

NORSK INSTITUTT FOR VANNFORSKNING
BLINDERN

O - 70/66

Vern av naturlig næringsrike innsjøer i Norge

En foreløpig oversikt over noen eutrofe innsjøer
i Sør-Norge, og deres botaniske forhold.

Saksbehandlere:

Bjørn Rørslett - Olav Skulberg
Rapporten avsluttet: Desember 1968

F O R O R D

I juli 1966 mottok Norsk institutt for vannforskning en henvendelse fra Naturvernrådet gjennom Administrasjonen for friluftsliv og naturvern, Kommunal- og Arbeidsdepartementet, om å delta i arbeidet med å lage en landsplan for bevaring av eutrofe innsjøer i Norge. Problemene som knytter seg til eutrofe innsjøer, er sentrale innenfor instituttets forskningsvirksomhet, og samarbeidet med Administrasjonen for friluftsliv og naturvern om denne saken ble innledet.

Gjennom drøftelse av hvordan arbeidet skulle legges an ble det enighet om at en vurdering av oppgavens målsetning måtte utføres. En rekke problemstillinger trengte å bli formulert. Videre burde arbeidet foregå i flere trinn. Det var nødvendig å finne fram til lokaliteter som kunne betraktes som verneverdige. Disse lokalitetene burde så bli nærmere undersøkt for å få de nødvendige data til en videre utvelging, og til behandling av de praktiske problemer som vernetiltak medfører når de skal settes ut i livet.

Denne rapport behandler noen faglige problemstillinger som er viktige ved vurdering av den oppgave en landsplan for bevaring av naturlig næringsrike innsjøer innebærer. Det blir gitt en framstilling av hvordan et registreringsarbeid for eutrofe innsjøer kan gjøres. Videre blir 64 eutrofe innsjøer omtalt, og et utvalg av disse blir forsøksvis foreslått som verneverdige lokaliteter.

Rapporten er hovedsakelig utarbeidet og skrevet av Bjørn Rørslett. Den er ment som et utgangspunkt for det videre arbeid med denne oppgaven.

Blindern, 9. september 1968.

Bjørn Rørslett

Olav Skulberg

INNHALDSFORTEGNELSE:

	Side:
FORORD	2
1. INNLEDNING	5
2. BEGREPET "EUTROF INNSJØ"	6
3. GEOLOGISKE OG GEOGRAFISKE FORUTSETNINGER	7
4. HØYERE VEGETASJON I EUTROFE INNSJØER	16
5. IGJENGROINGSPROSESSER I EUTROFE INNSJØER	39
6. VEGETASJONSENDRINGER I KULTURPÅVIRKEDE INNSJØER	41
7. BESKRIVELSE AV NOEN FORESLÅTTE VERNEVERDIGE INNSJØ- LOKALITETER	42
8. DISKUSJON OG NOEN PRAKTISKE KONKLUSJONER	46
9. LITTERATUR	49

TABELLFORTEGNELSE:

	Side:
1. Skala for subjektiv vurdering av innsjøenes kulturpåvirkning	8
2. Fosforinnhold i avrenningsvann fra dyrket mark	9
3. Hovedvegetasjonstyper	9
4. Skala for subjektiv vurdering av igjengroingsgrad	10
5. Eutrofe innsjøer i Sør-Norge. Foreløpig registrerte lokaliteter	12 - 15
6. Oversiktstabell for de registrerte lokalitetene	16
7. Vegetasjonsoversikter fra de undersøkte lokaliteter	22 - 36
8. Indikatorarter for eutrofe forhold	37
9. Botanisk eutrofiindeks for de undersøkte lokalitetene	38
10. Utvalgte verneverdige innsjølokaliteter	42 - 43
11. pH og elektrolytisk ledningsevne i interstitialvann fra vegetasjonssonene, Nesøytjern	45

FIGURFORTEGNELSE:

	Side:
1. Oversikt over de lokaliteter som er behandlet i rapporten	11
2. Renbestand av <i>Typha angustifolia</i> i frodig helofyttvegetasjon. Østensjøvatnet ved Oslo	17
3. Frodig helofyttvegetasjon (<i>Phragmites communis</i>) og flytebladsvegetasjon (<i>Nymphaea alba</i> coll.). Liavatnet, Frosta	17
4. Tett lemnidepopulasjon, preget av <i>Lemna minor</i> . Østensjøvatnet ved Oslo	17
5a Eksempel på forskjellige utbredelsestyper blant arter og b. som bare finnes i Sør-Norge	19 - 20
6. Allohton sedimenttilførsel fra tilløpselver gir høyere vegetasjon etableringsmuligheter. <i>Carex rostrata</i> og <i>Typha latifolia</i> i et tidlig igjengroingsstadium på sedimentbanker ved elveos. Brennsrudvatn, Bærum	39

1. INNLEDNING

Blant innsjøene i Norge er det en gruppe som utmerker seg ved å ha en frodig og variert høyere vegetasjon. Artene som inngår, er gjerne slike som betraktes som kravfulle med hensyn til næringsfaktorer. Disse innsjøene har vanligvis et relativt høyt innhold av plantenæringsstoffer i vannmassene. Typisk har slike lokaliteter en artsrik fauna med stor biomasse. Forholdene berettiger at disse vannforekomstene karakteriseres som næringsrike lokaliteter.

De næringsrike innsjøer kan ha ulike forutsetninger for sin dannelse. Et utvalg representerer naturlig næringsrike innsjøer. Geografiske og geologiske faktorer er da årsaken til deres særegne naturforhold. Vanligvis fører sivilisatoriske påvirkninger til at en innsjø får vannmasser med høyt innhold av plantenæringsstoffer. Regelmessig vil de innsjøer som opprinnelig hadde et næringsrikt preg ligge i områder som på grunn av sin fruktbarhet gjorde utstrakt menneskelig påvirkning av vannforekomstene til en nødvendig konsekvens. Det er derfor vanskelig nå å oppspore lite påvirkede næringsrike innsjølokaliteter.

De naturlig næringsrike innsjølokaliteter regnes til kategorien av eutrofe vannforekomster. Da eutrofiering er en hovedvirkning av de vanlige typer vannforurensning, kan det lett introduseres en uklarhet ved oppgaven å verne næringsrike innsjøer. Det må derfor nøye vurderes om det bare er ønskelig å verne innsjøer med naturlig eutroft preg, eller om det også kan ha naturvernmessig og vitenskapelig verdi å trekke inn eutrofierte vannforekomster i denne sammenheng. Etter vår oppfatning er det biotopens naturforhold som i første instans er verneverdig. Ut fra praktiske vurderinger er det mindre vesentlig om disse særegne naturforhold er en konsekvens av kulturpåvirkning. De spesifikke vernetiltak for den enkelte lokalitet kan derimot differensieres etter den grad av sivilisatorisk belastning biotopen er utsatt for.

Kunnskapen om eutrofe innsjøer i Norge er generelt sett ennå liten. Det finnes en rekke uløste problemer omkring eutrofe innsjøer, deres flora og fauna, utviklingshistorie og forhold til sivilisatorisk påvirkning.

Vi vet at en eutrof innsjø i vårt land representerer en minoritet blant vannforekomstene. Naturlig næringsrike innsjøer utgjør studie- og verneobjekter av stor viktighet.

En kartlegging av eutrofe innsjøer i Norge vil bare være et første skritt mot bedre forståelse av den framtidige målsetning med vernetiltak for slike lokaliteter. En eutrof innsjø har nådd et modent stadium i sammenlikning med andre vannsamlinger. Den befinner seg i en labil likevekt som følge av den oppnådde modning. Likevekten kan lett forstyrres av for sterk kulturpåvirkning. Vårt kjennskap til innsjøens reaksjon på sivilisatorisk belastning er mangelfull og utilstrekkelig. På dette punktet er videre forskning nødvendig, for å sikre effektiviteten av vernetiltak for lokaliteter som skal beskyttes.

For den videre utredning av naturvernets oppgaver i sammenheng med våre eutrofe innsjøer, er det nødvendig med en avklaring omkring deres regionale forekomst og utviklingstilstand. Som det vil framgå av senere diskusjon, er det forbundet med praktiske vansker å karakterisere en eutrof innsjø. I det følgende er det valgt å bruke den høyere vegetasjonen til å belyse enkelte forhold ved de eutrofe innsjøer i vid mening. Den beskjedne mengde av tilgjengelige data har begrenset mulighetene til en fyldig framstilling. Det er tatt sikte på å få registrert et utvalg representative lokaliteter i Sør-Norge, hvor botaniske data kunne bringes til veie. Opplysningene bygger vesentlig på feltnotater av Bjørn Rørslett i årene 1960 - 1968 og observasjoner i forbindelse med undersøkelser til Norsk institutt for vannforskning.

2. BEGREPET "EUTROF INNSJØ"

I biologisk og limnologisk litteratur har begrepene "eutrof innsjø" og "oligotrof innsjø" en innarbeidet posisjon. Det har vært og er, store vansker forbundet med å gi en presis definisjon av disse begrepene. Likeens har valget av parametre som beskriver tilstander av oligotrofi og eutrofi, vært sterkt vekslende. En har basert inndelinger på blant annet oksygenforhold, høyere vegetasjon, forekomst av planktonorganismer, bunndyrforhold og andre faunistiske betraktninger, produktivitetmålinger ved radioaktiv C^{14} , vekstforsøk med alger etc., for bare å nevne noen faktorer som har vært framsett i diskusjonen om oligotrofe og eutrofe innsjøer.

De teoretiske begrepene oligotrof versus eutrof innsjø er idealmodeller, som ikke umiddelbart er realisert i naturen. Den rent språklige betydning av begrepene betegner næringsforhold. Hovedtolkninger ut fra denne synsvinkel er: 1. mengden av tilgjengelige plantenæringsstoffer og 2. produksjonsevnen,

særlig planktonets produktivitet, som parametre på eutrofigraden. Mengden av tilgjengelige plantenæringsstoffer er mer uavhengig av lokalitetens klimatiske forhold enn produksjonsevnen. I praksis er det hensiktsmessig å bruke begrepet "eutrof innsjø" om en lokalitet med en dokumentert eller subjektivt vurdert rik tilgang på plantenæringsstoffer. Innenfor et område med små klimatiske gradienter kan produksjonsevnen for slike lokaliteter ventes å være relativt høy.

3. GEOLOGISKE OG GEOGRAFISKE FORUTSETNINGER

Tilførsel av næringssalter fra nedbørfelt med fruktbare områder vil gi en innsjø en primær eutrofi. Næringsstoffene går inn i innsjøens biologiske kretsløp, og bindes i plante- og dyreorganismer. Når disse dør og brytes ned, vil næringsstoffene frigjøres og medføre en fornyet "gjødsling" av vannmassene; en sekundær eutrofi.

Visse områder i landet byr på særlige betingelser for eksistens av naturlig eutrofe innsjøer, og ut fra geologiske forutsetninger kan de deles inn i fire hovedtyper:

1. Berggrunn av sedimentære kambrosilur-bergarter, i kombinasjon med marin leire (eks.: Østregionen, omkring Trondheimsfjorden).
2. Berggrunn kambrosilur, løsmasser av glasial opprinnelse, med varierende innhold av leire (eks.: Hadeland, Mjøstraktene).
3. Marine leiravsetninger, leirholdig morene etc. (eks.: Sørlandet, Vestlandet).
4. Lokale avsetninger av skjellsand og marin leire (eks.: Sørlandet, Vestlandet).

Eksistens av eutrofe innsjøer i Nord-Norge kan tenkes å forekomme i områder med:

5. Hvor det er lettforvitrende, kalkrike, sedimentære eller metamorfe bergarter, i samband med skjellsandavsetninger eller leirholdige, marine sedimenter, glasiale og glasifluviale avleiringer (eks.: Nordland, Troms, Finnmark).

De rent geologiske forutsetninger for eksistens av eutrofe innsjøer grenser deres utbredelse stort sett til lavlandsstrøkene i Sør-Norge, der klimatiske

forhold også er relativt gunstige for en rik utvikling av organismesamfunnene på de enkelte lokaliteter.

Med tiden vil en innsjø oftest utvikles til å bli mer eutrof. Kulturpåvirkning, for eksempel ved avrenningsvann fra dyrket mark, akselererer en utvikling mot eutrofe forhold. Det er av vesentlig betydning for bedre innsikt i problemene omkring de eutrofe innsjøer å gi en vurdering av deres aktuelle sivilisatoriske belastning. I tabell 1 er det foreslått en skala for subjektiv karakteristik av sivilisatorisk påvirkning.

Tabell 1. Skala for subjektiv vurdering av innsjøenes kulturpåvirkning.

Påvirkningsgrad	Beskrivelse av situasjonen
1	Ingen eller svært liten påvirkning av sivilisatorisk art i innsjøens omgivelser.
2	Noe påvirket; i omgivelsene hogstfelt, små og ubetydelige arealer dyrket mark, mindre områder med halv-naturlig eng etc.
3	Påvirket, små områder med dyrket mark, beitemark ned mot strandlinjen etc.
4	Sterkere påvirket; omgitt av større områder med dyrket mark, beitemarker, mindre kloakkutslipp fra gårder etc.
5	Sterkt påvirket; mer eller mindre fullstendig omgitt av dyrket mark, markerte forurensninger fra kloakkutslipp, industri etc.

Avrenningsvann fra jordbruksdistrikter vil ha stor betydning for næringsforholdene i den berørte innsjø. Vanlige forurensningskilder er dessuten komposthauger, gjødselhauger, halmlutingsanlegg og siloer, og direkte utslipp av kloakkvann.

All dyrket mark som drenerer til innsjøen, medfører en belastning av lokaliteten med plantenæringsstoffer. Stor interesse knytter seg til fosforforbindelser. Vanligvis antas fosfor å ha en nøkkelposisjon i en innsjø

biologiske kretsløp på grunn av sin stilling som minimumsfaktor. Fosfortilførsel fra dyrket mark kan bli stor, som tabell 2 viser.

