

Avrenning fra jordbruksareal

En undersøkelse av Hopavassdraget på Smøla

Av Asbjørn Sorteberg

1. Innledning

Jordbruket som forurenser av vassdrag er i seinere tid kommet i søkelyset. Forhold som særlig er av betydning, er utette gjødselkjellere, utslipp av pressaft fra silo og gjennomvasking av naturgjødsel spredd på frossen mark i nærheten av avløp, særlig når terrenget også har noe helling.

Ser en bort fra nitrogen, er faren for de grunnstoffer en er engstelig for skal komme til vassdrag, under de fleste forhold regnet for relativt liten, forutsatt at gjødsel, pressaft etc. blir *innblandet* i jorda. Her skal en likevel være oppmerksom på at visse jorder kan ha sterkt redusert evne til å adsorbere forskjellige grunnstoffer. Det gjelder således humusfattig grov sandjord og endel av våre myrjorder.

Etter oppdyrking av deler av de store myrvidder på Smøla ble det først i 1970-årene foretatt analyser av grøftevatn som viste høgt innhold av fosfor fra dyrket jord som stort sett har vært normalt sterkt gjødslet, bare eller vesentlig med handelsgjødsel (Sorteberg 1973).

2. Undersøkelsens omfang

For å få et bredere spekter for utvasking av plantenæringsstoffer og noen viktige stoffer ellers fra dyrket myrjord ble det somrene 1973 og 1975 tatt endel vannprøver fra deler av Hopavassdraget på Smøla, med tilløp fra dyrketjord. Sommeren 1973 omfatter prøvetakingen også

jordprøver fra samme vassdrag. Figur 1 viser et delkart av Smøla hvor strekningen for prøvetakingen er lagt inn. Prøvestedene er noenlunde riktig plassert på kartet der disse har tilknytning til et vatn eller vei. Ellers er beliggenheten anslått ved skjønn.

3. Prøvetakingen

I tabell 1 er avstand fra *Gåsvatnet utløp* til de forskjellige steder for uttak av vannprøver og jordprøver oppført med støtte i kart. Gåsvatnet og innløpet til dette får grøftevatn fra all dyrketjorda på Moldstad forsøksgard og kloakkutslipp fra bebyggelsen, men tilsig kommer også fra tilstøtende udyrket myr. Fra utløpet ved Gåsvatnet går vatnet i kanal til noe nedenfor Jakobvatnet og derfra som bekk til den møter Korsvassbekken, som kommer fra et av Smølas største vannreservoar, Korsvatnet.

Fra Gåsvatnet og nedover får kanalen tilløp fra dyrketjord og kloakkutslipp m.v. fra flere bruk og dertil fra større uberørte mystrekninger. Nedenfor Jakobvatnet kommer det til en liten og en større bekk som går gjennom uberørt mark, men som også får tilløp fra jordbruk. Ellers kommer alle tilløp fra myrområder og mindre fjellpartier uten jordbruksvirksomhet.

Det finnes ingen målinger av vannføringen der prøvene er tatt, men nedenfor Jakobvatnet øker vannføringen etter hvert betydelig. Det er således ingen tvil om at det samtidig skjer en sterk fortykning

