

MEDDELELSER

FRA

DET NORSKE MYRSELSKAP

Nr. 5

Oktober 1974

72. årg.

Redigert av Ole Lie

INNVIRKNING AV JORD OG JORDSMONN PÅ SAMMENSETNING AV FERSKVANN

Foredrag ved NJF-symposium 1974

Av J. Låg

Den kjemiske sammensetningen av vannet i innsjøer, elver og bekker er avhengig av både stoffinnhold i nedbøren og reaksjoner nedbørvannet har deltatt i etter at det kom ned til jordoverflaten. Kontakten vannet har hatt med vegetasjon, jordsmonn, dypere liggende jordmasser og fjellgrunn er av betydning i denne forbindelse.

I tidligere tider var det alminnelig å gå ut fra at nedbørvannet var spesielt reint. Ofte ble det framholdt at nedbøren tilnærmet var destillert vann. Etter hvert som den kjemiske analysemetodikk ble forbedret, kunne det påvises betydelige mengder oppløste stoffer i nedbørvannet. I de siste årene har forurensninger som skriver seg fra menneskelig virksomhet, tiltrukket seg stor oppmerksomhet. Men en bør være klar over at det også finnes store variasjoner i nedbørens sammensetning under naturlige forhold.

Noen norske undersøkelser har gitt resultater av interesse for vurdering av faktorer som innvirker på den kjemiske sammensetningen av ferskvann. Det har vist seg at nedbøren i kystområder i betydelig grad er preget av sjøvannets salter. Fra tabell 1 kan en utlede at innholdet av klor, natrium og magnesium er henholdsvis 55, 31 og 10 ganger større i nedbøren på Lista enn på Vågåmo.

Disse store forskjellene i sammensetning av nedbøren har hatt betydning for egenskaper til det naturlige jordsmonnet. I podsoljordsmonn, som er preget av sterk utvasking, har humuslaget mye mer av

Tabell 1. Analyser av nedbøren fra norske meteorologiske stasjoner.

Stasjon	Ar	Nedbør mm	Årlig mengde, mg/m ²										pH
			S	Cl	NO ₃ ⁻ N	NH ₄ ⁺ N	Na	K	Mg	Ca			
Ås	1955—1962	719	616	697	146	156	488	137	94	536	5,3		
Vågåmo	1955—1962	292	294	135	30	46	134	108	50	406	6,2		
Liste	1955—1962	1 025	1 871	25 742	345	276	14 831	839	1 734	1 381	4,9		
Ytterøy	1957—1962	640	393	3 246	57	75	1 820	283	273	561	5,9		
Tana	1958—1962	336	409	1 613	31	69	966	138	132	413	6,0		
Gjermundnes	1957—1962	991	501	4 570	53	106	2 785	185	364	584	5,9		
Stend	1957—1962	1 116	907	4 365	148	209	2 491	245	336	643	5,4		
Fortun	1957—1962	622	366	404	51	98	253	123	60	528	6,0		
Fanaråken	1957—1962	616	320	424	55	86	363	120	53	264	5,8		
Trysil	1957—1962	673	465	187	88	107	126	81	42	394	5,7		
Kise	1957—1962	543	417	141	92	126	104	75	45	491	5,7		
Dalen, Telemark	1957—1962	768	504	340	112	90	240	165	66	759	5,9		

13K

Riktig gjødsling begynner innendørs

God avling krever riktig gjødsling. Vær derfor nøye med planleggingen. En gjennomtenkt gjødselplan gir bedre lønnsomhet.

En god gjødselplan krever kunnskaper og solid erfaring. Forsøksresultater og analyser fra regelmessig uttatte jordprøver er nødvendige hjelpemidler.

