

NORGES VASSDRAGS-OG ELEKTRISITETSVESEN



GRUNNVANNSUNDERSÖKELSER I AURSUNDFELTET

RAPPORT NR. 3 / 72

VASSDRAGSDIREKTORATET

HYDROLOGISK AVDELING

OSLO APRIL 1972

NORGES VASSDRAGS-OG ELEKTRISITETSVESEN



Tom Andersen
Ola Gjörsvik
Leiv Ruud

GRUNNVANNSUNDERSÖKELSER I AURSUNDFELTET

RAPPORT NR. 3 / 72

VASSDRAGSDIREKTORATET

HYDROLOGISK AVDELING

OSLO APRIL 1972

FORORD

Etter initiativ fra Glommens og Laagens Brukseierforening ble det høsten 1969 satt i gang undersøkelser av grunnvannsforholdene i nedbørfeltet til Aursunden, øverst i Østerdalen. Tidligere beregninger har vist at en betydelig del av tilsiget til Aursunden i vinterperioder kommer fra nedbørfeltets grunnvannsmagasin, og kjennskap til grunnvannsmagasinet har derfor stor betydning.

Hensikten med denne rapporten er å gi en oversikt over de grunnvannsundersøkelser som til nå er satt i gang i Aursundfeltet og å presentere de observasjoner som er samlet inn fra feltet siden undersøkelsen tok til og fram til i dag.

Geolimnigrammene for hver brønn kan gi en pekepinn om variasjonene i grunnvannstanden fra år til år. Imidlertid er datamaterialet ennå altfor sparsomt til en dyptgående analyse av feltets grunnvannsmagasin. En foreløpig analyse er likevel tatt med ved at det er beregnet en regresjonslikning som viser det potensielle grunnvannsmagasin uttrykt ved grunnvannstanden i en eller flere brønner. Så lenge observasjonsseriene er korte, må denne analysen nærmest betraktes som en presentasjon av metoden. Etter hvert som nye observasjoner kommer inn, vil analysen kunne gjentas og likningen for det potensielle grunnvannsmagasin vil stadig bli sikrere og med tiden forhåpentligvis nøyaktig nok for interessentenes behov.

Rapporten er utarbeidet av Utvalget for tilsigsprognoser.

Oslo i april 1972


Tom Andersen

INNHold

1. INNLEDNING
 1. 1. Etablering av målesteder for registrering av grunnvannstanden.
2. LITT OM GRUNNVANN
 2. 1. Grunnvann i berggrunnen.
 2. 2. Grunnvann i løsavsetninger.
 2. 3. Grunnvann i Aursundfeltet.
3. GRUNNVANNSUNDERSØKELSER I AURSUNDFELTET
 3. 1. Opprettelse av observasjonsbrønner.
 3. 2. Beskrivelse av de enkelte brønner.
 3. 3. Måling av teledybden.
 3. 4. Innsamling av vannprøver.
 3. 5. Innsamlet observasjonsmateriale.
 3. 6. Variasjoner i grunnvannstanden.
4. POTENSIELT GRUNNVANNSMAGASIN I FELTET
 4. 1. Metodikk for beregning av potensielt grunnvannsmagasin.
 4. 2. Vintertørrvæerskurve og potensielt magasinkurve for feltet.
 4. 3. Grafisk analyse av sammenhengen mellom potensielt grunnvannsmagasin og grunnvannstand.
 4. 4. Matematisk analyse av sammenhengen mellom potensielt grunnvannsmagasin og grunnvannstand.
5. SAMMENDRAG
6. GEOLIMNIGRAMMER
7. LITTERATUR

1. INNLEDNING

1.1. Etablering av grunnvannsbrønner for registrering av grunnvannstanden.

Den tørre ettersommeren i 1969 med et observert tilsig i Nedre Glomma lavere enn på 65 år, skapte en viss frykt for at en ville få et særdeles vanskelig reguleringsår. Forholdene var særlig ugunstig på Østlandet og i Trøndelag. I Trøndelag var dessuten magasinfyllingen meget beskjeden. Nedbøren i høstmånedene gjorde imidlertid at situasjonen ble noe bedre.

Den uvanlige tørre perioden forårsaket at Glommens og Laagens Brukseierforening innledet et samarbeid med Grunnvannskontoret i NVE for nærmere undersøkelser av grunnvannsmagasinene i Glommas nedbørfelt. I denne forbindelse ble det sammenkalt til et møte den 25.9.69. Tilstede på møtet var overingeniør Bauman og hydrolog Knudsen fra Glommens og Laagens Brukseierforening og fagsjef Otnes, statshydrolog Hegge og statshydrolog Gjørsvik fra Hydrologisk avdeling, NVE. Fagsjef Otnes orienterte om den metoden en er i ferd med å utarbeide ved Hydrologisk avdeling for beregning av grunnvannsavløpet i vinterperioder. Det ble også understreket at en må ha avlesninger i et system av grunnvannsbrønner i feltet for at metoden skal kunne bli et helt fullverdig hjelpemiddel til prognosering av vintertilslaget fra feltet.

På møtet ble en enig om å sette i gang regelmessige observasjoner av grunnvannstanden på egnede steder i Glommas nedbørfelt. Det ble bestemt at en i første omgang ved siden av å opprette et "fullstendig" nett av observasjonsbrønner i Aursundfeltet, skulle sette i gang avlesninger i en del observasjonsbrønner i nedbørfeltet til Storsjøen og Osensjøen.

En ble videre enig om at observasjonene skal innsamles og bearbeides av Hydrologisk avdeling, NVE. Hydrologisk avdeling forbeholdt seg retten til å kreve en eventuell godtgjørelse for å bearbeide det innsamlede observasjonsmateriale. Bearbeidelsen av observasjonsmaterialet er imidlertid nå blitt overlatt til Utvalget for tilsigsprognoser. Utgifter i forbindelse med opprettelse av observasjonsbrønner samt løpende utgifter til observatører og inspeksjonsreiser skal betales av Glommens og Laagens Brukseierforening.

2. LITT OM GRUNNVANN

2.1. Grunnvann i berggrunnen.

Nesten alle norske bergarter er lite porøse. Unntakelser er rombeporfyrene f. eks. i Vestfold og de geologiske unge Burmunddal-sandsteiner og rombeporfyrkonglomeratet i ytre Oslofjord.

Stort sett kan en si at det vann som fins i norske bergarter opptrer i sprekker og sprekksystemer. Studiet av grunnvann i norske bergarter krever derfor at en har kjennskap til bergartenes sprekksystemer, hvordan sprekkenes er dannet og deres horisontale og vertikale forløp. Hvor mye vann berggrunnen kan oppta og magasinere avhenger av størrelsen, utstrekningen og forbindelsen mellom de enkelte sprekker.

I løsavsetninger som er homogene (f. eks. sand) regner en vanligvis med at grunnvannspeilet stort sett følger terrengoverflaten. Grunnvannet i fjell følger ikke de samme regler. Grunnvannspeilet der har som regel uregelmessig form, bestemt av sprekkenes forløp. De forskjellige sprekksystemer er atskilt av ugjennomtrengelige lag slik at de magasin sprekkenes representerer ikke kommuniserer. En får på den måten en rekke mer eller mindre isolerte grunnvannsmagasin i fjellet.

På de stedene vannførende sprekker munner ut i daler har en naturlige kilder. Nivået og karakteren til utløpet av disse kildene er bestemmende for grunnvannstanden i det magasin som skal dreneres. Trang munnig med stor motstand betinger en høyere grunnvannstand i magasinet enn i de tilfeller at motstanden er liten.

Grunnvannets hastighet er som regel større i fjell enn i løsavsetninger. I bergarter med sprekksystemer samles vannet som regel i hovedkanaler som tilføres vann fra sidesprekker. Grunnvannets hastighet er størst i grunnvannspeilets nivå, men det foregår som regel også bevegelser langt under dette nivå.

2.2. Grunnvann i løsavsetninger.

I løsavsetninger av tilstrekkelig tykkelse er det et sammenhengende grunnvannspeil. Dette følger i store trekk terrengoverflaten. Grunnvannet strømmer fra høyere til lavere nivå og fornyes ved nedtrengning eller infiltrasjon av vann fra overflaten. I løsavsetninger, grus, sand og leire, opptrer vannet i porerom mellom de enkelte partiklene. Hvor mye vann løsavsetningene kan inneholde avhenger av materialets porøsitet. Porøsiteten angis i prosent av

totalt volum. Leire har større porøsitet enn sand og grus. I hvor stor utstrekning en kan gjøre seg nytte av grunnvannet som fins i løsavsetninger avhenger av hvor hurtig vannet kan strømme gjennom massene. En snakker her om mer eller mindre permeable masser. Leire har liten permeabilitet. Vannet er sterkt bundet til overflaten av de små leirpartiklene. Dette gjør at leire nærmest er vanntett slik at den ikke gir fra seg noe vann. Permeabiliteten øker med kornstørrelsen, dvs. at den er stor i grus og grov sand. Grovt materiale vil betinge flatere grunnvannspeil enn fint materiale.

Foruten størrelsen er formen til kornene og sorteringsgraden avgjørende for løsmassenes hydrologiske egenskaper. Godt sortert materiale har størst permeabilitet. Det er ikke tilstrekkelig at en har en stor grusfraksjon dersom det samtidig fins finmateriale som fyller mellomrommene mellom de store kornene og på den måten nedsetter permeabiliteten. Dette er tydelig i to forskjellige isavsetningstyper, bunnmorene og ablasjonsmorene. Bunnmorene, særlig dersom den er leirholdig, er nesten vanntett. Over bunnmorenen finner en mange steder en avsmeltningsmorene eller ablasjonsmorene. Denne morenetypen er vannbehandlet og delvis sortert av smeltevann, slik at finfraksjonen er vasket bort. I grensesjiktet mellom disse to morenetypene finner en ofte grunnvannstrømmer som kan være opphav til kilder.

2.3. Grunnvann i Aursundfeltet.

På figur 1 er gjengitt et kvartærgeologisk kart over Aursundfeltet (etter G. Holmsen 1956) som i store trekk viser sammensetningen av løsmassene i feltet.

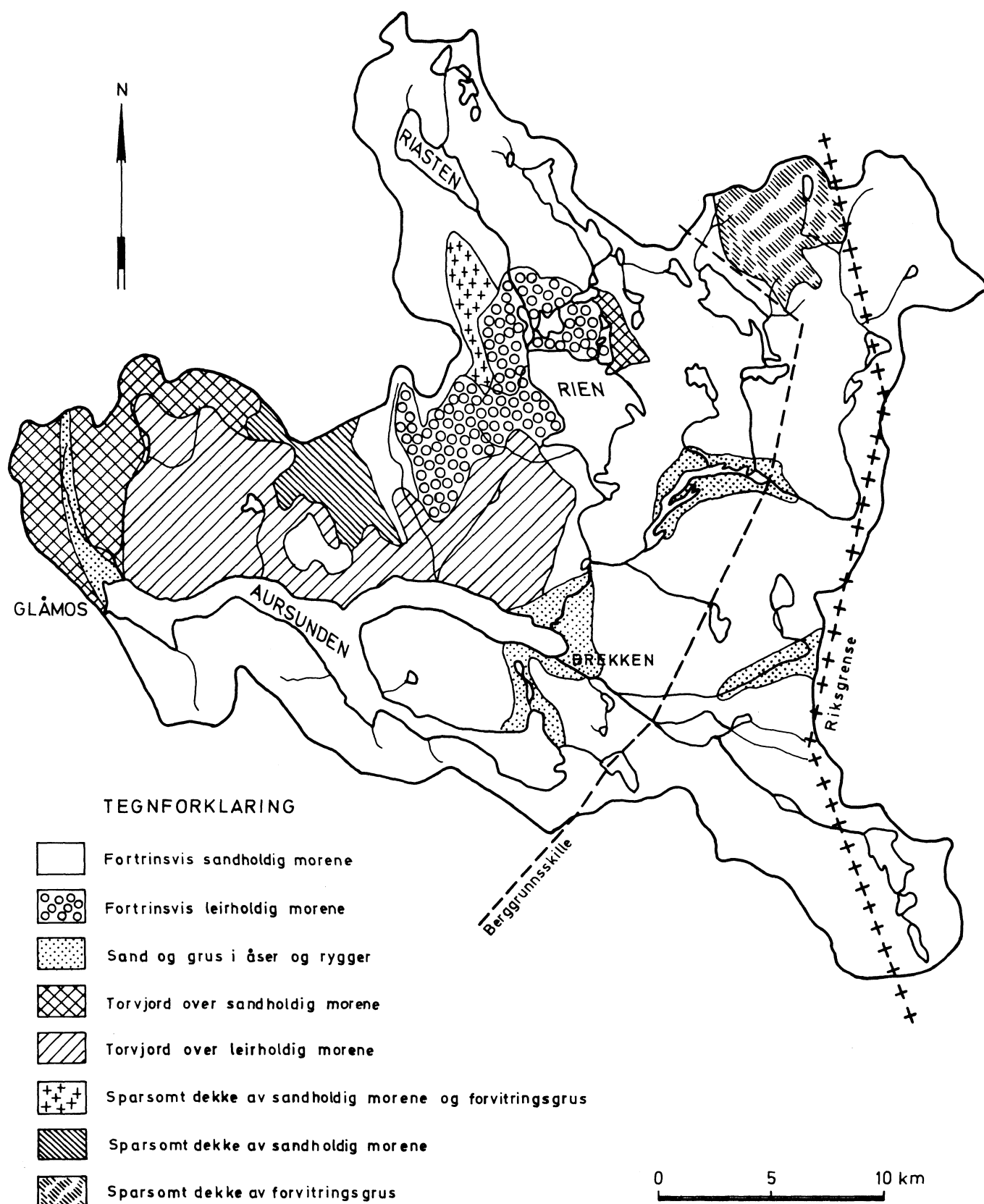
Berggrunnsmessig deles Aursundfeltet naturlig i to (se fig. 1). Berggrunnen i den del av feltet som ligger nordvest for den stiplede linjen på fig. 1 består av krystalinske skifre, kvartsglimmerskifer, fyllitter m.m. Disse bergartene som tilhører Trondheimsfeltets omdannede kambro-siluriske sedimentære bergarter har gjennomgående liten porøsitet. Bergartene sprekker imidlertid lett opp, slik at vann kan opptre i sprekker og sprekksystemer. Sprekkene i disse bergartene har imidlertid en tendens til å fylles igjen med fragmenter av bergarten.

Området syd-øst for skillelinjen på fig. 1 tilhører sparagmittformasjonen. Sparagmitta er i dette området gjennomgående metamorf. Det er derfor sannsynlig at det er relativt lite vann som sirkulerer i den.

Kartet på fig. 1 viser at det er sandholdig morenemateriale som er den mest

KVARTÆRGEOLOGISK KART OVER AURSUNDFELTET

(Delvis etter G. Holmsen 1956)



Figur 1.

utbredte løsmasstype i Aursundens nedbørfelt. Grovt sett kan en si at sandholdig morene-materiale og sand og grus i åser og rygger, dekker noe mer enn to tredjedeler av hele feltet. I de lavere deler av feltet har en løsmasser av tildels relativt stor mektighet. Mektigheten avtar imidlertid etter hvert som en kommer høyere.

Over 1000 m's koten har morenematerialet svært liten mektighet. I disse områdene består løsmassene i første rekke av forvittringsgrus. Enkelte steder, for eksempel syd for Riasten, er forvittringsgruset så tykt, at berggrunnen ikke trer fram annet enn i sjikthodene, som danner rygger av form som små åser i berggrunnens strøkretning. Disse områdene utgjør imidlertid bare en liten del av Aursundfeltets totale areal.

Siden en så vidt stor del av Aursundfeltet er dekket av sandholdig morene og sand og grus må en med sikkerhet kunne gå ut fra at det i dette området er lagret betydelige mengder vann i undergrunnen. Det er derfor rimelig å anta at en relativt stor del av tilsiget i Aursundfeltet og da særlig i vinterperioden, skyldes avløp fra grunnvannsmagasinet.

3. GRUNNVANNSUNDERSØKELSER I AURSUNDFELTET

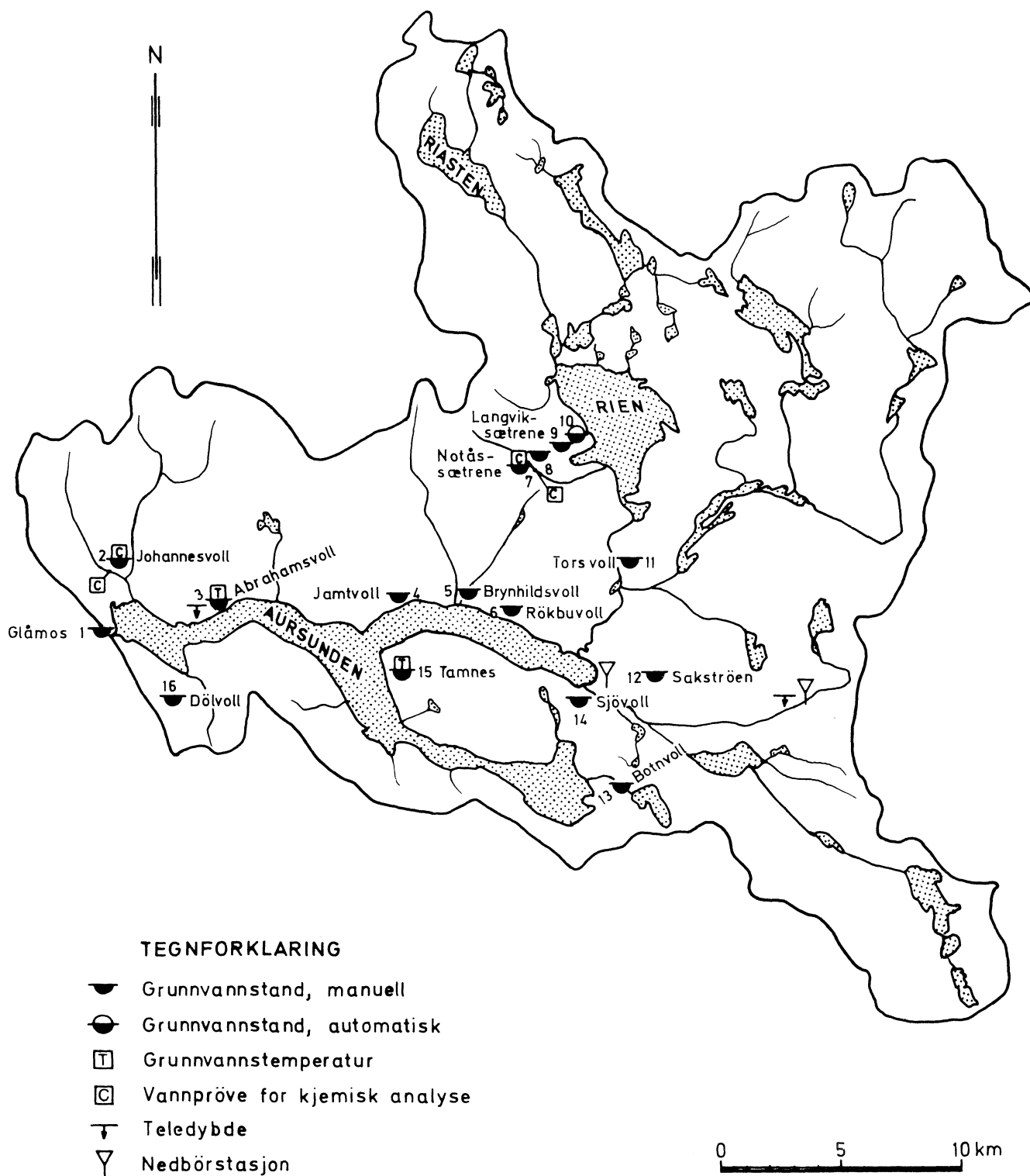
3.1. Opprettelse av observasjonsbrønner.

Etter at det ble bestemt at det skulle settes i gang grunnvannsundersøkelser i Aursundfeltet ble det foretatt kartanalyser og flyfoto-studier av feltet.

