

RAPPORT LNR 4075-99

Vasspest

(*Elodea canadensis*)

Effekter på biologisk mangfold.

Spredningsmønstre og tiltak.



Hovedkontor

Postboks 173, Kjelsås
0411 Oslo
Telefon (47) 22 18 51 00
Telefax (47) 22 18 52 00
Internet: www.niva.no

Sørlandsavdelingen

Televeien 1
4890 Grimstad
Telefon (47) 37 29 50 55
Telefax (47) 37 04 45 13

Østlandsavdelingen

Sandvikaveien 41
2312 Ottestad
Telefon (47) 62 57 64 00
Telefax (47) 62 57 66 53

Vestlandsavdelingen

Nordnesboder 5
5008 Bergen
Telefon (47) 55 30 22 50
Telefax (47) 55 30 22 51

Akvaplan-NIVA A/S

9015 Tromsø
Telefon (47) 77 68 52 80
Telefax (47) 77 68 05 09

Titel Vasspest (<i>Elodea canadensis</i>) Effekter på biologisk mangfold Spredningsmønstre og tiltak	Løpenr. (for bestilling) 4075-99	Dato 1. november 1999
	Prosjektnr. Undemr. O-96120	Sider Pris 48
Forfatter(e) Tor Erik Brandrud Marit Mjelde	Fagområde vassdrag	Distribusjon
	Geografisk område Norge	Trykket NIVA

Oppdragsgiver(e) Direktoratet for naturforvaltning (DN)	Oppdragsreferanse
---	--------------------------

Sammendrag <p>Vasspesten er pr. 1998 spredd til et 50-talls innsjøer og 12 elver. Spredningshastigheten synes å være svakt økende. Omfattende problemvekst er registrert i ca. 30% av innsjøene med vasspest. Problemvekst er bare registrert i mer eller mindre eutrofierte innsjøer og dammer. Vasspesten spres med skuddfragmenter, og spredning til nye vassdrag er hovedsakelig forårsaket av menneskelig aktivitet, særlig i f. m. forflytting av båter og fiskeredskap, men også utsetting av fisk, kreps eller rein utplanting. Tiltak for å hindre/ redusere spredning er foreslått, med vekt på informasjon og restriksjoner på bruk og flytting av båter og fiskeredskap i f. m. innsjøer med vasspest. De ione- og næringsrike innsjøene med massiv tilgroing av vasspest er ofte nøkkelbiotoper med et særlig høyt og sårbart biologisk mangfold, herunder sjeldne og truede rødlistearter. I lokaliteter med vegetasjonsdata fra før etableringen av vasspest, er det dokumentert et tildels betydelig tap av biologisk mangfold, inkludert tap av rødlistede vannplanter. Tapet av arter er antatt å være forårsaket av en kombinasjon av tilgroing med vasspest og eutrofiering.</p>
--

Fire norske emneord 1. vasspest 2. vannvegetasjon 3. biologisk mangfold 4. spredning	Fire engelske emneord 1. <i>Elodea canadensis</i> 2. aquatic vegetation 3. biodiversity 4. spreading
---	---

Tor Erik Brandrud
Prosjektleder

Anne Lyche Solheim
Forskningsleder

M. P. P. Færevik
Forskningsjef

O-96120

Vasspest (*Elodea canadensis*)

Effekter på biologisk mangfold
Spredningsmønstre og tiltak

Brekke, 1. november 1999

Prosjektleder: Tor Erik Brandrud
Medarbeidere: Marit Mjelde
Stein W. Johansen

Forord

Den foreliggende rapporten er finansiert av Direktoratet for Naturforvaltning (DN) og er den tredje og siste i en serie som omhandler vasspesten i Norge pr. idag (1996-98).

Tidligere rapporter i serien er: "Status for vasspest (*Elodea canadensis*) i Norge. Spredningsomfang og eksempler på effekter" (Mjelde 1997a) og "Vasspest i Steinsfjorden. Status for utbredelse og omfang i 1996" (Mjelde og Johansen 1997).

Takk til Jon Albert Sørensen, Karmøy, for innsamling av vasspestmateriale fra Hilleslandsvatn. Feltarbeidet forevrig er i hovesak utført av Stein W. Johansen, Tor Erik Brandrud og Marit Mjelde. De to sistnevnte har også utarbeidet rapporten. Prosjektleder av vasspestprosjektet for DN har vært Tor Erik Brandrud.

Oslo, 1. november 1999

Tor Erik Brandrud

Innhold

Sammendrag	6
Summary	7
1. Innledning	8
2. Materiale og metoder	8
2.1 Feltarbeid	8
2.2 Vurdering av innsamlet vasspestmateriale	9
2.3 Vekstforsøk	9
3. Vasspest i Norge – én eller flere arter/raser?	10
3.1 Finnes det flere vasspest-arter i Norge?	10
3.2 Morfologisk variasjon – ulike raser eller kloner av vasspest?	10
4. Vasspestens vekstform og miljøkrav	13
4.1 Vekstform og vekstsyklus	13
4.2 Klima/temperatur	14
4.3 Kjemiske og fysiske forhold	14
4.4 Hydrologi	16
5. Vasspestens spredningsevne	16
5.1 Hovedtyper av spredning	16
5.2 Vekstforsøk med skuddfragmenter	17
6. Status for spredning	19
6.1 Spredningsomfang	19
6.2 Spredningshastighet	19
6.3 Vurdering av videre spredning	21
7. Hvor omfattende er vasspestproblemet?	22
8. Effekter på biologisk mangfold	23
8.1 Endringer og tap av mangfold i vannvegetasjonen	23
8.2 Tap av mangfold – kombinasjon av vasspesttilgroing og eutrofiering?	25
8.3 Eksempler på lokaliteter med varierende forekomst av vasspest	25
8.3.1 Innsjøer med masseforekomst av vasspest	26
8.3.2 Innsjøer med mer lokaliserte forekomster	30
8.3.3 Innsjøer med uproblematisk forekomst av vasspest	32
8.4 Vasspestens effekter på dyrelivet i vann	33

9. Vasspest på Hadeland - en "case study" i lokal-regional spredning	34
10. Tiltak mot vasspest	37
10. 1 Tiltak for å hindre spredning	37
10. 2 Metoder for å fjerne vasspest	37
11. Litteratur	39
12. VEDLEGG	43
Vedlegg I. Fysisk/kjemiske data for innsjøer med vasspest	43
Vedlegg II. Undersøkte innsjøer på Hadeland	44
Vedlegg III. Vannvegetasjon i innsjøer med vasspest	45
Vedlegg IV. Latinske og norske navn	47

Sammendrag

Den foreliggende rapporten er den siste i en serie på tre som omhandler vasspest i Norge pr. i dag. Formålet med rapporten har vært å gi en vurdering av vasspestens virkning på det biologiske mangfoldet i vannvegetasjonen og vurdere vasspestens miljøkrav, spredningsevne, omfang og betingelser for problemvekst, årsaker og tiltak.

Vasspest er pr. 1998 spredd til et 50-talls innsjøer og 12 større eller mindre elvestrekninger. Spredningshastigheten synes å være svakt økende. Vasspesten er kommet for å bli i Norge, og danner bestander som har vært stabile i enkelte innsjøer helt fra 1920-tallet.

Massebestander er registrert i 20 innsjøer. I 14 innsjøer, dvs. i 30% av alle innsjøer med vasspest er det registrert omfattende problemvekst, med kompakte plantesåter som ofte når opp i overflaten, og som er til sjenanse for brukergrupper.

Alle innsjøene med problemvekst er påvirket av næringstilsig. Massebestander av vasspest er også registrert i forbindelse med lokale næringstilsig i ellers næringsfattige innsjøer. Det konkluderes med at problemvekst av vasspest bare oppstår i mer eller mindre eutrofierte innsjøer og dammer, gjennomgående med total fosfor >15-20 µg/l. Det synes også som massebestander helst oppstår i innsjøer med et visst kalkinnhold.

Ione- og næringsrike innsjøer med problemvekst av vasspest er fra naturens side svært ofte særlig artsrike nøkkelbiotoper, med et betydelig innslag av sjeldne, truede og sårbare arter ("rødlistearter"). Tilgroing med vasspest, trolig ofte i kombinasjon med eutrofiering, har ført til betydelig endring og tap av biologisk mangfold i mange av disse innsjøene. Tidligere vegetasjonsdata indikerer også tap av rødlistede vannplanter i flere av vasspest-innsjøene.

Spredning av vasspest framtrer sammen med eutrofiering som en av de viktigste truslene mot sjeldne og sårbare vannplanter, og har trolig også en negativ innvirkning på andre organismegrupper i ferskvann.

Friskt vasspestmateriale fra seks innsjøer er undersøkt for å vurdere de morfologiske variasjonene i plantene, samt få klarhet i om det finnes ulike raser i Norge. Resultatene gir ikke grunnlag for å snakke om ulike raser i Norge, men dataene viser tildels store morfologiske variasjoner innenfor arten. Det ser ut til å være klare sammenhenger mellom blad- og stengelutforming og nærings- og lysforholdene i vannet.

Det er foretatt vekstforsøk som viser at selv små skuddfragmenter av vasspest har stor evne til spiring. Særlig gjelder dette toppskudd som ofte løsriver fra plantene. Slike fragmenter har dermed et stort spredningspotensiale. Forsøkene viser imidlertid også at fragmentene ikke tåler noen særlig grad av uttørring.

I og med at vasspestens spredningsenheter ikke tåler uttørring mer enn svært kort tid er fuglespredning ikke aktuelt ved langdistansespredning. På Hadeland er det eksempler på bestander av svaner og andefugl som streifer mellom nærliggende innsjøer med og uten vasspest, uten at dette har ført til spredning. Basert på disse erfaringene antar vi at spredning med fugl er minimal, også over kortere avstander.

Menneskelig aktivitet ser ut til å være hovedårsaken til spredning mellom vassdragene. Det er indiksjoner på at planten spres særlig ved forflytting av båter og fiskeredskap, med også utsetting av fisk, kreps eller ren utplanting. En undersøkelse av en rekke innsjøer i Hadelandsregionen (der det har vært vasspest siden 1960) viser at vasspesten nesten utelukkende er spredd (i) nedover i vassdraget (med strømmen) samt (ii) til lokaliteter med mye ferdsel, båt plasser og tilgjengelighet til vei.

Det er foreslått ulike tiltak for å forhindre videre (menneske-)spredning av vasspest. Informasjon om spredningsfare bør vektlegges, samt å innføre restriksjoner for båtbruk og fiske i vann med vasspest.

Det foreslås å utarbeide en informasjonsfolder etter mønster fra den som er laget i Rogaland. Ved innsjøer med vasspestbestander, hvor det også er båttrafikk og fiske, bør det settes opp en informasjonsplakat hvor det opplyses om vasspestens spredningsveier og hvordan man hindrer spredning til andre vassdrag (rensing og tørking av fiskeutstyr og båt). I verneverdige, vasspest-frie lokaliteter innenfor vasspestens utbredelsesområde bør man vurdere forbud mot bruk av båt og visse fiskeredskap (teiner og garn) dersom disse har vært brukt i vasspestlokaliteter.

Metoder for å redusere utbredelsen av vasspesten på lokalitetene, f.eks. ved bruk av mekanisk høsting, periodevis tørrlegging, tildekking av bunnen, herbicider, samt biologisk kontroll (gresskarpe), er også vurdert.

Summary

Title: Canadian Pondweed (*Elodea canadensis*). Effects on biodiversity. Spreading patterns and measures.

Year: 1999

Author: Tor Erik Brandrud & Marit Mjelde

Source: Norwegian Institute for Water Research, ISBN No.: ISBN 82-577-3680-5

Canadian Pondweed (*Elodea canadensis*) started spreading in Norway about 1960, and is now recorded in appr. 50 lakes and 12 rivers. Massive, nuisance growth is recorded in 30% of the lakes infected, exclusively in eutrofied localities. The species is spread by plant fragments. Spreading between water courses is mainly anthropogenic, caused by movement of boats, angling equipment, in some cases probably also by stocking of fish and crayfish, or by active outplanting. Measures to reduce the spreading are proposed.

The electrolyte- and nutrient-rich lakes with massive *Elodea* growth are often key biotopes with a particularly and vulnerable biodiversity, including rare and endangered 'red list' species. In localities with data on the aquatic vegetation before the establishment of *Elodea canadensis*, it is documented an often considerable loss of macrophyte diversity, including red list species. This loss of species is probably due to a combination of massive *Elodea* growth and eutrophication.

1. Innledning

Vasspest (*Elodea canadensis*) er en nordamerikansk vannplante som kom til Europa omkring 1840, og ble første gang registrert i Norge i 1925 (Østensjøvatnet). Vasspesten har adskilte hann- og hunnplanter, men i Norge er det bare registrert hunnplanter. Dette medfører at planten hos oss formerer seg fra vinterskudd eller ved skuddfragmenter som slår rot.

Vasspesten har sitt hovedutbredelsesområde på Østlandet, hvor den fortsetter å spre seg. I de siste årene er den også registrert på Vestlandet (Karmøy, Haugesund), som er en helt ny landsdel for planten.

Dette er en typisk problemløst som man frykter kan påvirke det biologiske mangfoldet i vassdrag og redusere forekomsten av truede og sårbare arter og særegne økosystemer. Den hurtige veksten og etablering av massebestander helt opp i vannoverflata på enkelte lokaliteter kan skape store problemer for flere brukerinteresser. Planten spres lett med vannet innenfor vassdragene, og mellom vassdragene ved mennesker (flytting av båter og fiskeredskap) og muligens med fugl.

Siste oversikt over vasspestlokaliteter ble gjort for 12 år siden (Rørslett og Berge 1986). Det var derfor behov for å foreta en oppdatering av lokalitetene, samt en statusvurdering av disse. Det var videre behov for å få større kunnskap om plantens spredningsmuligheter (spredningsveier, plantenes miljøkrav) og dens betydning for biodiversiteten i innsjøen.

Den foreliggende rapporten, (rapport III), er den siste i en serie som omhandler status for vasspest i Norge pr. i dag (1996-98). Formålet med rapporten har vært å gi en vurdering av vasspestens virkning på det biologiske mangfoldet i vannvegetasjonen, videre vurdere vasspestens miljøkrav og spredningsmuligheter.

Rapport I ga en oppdatert oversikt over vasspestlokaliteter i Norge pr. 1996, samt en innledende vurdering av vasspestens effekt på diversiteten av øvrig vannvegetasjon, illustrert ved tre eksempler (Mjelde 1997a). I rapport II ble utviklingen av vasspest i Steinsfjorden i perioden 1983-96 vurdert (Mjelde og Johansen 1997).

2. Materiale og metoder

2.1 Feltarbeid

For å vurdere eventuelle effekter på mangfoldet av andre vannplanter ble vannvegetasjonen i perioden 1995-98 registrert i en rekke innsjøer med tildels store forekomster av vasspest. Følgende innsjøer er undersøkt: Nøklevatn (1997) og Lutvatn (1997) i Oslo, Årungen (1996) i Frogn/Ås, Nordbytjern (1997) i Ullensaker, Jarevatnet (1996) og Grunningen (1996-97) i Gran, Svea (1997) og Harestuvannet (1996) i Lunner, Einavatnet (1995), Steinsfjorden (1996), Juveren (1997) og Synneren (1997) på Ringerike, Evjekilen (1998) i Evje & Hornnes, samt Hilleslandsvatn (1996) på Karmøy. Noen av registreringene er foretatt i forbindelse med andre prosjekter.

Registreringene ble foretatt fra båt ved hjelp av vannkikkert og kasterive. Det ble foretatt generelle artsregistreringer og kvantifisering av vegetasjonen ved hjelp av en semi-kvantitativ skala, hvor

1=sjelden, 2=spredt, 3=vanlig, 4=lokalt dominerende og 5=dominerende. Alle dybdeangivelser er gitt i forhold til aktuell vannstand i feltperioden.

I tillegg er det foretatt en særlig undersøkelse av 46 innsjøer i Hadelandsregionen med spesiell vekt på vurdering av spredningsveier.

En del av materialet er delvis rapportert tidligere (Brandrud 1995a,b, Brandrud 1998a,b, Mjelde 1997a, Mjelde og Johansen 1997).

2.2 Vurdering av innsamlet vasspestmateriale

For å vurdere den morfologiske variasjonen hos vasspest og for å se om det finnes ulike raser i Norge innhentet vi friskt plantemateriale fra innsjøene Årungen (Akershus), Lutvatn (Oslo), Nøklevatn (Oslo), Hilleslandsvatn (Rogaland), Grunningen (Oppland) og Jarenvatnet (Oppland).

Det ble samlet inn ugreinete planter (rankevekst) fra 0.7-1m dyp. Det ble målt bladlengder og største bladbredder på 10 utvalgte blad, samt avstander mellom bladkransene, på skudd 6-20 cm fra bladspissen. Målingene ble gjort på 3 planter fra hver innsjø.