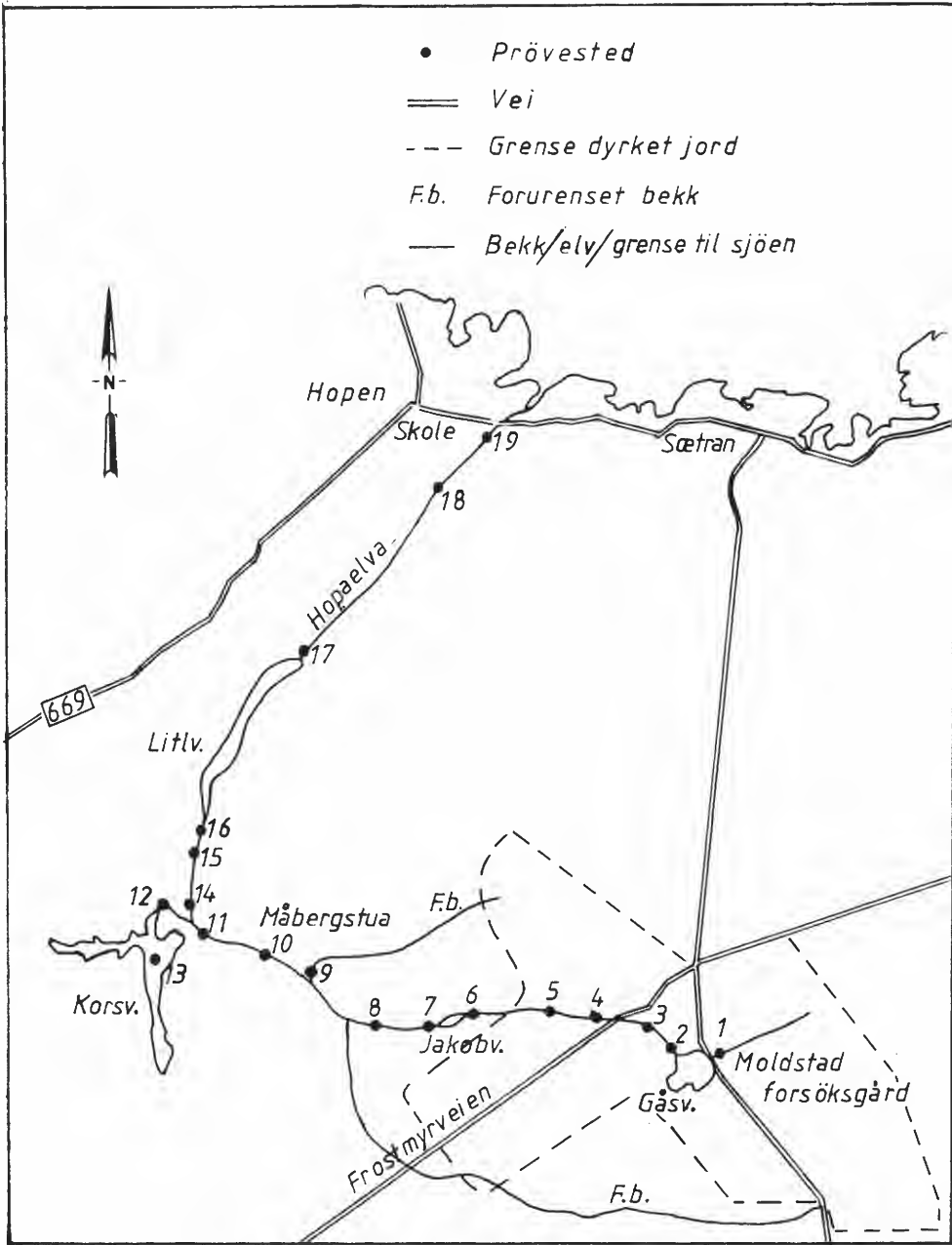


Fig. 1. Skisse over Hopavassdraget, Smøla, Møre og Romsdal.

m.h.t. ulike former for forurensing fra de nevnte dyrkingsfelter. Særlig er dette klart etter møtet med Korsvassbekken, som har den mangedobbelte vannføring sammenlignet med bekken nedenfor Jakobvatnet.

På strekningen Gåsvatnet – Hopen skole ved riksveien ble det tatt ut 16 vannprøver. En av disse, prøve 14, er ikke tatt med i sammenstillingene da analysetallene tyder på at blandingen av de to vannstrømmer ved møtet med Korsvassbekken har vært mindre god. Dertil ble det tatt vannprøve fra en liten bekk noe nedenfor Jakobvatnet (prøve 9), som ved sitt utspring har tilløp fra tre gardsbruk, fra Korsvassbekken (prøve 12) og fra Korsvatnet (prøve 13), de to siste fra ikke forurenset vatn. I hver vannprøve inngår flere partialuttak.

Jordprøver ble tatt parvis på 8 steder i nærheten av uttak av vannprøver (tabell 1). Den ene prøve (*a*) ble tatt helt inntil vannløpet og har følgelig blitt sterkt påvirket av vatnet, mens den andre prøven (*b*) i de fleste tilfelle ble tatt ca. en meter fra vannløpet, slik at den må antas å være lite eller ikke påvirket av dette. Noe større avstand fra vannløpet var det for *b*-prøven ved prøvestedene 2 og 5 der avstanden var ca. 2 m og ved prøvested 7 der avstanden var ca. 5 m. For at jordprøven skulle være skjermet mot påvirkning av overflatevatn, ble de øverste ca. 5 cm av prøven skåret vekk. Prøven fra det påfølgende sjikt hadde en tykkelse av 10–15 cm. I ett tilfelle, ved prøvested 5, en kanal med skrå vegger, ble prøve *a* tatt av myrslam fra bunnen av kanalen.

4. Kjemiske analyser

I *vannprøver*: Den 27/6-73 ble det tatt prøver fra alle prøvesteder og den 29/7 samme år fra et mindre antall prøvesteder (henholdsvis *før* og *etter* utslipp av silop-

ressaft). Den kjemiske analyse omfatter bestemmelse av pH, NH₄-N, NO₃-N, total-N, PO₄-P, total-P, K, Ca, Mg, Na, SO₄-S og Cl. Analysene ble utført ved Kjemisk analyselaboratorium, NLH. Den 8/6-75 ble det tatt prøver fra de samme prøvesteder. PO₄-P ble bestemt i alle prøvene og total-P i prøvene 1–7. Analysene dette året ble utført ved laboratoriet ved Institutt for jordkultur.

I *jordprøver* 1973: Bestemmelsene omfatter pH, glødetap, P-AL, total-P, total-N og ombyttbare mengder av K, Ca, Mg, Na og H (i 1 M ammoniumacetat med pH=7,0), alt utført ved Statens jordundersøkelse, NLH.

a. *Vannanalyser*. Analysene fra uttakene i juni 1973 framgår av tabell 2. Det er *sammenligningen* av innholdet fra de ulike prøvesteder som forteller mest. Det totale innhold av de ulike stoffer er naturligvis også av interesse og kan gi visse indikasjoner, men materialet i sin helhet er i så henseende tynt etter som prøver i begge år bare er tatt om sommeren. Vi skal her se litt på tallene i tabell 2:

pH viser små variasjoner (6,0–6,6). Det er flest høge verdier fra de seks første uttak, der tilløp fra dyrket jord er betydelig, men prøve nr. 1 med mye av avløpet fra forsøkgarden, er relativt låg, med pH 6,1. Når prøve nr. 10 har så høg pH som 6,4, skyldes det antakelig at vatnet ved dette prøvestedet har fått tilløp fra den forurensette bekk (prøve nr. 9) som har pH 7,0. Det er således intet som tyder på at de forskjellige aktiviteter fra jordbruksdriften på disse myrer har senket pH i et interval omkring 6. En merker seg forøvrig at selv vannprøvene fra Korsvassbekken og Korsvatnet, henholdsvis nr. 12 og nr. 13, som ikke er forurenset, har så høg pH som 5,8.

Nitrat-N og ammonium-N. Innholdet

av disse nitrogenforbindelser har gått raskt ned til så låge verdier at de ikke eller bare så vidt kan bestemmes analytisk. Et litt større innhold av ammonium-N (0,6 mg) er bare funnet ved innløpet til Gåsvatnet, mens et innhold av nitrat-N på 0,2 mg ble funnet både i innløp og utløp derfra. Et tilsvarende innhold av ammonium-N straks før møtet med Korsvassbekken virker mindre rimelig, men her er også innholdet av total-N uventet høgt (0,6 mg). Ellers har de lettløselige uorganiske fraksjonene raskt blitt borte og kan som forurensende faktorer bare bety noe kort vei etter Gåsvatnet er passert.