I tidsrommet 6. - 11. 10. 69 foretok Knudsen fra Glommens og Laagens Bruks-eierforening og Gjørsvik, NVE, en befaring i Aursund-, Storsjø- og Osen-sjøområdet. Etter å ha tatt de forskjellige feltene i nærmere øyensyn, festet en seg for Aursundfeltets vedkommende med ca. 20 steder som ville være vel egnet for observering av grunnvannstanden. På 16 av disse stedene fant en gamle gardsbrønner eller seterbrønner som ikke lenger blir benyttet. Disse brønnene egner seg imidlertid utmerket som observasjonsbrønner for grunnvannstanden. Ved å benytte nedlagte gardsbrønner slipper en dessuten de utgiftene som det medfører å drive ned en rørbrønn. Til gardsbrønnene er det dessuten som regel enkelt å skaffe observatør siden det vanligvis bor folk på stedet. De 16 stedene hvor det ble satt i gang undersøkelser er avmerket på oversiktskartet på fig. 2. Observasjonsstedene er angitt med symbolet . Tallet foran symbolene angir observasjonsbrønnens nummer.

OVERSIKTSKART FOR AURSUNDFELTET

KARTET VISER DE STEDENE DER DET
FORETAS GRUNNVANNSOBSERVASJONER



Figur 2.

3.2. Beskrivelse av de enkelte brønner.

Brønn nr. 1, ved damvokterboligen på Glåmos.

Brønnen ligger like ved damvokterboligen på Glåmos (ca. 700 m o. h.). Den har ikke vært i bruk siden 1956. Brønnen som er 2,10 m dyp ligger i et myrsøkk. Siden myrdraget ligger i en gryteformet senkning i berggrunnen er det lite sannsynlig at dette kan være noen særlig representativ grunnvannsbrønn. Når en allikevel har valgt å ta den med som observasjonsbrønn, skyldes det at det har vært foretatt regelmessige avlesninger i den siden 1954. Om vinteren legger det seg is i brønnen slik at den må hugges opp. Avlesningene foretas av damvokter Rugelbakk. Vannstanden måles fra bunnen av brønnen.

Brønn nr. 2, Johannesvoll.

Brønnen ligger på en setervoll som eies av Lars Sandkjernan, Glåmos. Høyden over havet er ca. 710 m. Brønnen brukes bare enkelte ganger om sommeren. Brønnen er 4,10 m dyp og har stensatte vegger. Etter topografien å dømme skulle denne brønnen kunne være representativ. Løsmassene består her av sand og grus i åser og rygger. Avlesningene foretas av damvokter Rugelbakk. Vannstanden avleses fra et merke på brønnrammen inne i brønnhuset. På grunn av beliggenheten avleses denne brønnen bare en gang hver fjerde uke om vinteren.

Brønn nr. 3, Abrahamsvoll.

Brønnen ligger på feriestedet til Glommens og Laagens Brukseierforening. Høyden over havet er ca. 705 m. Brønnen ligger i ytterkanten av en myr. Terrenget skråner jevnt ned mot Aursunden. Brønnen er 5,00 m dyp og har stensatte vegger. Den fryser ikke om vinteren. Avlesningen foretas av damvokter Rugelbakk. Her avleses både vannstanden og temperaturen av vannet i brønnen. Vannstanden måles fra toppen av et jernrør som står i brønnen. Vanntemperaturen måles alltid ved bunnen av brønnen.

Om vinteren foretas det avlesninger bare en gang hver fjerde uke.

Brønn nr. 4, Jamtvoll.

Brønnen ligger på eiendommen til Nordvald Jamtvoll (ca. 710 m o. h.). Terrenget skråner jevnt ned mot Aursunden. Bunnen består her av torvjord med underliggende leirholdig morenemateriale. Brønnen som er 7,40 m

dyp med stensatte vegger, brukes ikke lenger. De nederste 3 m av brønnen er skutt ned i fjell. Det er mulig at denne brønnen får tilførsel av vann både fra sprekker i fjellet og dessuten sigevann. Det er derfor vanskelig å si om brønnen er representativ før det har pågått observasjoner en tid. Brønnen avleses en gang i uken av eieren. Avlesningene foretas fra brønnkanten.

Brønn nr. 5, Brynhildsvoll.

Brønnen ligger på gardstunet til Per J. Brynhildsvoll (ca. 720 m o. h.). Terrenget skråner også her jevnt ned mot Aursunden. Løsmassene består av torvjord med underliggende leirholdig morenemateriale. Brønnen brukes ikke. Den er 4,30 m dyp og har stensatte vegger. Observasjonene i denne brønnen har opphørt fordi eieren uten varsel har fylt igjen brønnen. Det foreligger observasjoner i denne brønnen fra 9. 10. 69 til 12. 11. 71.

Brønn nr. 6, Røgbuvoll.

Brønnen ligger på eiendommen til Nils Kokkvoll. Den er 5,10 m dyp, stensatt i veggene og brukes nå bare til melkeavkjøling. Brønnen ligger 6-7 m over høyeste regulerte vannstand i Aursunden. Løsmassene består av leirholdig morene dekket av et torvlag. Brønnen avleses en gang i uken av eieren. Avlesningene foretas fra øvre kant av brønnrammen.

Brønn nr. 7, Notåsseter.

Seterbrønn som brukes bare enkelte ganger. Høyden over havet er her ca. 830 m. Brønnen ligger inne i en jordhytte. I brønnen som er 4,30 m dyp er det satt ned sementringer. Terrenget er her relativt flatt. Løsmassene består av torvjord med underliggende leirholdig morenemateriale. Anders H. Kokkvoll avleser vannstanden i brønnen. Om vinteren foretas det avlesninger bare en gang i måneden. Vannstanden måles fra nederste sementkant på brønnrammen.

Brønn nr. 8, Notåsseter.

Brønnen ligger ved den innerste av de to Notåssetrene. Høyden over havet er her ca. 800 m. I brønnen som er 5,45 m dyp er det satt ned støpte kumringer. Terrenget er småkupert og brønnen ligger i en svak helning. Løsmassene består av torvjord med underliggende leirholdig morenemateriale. Brønnen avleses av Anders H. Kokkvoll. Om vinteren foretas det avlesninger bare en gang i måneden. Vannstanden måles fra toppen av betongmuren.

Brønn nr. 9, Langvikseter.

Brønnen ligger på en setervoll som tilhører Leif Sjøvoll. Høyden over havet er her ca. 7,95 m. Brønnen som ble laget i 1945 har ennå aldri vært tørr. Den er 3,50 m dyp og har stensatte vegger. Brønnen brukes bare enkelte ganger om sommeren. Terrenget skråner jevnt ned mot Rien. Løsmassene består av morenemateriale. Avlesningen av vannstanden foretas av Anders H. Kokkvoll. Om vinteren foretas det avlesninger bare en gang i måneden. Vannstanden måles fra øvre kant av brønnmuren.

Brønn nr. 10, Langvikseter.

Denne brønnen ligger ca. 200 m nordøst for brønn nr. 9. Høyden over havet er ca. 790 m. Terrenget skråner også her jevnt ned mot Rien. Løsmassene består av morenemateriale. Brønnen er 7,00 m dyp og har stensatte vegger. Den brukes bare enkelte ganger om sommeren.

Det første året ble det også her foretatt avlesninger bare en gang hver fjerde uke. Høsten 1970 ble det imidlertid montert en langtidslimnigraf i brønnen slik at en nå har kontinuerlige registreringer av grunnvannstanden i den (se fig. 2). Limnigrafen blir ettersett en gang hver fjerde uke.

Brønn nr. 11, Torsvoll.

Brønnen ligger på eiendommen Torsvoll. Høyden over havet er her ca. 730 m. Brønnen er 4,00 m dyp og har stensatte vegger. Løsmassene består her vesentlig av sandholdig morenemateriale.

På grunn av spesielle omstendigheter ble avlesningene i denne brønnen avsluttet sommeren 1970.

Brønn nr. 12, Sakstrøen.

Brønnen ligger på eiendommen til Kristian Tamnes. Høyden over havet er ca. 760 m. Den ligger i sterkt skrånende terreng. Løsmassene består av et relativt tynt lag med sandholdig morenemateriale. Brønnen er 2,95 m dyp og har stensatte vegger. Bunn i brønnen dannes av fjellgrunnen. Den brukes bare i særs tørre perioder. Vannstanden i brønnen avleses en gang i uken av eieren Kristian Tamnes. Avlesningene foretas fra øvre kant av brønnmuren.

Brønn nr. 13, Botnvoll.

Brønnen ligger inne i fjøsgangen til Iver Strickert. Høyden over havet er ca. 750 m. Brønnen er 5,30 m dyp og har stensatte vegger. Den brukes ikke. Løsmassene består her av fortrinnsvis sandholdig morene. Brønnen avleses en gang i uken av Iver Strickert.

Brønn nr. 14, Sjøvoll.

Nedlagt gardsbrønn på eiendommen til Abraham Sjøvoll. Brønnen er 6,00 m dyp og har steinsatte vegger. I bunnen av brønnen er det fast fjell. Brønnen ligger bare 7-8 m over høyeste regulerte vannstand i Aursunden. Løsmassene består av sand og grus.

Vannstanden i brønnen avleses en gang i uken av Abraham Sjøvoll. Avlesningen foretas fra steinhellen som ligger på brønnkanten.

Brønn nr. 15, Tamnes.

Brønnen ligger inne i fjøsgangen på garden til John Tamnes. Høyden over havet er her ca. 712 m. Brønnen er 10,00 m dyp og har stensatte vegger. Den brukes ikke. Løsmassene består av sandholdig morenemateriale. Her avleses både vannstanden og temperaturen av vannet i brønnen. Temperaturen måles alltid ved bunnen av brønnen. Løsmassene består her av sandholdig morenemateriale. Avlesningene foretas en gang i uken av Jonas Barrok.

Brønn nr. 16, Dølvoll.

Brønnen ligger inne i fjøsgangen på eiendommen til Oscar Wiklie. Høyden over havet er ca. 800 m. Brønnen er 7,20 m dyp og har stensatte vegger. Den brukes ikke. Løsmassene består her av sandholdig morenemateriale. Brønnen avleses en gang i uka av eieren Oscar Wiklie. Vannstanden måles fra brønnlokket.

Avlesning av grunnvannstanden.

Når en ser bort fra brønn 1, 2, 3, 7, 8, 9 og 10 foretas avlesningene av grunneierne. Brønn 1, 2 og 3 avleses av damvokter Rugelbakk på Glåmos. Brønn 7, 8, 9 og 10 avleses av Anders H. Kokkvoll i Brekkebygd. For både Rugelbakk og Kokkvoll gjelder at de i vinterperioden skal foreta avlesninger en gang hver måned, mens de i sommerperioden skal foreta avlesninger hver uke. For at målingene fra de forskjellige brønnene i feltet skal bli mest mulig sammenlignbare avleses alle brønnene samme ukedag. En har valgt

å sette mandag som fast observasjonsdag.

Bortsett fra brønn nr. 10 avleses alle brønnene manuelt. Samtlige observatører har fått utlevert båndmål. Båndene er utstyrt med plastflottør i enden. Ved riktig anvendelse av båndet burde en eventuell avlesningsfeil bli mindre enn 1 cm.

Etter hvert som en får samlet inn observasjonsmateriale vil sannsynligvis en del av brønnene peke seg ut som "mer representative" for feltet enn andre. For at en skal få best mulig observasjonsmateriale fra disse brønnene vil det da være en fordel om disse blir utstyrt med limnigraf. På den annen side kan de brønnene som synes å være dårlig egnet som støtte for prognosering av grunnvannstilsiget kuttes ut.

3.3. Måling av teledybden.

På grunn av frost, snø og tele forandrer nedbørfeltet karakter om vinteren. En del av de vannførende lag hvor grunnvannet kan sirkulere om sommeren, fryser til om vinteren. Dette forårsaker en delvis oppdemning av grunnvannet om vinteren, slik at grunnvannsavrenningen ikke skjer så hurtig som om sommeren. Oppdemningen varierer fra vinter til vinter alt avhengig av hvor dypt telen går. Ved prognosering av grunnvannsavløpet i de forskjellige års vinterperioder bør derfor teledybden inngå som en parameter.

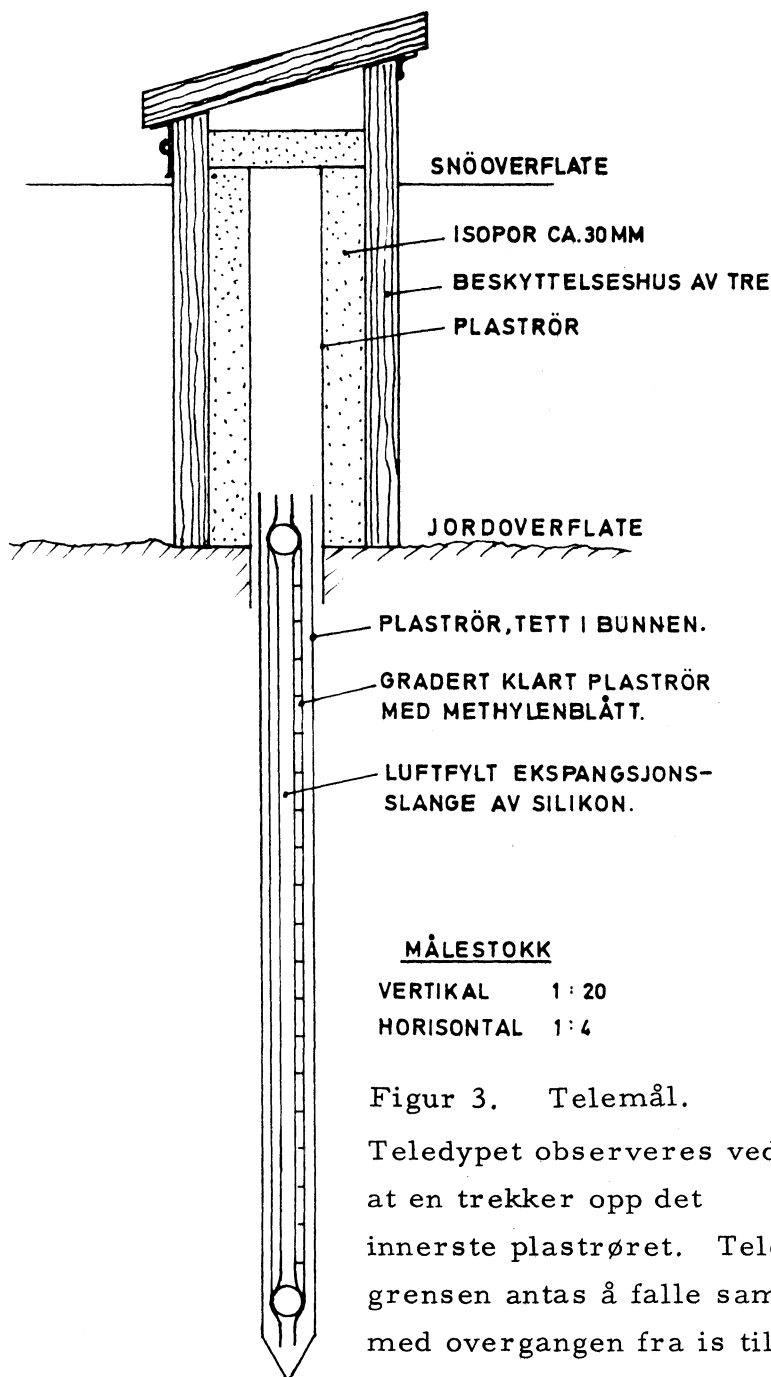
Vårflomkulminasjonens størrelse avhenger ved siden av en lang rekke meteorologiske og geomorfologiske faktorer av om en har tele i jorden eller ikke. Er det tele i bakken når snøsmeltingen foregår vil det meste av smeltevannet renne av på overflaten. Dette fenomen er vel kjent fra områder hvor en har permafrost. Er det på den annen side lite eller ingen tele i grunnen når snøsmeltingen setter inn vil en betydelig del av smeltevannet trenge ned i undergrunnen. En del av dette vannet blir etterhvert tilført grunnvannsmagasinet. På denne måten blir både vårflomkulminasjonen og vårflomvolumet redusert.

Av det forangående framgår at det er viktig å kjenne til hvor dyp tele en har i et nedbørfelt.

For å skaffe seg opplysninger om teleforholdene i Aursundfeltet har en valgt ut to steder for observasjon av teledybden. Det ene ligger i de lavereliggende deler av feltet, i nærheten av grunnvannsbrønn nr. 3 på Abrahamsvoll. Det andre stedet som ligger ved snøputen i Vauldalen er ment å representere de høyereliggende deler av feltet. (se fig. 2).

Teledybden måles ved hjelp av en innretning som er gjengitt på fig. 3.

TELEMÅL



Figur 3. Telemål.

Teledypet observeres ved at en trekker opp det innerste plastrøret. Telegrensen antas å falle sammen med overgangen fra is til vann i røret. Ved frysning felles metyhylenblått ut slik at en får en klar issøyle.

endrer seg i tiden. NIVA har et bredere siktemål med analysene. Aursundens nedbørfelt er kilden til Glomma og innsamlingen og analysen av vannprøvene herfra er et ledd i en storstilt undersøkelse av de kjemiske og bakteriologiske forhold i Glomma.

Foreløpig er det ikke utført noe bearbeidelse av analyseresultatene.

3.4. Innsamling av vannprøver.

Utvalget for tilsigsprognoser har inngått et samarbeid med NIVA for å få bedre kjennskap til kvaliteten av grunnvannet i feltet. Utvalget administrerer og bekoster innsamlingen av vannprøvene og NIVA foretar den kjemiske analysen av vannet. Begge parter har rett til å få vite om og anvende observasjonsdata og analyseresultater fra undersøkelsene.

Vannprøvene tas på to steder. På hvert sted tas prøve av både grunnvannet og av overflatevannet som renner fra området, slik at det i alt tas fire prøver hver gang. Prøven av grunnvannet tas i en brønn og prøven av overflatevannet tas i nærmeste bekk eller elv. Figur 2 viser de to prøvestedene, Johannesvoll og Notåsseter. Prøvene på Johannesvoll innsamles av damvokter Rugelbakk og på Notåsseter av Anders Kokkvoll. Prøver tas en gang pr. måned, vanligvis ved månedsskiftet.

For Utvalget for tilsigsprognoser er den primære hensikten med vannprøvene å få et generelt bilde av grunnvannets fysiske egenskaper og eventuelt om disse

3.5. Innsamlet observasjonsmateriale i Aursundfeltet.

Grunnvannsobservasjonene i Aursundfeltet startet i begynnelsen av november 1969. En har her valgt å presentere de observasjonene som forelå pr.

1. 1. 72. Resultatene er presentert i diagramform for at det skal bli enklere å sammenligne resultatene fra de forskjellige brønnene. Observeringen foregår på den måten at observatørene måler avstanden fra et fast merke og ned til vannspeilet i brønnen. For å gjøre det hele mer anskuelig har en valgt å regne om målingene til grunnvannspeilets høyde over et fast referansenivå for hver brønn. Vannstanden som ligger til grunn for konstruksjon av geolimnigrammene er følgelig fremkommet ved at en har subtrahert den avleste vannstand fra brønnens dybde (dybde fra målepunktet).

Diagrammene er av praktiske grunner plassert bakerst i rapporten.

Observasjonsresultatene er framstilt på to forskjellige måter. Først er grunnvannstanden som funksjon av tiden inntegnet for flere brønner i samme diagram, for at grunnvannstanden i de forskjellige brønnene lettere skal kunne sammenliknes. Se fig. 8. Grunnen til at ikke alle brønnene er tegnet i samme diagram er at dette enten ville blitt uoversiktlig eller tatt for stor plass. I de siste diagrammene er det for hver brønn tegnet inn alle observasjoner som er foretatt i brønnen oppdelt i perioder på ett år. På den måten vil forskjellen i grunnvannsnivået fra år til år komme klart fram. Se fig. 9.

3.6. Variasjoner i grunnvannstanden.

Ennå er observasjonsseriene for korte til å gi et fullstendig bilde av variasjonene av grunnvannstanden i de enkelte brønner, men noen generelle trekk kan øynes fra diagrammene.

