

0-
85167

ARKIV
EKSEMPLAR

1839

1

O-85167

„Bakgrunnsnivåer”

av utvalgte metaller i
ferskvannsmoser og
mulighet for bruk av moser
som indikator på organiske
miljøgifter

NIVA - RAPPORT

Norsk institutt for vannforskning



NIVA

Hovedkontor
Postboks 333
0314 Oslo 3
Telefon (02)23 52 80

Sørlandsavdelingen
Grooseveien 36
4890 Grimstad
Telefon (041)43 033

Østlandsavdelingen
Rute 866
2312 Ottestad
Telefon (065)76 752

Vestlandsavdelingen
Breiviken 2
5035 Bergen - Sandviken
Telefon (05)25 53 20

Prosjektnr.:	0-85167
Undernummer:	1
Løpenummer:	1839
Begrenset distribusjon:	

Rapportens tittel: "Bakgrunnsnivåer" av utvalgte metaller i ferskvannsmoser og mulighet for bruk av moser som indikator på organiske miljøgifter.	Dato: 20. desember 1985
	Prosjektnummer: 0-85167
Forfatter (e): Lars Lingsten	Faggruppe: Vassdrag
	Geografisk område: generelt
	Antall sider (inkl. bilag): 15

Oppdragsgiver: Statens forurensningstilsyn	Oppdragsg. ref. (evt. NTFN-nr.):
---	----------------------------------

Ekstrakt:

Det foreliggende litteraturstudium har hatt som målsetning å finne frem til "normalnivåer" for konsentrasjonen av ulike metaller og (eventuelt) organiske miljøgifter fra vannmoser i områder med liten eller ingen påvirkning fra større punktkilder.

Dette notatet representerer foreløpige konklusjoner ut fra en hurtig gjennomgåelse av litteraturen på feltet. Materialet er ikke bedømt kritisk mht. artsforskjeller, analysemetoder og mulige langtrekkende punktkilder i undersøkelsesområdene o.l. De angitte intervaller for bakgrunnsnivåer er ment som en orientering og representerer ikke noe grunnlag for kategoriske konklusjoner.

4 emneord, norske:
1. Moser
2. Tungmetaller
3. Organiske miljøgifter
4. Bakgrunnsnivåer

4 emneord, engelske:
1. Mosses
2. Heavy metals
3. Organic micropollutants
4. Background levels

Prosjektleder:

For administrasjonen:

ISBN 82-577-1046-6

0-85167

**"BAKGRUNNSNIVÅER" AV UTVALGTE METALLER I FERSKVANNSMOSER
OG MULIGHET FOR BRUK AV MOSER SOM INDIKATOR PÅ ORGANISKE MILJØGIFTER**

Oslo, 20. desember 1985

Prosjektleder: Jon Knutzen
Medarbeider
(forfatter) : Lars Lingsten

INNHold

INNHoldSFORTEGNELSE

	Side
FORORD	3
1. BAKGRUNN, FORMÅL OG ARBEIDSOPPLEGG	4
2. ANTATTE BAKGRUNNSINTERVALLER FOR METALLER	5
2.1 Kobber, sink, bly og kadmium	5
2.2 Nikkel, krom, kvikksølv, jern og mangan	6
2.3 Aluminium, kobolt, molybden og arsenikk	6
3. ORGANISKE MILJØGIFTER	7
4. NATURBETINGEDE VARIASJONER	7
5. AKTUELLE INDIKATORARTER I NORGE	7
6. ERFARINGER FRA NORGE OG AKTUELLE ARBEIDSOPPGAVER	8
7. LITTERATUR	14

FORORD

Denne rapport er skrevet på oppdrag fra Statens forurensningstilsyn (kontrakt 210/85). Innen oppdraget er det tidligere avgitt en rapport om "Bakgrunnsverdier av utvalgte metaller i benthiske ferskvannsalger". Oppdraget omfatter også foreløpige sammenstillinger av litteratur vedrørende metaller og organiske miljøgifter i fisk og diverse marine indikatorarter, samt om metaller i høyere planter som vokser i vann.

Fra tidligere arbeid ved instituttet foreligger publikasjoner og litteraturredapporter om:

- blåskjell som metallindikator
- blåskjell og nærstående arter som indikatorer på klororganiske forbindelser
- fastsittende marine alger som indikatorer på metallbelastning.

