som i rør 22 idet vannføringen ved Høel Vm 1523 er basis for begge beregningene.

Når en skal vurdere virkningen på grunnvannstanden i Øvre Eidfjord av en regulering av Bjoreio alene - med Veig uregulert, vil inhomogeniteter i grunnforholdene, dvs. uensartete løsmasser, ha en viss betydning for hvilket nivå grunnvannspeilet vil innstille seg på i hvert punkt. Ved vurderingen av senkningen i hvert enkelt målepunkt vil det derfor være en viss usikkerhet som er betinget av løsmassenes sammensetning.

På grunnlag av kotekartet over grunnvannstanden og korrelasjonsberegningene, vil det sannsynlig bli omlag samme senkning i rør 23 og 25 som i rør 22. I rør 21 vil senkningen bli omlag 25% større enn i rør 22, mens det i rør 16 og 18 trolig vil bli noe

svakere enn i rør 22. For rørene 26 og 27 er forholdet noe usikkert fordi det er vanskelig å vurdere virkningen av sig fra dalsiden. På grunnlag av korrelasjonsberegningene, kan en vente noe svakere senkning i rør 26 enn i rør 22. Vannstanden i rør 27 vil trolig bare senkes ca 30% av senkningen i rør 22.

For rørene i nedre del av området kan en for rørene 4, 5 og 15 forvente samme senkning som for rør 14. For rør 3 er forholdet noe usikkert idet vannstanden i Veig vil virke noe inn. Variasjonsområdet for grunnvannstanden er vel 80% større for dette røret enn for rør 14. En kan trolig vente en senket vannstand på inntil 50% av senkningen i rør 14.

5.2 Virkningen på grunnvannstanden av en regulert vannføring i Bjoreio og Veig.

For rørene 1 og 10 har en beregnet medianvannstanden for pentader gjeldende for en periode før og etter eventuell regulering av Veig. Vannstanden i rørene før regulering er beregnet på basis av vannstanden i normalperioden 1930-60 ved Viveli Vm 877 og vannstanden i rørene etter regulering er beregnet på grunnlag av data fra tab. 5.2 som viser regulert vannføring i Veig ved utløpet til Eidfjordvatn. Datagrunnlaget for tab. 5.2 er observasjoner for perioden 1923-1950. Da vannføringen i tab. 5.2 gjelder ved utløpet til Eidfjordvatn, har en måtte benytte det midlertidige vannmerket Øvre Veig i Eidfjord, jfr. fig. 5.5 som viser relasjon mellom vassføring og vannstand for dette vannmerket for 1970-71, jfr. rapport 2/72 fra Hydrologisk avdeling. På tilsvarende måte som for Bjoreio, er det benyttet kurver i korrelasjonsdiagram for å beregne vannstandsendingene i rørene av en regulert vannføring i Veig. Fig. 5.6 viser relasjonen mellom vannstand ved Øvre Veig vannmerket og grunnvannstanden i rør 1 og fig. 5.7 viser relasjon mellom vannstanden ved Viveli Vm 877 og grunnvannstanden i rør 1. Tilsvarende viser fig. 5.8 relasjonen mellom vannstanden ved Øvre Veig vannmerke og grunnvannstanden i rør 10 og fig. 5.9 relasjonen mellom vannstanden ved Viveli Vm 877 og grunnvannstanden i rør 10.

Som en kan se av diagrammene, så er det tildels noe stor spredning. I fig. 5.6-5.9 er det plottet inn samtidige avlesninger ved de nevnte målepunktene. Alle målestedene har ikke vært utstyrt med limnigraf så det har ikke vært mulig å nytte pentadeverdier. Dette forklarer noe av spredningen i diagrammene. Videre er det en viss forsinkelse i vannstandsendingen i rørene i forhold til elvevannstanden som følge av noe tettere masser langs Veig. Restfeltet nedenfor Viveli Vm 877

Tab. 5.2 Karakteristiske verdier for vannføringen i Veig ved utløpet til Eidfjordvatn etter eventuell regulering.