2.3 Vekstforsøk

Vasspestplanter (rankevekststadiet) ble innsamlet fra 0.7-0.8m dyp i Grunningen på Hadeland. Små stengelbiter (skuddfragmenter), h.h.v. toppskudd og segmenter litt nedenfor skuddspissen, ble behandlet med ulik grad av uttørring. Tørringen ble foretatt i klimaskap/tørkeskap ved ca. 10 og 20° C. Plantene som bare ble holdt fuktige ble lagt i avtrekkskap i små plastbeger med fuktig papir. Totalt 60 skudd/segmenter ble behandlet, mens 10 skudd ble benyttet til referanse (se tabell 1).

Tabell 1. Vekstforsøk i potter. Tallene angir antall segmenter for hver behandling.

Materiale	Behandling							
	ingen (ref.)	tørring 10°C		tørring 20°C		fuktig		totalt
		2 døgn	6 døgn	2 døgn	6 døgn	2 døgn	6 døgn	
Toppskudd (ytterste 5cm)	5	5	5	5	5	5	5	35
Segment (5cm, m. 10 bladkranser)	5	5	5	5	5	5	5	35
totalt	10	10	10	10	10	10	10	70

Etter behandlingen ble skuddene/segmentene overført til 12 potter (8 cm diameter) mens referanseskuddene ble lagt i én potte. Pottene ble plassert på ca. 0.6-0.7 m dyp i Grunningen i august 1997, med stedeget sediment og tildekket med netting. I mai 1998 ble pottene tatt inn og undersøkt m.h.p. overlevelse og spiring.

Et tilsvarende forsøk ble gjennomført i kar sommeren 1998. Her ble det tatt ut 10 cm lange skuddfragmenter (toppskudd og segment) som ble tørket ved 10°C i 2 og 6 døgn, samt referanseplanter som ble holdt i vann. Etter behandling ble plantene lagt i kar med vann fra Grunningen, i værelsestemperatur og med godt lys. Plantene ble tatt opp og undersøkt etter tre uker (da var visne planter gått i oppløsning).

3. Vasspest i Norge – én eller flere arter/raser?

3.1 Finnes det flere vasspest-arter i Norge?

Smal vasspest (*Elodea nuttallii*) finnes i Danmark (Hansen 1982) og er forholdsvis nylig registrert i Sverige (Anderberg 1992). Blant annet av denne grunn er det behov for å vurdere de norske forekomstene. Dessuten er det mulig at tømming av akvarier har ført til eller kan føre til spredning av vasspest og nærstående arter eller slekter.

Elodea-slekta har bladkranser med 2-3 (sjelden 4) blad (i motsetning til den svært like *Egeria*-slekta som har kranser med 4-5(8) blad) (St. John 1965, Casper & Krausch 1980). Når det gjelder bestemmelse av de enkelte *Elodea*-artene oppgir St. John (1965) og Casper & Krausch (1980) først og fremst fertile skillekarakterer, som er vanskelig å bruke i Norge hvor mye av materialet er sterilt. Simpson (1986) har imidlertid laget en nøkkel for de britiske *Elodea*-artene, som også er basert på sterile karakterer. Vanlig vasspest (*Elodea canadensis*) er svært variabel, men bladene er svært sjelden lansettformet og bladspissen er gjerne butt eller kort avsmalnende. Smal vasspest (*Elodea nuttallii*) har blader som er smalere (linjeformet-lansettformet) og med en jevnt avsmalnende (gjærne spiss) bladspiss. Ifølge Cook & Urmi-König (1985) er dessuten de fleste bladene hos *E. canadensis* mer enn 1.75 mm breie, ofte rektangulære (oblange) eller eggformete (ovate) mens bladene hos *E. nuttallii* sjelden blir mer enn 10 mm lange og så breie som 1.75 mm.

Et utvalg belegg av vasspest ble kontrollert (herb. NIVA) etter nøkkelen hos Simpson (1986). Det ble ikke funnet noe annet enn vanlig vasspest (*Elodea canadensis*) blant disse (Mjelde 1997a).

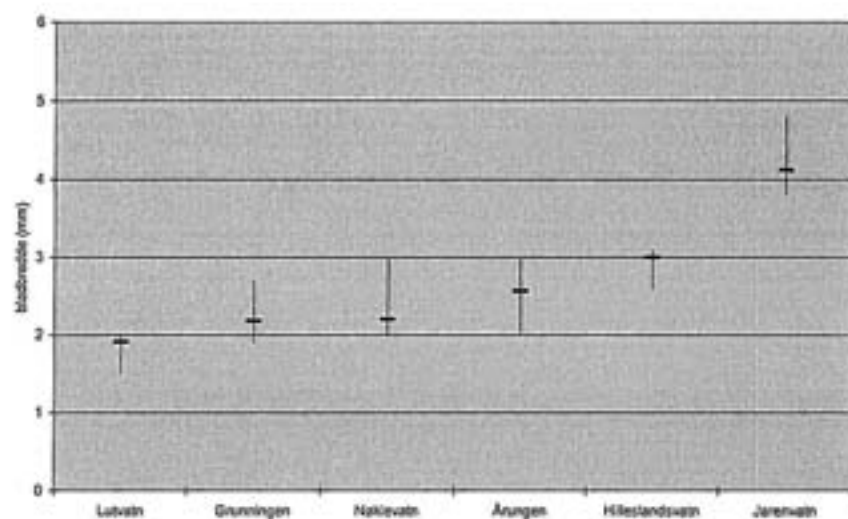
3.2 Morfologisk variasjon – ulike raser eller kloner av vasspest?

Gjennomgangen av plantematerialet viste store variasjoner mellom de forskjellige lokalitetene. Dette er belyst med planter fra Årungen, Jarevatnet, Lutvatn, Nøklevatn, Grunningen og Hilleslandsvatn.

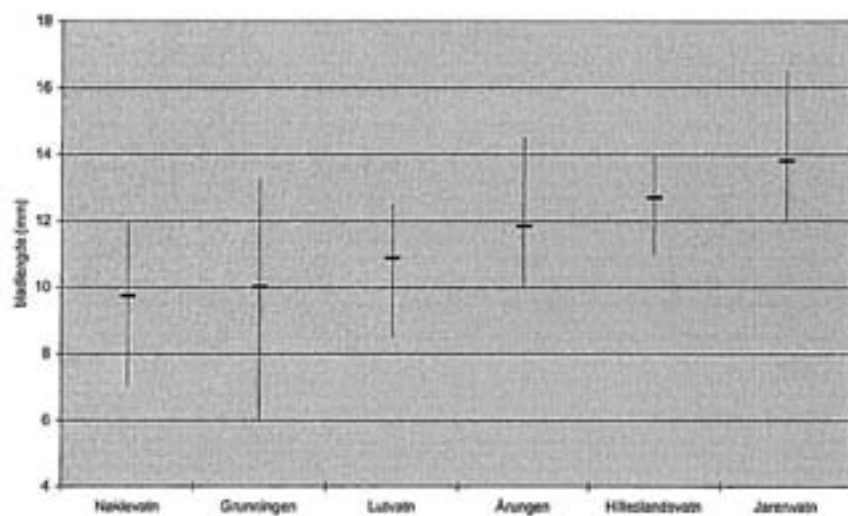
Variasjonene i bladbredde og bladlengde er vist i tabell 2. Alle verdiene er innenfor grensene oppgitt for *Elodea canadensis* (Cook & Urmi-König 1985), selv om plantene i Lutvatn er en del smalere enn i de øvrige innsjøene og Jarevatnet-plantene har markert bredere blad (figur 1-3). Vi regner med at alle vasspest-lokalitetene på Hadeland, inkl. Grunningen, har sist utspring i Jarevatn-forekomsten. Noen av de plantene som er mest ulike er imidlertid plantene fra Jarevatnet og Grunningen. Resultatene gir derfor ikke grunnlag for å snakke om ulike raser i disse innsjøene, men gjenspeiler heller de store variasjonene som kan forekomme innenfor en og samme art.

Tabell 2. Karakteristiske verdier for vasspest-planter fra ulike lokaliteter i Norge. Det er gjort lengde- og bredde målinger på 30 blad fra hver innsjø. Antall bladkransavstander er vist i parentes.

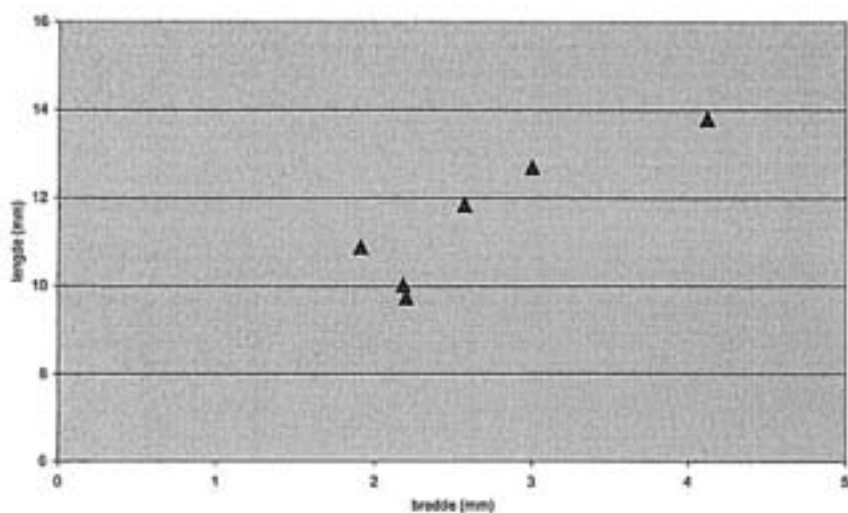
Planter fra	Bladbredde (mm)		Bladlengde (mm)		Bladkransavstand (mm)	
	middel	min-max	middel	min-max	middel	min-max
Årungen (AK)	2.57	2.0-3.0	11.85	10.0-14.5	9.2 (48)	3.0-15.5
Jarevatnet (OP)	4.12	3.8-4.8	13.80	12.0-16.5	9.3 (41)	5.0-15.5
Nøklevatn (OS)	2.20	2.0-3.0	9.73	7.0-12.0	3.8 (43)	2.0-5.0
Lutvatn (OS)	1.91	1.5-2.0	10.88	8.5-12.5	3.0 (30)	2.0-5.0
Hilleslandsvatn (RO)	2.96	2.6-3.0	12.70	11.0-14.0	6.9 (64)	5.0-9.3
Grunningen (OP)	2.18	1.9-2.7	10.01	6.0-13.3	5.6 (59)	3.0-10.0



Figur 1. Karakteristiske verdier for bladbredder hos vasspestplanter.



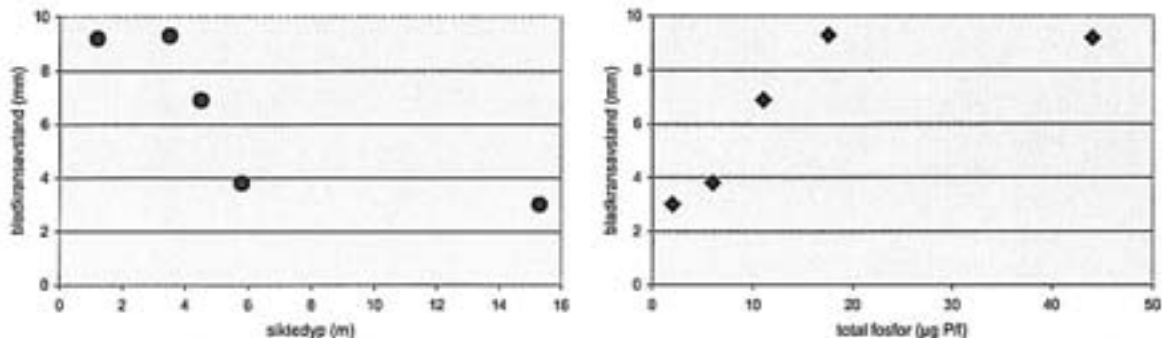
Figur 2. Karakteristiske verdier for bladlengder hos vasspestplanter.



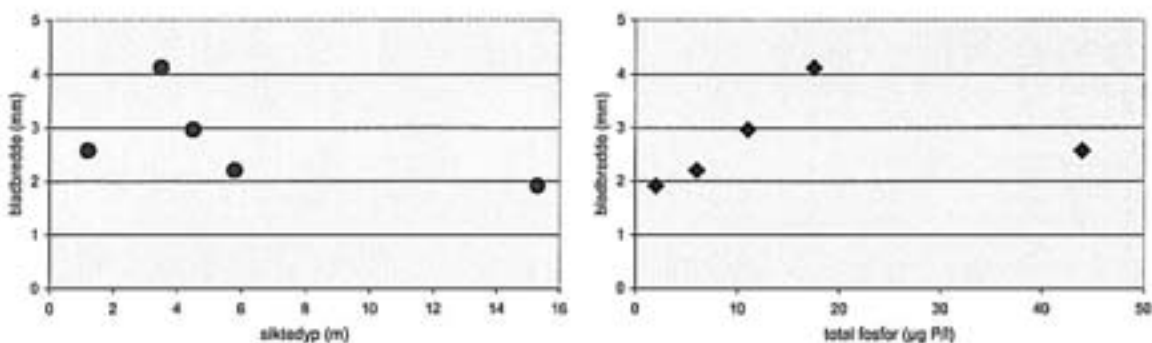
Figur 3. Forholdet mellom bladbredder og bladlengder.

Det ser ut til å være en klar sammenheng mellom bladkransavstanden på vasspestplantene og fosfor og siktedyp i innsjøene (figur 4) slik at avstanden er størst i de mest næringsrike innsjøene med lavt siktedyp. Plantene vokser i lengderetningen på bekostning av utvikling av bladkranser der lysforholdene er dårlige. Dette er særlig tydelig i Årungen og Jarevatnet, hvor plantene er svært glisne med bladkransavstander på over 9 mm. Dette er i overensstemmelse med resultatene fra Adams et al. (1971), som undersøkte vasspest-planter fra 24 lokaliteter i Pennsylvania, USA.

Tilsvarende sammenheng er registrert mellom bladbredde og fosfor og siktedyp (figur 5), ved at bredden øker i de næringsrike innsjøene. De markert breibladete plantene i Jarevatnet stemmer godt overens med næringsinnholdet. Dette stemmer også godt overens med erfaringer fra andre arter og vannforekomster hvor en ser at økning i næringsinnhold ofte fører til frodigere planter (se f.eks. Mjelde 1997b). En næringsøkning utover det eutrofe – hypereutrofe området ser imidlertid ut til å ha negativ innvirkning på bladbredden hos vasspestplantene. Det ser altså ut til at plantene når en maksimumsverdi på ca. 4 mm i svakt eutrofe innsjøer. Adams et al. (1971) fant at bladbredden ble redusert ved eutrofiering. Det framkommer imidlertid ikke hvorvidt dataene deres inkluderer oligotrofe-mesotrofe innsjøer, med tot-P < 20 µg/l. Vi fant mindre variasjon i bladlengde, men med samme tendens som for bladbredden.



Figur 4. Forholdet mellom midlere bladkransavstand og siktedyp (til venstre) og fosforinnhold (til høyre). Siktedyp og fosfor = gjennomsnittsverdier for sommersesongen. Kjemiata mangler for Grunningen.



Figur 5. Forholdet mellom midlere bladbredde og siktedyp (til venstre) og fosforinnhold (til høyre). Siktedyp og fosfor = gjennomsnittsverdier for sommersesongen. Kjemiata mangler for Grunningen.