Tabell 2. Fosforinnhold i avrenningsvann fra dyrket mark.
Data etter Ohle (1965) for tyske forhold.

Avrenningsvann fra:	P-innhold
Upåvirkede omgivelser	10 - 20 µg/l PO ₄ - P
Svakt gjødslet mark	60 µg/l total-P
Sterkere gjødslet mark	200 - 500 µg/l PO ₄ - P
Sterkt gjødslet mark ved kraftig regn	500 - 2000 µg/l PO ₄ - P

Det er uklart hvordan tilførsel med plantenæringsstoffer i noen tilfeller synes å øke biomassen av plankton (Skulberg 1965), i andre tilfeller fiskeavkastning (Grande 1965) eller høyere vegetasjon (Rørslett, unpubl.).

Det er lite kjent hvordan forskjeller i tilløps- og avløpsforhold spiller inn. Lokaltetene er i det følgende forsøkt ordnet i de to hovedkategorier: Uten regelmessig avløp, men med over- eller underjordiske tilløp ("Seepage lakes" = S), og med regelmessig avløp ("Drainage lakes" = D).

De botaniske forhold er i første rekke søkt karakterisert ved lokalitetens vegetasjonstype og igjengroingsgrad, som vist i tabellene 3 og 4.

Tabell 3. Hovedvegetasjonstyper.

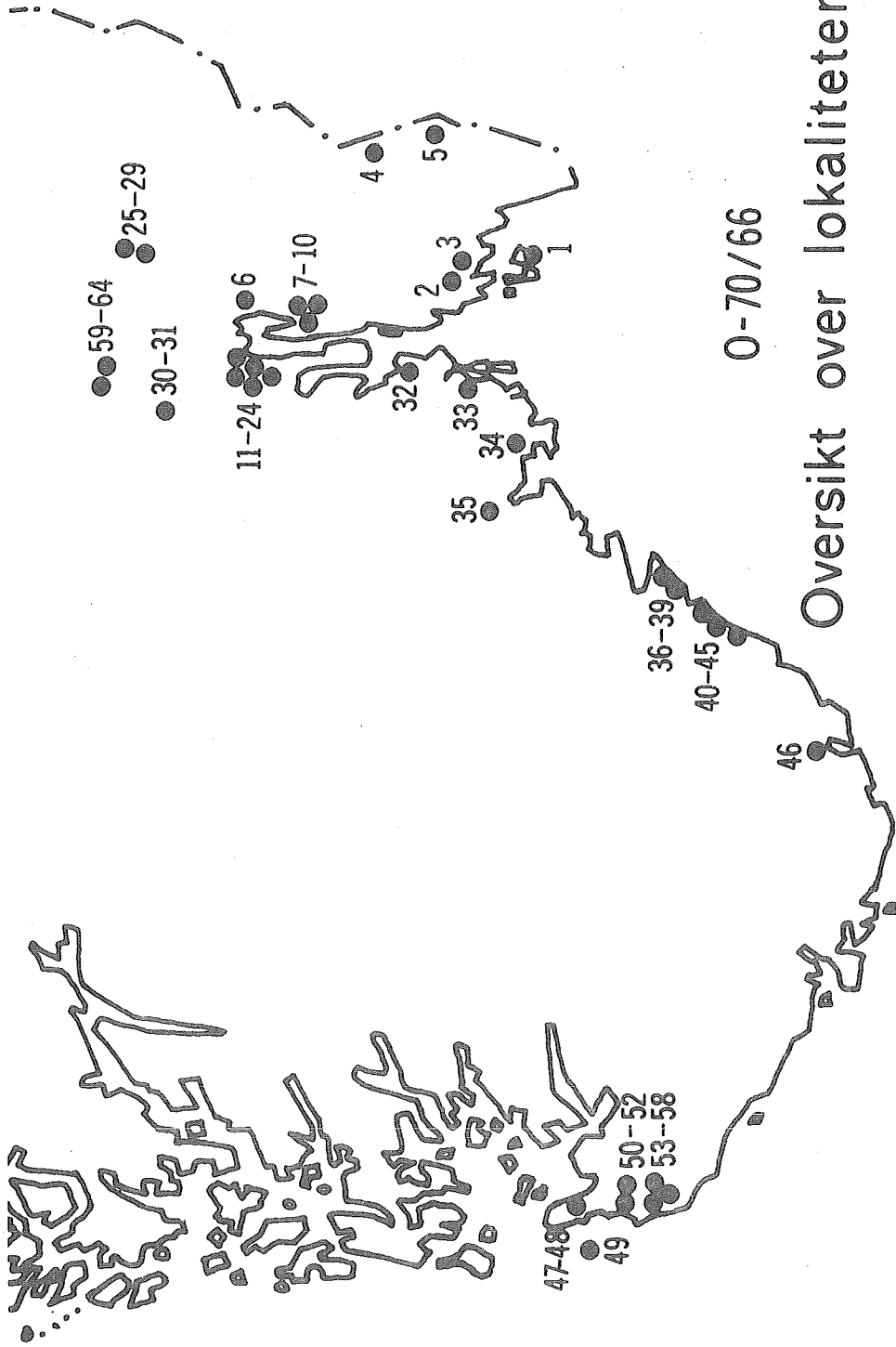
Vegetasjonstype	Særmerkte vegetasjonstrekk
I	Elodeider kvantitativt betydningsfulle, "Potamogeton-sjø".
I + II	Elodeider forekommer, men emerse makrofyter (helofytter) har kvantitativt stor betydning.
II	Helofytter preger vegetasjonsbildet, elodeider uten betydning eller mangler helt.

Tabell 4. Skala for subjektiv vurdering av igjengroingsgrad.

Igjengroingsgrad (= Verlandung)	Beskrivelse av situasjonen
i	Lokal igjengroing i bukter, åpne helofyttbelter.
ii	Større og sammenhengende igjengroingsområder med tettere helofyttbelter.
iii	Lokaliteten helt omgitt av igjengroingsområder, tette og frodige helofyttbelter, igjengroing merkbar på grunnere partier, helofyttvegetasjon utover store deler av innsjøen.

I tabell 5 er det gitt en oversikt over en del eutrofe innsjøer i Sør-Norge. Svært mange av lokalitetene er små tjern og andre mindre vannsamlinger. De er i første rekke valgt ut etter de spesielle botaniske forhold som er registrert ved feltundersøkelser. Det er tatt med noen få lokaliteter som i eksisterende limnologisk litteratur vanligvis klassifiseres som eutrofe innsjøer. Lokalitetene som er behandlet, er inntegnet på kartskissen, figur 1.

I tabell 6 er det gjort en summarisk oversikt over hvordan de registrerte lokaliteter fordeler seg med hensyn til geologiske omgivelser, kulturpåvirkning og vegetasjonstyper.



Oversikt over lokaliteter

som er behandlet i rapporten

0-70/66

NIVA-69

Tabell 5. Eutrofe innsjøer i Sør-Norge. Foreløpig registrerte lokaliteter.

Nr.	Fylke, herred	Lokalitet	Veg.- type	Geol. omgivn.	Avløps- type	Kulturlp- virkn.grad	Igjengro- ingsgrad	Merknader
	ØSTFOLD							
1	Hvaler	Arekilen, Kirkøy	I + II	3	D	3	iii	Bør vernes
2	Råde	Skinnerflo	I	3	D	4	ii	
3	Rolvsvøy + Tune	Visterflo	I	3	D	4	ii	
4	Marker	Gjølsjø	I + II	3	D	4	iii	Nedtappet ca. 2 m
5	"	Otteidkanalen	I + II	3	D	3	ii	Uttappet ca. 1965
6	OSLO	Østensjøvatn	I	3	D	5	ii	Vernearbeid igangsatt
	AKERSHUS							
7	Vestby	Valstادتjern	II	3	D	4	iii	Eneste lok. f. <i>Hydrocharis</i> i Norge
8	Frogn + Ås	Årungen	(I)	3	D	5	i	Submers vegetasjon ødelagt
9	Frogn	Pollevatn	I + II	3	D	4	iii	Brakkvannsinnyttelse
10	Ås	Østensjøvatn	I + II	3	D	5	ii	
11	Asker	Padderudvatn	I	1	D	4	i	
12	"	Brennsrudvatn	I	1	D	4	i	
13	"	Vassåsvatn	I	1	D	4	i	
14	"	Hogstadvatn	I	1	D	4	i	
15	"	Nordvatn	I	1	D	4	i	
16	"	Bondivatn	I	1	D	4	i	
17	"	Gjellumvatn	I	1	D	4	ii	
18	"	Nesøytjern	I	1	D	2	ii	Bør vernes
19	"	Skogtjern N. Syverstad	I	1	D	2	-	"
20	"	Tjern v. Dalen	I	1	D	2	ii	Tidligere isdam
21	"	Tjern v. Arnestad	I + II	1	D	2	iii	"

Tabell 5 (forts.)

Nr.	Fylke, herred	Lokalitet	Veg.- type	Geol. omgivn.	Avløps- type	Kulturpå- virkn.grad	Igjengro- ingsgrad	Merknader
	AKERSHUS							
22	Bærum	Dælivatn	I	1	D	4	ii	
23	"	Tjernsruddtjern	I + II	1	D	5	iii	
24	"	Lysakertjern	II	1	S	4	iii	Lokalitet for brakkvannsar- ter
25	Ullensaker	Nordbytjern	I	3	S	4	ii	Særs rik submers flora
26	"	Hersjøen	I	3	D	4	ii	"
27	"	Transjøen	(I)	3	D	5	ii	Submers flora + ødelagt
28	"	Bonntjern	I	3	S	3	ii	
29	"	Danielsetertjern	I	3	S	2	ii	Bør vernes
	BUSKERUD							
30	Ringerike + Hole	Steinsfjorden	I	1	D	4	i	
31	Ringerike	Jueren	I	1	D	4	ii	"Oxbow lake"
	VESTFOLD							
32	Borre	Borrevatn	I	3	D	4	iii	Særs rikt utviklet flora
33	Sem	Akersvatn	I	3	D	4	ii	
34	Brunlanes	Hallevatn, N. del	I	3	D	4	ii	
	TELEMARK							
35	Gjerpen	Børsesjø	I	1	D	4	ii	
	AUST-AGDER							
36	Søndeled	Fievatn	I ?	4	D	3	i	Lokalitet for brakkvannsar- ter
37	"	Kvennevatn	I ?	4	D	3	i	
38	"	Åkvågvatn	I ?	4	D	4	i	
39	"	Ålekilen	II	4	D	4	ii	Lokalitet for brakkvannsar- ter
40	Tvedestrand	S. Sandøytjern	I + II	4	D	4	iii	Vannbl. blågr. alger

Nr.	Fylke, herred	Lokalitet	Veg.- type	Geol. omgivn.	Avløps- type	Kulturpå- virkn.grad	Igjengro- ingsgrad	Merknader
AUST-AGDER (forts.)								
41	Tvedestrand	Eidbutjern	I + II	4	S	4	iii	
42	Moland	Staubøtjern	II	4	S	4	iii	
43	Tromøy	Tromøytjern WNW Tromøy kirke	II	4	S	4	iii	
44	"	Gjerstadvatn	I	4	D	4	i	Brakkvannsinfluert
45	Moland + Tvedestr.	Langangsvatn	I	4	D	3	i	"
46	VEST-AGDER Kristiansand	Gillsvatn	I	4	D	4	ii	Brakkvannsinfluert
ROGALAND								
47	Stavanger	Breiavatn	I	3	S	5	i	Bredder utlagt til park
48	"	Mosvatn	I	3	D	4	ii	
49	Sola	Tjern på øya Rott	I	3	S	4	-	
50	Klepp	Vasshusvatn	I	3	D	4	iii	Meget rik flora
51	"	Grudevatn	I	3	D	4	ii	"
52	"	Øksnevadtjern	I + II	3	D	4	iii	
53	"	Orrevatn	I	3	D	4	i	
54	"	Horpestadvatn	I	3	D	4	i	
55	Time	Frøylandsvatn	I	3	D	5	ii	Submers flora delv.ødelagt
56	"	Hognestadvatn	I	3	S	4	i	Meget rik flora
57	"	Auglendtjern	I	3	D	4	i	
58	Hå	Søylandsvatn	I	3	D	4	ii	

Tabell 5 (forts.)

Nr.	Fylke, herred	Lokalitet	Veg.- type	Geol. omgivn.	Avløps- type	Kulturpå- virkn.grad	Igjengro- ingsgrad	Merknader
59	OPPLAND Lunner	Orentjern	I	2	D	3	i	Interessant og lite på- virket lokalitet
60	Gran	Jarenvatn	I	2	D	5	iii	Meget rik flora
61	"	Kjevlingen	I + II	2	D	4	i	
62	"	Skirstadtjern	I	2	D	4	i	Særegne vegetasjonssoner, "alvarsjø"-type
63	"	N. Falangstjern	I	2	D	4	i	
64	"	Mæna	I	2	D	4	i	

Tabell 6. Oversiktstabell for de registrerte lokalitetene.