Vi anbefaler også vårt planleggingsmaterieil:

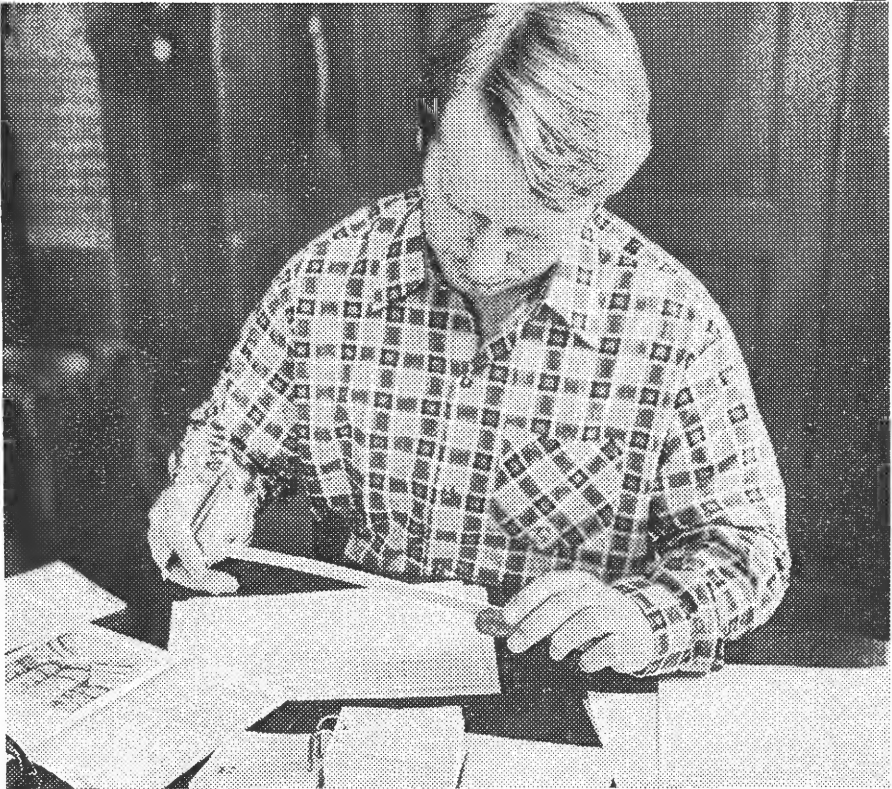
- Brosjyren «Planmessig gjødsling» med gjødslingsråd
- Skjema for gjødselplan
- Omregningstabellen for beregning av gjødselmengder

Brosjyren «Våre Fullgjødseltyper» gir omtale av vårt Fullgjødselsortiment. Materiellet kan du få på jordstyrekontoret eller hos forhandleren.



Norsk Hydro

HOILTER VGR RRA 30



NORSK TIUR TORV

er et førsteklasses jordforbedringsmiddel, fremstilt av ugjødset sphagnum naturtorv, som er spesialbehandlet for gartneri og havebruk.

Til jordforbedring, ved plenanlegg, rabatter etc. Til deking mot ugress og uttøking om sommeren, til vern mot frost om høsten.

Varedeklarasjon på pakningene. Kontakt Deres forhandler. Se etter Tiurmerket på Deres torvprodukter.



KALK FREMFOR ALT

I generasjoner har kalking vært et meget viktig ledd i de bestrebelselser som er gjort for å gjøre jorden så fruktbar som mulig. Især i de senere år har interessen for kalking øket kolossalt.

I dag er det av den største viktighet at jorden blir drevet så intenst som mulig og av de mange råd som gis av Landbruksdepartementet er oppmuntring til kalking blant de viktigste. *Følg disse gode råd. Glem ikke magnesiumgjødslingen.*

Sett opp plan over hva De trenger og send inn Deres bestilling i god tid.

Vi disponerer i dag 14 spredebiler.