Innholdet av *total-nitrogen* er ved innløpet til Gåsvatnet tydelig anriket, men blir alt fra utløpet av Gåsvatnet redusert til knapt halvparten. Seinere avtar innholdet lite og uregelmessig helt ned til riksveien. En annen sak er det at også organiske nitrogenfraksjoner til sine tider, f.eks. med pressaft fra silo, kan komme til vassdrag ved utslipp og forurensing. Bestemmelse av mengde og sammensetning av organisk materiale i vannprøvene er ellers ikke foretatt. Ved det tidspunkt vannprøvene i tabell 2 ble tatt, var det ikke foretatt utslipp av silopressaft fra gardsbruk som har avløp til vassdraget. Om dette, se ellers seinere.

Fosforinnholdet ved innløpet til Gåsvatnet er sterkt påvirket av grøftevatnet fra dyrket jord på Moldstad og er helt oppe i 2,3 mg pr. l vatn både for PO_4 -P og total-P. Innholdet synker ganske sterkt ved utløpet fra Gåsvatnet, der nivået er noenlunde det samme som analyser av tidligere vannuttak fra dette vatnet viser (Sorteberg 1973). Derfra holder innholdet seg, med mindre svingninger, noenlunde konstant til og med prøvested nr. 7, som danner avslutningen på det egentlige jordbruksområde. For de føl-

gende tre uttak (8, 10 og 11), en strekning på ca. 2 km, kommer det vatn fra store, uberørte utmarksområder, og fra prøvene 10 og 11 dertil fra to forurensede bekker. Fosforinnholdet i disse prøver går ned til ca. halvparten eller knapt det av innholdet i prøvene fra uttakene 2–7. En tydelig nedgang i fosforinnholdet inntreffer igjen etter møtet med Korsvassbekken (nr. 12), som er uten forurensninger. Herfra og ned til riksveien der vassdraget vanlig benevnes for *elv* (Hopaelva) holder innholdet seg noenlunde konstant på ca. 0,2 – 0,3 mg P pr. l vatn. Vatnet bærer således tydelig preg av forhøyet innhold av fosfor selv om det siste tilsig fra jordbruksområde ligger så langt oppe som ca. 4,5–5 km, og til tross for at berøringsflaten kanal/bekk/elv har adsorbert tydelige mengder av fosfor som er utvasket fra dyrketjord og tilhørende virksomhet (se seinere). Fosfor er således selv nederst i vassdraget til stede i mengder så store at dette stoff må betraktes som en forurensende miljøfaktor.

Det aller meste av fosforet i vannprøvene har vært som PO_4 -P. I middel for de 15 prøver var 90 prosent i denne form.

Sulfatsvovel (SO_4 -S). Innholdet svinger fra 2 til 2,5 mg pr. l vatn for de 7 første vannprøver. Lenger nede i vassdraget ligger innholdet på 1,2–1,5 mg. Et innhold på 1,5 mg finner en ellers også for prøvene fra Korsvassbekken (nr. 12) og fra Korsvatnet (nr. 13). Virkningen av utvasket sulfatsvovel fra dyrketjorda må således ha stoppet opp kort tid etter det er kommet til vassdraget.

Selv innholdet i de 7 første vannprøvene er lite. Ødelien og Vidme (1945) fant således i et lysimeterforsøk som gikk i 5 år (1938–1943) i middel pr. år en utvasket svovelmengde i ledd uten gjødsel på 4,24 g/m² i en avløpsmengde på 394 l vatn, dvs. 10,8 mg S pr. l. I samme

publikasjon vises det ellers til mange undersøkelser over utvasking av svovel, dels fra lysimeterforsøk, dels fra grøfteforsøk. Tallene ligger dels noe lågere enn 10 mg/l vatn, dels betydelig høgere. En undersøkelse av Braadlie (1930) av grøftevatn fra starrmyrortov viste således et innhold på 19,9 mg svovel. I seinere lysimeterforsøk (1957–1963) fant Ødelien (1965) gjennomgående større svovelinnhold i avløpsvatnet enn i det tidligere refererte lysimeterforsøk, mens avløpsvatn fra dyrket jord fra forskjellige steder i landet viste opptil flere ganger så høg konsentrasjon. Selv de lågeste innholdstall i disse refererte undersøkelser ligger altså høgere enn innholdet i Gåsvatnet-området og så langt nedover som avløpsvatnet er påvirket av jordbruksvirksomheten. Den meget moderate økning av svovelinnholdet selv i den første strekning av vannløpet (prøvene 1–7) skyldes naturligvis delvis at det også her kommer mye vatn fra udyrket jord, og at vannløpet er åpent og således også påvirket av nedbøren. Dertil var bruken av superfosfat som gjødsel på den tid denne undersøkelse ble foretatt, stort sett opphørt, liksom det aller meste av fullgjødsla var svovelfattig.

Innholdet av klorid (Cl) er høgt i alle prøver, med variasjon fra vel 20 til 26 mg pr. l vatn, med de høgeste verdier øverst i vannløpet og de lågeste nedenfor møtet med Korsvassbekken. Innholdet i prøvene fra Korsvatnet og Korsvassbekken med vel 19 mg indikerer at det selv nederst i vassdraget kan spores virkning av jordbruksaktivitetene. Ødelien og Vidme fant i det refererte lysimeterforsøk knapt halvparten så mye klorid som svovel i avløpsvatnet, med i middel 4,7 mg pr. l vatn for ledd uten gjødsel. Flere undersøkelser som er referert av disse forfattere, viser ellers utvasking av klorid på det

dobbelte til det firedobbelte av denne mengde, og i Braadlies undersøkelser på starrmyrjord var utvaskingen eksepjonell høg med hele 216 mg pr. l vatn. Ellers er det velkjent at nedbøren langs vår vestkyst har et høgt saltinnhold, noe som slår sterkt ut for klorid (og natrium), og som setter sitt preg på innholdet av disse stoffer i alle vannprøver i denne undersøkelsen.