Karakteristikk av lokalitet	Antall	%
GEOLOGISKE OMGIVELSER		
1. Kambrosilur med marin leire	17	26,5
2. Kambrosilur med glasial leire og forvitring	6	9,4
3. Marin leire, leirholdig morene etc.	30	46,9
4. Skjellsand med marin leire	11	17,2
KULTURPÅVIRKNINGSGRAD		
1. Ikke påvirket	0	0,0
2. Lite påvirket	3	5,0
3. Påvirket	7	10,6
4. Sterkere påvirket	46	71,9
5. Sterkt påvirket	8	12,5
Lite sivilisatorisk påvirket (1 - 3)	10	15,6
Sterkt sivilisatorisk påvirket (4 - 5)	54	84,4
VEGETASJONSTYPER		
I. "Potamogeton-sjø"	48	75,0
I + II. Helofyttvegetasjon subdominant	11	17,2
II. Helofyttvegetasjon dominerende	5	7,8

4. HØYERE VEGETASJON I EUTROFE INNSJØER

Våre eutrofe innsjøer kan med hensyn til høyere vegetasjon stort sett klassifiseres som "Potamogeton"-sjøer etter Samuelsson (1925). Forenklet kan vegetasjonsforholdene i disse innsjøer beskrives slik:

1. Frodig utvikling av høyvokste, emerse makrofytter (helofytter), som f.eks. *Phragmites communis* (figur 2 og 3).
2. Flytebladsvegetasjon godt utviklet (nymphaeider, f.eks. arter av slektene *Nuphar* og *Nymphaea*) (figur 3).
3. Submers vegetasjon godt utviklet utenfor flytebladsvegetasjonen, vanlig med mange representanter for slekten *Potamogeton* (elodeider).



Fig. 2. Renbestand av *Typha angustifolia* i frodig helofyttvegetasjon. Østensjøvatnet ved Oslo.



Fig. 4. Tett lemnidepopulasjon, preget av *Lemna minor*. Østensjøvatnet ved Oslo.

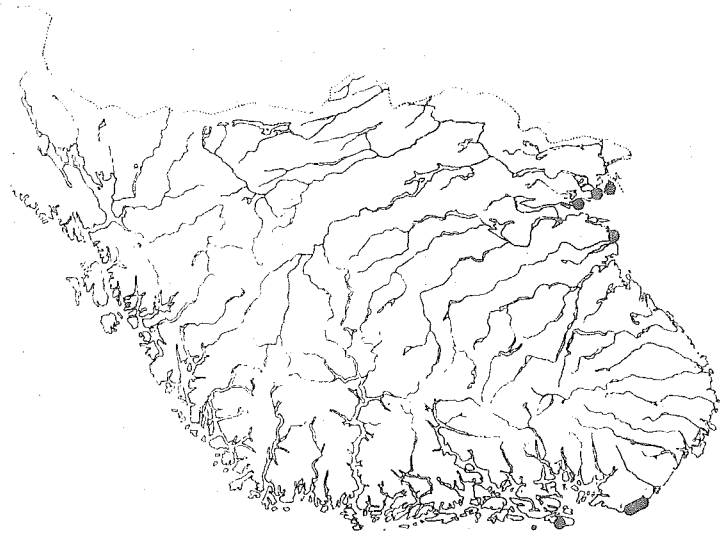


Fig. 3. Frodig helofyttvegetasjon (*Phragmites communis*) og flytebladsvegetasjon (*Nymphaea alba coll.*). Liavatnet, Frosta.

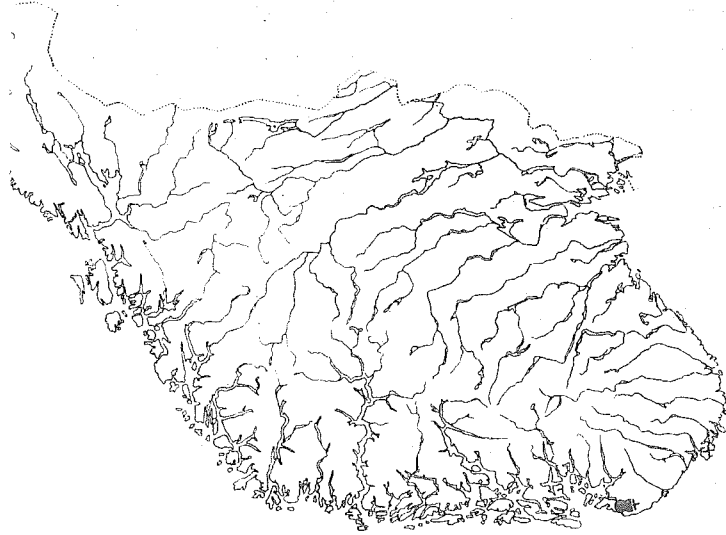
4. Frittflytende arter (lemnider) forekommer på mer beskyttede steder, og kan opptre med høye individtall (figur 4).
5. Kortskuddsarter (isoetider) mangler, eller forekommer oftest med få arter. Disse finnes da vanligvis på steder der helofyttbeltene mangler.

En rekke akvatiske arter har i Norge en vid utbredelse, og forekommer i innsjøer av vidt forskjellige typer. De karakteristiske artene i eutrofe innsjøer i våre naboland og i Mellomeuropa har derimot oftest en begrenset utbredelse i vårt land. Mange forekommer bare i Sør-Norge. Figur 5a og b viser eksempler på noen forskjellige utbredelsestyper blant disse artene. *Berula erecta* har to atskilte utbredelsesområder; omkring Oslofjorden og på Jæren og de sørlige deler av Vestlandet. *Najas marina* har sin hovedutbredelse på Sørlandskysten. Denne arten vokser oftest i brakkvann. Noen få arter finnes bare i innsjøer på Jæren, som f.eks. *Najas flexilis*. *Typha*-artene viser en konsentrasjon i de lavereliggende strøkene omkring Oslofjorden, med forekomst langs kysten til Jæren og de sørlige deler av Vestlandet. Flere arter har en vid, men oppsplittet utbredelse. De har sin hovedutbredelse på Østlandet, men kan forekomme på Jæren, omkring Trondheimsfjorden og enkelte også i Finnmark. De nordlige lokalitetene står oftest i sammenheng med den utbredelsen artene har ellers i Fennoskandinavia (Kotilainen 1954). Arter med slik utbredelse er f.eks. *Ceratophyllum demersum*, *Myriophyllum spicatum*, *Potamogeton obtusifolius*, *Sagittaria sagittifolia*, *Butomus umbellatus*, *Cicuta virosa* og *Lemna trisulca*.

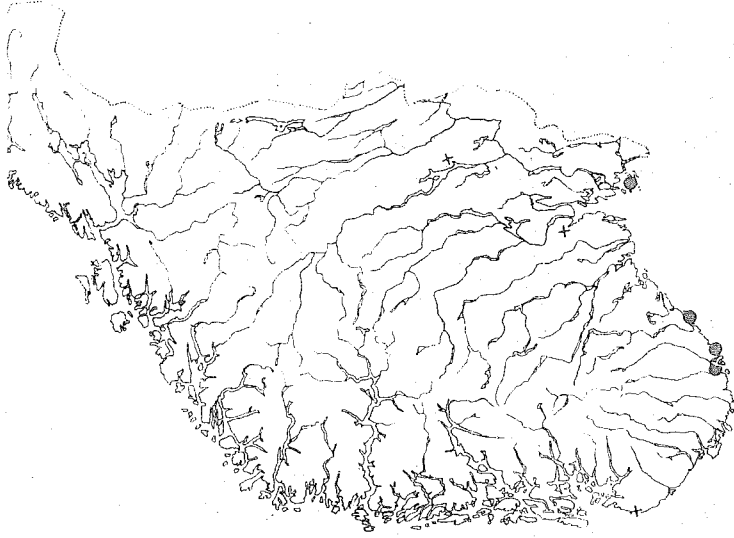
Av flere årsaker peker plantene i høyere vegetasjon seg ut som velegnede indikatorer på eutrofe forhold. Artene er som regel enkle å identifisere allerede i felten. En får ofte relativt raskt registrert i detalj de arter som preger vegetasjonsbildet. Utbredelsen av de enkelte artene må sies å være godt kjent. Ved bruk av høyere vegetasjon til bedømming av eutrofigrad, kommer det inn et subjektivt skjønn og anvendelse av kvalitative kriterier. Bruk av indikatorarter på kvalitativt grunnlag betyr alltid en forenkling. Kausale økologiske faktorer som begrenser utbredelsen, er sjelden kjent i detalj. Resultatene må derfor tolkes med stor forsiktighet, og kan i høyden bli grove tilnærmelser av eksisterende forhold. Det videre arbeid med eutrofe innsjøer vil vise i hvilken grad inndelingene basert på høyere vegetasjon, er relevante i et videre perspektiv.



Berula erecta Huds.

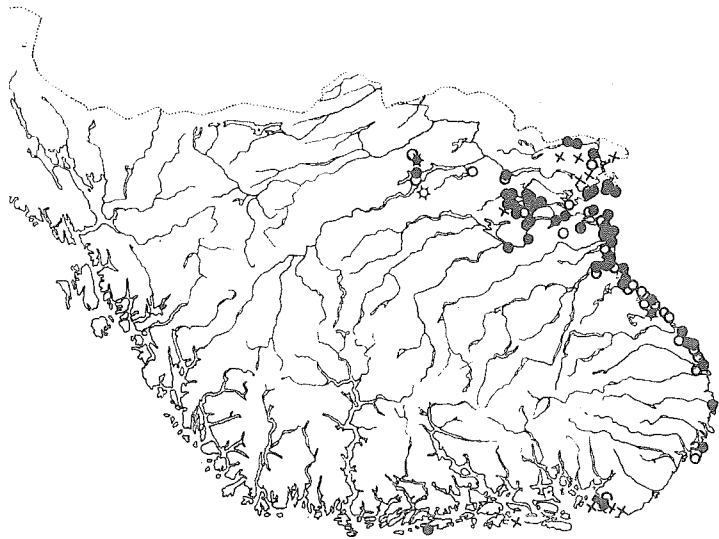


Najas flexilis (Willd.)
Rostk. et Schm.

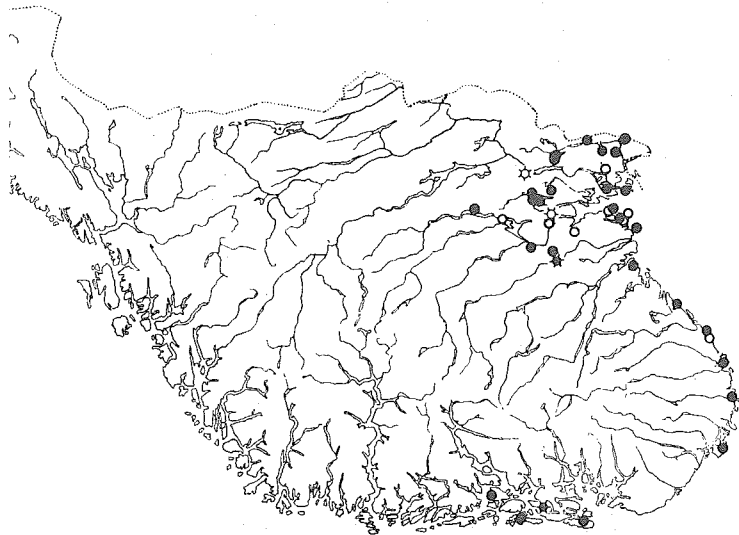


Najas marina L.

Fig. 5a. Eksempel på forskjellige utbredelsestyper blant arter som bare finnes i Sør-Norge. Etter Fagri (1960).



Typha latifolia L.



Typha angustifolia L.

Fig. 5b. Eksempel på forskjellige utbredelsestyper blant arter som bare finnes i Sør-Norge. Etter Fægri (1960).

De foreliggende botaniske data fra de behandlede lokalitetene er gitt i tabell 7. Noen korte merknader kan her være på sin plass. Hvite nøkkeroser er ført opp kollektivt som *Nymphaea alba*. En art som *Potamogeton pusillus* er brukt i videre omfatning enn vanlig i norsk litteratur, idet *P. panormitanus* og *P. berchtoldii* er inkludert. Artsparet *Utricularia neglecta-vulgaris* kan ikke med sikkerhet atskilles i steril tilstand. *Utricularia neglecta* er en art med sørlig utbredelse, som regnes for å være kravfull. Mer fullstendig undersøkte lokaliteter har mengdeangivelser i vegetasjonslistene. Følgende skala, bygd på en subjektiv vurdering, er brukt:

Uten markering: Spredte eksemplarer.

+ : Danner mindre bestander.

++ : Vokser regelmessig i større bestander.

+++ : Forekommer i mengde og preger vegetasjonsbildet.

De anvendte indikatorer på eutrofe forhold er ført opp i tabell 7, med angivelse av det antall lokaliteter de er funnet på. Artenes antatte kravfullhet er bygd på egne erfaringer og opplysninger i eksisterende litteratur. Det er regnet ut en "botanisk eutrofi-indeks", B_e , definert ved:

$$B_e = \frac{\text{Antall indikatorarter}}{\text{Antall arter i høyere vegetasjon}}$$

Denne eutrofi-indeks kan variere mellom 0 og 1. B_e er for de undersøkte lokaliteter i gjennomsnitt omlag 0,3.

Tabell 7. Vegetasjonsoversikter fra de undersøkte lokaliteter.

<p>1</p> <p>Phragmites communis Scirpus lacustris Sc. tabernaemontanii Sc. maritimus Equisetum fluviatile Dryopteris thelypteris Sparganium ramosum Iris pseudacorus Potamogeton natans P. pusillus Myriophyllum verticillatum Zannichellia palustris Ceratophyllum demersum Lemna minor</p>	<p>3</p> <p>Eleocharis acicularis Ranunculus reptans Subularia aquatica Elatine hydropiper E. triandra Sparganium angustifolium Nymphaea alba Potamogeton natans Sagittaria sagittifolia Callitriche verna C. hamulata Myriophyllum alterniflorum M. verticillatum Ranunculus peltatus Potamogeton perfoliatus Polygonum amphibium Ceratophyllum demersum Lemna minor Utricularia intermedia U. vulgaris</p>
<p>2</p> <p>Equisetum fluviatile Phragmites communis Scirpus lacustris Glyceria maxima Sparganium ramosum Phalaris arundinacea Carex vesicaria Eleocharis acicularis Elatine triandra Callitriche verna Myriophyllum alterniflorum Potamogeton perfoliatus</p>	<p>4</p> <p>Equisetum fluviatile +++ Phragmites communis + Scirpus lacustris + Carex rostrata +++ C. vesicaria +++ Sparganium ramosum Sp. glomeratum + Typha angustifolia ++ Eleocharis palustris ++ Calla palustris ++ Alisma plantago-aquatica ++ Iris pseudacorus ++ Calamagrostis canescens + Glyceria fluitans + Caltha palustris + Comarum palustre + Lysimachia thyrsoiflora ++</p>
<p>3</p> <p>Equisetum fluviatile Phragmites communis Scirpus lacustris Glyceria maxima Sparganium ramosum Iris pseudacorus Phalaris arundinacea Carex acuta C. vesicaria Eleocharis palustris Cicuta virosa</p> <p style="text-align: right;">3 (forts.)</p>	<p style="text-align: right;">4 (forts.)</p>

Tabell 7 (forts.)