Også disse arbeider inkluderer opplysninger om "bakgrunnsverdier".

Oslo, 16. april 1986

Jon Knutzen
Prosjektleder

1. BAKGRUNN, FORMÅL OG ARBEIDSOPPLEGG

Det foreliggende litteraturstudium har hatt som målsetning å finne frem til "normalnivåer" for konsentrasjonen av ulike metaller og (eventuelt) organiske miljøgifter fra vannmoser i områder med liten eller ingen påvirkning av vannmassene fra større punktkilder.

Slike "normalverdier" er nødvendige for å kunne bedømme om det skjer en økende forurensning ved moderate forurensningsgrader, der denne økningen kan være vanskelig å registrere i vannmassene direkte. En økning i konsentrasjonen av ulike metaller (og andre stoffer) i mosene vil være en indikasjon på at en slik forurensning er til stede eller på gang.

Fordelen ved å bruke akkumulering av metaller i vannmoser som overvåkingsparameter, er at disse tar alt det akkumulerte metallet direkte fra det omgivende vannet, og ikke vesentelig eller delvis fra sedimentene gjennom et rotsystem, slik det f.eks. delvis er tilfellet hos høyere planter .

Bruken av moser som metallindikator er relativt vidt utbredt (Bengtsson og Lithner 1981, Say og Whitton 1983, Wher og Whitton 1983). Anvendeligheten og begrensninger er relativt godt dokumentert i en rekke undersøkelser, mens det fins få undersøkelser der moser er brukt som indikator på organiske miljøgifter.

Mosenes bakgrunnskonsentrasjoner av miljøgifter er til tross for denne utbredte bruken dårlig dokumentert. For å kunne ha fullt utbytte av å bruke moser som indikator innen overvåking, er det en forutsetning at man kjenner til bakgrunnsnivåene. Uten slike kunnskaper er det vanskelig å bedømme annet enn høye konsentrasjoner.

Dette notatet representerer foreløpige konklusjoner ut fra en hurtig gjennomgåelse av litteraturen på feltet. Materialet er ikke bedømt kritisk mht. artsforskjeller, analysemetoder, mulige langtrekkende punktkilder i undersøkelsesområdene o.l. Mosenes innhold av metaller i forhold til vannets og sedimentenes innhold av metaller er heller ikke vurdert. De angitte intervaller for bakgrunnsnivåer er ment som en orientering og representerer ikke noe grunnlag for kategoriske konklusjoner.

Arbeidet med å lete frem aktuelle artikler har omfattet flere søk på internasjonale databaser for vitenskapelige artikler, gjennomgåelse av flere årganger med de mest aktuelle tidsskrifter, og gjennomgang av

referanselistene i adekvate artikler. Databasesøking er et nyttig hjelpemiddel i litteraturstudier, men er avhengig av at en får frem de rette nøkkelordene. Mye aktuell litteratur har vist seg ikke å komme frem ved slik søking. Hovedgrunnen er antagelig begrensning i vedkommende database mer enn avhengigheten av nøkkelord. Følgende databaser er gjennomført:

Nr. 44 Aquatic Sciences and Fisheries Abstracts (Lockheed/Dialog), nr 116 Aqualine (Pergamon Press) nr. 5, 55, 255 Biosis (Biological Abstracts) og nr. 41 Pollution Abstracts.

I tillegg har en manuelt gjennomført årgangene 1980-85 av Hydrobiologia, Environmental Pollution Series A: Ecological and Biological og Archiv für Hydrobiologie samt referanselistene i de aktuelle artiklene.

Det er sannsynlig at det fins mer data om bakgrunnsnivåer i "grå litteratur" (institusjonsrapporter, rent nasjonale tidsskrifter o.l.) enn det som er publisert. Enkelte forfattere vil bli tilskrevet med sikte på å få inn mer data.

2. ANTATTE BAKGRUNNSINTERVALLER FOR METALLER

I Bengtsson og Lithner (1981), Wiederholm et. al. (1983) og Wach (1980) fins til dels en dokumentasjon av bakgrunnskonsentrasjoner av metaller i vannmoser, og da særlig for Fontinalis spp. Mesteparten av de refererte undersøkelsene (se litteraturlisten) har hatt som målsetning å undersøke mosenes brukbarhet som forurensningsindikatorer. I slike tilfeller er det her brukt data fra referansestasjoner (i den utstrekning slike stasjoner synes representert). I regionale undersøkelser er minimumsverdiene brukt.