Innholdet av kalium (K) i myrjord er fra naturens side ofte lågt, således på Smøla. Når adsorpsjonen av tilført kalium, f.eks. i gjødsel, gjerne er dårligere i myrjord enn i mye av mineraljorda, er det rimelig at grøftevatn fra dyrket myrjord er tydelig anrikt på dette plantenæringsstoff. Innholdet i vannprøvene viser da også tydelig reduksjon i kaliummengde etter som virkningen av grøftevatn fra jordbruksarealer avtar. Av tabell 2 vil en ellers se at kaliuminnholdet i vannprøvene fra Korsvassbekken og Korsvatnet er tydelig lågere enn selv i prøvene uttatt nederst i vassdraget.

Innholdet av kalsium (Ca) i vannprøvene er påvirket både av kalking og gjødsling av dyrketjorda. I hovedtrekk viser fordelingen av kalsium i vassdraget samme mønster som for kalium. Prøve 19 (ved riksveien) har ellers overraskende høgt innhold både av kalsium, magnesium og natrium, noe som tyder på forurenning fra veibanen og kanskje fra brufoten.

Innholdet av magnesium (Mg) viser i likhet med kalium og kalsium å være tydelig påvirket av jordbruksvirksomheten, med avtakende virkning ned gjennom vassdraget.

Innholdet av natrium (Na) er høgt. Det er grovt halvparten av innholdet av klorid som følge av at natrium er hovedpartnen til klorid i sjølufta som driver inn mot kysten. Innholdet avtar nedover i vass-

draget for til slutt å komme ned i verdier av tilsvarende størrelse som i Korsvassbekken og Korsvatnet.

Hvordan innholdet av endel kjemiske komponenter avtar etappevis ned gjennom vassdraget, totalt og relativt, framgår av tabell 3. Til sammenligning er innholdet i vatn fra ikke forurenset område tatt med. Her kommer $PO_4\text{-P}$ i en særstilling ved å ha et relativt innhold selv ved tredje etappe på hele 16 ganger innholdet i uforurenset vatn. Den store forskjell i nivå for fosfor skulle således gjøre det relativt lett analytisk å fastslå om forurensning foreligger eller ikke.

Ved prøvestedene 2, 6, 7, 11 og 12 ble det tatt vannprøver også den 27. juli 1973. På flere bruk var det da lagt ned gras til silo, og en må regne med at endel pressaft var kommet ut i kanaler med avløp til vassdraget. Analysetallene for prøver tatt fra *vassdraget* viser for natrium og klorid stort sett 10–15 prosent høyere konsentrasjon enn prøver tatt samme sted i juni, og for magnesium til dels noe sterkere økning i konsentrasjonen. Da analysetallene fra *Korsvassbekken* (nr. 12) imidlertid også ligger noe tilsvarende høyere, tyder tallene for disse stoffer helst på at vannføringen har vært mindre ved juliuttaket.

b. *Jordanalyser*. Disse omfatter kjemiske analyser av jordprøver tatt i juni 1973. Resultatene framgår av tabell 4. I tabellen er dessuten medtatt kationbyttekapasitet og basemetningsgrad, begge beregnet på grunnlag av laboratorietallene.

Glødetap. Tabell 4 viser at prøvene tatt nederst i vassdraget (prøvested 18), som en ved prøvetakingen ellers var klar over inneholdt noe mineraljord, har et glødetap på bare ca. 10 prosent. I beregningen av middeltall nederst i tabellen er disse to prøver ikke medtatt. Også for

dette prøvested er forholdet mellom prøve *a* og prøve *b*, tatt henholdsvis helt inntil vannløpet og noe fra dette, imidlertid noenlunde som for prøver tatt ved de andre prøvesteder når det gjelder flere av bestemmelsene i prøvene. Ellers vil en se at prøvene 10a og 10b også har lågere glødetap enn myrjord etter gjeldende definisjon (mer enn 40 vektprosent organisk stoff). Middeltallene for glødetap er ellers for a-prøvene 64,6 og for b-prøvene 73,5 prosent. For første etappe av vassdraget er glødetapet for alle parvise prøver større for prøve *b* enn for prøve *a*. En merker seg forøvrig at glødetapet til dels varierer betydelig for de to prøver tatt ved samme prøvested. Ved prøvested 7, og særlig ved prøvested 5, er glødetapet mye mindre for prøve *a* enn for prøve *b*. Den store forskjell ved prøvested 5 skyldes sannsynligvis at prøve *a* som ble tatt av bunnfelt slam, antakelig har vært sterkt anrikt på fine mineralpartikler. Ellers er det ikke usannsynlig at alle a-prøver er mer eller mindre anrikt med mineraljord som har fulgt med vannstrømmen. Mer overraskende er det at prøve 15b har betydelig *lågere* glødetapsprosent enn parallellprøven 15a. Noe nærmere om årsaksforholdet til dette kan en ikke si.

Variasjonen i glødetap såvel mellom prøvesteder som mellom parvise prøver tatt samme sted viser at materialet er noe heterogent. Dette er antakelig hovedårsaken til at enkelte prøver, som det senere vil framgå, bryter med materialet ellers uten påviselig grunn.

pH, *P-Al*, *Ca* og *basemetningsgrad* viser for alle parvise prøver høyere, til dels betydelig høyere verdier for prøve *a* enn for prøve *b*. Dette må bero på at det har skjedd en betydelig adsorpsjon av forskjellige kationer i det jordsjikt som er berørt av vatnet i kanal/bekk/elv.