4	<i>Cicuta virosa</i>	+	5	<i>Nymphaea alba</i>	
	<i>Peucedanum palustre</i>	+		<i>Nuphar lutea</i>	
	<i>Menyanthes trifoliata</i>	+		<i>Potamogeton perfoliatus</i>	
	<i>Myosotis cf. baltica</i>	+		<i>Myriophyllum alterniflorum</i>	
	<i>Eleocharis acicularis</i>			<i>M. verticillatum</i>	
	<i>Ranunculus reptans</i>			<i>Callitriche hamulata</i>	
	<i>Elatine hydropiper</i>			<i>Lemna minor</i>	
	<i>Nymphaea alba</i> +			<i>Hydrocharis morsus-ranae</i>	
	<i>Nuphar lutea</i>	+++		<i>Utricularia intermedia</i>	
	<i>Potamogeton natans</i>	+++		<i>U. vulgaris</i>	
	<i>Sparganium minimum</i>			6	<i>Equisetum fluviatile</i>
	<i>Potamogeton alpinus</i>	++			<i>Phragmites communis</i>
	<i>P. gramineus</i>				<i>Scirpus lacustris</i>
	<i>P. pusillus</i>	+++			<i>Typha latifolia</i>
	<i>Callitriche verna</i>				<i>T. latifolia</i>
<i>Lemna minor</i>	++	<i>Dryopteris cristata</i>			
5	<i>Equisetum fluviatile</i>		<i>D. thelypteris</i>		
	<i>Scirpus lacustris</i>		<i>Sparganium ramosum</i>		
	<i>Typha latifolia</i>		<i>Sparganium simplex</i>		
	<i>Sparganium ramosum</i>		<i>Calla palustris</i>		
	<i>Sp. glomeratum</i>		<i>Acorus calamus</i>		
	<i>Glyceria fluitans</i>		<i>Alisma plantago-aquatica</i>		
	<i>Alisma plantago-aquatica</i>		<i>Phalaris arundinacea</i>		
	<i>Eleocharis palustris</i>		<i>Alopecurus aequalis</i>		
	<i>Carex acuta</i>		<i>Calamagrostis canescens</i>		
	<i>C. rostrata</i>		<i>Glyceria fluitans</i>		
	<i>C. vesicaria</i>		<i>Gl. maxima</i>		
	<i>Calla palustris</i>		<i>Eleocharis mamillata</i>		
	<i>Caltha palustris</i>		<i>Carex acuta</i>		
	<i>Cicuta virosa</i>		<i>C. acutiformis</i>		
	<i>Peucedanum palustre</i>		<i>C. appropinquata</i>		
	<i>Lysimachia thyrsiflora</i>		<i>C. aquatilis</i>		
	<i>Ranunculus reptans</i>		<i>C. caespitosa</i>		
	<i>Juncus bulbosus</i>		<i>C. elata</i>		
	<i>Potamogeton natans</i>		<i>C. riparia</i>		
	<i>Sparganium simplex</i>		<i>C. rostrata</i>		
	5 (forts.)		6 (forts.)		

Tabell 7 (forts.)

6	<i>Carex vesicaria</i>		7	<i>Calla palustris</i>	+++	
	<i>Iris pseudacorus</i>			<i>Caltha palustris</i>		
	<i>Rumex aquaticus</i>			<i>Comarum palustre</i>		
	<i>Comarum palustre</i>			<i>Lysimachia thyrsoflora</i>	++	
	<i>Lythrum salicaria</i>			<i>Cicuta virosa</i>	+++	
	<i>Cicuta virosa</i>			<i>Iris pseudacorus</i>		
	<i>Peucedanum palustre</i>			<i>Nymphaea alba</i>		
	<i>Lysimachia thyrsoflora</i>			<i>Nuphar lutea</i>		
	<i>Menyanthes trifoliata</i>			<i>Potamogeton natans</i>		
	<i>Myosotis caespitosa</i>			<i>Lemna minor</i>	++	
	<i>Solanum dulcamara</i>			(<i>Hydrocharis morsus-ranae</i>)		
	<i>Bidens tripartita</i>			8	<i>Equisetum fluviatile</i>	
	<i>B. cernua</i>				<i>Phragmites communis</i>	
	<i>Peplis portula</i>				<i>Scirpus lacustris</i>	
	<i>Nymphaea alba</i>				<i>Sc. tabernaemontanii</i>	
	<i>Nuphar lutea</i>				<i>Carex acuta</i>	
	<i>Potamogeton natans</i>				<i>C. rostrata</i>	
	<i>Sparganium minimum</i>				<i>C. vesicaria</i>	
	<i>Polygonum amphibium</i>				<i>Calamagrostis canescens</i>	
	<i>Potamogeton alpinus</i>				<i>Phalaris arundinacea</i>	
(<i>P. alpinus</i> x <i>perfoliatus</i>)		<i>Eleocharis palustris</i>				
<i>P. pusillus</i>		<i>Comarum palustre</i>				
<i>Elodea canadensis</i>		<i>Lythrum salicaria</i>				
<i>Lemna minor</i>		<i>Lysimachia thyrsoflora</i>				
<i>Spirodela polyrrhiza</i>		<i>Eleocharis acicularis</i>				
<i>Ceratophyllum demersum</i>		<i>Ranunculus reptans</i>				
<i>Utricularia minor</i>		<i>Limosella aquatica</i>				
<i>U. ochroleuca</i>		<i>Nymphaea alba</i>				
<i>Hippuris vulgaris</i>		<i>Nuphar lutea</i>				
7	<i>Equisetum fluviatile</i>	+	<i>Polygonum amphibium</i>			
	<i>Phragmites communis</i>	+++	<i>Potamogeton natans</i>			
	<i>Scirpus lacustris</i>		9	<i>Equisetum fluviatile</i>		
	<i>Phalaris arundinacea</i>	+		<i>Phragmites communis</i>		
	<i>Carex acuta</i>	++		<i>Scirpus tabernaemontanii</i>		
	<i>C. rostrata</i>			<i>Carex pseudocyperus</i>		
<i>C. vesicaria</i>		<i>Ruppia maritima</i>				
<i>Sparganium ramosum</i>	7(forts.) ⁺			9 (forts.)		

Tabell 7 (forts.)

15	Equisetum fluviatile	+	16	Menyanthes trifoliata	
	Phragmites communis			Nymphaea alba	
	Scirpus lacustris			Nuphar lutea	
	Carex rostrata	+		Myriophyllum alterniflorum	
	Alisma plantago-aquatica			Hippuris vulgaris	
	Eleocharis mamillata			Potamogeton praelongus	
	Phalaris arundinacea			P. obtusifolius	
	Glyceria fluitans			Ranunculus trichophyllus	
	Carex vesicaria			17	Equisetum fluviatile
	Comarum palustre		Phragmites communis		
	Lysimachia thyrsiflora		Scirpus lacustris		
	Eleocharis acicularis		Alisma plantago-aquatica		
	Ranunculus reptans		Sparganium ramosum		
	Nymphaea alba		Carex rostrata		
	Nuphar lutea		C. vesicaria		
	Potamogeton natans	++	Calamagrostis canescens		
	Sparganium angustifolium		Glyceria fluitans		
	Myriophyllum alterniflorum		Iris pseudacorus		
	Potamogeton perfoliatus	+	Comarum palustre		
P. praelongus	+	Lysimachia thyrsiflora			
P. pusillus		Menyanthes trifoliata			
P. x zizii	+	Eleocharis acicularis			
Ranunculus confervoides		Nymphaea alba			
Utricularia vulgaris		Nuphar lutea			
16	Equisetum fluviatile		Polygonum amphibium		
	Phragmites communis		Sparganium angustifolium		
	Scirpus lacustris		Myriophyllum alterniflorum		
	Alisma plantago-aquatica		Ranunculus trichophyllus		
	Sparganium ramosum		Potamogeton x zizii		
	Sp. glomeratum		P. obtusifolius		
	Phalaris arundinacea		Lemna minor		
	Eleocharis mamillata		18	Equisetum fluviatile	
	Carex rostrata			Phragmites communis	++
	Typha latifolia			Typha latifolia	++
Iris pseudacorus		Dryopteris cristata			
Comarum palustre		D. thelypteris		+++	
Lysimachia thyrsiflora		Carex rostrata	+		
	16 (forts.)		18 (forts.)		

Tabell 7 (forts.)

18	Carex vesicaria		20	Rumex aquaticus		
	C. pseudocyperus	+		Lysimachia thyrsiflora		
	C. lasiocarpa			Nymphaea alba	++	
	C. appropinquata			Nuphar lutea		
	Caltha palustris			Potamogeton natans	++	
	Comarum palustre			Sparganium angustifolium	+	
	Calamagrostis canescens	+		Hippuris vulgaris	+	
	Lythrum salicaria			Potamogeton alpinus	+	
	Peucedanum palustre			Myriophyllum spicatum	++	
	Lysimachia thyrsiflora	+		21	Equisetum fluviatile	
	Menyanthes trifoliata				Phragmites communis	
	Nymphaea alba	+			Typha latifolia	++
	Nuphar lutea	++			Scirpus tabernaemontanii	
	Potamogeton natans	++			Carex rostrata	
Hippuris vulgaris	+	C. vesicaria				
Potamogeton pectinatus	+++	C. pseudocyperus				
Utricularia vulgaris	+++	Lysimachia thyrsiflora				
U. cf. neglecta		Rumex aquaticus				
19	Equisetum fluviatile		Potamogeton natans		++	
	Carex rostrata	+	Nymphaea alba	++		
	C. vesicaria		Nuphar lutea			
	Calla palustris	++	Potamogeton pusillus			
	Rumex aquaticus		Lemna trisulca	+++		
	Glyceria fluitans		Utricularia minor	++		
	Lysimachia thyrsiflora		22	Equisetum fluviatile	++	
	Nuphar lutea	++		Phragmites communis	++	
	Nymphaea cf. alba f. rosea x candida	+++		Scirpus lacustris	++	
	Potamogeton natans	+++		Scirpus tabernaemontanii		
Potamogeton alpinus		Dryopteris thelypteris		++		
Lemna minor		Typha latifolia		+		
Lemna trisulca	+++	Alisma plantago-aquatica		+		
Ceratophyllum demersum	+++	Carex rostrata		++		
20	Equisetum fluviatile	+		C. vesicaria	+	
	Typha latifolia	+		C. lasiocarpa		
	Sparganium ramosum	+	C. pseudocyperus	+		
	Carex rostrata	++	Calamagrostis canescens	+		
	20 (forts.)			22 (forts.)		

Tabell 7 (forts.)

22	<i>Glyceria fluitans</i>		24	<i>Equisetum fluviatile</i>	+
	<i>Iris pseudacorus</i>	+		<i>Phragmites communis</i>	+++
	<i>Caltha palustris</i>			<i>Scirpus tabernaemontanii</i>	++
	<i>Comarum palustre</i>	+		<i>Typha latifolia</i>	++
	<i>Lysimachia thyrsiflora</i>			<i>Carex rostrata</i>	+
	<i>Menyanthes trifoliata</i>			<i>C. vesicaria</i>	+
	<i>Nymphaea alba</i>	++		<i>C. pseudocyperus</i>	+
	<i>Nuphar lutea</i>	++		<i>Rumex aquaticus</i>	
	<i>Potamogeton natans</i>	++		<i>Iris pseudacorus</i>	
	<i>Potamogeton alpinus</i>	+		<i>Caltha palustris</i>	
	<i>P. pusillus</i>	+		<i>Comarum palustre</i>	
	<i>P. obtusifolius</i>			<i>Peucedanum palustre</i>	
	<i>Ranunculus trichophyllus</i>			<i>Potamogeton pusillus</i>	++
	<i>Callitriche stagnalis</i>			<i>P. alpinus</i>	
	<i>Lemna minor</i>	+		<i>Lemna minor</i>	++
	<i>Utricularia minor</i>			<i>Utricularia vulgaris</i>	++
23	<i>Equisetum fluviatile</i>	++	25	<i>Equisetum fluviatile</i>	++
	<i>Typha latifolia</i>	++		<i>Phragmites communis</i>	++
	<i>Scirpus tabernaemontanii</i>	++		<i>Scirpus lacustris</i>	+
	<i>Dryopteris thelypteris</i>	+++		<i>Carex rostrata</i>	++
	<i>Calla palustris</i>	++		<i>C. vesicaria</i>	
	<i>Iris pseudacorus</i>	+		<i>Alisma plantago-aquatica</i>	
	<i>Carex rostrata</i>	+		<i>Caltha palustris</i>	
	<i>C. vesicaria</i>	+		<i>Comarum palustre</i>	
	<i>C. pseudocyperus</i>	+		<i>Peucedanum palustre</i>	
	<i>C. riparia</i>	++		<i>Eleocharis palustris</i>	
	<i>C. rhynchophysa</i>	+		<i>Bidens cernua</i>	
	<i>C. appropinquata</i>	+		<i>Nymphaea alba</i>	++
	<i>Rumex aquaticus</i>			<i>Nuphar lutea</i>	++
	<i>Caltha palustris</i>			<i>Polygonium amphibium</i>	++
	<i>Comarum palustre</i>	+		<i>Potamogeton natans</i>	++
	<i>Peucedanum palustre</i>			<i>P. alpinus</i>	++
	<i>Lysimachia thyrsiflora</i>			<i>P. gramineus</i>	
	<i>Nymphaea alba</i>	++		<i>P. perfoliatus</i>	++
	<i>Nuphar lutea</i>	++		<i>P. praelongus</i>	
	<i>Potamogeton natans</i>			<i>P. pusillus</i>	+
	<i>Elodea canadensis (1964)</i>			<i>P. lucens</i>	++
	<i>Lemna minor</i>	++		<i>P. x zizii</i>	+
	<i>L. trisulca</i>	+			

25 (forts.)