2.1 Kobber, sink, bly og kadmium

Det fins relativt mye data for mosers innhold av kobber og sink og tildels også for bly og kadmium, (tabell 1).

Bengtsson og Lithner (1981) angir bakgrunnskonsentrasjonene for kobber og sink til 15-25 respektive 75-250 µg/g tørrstoff, (PPM). Mesteparten av dataene i tabell 1 ligger i dette intervallet. Noen data ligger

under dette intervall, se bl.a Miller et. al (1983). Disse data representerer minimumsverdier fra en regional undersøkelse i Ontario, Kanada. De lave konsentrasjonene kan muligens ha sammenheng med spesielle vannkjemiske forhold, f.eks. høyt humusinnhold.

De sannsynlige bakgrunnskonsentrasjonene for bly og kadmium er i henhold til Bengtsson og Lithner (1981) 5-10 PPM respektive 0.1-0.5 PPM på tørrstoffbasis. Blyverdiene fra Norge og Sverige ligger i hovedsak på dette nivå, mens verdiene fra Tyskland og Kanada ligger 2-3 ganger høyere (tabell 1). Det er foreløpig ikke umulig å ha noen bestemt formening om årsaken til denne forskjell.

Mesteparten av kadmiumverdiene ligger i den øvre delen av det angitte intervallet eller noe høyere.

2.2 Nikkel, krom, kvikksølv, jern og mangan

Ut fra den witteratur som er gjennomgått fins det færre data om bakgrunnskonsentrasjoner av nikkel, krom, kvikksølv, jern og mangan (tabell 2).

For nikkel ligger konsentrasjonene mellom 2-7 PPM (tørrstoff), mens krom ligger mellom 1-5 PPM. Kvikksølv fra undersøkelser av vannmosen Fontinalis ligger i intervallet 0.002-0.05 PPM, mens data fra Tyskland (Wachs 1980) ligger ca 10 ganger høyere, tabell 3.

Jerninnholdet i Fontinalis ligger i intervallet 2000-20000 PPM (Bengtsson og Lithner). Bortsett fra en verdi, Miller et. al 1983, ligger alle de refererte dataene i dette intervallet. Manganverdien ligger i intervallet 100-1100 PPM.

2.3 Aluminium, kobolt, molybden og arsenikk

Det er for få data om disse grunnstoffer, tabell 3, til at det er noe grunnlag for å antyde et normalintervall for konsentrasjonene. Aluminiumkonsentrasjoner i moser kan bli en anvendelig overvåkingsvariabel med henblikk på mobilisering av dette metall ved forsurening. Det tenkes særlig på avsløring av kritisk sure episoder. Teoretisk skulle disse etterlate spor i form av forhøyede aluminiumskonsentrasjoner i mosene. Det henvises til tabell 2.

3. ORGANISKE MILJØGIFTER

Mouvet (1985) har brukt vannmosen Cinclidotus danubicus som indikator for organiske miljøgifter. På referansestasjonen var konsentrasjonene under deteksjonsgrensene for PCB og HCH, mens konsentrasjonene på den kontaminerte elvestrekningen var ca 5000 ganger høyere for PCB og 300-600 ganger høyere for HCH. Han konkluderte følgelig med at vannmoser er anvendbare som indikator for klorerte organiske miljøgifter.

Ved analyse av PAH i mosemateriale (Fontinalis spp.) fra Årdalselva var det 3 ganger høyere verdier enn fra en referanseprøve fra Maridalen, Oslo, henholdsvis 990 og 335 µg/kg våtvekt (Lingsten 1985).

4. NATURBETINGEDE VARIASJONER

For opptak fra vann med høyt metallinnhold er det allerede påvist at pH spiller en fundamental rolle. Surt vann gir sterkt redusert anrikningsfaktor for sink og kobber, Bengtsson og Lithner (1981). De nevnte fortattere refererer også undersøkelser som har vist redusert metalloptak ved høyere kalsiumkonsentrasjoner enn 40 mg/l. Det synes også rimelig at vannets humusinnhold skal kunne ha innvirkning, men dette er foreløpig dårlig undersøkt.