Også for *totalfosfor* er middelverdien vesentlig høyere i prøve *a* enn i prøve *b*. Ved prøvested 8 er innholdet derimot høgest i prøve *b*, og ved prøvested 6 er det tilnærmet like høgt i begge prøver.

Kaliuminnholdet forholder seg på det nærmeste som innholdet av kalsium når det gjelder de parvise prøver, med i middel ca. dobbelt så høgt innhold i prøve *a* som i prøve *b*. Ved prøvested 5 er imidlertid kaliuminnholdet lågere i prøve *a* enn i parallellprøven. Denne prøve avviker ellers, som før nevnt, sterkt fra prøve *b* i glødetap. Noe lignende er ellers også tilfellet for natrium, der a-prøven har tydelig lågere innhold enn b-prøven.

Magnesiuminnholdet i de parvise prøver følger et annet mønster. På de tre første prøvestedene, særlig ved første prøvested, er innholdet i prøve *a* mindre enn i prøve *b*. Ved de resterende prøvesteder, også ved prøvested 18, er innholdet derimot størst i prøve *a*. En netto adsorpsjon av magnesium i prøve *a* faller således nesten sammen med overgangen til annen etappe i vassdraget, der konsentrasjonen av de fleste stoffer i vannprøvene går ned (tabell 3). Mønsteret her ser således ut til å være at så lenge konsentrasjonen er høy av andre metallioner (kalsium og kalium), har magnesium tapt i konkurransen om binding til finmateriale, og det er blitt et netto tap av magnesium i jorda ved vannløpet.

Natriuminnholdet er i middel tilnærmet like stort for a-prøver og b-prøver og viser ikke noe bestemt mønster m.h.t. de parvise prøver.

Nitrogeninnholdet (total) ligger i middel vel så høgt for a-prøvene som for b-prøvene med henholdsvis 1,69 og 1,55 prosent. For flere av de parvise prøvene er det liten forskjell. Noe mønster kan en ikke se det er om en betrakter nitrogeninnholdet isolert. Sammenligner en deri-

mot nitrogeninnholdet med glødetapet, blir det sikker positiv korrelasjon med $r = 0,76^{***}$. Se figur 2.

Kationbyttekapasitet korrelerer i likhet med nitrogeninnholdet positivt sikkert med glødetap med $r=0,92^{***}$. Se figur 3.

5. Avslutning

Undersøkelsen viser klart at jord som kommer i direkte berøring med forurenset vatn, vil anrikes på forskjellige stoffer som har vært oppløst i vatnet og transportert kortere eller lengere strekning. På denne måte har jorda en renseeffekt på forurenset vatn. Hvor stor renseeffekten er, har undersøkelsen ikke tatt sikte på å belyse. Heller ikke sier den noe om en maksimal adsorpsjon for tilstøtende jord er nådd. Det er ellers sannsynlig at et likevektsforhold mellom vatn og jord i så måte forskyves alt etter som konsentrasjonen av oppløste stoffer i vatnet endrer seg.

I noen monn må oppløste stoffer i vatnet også ha innvirkning på jord og vegetasjon som ikke støter umiddelbart til kanal/bekk/elv. Dette kan skje ved stor vannføring eller ved teledannelse i kanaler slik at vatnet flyter over bredden. At slikt hadde skjedd visse steder, var klart allerede ved prøvetakingen i 1973, dels ved endring i den botaniske sammensetning av vegetasjonen til mer kravfulle vekster, dels ved tydelig bedre vekst. Dette kunne en i blant se der vannstrømmen hadde lite fall og terrenget til siden også var tilnærmet flatt. Enda sterkere kom dette fram sommeren 1983 da jeg gikk en tur langs deler av vassdraget. Hva dette kan ha betydd for en stofflig anriking også for b-prøvene, er vanskelig å si, men en kan nok ikke se bort fra det, framfor alt i åpent, flatt terreng.