Tabell 7 (forts.)

25	<i>Potamogeton friesii</i>	+	27	<i>Equisetum fluviatile</i>	++
	<i>P. obtusifolius</i>	+		<i>Phragmites communis</i>	++
	<i>Lemna minor</i>	++		<i>Scirpus lacustris</i>	++
	<i>Ceratophyllum demersum</i>	++		<i>Typha latifolia</i>	
	<i>Utricularia minor</i>			<i>Carex rostrata</i>	++
	<i>U. vulgaris</i>	+		<i>C. vesicaria</i>	
	<i>U. cf. neglecta</i>			<i>C. pseudocyperus</i>	
26	<i>Equisetum fluviatile</i>			<i>Calla palustris</i>	+
	<i>Phragmites communis</i>			<i>Comarum palustre</i>	
	<i>Scirpus lacustris</i>			<i>Lysimachia thyrsiflora</i>	
	<i>Carex rostrata</i>			<i>Menyanthes trifoliata</i>	
	<i>C. vesicaria</i>			<i>Nuphar lutea</i>	+
	<i>C. appropinquata</i>			<i>Nymphaea alba</i>	+
	<i>Sparganium ramosum</i>			<i>Polygonum amphibium</i>	+
	<i>Caltha palustris</i>			<i>Hippuris vulgaris</i>	
	<i>Comarum palustre</i>			<i>Potamogeton lucens</i>	
	<i>Cicuta virosa</i>			<i>Lemna minor</i>	+
	<i>Lythrum salicaria</i>			<i>Utricularia vulgaris</i>	
	<i>Lysimachia thyrsiflora</i>			<i>U. cf. neglecta</i>	
	<i>Menyanthes trifoliata</i>		28	<i>Equisetum fluviatile</i>	
	<i>Potamogeton natans</i>			<i>Phragmites communis</i>	+
	<i>Nuphar lutea</i>			<i>Scirpus lacustris</i>	+
	<i>Nymphaea alba</i>			<i>Carex rostrata</i>	++
	<i>Sparganium simplex</i>			<i>C. vesicaria</i>	
	<i>Hippuris vulgaris</i>			<i>Phalaris arundinacea</i>	++
	<i>Ranunculus trichophyllus</i>			<i>Alisma plantago-aquatica</i>	+
	<i>Potamogeton alpinus</i>			<i>Juncus filiformis</i>	
	<i>P. perfoliatus</i>			<i>Comarum palustre</i>	
	<i>P. praelongus</i>			<i>Lysimachia thyrsiflora</i>	+
	<i>P. lucens</i>			<i>Menyanthes trifoliata</i>	+
	<i>P. alpinus x perfoliatus</i>			<i>Carex lasiocarpa</i>	
	<i>P. pectinatus</i>			<i>Nymphaea alba</i>	+
	<i>P. friesii</i>			<i>Potamogeton natans</i>	+
	<i>P. obtusifolius</i>			<i>Sparganium angustifolium</i>	+
	<i>Ceratophyllum demersum</i>			<i>Polygonum amphibium</i>	+
	<i>Lemna trisulca</i>			<i>Potamogeton lucens</i>	++
				<i>Utricularia minor</i>	++

Tabell 7 (forts.)

29	<i>Equisetum fluviatile</i>	+	30	<i>Crassula aquatica</i>	
	<i>Phragmites communis</i>	+		<i>Elatine hydropiper</i>	
	<i>Scirpus lacustris</i>	+		<i>Limosella aquatica</i>	
	<i>Typha latifolia</i>	+		<i>Littorella uniflora</i>	
	<i>Carex rostrata</i>	++		<i>Lobelia dortmanna</i>	
	<i>C. vesicaria</i>			<i>Alopecurus aequalis</i>	
	<i>C. pseudocyperus</i>	+		<i>Polygonum amphibium</i>	
	<i>Eleocharis mamillata</i>			<i>Potamogeton natans</i>	
	<i>Glyceria fluitans</i>			<i>Sparganium cf. angustifolium</i>	
	<i>Phalaris arundinacea</i>			<i>Sp. simplex</i>	
	<i>Juncus articulatus</i>			<i>Callitriche verna</i>	
	<i>Comarum palustre</i>			<i>C. autumnalis</i>	
	<i>Cicuta virosa</i>	++		<i>Hippuris vulgaris</i>	
	<i>Lysimachia thyrsoflora</i>			<i>Myriophyllum alterniflorum</i>	
	<i>Menyanthes trifoliata</i>			<i>Potamogeton alpinus</i>	
	<i>Nymphaea alba</i>	++		<i>P. gramineus</i>	
	<i>Nuphar lutea</i>	++		<i>P. x nitens</i>	
	<i>Potamogeton natans</i>	++		<i>P. perfoliatus</i>	
	<i>Sparganium angustifolium</i>			<i>P. pusillus</i>	
	<i>Polygonum amphibium</i>	+		<i>P. crispus</i>	
<i>Hippuris vulgaris</i>		<i>Ranunculus confervoides</i>			
<i>Potamogeton lucens</i>	++	<i>Lemna minor</i>			
<i>Utricularia vulgaris</i>	++	<i>Utricularia intermedia</i>			
			<i>U. vulgaris</i>		
30	<i>Equisetum fluviatile</i>		31	<i>Equisetum fluviatile</i>	
	<i>Phragmites communis</i>			<i>Carex acuta</i>	
	<i>Scirpus lacustris</i>			<i>Viola stagnina</i>	
	<i>Eleocharis palustris</i>			<i>Ranunculus confervoides</i>	
	<i>Carex acuta</i>			<i>Sagittaria sagittifolia</i>	
	<i>Sparganium ramosum</i>		32	<i>Potamogeton crispus</i>	
	<i>Alisma plantago-aquatica</i>			<i>Myriophyllum spicatum</i>	
	<i>Sagittaria sagittifolia</i>			<i>Ceratophyllum demersum</i>	
	<i>Glyceria maxima</i>			<i>Polygonum amphibium</i>	
	<i>Isoetes lacustris</i>		33		
	<i>I. echinospora</i>				
	<i>Eleocharis acicularis</i>				
	<i>Ranunculus reptans</i>		34	<i>Equisetum fluviatile</i>	+
<i>Subularia aquatica</i>		<i>Phragmites communis</i>		+	
	30 (forts.)			34 (forts.)	

Tabell 7 (forts.)

34	Scirpus lacustris	+	36	Juncus bulbosus	
	Typha latifolia	+		Littorella uniflora	
	Carex rostrata	++		Lobelia dortmanna	
	C. vesicaria			Nymphaea alba	+
	Cicuta virosa	+		Nuphar lutea	+
	Iris pseudacorus			Potamogeton natans	+
	Sparganium ramosum			Sparganium angustifolium	
	Peplis portula			Sp. simplex	
	Nymphaea alba	+++		Potamogeton alpinus	+
	Nuphar lutea	+++		P. pusillus	+
	Potamogeton natans	++		P. polygonifolius	
	Hippuris vulgaris	++	37	Equisetum fluviatile	+
	Elodea canadensis			Phragmites communis	+
	Myriophyllum verticillatum	+++		Scirpus lacustris	+
35				Typha latifolia	+
36	Equisetum fluviatile	+		Sparganium ramosum	
	Phragmites communis	+		Alisma plantago-aquatica	
	Scirpus lacustris	+		Carex rostrata	+
	Sc. tabernaemontanii	+		C. lasiocarpa	+
	Sc. maritimus	+		Eleocharis mamillata	
	Typha latifolia	+		Iris pseudacorus	
	Sparganium ramosum	+		Comarum palustre	
	Alisma plantago-aquatica			Lythrum salicaria	
	Glyceria fluitans			Lysimachia thyrsoflora	+
	Eleocharis mamillata			Menyanthes trifoliata	
	Carex rostrata	+		Isoetes echinospora	
	C. lasiocarpa	+		Juncus bulbosus	
	C. nigra			Littorella uniflora	
	Juncus alpinus			Lobelia dortmanna	
	J. articulatus			Potamogeton natans	++
	Caltha palustris			Nymphaea alba	+
	Comarum palustre			Nuphar lutea	+
	Lycopus europaeus			Hippuris vulgaris	
	Lythrum salicaria			Potamogeton alpinus	+
	Lysimachia thyrsoflora			P. pusillus	+
	Menyanthes trifoliata				
	Isoetes echinospora				

36 (forts.)

Tabell 7 (forts.)

38	<i>Equisetum fluviatile</i>	+	40	<i>Equisetum fluviatile</i>	+
	<i>Phragmites communis</i>	++		<i>Phragmites communis</i>	++
	<i>Scirpus lacustris</i>	+		<i>Scirpus lacustris</i>	++
	<i>Typha latifolia</i>	+		<i>Typha angustifolia</i>	++
	<i>Sparganium ramosum</i>	+		<i>Sparganium ramosum</i>	+
	<i>Alisma plantago-aquatica</i>	+		<i>Dryopteris thelypteris</i>	+++
	<i>Carex rostrata</i>	+		<i>Alisma plantago-aquatica</i>	
	<i>C. lasiocarpa</i>	+		<i>Calla palustris</i>	+
	<i>C. nigra</i>			<i>Carex lasiocarpa</i>	++
	<i>Iris pseudacorus</i>			<i>Iris pseudacorus</i>	
	<i>Comarum palustre</i>			<i>Comarum palustre</i>	
	<i>Caltha palustris</i>			<i>Caltha palustris</i>	
	<i>Lythrum salicaria</i>			<i>Glyceria fluitans</i>	
	<i>Lycopus europaeus</i>			<i>Lythrum salicaria</i>	
	<i>Lysimachia thyrsiflora</i>	+		<i>Lysimachia thyrsiflora</i>	
	<i>Menyanthes trifoliata</i>	+		<i>Lycopus europaeus</i>	
	<i>Isoëtes echinospora</i>			<i>Menyanthes trifoliata</i>	++
	<i>Juncus bulbosus</i>			<i>Nymphaea alba</i>	++
	<i>Lobelia dortmanna</i>			<i>Nuphar lutea</i>	++
	<i>Potamogeton natans</i>	++		<i>Potamogeton natans</i>	++
	<i>Nymphaea alba</i>	++		<i>Sparganium minimum</i>	
	<i>Nuphar lutea</i>	+		<i>Hippuris vulgaris</i>	
	<i>Sparganium simplex</i>	+		<i>Potamogeton alpinus</i>	
	<i>Sp. minimum</i>			<i>P. pusillus</i>	+
	<i>Hippuris vulgaris</i>	+		<i>Utricularia vulgaris</i>	++
	<i>Potamogeton alpinus</i>	+		<i>U. minor</i>	++
<i>P. pusillus</i>	+	<i>Lemna minor</i>	++		
<i>Utricularia vulgaris</i>	++				
39	<i>Equisetum fluviatile</i>		41	<i>Equisetum fluviatile</i>	+
	<i>Phragmites communis</i>	+++		<i>Carex rostrata</i>	+
	<i>Typha latifolia</i>	++		<i>Dryopteris cristata</i>	+
	<i>Iris pseudacorus</i>			<i>Calla palustris</i>	+++
	<i>Lythrum salicaria</i>			<i>Carex juncella</i>	
	<i>Lycopus europaeus</i>			<i>C. elongata</i>	
	<i>Peucedanum palustre</i>			<i>Caltha palustris</i>	
	<i>Potamogeton pectinatus</i>	+++		<i>Comarum palustre</i>	
<i>Utricularia vulgaris</i>	+++	<i>Lysimachia thyrsiflora</i>	+		

41 (forts.)

Tabell 7 (forts.)

41	<i>Lythrum salicaria</i>	+	43	<i>Equisetum fluviatile</i>	+
	<i>Menyanthes trifoliata</i>	+		<i>Phragmites communis</i>	+++
	<i>Nymphaea alba</i>	+		<i>Scirpus lacustris</i>	++
	<i>Nuphar lutea</i>	+++		<i>Typha latifolia</i>	++
	<i>Potamogeton natans</i>	+++		<i>Sparganium ramosum</i>	+
	<i>Sparganium angustifolium</i>			<i>Dryopteris cristata</i>	
	<i>Sp. minimum</i>			<i>D. thelypteris</i>	+++
	<i>Potamogeton alpinus</i>	+		<i>Alisma plantago-aquatica</i>	
	<i>P. pusillus</i>	++		<i>Calla palustris</i>	+++
	<i>Lemna minor</i>	++		<i>Glyceria fluitans</i>	
	<i>Utricularia minor</i>	++		<i>Lysimachia thyrsiflora</i>	++
42	<i>Equisetum fluviatile</i>	+		<i>Menyanthes trifoliata</i>	+
	<i>Phragmites communis</i>	+++		<i>Peucedanum palustre</i>	
	<i>Scirpus lacustris</i>	+		<i>Carex rostrata</i>	
	<i>Dryopteris cristata</i>	+		<i>C. vesicaria</i>	
	<i>Alisma plantago-aquatica</i>			<i>C. acutiformis</i>	+++
	<i>Calla palustris</i>	++		<i>C. paniculata</i>	+
	<i>Carex rostrata</i>			<i>C. pseudocyperus</i>	+
	<i>C. lasiocarpa</i>	++		<i>C. elongata</i>	+
	<i>C. pseudocyperus</i>	+		<i>Solanum dulcamara</i>	+++
	<i>C. elongata</i>			<i>Nymphaea alba</i>	+++
	<i>Iris pseudacorus</i>			<i>Nuphar lutea</i>	++
	<i>Caltha palustris</i>			<i>Potamogeton natans</i>	++
	<i>Comarum palustre</i>			<i>Callitriche verna</i>	+
	<i>Lythrum salicaria</i>			<i>Lemna minor</i>	++
	<i>Lycopus europaeus</i>		44	<i>Utricularia vulgaris</i>	
	<i>Lysimachia thyrsiflora</i>	+		<i>Najas marina</i>	
	<i>Peucedanum palustre</i>		45	<i>Equisetum fluviatile</i>	+
	<i>Menyanthes trifoliata</i>	+		<i>Phragmites communis</i>	++
	<i>Nymphaea alba</i>	+++		<i>Scirpus lacustris</i>	++
	<i>Nuphar lutea</i>	++		<i>Sc. tabernaemontanii</i>	+
	<i>Potamogeton natans</i>	+++		<i>Sc. maritimus</i>	+
	<i>Lemna minor</i>	++		<i>Carex rostrata</i>	+
	<i>Utricularia vulgaris</i>	+++		<i>C. nigra</i>	
				<i>Alisma plantago-aquatica</i>	
				<i>Triglochin maritima</i>	
				<i>Iris pseudacorus</i>	

45 (forts.)