Som man forstår av det som er nevnt ovenfor, kan det begrunnes en rekke forslag til eksperimentelle og andre studier med det formål å optimalisere teknikken med å måle mosers metallinnhold for overvåkingsformål. I denne forbindelse kan det også pekes på faktorer som lys og temperatur, forekomst av partikler og konsentrasjon av andre metaller.

5. AKTUELLE INDIKATORATER I NORGE

Hvilke egenskaper bør en metallindikator ha foruten at den skal oppkonsentrere tungmetaller? Først må et antall forutsetninger bli oppfylt (etter Bengtsson og Lithner (1981)).

- Den skal være stasjonær (helst bentisk) og vanlig forekommende (helst hele året).
- Den skal ta opp tungmetaller uten selv å dø og uten at egenskaper som å ta opp metaller går tapt.

- Den skal kunne omflyttes/transplanteres.
- Den skal gi tilstrekkelig mengde for analyse. Metodikken ved forbehandling og analyse bør kunne standardiseres og bør være enkel.
- Det bør foreligge en enkel sammenheng mellom metallkonsentrasjoner i organismen og middelkonsentrasjonen i vann, og denne sammenhengen bør variere minst mulig i tid og rom.

Det siste kravet kan bare oppfylles i varierende grad, fordi opptaket bl.a. er avhengig av metallenes tilstandsform, som igjen beror på faktorer som pH og øvrige vannkjemiske karakterer. Det som kan og bør kreves av en metallindikator er at akkumulerings- og utskillelsegenskapene ved forskjellige fysisk-kjemiske forhold er rimelig godt kjent. Slike kunnskaper er nødvendig for jevnførbarhet mellom resultater, og i alle fall for lave belastningsgrader.

Mosene tilfredsstillende mange av kravene til metallindikator. De er fordelaktige jevnført med alger ved at fler moser enn alger er lette å identifisere i felt og transplantere. Mosene har vid utbredelse, forekommer over nokså vidt spekter (fra lavland til fjell) og de er flerårige planter med grønne deler året rundt.

En del egnede arter er lett kjennelige i felt, særlig representanter av slektene Fontinalis, Hygrohypnum, Sphagnum og til dels også levermosen Scapania.

6. ERFARINGER FRA NORGE OG AKTUELLE ARBEIDSOPPGAVER

Fra undersøkelser i utlandet og erfaringer fra Norge med moser som metallindikatorer, kan det uten videre fastslås at metoden er egnet til å overvåke moderat og sterkt metallbelastede vannforekomster. I Norge vil en slik overvåkning være aktuell i forbindelse med eksisterende og tallrike gamle gruveanlegg, især ved iverksettelse av vernetiltak. Imidlertid er det i denne forbindelse også aktuelt med videre studier. Disse bør først og fremst gå i tre retninger:

- Undersøkelse av bakgrunnsnivåer i flere arter
- Aluminiumkonsentrasjoner i vannmoser som en parameter ved overvåkning av forsuring av vassdrag

- Studie av hastigheten som metaller opptas og avgis med i mosene, spesielt Fontinalis antipyretica, men også andre

Hvis man vil bruke stedege moser, må man ha kjennskap til flere arters naturlige metallkonsentrasjoner, fordi ingen enkel art kan ventes å forekomme på alle aktuelle steder. For å bli fyldestgjørende vil også en eventuell regional kartlegging begunstiges av å kunne benytte i hvertfall 2-3 arter. Det er også indikasjoner på at den vanlige elvemosen ikke er blant de arter som tåler de høyeste metallkonsentrasjoner, selv om den er ganske tolerant (Say og Whitton, 1983). Bakgrunnskonsentrasjonene kan også bli bedre definert enn det hittil har latt seg gjøre.

Hvis man bruker transplantering er det viktig å vite hvor lenge mosene trenger å stå ute. Bengtsson og Lithner (1981) refererer resultater (i hovedsak laboratorieforsøk) som tyder på så hurtige opptak (<4 døgn til 50-100% av det som oppnås med 1-4 uker) at det for mange formål synes unødvendig å ha mosene stående ute i flere uker. I de refererte norske undersøkelsene er dette blitt gjort for sikkerhets skyld.