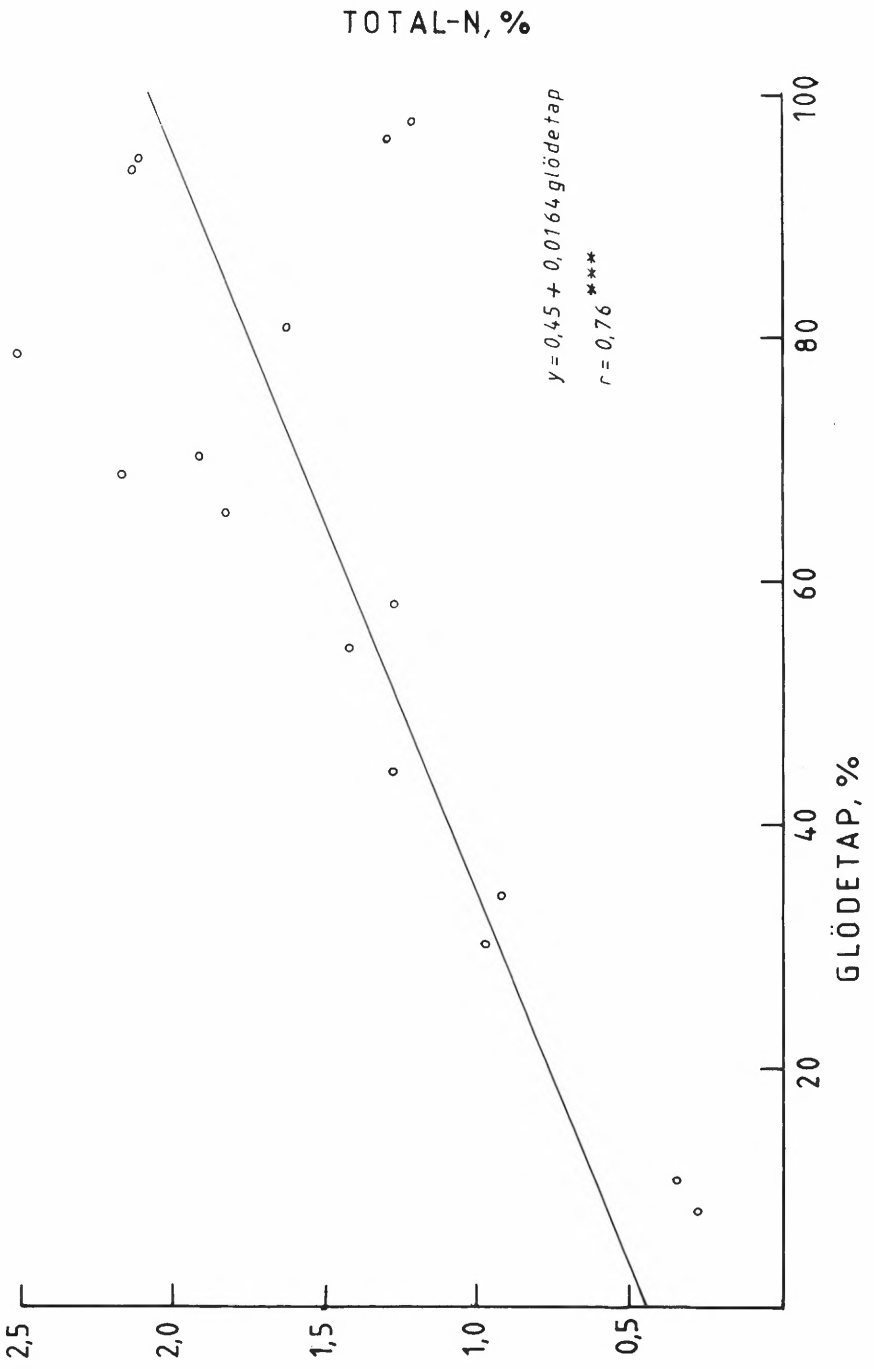


Fig. 2. Sammenhengen mellom glødetap og innhold av nitrogen i 8 jordprøver.

KATIONBYTTEKAP. M VAL/100g JORD

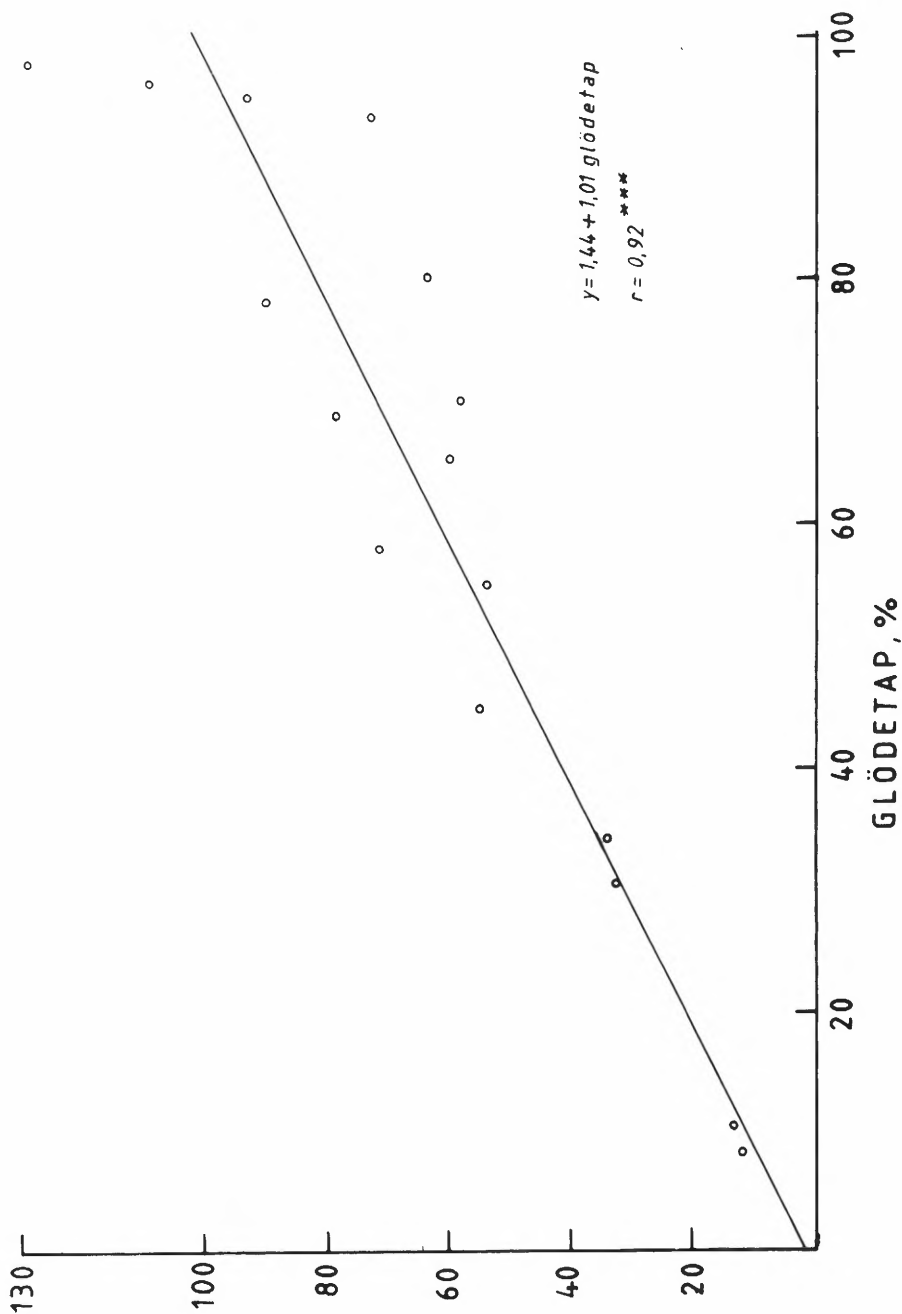


Fig. 3. Sammenhengen mellom glødetap og kationbyttekapasitet i 8 jordprøver.