KARAKTERISTISKE PENTADEVERDIER I m^3/s

PENTATE	MINSTE	NEDRE KVARTIL	MEDIAN	ØVRE KVARTIL	STØRSTE	ARITM. MIDDEL
1	.0	.1	.2	.3	.6	.2
2	.0	.1	.2	.3	.6	.2
3	.0	.1	.1	.3	.6	.2
4	.0	.1	.1	.3	.9	.2
5	.0	.1	.1	.2	1.3	.2
6	.0	.1	.1	.2	.7	.1
7	.0	.1	.1	.2	.4	.1
8	.0	.1	.1	.2	.3	.1
9	.0	.1	.1	.2	.7	.2
10	.0	.1	.1	.2	.5	.2
11	.0	.1	.1	.2	.4	.1
12	.0	.1	.1	.2	.5	.1
13	.0	.1	.1	.2	.5	.1
14	.0	.1	.1	.2	.4	.1
15	.0	.0	.1	.2	.4	.1
16	.0	.0	.1	.1	.3	.1
17	.0	.0	.1	.1	.4	.1
18	.0	.0	.1	.1	.3	.1
19	.0	.1	.1	.2	.4	.1
20	.0	.0	.1	.2	1.1	.2
21	.0	.1	.1	.2	.9	.2
22	.0	.1	.2	.4	1.2	.3
23	.0	.1	.2	.5	2.7	.4
24	.0	.1	.3	.6	3.0	.5
25	.0	.2	.4	1.0	4.8	.9
26	.1	.3	.9	1.8	12.8	1.5
27	.1	1.0	1.4	3.0	6.3	2.1
28	.2	1.8	2.5	3.9	7.9	3.1
29	.2	2.5	3.6	5.0	24.2	4.8
30	.8	4.1	5.0	7.5	70.4	7.8
31	.9	4.2	6.2	8.1	26.8	7.9
32	1.4	3.4	6.9	39.5	81.6	19.0
33	2.0	3.7	5.8	20.1	85.8	14.4
34	2.1	4.0	5.0	9.2	55.6	9.8
35	2.3	3.9	5.7	41.9	66.1	20.0
36	1.6	3.6	4.8	26.2	77.6	13.9
37	1.6	3.1	4.4	7.7	61.6	9.5
38	1.4	2.6	4.4	6.9	109.0	10.6
39	1.2	2.2	3.3	5.0	92.2	9.6
40	.7	1.6	3.1	4.5	40.8	5.7
41	.4	1.4	2.2	3.8	11.1	3.1
42	.3	1.1	2.2	2.9	28.8	3.1
43	.2	.9	1.7	2.5	19.9	2.4
44	.2	.9	1.5	2.6	4.0	1.8
45	.1	1.2	1.9	2.2	3.6	1.8
46	.1	1.0	1.6	1.8	3.0	1.4
47	.2	.7	1.1	1.9	7.0	1.5
48	.3	.6	.8	2.2	3.3	1.3
49	.2	.5	1.1	1.8	23.1	2.0
50	.1	.6	1.2	2.0	3.6	1.4
51	.2	.8	1.4	2.3	4.1	1.6
52	.3	.7	1.3	2.2	13.3	1.8
53	.3	1.0	1.7	2.6	8.3	2.2
54	.3	.8	1.4	2.4	10.6	2.1
55	.3	.8	1.6	2.5	9.7	2.2
56	.2	.7	1.6	2.8	46.0	3.4
57	.1	.9	1.5	2.3	3.5	1.6
58	.1	.7	1.3	2.3	3.9	1.6
59	.1	.6	1.0	1.8	10.0	1.7
60	.1	.5	.9	1.1	3.0	1.0
61	.1	.3	.5	.9	2.9	.7
62	.1	.3	.5	.7	4.1	.7
63	.1	.2	.5	.8	2.9	.6
64	.1	.2	.4	.6	46.3	2.1
65	.1	.2	.3	.4	1.7	.4
66	.1	.2	.3	.5	1.2	.4
67	.1	.2	.3	.4	3.4	.5
68	.1	.2	.2	.3	1.5	.3
69	.1	.2	.2	.3	1.0	.3
70	.1	.2	.2	.3	.5	.2
71	.1	.1	.2	.3	.7	.2
72	.1	.1	.2	.3	.8	.2
73	.0	.1	.2	.2	.6	.2