Også regionale undersøkelser vil gi verdifulle data. Ved siden av den forvaltningsmessige verdien, vil de bl.a. kunne belyse ulike miljøfaktorerens betydning for bakgrunnsnivåene. Verdien for landets vannressursforvaltning ligger i to forhold:

- alminnelig forurensningsnivå i ulike deler av landet under hensynstagen til berggrunn og jordsmonn
- referansedata for senere overvåking mht. eventuell snikforurensning

Tabell 1 Antatte "bakgrunnskonsentrasjoner" av kobber, sink, bly og kadmium i moser, µg/g tørrstoff (PPM).
 T=Toppskudd, H=Hele planten. ?=usannsynlig verdi. N=Norge, S=Sverige, GB=Storbritannia, F=Frankrike, CAN=Canada, D=Tyskland.

Mose-slekt/art	kobber	sink	bly	kad- mium	Prøvested	Kommentarer	Referanser
Fontinalis spp.	T S 15-25	75-250	5-10	0.1-0.5	Regional undersøkelse		Bengtsson&Lithner 1981
"	T S 10	150	5	0.5	Kolbäck- og Arbogaå	ph=6.5; alk.=0.1mekv/l; tot-P=15µg/l	Wiederholm et.al. 1983
"	H S 11-18	63-150	<6	<0.8	4 elver Skaraborgs län		Lann 1976
"	T N 11-24	140-290		0.8	Grua (Hadeland)		" "
"	T N 25-30	80-200		0.8	Asterudtjern (Ringerike)		Lingsten 1984
"	T N 17	258	6.7	0.68	Akerselva		" "
"	T N 24-26	120-180	3-4	1.7-2.7	Glåma ovenfor Røros		" "
"	T N 10-12	80-100	4.4	15-1.9	Håelva		" "
"	T N 18-22	63-200	2.7		Tunna		" "
Fontinalis squamosa	T GB	97			River Etherow	pH=5.1-6.8, alk.	Say et.al. 1981
Rhynchostegium riparoides	T GB	25			River Etherow	P ₄ = 12 µg/l. 0.34mekv/l	" "

Tabell 1. forts.

Mose-slekt/art	kobber	sink	bly	kadmium	Prøvested	Kommentarer	Referanser
<i>Scapania undulata</i>	H GB 11-14	68-91			River Ystwyth, Wales	Zn= 10 µg/l	Burton et.al. 1979
<i>Hygrohypnum ochraceum</i>	H GB 13-15	98-159			River Ystwyth, Wales		"
<i>Fontinalis squamosa</i>	H GB 15	102			River Ystwyth, Wales		"
<i>Blindia acuta</i>	H N 14-22	80-110			Folla		Lingsten 1984
<i>Cinclidotus danubicus</i>	H F 20				Bienne		Mouvet 1983
<i>Fontinalis</i> spp.	H CDN 10	47	18?	0.4	Regionale undersøkelse i 46 innsjøer		Miller et.al. 1983
<i>Sphagnum</i> spp.	H CDN 7	38	32?	0.5	Ontarion		"
<i>Fontinalis antipyretica</i>	H D 25		<10.6	<0.9	Lech		Wachs 1980
<i>Scapania undulata</i>	H D 9		16?	0.63	Hirschbach		"
<i>Brachythecium rivulare</i>	H D 13		26?	1.3	"		"
<i>Fontinalis antipyretica</i>	H D 13		33?	0.7	"		"
<i>Scapania undulata</i>	H D 5		28?	0.27	Verlorener Schachtenbach		"
<i>Brachythecium rivulare</i>	H D 15		11	0.7	"		"

Tabell 2. Antatte "bakgrunnskonsentrasjoner" av nikkel, krom, kvikksølv, jern og mangan i moser, µg/g tørrstoff. Symboler som i tabell 1.