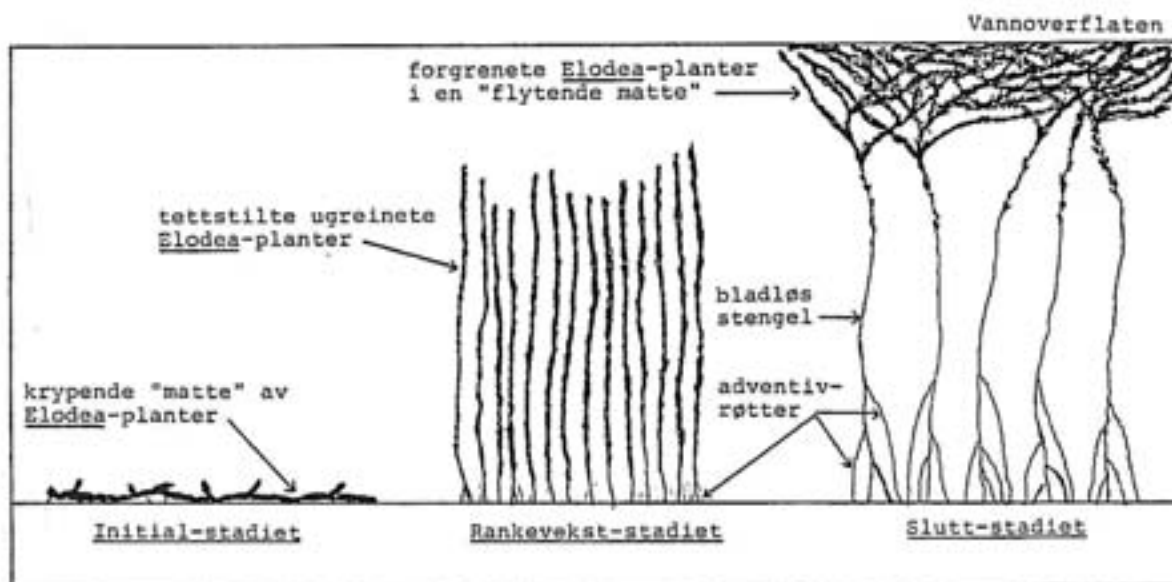
En nær sammenheng mellom næringsstatus og vekstform er også tidligere indikert på norsk vasspestmateriale (Rørslett 1978). Denne sammenheng tyder på at den morfologiske variasjonen i det norske vasspestmaterialet er reint miljøbettinget (fenotypisk), og ikke genetisk bettinget (genotypisk). Materialet som er undersøkt gir med andre ord ingen indikasjoner på ulike raser eller kloner av vasspest i Norge. Også de variasjonene som Adams et al. (1971) registrerte ble av Cook & Urming-König (1985) karakterisert som fenotypisk plastisitet.

4. Vasspestens vekstform og miljøkrav

4.1 Vekstform og vekstsyklus

Det er vanlig å skille ut tre vekststadier for vasspest (se bl.a. Rørslett m.fl. 1984, Johansen 1987, Berge 1989), illustrert i figur 6.

1. **Initial-stadiet:** I områder som ikke er kolonisert tidligere vil planten danne en krypende "matte" på bunnen, som forankrer seg til sedimentet med tallrike adventivrøtter fra bladhjørnene. Planten kan kolonisere store arealer på denne måten før det dannes skudd mot overflaten.
2. **Rankevekst-stadiet:** Plantene står med tettstilte, ugreinete skudd som vokser "i takt" oppover mot vannoverflaten. Når plantene nærmer seg overflaten, kan blomstring og forgreining initieres. Vasspest-koloniene kan holde seg i dette stadiet gjennom flere vekstsesonger, noe varierende etter dybdeforholdene på voksestedet.
3. **Slutt-stadiet:** Plantene foregreiner seg sterkt nær overflaten og danner en tettpakket, flytende matte, ofte med intens blomstring. I velutviklede massebestander ligger mer enn $\frac{3}{4}$ av biomassen i dette øvre laget. Slike bestander blir gjerne overgrodd med begroingsalger, som sammen med skum og drivmateriale gjør at overflatebestandene utvikler seg til en grøtaktig masse som raskt reduserer plantens vitalitet. Etter en tid bryter disse såtene sammen.



Figur 6. Skisse av de tre ulike vekststadier for vasspest i Steinsfjorden (fra Johansen 1987).

Vasspestens turioner (kompakte skuddanlegg) er primitive fordi de ikke er selvstendige enheter, mangler ekte hvilestadium og vil som regel fortsette veksten mens de ennå er festet til morplanten (Cook & Urmi-König 1985). På denne måten får vasspesten flerårige skudd der temperaturen i vannet blir helt avgjørende både for lengden av vekstsesongen og plantens livssyklus. På flere lokaliteter er overvintrende vasspest registrert, bl.a. i Steinsfjorden hvor den overvintrer flere steder som grønne, friske opprette bestander (Johansen 1987). Vekstsesongen starter imidlertid i april-mai med at plantene faller sammen og blir liggende som en mer eller mindre tykk matte på sedimentoverflata. Denne matta danner grunnlag for den nye veksten, men som regel vil bare noen få prosent av den eldre biomassen inngå i en ny bestand, slik at den overvintrende vasspest-bestanden kan betegnes ettårig (annuell) eller vinter-annuell (Johansen 1987).

4.2 Klima/temperatur

Vasspesten foretrekker relativt kaldt vann, optimal vanntemperatur på 10-25°C (Cook & Urmi-König 1985). I Norge er planten bare registrert lavere enn 500 m.o.h. (Mjelde 1997a), men denne høydegrensa er nok spredningsbestemt og ikke klimatisk betinget. En av de høyestliggende lokaliteter for vasspest er Einavatnet på ca. 400 m.o.h. Her danner planten store bestander, stedvis overflatematter, og ser ut til å trives godt (Kjellberg m.fl. 1996). Det er vanskelig å si hvor høyt vasspesten kan trives, men vi regner ikke med at den vil kunne ha stor forekomst i innsjøer i høyfjellet. Svært få vannplanter forekommer i innsjøer over tregrensa, på grunn av de ekstreme klimaforholdene med lav vanntemperatur og kort vegetasjonsperiode (Rørslett 1991, Mjelde 1997b).

4.3 Kjemiske og fysiske forhold

Vasspesten foretrekker næringsrikt og kalkrikt vann (pH 6.5-10), men tolererer en svært varierende vannkjemi (Cook & Urmi-König 1985).

I norske innsjøer hvor planten danner masseforekomster varierer total fosfor mellom 10 og 44 µg P/l og kalsium mellom 12 og 58 mg Ca/l (middelverdier for sommersesongen) (tabell 3), mens den stort sett har små forekomster i de næringsfattige og lite kalkrike innsjøene. Det er ikke registrert massebestander i innsjøer med tot P <10 µg/l og Ca <10 mg/l. I 55 innsjøer med forekomst av vasspest i British Columbia, varierte fosfor mellom 3 og 59 µg P/l (Spicer & Catling 1988). Ifølge Mulligan et al. (1976) har vasspest overlevd i svært næringsrike dammer, med opptil 7.5 mg P/l og 75 mg N/l, men det er ikke oppgitt hvorvidt den fantes i bestander eller bare som enkeltskudd.

De norske dataene antyder at vasspesten, som de fleste andre vannplanter blir redusert og forsvinner ut i hypereutrofe innsjøer (figur 7). Østensjøvatn, som er en klart hypereutrof innsjø, hadde tidligere bestander av vasspest og i 1975 forekom den spredt over store deler av innsjøen og utgjorde, sammen med hornblad, storparten av undervannsvegetasjonen (Rørslett 1975). I 1993 ble den bare såvidt registrert i Bogerudmyra og ikke i selve innsjøen (Wesenberg, pers. med.).

I og med at vasspesten tar det meste av næringsstoffene fra sedimentet vil man også kunne finne frodige vasspestbestander lokalt i næringsfattige innsjøer der sedimentet tilføres næring, f.eks. i nordenden av Harestuvatnet, ved utløpet av rensanlegget. Utarming av sediment-fosfor kan være forklaringen på vasspestens hurtige tilbakegang på mindre næringsrike lokaliteter (f.eks. flere lok. i Tyrifjorden) (Rørslett m.fl. 1984).

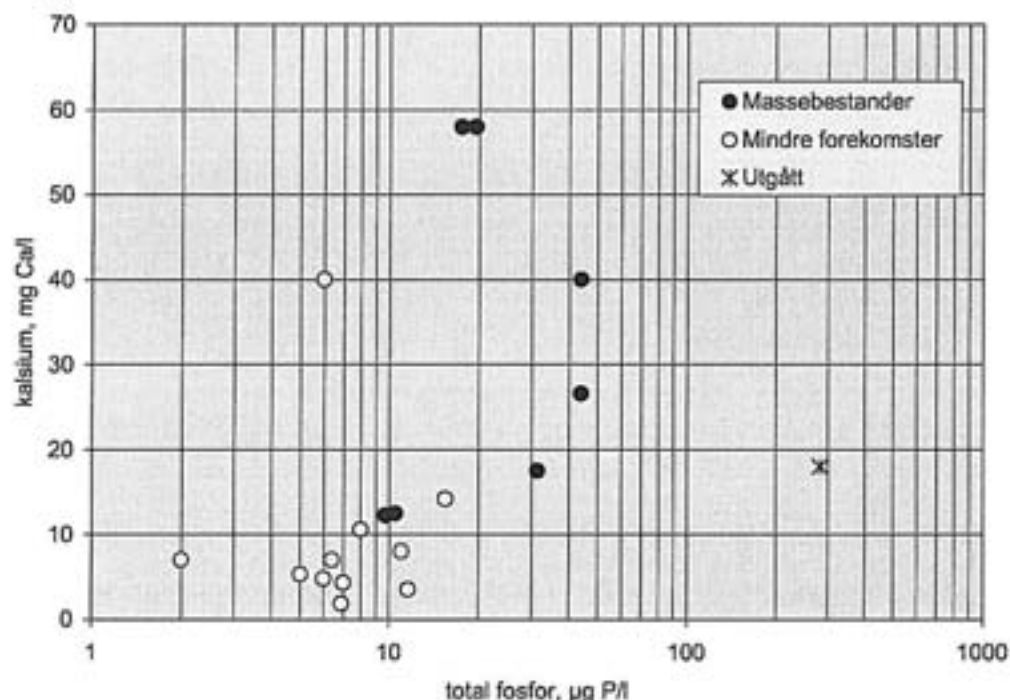
Tabell 3. Karakteristiske data (middel og total variasjon) for norske innsjøer med henholdsvis massebestander av vasspest og innsjøer med mindre eller begrensete forekomster (se også vedlegg I).

	Total fosfor	Total nitrogen	Kalsium	Klorofyll	Siktedyp
Massebestander (7 innsjøer)	25.2 (9.7-44.0)	1763 (250-4089)	32.1 (12.3-58.0)	16.0 (4.5-37.0)	3.0 (1.2-4.7)
Mindre forekomster (11 innsjøer)	7.8 (2.0-15.5)	558 (233-1305)	9.7 (1.9-40.0)	3.3 (1.4-7.3)	4.5 (2.9-6.5)

Undersøkelser i Steinsfjorden har vist at de store vasspestbestandene under spesielle omstendigheter kan føre til en intern gjødning av innsjøen (Rørslett m.fl. 1984, Berge 1989). Næringsstoffer, i første rekke fosfor, som vasspest tar opp fra sedimentet kan frigjøres ved nedbrytning. Normalt skjer denne nedbrytningen etter at plantene har sunket ned på bunnen på vinteren/våren, og næringsstoffene føres tilbake til sedimentet eller tas opp i den nye skuddmassen. I unntakstilfeller kan imidlertid fjorårets skuddmasse flyte opp og råtne i overflaten, og dette fører til frigivelse av fosfor og andre næringsstoffer, med algeoppblomstring til følge. Slike episoder med oppflyting og forråtnelse ble registrert på

1970-80-tallet både i Steinsfjorden, Jarenvatnet og Grunningen, og synes å være knyttet til særlig kraftig plantevekst og ubalanse i årssyklus i en pionerfase etter etablering (jfr. Berge 1989, Johansen 1987).

Arten er sannsynligvis konkurransedyktig ved eutrofiering, trolig fordi den er mer tolerant overfor dårligere lysforhold og kan overleve i innsjøer hvor andre arter forsvinner. Dette bekreftes også av Davis & Brinson (1980) (ref. i Spicer & Catling 1988), som har beskrevet den som tolerant overfor de forandringer som fører til eutrofiering og økt turbiditet. I følge Sheldon & Boylen (1977) og Peverly (1979) ser planten ut til å ha et fortrinn ved lave lysintensiteter og lav vanntemperatur.



Figur 7. Forekomst av vasspest i forhold til kalsium- og fosforgradienter i innsjøer.

Vasspest ser ikke ut til å greie seg i ionefattig, mer eller mindre forsuret vann. Et eksempel på dette er den nedre og relativt sure delen av Otra. Her har arten lenge forekommet nederst i en liten, næringsrik bekk/kanal som munner ut i hovedelva (Blomdal & Egerhei 1983), men har ikke greid å spre seg nedover i selve Otra hvor pH er 5.5-6. Planten kan benytte bikarbonat som karbon-kilde (referanser i Spicer & Catling 1988), og er trolig avhengig av bikarbonatholdig vann. Forøvrig krever planten tilgang på jern i redusert form. Vasspesten kan danne store problematiske bestander i områder hvor sedimentet er jernrikt, mens de går tilbake når tilgjengelig jern i sedimentet faller under et kritisk nivå (se referanser i Spicer & Catling 1988). I Norge har vi ingen data på sammenhengen mellom vasspestbestander og jerninnholdet i sedimentet.

Luther (1951) fant vasspesten i områder med saltholdighet opp mot 2.4 promille og Erlandsen (pers. obs., ref. i Mjelde & Hvoslef 1985b) fant vasspesten i vann med saltholdighet opp til ca. 2.8 promille, men den hadde her tydelig dårligere vekstforhold. Det ser med andre ord ut til at vasspesten bare kan danne problembestander i ferskvann og svakt brakt vann. Eksempel på et svakt brakt område som kan få endel vasspest er indre del av Drammensfjorden ved utløpet av Drammenselva. Vasspest har vært i Drammensvassdraget i 40-45 år og ble registrert ned til Langesøya i Drammenselva i 1983 (Mjelde og Hvoslef 1985a).

Det er ikke foretatt sedimentundersøkelser i forbindelse med den foreliggende studien, men tidligere undersøkelser i Steinsfjorden indikerer at arten foretrekker næringsrike, faste, relativt mineralske sedimenter (Johansen 1987). Arten synes å unngå bløte, organiske sedimenter, og unngår derfor bl.a. myrtjern, selvom disse enkelte ganger kan være kalk- og næringsrike. Løse kalkmergelbanker synes også å være uegnet.

4.4 Hydrologi

Regulerings effekter på vasspest illustreres godt både i Dokkadeltaet i Randsfjorden og i Nordre Øyeren. Disse innsjøene tappes ned 2-3 m på ettervinteren, og vasspesten tørrlegges og fryser inn i isen, og den frostømfintlige arten holdes dermed i sjakk. Enkelte smådammer i Dokka-deltaet som "henger igjen" og ikke tørrlegges ved nedtappingen, er derimot helt igjenvokste av vasspest (Brandrud m.fl. 1994).

I elver forekommer vasspesten bare på stilleflytende partier og som regel i småvokste bestander. Plantene synes let å slites istykker eller løsne fra bunnen der det er noe særlig strømpåvirkning.

5. Vasspestens spredningsevne

5.1 Hovedtyper av spredning

Vasspesten har skilte hann- og hunnplanter, men i Norge er det bare registrert hunnplanter. Her i Norge formerer planten seg fra vinterskudd eller fra skuddfragmenter. Fragmentets evne til å overleve overgangen fra en innsjø til en annen og etablere seg i det nye habitatet er først og fremst avhengig av fragmentets evne til å vokse opp til en ny plante (opptre som en propagule) og graden av uttørring (Johnstone et al. 1985).

Tre hovedtyper av spredningsdynamikk kan utskilles:

1. Passiv vannspredning til lokaliteter nedstrøms i vassdraget
2. Aktiv kortdistansespredning over land, til nabovassdrag eller lokaliteter høyere opp i vassdraget
3. Aktiv langdistansespredning til nye regioner

Passiv vannspredning. Når vasspesten først er etablert i et vassdrag spres den med vannet og det skjer etablering av drivmateriale og skuddfragmenter i vassdraget nedstrøms. Skudd kan rives løs ved flom, kraftig bølgeaktivitet o.l. og ved beiting fra svaner og andre vannfugl. Skuddene som løsrives danner lett adventivrøtter og kan rotfeste seg på nye steder. Nedstrømspredningen kan skje meget raskt på stilleflytende elvestrekninger. Således spredde arten seg f.eks. gjennom hele Nitelva og gjennom Drammenselva nedstrøms Tyrifjorden på bare noen få år.

Denne spredningstypen er viktig særlig i elver, og anslagsvis 15 av innsjøene og de fleste elvestrekninger har fått vasspesten inn på denne måten. Spredningsmåten er også tilnærmet 100% effektiv, dvs. vasspesten synes pr. idag å ha funnet veien til de aller fleste egnede dammer, bukter og bakevjer i f.eks. Nitelva og Drammenselva.

Aktiv kortdistansespredning. Slike overføringer er enten forårsaket av mennesker eller dyr/fugl som transporterer skuddfragmenter i pels/fjærdrakt. Anslagsvis i 23 innsjøer og dammer kan vasspesten antas å ha blitt innført over land ved kortdistansespredning. Vannfugl har gjerne vært betraktet som en av de mest aktuelle spredningsagensene, særlig svaner (og stedvis kanadagås) som opptrer med meget høye individtall i vasspest-innsjøer. Vi har imidlertid svært få holdepunkter for at svaner og andre

fuglearter sprer vasspest i noen særlig grad. Flere steder på Hadeland finnes vasspest-dominerte og vasspest-frie innsjøer side ved side, og med svanebestander som trekker mellom disse (se kap. 9).