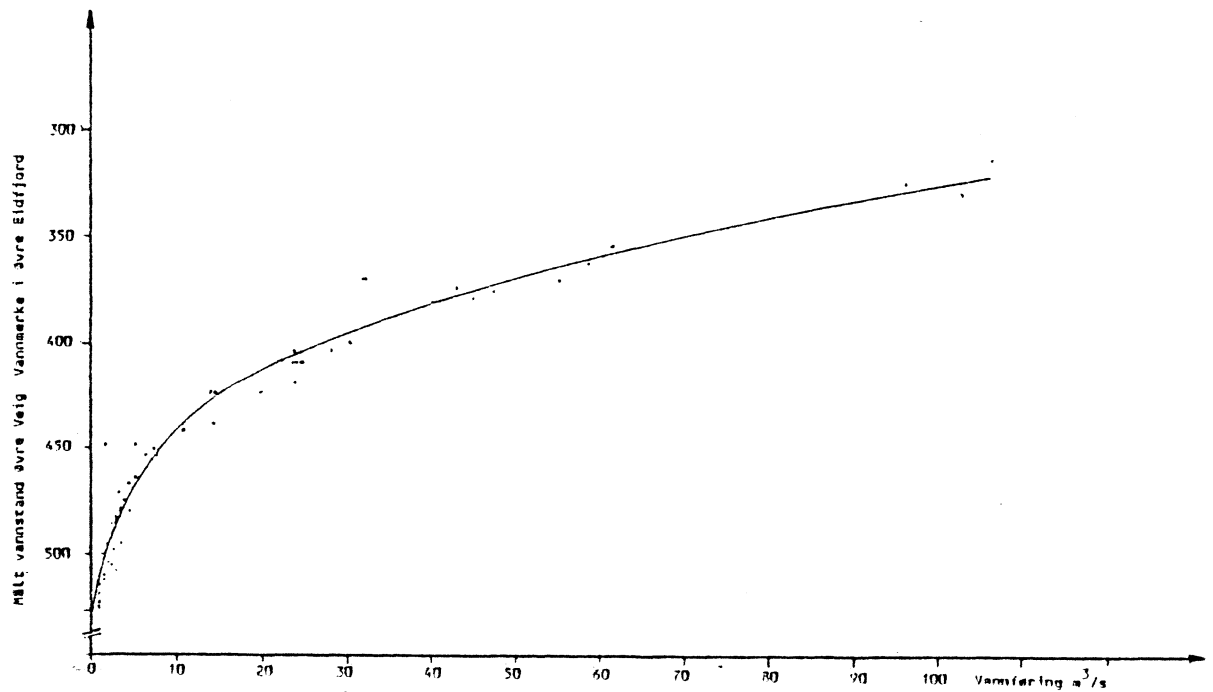


Fig 5.5 Vannføringskurve for Veig i Øvre Eidfjord. Øvre Veig Vm

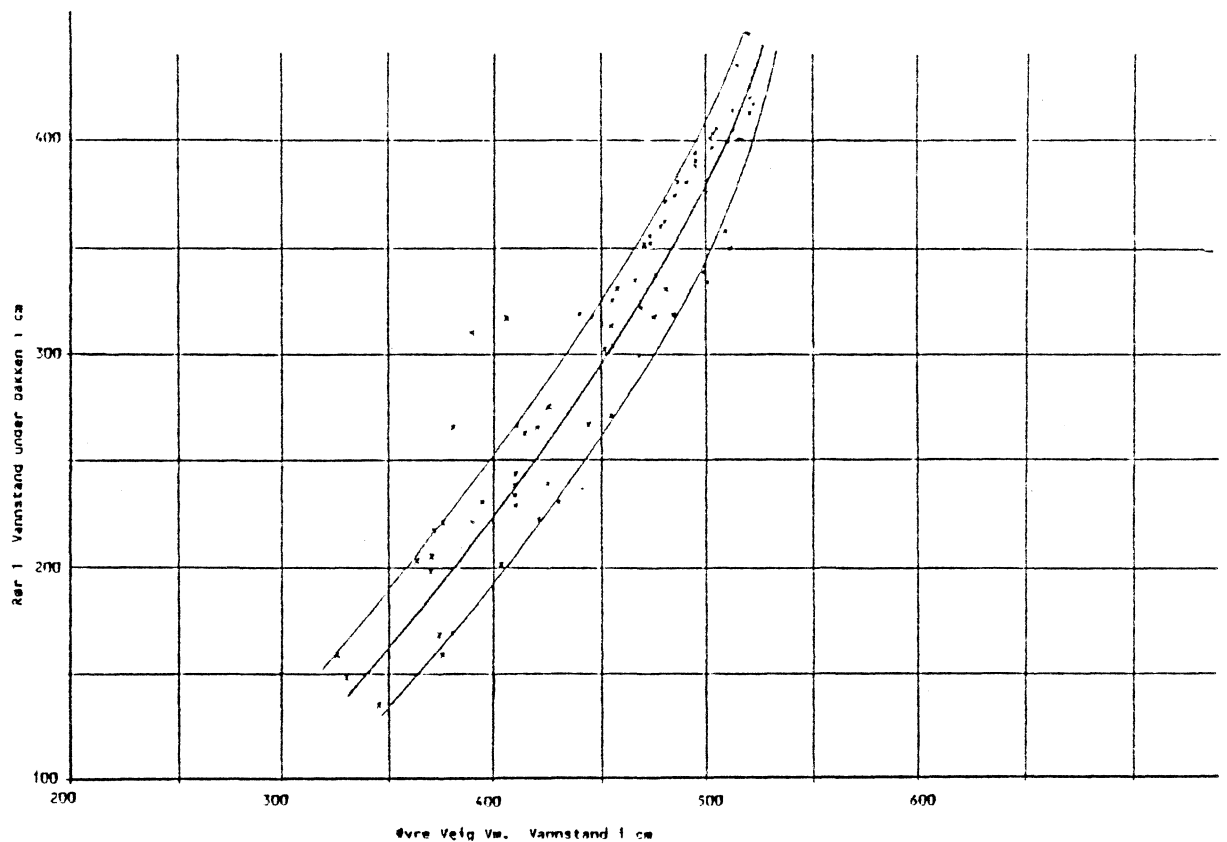


Fig. 5.6 Sammenhengen mellom vannstander i Veig ved Øvre Veig Vm og grunnvannstander i rør 1.

er også såvidt stort at det naturligvis må bli noe spredning når en sammenligner vannstanden ved dette vannmerket og vannstanden i rørene 1 og 10. På grunnlag av spredningen i diagrammene, må en anse beregningene mer usikre for Veigs virkning på grunnvannstanden i Øvre Eidfjord enn tilsvarende beregninger for Bjoreio.