FRANZEF OSS BRUK A/S - SANDVIKA

ombyttbart magnesium og natrium i kysttraktene enn i innlandet (Låg 1968). Det synes i noen grad å ha innstilt seg en ionebyttelikevekt mellom nedbørvannet og råhumusdekket. Også av stoffene klor, jod, brom og selen er det påvist et stort innhold i humusprøver fra området nær havet sammenlignet med prøver fra innlandet (Låg & Steinnes 1972, 1974).

Endel av vannet som kommer fram til vassdragene, har passert dype jordmasser. Den kjemiske sammensetningen er derfor blitt preget av egenskapene til undergrunnsjorda. Det er påvist klare sammenhenger mellom berggrunnsgeologi og totalt elektrolyttinnhold og pH i innsjøer i Norge (Strøm 1939, Kjensmo 1966). En medvirkende årsak til dette kan være at mye morenemateriale er flyttet over små avstander (Låg 1948). Som eksempel på resultater fra en detaljundersøkelse kan nevnes påvisning av at mengdeforholdet mellom kalsium og magnesium ligger betydelig høyere i bekkevann fra et kambrosilurfelt enn fra nærliggende arealer med Oslofelt-eruptiver (Øien 1971).

Store områder i Norge har svært lite lausmateriale over fjellgrunnen (se f.eks. Låg 1967). Vannet fra slike felter er som regel elektrolyttfattig, og sammensetningen må antas å være mer eller mindre avhengig av oppbygningen av berggrunnen.

Endel av vannet som kommer fram til vassdragene, har vært inne i selve bergartsmassen, og er dermed i sterk grad blitt preget av fjellgrunnen.

Berggrunnsgeologien er altså av stor betydning for ferskvannssammensetningen, både på grunn av direkte kontakt med vannet, og fordi mineraljorda har berggrunnen som opphavsmateriale. Men også prosesser i jordsmonnet har innflytelse på ferskvannets egenskaper. Uttrykket jordsmonn brukes om den delen av lausmaterialet som har undergått forandringer på grunn av påvirkninger av klima og organismer. Med en enklere forklaringsmåte kan det sies at jordsmonnet er den delen av lausmaterialet over fjellgrunnen der plantene har røttene sine. En skjematisk framstilling av relasjoner mellom jordsmonn og jordsmonndannende faktorer er gitt i fig. 1. Det er her tegnet et podsolprofil. Denne jordsmonngruppen er den mest alminnelige i nordlige barskogtrakter, f.eks. i Skandinavia, og den er kjennetegnet ved et avleiket mineraljordsjikt under et humuslag som ofte er matteaktig råhumus.

De øverste sjiktene i podsoljordsmonnet har sterkt sur reaksjon, og sivevannet har her lav pH. Jordmonndannelsen har ført til tap av store mengder uorganiske stoffer som kalsium, magnesium, kalium, og natrium. I andre hovedtyper av jordsmonn foregår prosesser som er sterkt avvikende fra podsoleringen. F.eks. vil pH i sivevannet i brunjord ligge høyere enn i podsol. Fra laterittisk jordsmonn er det

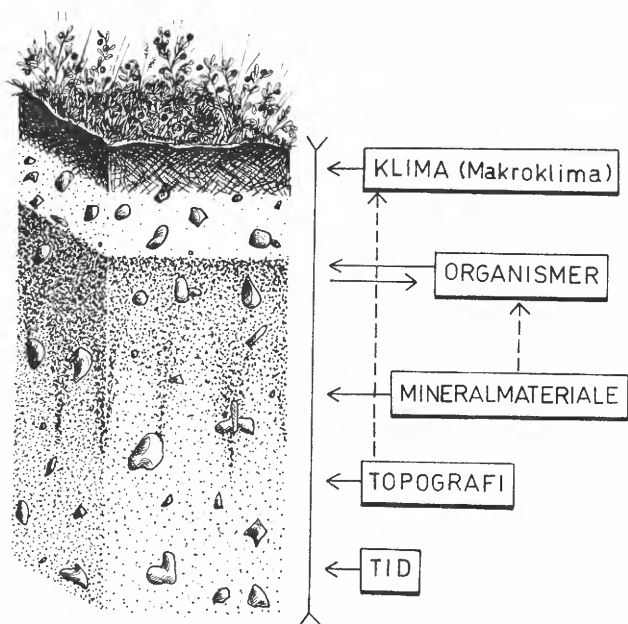


Fig. 1. Skjematisk framstilling av virkningen av de jordmonn-dannende faktorene.