Vi har derimot endel holdepunkter når det gjelder spredning ved mennesker. Det er f.eks. flere innsjøer hvor vasspesten først ble registrert omkring en båtplass, før den fantes i andre deler av innsjøen (Gjersjøen i Oppegård, Svea på Hadeland, Nordbytjern på Romerike). Ofte er arten spredd til innsjøer som ligger langs vei, og som har åpne strandsoner med endel ferdsel, mens nærliggende, mer utilgjengelige innsjøer ikke har vasspest (se kap. 9). Minst 17 av de 23 innsjøene med antatt kortdistansespredning over land ligger slik lett tilgjengelig ved vei.

Steinsfjorden og Jarenavatnet, begge velkjente krepselokaliteter, kan være spredningskilden for flere, kanskje de fleste, nye vasspestlokalitetene i Østlandsområdet, f.eks. innsjøer på Hadeland, Mylla i Nordmarka og Einavatnet på Toten. Dette kan også være en kilde til spredning i andre landsdeler (se nedenfor). Nyetablering av vasspest sees også i tilknytning til båtplasser, f.eks. Gjersjøen, hvor vasspesten bare er registrert ved båtplassen (egne obs.). I Svea på Hadeland ble også vasspesten først observert omkring båtplassen (se kap. 8, 9). Spredningsagenser i vasspestområdet på Hadeland er nærmere diskutert i kap. 9.

Aktiv langdistansespredning. Det foreligger 9 eksempler på mer eller mindre klare langdistansespredninger (jfr. Mjelde 1997a):

- (i) introduksjonen til Norge (oppdaget 1925; Østensjøvatn)
- (ii) dam ved Borregaard, Sarpsborg (1939; fra akvarium; nå utgått)
- (iii) Jarenavatnet på Hadeland (ca. 1960; trolig fra Østensjøvatn, kan også ha vært innført)
- (iv) Vassbotn i Halle vann vest for Larvik (1967)
- (v) Lahelldammen i Lier (1973; fra akvarium; nå utgått)
- (vi) Fjærekilen i Norsjø, Telemark (1981)
- (vii) Evjekilen ved Otra (1982)
- (viii) Hilleslandsvatnet på Karmøy (1992)
- (ix) Molandsvatnet ved Arendal (1992).

Slike langdistansespredninger kan ha foregått på samme måte som kortdistansespredningen, sannsynligvis ved forflytning av båt eller fiskeredskap. Imidlertid er slik forflytning mindre sannsynlig over store avstander, og sannsynligheten for at vasspest-fragmenter skal overleve en slik transport er også mindre. Det kan være vel så sannsynlig at vasspest har blitt med som "blindpassasjer" f.eks. ved utsetting av fisk. Spredning fra tømning av akvarium er den uttalte grunnen til etableringen i Lier og ved Borregaard, og en slik årsak kan være aktuell også i andre tilfeller. I tilfellet Karmøy har det vært foreslått en spredning i forbindelse med utsetting av gjedde som har skjedd i samme tidsrom som vasspesten har etablert seg (Rørslett 1995). Utsetting av kreps kan være årsaken i andre tilfeller, da både Steinsfjorden og Jarenavatnet er mye benyttede krepselokaliteter. I tilfellet Evjekilen vet vi at det har vært forflyttet kajakk fra vasspestområdet på Hadeland til Evjekilen (Brandrud 1998b).

Siden vasspestens spredningsenheter i meget liten grad tåler uttørring (se kap. 5.2 nedenfor) er fuglespredning lite aktuelt ved langdistansespredning.

Menneskelig aktivitet, kanskje særlig forflytning av båter og fiskeredskap, men også utsetting av fisk eller ren utplantning, ser ut til å være hovedårsaken til spredning mellom vassdragene.

5.2 Vekstforsøk med skuddfragmenter

For nærmere å undersøke overlevelse og spredningspotensiale for vasspest ble skuddfragmenter utsatt for ulik grad av uttørring (2-6 døgn), og deretter dels lagt i kar med vann for å undersøke spiring og dels satt ut i pletter i en egnet vasspestinnsjø (Grunningen) (se kap. 2).

I karforsøket ble det ikke registrert noen spiring fra de tørkebehandlede skuddfragmentene (tabell 4). I pottforsøket i innsjø ble det registrert spiring fra étt skudd i pottene med tørket materiale. Denne observasjonen er imidlertid beheftet med usikkerhet, da utformingen av skuddet kan tyde på at det stammer fra drivmateriale som hadde etablert seg.

Spiringen fra skuddfragmentene som var holdt fuktig (uten tørkebehandling) var relativt omfattende. Omtrent halvparten av skuddene som var satt ut i potterspirte, dannet adventivrøtter og overlevde vinteren. I karforsøket var det god vekst av alle toppskuddene (som var holdt fuktige). Segmentene tatt rett nedenfor skuddspissen overlevde også, men hadde lav spiring (én av 5). Her var imidlertid alle synlige anlegg til sideskudd fjernet på forhånd. Resultatet viser at evnen til å danne sideskudd utover synlige skuddanlegg er begrenset.

I innsjøforsøket var ikke synlige anlegg til sideskudd fjernet på forhånd. Den gjennomsnittlige avstanden mellom vekstpunktene som dannet sideskudd var 4.1 cm, dvs. anlegg for hver 7-10 bladkrans. Den reelle gjennomsnittsavstanden er trolig noe lengre, da noen fragmenter bare fanget opp étt vekstpunkt. Resultatet skulle innebære at løsevne skuddfragmenter større enn ca. 6-8 cm vanligvis er tilstrekkelig for å spre planten. Toppskudd kan trolig være betydelig kortere, også fragmenter, dersom det inneholder et sideskuddanlegg (jfr. Rørslett 1969). Sammenfatningsvis indikerer vekstforsøkene følgende:

1. Små fragmenter (6-8cm), som inneholder anlegg for sideskudd og adventivrøtter, er tilstrekkelig som spredningsenheter for vasspest.
2. Avrevne toppskudd har størst (tilnærmet 100%) spireevne, og vil sannsynligvis etablere nye planter hvis de får kontakt med sedimentet.
3. Vasspestfragmentene er tørkeømfintlige. Fragmenter som har vært utsatt for uttørring i 2 døgn eller mer har tilnærmet ingen spiring.

En finner ofte rikelig med avrevne toppskudd som drivmateriale i vasspest-innsjøene, fordi (i) plantene er skjøre og brekker lett nær toppen, og (ii) toppskuddene lett brekker av pga. beiting av svaner og andre vadefugler. En kan forøvrig merke seg at det sommeren etter vekstforsøkene startet hadde etablert seg en tett samling av nye skudd i pottene ved at skuddfragmenter (drivmateriale) hadde festet seg med adventivrøtter ned igjennom nettingen i pottene. I gjennomsnitt ble det registrert 24 nye skudd pr. potte som var drevet inn og etablert i løpet av vinteren og våren 1998.

Resultatene av de overnevnte vekstforsøkene er rimelig i overensstemmelse med andre forsøk som er gjort med vasspest, bl.a. i Norge (Rørslett 1969) og New Zealand (Johnstone et al. 1985). I New Zealand er det gjort forsøk med uttørring og overlevelseskurver for noen vannplanter, bl.a. vasspest og hornblad (*Ceratophyllum demersum*). Selv om artene viste tilsvarende respons på uttørring var overlevelsesevnen over tid svært forskjellig, med hornblad som den mest motstandsdyktige, mens vasspest var mye mindre motstandsdyktig mot uttørring (Johnstone et al. 1985).

Friske skuddfragmenter har langvarig overlevelsessevne hvis de inneholder toppskudd. Vekstforsøk i Steinsfjorden viste at skuddspisser av vasspest kan overleve en periode på 1-2 måneder uten kontakt med sedimentet og med Steinsfjordens vannkvalitet (mesotrof). Plantene tærer på indre reserver ved en reallokering av næringsstoffer mot vekstpunktene som gjør at eldre plantedeler visner (Johansen 1987). Overlevelsesperioden er sannsynligvis lavere i mer næringsfattig vann. Plantene bruker mye energi på å utvikle adventivrøtter som er med på å tappe plantene for næringsstoffer inntil kontakt med sediment og rothårutviklingen kommer igang.

Tabell 4. Vekstforsøk med spiring og tørketoleranse av vasspestfragmenter. spirede skuddfragm. = enten spiring fra skuddspiss, eller fra sideskudd i bladhjørne.

	antall	ant. spirede skuddfragm.	ant. sideskudd pr. fragm.	avst. mellom vekstpunkt(cm)
<i>Vekstforsøk i pottes i innsjø:</i>				
Ingen forbehandling	10	2	2, 2	4,5, 5
Fuktig 2 døgn	10	5	2, 2, 2, 1, 1	4,5, 4, 3
Fuktig 6 døgn	10	5	2, 2, 2, 1, 1	4,5, 3
Tørring (10°C), 2 døgn	10	1	-	-
Tørring (10°C), 6 døgn	10	0	-	-
Tørring (20°C), 2 døgn	10	0	-	-
Tørring (20°C), 6 døgn	10	0	-	-
<i>Spiringsforsøk i kar:</i>				
Toppskudd, ubehandlet	5	5(3)*	1	-
Fragmenter (10cm), ubehandlet	5	5(1)**	1, 1, 1	-
Tørring (10°C), 2 døgn	10	0	-	-
Tørring (10°C), 6 døgn	10	0	-	-

* 3 planter m/ dannelse av sideskudd. ** alle 5 skuddfragmenter overlevde, men bare ett utviklet sideskudd (alle synlige anlegg til sideskudd fjernet på forhånd).

6. Status for spredning

6.1 Spredningsomfang

Spredningsomfang og lokaliteter for vasspest pr. 1996 er omtalt i en egen rapport (Mjelde 1997a). I denne sammenheng vil vi derfor bare omtale hovedlinjene.

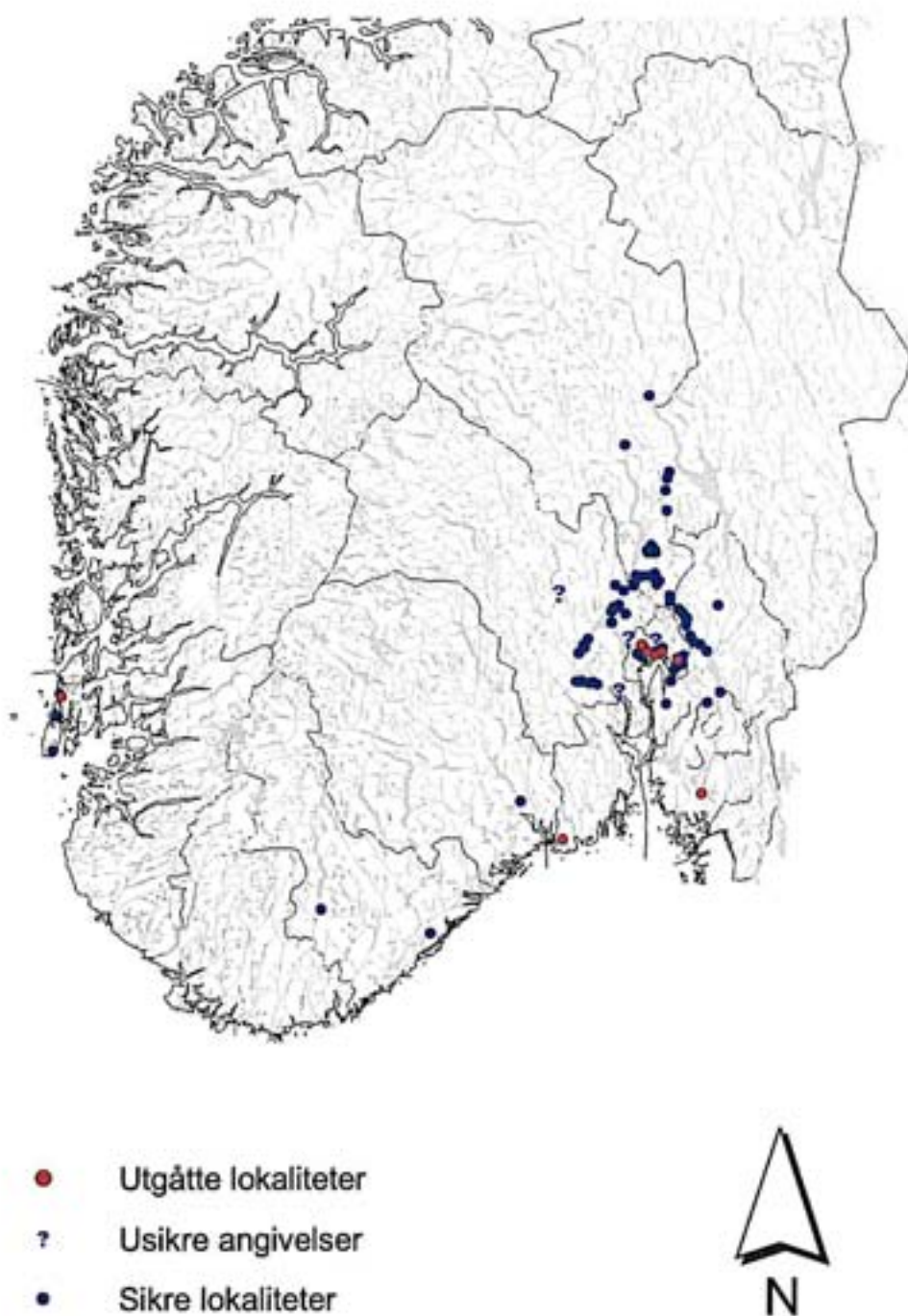
Vasspesten fantes pr. 1996 (sikkert eller høyst sannsynlig) i 43 innsjøer/tjern/dammer fordelt på 7 fylker. Den er utgått fra 10 lokaliteter mens 4 lokaliteter har usikker status. I tillegg fantes den på en eller flere lokaliteter i 12 elver (Mjelde 1997a). Etter at statusoversikten ble laget er vasspesten registrert i Henstjern ved Begna (Lien m.fl. 1998), i Svartevja i Lågendeltaet (K. Swendsen, pers. medd., 1997), langs Biristrand i Mjøsa (O. Wold, pers. medd., 1998), i Pollen i Ås kommune (Y. Gauslå, pers. medd., 1996), samt i Harry Fett-dammen i Oslo, en liten dam i utløpselva fra Østensjøvatn (egne obs., 1998, her er trolig forekomsten gammel). Oppdatert kart over utbredelsen er vist i figur 8.

De viktigste områdene med vasspest er innsjøer, tjern og elver i Oslo-området, innsjøer og tjern på Hadeland, samt Drammensvassdraget og Nitelvvassdraget.

Nye områder som arten er spredd til på 1990-tallet er først og fremst Mjøsvassdraget (via Einavatn), Karmøy-Haugesundsområdet, samt Arendalsområdet i Molandsvatnet. Funnet fra Molandsvatn, Aust-Agder, fra 1992 er angitt som usikkert i Mjelde (1997a), men er nå verifisert (Kleiven og Dolmen, pers. medd.).

6.2 Spredningshastighet

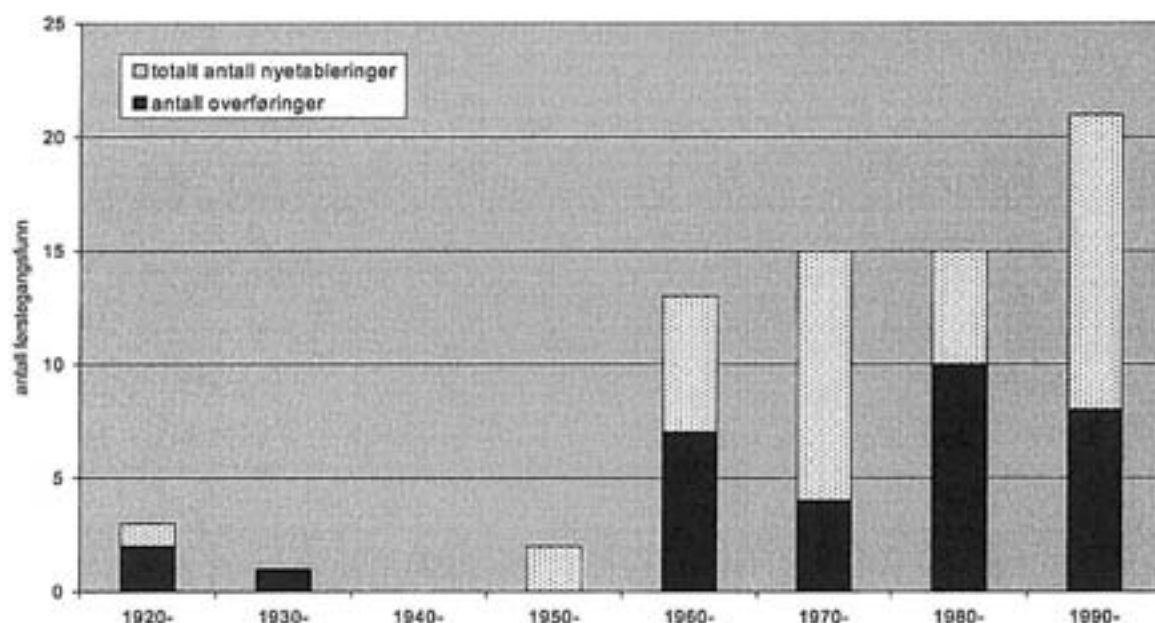
Basert på årstallene for førstegangsfunn av vasspest i innsjøer og elvesegementer har spredningen av vasspest i Norge økt kraftig fra slutten av 1950-tallet til 1970-tallet, for så å flate ut (figur 9). I det seinere har imidlertid spredningshastigheten igjen økt, bl.a. pga. spredningen til Sørvestlandet og til Mjøsvassdraget.