En heving av grunnvannstanden finner sted en gang i siste halvdel av april eller første halvdel av mai. Hevingen er sterk og plutselig og den når sitt maksimum i løpet av mai. I juni, juli og august synker grunnvannstanden og på forskjellig måte i de forskjellige brønnene. I de fleste brønnene stiger grunnvannstanden igjen i løpet av september og oktober. I hele vinterperioden synker grunnvannstanden regelmessig helt til snøsmeltingen begynner og grunnvannstanden igjen stiger.

I alle brønnene observeres årets laveste grunnvannstand i slutten av vinterperioden, dvs. i siste halvdel av april eller første halvdel av mai. De fleste brønnene har også en minimal grunnvannstand i september, og den er ofte svært nær årets laveste verdi.

Når det gjelder grunnvannstandens høyeste verdi er det stor forskjell på brønnene. For noen brønner gir stigningen etter snøsmeltingen den eneste høye grunnvannstand, mens andre har to markerte høyvannsperioder, en om våren og en om høsten.

Størrelsen av variasjonene er svært forskjellig i de ulike brønnene. I brønn nr. 1 (Glåmos), brønn nr. 14 (Sjøvoll) og brønn nr. 13 (Botnvoll) er variasjonene svært små. Forskjellen mellom laveste og høyeste observerte grunnvannstand er i disse brønnene under 1,50 meter. Størst variasjon er det i brønnene nr. 3 (Abrahamsvoll), nr. 4 (Jamtvoll), nr. 6 (Røgbuvoll) og nr. 16 (Dølvoll). Variasjonsbredden kan i disse brønnene gå opp til 4,50 meter. Av de foreliggende observasjoner går det fram at absolutt svakest reaksjon observeres i brønn nr. 14 (Sjøvoll) og største variasjon observeres i brønn nr. 16 (Dølvoll).

Det er en god overensstemmelse mellom variasjonene i de fleste brønnene. De fleste høy- og lavvannsperiodene opptrer nesten samtidig og alle brønnene har det samme variasjonsmønster. Årsaken til enkelte uregelmessigheter kan først studeres når et større observasjonsmateriale foreligger.

At variasjonene i grunnvannstanden er avhengig av materialet i jordbunnen omkring brønnen går tydelig fram av geolimnigrammene for brønn nr. 1 (Glåmos), brønn nr. 2 (Johannesvoll) og brønn nr. 6 (Røgbuvoll). Brønn nr. 1 ligger i en myr og variasjonene i grunnvannstanden er derfor svært små. I området rundt brønn nr. 2 er det sand og grus i åser og rygger. Variasjonene i grunnvannstanden er her relativt store og raske; grunnvannsmagasinet fylles raskt og tømmes raskt. I brønn nr. 6 er variasjonene store, men materialet holder godt på vannet og etter en oppfylling av grunnvannsmagasinet synker grunnvannstanden sakte og blir spesielt lav bare ved slutten av vinterperioden. Denne brønnen står i leirholdig morene dekket av et torvlag. De fleste av de andre brønnene med relativt gode variasjoner står i områder med vesentlig sandholdig morene.

Diagrammene som framstiller de enkelte brønnenes variasjoner fra år til år, viser at over hele feltet var grunnvannstanden vesentlig lavere i 1969/70 enn i de to følgende årene. Grunnvannstanden i 1970/71 var praktisk talt den samme som i 1971/72.

4. POTENSIELT GRUNNVANNSMAGASIN I FELTET

4.1. Metodikk for beregning av potensielt grunnvannsmagasin.

Tørrværskurven for et felt er det limnigram som beskriver avrenningen fra feltet i en periode med maksimalt grunnvannsnivå i begynnelsen av perioden og til avløpet fra området er lik null, uten at det i mellomtiden er kommet nedbør (Wisler og Brater, 1959).

Det er høyst usannsynlig at det vil forekomme nedbørfrie perioder som er så lange at vannføringen vil avta til null, men i tørre perioder mellom nedbørtilfeller vil feltets hydrogram beskrive en del av tørrværskurven.

I vinterperiodene får grunnvannsmagasinet som oftest lite eller intet tilskudd av vann. Avrenningen fra feltet følger derfor tørrværskurven i vinterperioder. I det minste viser tørrværskurven det laveste påregnelige normale tilsig fra grunnvannsmagasinet, og denne størrelsen er gjerne den viktigste i denne sammenheng. Eventuelt annet vann f. eks. fra snøsmelting eller plutselig uttapping av sjøer eller myrer, vil komme i tillegg til avrenningen gitt ved tørrværskurven.

Med uttrykket potensielt grunnvannsmagasin mener vi størrelsen av det grunnvannsmagasin som er disponibelt for avrenning til enhver tid. Vi skal presentere en metode til å beregne denne størrelsen (etter Andersen, 1972).

Tørrværskurven gir forandringene i avløpet fra et felt når feltet ikke får tilskudd av vann til grunnvannsmagasinet. Integralet under tørrværskurven mellom to tidspunkter er derfor et uttrykk for det vannvolum som er rent av fra grunnvannsmagasinet mellom disse to tidspunktene. Integreres kurven fra et bestemt tidspunkt og til uendelig fås det grunnvannsmagasin som er disponibelt for avrenning fra dette tidspunktet, altså det potensielle grunnvannsmagasin.

Det har i praksis vist seg at den likning som best beskriver tørrværskurven for norske vassdrag, kan skrives på formen

$$q = a t^{-n} \quad (4.1)$$

der q står for vannføring, t for tiden i døgn. a og n er konstanter for hvert felt, og de har i alminnelighet forskjellige verdier for sommer- og vinterforhold.

Kaller vi det potensielle grunnvannsmagasin ved tidspunktet t_1 for Q_p har vi

ifølge det forannevnte:

$$Q_p = \int_{t_1}^{\infty} a t^{-n} dt$$

$$Q_p = \frac{a}{n-1} t_1^{1-n} \quad (4.2)$$

Q_p er i denne likningen en funksjon av t_1 , som refererer seg til den relative tidsaksen for tørrværskurven. Det er nødvendig å bruke to kurver ved bestemmelse av grunnvannsmagasinstørrelsen ved likning 4.2, fordi man må gå veien om tørrværskurven for å bestemme t_1 .

Men likning 4.2 kan utvikles videre, og ved hjelp av likning 4.1 for tørrværskurven kan t_1 uttrykkes ved den tilhørende vannføring q_1 :

$$t_1 = \left(\frac{a}{q_1} \right)^{\frac{1}{n}}$$

Dette uttrykket innsettes i likning 4.2:

$$Q_p = \frac{a}{n-1} t_1^{1-n}$$

$$Q_p = \frac{\frac{1}{n}}{n-1} a \left(\frac{1}{q_1} \right)^{1-\frac{1}{n}} \quad (4.3)$$

Denne likningen framstiller feltets potensielle grunnvannsmagasin som funksjon av den aktuelle vannføring. Ved hjelp av denne kurven blir det meget enkelt å bestemme hvor stort grunnvannsmagasin som er disponibelt for avrenning på en gitt dato. Metoden blir å måle vannføringen i en sikker tørrværsperiode, f. eks. en vinterperiode, gå inn på kurven 4.3 og lese av størrelsen av magasinet.

Denne metoden gir oss en mulighet til å beregne størrelsen av det potensielle grunnvannsmagasin. Det neste skritt blir å undersøke om det er noen sammenheng mellom denne størrelsen og grunnvannsnivået i feltet uttrykt ved grunnvannstanden i brønnene omkring i feltet.

4.2. Vintertørrværskurve og potensielt magasin-kurve for feltet.

Vi skal i denne rapporten ikke gå nærmere inn på metoder for konstruksjon av tørrværskurven og ulike likninger som beskriver dens form. Dette er tidligere behandlet av bl. a. Toebe og Strang, 1964. Vi nevner bare at den såkalte segmentmetoden ble benyttet når tørrværskurven for Aursundfeltet ble konstruert.

På grunnlag av de beregnede tilsig til Aursunden for hver dag, ble det valgt ut 17 segmenter fra ulike vinterperioder. Disse hadde et samsvarende forløp og var uten store uregelmessigheter. På fig. 4 er vist de 17 segmentene og deres resultantkurve som er Aursundfeltets vintertørrværskurve. Kurven dekker et tidsrom på 175 døgn, og vil kunne anvendes på de fleste vinterperioder der vannføringen ved vinterens begynnelse ikke er altfor lav.

Kurven ble tegnet i et dobbeltlogaritmisk diagram og etter en forskyvning av kurven på 35 døgn dannet den en rett linje, se fig. 5. Dette medfører at kurven kan tilnærmes med en likning av formen

$$q = a t^{-n}$$

Beregning av likningens konstanter a og n gir

$$q = 12,83 \cdot 10^4 (t + 35)^{-2,403} \quad (4.4)$$

$$0 \leq t \leq 175$$

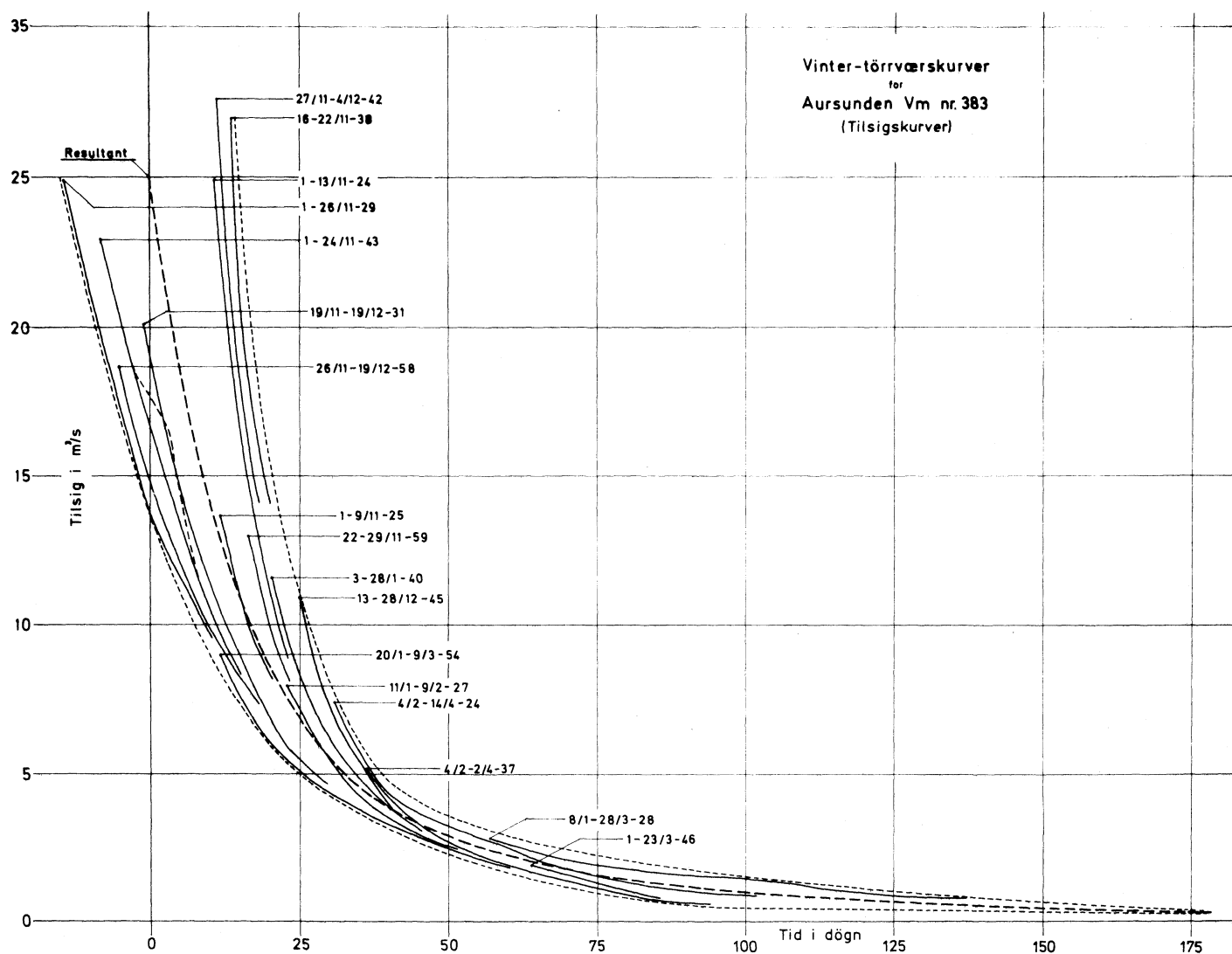
I denne likningen skal t regnes i døgn. Vannføringen q fås da i m³/s.

Likningen 4.4 avviker noe fra den generelle formen 4.1. Årsaken er at tidsaksen for kurven er relativ og at vi i likning 4.4 har latt kurven begynne ved tidspunktet t = 0.

Vi er interessert i det potensielle vintergrunnvannsmagasin. Innsettes verdiene som ble funnet over for konstantene a og n i likning 4.3, blir likningen for dette magasinet

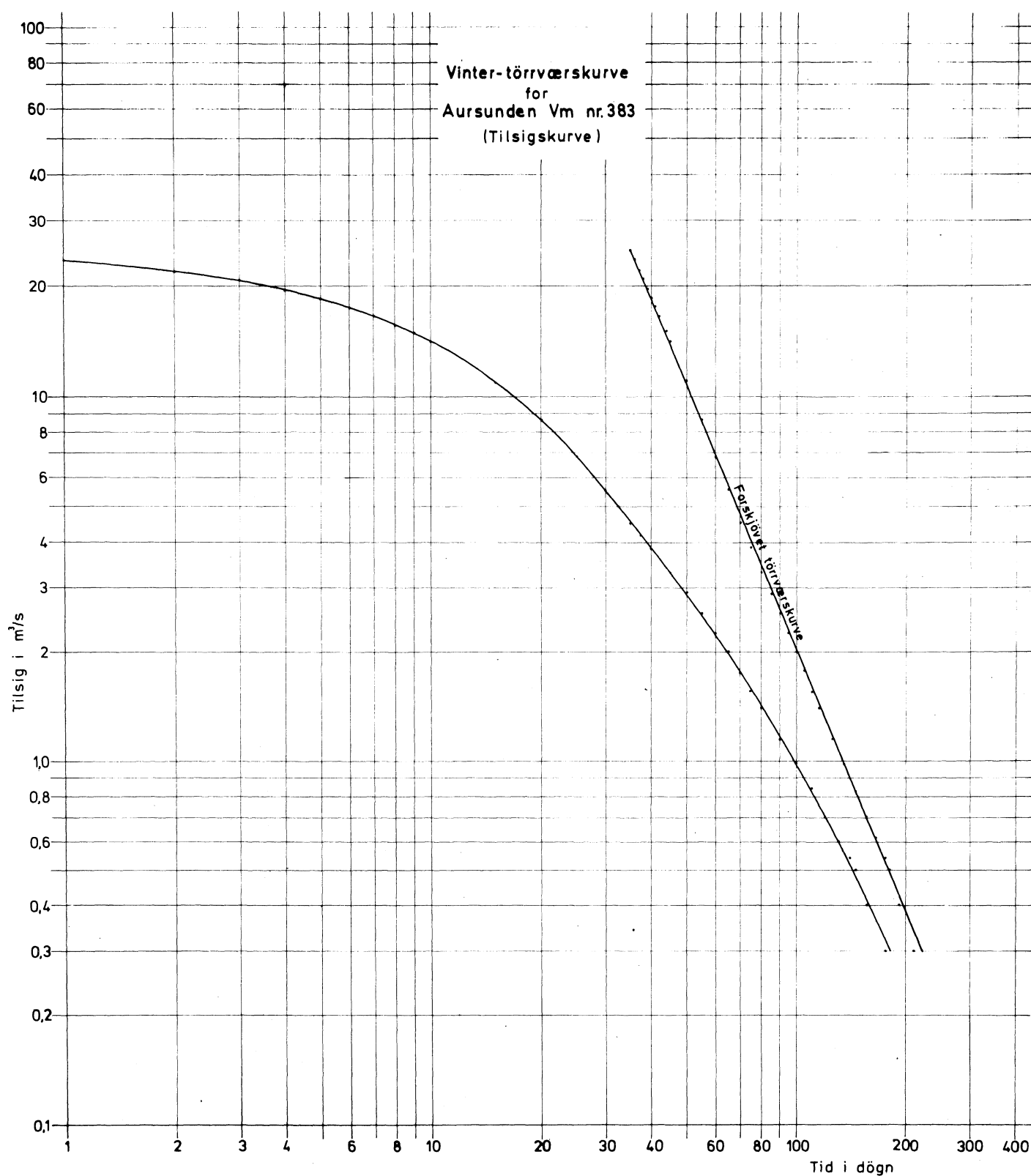
$$Q_p = 8,23 \cdot 10^6 \cdot q^{0,5838} \quad (m3)$$

der vannføringen q skal gis i m³/s. Kurven er vist på fig. 6.

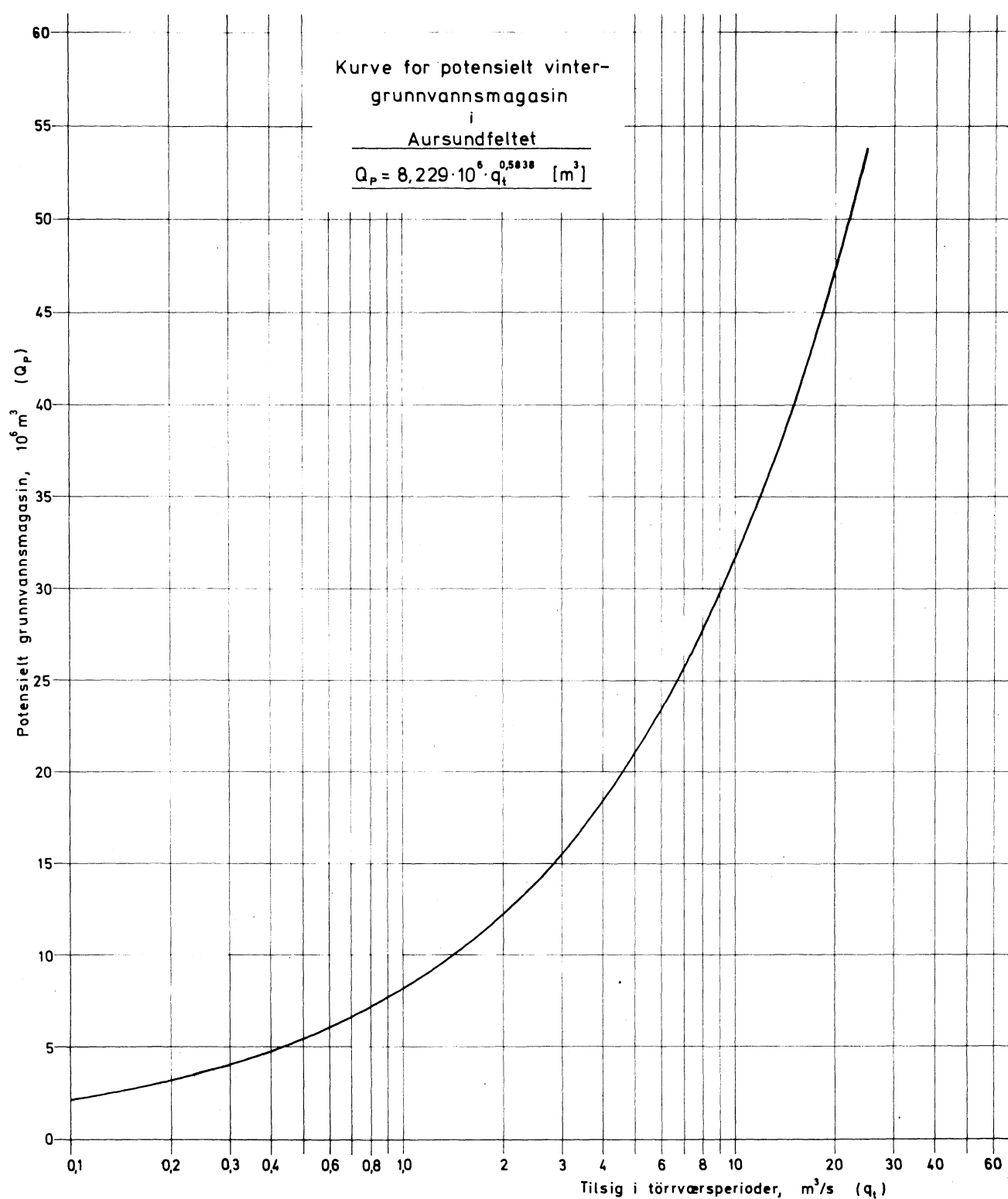


Figur 4. Tørrværskurven for Aursundfeltet og segmentene som danner grunnlaget for konstruksjonen.