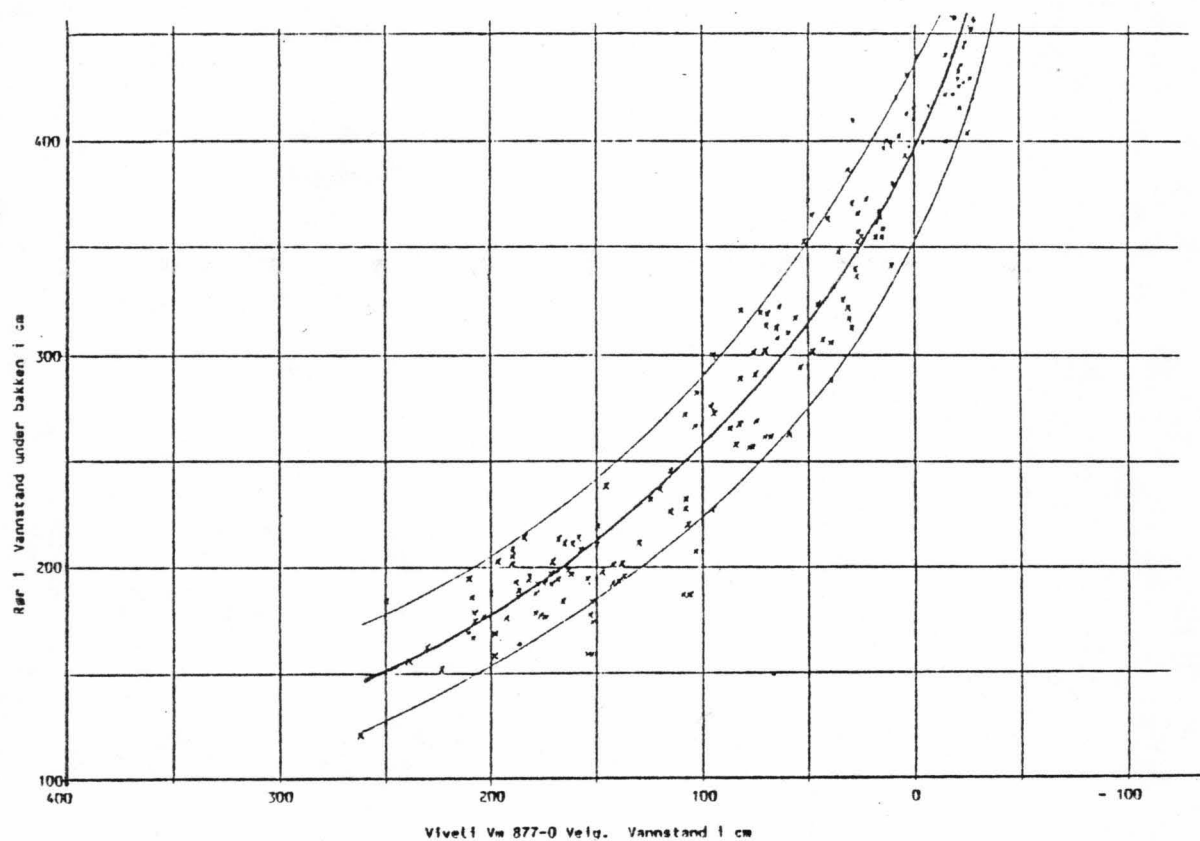


Fig. 5.7 Sammenhenger mellom vannstander i Veig ved Viveli Vm og grunnvannstander i rør 1.

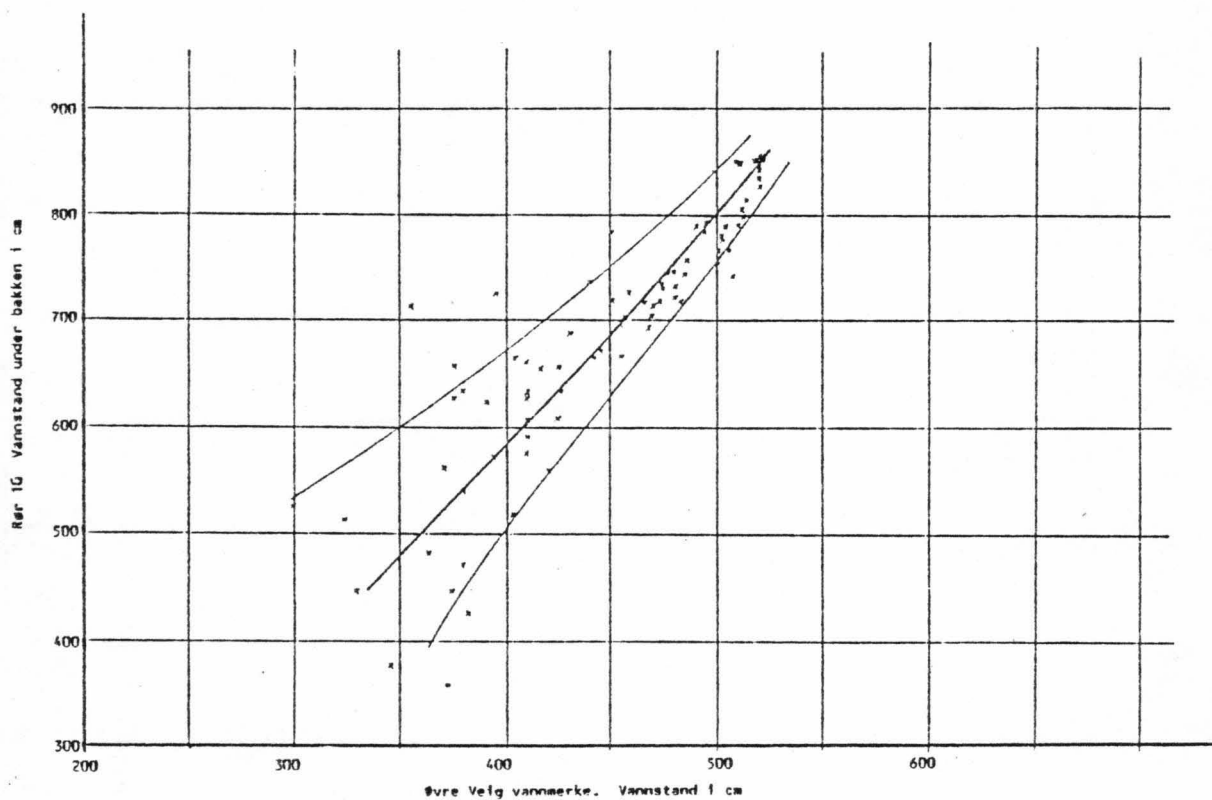


Fig. 5.8 Sammenhengen mellom vannstander i Veig ved Øvre Veig Vm og grunnvannstander i rør 10.