6. Sammendrag

Forsommeren 1973 ble det over en strekning av ca. 7,5 km tatt ut endel vann- og jordprøver fra Hopavassdraget på Smøla samt ei grein av vassdraget helt fra begynnelsen av denne (Gåsvatnet) ved forsøksgården Moldstad (fig. 1). Til og med vannprøve 7 går vatnet fra Gåsvatnet i kanal og får tilløp fra mange gardsbruk, men også fra noe utmark. Derfra, til og med prøve 11, øker vannføringen betydelig, mest ved tilløp fra utmark. Fra og med prøve 14 betegnes vassdraget som Hopaelva. Vannføringen øker da sterkt fra utmark. Den kjemiske analyse av vannprøvene viser i hovedtrekk (tabellene 2 og 3):

Innholdet av nitrat-N og ammonium-N er høgere enn i uforurenset vatn (prøvene 12 og 13) så å si bare i de to første vannprøver, mens fosforinnholdet, som er meget høgt så lenge tilløpet fra dyrket jord er stort, er sterkt forhøyet helt til siste prøve (19). Innholdet av kalsium og kalium er også sterkt påvirket av jordbruksvirksomheten, og innholdet er tydelig høgere helt ned til siste prøve. Virkningen av magnesium er mindre, men også her tydelig helt ned.

I juli samme år, etter utslipp av silopressaft fra endel bruk, ble også noen vannprøver tatt. Analysen viser økning for flere stoffer, men i så måte er det ingen nevneverdig forskjell mellom prøver fra forurenset og ikke forurenset område. Den økte konsentrasjon skyldes derfor antakelig mindre vannføring.

Et mindre antall jordprøver ble tatt, den ene helt inntil vannløpet (prøve *a*), den andre 1 m eller mer fra dette (prøve *b*). Kjemisk analyse (tab. 4) viste i grove trekk: pH, P-AL, utbyttbart Ca og K og basemetningsgrad var i middel mye høgere i a-prøvene enn i b-prøvene. Dette må bero på adsorpsjon av oppløste stoffer

i vatnet og i noen monn føre til rensing av dette.

7. Summary

Earlier investigations have shown that by reclaiming the bog area of Smøla, at the west coast of South Norway, a substantial part of the added phosphorous fertilizer has been leached out.

The present investigation was started to find out more about the leaching, also about other nutrients and elements, and about their behaviour, as this also is a question of pollution.

In 1973 water samples (16) were collected from a water flow of ab. 7,5 km, starting at an agricultural area and ending near the ocean. The water flow was growing from a poor stream to a small river, depending on runoff mainly from virgin bogland and mountain areas. Soil samples were collected as pair (8), one sample taken close by the water flow (sample *a*) and the other (sample *b*) taken 1 m or more aside (table 1). Chemical analyses of the water samples showed: Increasing content of $\text{NO}_3\text{-N}$ and $\text{NH}_4\text{-N}$ could only be traced over a short distance (table 2). On the other hand, the content of $\text{PO}_4\text{-P}$ was very high in samples taken from the agricultural area and also relatively high at the end of the water flow. The content of Ca, K and Mg decreased substantially from start to the end, but was still somewhat higher at the lower end of the water flow compared with unpolluted water (table 3).

The soil samples *a* showed distinctly higher pH, P-AL, base saturation and amounts of exchangeable Ca and K than samples *b* (table 4). Thus, the soil layer close to the water flow has adsorbed different ions, and to some extent purified the water.

Litteratur

Sorteberg, A. 1973. Fosforgjødsling på myrjord. Eksempler på opptak hos planter og utvaskingsfare. Stensilert foredrag.

Ødelien, M. og T. Vidme. 1945. Lysimeterforsøk på Ås 1938–43. Meldinger fra Norges landbr. høgskole, 25, 273–362.

Ødelien, M. 1965. Undersøkelser over utvaskingen av sulfat fra jorda. Forskn. forsøk i landbruket, 39–76.

Tabell 1. Prøvested for vann- og jordprøver og skjønnsmessig avstand fra Gåsvatnet utløp.

Vannprøve, nr. og prøvested	Avstand i km fra Gåsvatnet utløp	Jordprøve nr.
1. Gåsvatnet innløp		Ikke tatt
2. Gåsvatnet utløp	0	2
3. Kanal nord for Gåsvatnet	0,3	Ikke tatt
4. Veigrøft nord for Frostmyrvei	0,6	Ikke tatt
5. Kanal nord for bruket Gåsbekk	0,9	5
6. Jakobvatnet innløp	1,6	6
7. Nedenfor Jakobvatnet	1,8	7
8. Nedenfor Jakobvatnet	2,3	8
10. Sør for Måbergtua	3,2	10
11. Straks før møtet med Korsvassbekken	3,7	Ikke tatt
14. Sraks etter møtet med Korsvassbekken	3,8	Ikke tatt
15. Noe ovenfor Litlvatnet	4,2	15
16. Litlvatnet innløp	4,3	Ikke tatt
17. Litlvatnet utløp	5,5	Ikke tatt
18. Noe ovenfor riksveien	7,0	18*
19. Straks ovenfor bru ved riksveien	7,5	Ikke tatt
9. Liten bekk med avløp fra gardsbruk		Ikke tatt
12. Korsvassbekken		Ikke tatt
13. Korsvatnet		Ikke tatt

* Noe innhold av sand og grus.