Figur 8. Utbredelsen av vasspest i Norge, oppdatert 1998.

Spredningshastigheten *innenfor* vassdragene har vært rask. Vasspesten etablerte seg f.eks. i store deler av Tyrifjorden i løpet av 5 år (Rørslett 1983), og koloniserte Randsfjorden i løpet av en tiårsperiode, koloniserte Drammenselva nedstrøms Tyrifjorden på høyst 5 år (Mjelde & Hvoslef 1985), og etablerte seg i Nitelva ned til Øyeren på 3-4 år (Rørslett & Berge 1986). Videre har arten kolonisert og utviklet massebestand i Einavatnet og Hunnselva med Reinsvoll dammen i løpet av en treårsperiode (Kjellberg m. fl. 1996), og er nå registrert flere steder i Mjøsa.

Når det gjelder spredningshastighet *mellom* vassdragene, så kjenner vi til anslagsvis 20 slike overføringer i Østlandsområdet i perioden 1980-1998, dvs., i gjennomsnitt én overføring pr. år (figur 9). De fleste overføringene har vært til nærliggende innsjøer, men etableringene på Toten (Einavatnet), Romerike (Nordbytjern) og særlig den i Telemark (Norsjø) og Aust-Agder (Molandsvatn) er eksempler på mer langdistansespredning.



Figur 9. Spredningsomfang og spredningshastighet i tiårsperioder fra introduksjonen i 1925 til 1998. Angitt som antall førstegangsfunn i nye lokaliteter (noen av førstegangsfunnene kan representere gamle lokaliteter). Den svarte delen av søylen angir antall funn i nye vassdrag eller deler av vassdrag, dvs. lokaliteter der arten ikke kan spres passivt med drivmateriale.

6.3 Vurdering av videre spredning

Etableringen av vasspest i Haugesund-Karmøy-området har åpnet for spredning til mange potensielle lokaliteter på Sørvest- og Vestlandet. De mest egnete og utsatte områdene for problemvekst (Jæren og Bergen-området) ligger imidlertid i en viss avstand fra Haugesund - lenger unna enn den normale avstanden for kortdistanseoverføringer. Mulighetene på lengre sikt for "trappetrinnsspredning" via enkelte, kystnære, mer næringsrike lokaliteter (slike som lokalitetene på Karmøy) er imidlertid tilstede. På Jæren finnes en rekke næringsrike og kalkrike innsjøer der en kan frykte etablering og problemvekst med vasspest. Enkelte av disse har riktignok allerede en betydelig tilgroing med andre vannplanter.

En hovedutfordring blir å unngå en overføring av vasspest fra Haugesund/Karmøy til Jæren. Bergensområdet er også særlig utsatt pga. betydelig ferdsel og bruk av vassdragene, samt endel eutrofierte lokaliteter med betydelig potensiale for vasspest-vekst. Endel områder i Hardanger er også noe mer kalkrike, og dermed egnet for vasspest.

I de veletablerte vasspestområdene på Østlandet går nå spredningen meget langsomt (jfr. kap. 6.2), og spredningspotensialet synes å være moderat til lite. Dvs. vi kan forvente forholdsvis få nyetableringer, og i hvert fall få med massebestander og problemvekst. De viktigste unntakene fra dette er de større vassdragene arten nylig er kommet inn i, først og fremst (i) Mjøs-området med næringsrike innsjøer på Hedmarken og (ii) Glomma nedstrøms Øyeren. Men det kan fortsatt skje endel meget uheldig lokalspredning fra de andre områdene, f.eks. til diverse kalksjøer på Hadeland og Romerike. I tillegg kan en frykte en mer langdistansespredning til de næringsrike vassdragene f.eks. i Vestfold, slike som Eikeren-vassdraget.

I Mjøsområdet vil vasspesten sannsynligvis spre seg forholdsvis raskt langs Mjøsa, slik den gjorde det i Randsfjorden på 1970-tallet. Funnene i Svartevja i Lågendeltaet i 1997 og ved Biri i 1998 indikerer at denne spredningen allerede er kommet langt. Imidlertid vil planten bare helt lokalt kunne danne kraftig vekst pga. regulering og ugunstige forhold for vannplanter i Mjøsa. Étt av de områdene som har gunstige forhold for vannplanter, og der vasspesten kan bli et problem, er ytre deler av naturreservatet i Åkersvika ved Hamar som ikke tørrlegges om vinteren. Andre lokaliteter kan være bakevjer tilsvarende Svartevja i Lågendeltaet hvor den ble observert i 1997. Disse områdene vil også kunne være utgangspunkt for videre spredning til næringsrike, kalkrike innsjøer i kulturlandskapet på Hedmarken.

Vasspesten har vært i Nitelva helt ned til Øyeren siden ca 1980, men arten er ennå ikke registrert i de antatt gunstige, grunne innsjøer, bakevjer og bukter som finnes i Glomma nedover i Østfold. Antageligvis utgjør kraftverkene i Glomma ved Solbergfoss og nedenfor en hindring som gjør at spredningen ikke går like raskt og smertefritt som f.eks. i Drammenselva. På lengre sikt må man imidlertid forvente at planten setter seg fast også i disse lokalitetene, på samme måte som arten har spredd seg ned igjennom hele Drammenselva.

7. Hvor omfattende er vasspestproblemet?

Massebestander av vasspest, dvs. tette, høyvokste bestander som dekker store arealer er etablert i 20 av de 48 innsjøene der det er funnet vasspest pr. 1998 (jfr. Mjelde 1997a). I de aller fleste av disse 20 innsjøene er vasspesten vurdert som problematisk, særlig i forbindelse med utøvelse av fiske (Mjelde 1997a). Virkelig generende problemvekst er imidlertid kun registrert i 14 innsjøer, dvs. omtrent 30% av vasspest-innsjøene. I disse innsjøene dekker vasspesten det meste av bunnen ned til 3-4 meters dyp, med kompakte, rikt forgreinete vasspestsåter som tidvis når opp i overflaten over større arealer.

Alle de 14 innsjøene med problemvekst av vasspest er mer eller mindre overgjødslete. Ialt 13 innsjøer og dammer er vurdert som eutrofe, og én innsjø som mesotrof (Steinsfjorden). På den annen side er det ikke registrert noen klart eutrofe innsjøer med vasspest uten problemvekst. Det er riktignok registrert 5 eutrofe-hypertrofe innsjøer/dammer der vasspesten har vært, men hvor den nå ser ut til å ha forsvunnet, sannsynligvis p.g.a. ekstremt dårlige lysforhold (jfr. Mjelde 1997a), i noen tilfeller muligens også pga. løs, organisk bunn.

Mange av vasspestinnsjøene er mer eller mindre kalkrike. Dette kan være tilfeldig, bl.a. pga. et tidlig spredningssentrum i kalkområdet på Hadeland, men indikerer nok at planten begunstiges av høyt kalkinnhold (jfr. kap. 4.3). På den annen side er det heller ikke registrert massebestander i svakt/moderat

kalkrike innsjøer som samtidig er oligotrofe (f.eks. Svea på Hadeland; med Ca omkring 15-20 mg/l), slik at det kan virke som et høyt kalsium-innhold i seg selv *ikke* gir grunnlag for problemvekst.

Problematisk tilgroing er særlig veldokumentert for Steinsfjorden på Ringerike (Rørslett m. fl. 1984, Berge 1989), Jarenavatnet (Faafeng m.fl. 1982), samt Årungen i Ås (se kap. 8.2). Problemvekst er også godt dokumentert for endel av Hadelandsjøene i forbindelse med den foreliggende undersøkelsen (se kap. 9). I tillegg kommer begynnende brukerproblemer i Einavatn og Reinsvollsdammen (Kjellberg m.fl. 1996).

Områdene med kraftig vekst av vasspest i Einavatn er nøye knyttet til tettstedsnært område, samt til trolig næringsrikere bekkeutløp. Videre er det registrert lokale, generende masseforekomster i tilknytning til utslipp (overløp) fra renseanlegg i Harestuvannet og i Randsfjorden (Søndre Land), trolig finnes slike også på andre lokaliteter. Enkelte masseforekomster i forbindelse med punktutslipp og forurensede bekkeutløp er registrert også i Tyrifjorden (pers.obs.; jfr. også Bratli et al. 1998). Slike observasjoner indikerer at arten begunstiges og kan utvikle massebestand og problemvekst på eutrofierte lokaliteter med næringsrikt sediment, selv om innsjøen som helhet er oligotrof. Men arten kan også forårsake kraftig tilgroing og problemvekst i mesotrofe lokaliteter, hvis disse samtidig er kalkrike (Steinsfjorden).

I begynnelsen på 1980-tallet var vasspest-situasjonen preget av den svært negative utviklingen i Steinsfjorden og i endel innsjøer på Hadeland (Berge 1989). Utviklingen de siste 10 årene på Østlandet har vært noe mer positiv i og med at en bare har fått to nye "problemområder" (Årungen og Einavatnet-Reinsvollsdammen) til tross for spredning til en rekke lokaliteter. Vasspesten i Hilleslandsvatn på Karmøy ble rett etter etablering på begynnelsen av 1990-tallet vurdert som problematisk. I dag blir imidlertid ikke forekomstene av vasspesten i Hilleslandsvatn vurdert som problematisk iflg. miljøvernleder i kommunen, og overflatebestander er ikke registrert de siste årene (Mjelde 1997a).

Mer negativt er det at vasspest-problemene i liten grad er redusert, hverken i Steinsfjorden eller noen av de andre "gamle" problemsjøene. Vasspest-bestandene her er riktignok gjennomgående blitt noe mer beskjedne de seinere år, dvs. de når sjelden eller aldri opp til overflaten, bortsett fra i Juveren og Synneren (Brandrud 1998a). Imidlertid er variasjonene fra år-til-år meget store, og fortsatt er bestandene meget kompakte, f.eks. i Jarenavatnet. Det er kjent fra tilsvarende arter at en problemperiode ofte er etterfulgt av en stagnasjonsperiode med redusert vekst og etterhvert tilbakegang, som følge av at lageret av lett tilgjengelige næringsstoffer er brukt opp. Vasspest synes derimot å kunne resirkulere næringsstoffene så effektivt at den greier å opprettholde stabile bestander med en høy biomasse over meget lang tid. I Jarenavatnet og andre innsjøer på Hadeland, hvor vasspest har dannet massebestander i mange år, synes bestandtetthet og skuddfrodighet å være intakt (jfr. fig. 1 & 2).

8. Effekter på biologisk mangfold

8.1 Endringer og tap av mangfold i vannvegetasjonen

Massebestand av vasspest forekommer i stor grad i innsjøer som fra naturens hånd er spesielt artsrike, med en rekke sjeldne og sårbare vannplanter (rødlisterarter, Størkersen 1992). Tilgroingen kan derfor ha store konsekvenser for særlig viktige nøkkelbiotoper og sårbare elementer av det biologiske mangfoldet.

I innsjøene med omfattende massebestand av vasspest er det lite annen undervannsvegetasjon tilstede, mens flytebladvegetasjonen (særlig av nøkkeroser) ofte ser ut til å greie seg bra. Det er åpenbart at de kompakte vasspestbestandene har fortrent annen undervannsvegetasjon fra store arealer. Spørsmålet

er om den opprinnelige undervannsvegetasjonen har greid seg i åpninger eller soner utenfor/innenfor vasspestbestandene, eller om den har forsvunnet helt fra innsjøene?

I 8 av de 20 innsjøene med masseforekomster foreligger det data om vannvegetasjon fra før vasspest ble etablert, eventuelt fra en tidlig fase før vasspest-tilgroingen ble massiv (Baardseth 1942, Rørslett 1982, Faafeng m. fl. 1982, Mjelde 1997a, Brandrud 1998a). Gjennomgående var dette tidligere frodige og artsrike innsjøer med innslag av sjeldne, truede og sårbare arter (tabell 5). Nøyaktige data om dominansforhold fra tiden før vasspest kom inn mangler for de fleste av innsjøene, men det ser ut til at flertallet har hatt store forekomster av tjønnaksarter (*Potamogeton* spp.) og andre langskuddsplanter, dvs. de har hatt en velutviklet undervannsvegetasjon. I dag er disse langskuddsplantene nærmest forsvunnet, bortsett fra i Steinsfjorden og i Grunningen (Mjelde & Johansen 1997, se også kpt. 8.2).

I alle de 8 innsjøene - med étt unntak - er det et antatt tap av rødlistearter, dvs. truede/sårbare arter som ikke er gjenfunnet (tabell 5). I andre tilfeller er disse artene funnet med svært små populasjoner som ser ut til å bli fortrent av vasspesten. Alt tyder m.a.o. på at det her har skjedd og vil skje et tildels betydelig tap av biologisk mangfold. Enkelte undervannsplanter greier seg bedre enn andre, særlig gjelder dette butt-tjønnsaks (*Potamogeton obtusifolius*) som ser ut til å kunne vokse utenfor dybdegrensen til vasspest, f.eks. i Juveren og Synneren (Brandrud 1998a). Det ser også ut til at enkelte arter en stund kan opptre i tette blandingsbestand med vasspest. Men etterhvert som vasspest-bestandene fortettes, synes annen undervannsvegetasjon - med enkelte unntak - langsomt og gradvis å bli utkonkurrert og forsvinne. Bare overvannsvegetasjon (takrør, sjøsivaks og andre helofytter) samt flytebladsvegetasjon av hvit nøkkerose, gul nøkkerose og vass-slirekne forblir upåvirket.

De innsjøene som har hatt størst tilbakegang og tap av mangfold (tabell 5) er også blant de innsjøene som har de mest kompakte og høyvokste vasspestsåtene. Imidlertid er dette også blant de innsjøene som har hatt vasspest lengst, særlig Jarevatnet. En kan merke seg at Steinsfjorden som har hatt problemer med vasspest siden begynnelsen på 1980-tallet har forholdsvis mye av den opprinnelige vegetasjonen intakt (Mjelde & Johansen 1997). Dette er også en av de minst eutrofe innsjøene som har hatt problemvekst, og veksten ser ut til å være stedvis noe mindre massiv her enn i f.eks. Jarevatnet. Steinsfjorden er også en av de større og mer eksponerte av problemsjøene, og det er indikasjoner på at f.eks. isgang kan føre til åpninger i vasspestbestandene (Mjelde & Johansen 1997).

Tabell 5. Vegetasjonsendringer og tap av mangfold i innsjøer med massebestander av vasspest (bare innsjøer med tidligere vegetasjonsdata er tatt med). Tall i parentes angir antall rødlistearter opprinnelig kjent fra innsjøen. (x) = ubetydelig, x = moderat, xx = betydelig. (r) = antatt tap av rødlistearter.

	Vegetasjonsforhold i dag		Tilbakegang		Antatt tap av mangfold
	undervannsveg.	kransalger	undervannsveg.	kransalger	
Steinsfjorden (6)	x	-	x	-	x(r)
Juveren (6)	(x)	-	xx	x	xx(r)
Synneren (3)	x	-	x	-	x(r)
Jarevatnet (5)	(x)	(x)	xx	x	xx(r)
Grunningen (V Staksrudtjern) (5)	x	(x)	x	x	?
Elgtjern (Ø Staksrudtjern)(3)	x	-	x	?	x(r)
Kårstadtjern (1)	-	-	x	x	x(r)
Isakbekken (v/ Leira) (3)	(x)	-	x	-	x(r)

Endring av bunnforhold er lite undersøkt og dokumentert, men det er vanlig ved langvarig og massiv tilgroing med langskuddsplanter at substratet blir bløtere, mer organisk og mer reduserende. I såfall kan dette ha negativ betydning for eventuell restaurering og re-etablering av de opprinnelige biosamfunn.