I fig. 5.6-5.9 er det trukket kurver for middelveier samt kurver for det vesentligste av variasjonsområdet. Fig. 5.10 og 5.11 viser geolimni-gramm for vannstand i rørene 1 og 10. Vannstanden for perioden etter

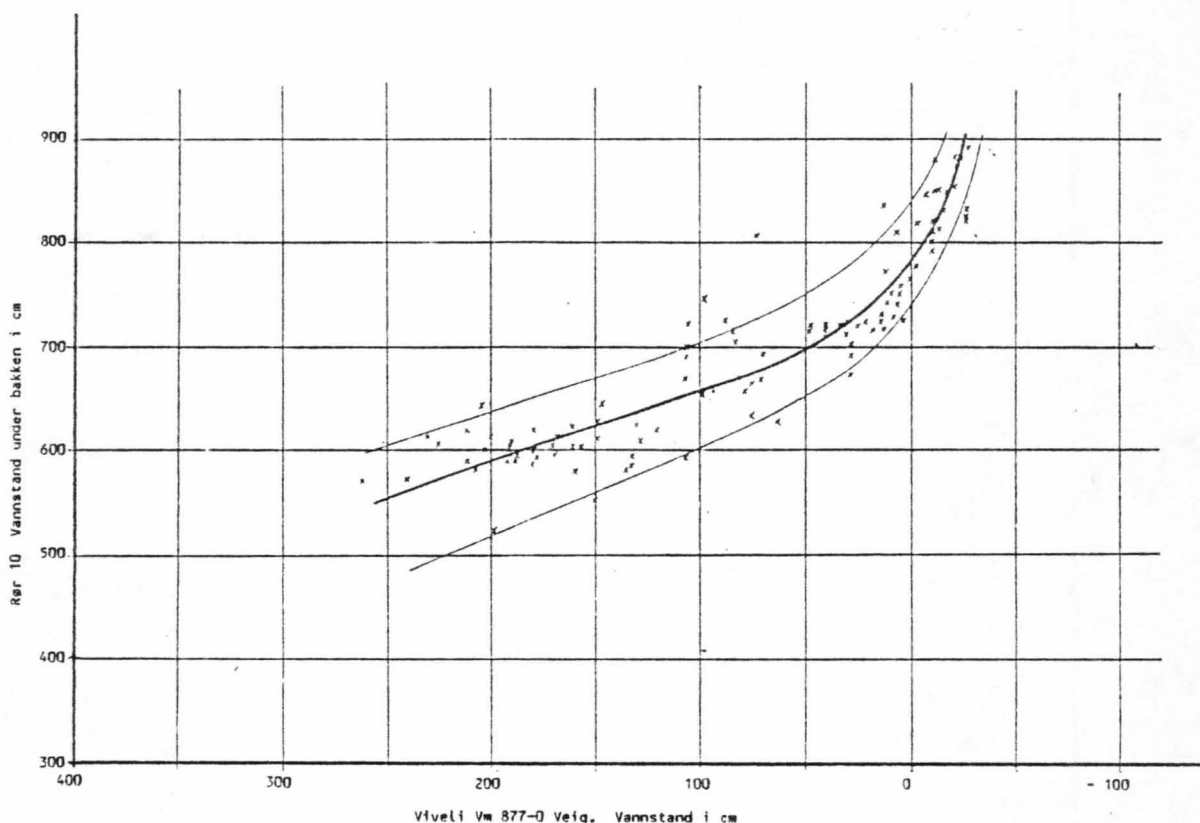


Fig. 5.9 Sammenhengen mellom vannstander i Veig ved Viveli Vm og grunnvannstander i rør 10.

en eventuell regulering er beregnet på basis av vannføringen i tab. 5.2 og kurvene for middelerdier i fig. 5.6-5.9. Vannstanden for perioden før regulering er beregnet på basis av pentadeverdier for perioden 1930-1960 for Viveli Vm 877 i Veig.

Av fig. 5.10 og 5.11 kan en se at senkningen for grunnvannstandens medianverdier, blir følgende for rørene 1 og 10, i cm.

	Jan.	Feb.	Mars	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Des.	Året
Rør 1	100	100	95	100	110	100	100	90	90	95	100	110	98
Rør 10	120	115	115	115	120	100	120	140	140	140	130	125	123

I fig. 5.10, dvs. i geolimmigrammet for rør 1 er det tegnet de høyeste grunnvannstander en kan forvente etter eventuell regulering av Veig, jfr. tab. 5.2. Denne vannstanden er tegnet med tynn stiplet strek. Videre har en tegnet inn den høyeste og laveste vannstand på basis av laveste pentadeverdier for Viveli i perioden 1930-60 som viser forholdene før regulering. Vannstanden i rør 1 vil etter eventuell regulering omlag tilsvare de absolutt laveste pentadeverdier for vannstanden før regulering, med unntak av perioden november-februar da grunnvannstanden vil ligge 10-15 cm lavere som følge av regulert vannføring i Veig. Kurvene for pentadeverdien av de maksimale vannstander før og etter regulering, viser at det også kan forekomme relativt høye grunnvann-