blitt bortført store mengder silisium, osv. Det er påvist klare forskjeller i sammensetningen av ferskvann innenfor vesensforskjellige jordmonnområder. Detaljstudier viser store ulikheter mellom jordmonn i forskjellige sjikt i jordprofilen (se f.eks. Matthess 1974, s. 148—151).

Den sterkt stigende interesse for naturressursene har medført omfattende analysering av ferskvann. I Norge har særlig Norsk Institutt for Vannforskning, Statens institutt for folkehelse og Norges geologiske undersøkelser gjennomført storstilte registreringer. Mye tallmateriale er ennå ikke blitt sammenstilt. Men f.eks. i Meddelelser fra vannboringsarkivet til NGU, i publikasjonsserien Hydrological Data — Norden (fra Norwegian National Committee for the International Hydrological Decade), og i diverse skrifter fra NIVA er det gjengitt store datamengder. En oversikt over sammensetning av vann fra representative norske vassdrag for perioden 1966—1970 er offentliggjort fra Ressursutvalget (1971, s. 70). Endel av disse stoffmengder i ellevannet skyldes forurensninger fra menneskelig virksomhet. Blant eldre norske analyser av ellevann kan en særlig merke seg Braadlie (1931, 1933, 1934 b). Tall for sammensetningen av vann fra kultur-

jord er offentliggjort bl.a. av Braadlie (1930, 1934 a), Ødelien og Vidme (1945) og Ødelien og Uhlen (1952).

I de skandinaviske land er det mange steder store variasjoner i jordsmonnegenskaper innenfor små arealer. Det må altså ventes store lokale ulikheter i kjemisk sammensetning av vann fra forskjellige områder. F.eks. finnes det i Norge rendsina og rendsinalignende jordsmonn som små flekker sammen med brunjord og sumpjord i store podsolområder (Låg 1959, Låg 1965, Provan, Sørensen & Låg 1969). Innenfor korte avstander i et vassdrag kan det altså komme vannsig med vesensforskjellige egenskaper. Både eutroft, oligotroft og dystroft vann kan være representert. I store vannmasser skjer det selvfølgelig en utjevning. Men de lokale forskjellighetene kan ha sterk innflytelse på viktige biologiske prosesser. For formering og vekst av fisk i et vassdrag kan f.eks. vanntilførsel fra jordarter og jordsmonn med kalkstein og andre bergarter under rask forvitring ha avgjørende betydning.

Også innenfor de enkelte hovedgruppene av jordsmonn kan det være klare forskjeller i den kjemiske sammensetningen av vannet. I Sverige er det utført analyser som viser større elektrolyttinnhold og mindre oksygeninnhold i vann fra humuspodsol sammenlignet med vann fra jernpodsol (Tamm 1931 og Troedsson 1955).

I kjølig klima, som i de skandinaviske land, blir det forholdsvis mye humusstoffer i jordsmonnet. Dette store humusinnholdet har betydning for forløpet av viktige kjemiske prosesser. Sigevannet blir rikt på organiske stoffer med syrekarakter. I humussjiktet blir det store muligheter for binding av metallioner. Særlig vil ioner med to eller flere positive ladninger bli holdt godt fast.

Mange tungmetaller blir absorbert meget sterkt av humusstoffer. I Norge er det påvist naturlig tungmetallforgiftning av jordsmonn (Låg, Hvatum & Bølviken 1970, Låg & Bølviken 1974). Det er funnet meget sterke oppkonsentreringer av bly og kopper der vannsig med slike stoffer kommer fram til det humusholdige overflatelaget i jordsmonnet. Innholdet av tungmetallene i humussjiktet er mye større enn i berggrunnen der stoffene er frigjort ved forvitring.