8.2 Tap av mangfold – kombinasjon av vasspesttilgroing og eutrofiering?

I innsjøer med masseforekomster av vasspest har undervannsplantene stort sett bare muligheten til å greie seg *innenfor* eller *utenfor* de kompakte vasspestbestandene. I innerkant er det imidlertid ofte tette "sivbelter" av elvesnelle, takrør eller sjøsvaks. Disse er ofte under ekspansjon pga. eutrofiering og opphørt beite. I ytterkant av vasspestsonen er lysforholdene dårlige pga. eutrofiering og algeoppblomstringer. Det virker dermed som det naturlige nisjerommet for undervannsvegetasjonen i dag ikke lengre er tilstede pga. økt konkurranse (sivbelter, vasspest) og dårlige lysforhold. Det konkluderes med at tilbakegang av undervannsvegetasjonen skyldes en *kombinasjon* av tilgroing med vasspest og av eutrofiering. Eutrofieringen forårsaker dels den massive vasspest-tilgroingen, og dels dårlige lysforhold som gjør de fleste artene lite konkurransedyktige i forhold til vasspest. Går eutrofieringen for langt, slik som i Østensjøvatnet, forsvinner også vasspesten.

I de mest eutrofe innsjøene, som f.eks. Årungen, er det mulig at undervannsvegetasjonen ville vært sterkt redusert også *uten* introduksjon av vasspest, pga. det dårlige lysklimaet. Data fra en større undersøkelse av mer eller mindre næringsrike innsjøer (Mjelde 1997b) indikerer imidlertid at vannvegetasjonen normalt er intakt i mesotrofe – svakt eutrofe innsjøer. I slike innsjøer er derfor sannsynligvis tilgroingen med vasspest hovedårsaken til tilbakegangen og delvis bortfallet av undervannsvegetasjonen.

På bakgrunn av overstående kan en tenke seg følgende inndeling av innsjøer, m.h.p. vasspestens effekter på det biologiske mangfoldet:

1. Oligotrofe-svakt mesotrofe innsjøer med beskjedne vasspestbestander, og ingen vesentlig, negativ påvirkning på annen vannvegetasjon.
2. Mesotrofe-svakt eutrofe innsjøer med et potensiale for en artsrik undervannsvegetasjon, men der denne er satt tilbake eller forsvunnet pga. tilgroing med vasspest.
3. Moderat- til sterkt eutrofe innsjøer der undervannsvegetasjonen trolig ville vært utarmet også *uten* vasspest (pga. dårlig lysklima).
4. Sterkt eutrofe-hypertrofe innsjøer der vasspesten også gradvis vil forsvinne pga. ekstremt dårlig lysklima.

8.3 Eksempler på lokaliteter med varierende forekomst av vasspest

Vasspestens effekter på mangfoldet i vannvegetasjonen er vurdert ved hjelp av totalt artsantall og forekomst av spesielle arter, med vekt på sjeldne og sårbare rødlistearter. Det er generelt fokusert på undervannsvegetasjon. Så fremt mulig har vi benyttet vegetasjonsdata fra før og etter at vasspesten ble observert. Vurderingene er foretatt for a) innsjøer med massebestander (Jarevatnet, Grunningen, Steinsfjorden, Juveren, Synneren, Årungen), b) innsjøer med mer lokaliserte forekomster (Einavatnet, Harestuvatn, Nordbytjern) og c) innsjøer med uproblematisk forekomst (Svea, Nøklevatn, Evjekilen). Artslister for innsjøene er vist i vedlegg II, se også vedlegg III for oversikt over latinske og norske navn.

Rørslett (1991) viste at antall vannplanter er korrelert med innsjøens størrelse, slik at store innsjøer generelt sett har et større antall arter enn små innsjøer på grunn av flere ulike habitater. Ved sammenlikning av artsantall må man derfor alltid ta hensyn til innsjøens areal. Steinsfjorden og Einavatn er store innsjøer med arealer på henholdsvis 13.9 og 12.7 km², og har i utgangspunktet svært høyt artsantall, evnt. potensiale for høyt artsantall, i forhold til de øvrige innsjøene.

8.3.1 Innsjøer med masseforekomst av vasspest

Jarenvatnet

Jarenvatnet var tidligere den klart mest artsrike innsjøen på Hadeland, med betydelige botaniske og zoologiske verneverdier som nøkkelbiotop (jfr. Faafeng m. fl. 1982).

Vasspesten ble første gang observert i Jarenvatnet i 1966 (Lye 1971) og dannet da allerede store bestander, og det er antatt at den kom til innsjøen på slutten av 50-tallet (Faafeng m.fl. 1982). Vasspestbestandene i Jarenvatnet oppviser betydelige år-til-år svingninger. Utbredelsesmessig og i tetthet har arten neppe gått nevneverdig tilbake, og har også på 1990-tallet hatt bestander helt oppe i overflaten. De aller seineste årene har årsveksten vært noe mer beskjeden, og bestandene ikke så høyvokste.

Det finnes ingen nøyaktige registreringer av vannvegetasjonen før vasspestobservasjonen. I 1980 var vasspesten den dominerende planten i innsjøen, men vannsvegetasjonen forøvrig var rikt utviklet, og flere langskuddsplanter samt flytebladsplanter var nokså vanlige. De øvrige av de 24 artene hadde en svært sporadisk forekomst (Faafeng m.fl. 1982).

I 1996 var antall registrerte arter redusert til 14 (figur 12). Bare tre av de vanligste artene i 1980; vasspest, gul nøkkerose (*Nuphar lutea*) og vasslirekne (*Persicaria amphibia*), hadde beholdt omtrentlig utbredelse, mens blanktjønnaks (*Potamogeton lucens*), hvit nøkkerose (*Nymphaea alba*) og vanlig tjønnaks (*Potamogeton natans*) hadde en tydelig redusert utbredelse. Vasspesten var dominerende og dannet store bestander rundt hele innsjøen, ut til ca. 4m dyp og med enkeltskudd ut til 5-6m.

Særlig har forandringene i undervannsvegetasjonen vært dramatiske. I 1980 var undervannsplantene blanktjønnaks og hjertetjønnaks (*Potamogeton perfoliatus*) relativt vanlige (Faafeng m.fl. 1982). Det bekreftes også fra grunneiere og fiskere at disse tjønnaksartene, kalt "åbborgras" tidligere var vanlige i innsjøen. I 1980 fantes det tilsammen 13 undervannsplanter (langskuddsplanter) foruten vasspest, mens det i 1996 kun ble funnet 3 (kransalgene her unntatt). Disse tre artene bestod av noen få driveksemler av butt-tjønnaks, som framtrer som den mest tolerante langskuddsplanten m.h.p. vasspest-tilgroing, samt én bestand av trådtjønnaks (*Potamogeton filiformis*) og én av blanktjønnaks (*Potamogeton lucens*). Førstnevnte ble funnet på en grunn kalkmergelbanke som ikke var tilgrodd hverken med vasspest fra vannsiden eller elvesnelle/takrør fra landsiden. Denne mergelbanken har ikke forandret seg siden 1960-70 tallet (B. Rørslett, pers. medd.).

Blanktjønnaks er den eneste av de tidligere vanlige undervannsplantene som er igjen, men den er også i betydelig tilbakegang. Denne kraftige, opp til 3 m høye, arten opptrer særlig på dypere vann, men restene av denne vegetasjonen finnes idag kun i et lite, avgrenset felt i sørenden. Blanktjønnaksplantene sitter inne i tett vasspestvegetasjon, og står i fare for å forsvinne helt. I dette feltet ble også innsjøen eneste bestand av flytebladsplanten vanlig tjønnaks (*Potamogeton natans*) observert. Bestanden var meget glissen og virket lite vitalt.

I flere av Hadelandsinnsjøene med vasspest er små bestander med truede og sårbare kransalger også gått tilbake. I Jarenvatnet virker imidlertid kransalgebestandene bemerkelsesverdig intakte. Kransalgene opptrer her (to steder) på grunne kalkmergelbanker der vasspesten ikke har greid å etablere seg. Her har også trådtjønnaks et fristed. Det er generelt usikkert om vasspesten, også på lang sikt, er istand til å innvandre de kransalgedominerte mergelbankene i de utpregete kalksjøene. Her opptrer det normalt ikke annen vannvegetasjon (bortsett fra den småvokste trådtjønnaks), og det er foreløpig ikke observert vasspest på slike mergelbanker.

Vannkvaliteten, uttrykt ved total-fosfor for sommersesongen, var forholdsvis lik i 1980 og 1993 i Jarenvatnet, med henholdsvis 20 µg P/l og 16-17 µg P/l. Ifølge upubliserte målinger foretatt av Næringsmiddeltilsynet for Hadeland og Land har fosfornivået ligget relativt stabilt omkring 20 µg P/l på begynnelsen av 1990-tallet. Imidlertid viste undersøkelsene i 1980 en negativ utvikling i planteplanktonet på slutten av 70-tallet, med en dramatisk økning av blågrønnalgen *Oscillatoria agardii* etter 1976. Innsjøen ble basert på primærproduksjon karakterisert som klart eutrof i 1980 (Faafeng m.fl. 1982), og forholdene forverret seg muligens utover 80-tallet.

Grunningen (Vestre Staksrudtjern)

Grunningen på Tingelstadhøgda vest for Jarenvatnet hadde moderate vasspestbestander allerede i 1968 (B. Rørslett, pers. medd.). Seinere har arten enkelte år dannet massive overflatebestander og problemvekst (T. Staxrud, pers. medd.), men arten skal ha gått forholdsvis betydelig tilbake de aller seineste årene. Det ble foretatt registreringer i Grunningen både i 1996, 97 og 98. I disse årene har vasspestbestandene vært relativt kortvokste, ugreinete og enkelte steder også glisne. Planten forekommer imidlertid overalt i dybdesonen 0.5-3m.

Da vestenden av innsjøen ble inventert i 1968 ble det registrert meget storvokste, frodige og tette bestander av rødlistearten blanktjønnaks (*Potamogeton lucens*), som antageligvis var den dominerende undervannsplanten rundt det meste av innsjøen (B. Rørslett, pers. medd.). I 1996-98 var denne arten nesten helt forsvunnet, og ble bare gjenfunnet som noen ytterst få skudd på sørsiden av innsjøen. Den tredje undervannsplanten med forekomster av betydning i 1968, rødlistearten broddtjønnaks (*Potamogeton friesii*), har derimot hatt en noe annen utvikling. I 1996 ble det kun registrert noe få, små planter samt noen turioner (dvs. overvintringsorgan). Men i 1997, da vasspestveksten var mer beskjedent, og dessuten siktedypet betydelig bedre (ca. 3.5-4m i 1997 mot 1.5-2m i 1996), var det kraftige, høyvokste bestander av broddtjønnaks i en sone utenfor og imellom de tetteste vasspestbestandene - langs det meste av innsjøen. I 1998 var forholdene tilsvarende, med moderat vasspestvekst, og frodige broddtjønnaksplanter, med blomstrende skudd helt opp i overflaten.

Tidsseriestudien 1996-98 viser følgende om forholdet mellom vasspest og broddtjønnaks: (i) broddtjønnaks kan oppvise store år-til-år svingninger, og kan i dårlige år åpenbart være meget vanskelig å observere, (ii) broddtjønnaks synes å bli begunstiget av år med liten vekst av vasspest. Hva disse svingningene i vasspestbestandene skyldes er imidlertid usikkert. De samme svingningene er ikke observert i nabo-innsjøene Elgtjern og Jarenvatnet. Her ble det ikke observert broddtjønnaks hverken i 1996, -97 eller -98, og arten synes å ha forsvunnet herfra. Blanktjønnaks har derimot endel bestander intakt i Elgtjern, til tross for massebestander av vasspest.

Grunningen har forøvrig, i likhet med Jarenvatnet, enkelte intakte mergelbanker med velutviklet kranalgevegetasjon. I et slikt område i vestenden ble artene *Chara contraria*, *C. globularis* og *C. rudis* registrert (det. A. Langangen). Sistnevnte er også registrert i innsjøen før vasspesten ble innført, og har antageligvis gått tilbake siden dengang, mens *C. contraria* har større, tilsynelatende stabile bestander.

Steinsfjorden

Steinsfjorden har hatt vasspest siden slutten av 70-tallet, og det finnes gode undersøkelser av vannvegetasjonen både før og etter at vasspest ble registrert (Baardseth 1942, Johansen 1987, Rørslett 1983, Berge 1983). Vasspestens innvirkning på vannkvaliteten i innsjøen er også diskutert (Berge 1983, Rørslett et al. 1985, Rørslett et al. 1986).

Artsantallet viste ingen nevneverdig endring fra 1938 til 1979-82 (figur 12). Dominansforholdet var imidlertid betydelig endret, med bl.a. tette vasspest-matter. Dessuten var mjukt havfruegras (*Najas*

flexilis) og høstvasshår (*Callitriche hermaphroditica*) nå viktige arter i vannvegetasjonen. Mjukt havfrugras var sannsynligvis ingen nykommer i Steinsfjorden i og med at de fleste av artens følgearter var observert i innsjøen tidligere. Høstvasshår fantes i 1920-30 spredt på grunt vann (1-1.5m dyp), mens den i 1981 hadde sin hovedutbredelse noe dypere, på 2-3m dyp. Artens ekspansjon i perioden hadde sannsynligvis sammenheng med eutrofieringen av Steinsfjorden og økende grad av sedimentering av finmateriale (Rørslett 1983).

Undersøkelsene i 1996 viste en reduksjon i antall arter i forhold til 1982. Flere av artene fra 1982, som ikke ble gjenfunnet i 1996, hadde tidligere en svært sporadisk forekomst og enkelte av disse kan være oversett ved undersøkelsene i 1996 (som var betraktelig enklere enn i 1979-82). Fortsatt var vasspest, tjønngras (*Littorella uniflora*) og tusenblad (*Myriophyllum alterniflorum*) de vanligste artene. Vasspesten hadde i 1996 omtrent samme utbredelse som i 1979-82, bortsett fra innerst i Steinsvika hvor den tidligere dannet massebestand og nå var svært sparsom. Også hjertetjønna, krustjønna (*Potamogeton crispus*) og grastjønna (*Potamogeton gramineus*) hadde omtrent samme dybdefordeling, med gruntvannsformer på <1.5m dyp og dypvannsformer på 4-4.5m dyp.

Tre arter viste i 1996 en klart redusert forekomst i forhold til tidligere; høstvasshår, mjukt havfruegras og kransalgen *Chara globularis*. Høstvasshår er sannsynligvis fortrent fra sin naturlige dybdenisje til dypere områder på grensen av hva den tåler med hensyn til lysforholdene. Ytre del av utbredelsesområdet til mjukt havfruegras i 1979-81 gikk dypere enn vasspestbestandene. Disse områdene ble etter søkt spesielt, men arten er vanskelig å få med på kasteriva. Deler av bestandene kan altså være intakte, selv om arten ikke ble funnet i 1996.

Disse artenes tilbakegang kan skyldes en kombinasjon av dårligere lysforhold og vasspestens massive ekspansjon.

Juveren og Synneren

Disse kroksjøene på Storelvas elveslette på Ringerike har pr. i dag den mest massive og omfattende problemveksten av vasspest som er registrert i Norge (Brandrud 1998a). Dette bl.a. fordi de er grunne, næringsrike, og har finkornete, relativt lite organiske sedimenter. Vasspesten dannet i 1997 massive bestander fra ca. 2.5(-3)m dyp og inn til sumpvegetasjonen, og de aller fleste grunne bestandene (dvs. fra 1.5m) stod i overflaten. Disse overflatebestandene har en rikt forgreinet såtevekst, som er en karakteristisk vekstform også i problemvekstområdene i den nærliggende Steinsfjorden (Rørslett m.fl. 1986, Johansen 1987). Overflatebestandene hadde størst arealmessig dekning i Juveren, og her var overflatebestandene ledsaget av store, lyst gulgrønne algeflak av grønnalgen *Cladophora*.

Vasspesten var veletablert i kroksjøene i 1975-76 (B. Rørslett, pers. medd.). Mengden har vekslet betydelig fra år til år i følge lokalkjente, men vekslingen består nok mest i en variasjon av mengde planter som når overflaten. En tett "underskog" av planter på bunnen har sannsynligvis vært tilstede hele tiden.

Butt-tjønna (*Potamogeton obtusifolius*) er den eneste vannplanten som synes å tåle massebestander av vasspest relativt bra. Denne arten fantes i større forekomster (særlig i Synneren) i ytterkant av vasspest-bestandene, dvs. på 2-3 meters dybde, i områder med svært dårlig lysforhold. Mange av plantene flyter imidlertid opp (dradd opp av svaner?) og driver rundt i vasspest-bestandene der de ser ut til å vokse bra for en periode selv uten rotkontakt. Det er mulig at det bare er driv-eksemplarene som har tilstrekkelig med lys til blomstring og frøsetting.