I formlene for tørrværskurven og det potensielle grunnvannsmagasin skal tiden t regnes i døgn, vannføringen q i m³/s og magasinet Q_p i m³. Vi nevner at når tallverdier skal innsettes i formlene for grunnvannsmagasinet størrelse må uttrykket multipliseres med en skalafaktor å gi svaret riktig dimensjon. Denne faktoren er lik 86400 som er antall sekunder i et døgn.



Figur 5. Forskyvning av tørrværskurven i et dobbeltlogaritmisk diagram for å bestemme kurvens likning.



Figur. 6. Kurve for potensielt grunnvannsmagasin ved vinterforhold i Aursundfeltet. Dvs. størrelsen av det grunnvannsmagasin som er disponibelt for avrenning som funksjon av vannføringen i perioder uten tilskudd av vann til grunnvannsmagasinet.

4.3. Grafisk analyse av sammenhengen mellom potensielt grunnvannsmagasin og grunnvannstand.

I følge foranstående avsnitt kan det potensielle grunnvannsmagasin bestemmes når den øyeblikkelige vannføringen er kjent. Størrelsen av dette magasinet må på en eller annen måte komme til uttrykk ved vannstanden i grunnvannsbrønnene.

For hver brønn ble det i et diagram plottet samhørende verdier av grunnvannstand og potensielt grunnvannsmagasin for alle vinterobservasjoner som er foretatt. For flere brønner ble sammenhengen god, og de to brønnene som alene beskriver størrelsen av det potensielle grunnvannsmagasinet er brønn 12, Sakstrøen, og brønn 16, Dølvoll. På figur 7 er vist kurven for brønn nr. 16. Av figuren går det fram at avvikene er minst ved lave grunnvannstander og sent på vinteren. Det er ofte i slike tilfeller det er viktig å fastslå grunnvannsmagasinet's størrelse.

4.4. Matematisk analyse av sammenhengen mellom potensielt grunnvannsmagasin og grunnvannstand.

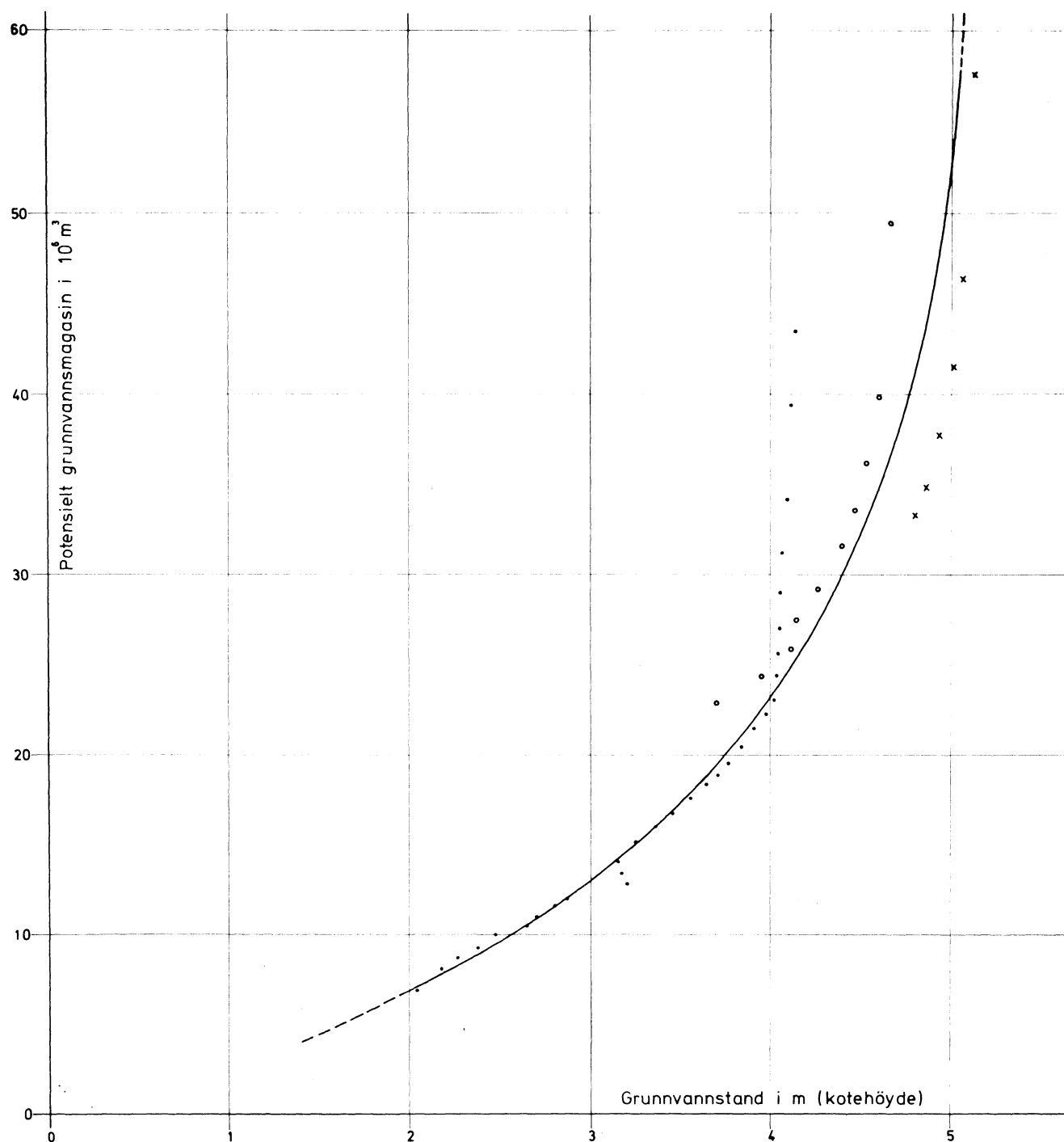
En grafisk analyse gir et visuelt bilde av hvordan hver enkelt brønn alene gir uttrykk for størrelsen av det potensielle grunnvannsmagasinet. Imidlertid vil det, for et så stort felt som Aursundfeltet, være flere grunnvannsmagasiner som gir bidrag til tilsiget, og det er nødvendig å benytte observasjoner fra flere brønner samtidig for å få et godt bilde av grunnvannsmagasinet's størrelse.

En grafisk metode er da utilstrekkelig og vi undersøker om magasinet, som vi kaller Q_p , kan skrives som en lineær funksjon av grunnvannstanden i de enkelte brønner (Otnes, 1970):

$$Q_p = a_o + a_1 h_1 + a_2 h_2 + \dots + a_n h_n \quad (4.5)$$

$a_o, \dots, a_n$ er konstanter og $h_1, \dots, h_n$ er grunnvannstanden i h.h.v. brønn nr. 1, $\dots, n$.

I den tiden observasjonene har pågått har det vært tre vinterperioder som kan brukes i en slik analyse, og disse tre periodene består av 42 sett med sammenhørende verdier av $Q_p, h_1, h_2, \dots, h_n$. Verdiene av $h_1, \dots, h_n$ ble tatt direkte ut fra observasjonsmaterialet, men den tilhørende verdi for Q_p ble beregnet etter metoden i kapittel 4.1 og 4.2.



Figur 7. Sammenheng mellom potensielt grunnvannsmagasin og grunnvannstand i brønn nr. 16 i de vinterperiodene grunnvannsobservasjonene har pågått.

- 1. 11. 69 til 25. 2. 70
- × 4. 11. 71 til 28. 11. 71
- 9. 12. 71 til 10. 2. 72

Beregningen av konstantene i likning 4.5 er et meget omfattende arbeid, og en kom derfor fram til regresjonslikningene ved å foreta en såkalt trinnvis multipel regresjonsanalyse ved hjelp av en elektronisk regnemaskin.

Analysen viste at den brønn som alene best beskriver størrelsen av magasinet, er brønn nr. 2. For denne brønnen blir regresjonslikningen

$$Q_p = -27,75 + 50,71 \cdot h_2$$

Verdien for h_2 skal innsettes i meter, og Q_p får da enheten 10^6 m^3 . Dette gjelder for alle regresjonslikningene i dette kapitlet.

Tas med nok en variabel, er det brønn nr. 2 og brønn nr. 1 som gir best resultat, og den multiple regresjonskoeffisienten blir noe større enn for forrige likning. Likningen for to brønner blir:

$$Q_p = -26,24 + 20,13 \cdot h_1 + 29,17 \cdot h_2$$

Likningen blir noe forbedret ved bruk av tre brønner, og de tre brønnene 1, 2 og 8 beskriver det potensielle grunnvannsmagasinet ved følgende regresjonslikning:

$$Q_p = -28,25 + 35,12 \cdot h_1 + 25,94 \cdot h_2 - 8,71 \cdot h_8 \quad (4.6)$$

Den multiple regresjonskoeffisienten for denne likningen er 0,985, og det er et meget godt resultat.

I bruk gir denne likningen verdier som avviker lite fra de opprinnelige verdiene. Som eksempel betraktes fire fritt valgte verdier for Q_p :

Q_p opprinnelig verdi	21,5	14,0	9,3	33,6
Q_p beregnet ved likning 4.6	20,8	14,9	8,6	33,3
Avvik	0,7	0,9	0,7	0,3
Avvik i prosent	3,3	6,4	7,5	0,9

Utover disse tre brønnene er det ikke fornuftig å utvide likningen. Selv om observasjoner fra andre brønner legges til gir det ingen vesentlig forbedring av likningen, og for å ha en mest mulig praktisk og lett anvendelig likning som samtidig er så god som mulig, velger vi å ikke ha med flere enn tre brønners grunnvannstand med i regresjonslikningen for det potensielle grunnvannsmagasinet.

Etter hvert som nye observasjoner kommer til vil denne analysen kunne gjentas, og likningen vil dermed stadig bli sikrere. En vil også arbeide mer med selve den lineære modellen som ligger til grunn for likningen. Muligens vil andre og mer avanserte modeller gi et bedre uttrykk for sammenhengen mellom det potensielle grunnvannsmagasinet og grunnvannstanden i brønnene, og en vil forsøke å analysere dataene ved hjelp av flere ulike matematiske modeller.

5. SAMMENDRAG

Etter initiativ fra Glommens og Laagens Brukseierforening ble det høsten 1969 satt igang observasjoner av grunnvannstanden i nedbørfeltet til Aursunden. Hensikten var å samle inn data om grunnvannstandsvariasjonene som kunne danne grunnlag for utvikling av metoder til prognosering av vintertilslaget til Aursunden.

Aursundfeltet er dekket av løsavsetninger av en kvalitet som tilsier at det i området er lagret betydelige mengder grunnvann, og det er derfor rimelig å vente et stort grunnvannsavløp fra feltet.

Det ble satt i gang avlesninger av grunnvannstanden i 16 brønner spredt rundt i hele feltet. Senere er 3 av disse observasjonsstedene falt bort av forskjellige grunner. På to steder i feltet registreres teledybden, og på to steder tas prøver av grunnvannet og overflateavløpet fra samme område. Prøvene sendes til kjemisk analyse.

De fleste brønnene har samsvarende variasjoner, men variasjonene er av forskjellig størrelse. Forskjellen mellom høyeste og laveste grunnvannstand ligger mellom 4,5 og 1,5 m. Høyest grunnvannstand observeres om våren og ofte en gang på høsten mens årets laveste grunnvannstand opptrer i slutten av vinterperioden. Grunnvannsnivået i feltet var lavere i 1969/70 enn i årene 1970/71 og 1971/72 da det var omtrent like høyt.

Potensielt grunnvannsmagasin er størrelsen av det magasin som er disponibelt for avrenning. Ved hjelp av tørrværskurven, som viser avrenningen fra feltet i nedbørfrie perioder uten tilskudd av vann til grunnvannsmagasinet, kan størrelsen av det potensielle grunnvannsmagasinet beregnes for en gitt dato.

Vintertørrværskurven for Aursundfeltet er konstruert og den kan tilnærmes ved likningen:

$$q = 12,83 \cdot 10^4 (t + 35)^{-2,403}$$

$$0 \leq t \leq 175$$

der t gis i døgn og q fås i m^3/s . Metoden som er benyttet gir følgende likning for det potensielle vintergrunnvannsmagasin, Q_p :

$$Q_p = 8,23 \cdot 10^6 \cdot q^{0,5838} \quad (\text{m}^3)$$

q i m^3/s .

For flere av brønnene viste en grafisk analyse at det var en sammenheng mellom det potensielle grunnvannsmagasin og grunnvannstanden i brønnen. Best var denne relasjonen for brønn nr. 16.

Ved bruk av elektronisk regnemaskin ble det foretatt en lineær multipel regresjonsanalyse av sammenhengen mellom grunnvannstanden i alle brønnene og det potensielle grunnvannsmagasin til samme tid. Det viste seg at brønnene nr. 1 (Glåmos), og 2 (Johannesvoll) og 8 (Notåsseter) er de tre brønnene som sammen best beskriver størrelsen av det potensielle grunnvannsmagasin. Likningen for relasjonen er:

$$Q_p = -28,25 + 35,12 \cdot h_1 + 25,94 \cdot h_2 - 8,71 \cdot h_8$$

der h_1 , h_2 og h_8 skal innsettes i meter. Q_p fås da i 10^6m^3 . Den multiple regresjonskoeffisient for likningen er lik 0,985. Nøyaktigheten i beregningen av Q_p blir ikke forbedret ved å ta med flere enn disse tre brønnene.

Når et større datamateriale foreligger, vil analysen kunne gjentas og gi en enda sikrere likning. I tillegg vil datamaterialet analyseres med utgangspunkt i andre matematiske modeller enn den lineære som er anvendt ovenfor.

6. GEOLIMNIGRAMMER

På de følgende sider er gjengitt en rekke geolimnigrammer for brønnene i Aursundfeltet. Limnigrammene er av to typer:

Figur 8 består av sidene 30 - 38 og viser grunnvannstanden som funksjon av tiden for flere brønner i samme diagram.

Figur 9 består av sidene 39 - 53 og viser hvordan vannstanden i hver enkelt brønn varierer fra år til år.

Fortegnelse over geolimnigrammene:

Brønn nr. 1, 2, 3, 4 og 5	for 1969/70	side 30
" " 6, 7, 8, 9 og 10	" 1969/70	" 31
" " 12, 13, 14, 15, og 16	" 1969/70	" 32
" " 1, 2, 3, 4, og 5	" 1970/71	" 33
" " 6, 7, 8, 9 og 10	" 1970/71	" 34
" " 12, 13, 14, 15 og 16	" 1970/71	" 35
" " 1, 2, 3, 4 og 5	" 1971/72	" 36
" " 6, 7, 8, 9 og 10	" 1971/72	" 37
" " 12, 13, 14, 15 og 16	" 1971/72	" 38

Brønn nr. 1 for 1969/70, 1970/71 og 1971/72	side 39
" " 2 " " "	" 40
" " 3 " " "	" 41
" " 4 " " "	" 42
" " 5 " " "	" 43
" " 6 " " "	" 44
" " 7 " " "	" 45
" " 8 " " "	" 46
" " 9 " " "	" 47
" " 10 " " "	" 48
" " 12 " " "	" 49
" " 13 " " "	" 50
" " 14 " " "	" 51
" " 15 " " "	" 52
" " 16 " " "	" 53

NVE-Hydrologisk afdeling

Geolimmigrammer fra

Aursundfeltet 1969/70

- Damvokter boligen Glåmos brønn nr. 1
 - - - - - Johannesvollen
 - - - - - Abrahamsvollen
 - - - - - Jamtvollen
 Brynhildsvollen

7m

6

5

4

3

2

1

0

September

Oktober

November

Desember

Januar

Februar

Mars

April

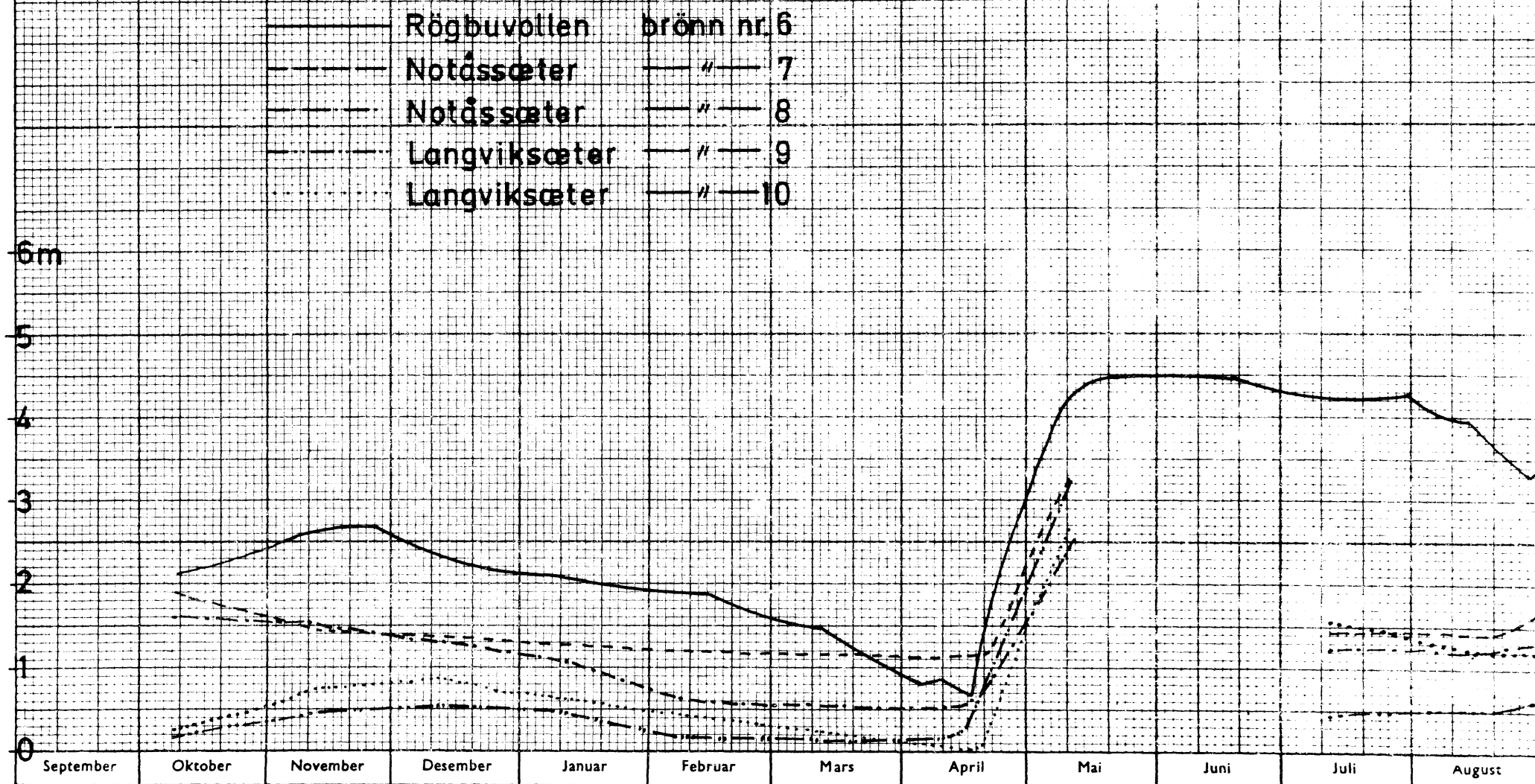
Mai

Juni

Juli

August

NVE-Hydrologisk avdeling
Geolimnigrammer fra
Aursundfeltet 1969/70



NVE-Hydrologisk avdeling
 Geolimmigrammer fra
 Aursundfeltet 1969/70

— Sakströen brønn nr. 12
 --- Botnvollen — " — 13
 --- Sjøvollen — " — 14
 --- Tarnes — " — 15
 Dølvoll — " — 16