Tabell 7 (forts.)

45	<p><i>Eleocharis</i> cf. <i>multicaulis</i> <i>E. uniglumis</i> <i>Juncus articulatus</i> <i>Lythrum salicaria</i> <i>Juncus bulbosus</i> <i>Nymphaea alba</i> + <i>Myriophyllum alterniflorum</i> + <i>Potamogeton perfoliatus</i> ++ <i>P. pusillus</i> + <i>P. pectinatus</i> ++ <i>Najas marina</i> +++ <i>Utricularia vulgaris</i></p>	51	<p><i>Mentha aquatica</i> <i>Lythrum salicaria</i> <i>Lysimachia thyrsiflora</i> <i>Veronica scutellata</i> <i>Pilularia globulifera</i> <i>Eleocharis acicularis</i> <i>Ranunculus reptans</i> <i>Elatine hexandra</i> <i>Potamogeton natans</i> <i>P. alpinus</i> <i>P. gramineus</i> <i>P. pusillus</i> <i>Myriophyllum alterniflorum</i> <i>Callitriche hamulata</i> <i>Najas flexilis</i> <i>Ceratophyllum demersum</i> <i>Utricularia intermedia</i></p>
46	<p><i>Najas marina</i> <i>Potamogeton crispus</i></p>		
47	<p><i>Potamogeton crispus</i> <i>P. obtusifolius</i> <i>Acorus calamus</i> <i>Potamogeton polygonifolius</i></p>		
48	<p><i>Butomus umbellatus</i> <i>Spirodela polyrrhiza</i> <i>Potamogeton crispus</i> <i>P. obtusifolius</i> <i>P. perfoliatus</i></p>	52	<p><i>Potamogeton alpinus</i> <i>P. pusillus</i> <i>P. obtusifolius</i> <i>P. natans</i> <i>Lemna minor</i> <i>Utricularia vulgaris</i></p>
49	<p><i>Potamogeton natans</i> <i>P. alpinus</i> <i>P. gramineus</i> <i>P. pusillus</i> <i>P. crispus</i> <i>Ceratophyllum demersum</i></p>	53	<p><i>Baldellia ranunculoides</i> <i>Potamogeton crispus</i> <i>P. pectinatus</i> <i>P. filiformis</i></p>
		54	<i>Potamogeton crispus</i>
		55	<i>Potamogeton crispus</i>
50	<p><i>Najas flexilis</i> <i>Myriophyllum spicatum</i> <i>Potamogeton crispus</i> <i>Ceratophyllum demersum</i></p>	56	<p><i>Equisetum fluviatile</i> <i>Phragmites communis</i> <i>Carex rostrata</i> <i>Mentha aquatica</i> <i>Veronica scutellata</i> <i>Isoetes echinospora</i> <i>I. lacustris</i></p>
51	<p><i>Equisetum fluviatile</i> <i>Carex rostrata</i> <i>Eleocharis palustris</i></p>		

51 (forts.)

56 (forts.)

56	<i>Eleocharis acicularis</i>	60	<i>Equisetum fluviatile</i>	++
	<i>Sparganium angustifolium</i>		<i>Phragmites communis</i>	++
	<i>Callitriche stagnalis</i>		<i>Scirpus lacustris</i>	++
	<i>Zannichellia palustris</i>		<i>Carex rostrata</i>	++
	<i>Potamogeton gramineus</i>		<i>C. vesicaria</i>	
	<i>P. perfoliatus</i>		<i>Sparganium ramosum</i>	+
	<i>P. praelongus</i>		<i>Phalaris arundinacea</i>	+
	<i>P. pusillus</i>		<i>Calamagrostis canescens</i>	+
	<i>P. pectinatus</i>		<i>Rumex aquaticus</i>	
	<i>Najas flexilis</i>		<i>Comarum palustre</i>	
	<i>Ranunculus confervoides</i>		<i>Lysimachia thyrsiflora</i>	+
	<i>Utricularia intermedia</i>		<i>Nymphaea alba</i>	++
	<i>U. neglecta</i>		<i>Nuphar lutea</i>	++
57	<i>Potamogeton lucens</i>	<i>Potamogeton natans</i>	+	
	<i>P. gramineus</i>	<i>Polygonum amphibium</i>	+	
	<i>P. pusillus</i>	<i>Potamogeton perfoliatus</i>	++	
	<i>Ranunculus confervoides</i>	<i>P. lucens</i>	++	
	<i>Ceratophyllum demersum</i>	<i>P. pusillus</i>	+	
58	<i>Typha latifolia</i>	<i>P. obtusifolius</i>	+	
	<i>Potamogeton lucens</i>	<i>Ranunculus trichophyllus</i>	++	
59	<i>Equisetum fluviatile</i>	<i>Callitriche autumnalis</i>	++	
	<i>Phragmites communis</i>	<i>C. cophocarpa</i>	+	
	<i>Scirpus lacustris</i>	<i>Elodea canadensis</i>	+++	
	<i>Carex rostrata</i>	<i>Potamogeton friesii</i>		
	<i>C. vesicaria</i>	<i>Typha angustifolia</i>		
	<i>Rumex aquaticus</i>	61	<i>Equisetum fluviatile</i>	++
	<i>Caltha palustris</i>		<i>Phragmites communis</i>	+
	<i>Comarum palustre</i>		<i>Scirpus lacustris</i>	++
	<i>Sparganium ramosum</i>		<i>Carex rostrata</i>	++
	<i>Lysimachia thyrsiflora</i>		<i>C. vesicaria</i>	
	<i>Menyanthes trifoliata</i>		<i>Rumex aquaticus</i>	+
<i>Nymphaea alba s. str.</i>	<i>Caltha palustris</i>			
<i>Nuphar lutea</i>	<i>Comarum palustre</i>			
<i>Potamogeton natans</i>	<i>Cicuta virosa</i>		++	
<i>P. lucens</i>	<i>Lysimachia thyrsiflora</i>			
<i>P. filiformis</i>	<i>Menyanthes trifoliata</i>			

61 (forts.)

Tabell 7 (forts.)

61	<i>Nymphaea alba</i>	++
	<i>Nuphar lutea</i>	+
	<i>Potamogeton natans</i>	+
	<i>P. filiformis</i>	+
62	<i>Equisetum fluviatile</i>	
	<i>Phragmites communis</i>	++
	<i>Scirpus lacustris</i>	+
	<i>Caltha palustris</i>	
	<i>Carex rostrata</i>	
	<i>C. vesicaria</i>	
	<i>C. oederi</i>	++
	<i>Eleocharis quinqueflora</i>	++
	<i>Triglochin palustre</i>	
	<i>Juncus articulatus</i>	+
	<i>Solanum dulcamara</i>	
	<i>Nuphar lutea</i>	+
	<i>Potamogeton filiformis</i>	++
	<i>P. lucens</i>	
63	<i>Equisetum fluviatile</i>	++
	<i>Phragmites communis</i>	++
	<i>Scirpus lacustris</i>	++
	<i>Carex rostrata</i>	+
	<i>C. vesicaria</i>	
	<i>Sparganium ramosum</i>	+
	<i>Solanum dulcamara</i>	
	<i>Cicuta virosa</i>	++
	<i>Lysimachia thyrsiflora</i>	
	<i>Menyanthes trifoliata</i>	
	<i>Nymphaea alba</i>	++
	<i>Nuphar lutea</i>	++
	<i>Potamogeton natans</i>	+
	<i>P. alpinus</i>	+
	<i>Ranunculus trichophyllus</i>	
	<i>Lemna minor</i>	+
<i>L. trisulca</i>	+	
64	<i>Potamogeton lucens</i>	

Tabell 8. Indikatorarter for eutrofe forhold.

Funnet på mer enn 5% av lokalitetene:		Funnet på mindre enn 5% av lokalitetene:	
<i>Sparganium ramosum</i>	23	<i>Carex appropinquata</i>	3
<i>Lemna minor</i>	22	<i>Carex elongata</i>	3
<i>Potamogeton pusillus</i>	21	<i>Myriophyllum spicatum</i>	3
<i>Typha latifolia</i>	20	<i>Najas flexilis</i>	3
<i>Potamogeton lucens</i>	15	<i>Najas marina</i>	3
<i>Polygonum amphibium</i>	12	<i>Potamogeton friesii</i>	3
<i>Calla palustris</i>	11	<i>Potamogeton x zizii</i>	3
<i>Ceratophyllum demersum</i>	11	<i>Sagittaria sagittifolia</i>	3
<i>Carex pseudocyperus</i>	10	<i>Scirpus maritimus</i>	3
<i>Potamogeton crispus</i>	10	<i>Spirodela polyrrhiza</i>	3
<i>Potamogeton obtusifolius</i>	10	<i>Typha angustifolia</i>	3
<i>Rumex aquaticus</i>	10	<i>Acorus calamus</i>	2
<i>Cicuta virosa</i>	9	<i>Bidens cernua</i>	2
<i>Scirpus tabernaemontanii</i>	9	<i>Callitriche autumnalis</i>	2
<i>Dryopteris thelypteris</i>	7	<i>Carex acutiformis</i>	2
<i>Ranunculus trichophyllus</i>	7	<i>Carex riparia</i>	2
<i>Potamogeton pectinatus</i>	6	<i>Hydrocharis morsus-ranae</i>	2
<i>Potamogeton praelongus</i>	6	<i>Bidens tripartita</i>	1
<i>Ranunculus confervoides</i>	6	<i>Eutomus umbellatus</i>	1
<i>Dryopteris cristata</i>	5	<i>Carex caespitosa</i>	1
<i>Glyceria maxima</i>	5	<i>Carex elata</i>	1
<i>Lemna trisulca</i>	5	<i>Carex paniculata</i>	1
<i>Potamogeton filiformis</i>	5	<i>Carex rhynchophysa</i>	1
<i>Elodea canadensis</i>	4	<i>Ruppia maritima</i>	1
<i>Myriophyllum verticillatum</i>	4		

Tabell 9. Botanisk eutrofiindeks for de undersøkte lokalitetene, basert på indikatorartene i tabell 7.

Lok.nr.	B _e	Artstall	Lok.nr.	B _e	Artstall
1	0,642	14	33		
2	0,167	12	34	0,374	16
3	0,258	25	35		
4	0,212	33	36	0,152	33
5	0,266	30	37	0,15	24
6	0,436	55	38	0,107	28
7	0,233	18	39	(0,222)	9
8	0,1	20	40	0,222	27
9	(0,625)	8	41	0,25	20
10	0,23	13	42	0,217	23
11	0,261	23	43	0,385	26
12	0,23	44	44	(1)	1
13	(0,125	8	45	0,227	22
14	0,167	12	46	(1)	1
15	0,166	24	47	(0,75)	4
16	0,238	21	48	(0,8)	5
17	0,261	23	49	(0,5)	6
18	0,261	23	50	(1)	4
19	0,357	14	51	0,2	20
20	0,307	13	52	(0,5)	6
21	0,40	15	53	(1)	4
22	0,277	28	54	(1)	1
23	0,522	23	55	(1)	1
24	0,376	16	56	0,365	20
25	0,379	29	57	(0,8)	5
26	0,421	28	58	(1)	2
27	0,333	18	59	0,25	16
28	0,111	18	60	0,44	25
29	0,217	23	61	0,20	15
30	0,263	38	62	0,144	14
31	(0,4)	5	63	0,294	17
32	(1)	1	64	(1)	1

Lokaliteter som en bare har ufullstendige plantedata fra, har indeks i parentes.

5. IGJENGRØINGSPROSESSER I EUTROFE INNSJØER

En innsjø er geologisk sett et kortlivet fenomen. Det akvatiske miljø vil gradvis omvandles til et terrestrisk. Vanligvis brukes det tyske uttrykk "Verlandung" om slike prosesser. En verlandung kan være betinget av sedimenttilførsel eller biologisk aktivitet, eller som oftest en kombinasjon av de to. I løpet av denne utvikling foregår det en bestemt romlig flytning av plantesamfunnene; en suksesjon som ofte kalles "hydrosere". Akvatiske plantesamfunn viker plassen for helofyttsamfunn, som igjen erstattes av terrestriske samfunn.