De store, vasspest-dominerte områdene var normalt helt uten annen vannvegetasjon (bortsett fra driv-eksemplarene av butt-tjønna, samt noe vass-slirekne), og andre arter fantes kun på små, helt grunne arealer som av en eller annen grunn ikke var beveget av vasspest. I alt 18 vannplanter ble i 1997 funnet i de to kroksjøene, hvorav 14 ble funnet i Synneren, og 13 i Juveren (figur 12). Pilblad (*Sagittaria*

sagittifolia) var den vanligste av gruntvannsplantene, med forekomster i åpninger ved båtplasser, bekkemunninger og lignende, men det ble også registrert enkelte skudd i mellom vasspestplantene, der bestandene ikke var altfor tett, særlig i Synneren. Videre ble det registrert forekomster av flytebladsplanter, særlig vass-slirekne (*Persicaria amphibium*) og lite vitale planter av vanlig tjønnaks (*Potamogeton natans*).

Omkring 1970 hadde Juveren og Synneren allsidig sammensatt vannplanteflora med en rekke sjeldne og truede arter (jfr. Brandrud 1998a), og dette har også vært en av grunnene til at kroksjøene er vernet som naturreservater. I dag er innsjøene preget av en betydelig og vedvarende tilgroing, med negative konsekvenser m.h.p. landskapselement, ferskvannsekologi og biologisk mangfold, og dermed også negative konsekvenser i forhold til verneformålet. De truede og sjeldne artene var først og fremst småvokste gruntvansarter ("pusleplanter"), enkelte småvokste kransalger, samt langskuddsplanten høstvasshår (*Callitriche hermaphroditica*).

Alle de sjeldne artene har i dag gått sterkt tilbake, særlig i Juveren. De 6 rødlistede karplantene og kransalgene som tidligere var kjent fra denne innsjøen ble ikke gjenfunnet i 1997. Juveren hadde tidligere minst 22 vannplanter, og minst 41% av mangfoldet ser ut til å ha gått tapt siden 1970 (figur 12). Synneren har fortsatt små rest-populasjoner av endel arter. Ut i fra det vi vet om floraen her tidligere, kan tapet anslås til minst 10%. Flere av de fortsatt forekommende artene i kroksjøene står også i fare for å gå ut, pga. svært små populasjoner i ikke-tilgrodde, gjenværende lommer.

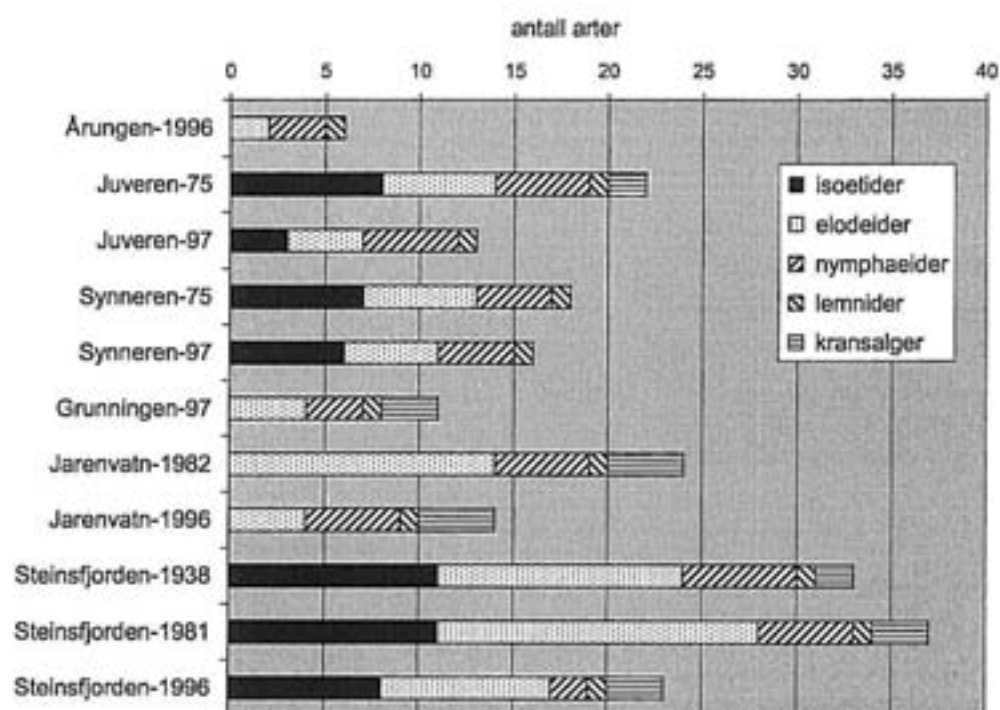
Denne endringen og tap av biologisk mangfold ser ut til å ha en nøye sammenheng med tilgroingsutviklingen, og synes delvis forårsaket av tilgroing med vasspest, delvis av elvesnelle/kvasstarr (pga. opphørt beite) og delvis en kombinasjon av dette (Brandrud 1998a). Gruntvannsvegetasjonen, særlig av de såkalte pusleplantene, har nok blitt mest påvirket av tilgroingen av "sivbelter" fra land, mens de andre artene sannsynligvis er mest negativt påvirket av vasspesten.

Juveren og Synneren har algeoppblomstringer og dårlig siktedyp, noe som gjør mulighetene for etablering i dypområdene svært begrenset for de fleste arter (bortsett fra den sannsynligvis lite lyskrevende butt-tjønnaks). Det er derfor sannsynlig at en arter som høstvasshår (*Callitriche hermaphroditica*) og hjertetjønnaks (*Potamogeton perfoliatus*), som normalt opptrer i dybdesonen til vasspest, har forsvunnet i Juveren som følge av vasspest-tilgroingen. I Synneren ble det i 1997 registrert to driveksempplar av hjertetjønnaks, som indikerer at arten her har bevart en liten restpopulasjon, trolig på dypere vann i ytterkant av vasspest-bestandene. Imidlertid er ikke Synneren fullt så tilgrodd som Juveren, og har en generelt bedre utviklet dypvannsvegetasjon (av butt-tjønnaks).

De sjeldne og sårbare kransalgene *Chara braunii* og *Nitella confervacea* kan også ha forsvunnet fra Juveren som følge av vasspest-tilgroingen. Disse opptrer imidlertid i større grad enn høstvasshår og hjertetjønnaks på grunt vann, og kan nok også ha blitt betydelig negativt påvirket av ekspansjonen av sumpvegetasjon. En art som pilblad har fått sine populasjoner sterkt redusert i kroksjøene både av vasspest og sivbelter, og det kan tenkes at den er på fortsatt tilbakegang. Den ser imidlertid ut til å greie seg med små enkelt-eksemplarer i kantsonen mellom vasspest og elvesnelle.

Årungen

Vannvegetasjonen i Årungen var i 1996 artsfattig (figur 12) og fullstendig dominert av vasspest, som dannet massebestander ut til 2-2.5m dyp rundt store deler av innsjøen. Vasspestplantene var anslagsvis 1m lange og hadde ved registreringstidspunktet (23. okt.) 5-10 cm lange sideskudd på gamle glisne skudd. Vannvegetasjonen forøvrig besto av spredte forekomster av hjertetjønnaks (*Potamogeton perfoliatus*), gul nøkkerose (*Nuphar lutea*), vasslirekne (*Persicaria amphibia*), vanlig tjønnaks (*Potamogeton natans*) og vanlig andemat (*Lemna minor*). Det foreligger ikke eldre vegetasjonsdata fra Årungen, men det virker sannsynlig at undervannsvegetasjonen er utarmet og redusert i forhold til tidligere.



Figur 12. Antall arter i innsjøer med masseforekomst av vasspest.

Arungen er svært eutrofiert med jevnlig algeoppblomstringer og dårlige lysforhold. Store deler av tilgjengelig strandsone er beveget med helofyttvegetasjon. I perioden 1962-84 varierte midlere fosforkonsentrasjon i sommersesongen mellom 127 og 400 $\mu\text{g P/l}$. Etter 1985 har imidlertid konsentrasjonen sunket til ca. 55 $\mu\text{g P/l}$ (Løvstad & Krogstad 1994, ref. i Undelstvedt og Vik 1995), og ble i 1993 beregnet til 56 $\mu\text{g P/l}$ (Faafeng, unpubl.). Det er imidlertid fortsatt ugunstige forhold for vannvegetasjonen (jfr. Mjelde 1997b), og såfremt det ikke skjer en radikal forbedring i den generelle vannkvaliteten og spesielt lysforholdene, vil vasspest fortsatt være nærmest enerådende vannplante. En ytterligere forverring kan føre til at også vasspesten forsvinner, som tilfellet i Østensjøvatn (Mjelde 1997b).

8.3.2 Innsjøer med mer lokaliserte forekomster

Einavatnet

Vannvegetasjonen i Einavatnet er artsrik med totalt 25 arter (figur 13) (Kjellberg m.fl. 1996), og dominert av stivt brasmegras (*Isoetes lacustris*), tjønngras (*Littorella uniflora*) og tusenblad (*Myriophyllum alterniflorum*). Langvokste eksemplarer av kransalgen *Chara globularis* danner stedvis massebestander på 1-2m dyp, særlig i nordre del av innsjøen.

Vasspest dannet kraftige bestander på 0.5-2(3)m dyp ved undersøkelsen i 1995, særlig i nordre del av innsjøen, i nærheten av tettstedet Eina. I grunne og beskyttede bukter fantes overflatebestander med forgreinete, ofte blomstrende skudd. Ellers i innsjøen fantes den som regel i mindre, avgrensede bestander eller som enkeltskudd.

I utgangspunktet ligger forholdene til rette for at det etterhvert kan utvikles ytterligere massebestander av vasspest i de store gruntområdene (0-5m) i nord, samt helt i sør. Store deler av innsjøen er imidler-

tid ganske brådyb, for erosjonsutsatt og vannmassene er for næringsfattige til at vasspesten vil få noen særlig betydning. Det forventes derfor ingen endringer i den generelle vegetasjonssammensetningen.

Harestuvatnet

Vasspest ble registrert første gang i Harestuvatnet i 1978-79 (jfr. Mjelde 1997a). Innsjøen, som er oligotrof med et relativt lavt/moderat kalsiuminnhold (7 mg Ca/l), har meget beskjedne vasspestbestander i de fleste områder. Gruntområdene er karakterisert av kortskuddsvegetasjon dominert av botnegras (*Lobelia dortmanna*), og stedvis med innslag av langskuddsvegetasjon med tusenblad (*Myriophyllum alterniflorum*). I kontrast til dette står området omkring utløp fra renseanlegg i nordøst, der vasspesten danner høyvokste, tette massebestander. Det har i dette området vært registrert endel utslipp i forbindelse med overløp, og det synes å være en klar sammenheng mellom denne nærings-tilgangen og den kraftige vasspestveksten her.

Nordbytjern

Vannvegetasjonen i Nordbytjern ble grundig undersøkt i 1970-71 (Hongve 1975) og i 1994-95 (Brandrud 1995a,b). Ved begge tidspunktene var vegetasjonen forholdsvis artsrik (figur 13) og dominert av gul nøkkerose (*Nuphar lutea*), samt tette bestander av vasslirekne (*Persicaria amphibia*) og hvit nøkkerose (*Nymphaea alba*). Utenfor nymphaeidene dannet blanktjønnaks (*Potamogeton lucens*) store bestander, og var en av de dominerende artene ved begge registreringstidspunktene. Dominansforholdene viste ingen store endringer fra 1970 til 95. Vasspesten ble første gang registrert i Nordbytjern i 1989 og fantes spredt rundt hele innsjøen i 1994-95. Det ble imidlertid ikke påvist effekter på øvrig vegetasjonssammensetning.

Ved re-undersøkelse i 1997 var utbredelse og vekst av vasspesten lite endret fra 1994-95. Fortsatt var plantene relativt kortvokste og ugreinete, men dannet ofte tette bestander. Blanktjønnaks ser ut til å greie seg bra. I dypere områder stod den ofte i reinbestander, i litt grunnere områder ($d = 1.5-2$ m) stod den ofte i tette blandingsbestander med vasspest. I forhold til 1994-95 ble det i 1997 registrert mer både av flytende og fastsittende planter av hornblad (*Ceratophyllum demersum*), butt-tjønnaks (*Potamogeton obtusifolius*) og storblærerot (*Utricularia vulgaris*). Disse forskjellene representerer trolig mer eller mindre naturlige år-til-år variasjoner. De nevnte artene ser også ut til å greie seg bra i forhold til vasspest, mens hjertetjønnaks (*Potamogeton perfoliatus*) og kransalgen *Chara aspera* som står på små, åpne gruntarealer risikerer å gro igjen med vasspest og takrør/elvesnelle.

Rødlistearten broddtjønnaks (*Potamogeton friesii*) ble registrert i Nordbytjern på 1960-tallet (Rørslett & Skulberg 1968), men er ikke funnet igjen siden (Brandrud 1995a,b). Hvis den fortsatt finnes som meget små bestander, kan den være truet av vasspest.

Det høye kalsiuminnholdet (40 mg Ca/l) ser ikke ut til å være negativt for vasspesten, snarere tvertimot. Både Jarenvatnet og Kalvsjøtjern har massebestander av vasspest og kalsiumverdier på henholdsvis 58 og 40 mg/l.

Nordbytjern er relativt næringsfattig, med total-fosfor på 6-7 $\mu\text{g/l}$ (Hongve & Løvstad 1991, Brettum 1994), og er vurdert som oligotroft etter primærproduksjon (Hongve & Løvstad 1991). Forholdsvis høye algetettheter enkelte år kan imidlertid muligens indikere perioder med noe mer næringstilgang. Dessuten har innsjøen forholdsvis næringsrike sedimenter. Vasspestbestandene i Nordbytjern er stedvis tette og dekker store arealer, men er sjelden storvokste og kraftige. Det synes usikkert om Nordbytjernets vann- og sedimentkvalitet kan gi grunnlag for (i) mer storvokste og problematiske bestander av vasspest, og (ii) om de relativt tette bestandene på sikt kan føre til tilbakegang og tap av arter. Tatt i betraktning innsjøens betydelige verneverdi og sårbare biosamfunn, er det ønskelig med en faglig oppfølging f.eks. i form av et overvåkingsprogram i Nordbytjern.

8.3.3 Innsjøer med uproblematisk forekomst av vasspest

Svea

Vasspest ble første gang observert i Svea på Hadeland i 1989 (D. Berge, pers. medd.). Innsjøen er pr. 1997 karakterisert av beskjedne vasspestbestander, og i mange områder mangler planten helt, særlig på steingrunn. Ellers forekommer planten spredt, med 30-50 cm lange, lite forgreinete skudd. På sidene av enkelte bukter ble de største bestandene registrert. Disse opptrådte langs og utenfor annen langskuddsvegetasjon, ned til ca. 3m dyp.

Svea er ellers preget av forholdsvis rikelig med annen langskuddsvegetasjon (undervannsvegetasjon) (figur 13), særlig av grastjønnaks (*Potamogeton gramineus*), også av noe nøkktjønnaks (*Potamogeton praelongus*). Dessuten forekommer det større bestander av kransalgen *Chara aspera*. I bukta ved badeplassen i nordøst er denne registrert i sammenhengende tepper ned til 7-8 m.

Svea er interessant fordi den er relativt kalkrik og oligotrof skogssjø helt upåvirket av forurensning. Denne kombinasjonen forekommer ikke blant de andre innsjøene med vasspest (hvis vi regner Nordbytjern som svakt påvirket). Det foreligger ikke målinger av kalsium, men vegetasjonsforhold, samt en meget svak kalkutfelling på tjønnaksblader og kransalger, tilsier et kalsiuminnhold på omtrent 15-20 mg/l. Det er tydelig at vasspesten her har lite gunstige vekstvilkår til tross for høyt kalkinnhold, noe som indikerer at planten er avhengig av næringstilførsel for å oppnå kraftig vekst.

Nøklevatn

Vannvegetasjonen i Nøklevatn er artsrik, totalt 18 arter ble registrert i 1997 (figur 13), og dominert av krypsiv (*Juncus supinus*), tusenblad (*Myriophyllum alterniflorum*), samt stivt brasmegras (*Isoetes lacustris*) utenfor 1-1.5m dyp. Vasspest ble første gang registrert i Nøklevatn i 1929 og fantes fortsatt i 1997. Plantene forekom spredt i innsjøen, men med friske, vitale skudd på ca. 1 m dyp.

Nøklevatn er en oligotrof, relativt/moderat kalkfattig innsjø (total fosfor 6 µg P/l; kalsium 4.8 mg/l) med gode lysforhold (siktedyb 5.8m; Faafeng, upubl.). De beskjedne bestandene tilsier at vannkvaliteten her er på grensen av hva planten krever. Samtidig ser det ut til at planten er kommet for å bli i Nøklevatn, - etter å ha greid seg nesten 70 år i innsjøen.