-7m

-6

-5

-4

-3

-2

-1

0

September

Oktober

November

Desember

Januar

Februar

Mars

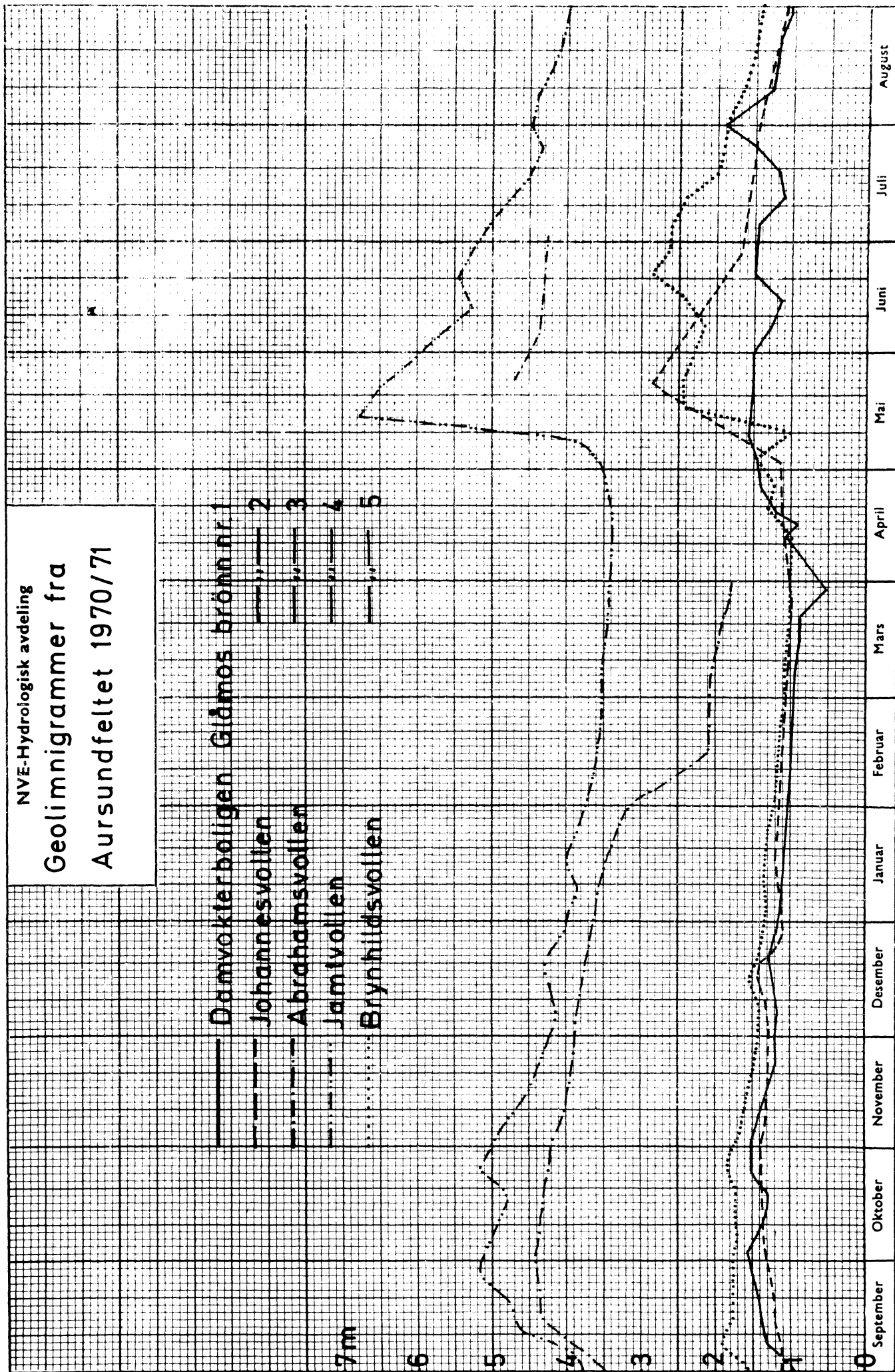
April

Mai

Juni

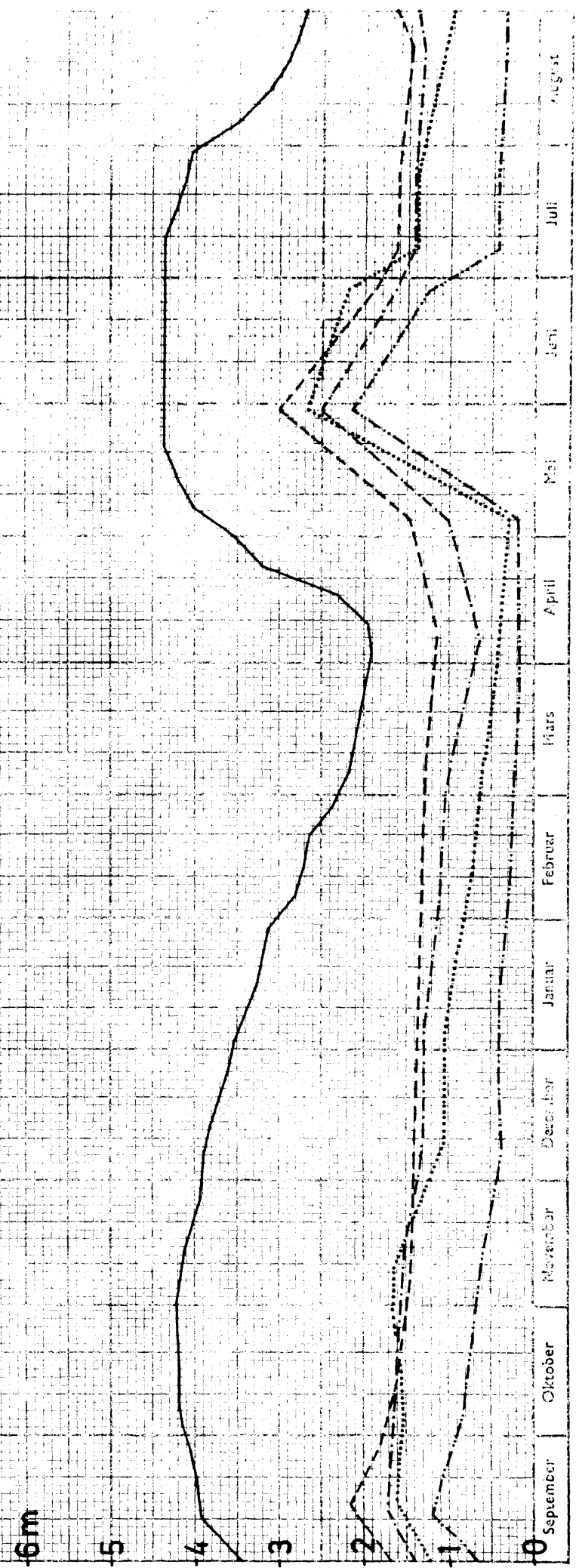
Juli

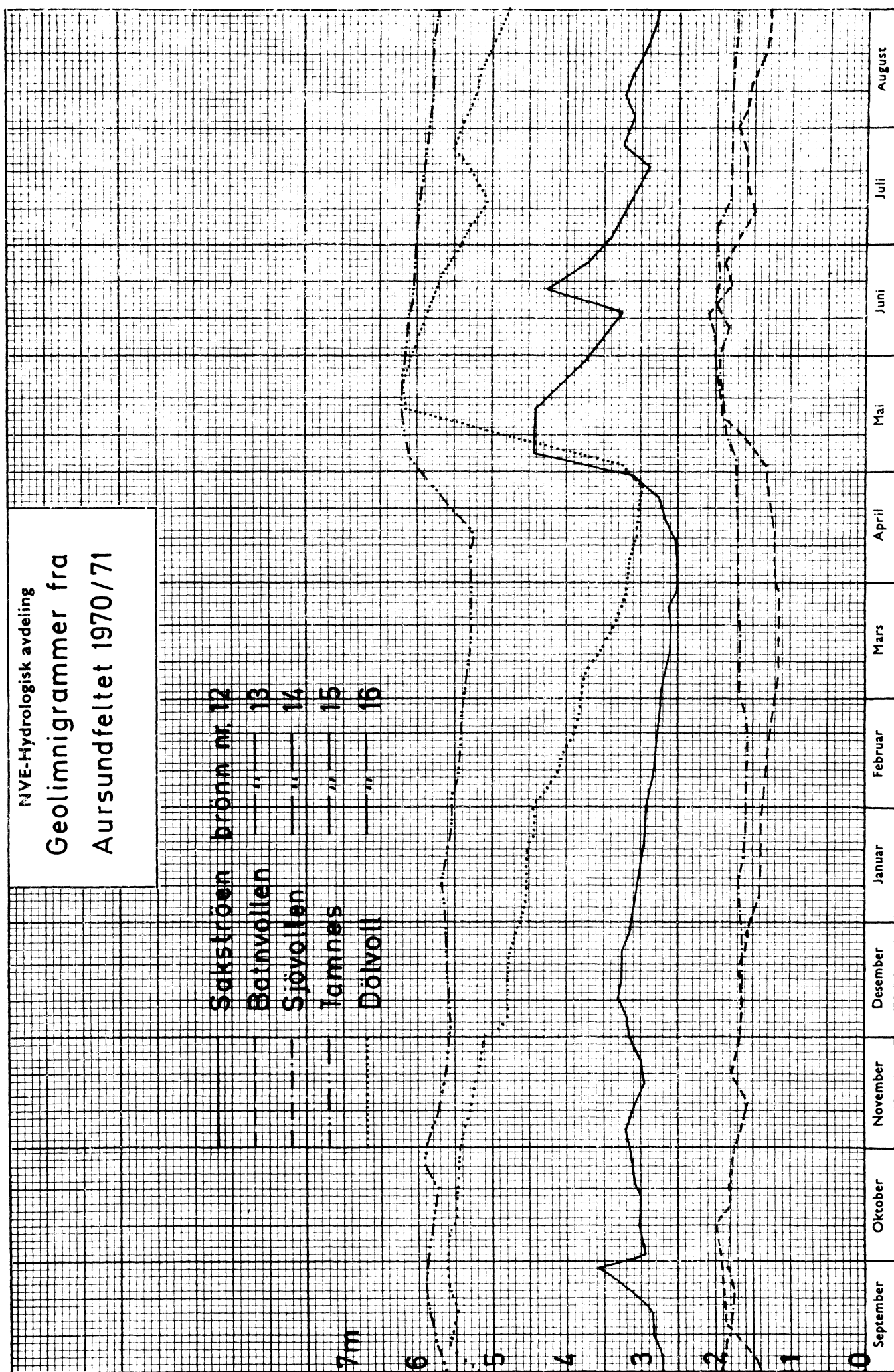
August



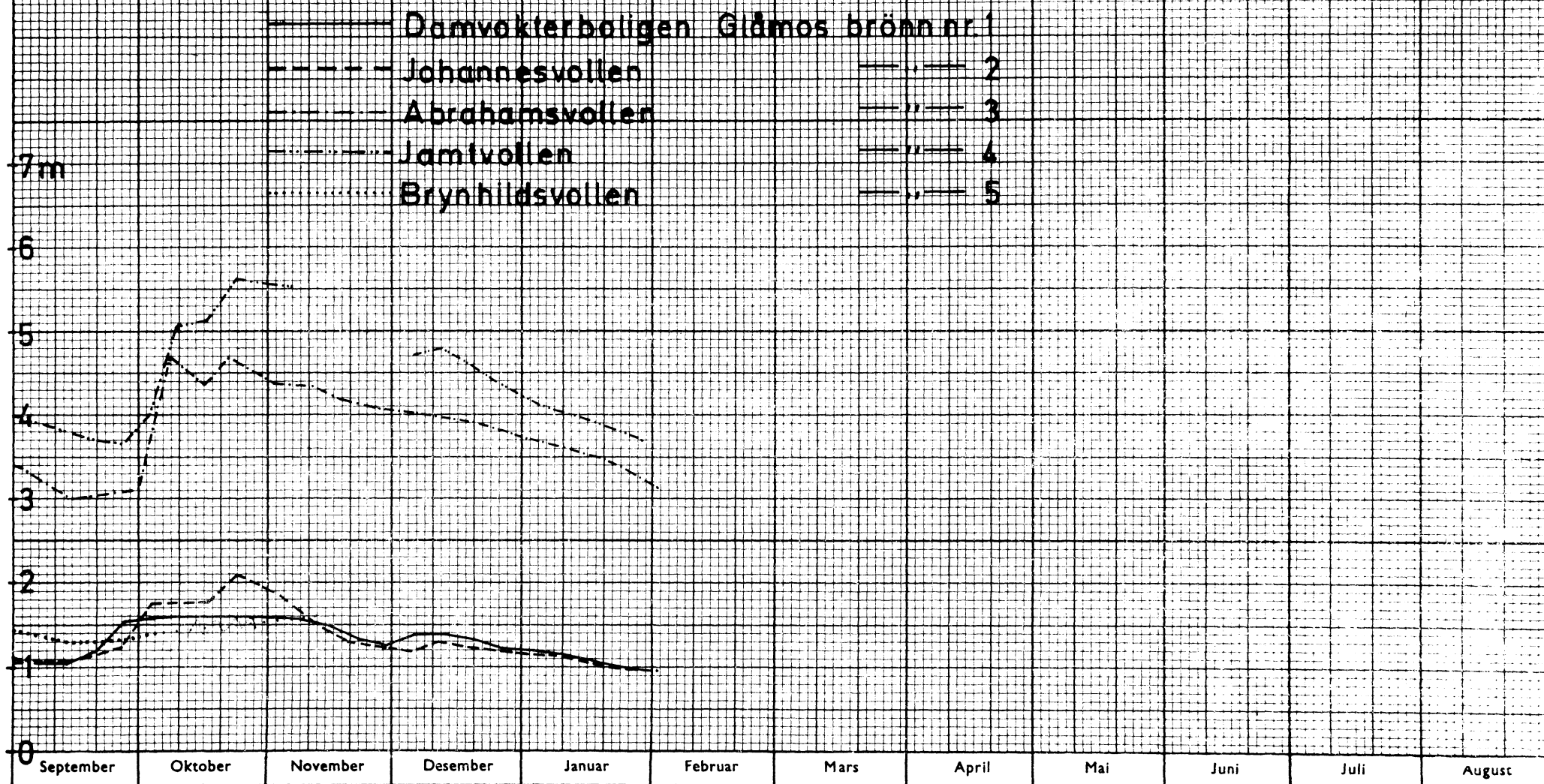
NVE-Hydrologisk afdeling
Geolimmigrammer fra
Aursundfeltet 1970/71

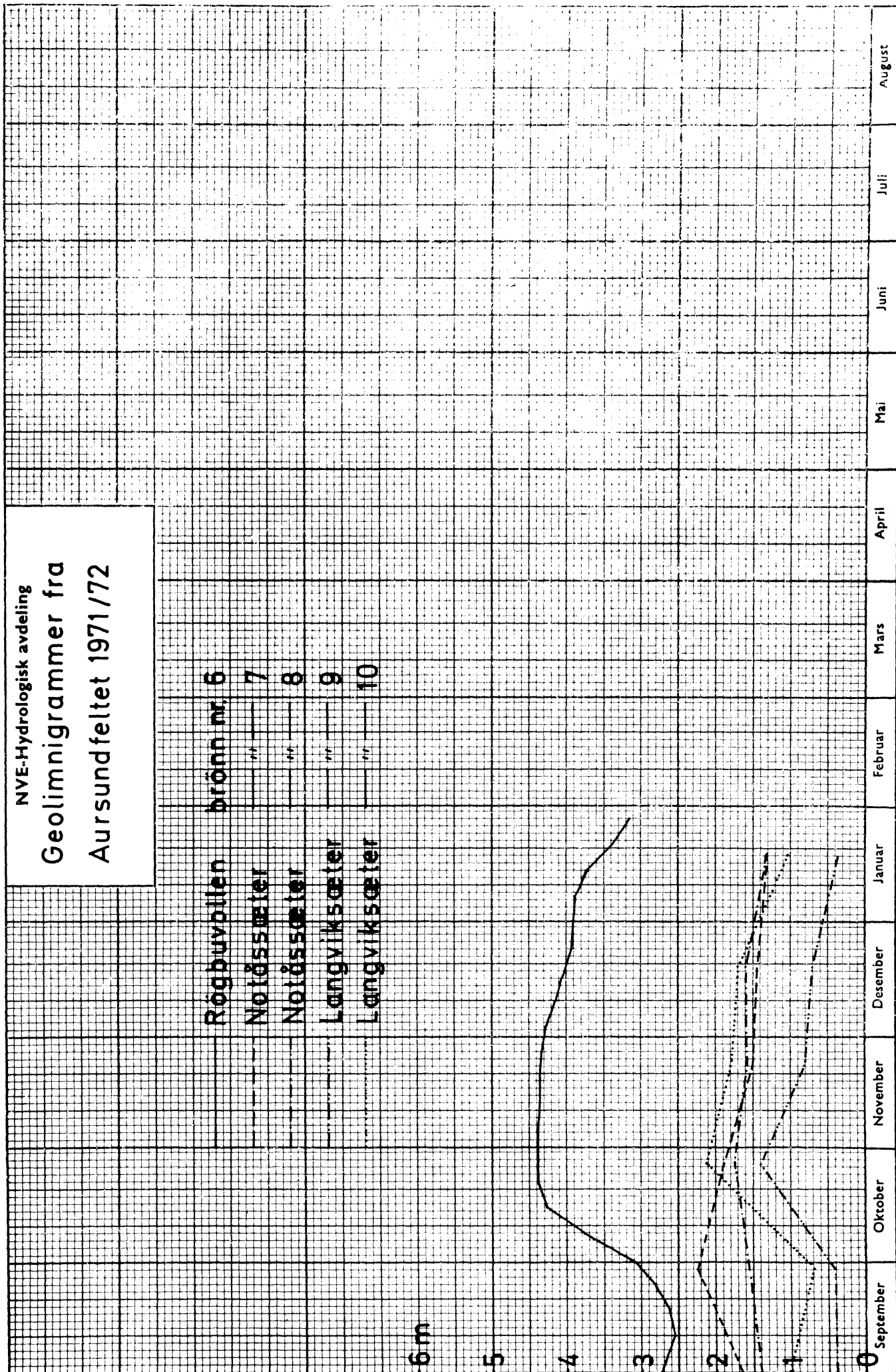
- Røgbuvollen brønn nr. 6
- - - Notåssæter — 7
- - - Notåssæter — 8
- - - Langviksæter — 9
- ... Langviksæter — 10