Fra tilførselselver og bekker mottar en innsjø alloktont materiale, som sedimenterer sammen med autoktone rester av planktonalger og dyr. Ved utløpet av elver og bekker bygges det opp sedimentbanker, som koloniseres av høyere vegetasjon (figur 6). Etablerte plantesamfunn forhindrer en gradvis utvasking av sedimentene lengre ut i innsjøen. I mindre innsjøer og i bukter av større innsjøer kan det danne seg *Sphagnum*-myrer, som brer seg utover mot åpent vann som "gungflyn". I de ofte tette og høyvokste plantebelter som omgir eutrofe innsjøer, skjer det en opphopning av planterester, som gradvis råtner bort og delvis mineraliseres. Den høyere vegetasjonens rot- og skuddsystemer binder det organiske materialet og forhindrer fluvial erosjon. Nærvar av høyere vegetasjon bidrar til hemming av vannbevegelser og øker sedimenteringshastigheten av suspendert materiale. Sammen med opphopning av planterester betinger dette heving av bunnens nivå, slik at vegetasjonsbeltene kan rykke utover.

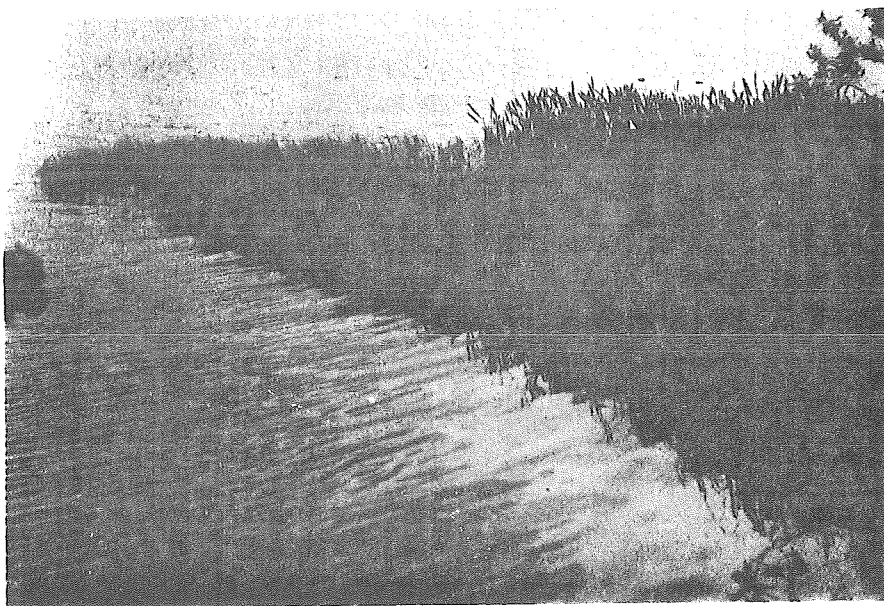


Fig. 6. Alloktont sedimenttilførsel fra tilløpselver gir høyere vegetasjon etableringsmuligheter. *Carex rostrata* og *Typha latifolia* i et tidlig igjengroingsstadium på sedimentbanker ved elveos. Brennsrudvatn, Bærum.

Igjengroing, selv i en næringsrik innsjø, skjer oftest sakte etter menneskelig målestokk. Gjødsling av en innsjø ved kulturpåvirkning kan likevel introdusere en rask igjengroing ved høyere vegetasjon. Økende igjengroing anføres ofte som konsekvens av eutrofiering. Det er før klarlagt at de fleste (ca. 85%) av de omtalte lokalitetene er til dels markert sivilisatorisk påvirket. Områdene for potensiell eksistens av eutrofe innsjøer og forekomst av de største arealer jordbruksmessig utnyttet mark, faller i Norge praktisk talt sammen. Våre næringsrike innsjøer har allerede i lengre tid vært utsatt for den belastning jordbruk i nedslagsfeltene innebærer. I den senere tid har eutrofering ved kloakkutslipp og andre forurensninger gjort seg stadig mer gjeldende. Den høyere vegetasjonens reaksjon på økt nærings-tilførsel er mangesidig. I en rekke tilfeller fører eutrofering ikke til økende igjengroing.

Som eksempel på forskjellige utviklinger kan nevnes to av de registrerte lokalitetene, nr. 8 Årungen og nr. 4 Gjølssjø. Begge representerer sterkt kulturpåvirkede innsjøer. Årungen har regelmessig vannblomstring, der blågrønnalgen *Oscillatoria agardhii* preger vannmassene (Skulberg 1968). Submers høyere vegetasjon er representert ved de tre isoetidene *Limosella aquatica*, *Ranunculus reptans* og *Eleocharis acicularis*. Ingen av de tre artene er funnet på mer enn 30 - 40 cm dyp, med sparsom forekomst. Derimot er flytebladsvegetasjonen relativt godt utviklet, med en nedre grense for *Nuphar lutea* og *Polygonum amphibium* i omlag 1,6 m dyp. Helofyttbeltene i Årungen kan nok på enkelte steder være ganske tette (skuddtetthet for *Equisetum fluviatile* 350 skuddenheter pr. m²), men de er overveiende smale og knapt noe sted mer enn 30 m brede. Igjengroing foregår i liten målestokk, særlig i sørenden av innsjøen. Det later til at Årungen er i ferd med å utvikle seg på en liknende måte som den danske Lyngby Sø (Johansen et al. 1962). Den labile likevekten mellom plankton og høyere vegetasjon er forskjøvet til fordel for planktonorganismene som vil dominere innsjøens biologiske kretsløp. De store algemengder i vannmassene om sommeren betinger et ugunstig lysklima for høyere vegetasjon. Vi har en parallell til Årungen i Gjersjøen litt lenger nord. I den senere tid er algeoppblomstringer med *Oscillatoria* blitt årviss. Så sent som i 1962 dannet den submerse arten *Ranunculus peltatus* store bestander i selve Gjersjøen og i utløpselva. I 1967 var arten forsvunnet fra utløpselva, og populasjonene i innsjøen sterkt desimerte.

Utviklingen i Gjølssjø synes å gå i motsatt retning. Gjødsling fra jordbruksavrenning har medført en rask igjengroing som gjør seg gjeldende over hele innsjøen. Igjengroingsprosessen preges av *Equisetum fluviatile*, med populasjonstettheter på over 500 skuddenheter pr. m². Lite konkurransedyktige isoetider som *Elatine hydropiper* forekommer bare på opptråkkede og nedbeitede strandpartier, der helofyttvegetasjonen er åpen og usammenhengende. Algeoppblomstringer later ikke til å være kjent fra Gjølssjø.

6. VEGETASJONSENDRINGER I KULTURPÅVIRKEDE INNSJØER

I utenlandsk litteratur finnes en rekke observasjoner av vegetasjonsforandringer i sterkt kulturpåvirkede innsjøer. Et gjennomgående trekk er den gradvise tilbakegang for benthisk submers vegetasjon, mens andre plantegrupper som helofytter og nymphaeider virker mer indifferente overfor sterk sivilisatorisk belastning. Tilbakegangen for submers vegetasjon tilskrives vanligvis et dårligere lysklima, forårsaket av økende algevegetasjon. Som et typisk eksempel kan en ta den sterkt kulturpåvirkede danske innsjø Lyngby Sø på Sjælland (Olsen 1964, Johnsen et al. 1962). Eldre foretatte floristiske undersøkelser gir her et bilde av de endringer i vegetasjonssammensetning som denne lokaliteten har gjennomgått. Av nymphaeidene er det bare *Potamogeton natans* som har hatt tilbakegang i perioden 1912 - 1960. I tidsrommet 1912 - 1944 kan det dokumenteres at følgende submerse arter forsvant: *Elodea canadensis*, *Potamogeton obtusifolius*, *Ranunculus circinatus*, *Myriophyllum verticillatum* og *Utricularia vulgaris*. Ved undersøkelser foretatt i 1956 - 1960 var det ytterligere noen arter som ikke ble funnet igjen: *Ceratophyllum demersum*, *Myriophyllum spicatum*, *Potamogeton crispus*, *Potamogeton lucens*, *Potamogeton perfoliatus* og *Stratiotes aloides*. På dette tidspunkt hadde innsjøen ikke lenger en stedegen submers vegetasjon.

Det foreligger ingen fullstendige plantelister fra norske innsjøer i eldre tid som tilstrekkelig kan belyse de forandringer som eventuelt har funnet sted. Bare få norske innsjøer er kulturpåvirket i den grad som Lyngby Sø. Påvirkningen i enkelte innsjøer har likevel antakelig medført endringer, men disse er vanskelige å dokumentere. Det er behov for undersøkelser over de kausalfaktorer som regulerer konkurranseforholdet mellom plankton og høyere vegetasjon i en innsjø. Vernetiltak på den enkelte lokalitet kan ellers ikke få den tilstrebede effektivitet.

7. BESKRIVELSE AV NOEN FORESLÅTTE VERNEVERDIGE INNSJØLOKALITETER

Det har vært forbundet med vansker å foreslå særlig verneverdige lokaliteter. Det gjør seg gjeldende en mangel på kvantitative mål for kulturpåvirkning. I mange tilfeller er det vanskelig å avgjøre om særegne biologiske forhold kan tilbakeføres på en slik påvirkning. Det er lagt vekt på en spredning av de utvalgte lokalitetene, slik at de representerer forskjellige typer eutrofe vannsamlinger. I mangel av kvantitative opplysninger er kvalitative kriterier lagt til grunn for utvalget. Det utslagsgivende har vært den enkelte lokalitets naturforhold, i første rekke rik forekomst av arter som antas å indikere eutrofe forhold. Andre innsjøer er tatt med fordi de er eksempler på lite påvirkede lokaliteter med et naturlig eutroft preg. Gjølssjø er med som eksempel på en lokalitet med interessante igjengroingsprosesser.

Tabell 10. Utvalgte verneverdige innsjølokaliteter.

Innsjø (se også tabell 5)	Spesielle biologiske forhold	Foreliggende litteratur
1. Arekilen, Hvaler.	Rik forekomst av krevfulle arter, lite påvirket lokalitet.	
4. Gjølssjø, Marker.	Interessante igjengroingsforhold.	
6. Østensjøvatn, Oslo.	Velkjent eutrof innsjø med særlig rikt plante- og dyreliv	F.eks. Brun et al. (1965).
20. Nesøytjern, Asker	Lite påvirket lokalitet med et naturlig eutroft preg.	
23. Tjernsrudtjern, Bærum.	Eksempel på de mindre, eutrofe vannsamlinger under den marine grense i Sør-Norge. Rik forekomst bl.a. av sjeldne <i>Carex</i> -arter. Lokaliteten er sterkt kulturpåvirket og i ferd med å bli ødelagt.	
25. Nordbytjern, Ullensaker.	Typeeksempler på "Potamogeton-sjø", med særlig rik submers vegetasjon.	
26. Hersjøen, Ullensaker.		
29. Danielsetertjern, Ullensaker.	Lite påvirket lokalitet med et naturlig eutroft preg.	(forts.)

Tabell 10 (forts.)

Innsjø (se også tabell 5)	Spesielle biologiske forhold	Foreliggende litteratur
32. Borrevatn, Borre.	Velkjent eutrof innsjølokalitet med særlig rikt plante- og dyreliv.	Økland (1964).
43. Tromøytjern, Tromøy.	Mindre tjern med særlig rik helofyttvegetasjon, bl.a. de sjeldne <i>Carex paniculata</i> og <i>Carex acutiformis</i> med sine eneste lokaliteter på Sørlandet.	Braarud & Aalen (1938).
56. Hognestadvatn, Time.	Representant for de eutrofe innsjøene på Jæren, med arter som <i>Najas flexilis</i> .	
59. Orentjern, Lunner.	Lite påvirket "Potamogeton-sjø", med naturlig eutroft preg.	Strøm (1942).
60. Jarenvatn, Gran.	Særlig rik submers vegetasjon med stor biomasse, typisk "Potamogeton-sjø".	Strøm (1942), Rørslett (1969).

En del av de utvalgte lokalitetene er ikke omtalt i foreliggende litteratur. Det kan derfor være berettiget å omtale enkelte lokaliteter mer i detalj. En har innskrenket seg til lokaliteter, der mer fullstendige opplysninger fra feltundersøkelser foreligger.

1. Arekilen, Hvaler

Arekilen er et lite tjern på Kirkøya i Hvaler. Lokaliteten ligger noen få meter over havnivå, og befinner seg i et langt kommet igjengroingsstadium. Helofyttbeltene er særlig tette og frodige, med *Phragmites communis* som hovedkomponent. Ellers inngår flere *Scirpus*-arter. Forekomsten av *Scirpus lacustris* og *Scirpus maritimus* kan kanskje tolkes som en marin relik. Vannsamlingen er helt oppfylt av submers vegetasjon. Her finnes kravfulle arter som *Myriophyllum verticillatum*, *Ceratophyllum demersum* og *Zannichellia palustris* i rik utvikling. Arekilen har fra eldre tid vært kjent som lokalitet for *Najas marina*. Arten ble ikke funnet ved et besøk i 1962, og det er kanskje tvilsomt om Arekilen virkelig representerer den tidligere kjente *Najas*-lokaliteten på Kirkøya. På Åland skal *Najas marina* forekomme i innsjøer av liknende type (Cedercreutz 1934).

4. Gjølssjø, Marker

Denne lokaliteten er tatt med blant de verneverdige lokalitetene på grunn av de spesielle igjengroingsforhold innsjøen viser. Innsjøen har få av de arter som antas å indikere eutrofe forhold. I følge muntlige opplysninger ble innsjøen nedtappet omkring 2 m i 1850-årene. Den omfattende igjengroingen fikk først betydning etter nedtappingen. Dette er i samsvar med observasjoner fra nedtappede svenske sjøer (Lillieroth 1950). I 1966 var anslagsvis omkring halvparten av innsjøens overflate dekket av emerse makrofytter. Det var *Equisetum fluviatile* som preget igjengroingsområdene. *Typha angustifolia* og *Calla palustris* var stedvis også av betydning. Vannvegetasjonen avsluttes mot land av brede *Carex*-belter med stor biomasse. Av kvantitativ betydning var også flytebladsvegetasjon med *Nymphaea*, *Nuphar* og *Potamogeton natans*. Submers vegetasjon oppnådde størst utvikling i åpne renner i de tette *Equisetum*-engene. Vanlig submers art var *Potamogeton pusillus*, som stedvis kunne fylle opp vannmassene helt. Isoetider forekom meget sparsomt i Gjølssjø, vesentlig på strandpartier som ble brukt til beitemark. *Elatine hydropiper* var den eneste av isoetidene med rik utvikling.