For mer enn 40 år siden er det påvist koppermangel i østerspoller i Vest-Norge (Gaarder 1932). Det ligger nær å tenke seg at et relativt stort humusinnhold muligens er årsak til dette forholdet.

En detaljundersøkelse av jordforurensning ved atmosfærisk utslipp fra industri i Odda viste at mange tungmetaller absorberes i de aller øverste sjiktene i jordprofilen (Låg 1974). Størst konsentrasjon ble som oftest funnet i laget 0—1 cm eller 1—3 cm.

Tungmetallforurensninger i avløpsvann kan i noen grad bli holdt tilbake i bunnsedimenter i vassdragene. Undersøkelser i Mellom-Europa har vist at i en del elver er størsteparten av innholdet av mange tungmetaller i sedimenter tilført som forurensning (se f.eks.

Förstner & Müller 1974). Det oppgis at mindre enn 10 % av innholdet av kadmium, kvikksølv, bly og sink i leirfraksjonen i nedre deler av Rhinen opprinnelig har tilhørt denne mineralfraksjonen. Mer enn 90 % av disse elementene er altså tilført ved menneskenes virksomhet.

Sterk humusopphopning i overflatesjiktet har lett for å føre til at relativt mye av nedbørvannet kommer fram til vassdragene som overflatevann (Låg & Einevoll 1954). Innvirkningen av berggrunn og undergrunnsjord vil dermed bli mindre.

I de fleste naturlige jordsmonntypene i de nordiske land er det mye humusstoffer med syrekarakter. Særlig av de såkalte fulvosyrene kan ferskvann bli tilført betydelige mengder fra jordsmonnet. Til vannet kommer det også andre mindre veldefinerte sure organiske jordkomponenter.

Det organiske jordmaterialet er utgangspunkt for dannelse av en del uorganiske syrer. Ved nedbryting av organisk stoff får en store mengder karbondioksyd. Av nitrogenforbindelser kan det dannes salpetersyre og av svovelforbindelser svovelsyre.

I alminnelighet vil ikke disse uorganiske syrene medføre særlig sterke pH-senkninger. Et unntak danner svovelsyreproduksjon i såkalt sur sulfatjord. Der det er store mengder oksyderbart svovel i jordsmonnet, kan pH komme meget lavt. Det må regnes som sannsynlig at slik sterk senkning av pH ved oksydasjon av sulfider og svovel i gytjesubstans har vært årsak til fiskedød (Ødelien 1971).

Dannelsen av nitrat er av spesiell interesse fordi nitrationsene praktisk talt ikke bindes ved kjemiske eller fysiske prosesser i jorda, og fordi mengden av utnyttbare nitrogenforbindelser ofte begrenser planteveksten i vann. Vassdragene kan få tilført nitrat hvis det opptrer sigevann på en tid det er mer nitrat enn planteorganene i jordsmonnet kan ta opp. Transporten til vassdragene er uavhengig av om nitrationsene er dannet ved ordinær nitrifikasjon eller tilført med gjødsel.

Foruten nitrogen er fosfor ofte «minimumsfaktor» for planteproduksjon i vann. Men til forskjell fra nitrationsene blir fosfationene som regel bundet meget sterkt i jorda. Vann som har passert betydelige jordmasser før det kommer ut i vassdrag, vil derfor være fosforfattig selv om det kommer fra sterkt fosforgjødslet jord. Ett unntak fra denne hovedregelen må nevnes. I askefattig myrjord, særlig hvis den ennå ikke er blitt skikkelig kalket, kan gjødsel fosfater noenlunde lett følge sigevannet ut i grøftesystemene (se Sorteberg 1973).