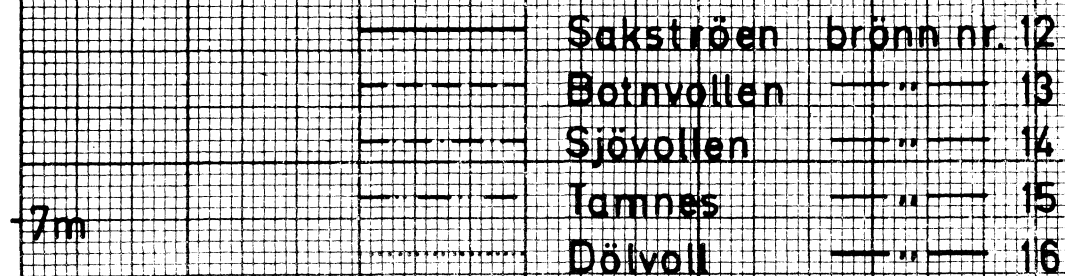


NVE-Hydrologisk avdeling
Geolimnigrammer fra
Aursundfeltet 1971/72

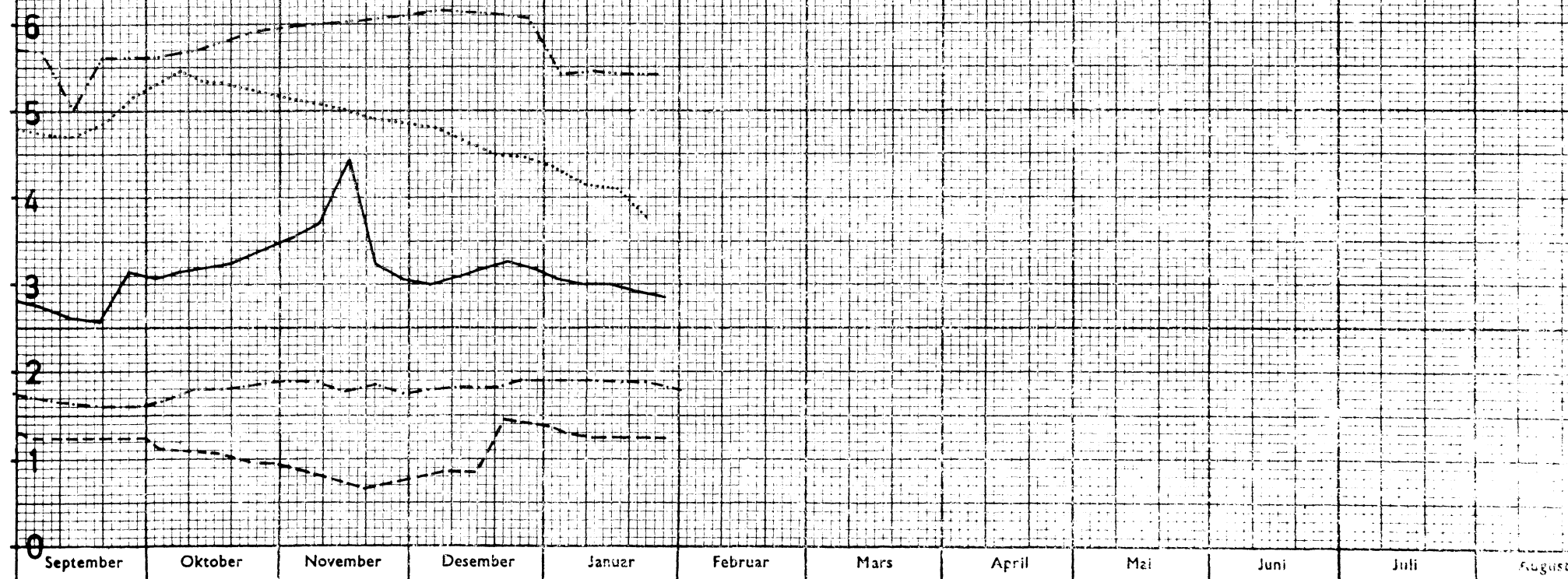


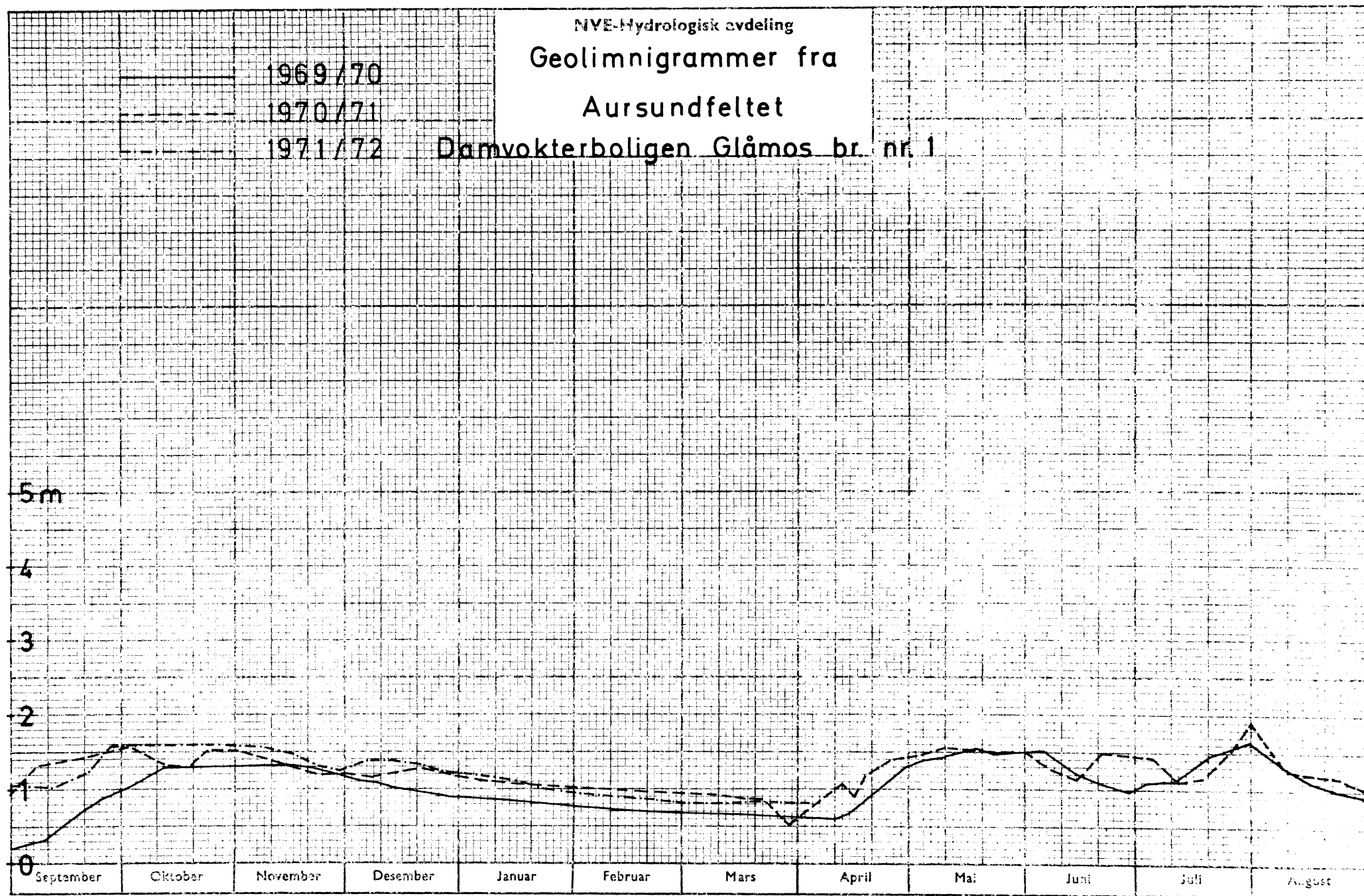


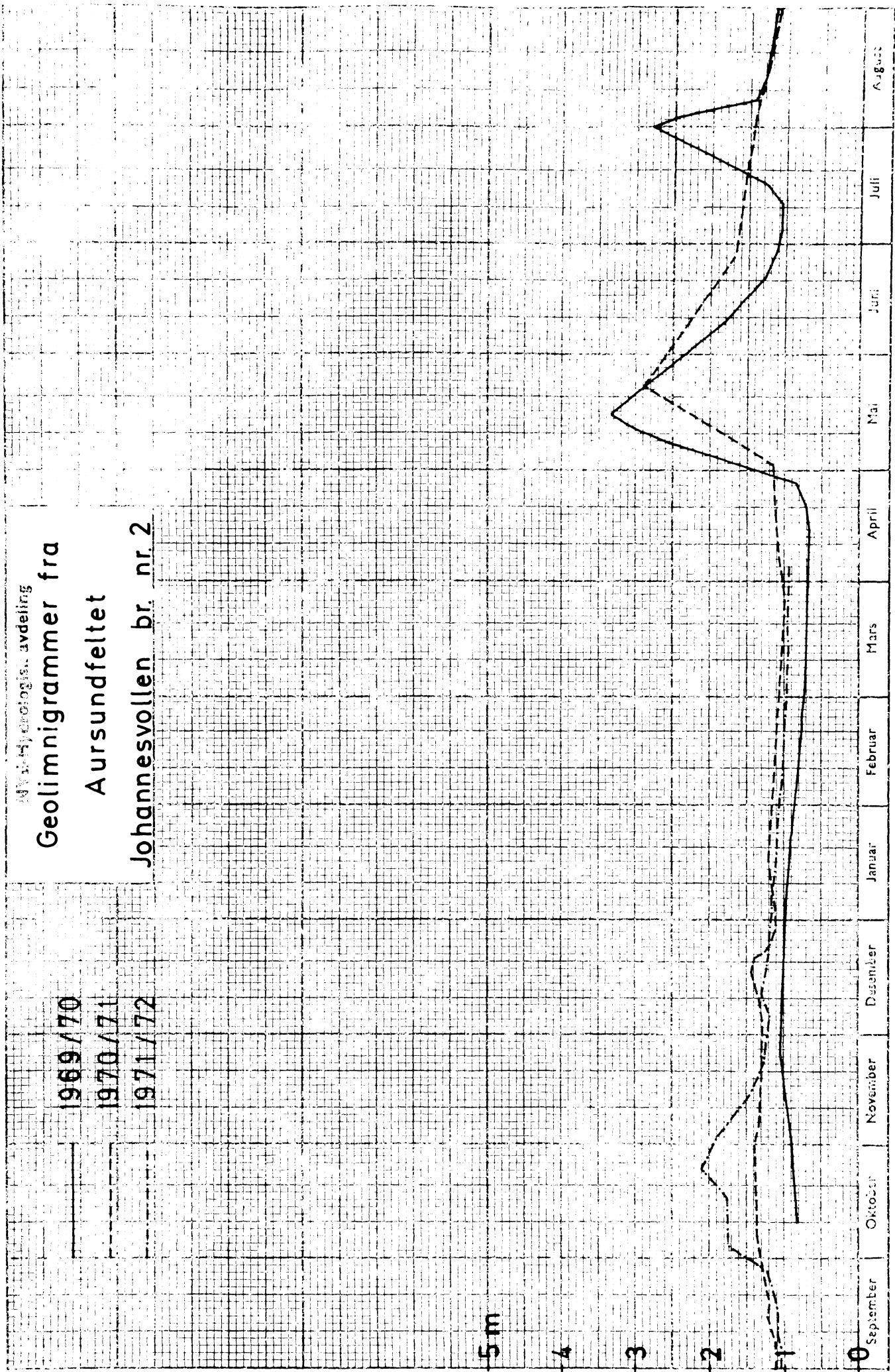
NVE-Hydrologisk avdeling
Geolimnigrammer fra
Aursundfeltet 1971/72