Tabell 2. Analysetall for vannprøver fra Hopavvassdraget med tilløp uttatt i juni 1973. Innhold i mg/l

Prøve- nr.	pH	PO ₄ - P	Total- P	Amm. N	Nitrat- N	Total- N	So ₄ - S	Cl	K	Na	Ca	Mg
1	6,1	2,30	2,30	0,6	0,2	1,25	2,3	26,0	4,40	13,7	6,0	2,80
2	6,4	1,55	1,61	<0,1	0,2	0,55	2,0	23,0	3,70	11,3	4,6	2,45
3	6,4	1,50	1,51	<0,1	0,1	0,50	2,0	23,0	3,55	11,3	4,2	2,25
4	6,6	1,50	1,50	<0,1	<0,1	0,45	2,0	23,2	3,60	11,0	5,8	2,45
5	6,5	1,50	1,68	<0,1	0,1	0,55	2,5	24,0	3,90	12,3	6,5	2,65
6	6,4	1,50	1,77	<0,1	0,1	0,50	2,5	24,0	3,45	14,3	8,4	2,90
7	6,0	1,70	1,83	<0,1	<0,1	0,55	2,1	26,0	3,30	14,3	6,2	2,85
8	6,2	0,67	0,75	0,1	0,1	0,45	1,5	22,0	1,65	11,3	3,3	1,80
10	6,4	0,68	0,79	<0,1	0,1	0,50	1,3	22,0	1,70	12,3	4,6	2,00
11	6,1	0,67	0,75	0,2	0,1	0,60	1,4	22,0	1,60	11,0	4,0	2,20
15	6,0	0,23	0,27	<0,1	<0,1	0,50	1,5	20,3	0,80	10,0	2,3	1,50
16	6,1	0,24	0,28	<0,1	<0,1	0,30	1,4	20,5	0,90	9,5	2,4	1,50
17	6,2	0,27	0,33	0,1	<0,1	0,35	1,4	20,1	1,05	9,3	2,2	1,55
18	6,2	0,27	0,32	<0,1	<0,1	0,35	1,2	20,7	1,05	10,5	2,4	1,35
19	6,2	0,26	0,29	<0,1	<0,1	0,35	1,4	21,3	1,00	12,3	3,5	1,80
9	7,0	1,30	1,32	<0,1	0,1	0,40	1,7	25,3	2,80	15,0	17,0	3,35
12	5,8	0,02	0,03	<0,1	<0,1	0,40	1,5	19,4	0,60	9,5	1,6	1,16
13	5,8	<0,01	0,01	<0,1	<0,1	0,15	1,5	19,2	0,50	9,5	1,5	1,16

Tabell 3. Middelinhold i vannprøver fra ulike etapper i vassdraget sammenlignet med uforurenset vatn.

Middel, prøve nr.	Etappe	Innhold i mg pr. liter						
		PO ₄ -P	SO ₄ -S	Cl	K	Na	Ca	Mg
2- 7	1	1,54	2,18	23,9	3,58	12,4	5,95	2,59
8,10,11	2	0,67	1,40	22,0	1,65	11,5	3,97	2,00
15-18	3	0,25	1,38	20,4	0,95	9,8	2,33	1,48
12,13	Uforurenset	0,02	1,50	19,3	0,55	9,5	1,55	1,16
Relative verdier								
2- 7	1	100	100	100	100	100	100	100
8,10,11	2	44	64	92	46	93	67	77
15-18	3	16	63	85	27	79	39	57
12,13	Uforurenset	1	69	81	15	77	26	45

Tabell 4. Analysetall for jordprøver tatt i juni 1973. Prøve a ved vannflaten. Prøve b 1 m fra vannflate, men 2b og 5b 2 m fra og 7b 5 m fra vannflate.

Prøve nr.	pH	Glødetap, %	P-AL	Tot.P		Utbyttbare kationer					Kationbytt. kap. mval/100 g	Basemetn. grad, %
				mg/100 g	Tot.N %	Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	Na ⁺	H ⁺		
2a	4,7	93,3	43	172	2,12	19,4	9,5	3,7	2,5	38,5	73,6	47,7
2b	3,7	97,8	7,2	79	1,21	7,7	17,4	1,2	2,5	101	129,8	22,2
5a*	5,5	44,6	20	168	1,29	19,8	8,2	0,7	1,0	25,2	54,9	54,1
5b	4,0	94,5	7,5	99	2,11	8,8	10,2	0,9	1,6	72,0	93,5	23,0
6a	5,6	54,8	17	108	1,41	20,0	7,6	0,8	1,1	24,8	54,3	54,3
6b	4,7	58,3	6,3	111	1,28	15,5	9,1	0,5	0,9	45,2	71,2	36,5
7a	5,8	78,5	46	193	2,52	38,2	16,8	2,1	2,2	30,5	89,8	66,0
7b	4,0	96,2	7,8	81	1,30	12,6	13,9	1,6	2,2	79,0	109,3	27,7
8a	5,4	70,0	25	129	1,91	16,8	8,9	2,3	1,3	29,5	58,8	49,8
8b	4,6	68,7	13	169	2,17	10,7	6,0	1,4	1,2	48,8	68,1	28,3
10a	5,6	30,4	25	134	0,98	8,0	5,1	1,1	0,8	17,7	32,7	45,9
10b	4,8	34,2	4,0	87	0,93	5,4	3,8	0,4	0,5	24,6	34,7	29,1
15a	5,2	80,7	60	207	1,63	18,2	11,1	3,8	2,2	28,2	63,5	55,6
15b	4,6	65,8	11	165	1,84	9,9	10,0	1,2	2,0	37,0	60,1	38,4
18a	5,7	10,9	11	75	0,35	3,6	1,6	0,4	0,4	6,6	12,6	47,6
18b	5,0	8,1	0,9	45	0,29	2,0	0,9	0,1	0,2	8,5	11,7	27,4
Ma**	5,4	64,6	34	159	1,69	20,1	9,6	2,1	1,6	27,8	61,1	53,3
Mb**	4,3	73,5	8	113	1,55	10,1	10,1	1,0	1,6	58,2	81,0	29,3

*) Slam fra bunnen av kanalen.

***) Prøve 18a og 18b går ikke inn i middeltallene.