I de alminnelige større lærebøkene og handbøkene i jordbunns lære og jordkultur finnes omfattende redegjørelser for frigjøring og binding av stoffer i jordsmonnet.

Det eksisterer en betydelig sum av kunnskaper om innvirkning av jord og jordsmonn på ferskvanns sammensetningen. Men mange problemer er ennå ikke klarlagt. Særlig gjelder dette spørsmål om jord-

massenes «renseevne» overfor stoffer som er tilført ved menneskelig aktivitet. Stoffsirkulasjoner som moderne industrialiserte samfunn er årsak til, avviker på mange måter fra naturlig kretsløp. Det er behov for fortsatt forskning for belysning av mange slike problemer.

Summary: Influence of soils on freshwater

The chemical composition of freshwater depends on the content of the precipitation and the reactions in which the water has been involved after it has reached the soil surface. In the coastal areas of Norway the composition of rain and snow is, to a great extent, influenced by the salts of the ocean. Analyses of the humus layer of natural soils from coastal regions have shown comparatively high contents of sodium, magnesium, chlorine, iodine, bromine, and selenium.

The bedrock has a strong influence on the freshwater composition. Relatively high pH, specific conductivity, and calcium content have been found in freshwater in areas with Cambro-Silurian sedimentary rocks in Norway. At many places the morainic material has been transported only over short distances. Large variations in the water quality may occur inside small areas. In neighbourhoods of ore deposits local occurrences of percolating water may have extremely high contents of e.g. heavy metals.

In a cool climate, as in Scandinavia, the soils are comparatively rich in humus. A high percentage of organic matter is, as a rule, followed by the possibility of strong fixation of many heavy metals. Formation of peat or a peatlike surface soil layer often results in relatively much of the precipitation coming to the water courses directly as surface water. Comparatively large quantities of acids and acidoids may be produced by the humus and given off to the water.

Referert litteratur.

- Braadlie, O. 1930.* Undersøkelser over drenvann fra lerjord og myrjord, samt resumé av elvevannsundersøkelser i Trøndelag. — Tidsskr. for Det norske Landbruk, 37, 1930, 341—376.
- Braadlie, O. 1931.* Om elvevannets sammensetning i Trøndelag. — Kgl. Norske Vid. Selsk. Skr. 1930, Nr. 5, 51 s.
- Braadlie, O. 1933.* Sammensetning av elvevannet i Rauma. — Kgl. Norske Vid. Selsk. Forhandl. V, Nr. 38. 4 s.
- Braadlie, O. 1934 a.* Undersøkelser av drenvann fra dyrket leirjord. — Tidsskr. for Det norske Landbruk, 41, 1934, s. 94—109.
- Braadlie, O. 1934 b.* Avsluttende elvevannsundersøkelser i Trøndelag. — Kgl. Norske Vid. Selsk. Forhandl. VII, Nr. 27. 4 s.
- Förstner, U. & Müller, G. 1974.* Schwermetalle in Flüssen und Seen als Ausdruck der Umweltverschmutzung. 225 s. — Springer-Verlag. — Berlin.
- Gaarder, T. 1932.* Untersuchungen über Produktions- und Lebensbedingungen in norwegischen Austern-Pollen. — Bergens Museums Årbok 1932. Naturvid.sk. rekke Nr. 3. 64 s.
- Kjensmo, J. 1966.* Electrolytes in Norwegian lakes. — Schweizerische Zeitschr. für Hydrologie, Vol. 28, s. 29—42.