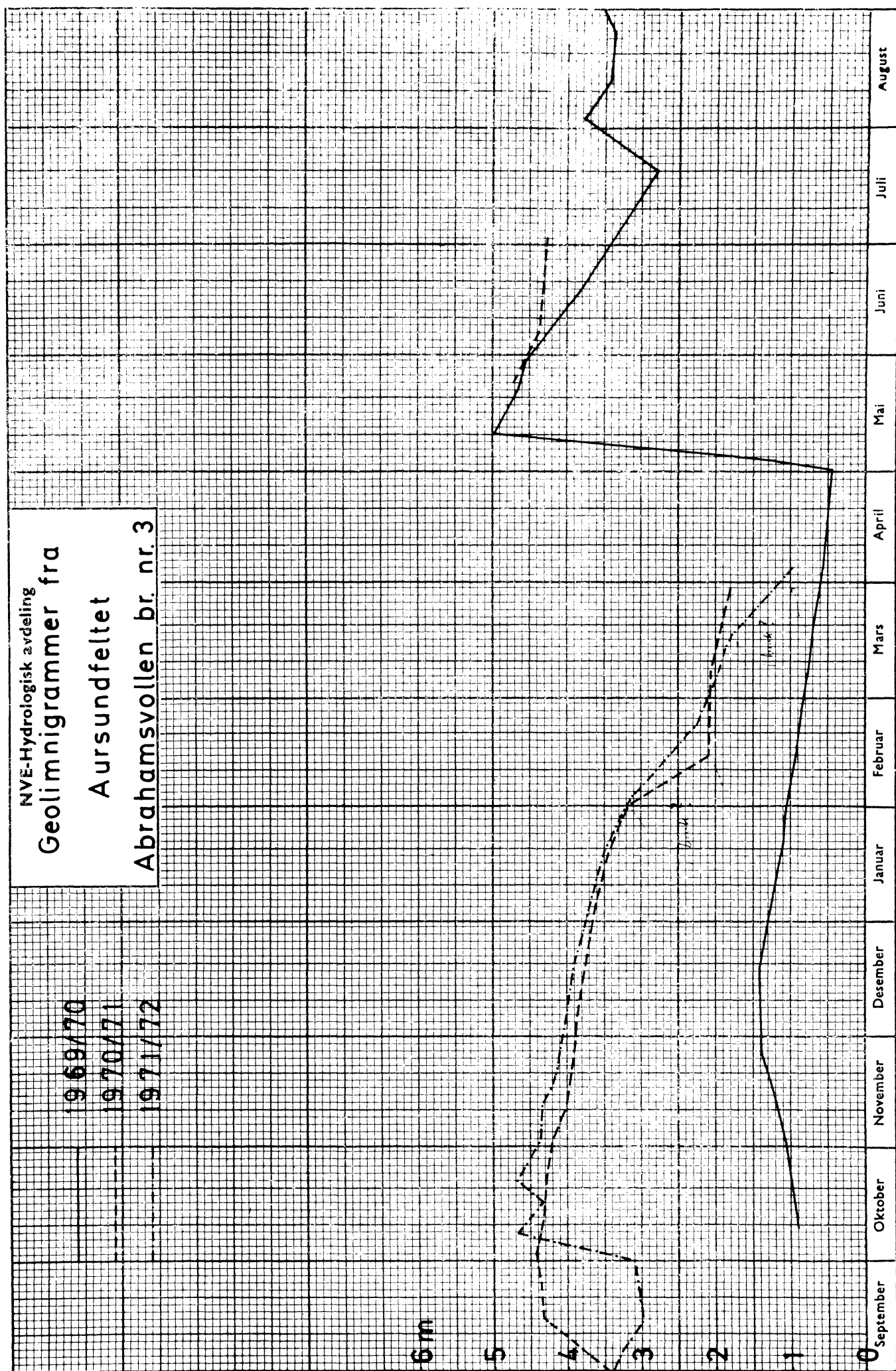


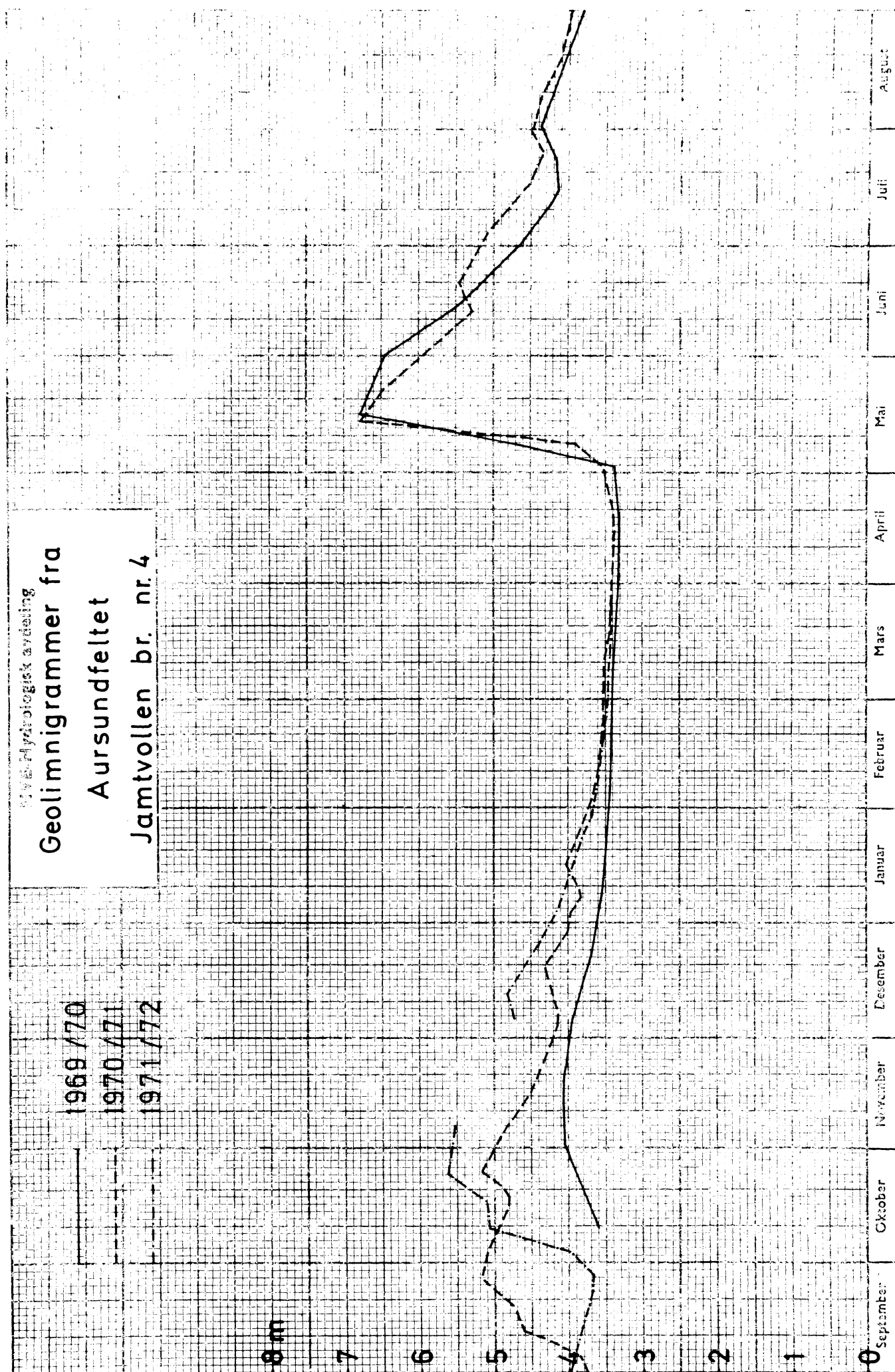
7m

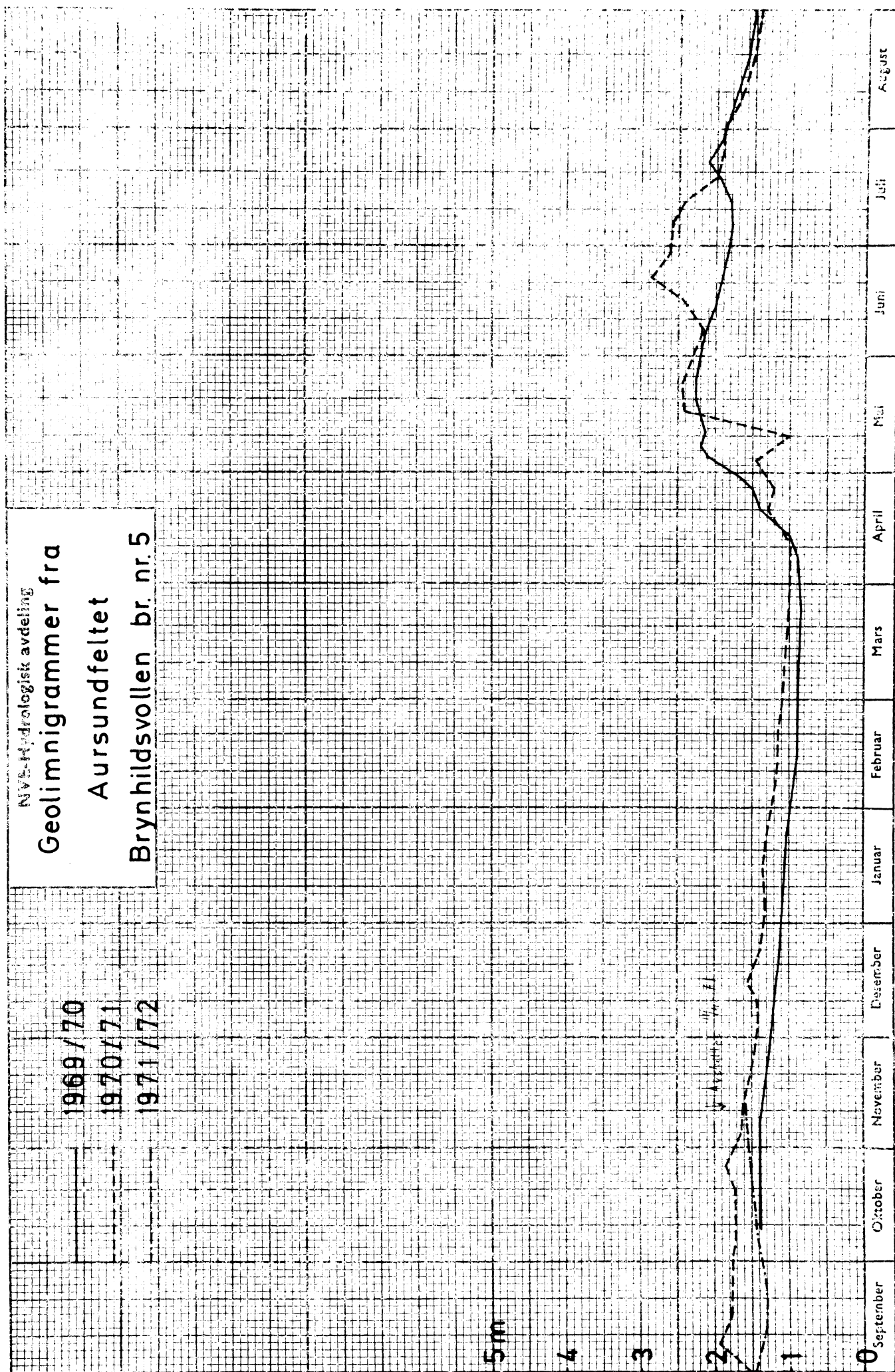






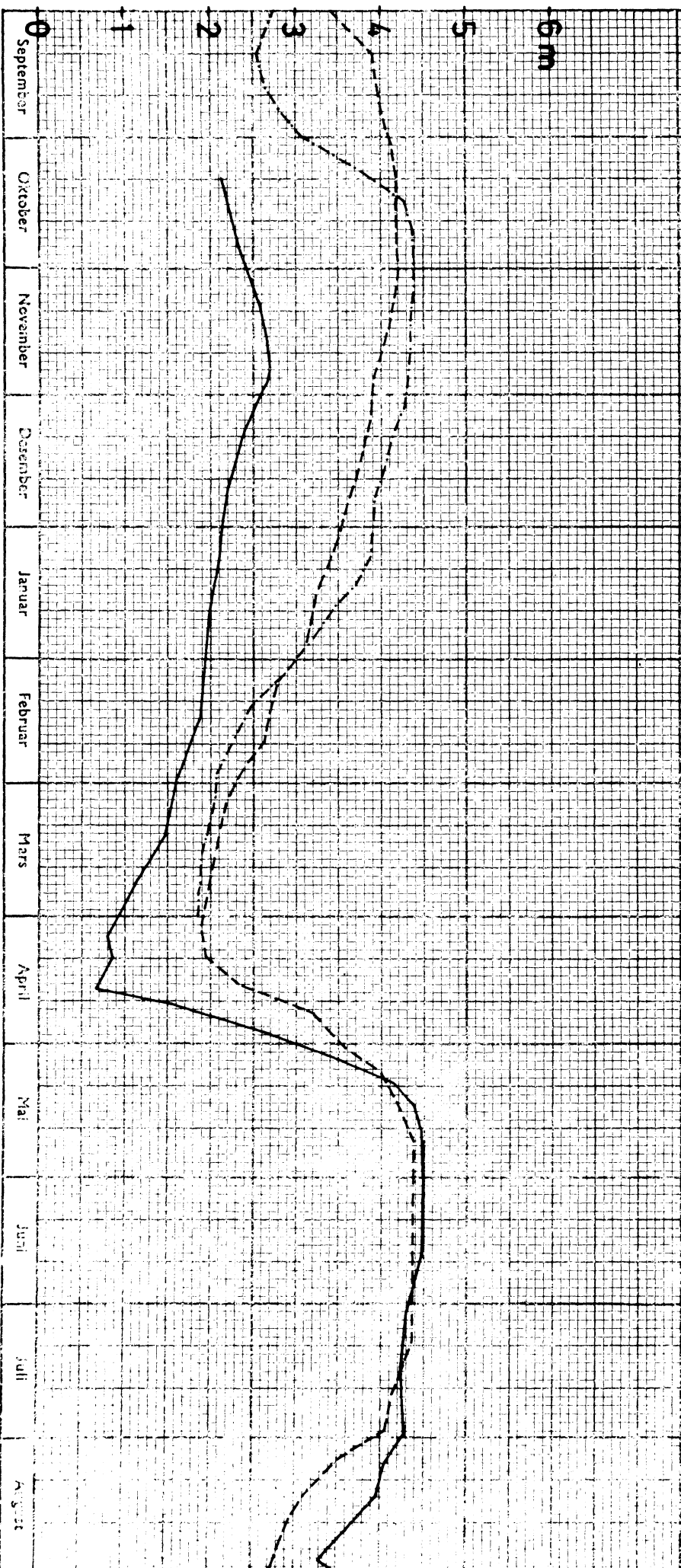


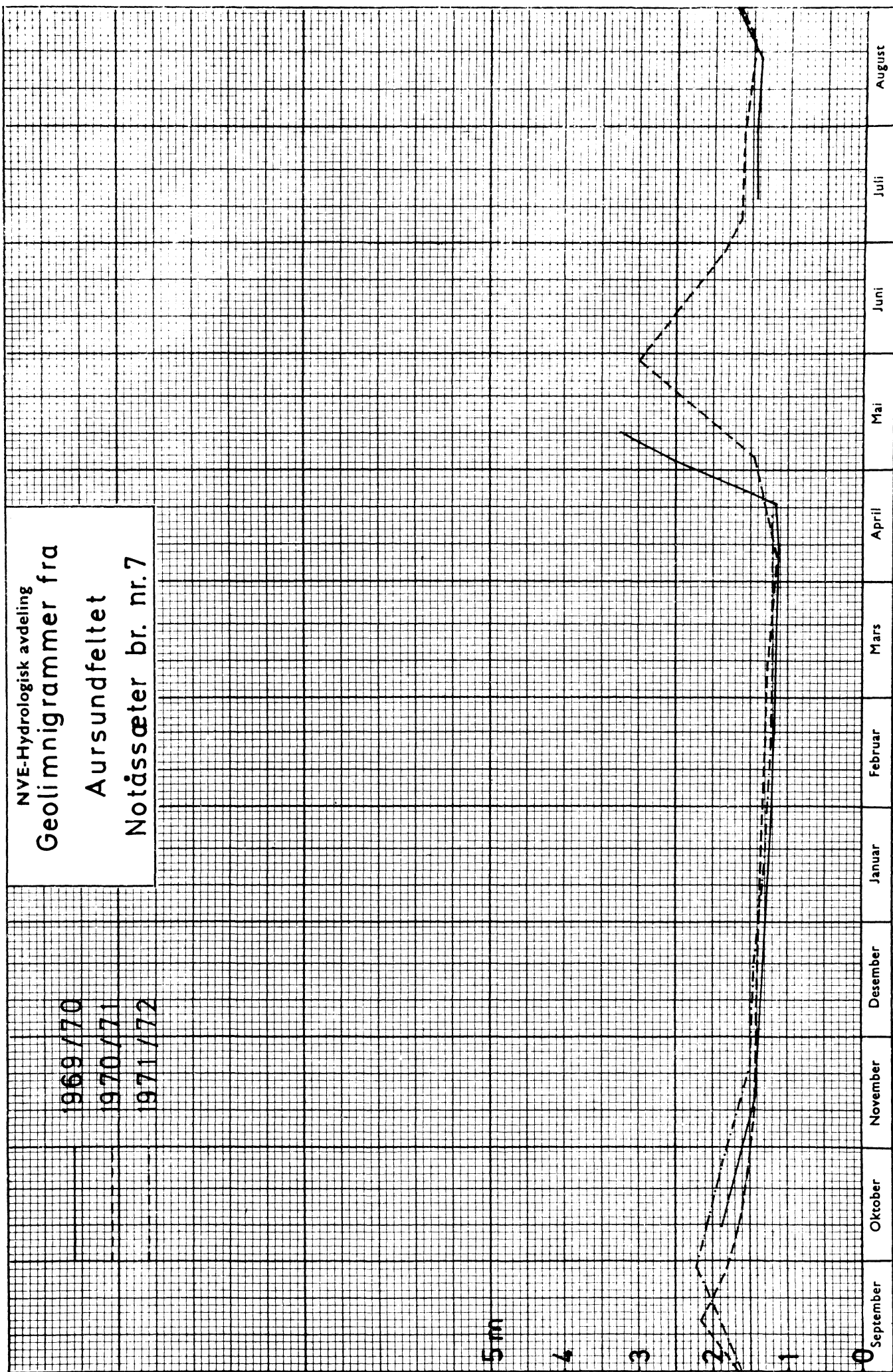


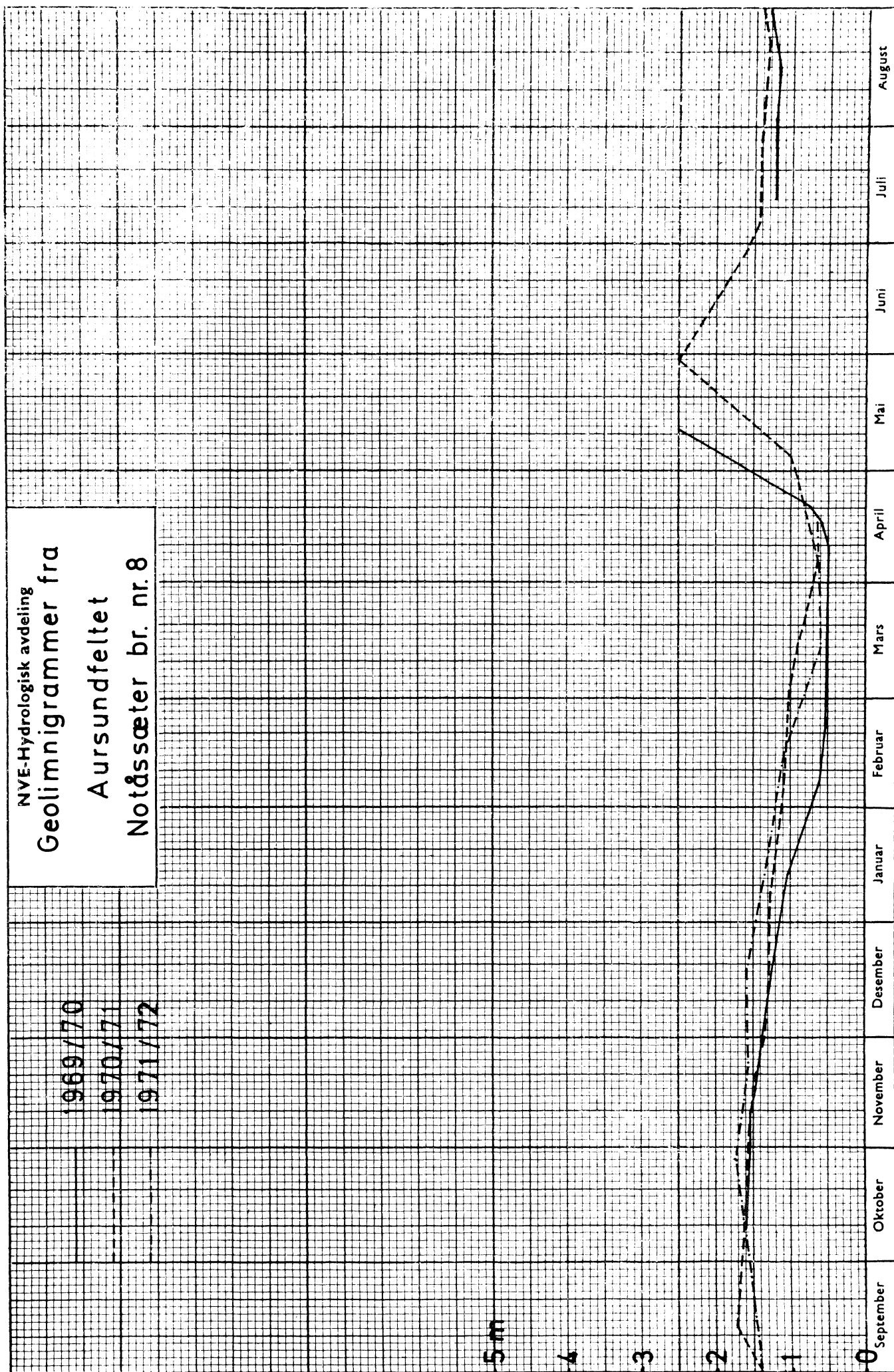


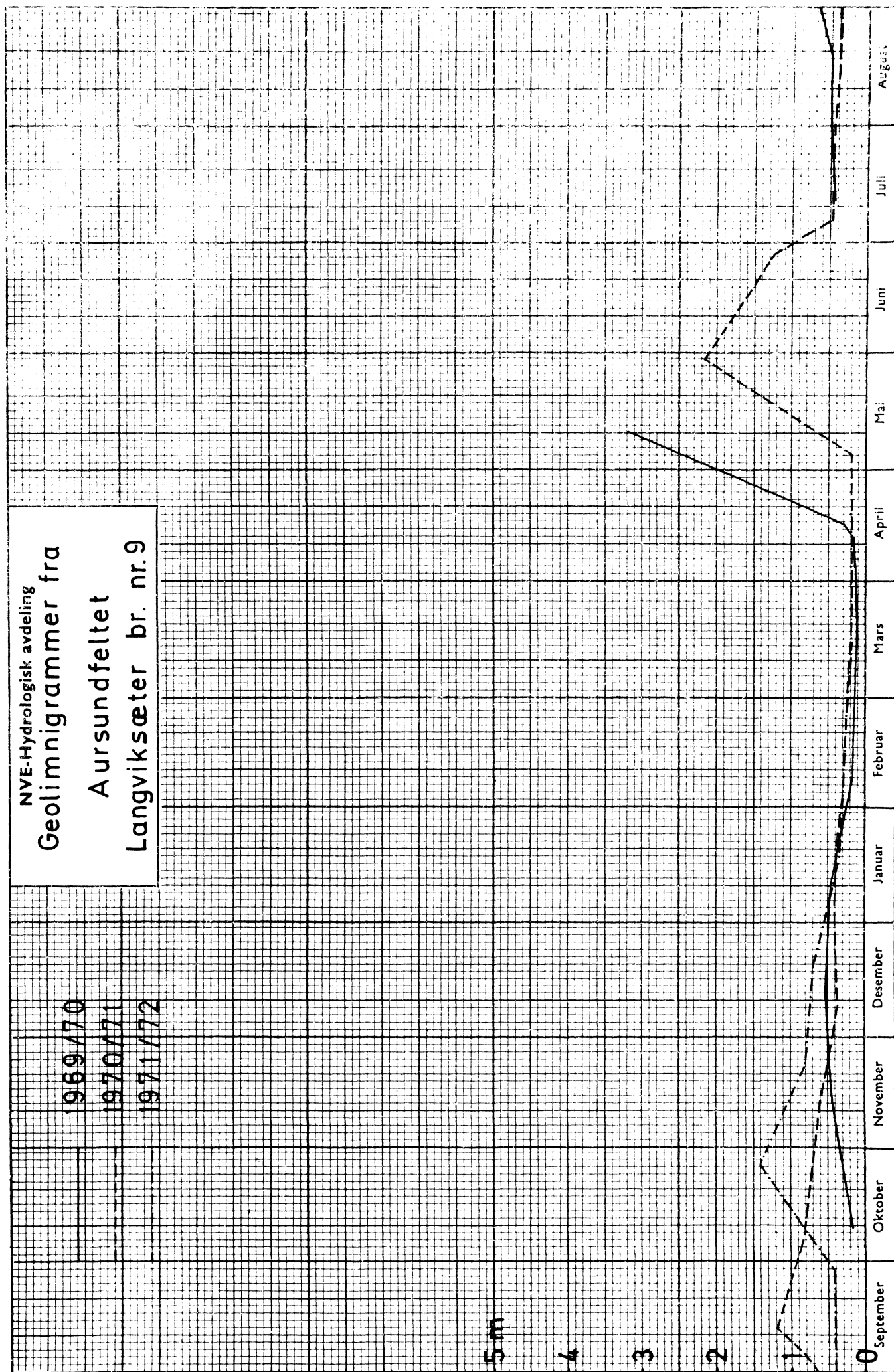
1969/70
1970/71
1971/72

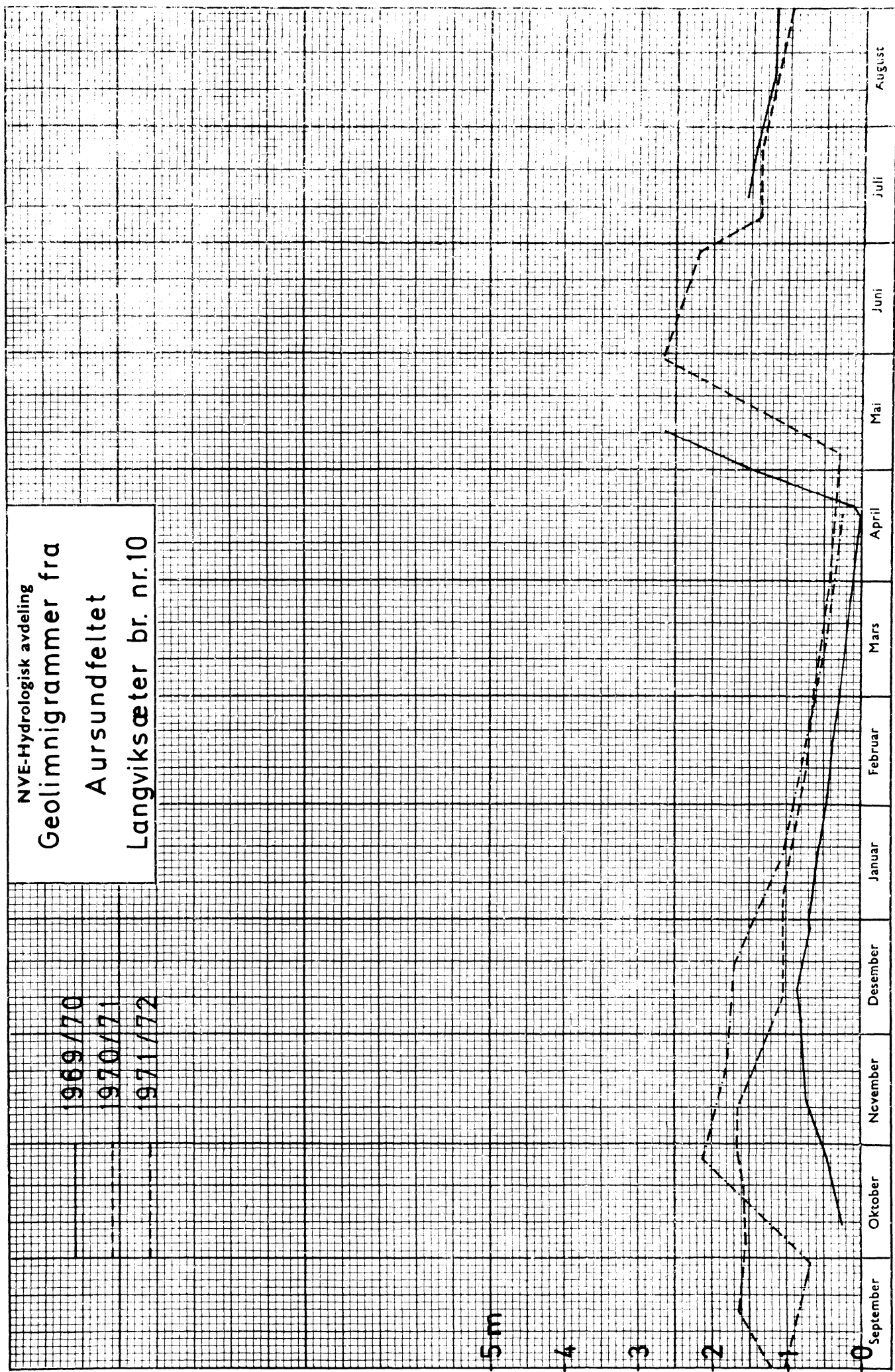
NVE-Hydrologisk afdeling
Geolignigrammer fra
Aursundfeltet
Røgbuvollen br. nr.6