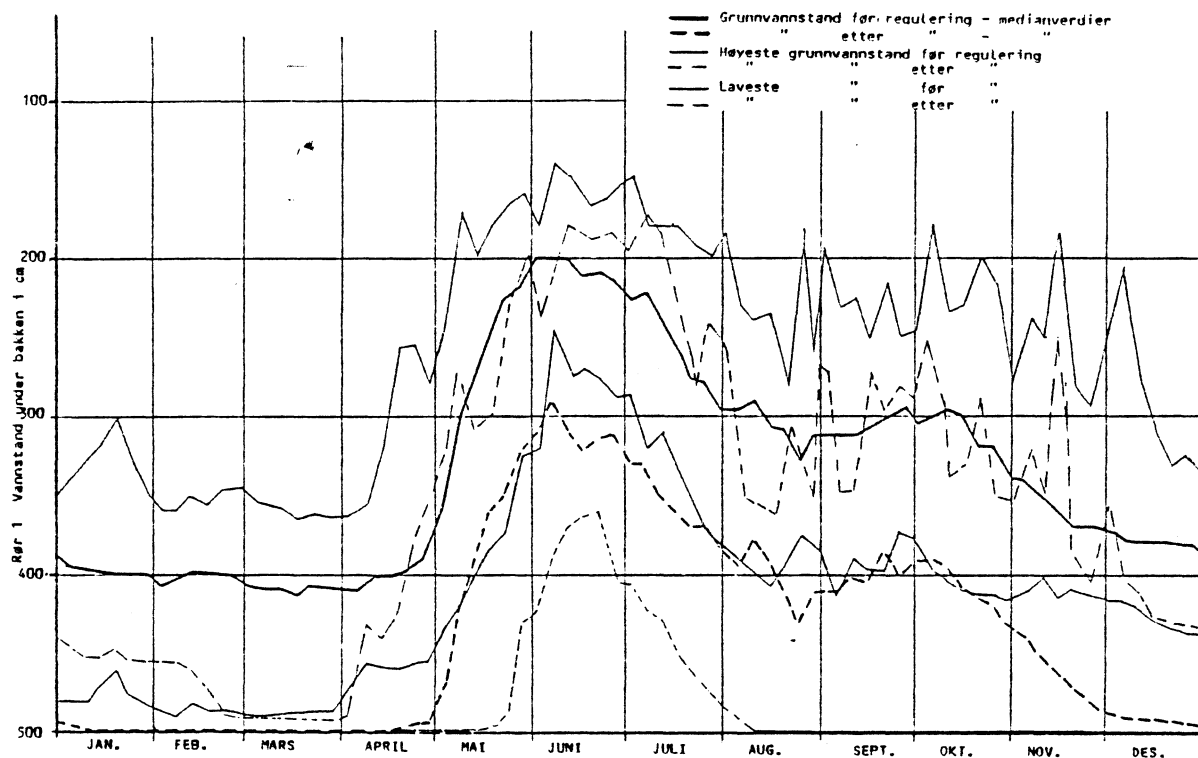


Fig. 5.10 Geolimmigram for rør 1 før og etter eventuell regulering av Veig.

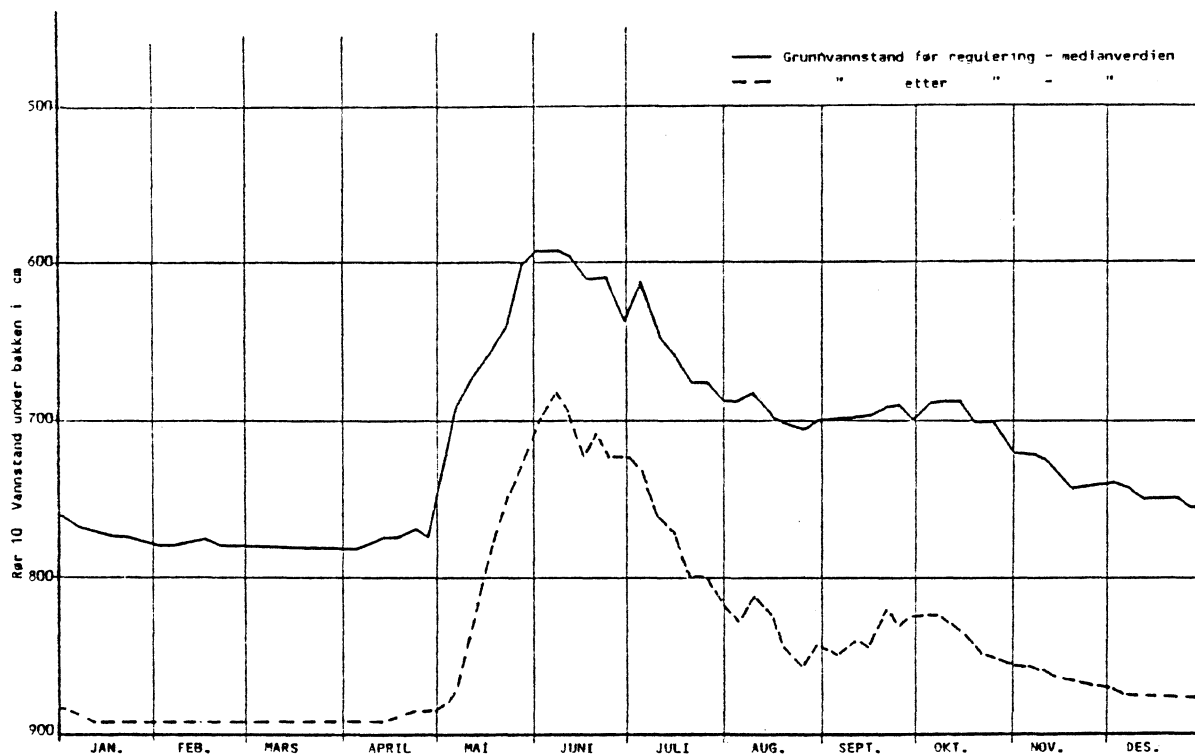


Fig. 5.11 Geolimmigram for rør 10 før og etter eventuell regulering av Veig.

stander etter regulering. Beregningene for de høyeste vannstandene er imidlertid noe usikre, da det er få observasjoner med høye vannstander som er grunnlagt for kurvene i fig. 5.6-6.9. Medianvannstanden i de øvrige rørene vil senkes omlag som i rør 1. En kan regne med følgende

forskjeller. Senkningen i rør 2 vil bli ca. 5% mindre enn i rør 1, mens senkningen i rør 3 vil bli ca. 10% mindre enn i rør 1. I rørene 6 og 7 kan det ventes noe sterkere senkning enn i rør 1. For rør 6 kan en regne med 5-10% og for rør 7 ca. 15% sterkere senkning.