- Låg, J.* 1948. Undersøkelser over opphavsmaterialet for Østlandets morenedekker. — Medd. fra Det norske Skogforsøksvesen, Nr. 35, Bd. 10, s. 1—223.
- Låg, J.* 1959. Rendzina - like soils in Norway. — Meld. fra Norges Landbrukshøgskole. Vol. 38. Nr. 4. 7 s.
- Låg, J.* 1965. Jordsmønnet som vi lever av. 133 s. Aschehoug, — Oslo.
- Låg, J.* 1967. Registrering av jorddybde i skogene i Norge. — Festskrift til Alf Langsæter. Medd. fra Det norske Skogforsøksvesen Nr. 84, s. 679—688.
- Låg, J.* 1968. Relationships between the chemical composition of the precipitation and the contents of exchangeable ions in the humus layer of natural soils. — Acta Agriculturae Scandinavica, XVIII:3, s. 148—152.
- Låg, J.* 1974. Jordforurensning fra industri i Odda. — Miljøvernkomitéen i Odda. Sluttrapport. Del 2, s. 27—28. — Odda.
- Låg, J. & Bølviken, B.* 1974. Some naturally heavy-metal poisoned areas of interest in prospecting, soil chemistry, and geomedicine. — Norges geol. unders. 304, s. 73—96. (Under trykning).
- Låg, J. & Einevoll, O.* 1954. Preliminary studies on the water permeability of raw humus in podzol profiles in the western part of Norway. — Meld. fra Norges Landbrukshøgskole 34, 1954, 525—532.
- Låg, J., Hvatum, O. Ø. & Bølviken, B.* 1970. An occurrence of naturally lead-poisoned soil at Kastad near Gjøvik, Norway. — Norges geol. unders. 266, 141—159.
- Låg, J. & Steinnes, E.* 1972. Distribution of chlorine, bromine and iodine in Norwegian forest soils studied by neutron activation analysis — «Isotopes and radiation in soil-plant relationships including forestry», s. 383—395. — Vienna.
- Låg, J. & Steinnes, E.* 1974. Soil selenium in relation to precipitation. (Manusk. sendt til trykning i Ambio).
- Matthess, G.* 1973. Die Beschaffenheit des Grundwassers. — Lehrbuch der Hydrologie. B. 2. 324 s. — Borntraeger. — Berlin.
- Provan, D. M. J., Sørensen, R. & Låg, J.* 1969. Properties of some soils developed in limestone bedrock in the Oslo region. — Meld. fra Norges Landbrukshøgskole. Vol. 48. Nr. 22. 29 s.
- Ressursutvalget, 1971.* Innstilling nr. 2. 266 + 104 s.
- Sorteberg, A.* 1973. Fosforgjødsling på myrjord. — Plantedyrkingsmøte . . . 5.—6. februar 1973. 6 s. (Stensiltrykk).
- Strøm, K. M.* 1939. Conductivity and reaction in Norwegian lake waters. — Internationale Revue der gesamten Hydrobiologie und Hydrographie, 38, 250—258.
- Tamm, O.* 1931. Studier över jordmånstyper och deras förhållande till markens hydrologi i nordsvenska skogsterränger. — Medd. från Statens skogsförsöksanstalt, 26, 1930—31, 163—408.
- Troedsson, T.* 1955. Vattnet i skogmarken. Kungl. skogshögskolans skr. Nr. 20. 215 s.
- Ødelien, M.* 1971. Årstidvariasjonen i vannets surhetsgrad i de øvre deler av Sira- og Kvina-vassdragene. — Medd. fra Det norske myrselskap, 69, 1971, 157—168.
- Ødelien, M. & Uhlen, G.* 1952. Lysimeterforsøk på Ås. I. Avløpsmengden 1938—49. II. Forsøk med kalking og kaliumgjødsling 1943—46. — Meld. fra Norges Landbrukshøgskole, 32, 1952, 111—150.
- Ødelien, M. & Vidme T.* 1945. Lysimeterforsøk på Ås 1938—43. — Meld. fra Norges Landbrukshøgskole, 25. 1945, 273—362.
- Oien, A.* 1971. Undersøkelse av vannprøver fra bekker, vassdrag og innsjøer i områder med forskjellig geologisk opphavsmateriale. — Meld. fra Norges Landbrukshøgskole, Vol. 50, Nr. 19. 9 s.