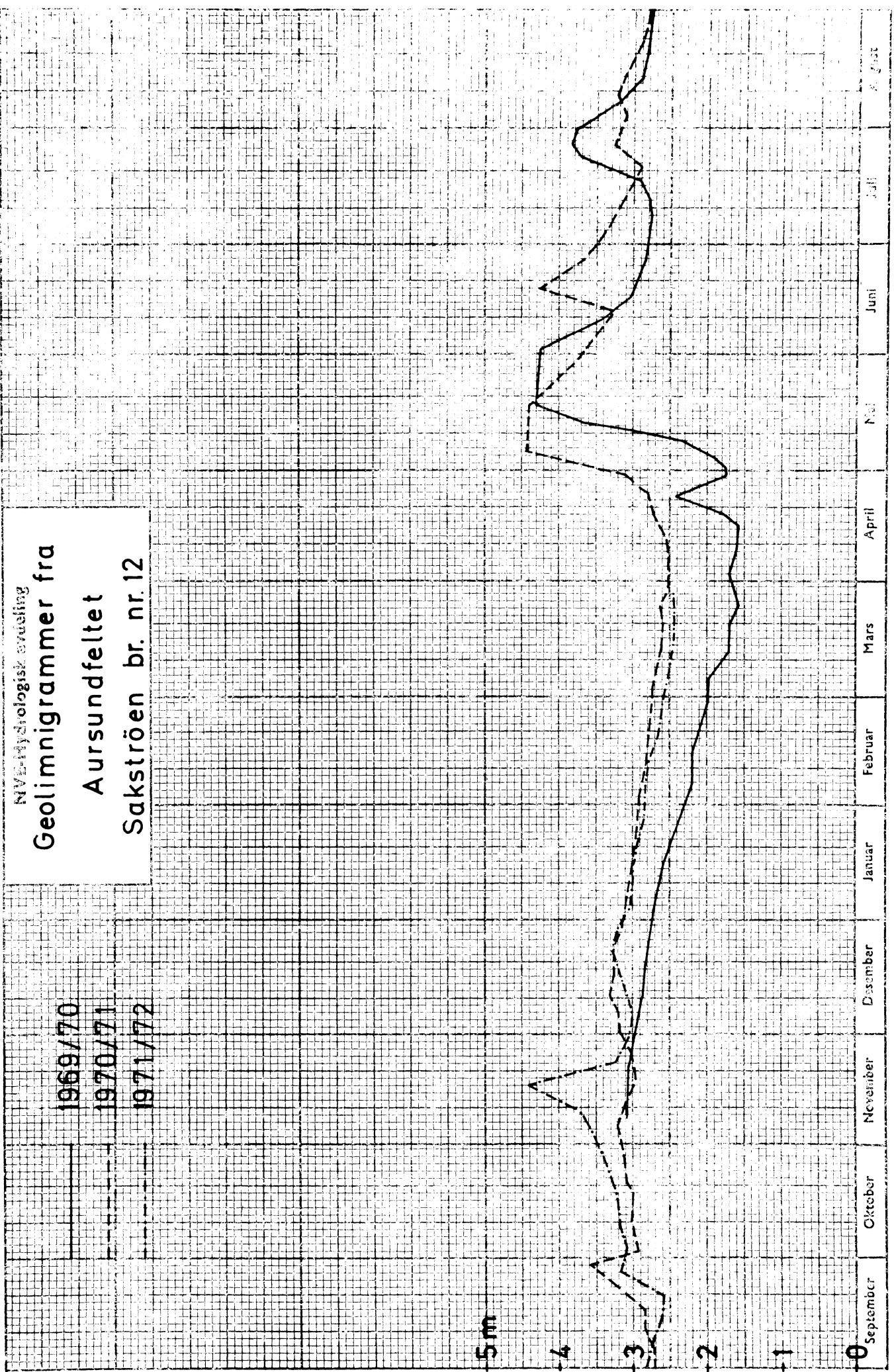


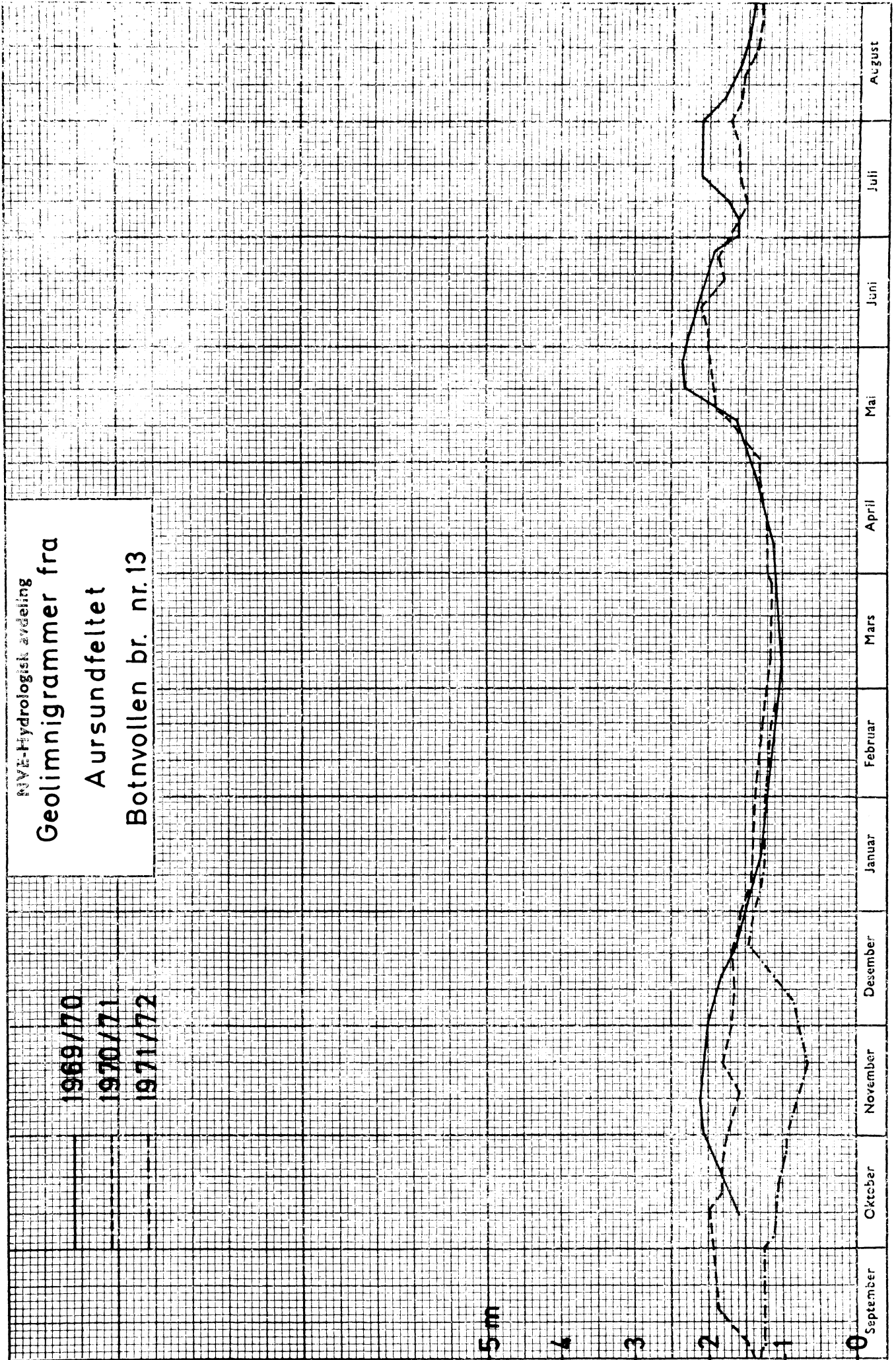


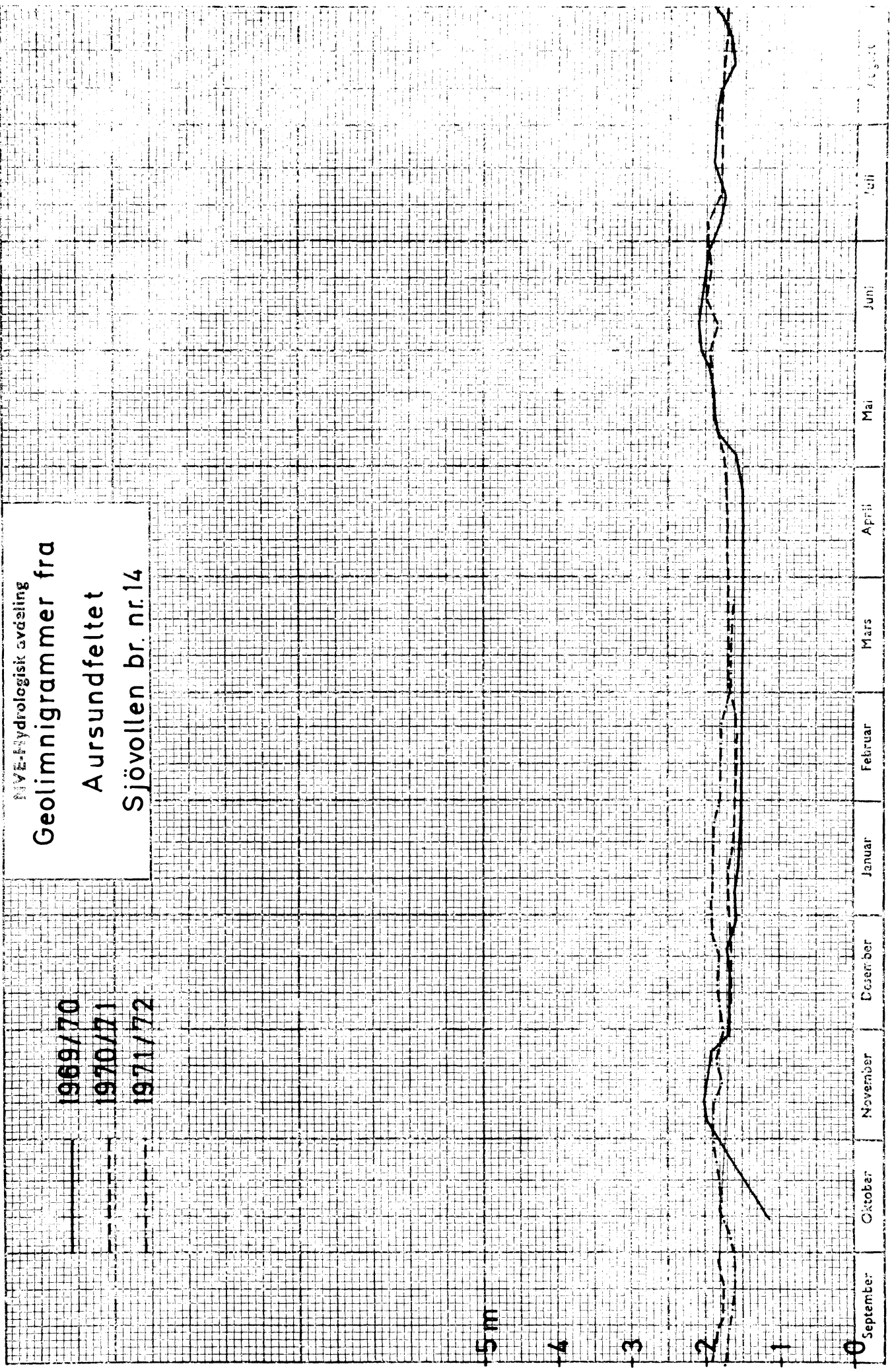


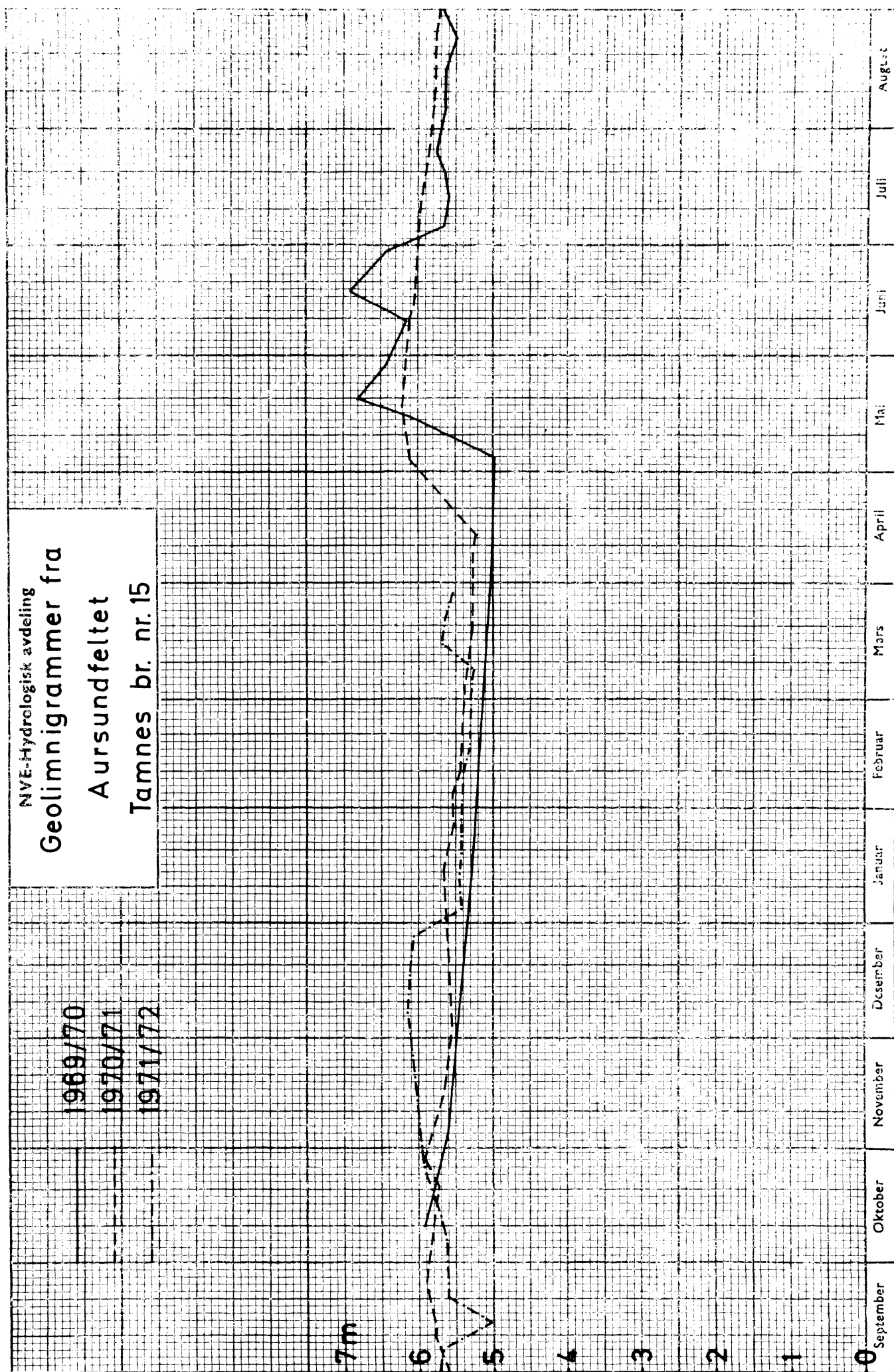


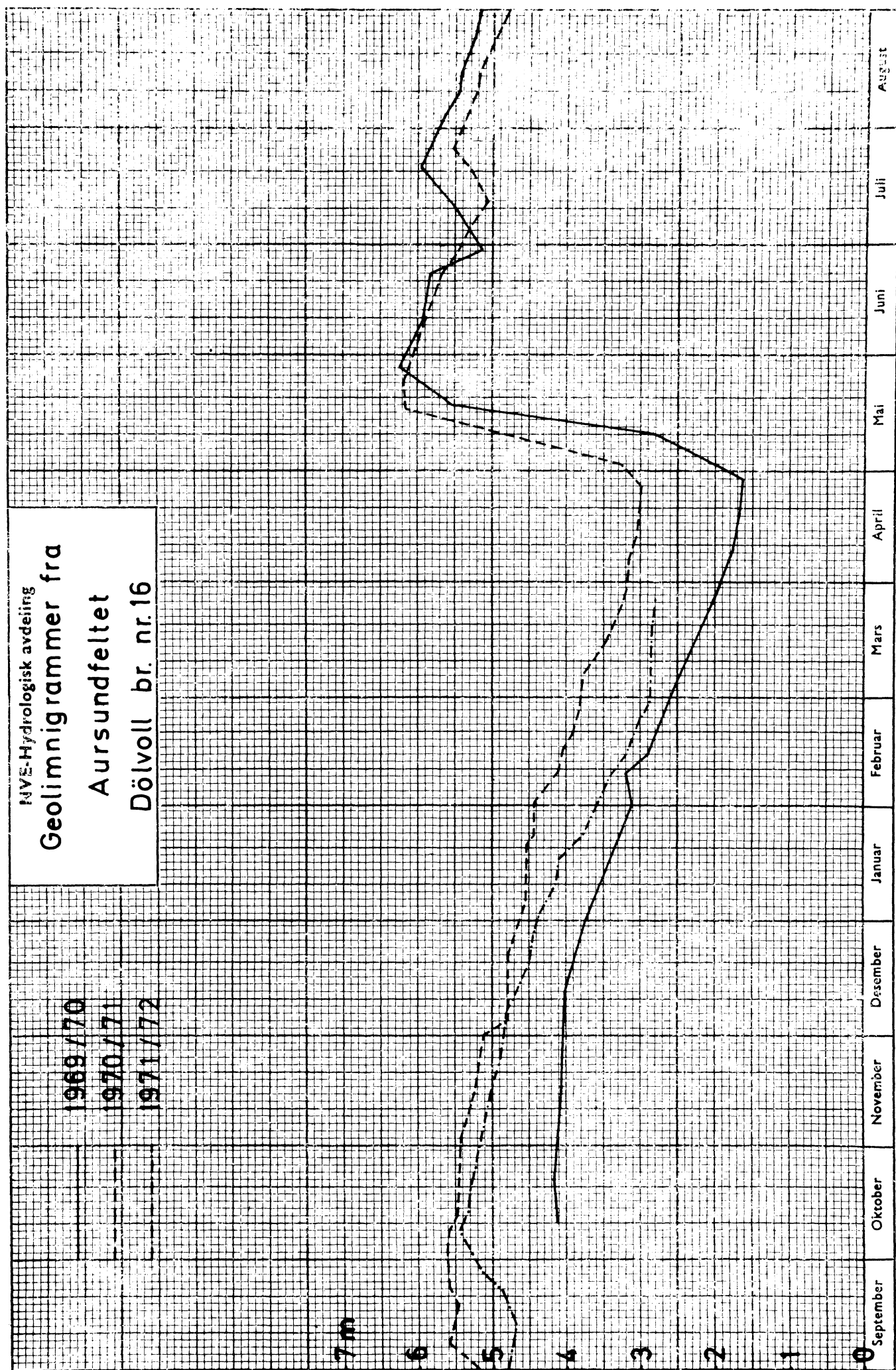












7. LITTERATUR

Andersen, T., 1972. En undersøkelse av grunnvannsmagasinet i et representativt høyfjellsområde. - Hovedsfagsoppgave i geofysikk ved Universitetet i Oslo.

Holmsen, G., 1956. Røros, beskrivelse til kvartærgeologisk landgeneral-kart. NGU nr. 198.

Otnes, J., 1970. Avrenning fra grunnvannsmagasinet. - Nordisk Hydrologisk Konferens, Stockholm 27.-29. aug. 1970. Vol. nr. 2. Lund.

Toebe, C. and D.D. Strang, 1964. On Recession Curves. - Journal of Hydrology, New Zealand, 3: 2-14.

Wisler, C.O. and E.F. Brater, 1959. Hydrology. - 2. Ed. Chapman and Hall, London.