Når det gjelder rørene i øvre del av området langs Veig, er det noe vanskelig å vurdere hvilken senkning en vil få av grunnvannstanden i forhold til vannstandsendringen i rør 10 som følge av regulert vannføring i Veig. Det kommer delvis av at løsmassene er noe tettere i dette området og dermed kan grunnvannspeilet innstille seg på en annen gradient når innstrømningen fra Veig blir redusert. For rør 12 og gardsbrønn OSM kan det ventes noe mindre senkning enn i rør 10, mens det for rør 8 kan bli noe sterkere senkning.

For rørene 19 og 24 som ligger omtrent midt mellom elvene Veig og Bjoreio kan det ventes omlag samme senkning som for rør 22. Senkningen i disse rørene synes likevel i det vesentligste å bli bestemt av vannføringen i Veig da grunnvannsstrømmen ved disse rørene kommer fra Veig.

6 BJOREIOS OG VEIGS INFLUENSOMRÅDER

Ved vurderingen av hvilke områder hvor grunnvannstanden påvirkes av enten Bjoreio eller Veig, har en i stor grad bygget på de opplysningene en får fra kartet med grunnvannskoter. fig. 5.56 s. 35 og korrelasjonsberegningene. Løsmassenes sammensetning er også viktig for denne vurderingen.

På grunnlag av de relativt grove massene og den jevne topografien, kan en ikke vente skarpe skiller mellom Bjoreios og Veigs influensområder.

Områdene nærmerst Bjoreio og Veig, vil naturligvis bli påvirket av vannstanden i de respektive elvene, mens et område mellom elvene vil bli påvirket av begge elvenes vannstand. Ved en regulering av bare Bjoreio, vil en lavere vannstand i denne elven føre til en senket grunnvannstand på en del av området som følge av den drenerende virkning som elveløpet vil ha.

Den alt vesentlige tilførsel av vann til grunnvannsmagasinet i Øvre Eidfjord kommer fra Bjoreio og Veig og innstrømningen fra Veig synes å være dominerende. Innstrømningsforholdene ved Veig synes å være gunstigere enn for Bjoreio i det innstrømningsarealet er større og dessuten skjer innstrømningen på et høyere nivå enn for Bjoreio.

På kartskissen fig. 4.56 s. 35 har en delt området inn i 3 influensområder.

- I Influensområdet til Bjoreio.
- II Influensområdet til Bjoreio og Veig.
- III Influensområdet til Veig.

Løsmassenes sammensetning vil ha stor betydning for elvenes influensområder. Områder hvor løsmassene skifter karakter fra grove til tettere masser, vil kunne danne grenser for influensområdene. Fordi vannstandsendingene i Bjoreio og Veig er meget ensartet, kan det forekomme relativt tette skjikt i løsmassene som en til nå ikke har fastlagt. Ved en regulering av bare Bjoreio, kan det derfor være grunnlag for en viss forskyvning av de grensene som er trukket mellom influensområdene. I øvre området kan grensene forskyves opptil 50 - 100 m, mens det i det nedre området bare vil dreie seg om mindre forskyvninger.

Hvis det er ønskelig å fastlegge grunnvannets strømningsforhold mer eksakt, bør det foretas hyppige målinger av grunnvannstanden i kortere perioder etter reguleringen av Bjoreio mens Veig er uregulert. Slike målinger bør i tilfelle foretas både i perioder med liten og stor vannføring i Veig.

7 SAMMENDRAG

Grunnvannsundersøkelsene i Øvre Eidfjord utføres i forbindelse med bygging av Eidfjordverkene og etter oppdrag fra Statskraftverkene. Undersøkelsene skal påvise hvilke virkninger reguleringen av Bjoreio og en eventuell regulering av Veig vil få på grunnvannstanden i Øvre Eidfjord.

Grunnvannsundersøkelsene ble satt i gang i desember 1969 og gikk fram til august 1971. Disse undersøkelsene er behandlet i rapport nr. 2/72 "Eidfjordverkene. Grunnvannsundersøkelser i Øvre og Nedre Eidfjord". Grunnvannsundersøkelsene ble tatt opp igjen i mars 1972 og ble i 1976 utvidet med 12 nye punkter for grunnvannsmålinger. To av disse punktene er utstyrt med limnigraf for kontinuerlig registrering av grunnvannstanden. De øvrige punktene er observert vanligvis en gang pr. uke, men med daglige observasjoner i flomperioder. Denne rapporten bygger på målinger av grunnvannstanden i 25 punkter. I tillegg har en benyttet vannstandsobservasjoner ved Høel vannmerke (Vm 1523) i Bjoreio, Viveli vannmerke (Vm 877) i Veig og Eidfjordvatn vannmerke (Vm 868) i Eidfjordvatnet samt et midlertidig vannmerke i Veig i Øvre Eidfjord.

Dette vannmerke er benevnt Øvre Veig vannmerke.