20. Nesøytjern, Asker

Nesøytjern ligger omlag 15 m over havnivå. Det er omkring 0,3 km² stort, og delt i to nesten atskilte deler. Tjernet er omgitt av lave åsrygger, oppbygd av løse kambrosilurbergarter og dekket av frodig blandingsskog. Nedbørfeltet er meget lite.

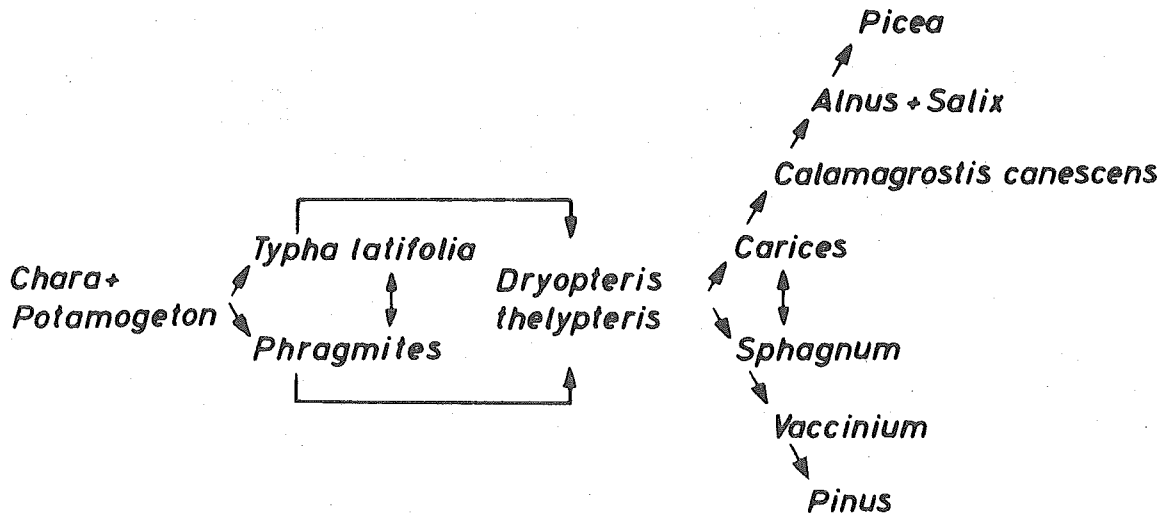
Vegetasjonen ved og i innsjøen er preget av stor frodighet. Tette, men smale helofyttbelter dannes av *Phragmites communis*, *Typha latifolia* og *Dryopteris thelypteris*. Mellom de to hoveddelene av innsjøen finnes igjengroingsområder med stor biomasse. Submers vegetasjon oppnår stedvis stor frodighet. Hovedkomponenter er *Chara* spp., *Potamogeton pectinatus* og *Utricularia vulgaris*. Enkelte steder kunne en finne *Utricularia*-individer på nesten 1 m lengde.

Ved Nesøytjernet kan en studere den velutviklede sonering i igjengroingsområdene. En typisk profil viser, fra vannflaten og inn mot land:

1) Submers vegetasjon med *Chara*, *Potamogeton* og *Utricularia*, 2) Et helofyttbelte med *Phragmites communis* ytterst, mens *Typha latifolia* gjør seg mer gjeldende innover mot land. 3) *Typha*-beltet avløses av *Dryopteris thelypteris* i frodig utvikling. Denne arten danner ytterst mot vannkanten tette tuer med vannfylte renner imellom. Lengre inn er nivået hevet over vann-

flaten og *Dryopteris*-tuene flyter sammen til sammenhengende bestander.

4) Den videre utvikling kan være mot en sumpet granskogstype, eller over et mellomstadium med *Sphagnum* mot åpen furuskog. Skjematisk kan utviklingen framstilles slik:



En undersøkelse av interstitialvann i de forskjellige vegetasjonssoner synes å indikere at *Sphagnum*-fasen representerer en utvikling i mer oligotrof retning, se tabell 10.

Tabell 11. pH og elektrolytisk ledningsevne i interstitialvann fra vegetasjonssonene i igjengroingsområdet mellom de to hoveddelene av Nesøytjern. Juli 1967.

Meter fra fri vannflate	Hovedvegetasjon	pH	Spes. ledn. evne 20°C, $\mu\text{S}/\text{cm}$
0	Chara - Potamogeton pectinatus	9,2	240
3	Typha latifolia	6,6	221
4	Phragmites enkeltvis, Dryopteris thelypteris	6,2	162
5	Dryopteris thelypteris	6,2	150
6	Sphagnum spp.	5,6	93
7	Sphagnum spp.	5,8	92
8	Sphagnum - Dryopteris thelypteris	5,9	117
9	Alnus glutinosa	5,9	138

29. Danielsetertjern, Ullensaker

Tjernet ligger i et "dødis"-område like nord for Gardormoen, og mangler regelmessig avløp. Det har en maksimal lengde på omkring 600 m, og største bredde er omlag 150 m. Store områder er grunnere enn 1 m. Den høyere vegetasjonen er ganske artsrik og frodig utviklet. Helofyttbeltene er stort sett smale, og er sammensatt av *Carex*-arter og *Cicuta virosa*. Et godt utviklet igjengroingsområde deler innsjøen i to hoveddeler. *Phragmites communis* og *Scirpus lacustris* gjør seg her særlig gjeldende i igjengroingssamfunnene. Ringormede bevoksninger med *Cicuta virosa* og *Typha latifolia* er godt utviklet i de sørlige deler av innsjøen og representerer en pionerfase i tilgroingen av lokaliteten. Flytebladsvegetasjonen er av ordinær sammensetning og preges av *Nymphaea* og *Potamogeton natans*. Blant de submerse artene er *Potamogeton lucens* av størst betydning. Arten kunne danne tette undervannsenger mellom 0,5 og 3 m dyp. Bladene var dekket av utfelt CaCO_3 . Utbredelsen av *Potamogeton lucens* i Fennoskandinavia har et tyngdepunkt i Danmark og i de midtre deler av Sverige. Lokalitetene faller i stor grad innenfor de viktigste jordbruksdistriktene både i Sverige og Danmark (Samuelsson 1934). I Norge er denne arten desidert særlig i sin utbredelse. Arten forekommer svært sparsomt i Oslo-området og opp til Mjøs-traktene, og har en enkelt lokalitet på Jæren. Hybrider mellom *Potamogeton lucens* og andre arter (*P. gramineus*, *P. perfoliatus*) forekommer utenfor utbredelsesarealet for arten i Norge. Slike hybrider, særlig *Potamogeton lucens* x *gramineus* (= *P. "zizii"*) kan effektivt formeres vegetativt, og danner masseforekomster i enkelte Trøndelags-innsjøer med næringsrikt preg.

8. DISKUSJON OG NOEN PRAKTISKE KONKLUSJONER

Brukbarheten av biologisk baserte indekser og indikatorer er omdiskutert. I mangel av andre, kvantitativt baserte kriterier er disse likevel benyttet som framgangsmåte til å karakterisere et miljø. En må da ta hensyn til den usikkerhet som slike vurderinger medfører.

Fra tabell 9 går det fram at høye indeksverdier særlig forekommer i områder på Østlandet og på noen av lokalitetene i Rogaland. De undersøkte lokalitetene på Sørlandet har påtakelig lave verdier. Dette er rimelig ut fra kunnskap om geologiske forhold og de enkelte artenes utbredelse. Noen av de sterkt kulturpåvirkede innsjøene (4. Gjølssjø, 8. Årungen) viser også lave verdier. Dette kan tolkes som en bekreftelse på en relativt sent forekommende eutrofiering med ustabile biologiske forhold uten etablering av

kravfulle arter. Den motsatte tolkning, at indikatorartene er i ferd med å forsvinne, kan kanskje være like sannsynlig.

Bruk av indikatorarter er lite tilfredsstillende for mer enn grove indikasjoner på eksisterende miljøforhold. De fleste av de aktuelle indikatorartene har også en begrenset utbredelse i Norge, som innskrenker deres brukbarhet til å karakterisere eutrofe miljøforhold. Det synes derfor nødvendig i større utstrekning å gå over til kvantitativt baserte vurderinger av eutrofigrad. Hydrokjemiske data kombinert med biomassebestemmelser og/eller eksperimentelle undersøkelser av vannmassenes fruktbarhet kan være en mulig framgangsmåte.

- 1) Naturlig næringsrike innsjøer/vannforekomster utgjør forsknings- og verneobjekter av stor viktighet. Arbeidet med å sikre slike lokaliteter for vitenskapelige og kulturelle/sosiale formål må fremmes raskt.
- 2) Arbeidet bør koordineres med andre virksomheter som går ut på å sikre vannforekomster for forskningsformål og sees i sammenheng med det generelle vern om norske vannforekomster.
- 3) De naturlige næringsrike innsjøer hører til kategorien eutrofe vannforekomster. Da eutrofiering er en hovedvirkning også av de vanlige typer vannforurensning, kan dette introdusere en uklarhet når det gjelder oppgaven å verne næringsrike innsjøer.
- 4) Det er en viktig forskningsoppgave å utrede og sammenlikne forholdene i naturlige næringsrike innsjøer og i innsjøer som er blitt eutrofe som følge av påvirkning.
- 5) Vurderinger av innsjølokalitetens eutrofigrad må i større utstrekning enn hittil baseres på kvantitative data. Dette gjelder særlig biologiske observasjoner og mål for sivilisatorisk påvirkning.
- 6) Ved gjennomføring av vernetiltak må det tas tilstrekkelig hensyn til den sivilisatoriske belastning lokalitetene er utsatt for. Detaljundersøkelser på enkelte lokaliteter må dokumentere hvorvidt de realiserte biologiske forhold er en konsekvens av den kulturpåvirkning vannmassene er utsatt for. Vernetiltakene vil måtte differensieres etter den belastning som eventuelt er nødvendig for å sikre de verneverdige naturforholdenes fortsatte eksistens.

- 7) En intensivering av undersøkelser når det gjelder næringsrike innsjølokaliteter og etablerte biologiske forhold vil være nødvendig for å komme fram til en dypere forståelse av eutrofieringsprosesser.
- 8) En regional registrering av lokaliteter med særegne naturforhold som betinger naturlig næringsrike innsjøer, må holde fram.
- 9) Denne rapport er foreløpig og ment som et utgangspunkt for videre arbeid.

9. LITTERATUR

- BRUN, E., HØEG, O.A. & SÆTHER, O.A., 1965: Østensjøvannet.
Østlandske Naturvernfor. Småskr. 7, Oslo.
- BRAARUD, T. & AALEN, O.J., 1938: Undersøkelser over makrovegetasjonen
i en del Aust-Agder-vatn.
Nytt Mag. Naturvid. 79: 1-48.
- CEDERCREUTZ, C., 1947: Die Gefässvegetation der Seen auf Åland.
Acta Bot. Fenn. 38: 1-79.
- FÆGRI, K., 1960: Maps of distribution of Norwegian vascular plants I.
The distribution of coast plants.
Oslo.
- GRANDE, M., 1965: Om sammenheng mellom eutrofiering og fiskeproduksjon
i ferskvann.
Nord. Jordbr. Forsk. 47: 191-197.
- JOHNSEN, P., MATHIESEN, H. & RØEN, U., 1962: Sorø-søerne, Lyngby Sø og
Bagevård Sø.
Dansk Ing.For. Spildevandskom. Skr. 14: 1-135.
- KOTILAINEN, M., 1954: The Stratiotes-lakes in Kittilä (Finnish Lapland)
as a floristic and quaternary problem.
Bot. Tidsskr. 51: 141-156.
- LILLIEROTH, S., 1950: Über Folgen kulturbedingter Wasserstandsenkungen
für Makrophyten- und Planktongemeinschaften in seichten Seen
des südschwedischen Oligotrophiegebietes.
Acta Limnol. 3: 1-288.
- OHLE, W., 1965: Nährstoffanreicherung der Gewässer durch Düngemittel und
Meliorationen.
Münchener Beitr. 12: 54-83.
- OLSEN, S., 1964: Vegetationsændringer i Lyngby Sø.
Bot. Tidsskr. 59: 273-300.

- RØRSLETT, B., 1969: Spredningen av vasspest, *Elodea canadensis* Michx., på Østlandet 1961 - 1968.
Blyttia 27 (under trykn.)
- SAMUELSSON, G., 1925: Untersuchungen über die höhere Wasserflora von Dalarna.
Sv. Växtsoc. Sällsk. Handl. 9: 31 p.
- SAMUELSSON, G., 1934: Die Verbreitung der höheren Wasserpflanzen i Nord-Europa.
Acta Phytogeogr. Suec. 6: 1-211.
- SKULBERG, O.M., 1965: Vannblomstdannende blågrønnalger i Norge og deres betydning ved studiet av vannforekomstenes kulturpåvirkning.
Nord. Jordbr. Forsk. 47: 180-190.
- SKULBERG, O.M., 1968: Studies on eutrophication of some Norwegian inland waters.
Mitt. Intern. Verein. Limnol. 14: 187-200.
- STRØM, K.M., 1942: Hadeland lakes.
Vid. Ad. Skr. I. Mat.-Nat.vid. Rekke 1941, 7: 1-42.
- ØKLAND, J., 1964: The eutrophic lake Borrevatn (Norway) - an ecological study on shore and bottom fauna with special reference to gastropods, including a hydrographic survey.
Folia limnol. scand. 13: 1-337.