Mose-slekt/art	Nikkel	Krom	Kvikksølv	Jern	Mangan	Prøvested	Referanser
Fontinalis spp.	T S	1-5	0.02-0.05	2000-20000		Regional undersøkelse	Bengtsson&Lithner 1981
"	T S	2				Koibacks- og Arbogaån	Wiederholm et.al. 1983
"	T S	2	0.04-0.05	4600	1100	4 elver, Skaraborgs län	Lann 1976
"	T N	5-7				Åsterudstjern(Ringerike)	Lingsten 1984
Scapania undulata	H GB			8700-14000		River Ystwyth, Wales	Burton et.al. 1979
Hygrohypnum ochraceum	H GB			17000		" " "	" " "
Fontinalis squamosa	H GB			11760		" " "	" " "
Blindia acuta	H GB			6800	2600	Folla	Lingsten 1984
Fontinalis spp.	H CON	3		900?	94	Regional undersøkelse; 46 innsjøer i Ontario	Miller et.al. 1983
Sphagnum spp.	H CON	3		7600	160	Ontario	Miller et.al. 1983
Scapania undulata	H D		0.23			Hirschbach	Wachs 1980
Brachythecium rivulare	H D		0.22			"	" "
Fontinalis antipyretica	H D		0.26			"	" "
Scapania undulata	H D		<0.17			Verlorener Schachtenbach	" "
Brachythecium rivulare	H D		<0.05			"	" "

Tabell 3. Noen "lave" konsentrasjoner av aluminium, molybden, kobolt og arsenikk i moser, µg/g tørrstoff (PPM).
Symboler som i tabell 1.

Mose-slekt	Alumi- nium	Molyb- den	Kobolt	Arse- nikk	Referanser
Fontinalis spp.	H CDN 1500				Miller et.al 1983
"	H S	<25			Lann 1976
"	H S		8.5		" "
Sphagnum spp.	H CDN 2900				Miller et.al. 1983

7. Litteratur

- Bengtsson, Å. & Lithner, G., 1981. Vattenmossa (Fontinalis) som mätare på metallförorening. Statens naturvårdsverk PM 1391.
- Burton, M.A.S. & Peterson, P.J., 1979. Metal accumulation by aquatic bryophytes from polluted mine streams. *Envir. Pollut.* 19:39-46.
- Lingsten, L., 1984. Moser som metallindikatorer i noen norske vannforekomster. NIVA-rapport O-80076-02., pp.37.
- Lingsten, L., 1985. Övervakning av Årdalsvassdraget 1983-84. SFT/NIVA-rapport O-8000233. (in. prep).
- Lann, H., 1976. Undersökning av metallinnehåll i vattenmossa (Fontinalis spp.) från fyra avrinningsområden i Skaraborgs län. *Vatten* 3:278-284.
- Miller, G.E., Wile, I., & Hitchin, G.G., 1983. Patterns of accumulation of selected metals in members of the soft-water macrophyte flora of central Ontario lakes. *Aquatic Botany* 15:53-64.
- Mouvet, C., 1983. The use of aquatic bryophytes to monitor heavy metals pollution of freshwaters as illustrated by case studies. *Verh. Internat. Verein. Limnol.* 22:2420-2425.
- Mouvet, C., 1985. Monitoring of polychlorinated biphenyls (PCBs) and hexachlorocyclohexanes (HCH) in freshwater using the aquatic moss *Cinclidotus danubicus*. *The science of the total environment*, 44:253-267.
- Say, P.J., Harding, P.C. & Whitton, B.A., 1981. Aquatic mosses as monitors of heavy metal contamination in the river Etherow, Great Britain. *Envir. Pollut., Ser. B*, 2:295-307.
- Say, P.J. & Whitton, B.A., 1983. Accumulation of heavy metals by aquatic mosses. 1: Fontinalis antipyretica Hedw. *Hydrobiologia* 100: 245-260.

- Wachs, B., 1980. Bioakkumulation und biogene retention von Metallen
Fließgewässern. Abwasserbiol. Herbstkurs 1979 sowie Münchn.
Beiträge z. Abwasser-, Fischerei- und Flussbiologie Bd. 32:
387-414.
- Wher, J.D. & Whitton, B.A., 1983. Accumulation of heavy metals by aquatic
mosses. 2: Rhynchostegium riparioides. Hydrobiologia 100:
261-284
- Wiederholm, T., Ekström, C., Fritzon, A., Johansson, C., Petersen, R.,
Svensson, B., & Söderström, O., 1983. Biologiska förhållanden i
rinnande vatten med föroreningspåverkan - en jämförande studie.
Statens naturvårdsverk PM 1574.