Grunnlaget for denne rapporten er observasjoner for perioden 1970 - 1977, men i tillegg har en benyttet pentadeverdier for vannstanden ved Viveli Vm 877 i Veig og for Eidfjordvatn Vm 868 for normalperioden 1930-60. For Høel Vm 877 i Bjoreio er det benyttet pentadeverdier for 1968-77, dvs den tid vannstanden har vært observert ved dette vannmerket. Som grunnlag for beregninger av grunnvannstanden i Øvre Eidfjord etter reguleringen, er det benyttet beregnete vannføringer i Vøringsfossen (ved Høel Vm) i Bjoreio og i Veig ved utløpet av Eidfjordvatnet. Undersøkelsene viser at elvene Bjoreio og Veig har hatt nesten like store variasjoner i vannføringen i perioden 1970 - 1977 da det er foretatt grunnvannsmålinger, som i normalperioden 1930-60. Grunnvannsmålingene skulle derfor være representative for en periode på nærmere 30 år.

Området for grunnvannsundersøkelsene i Øvre Eidfjord er bygget opp av relativt grove masser, spesielt i de sentrale områder, mens det ned mot Eidfjordvatnet og i øvre deler mot Veig er noe tettere masser. Nedbør som faller direkte på området betyr meget lite for grunnvannstanden fordi det er god overdekning av løsmasser og dessuten har grunnvannspeilet et fall på ca 2 m pr. 100 m på store deler av området. Det er derfor vannstanden og vannføringen i Bjoreio og Veig som har dominerende effekt på grunnvannstandens nivå. På nedre del av området, har vannstanden i Eidfjordvatnet en viss effekt på grunnvannstandens nivå.

Grunnvannsundersøkelsene viser at det foregår en innstrømning fra Bjoreio og Veig til grunnvannsmagasinet i Øvre Eidfjord. Denne innstrømningen skjer på et noe høyere nivå for Veig enn for Bjoreio. Topografiske og geologiske forhold medfører at grunnvannet i hovedsak beveger seg langs Veig og i retning mot Bjoreio på øvre del av området. På midtre del av området bøyer grunnvannets hovedstrømsretning av og strømmen blir nesten parallell med elvene ned mot Eidfjordvatn.

Grunnvannsundersøkelsene viser videre at grunnvannstanden i det nedre området har større variasjoner langs Veig enn ved Bjoreio. I det nedre området har grunnvannet høyest nivå i forhold til terrenget. For området ved rørene 1 - 5, jfr. kartskisse fig. 4.56 s. 35, står grunnvannet fra 2 - 0 m under bakken når det er høyest i flomperioder. Det totale variasjonsområdet for disse rørene er mellom 1.75 - 3.80 m. For området mellom rør 1 - 5 og Eidfjordvatnet minsker grunnvannets variasjonsområde og grunnvannets nivå under bakken avtar i retning mot vatnet. For områdene ovenfor rørene 1 - 5 er grunnvannets nivå under bakken større enn for rørene på nedre området. I rør 22 varierer vannstanden mellom ca. 4 - 7 m under bakken.

Korrelasjonsberegningene viser at grunnvannstanden varierer meget ensartet på området og bekrefter således den store betydning vannstanden i Bjoreio og Veig har på grunnvannets nivå. På grunnlag av det gode samsvaret i grunnvannstandens variasjon blir det fram til reguleringen av Bjoreio, bare observert i 6 punkter på området. To av disse punktene er utstyrt med limnigraf.

Beregningene over senkningen i grunnvannstanden som følge av regulerte vannføringer i Bjoreio og Veig, er gjort på grunnlag av målte vannføringer før regulering og beregnete verdier for perioden etter regulering. For 2 rør, dvs nr. 1 og 22, har en beregnet median, høyeste og laveste grunnvannstand før og etter regulering for en periode på 30 år. Beregningene er gjort på grunnlag av pentadeverdier. For de fleste andre målepunktene har en beregnet senkningen i grunnvannstanden for medianverdier.

Ved rør 14 som står i nedre området ned mot Eidfjordvatn, vil en regulering av Bjoreio medføre en senkning på ca. 40 cm i middel for året. Senkningen blir størst i januar og juni med 50 - 55 cm, og minst i august med ca. 20 cm i det pålagt minstevannføring vil ha stor betydning for grunnvannstanden. Beregningene gjelder senkningen av medianvannstanden.

For rør 22 som er plassert i det øvre området langs Bjoreio, vil den tilsvarende senkning bli omlag 90 cm i middel for året. Størst blir senkningen i januar med ca 150 cm og minst senkning kan ventes i august med ca. 30 cm.

Ved en regulering av Veig vil vannstanden i rør 1 som står i nedre del av området, bli senket ca. 100 cm i middel for året med små variasjoner i løpet av året.

For rør 10 som er plassert i øvre del av området langs Veig, vil senkningen bli omlag 125 cm i middel for året med variasjoner fra 90 til 140 cm for årets måneder.

I nedre området kan en vente relativt størst senkning i mai, men en i det øvre området langs Veig vil få relativt størst senkning i perioden august - oktober.

For området på nordsiden av Bjoreio, er det vanskelig å trekke sikre konklusjoner da måleserien til nå er for kort. Det synes å være noe uensartet grunnforhold i området med innslag av tette masser som påvirker strømningsforholdene. En vil få bedre holdepunkter for å vurdere saken når grunnvannstanden i området er målt en tid etter reguleringen av Bjoreio.

I oppgaven har en kun utredet hvilke virkning en regulert vannføring i Bjoreio alene og Bjoreio og Veig tilsammen, har på grunnvannstanden i Øvre Eidfjord. Vurdering av ulemper og fordeler en senket grunnvannstand vil medføre ligger utenfor oppgaven.