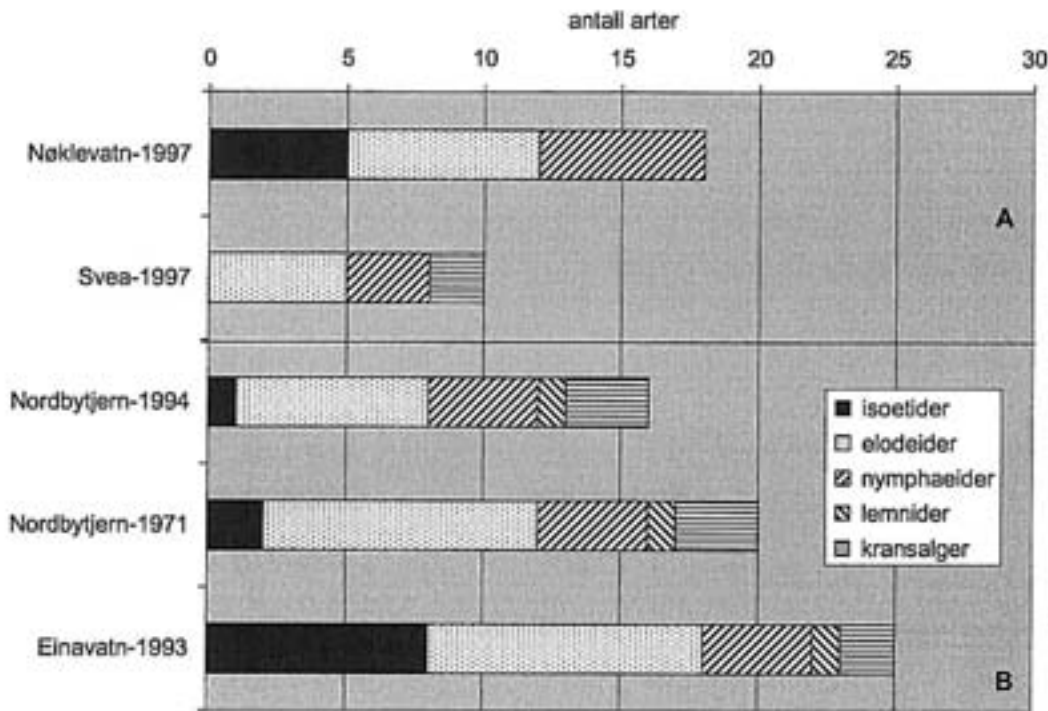
Evjekilen

Vasspest-forekomsten i Evjekilen ved Otra ble oppdaget i 1982, og dengang vokste planten langs en ca. 150 m lang dreneringskanal (Blomdal & Egerhei 1983). Siden har kanalen gradvis grodd igjen og vasspesten har nå forsvunnet helt fra selve kanalen, og opptrer bare i munningen, samt i utløpet av et tilsvarende, næringsrikt sig like ved (Brandrud 1998b). Evjekilen munner ut i Otra, men vasspesten har aldri vært registrert ute i selve Otra, i det ione- og næringsfattige og relativt sure vannet som finnes der. Det er bemerkelsesverdig at arten heller ikke (sålangt man vet) har spredd seg videre nedover Otra til viker, bakevjer eller andre gunstige lokaliteter.

Vasspestplantene på lokaliteten opptrer svært grunt, og er lite vitale og uvanlig småvokste (Brandrud 1998b), og påvirker ikke det biologiske mangfoldet forøvrig i kilen. Den svært lille og lite vitale populasjonen har overlevd i (minst) 15 år på lokaliteten, og er åpenbart avhengig av næringsrikt sig for å greie seg her.

Blomdal og Egerhei (1983) antydte at vasspesten kan være innplantet i Evjekilen sammen med enkelte andre, næringskrevende og sjeldne planter som ble registrert på lokaliteten i 1982. Imidlertid er

vasspesten mer sannsynlig spredd med kajaker fra vasspestområder på Hadeland. Disse ble brukt i Evjekilen i det aktuelle tidsrommet for spredning (Brandrud 1998b).



Figur 13. Antall arter i innsjøer med ulik forekomst av vasspest. A: innsjøer med uproblematisk forekomst og B: innsjøer med mer lokaliserte forekomster.

8.4 Vasspestens effekter på dyrelivet i vann

En kraftig tilgroing med vasspest fører sannsynligvis til betydelige endringer i bunndyrsamfunn, selv om dette er lite undersøkt. Erfaringer fra tilgroing med vannplanten krypsiv (*Juncus supinus*), tilsier at produksjonen av endel insektsarter øker kraftig på grunn av økt næringstilgang og mikro-habitat-areal og heterogenitet (Mikkelsen 1997). Samtidig må en regne med at forholdene blir meget vanskelige for arter som krever åpne områder og fast, mineralisk bunn. Såvidt vi kjenner til, foreligger det ikke undersøkelser med hensyn på effekter av vasspest-tilgroing på de mange sjeldne og sårbare snegl- og musling-artene (jfr. Økland 1990) i de kalkrike innsjøene som har fått store vasspest-bestander.

Fleire av vasspest-innsjøene, særlig Steinsfjorden og Jarenavatnet, hadde tidligere meget store krepsepopulasjoner. Effekten av vasspest på disse har imidlertid så langt vært nokså forskjellig. Krepsebestandene i Steinsfjorden ble ikke redusert i den første tiden med massebestander av vasspest (Berge m.fl. 1989) og anses heller ikke å ha gått så mye tilbake de seinere årene (T. Taugbøl, pers. medd.), selv om habitat-arealet åpenbart må ha blitt redusert på grunn av de kompakte vasspest-bestandene. Krepsebestanden i Steinsfjorden greier seg trolig først og fremst på grunn av innslaget av mer eksponerte stein- og klippestrender, som vasspesten i liten grad kan kolonisere. Disse forholdene understøttes også av situasjonen i Jarenavatnet, hvor krepsebestanden har gått betydelig tilbake (E. Dehli, pers. medd.). Krepsebestanden er nærmest forsvunnet fra det søndre bassenget, som er grunt, bare har bløtbunn og hvor de opprinnelige habitatene er grodd helt igjen med vasspest. I det nordre bassenget, hvor det finnes noe eksponert stein og klippestrand uten vasspest, har krepsebestandene greid seg bedre, men er også her redusert i forhold til tidligere.

Endrete levevilkår for bunnfauna og yngel vil opplagt påvirke fiskepopulasjonene i innsjøer med vasspest, men eventuelle effekter er lite kjent og vanskelig å skille fra andre økologiske endringer som påvirker fiskefaunaen. I Jarenavatnet, som tidligere var et særlig artsrikt og velrenommert fiskevatn, er de fleste fiskeartene gått kraftig tilbake eller forsvunnet, noe som settes i sammenheng med eutrofiering og introduksjon av gjedde (Faafeng m.fl. 1982).

Svanepopulasjonene har økt kraftig i enkelte innsjøer på Hadeland og Ringerike i samme periode som vasspesten har grodd fram, og det er åpenbart at svanene i stor grad beiter på vasspesten. Dette kan observeres bl.a. i kjerneområdet for den store svanebestanden i Jarenavatnet, hvor store mengder løse skudd av vasspest flyter rundt, og hvor vasspest-bestandene er preget av beiting og opprykking. Tidligere, på 70- og 80-tallet, kunne vasspesten danne store overflatematter i Jarenavatnet, mens det i 1996 bare ble observert enkeltområder med overflatematter. Denne endringen kan muligens skyldes svanebeitingen. På begynnelsen av 80-tallet dannet vasspesten massebestander og overflatematter i Steinsvika i Steinsfjorden, men i 1996 var denne bestanden kraftig redusert (Mjelde og Johansen 1997). Svanebestanden i Steinsfjorden økte kraftig i samme periode og den største tettheten av svaner er observert nettopp i Steinsvika. Det er derfor trolig at reduksjonen i vasspestbestandene i dette området skyldes nedbeiting. Også i Hilleslandsvatn på Karmøy er det i de siste årene observert svaner, og i denne perioden er det ikke registrert overflatematter av vasspest i innsjøen (Sørensen, pers.med.). Det er ikke kjent om de store vasspest-bestandene har hatt noen betydning for mer sjeldne vannfugler.

Selv om svaner er et framtreddende element i de grunne innsjøene på New Zealand, fant Mitchell & Wass (1996) at beitingen hadde liten effekt på biomassen av vannvegetasjon. Metoden tok imidlertid bare hensyn til hva svanene spiste og ikke ødeleggelser av bestandene ved oppriving o.l. Van Donk et al. (1994) antydte av endenes beiting på bestandene av smal vasspest (*Elodea nuttallii*) om høsten og vinteren, med oppriving og fjerning av hele planter, kunne være en årsak til at vannvegetasjonen året etter ble dominert av hornblad (*Ceratophyllum demersum*) og ikke av smal vasspest.

9. Vasspest på Hadeland - en "case study" i lokal-regional spredning

Vasspesten kom meget tidlig til Hadeland, antageligvis var den i Jarenavatnet allerede omkring 1960 (Lye 1971, Faafeng m. fl. 1982). I dag er Hadeland et "kjerneområde" med 15 innsjøer og flere elvestrekninger med vasspest. Kulturlandskapet på Hadeland inneholder dessuten en lang rekke kalkrike og næringsrike innsjøer som skulle være optimale for vasspest. Det kan derfor være interessant å se nærmere på spredningsmønstre i dette "gamle" vasspestområdet.

Tilsammen 46 innsjøer er undersøkt innenfor kambro-silur-området på Hadeland (500-) 350-200 m.o.h. i perioden 1992-98 (figur 14, vedlegg IV). Randsfjorden med Hermanstjern, samt næringsfattige og kalkfattige innsjøer fra åspartiene rundt Hadelandsbygda er utelatt i dette "case study". Fem av de undersøkte innsjøene (muligens noen flere) er vurdert som uegnet for etablering av vasspest pga. svært løs mergelbunn (kalkgyttje) uten karplantevegetasjon (vedlegg IV). Én eutrof (hypertrof?) innsjø, Kjevlingen, er også regnet for uegnet pga. kraftige algeoppblomstringer og helt mangel på undervannsvegetasjon.

Vasspest er idag spredd til 12 innsjøer i undersøkelsesområdet etter at planten kom til Jarenavatnet omkring 1960. Dette innebærer en spredning til 26% av de undersøkte, antatt egnete innsjøene i løpet av snaut 40 år. I tillegg finnes det endel (ca. 10-15) ikke-undersøkte småvann som høyst sannsynligvis mangler vasspest, slik at det reelle spredningsomfanget på Hadeland er < 20%. Spredningshastigheten har vært nokså jevn siden 1960, men synes å blitt noe lavere de seinere årene. Etter 1985 er det bare

registrert én overføring/spredning (til Svea). Det er m.a.o. grunn til å tro at den videre spredningen på Hadeland vil bli meget langsom, eller stoppe helt opp.

En hovedårsak til den begrensede spredningen av vasspest innenfor Hadeland er innsjøenes fordeling på mange, og svært små vassdrag. Unntaket her er Viggavassdraget som renner ut i Randsfjorden og som dermed er en del av Drammensvassdraget. Vasspesten ble meget tidlig etablert flere steder i Vigga nedstrøms Jarevatnet og deretter i Randsfjorden (Rørslett 1977). Utover dette er det bare ett eksempel på en etablering innenfor Hadeland som har ført til en rask og mer omfattende, passiv spredning nedover et større vassdrag. Dette gjelder etableringen i Mylla/Harestuvatnet med påfølgende spredning nedover i Nitelva til Øyeren og Glåma. Vasspesten ble registrert første gang i Harestuvatnet i 1978-79, og først i 1984 i Mylla som ligger lengst nord i Nordmarka, oppstrøms Harestuvatnet. På dette tidspunktet var arten godt spredd i innsjøen, og det er derfor sannsynlig at arten først ble spredd til Mylla, og deretter med drivmateriale nedover i Myllsvassdraget til Harestuvatnet, men det er også mulig at det her dreier seg om to, uavhengige introduksjoner.

Sannsynligvis er 6 eller 7 av de 12 etableringene av vasspest på Hadeland introduksjoner på tvers av eller oppover i vassdrag, dvs. et resultat av aktiv spredning over land. De gjenværende fem til seks innsjø-etableringene (Breidtjern-Elgetjern-Grunningen, Vesletjern, Strykenvatnet, eventuelt Harestuvatnet; jfr. vedlegg IV) er sannsynligvis passiv spredning til nedstrømslokaliteter. I tillegg kommer den passive nedstrømsspredningen i Vigga til Randsfjorden.

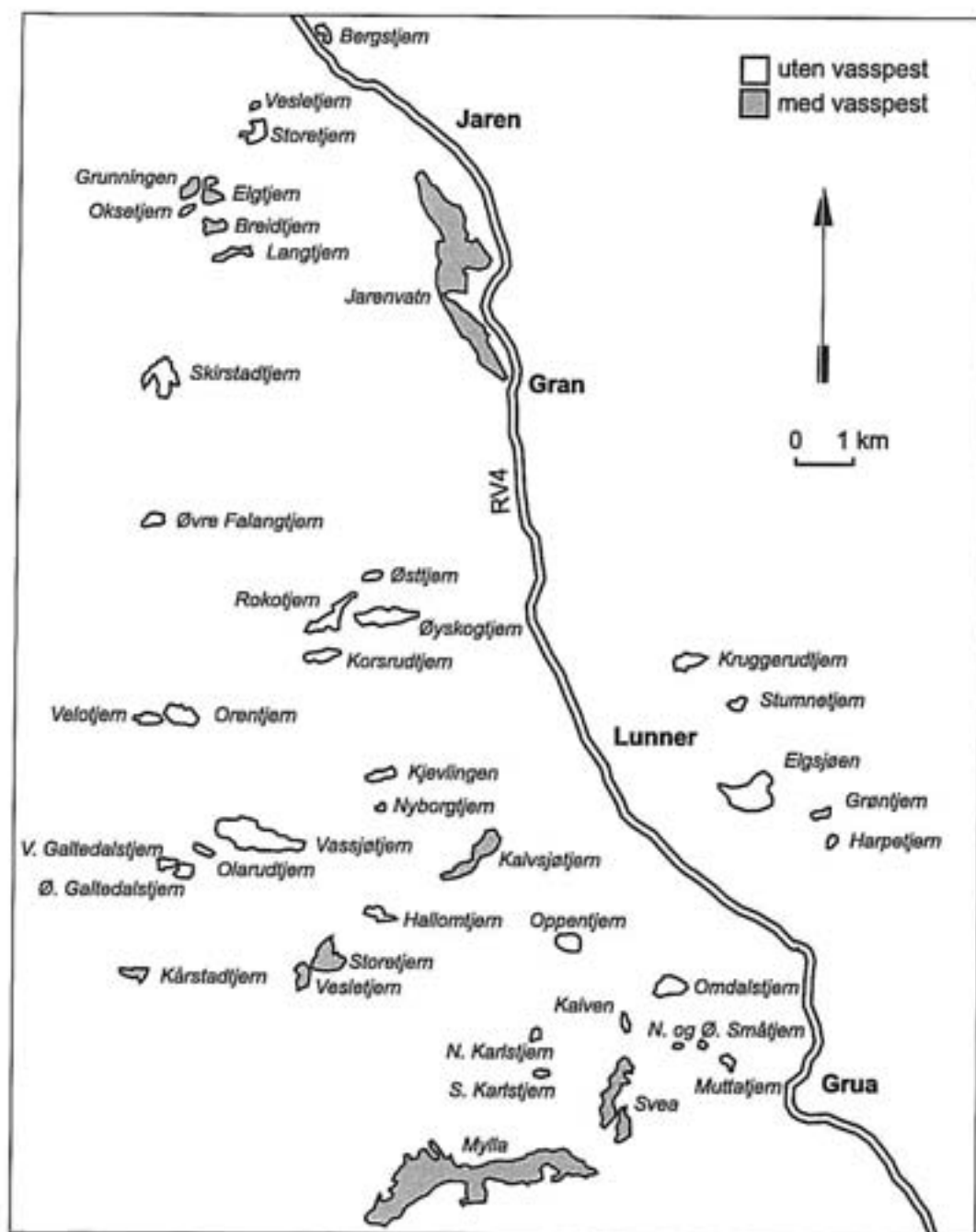
Av Hadelandsvassdrag med mer enn 2-3 innsjøer er vasspesten spredd til Myllsvassdraget og et lite vassdrag ved Tingelstad kirke (Langtjern, Breidtjern, Elgtjern, Grunningen). Så langt er vasspesten *ikke* introdusert til de svært nærliggende, artsrike og sårbare småvassdragene Hallomtjern-Vassjøtjern-Orentjern, Skirstadtjern-Falangtjern og Vientjern-Øyskogtjern.

Av de 7 innsjøene som trolig har mottatt vasspest ved aktiv spredning, ligger 5 kloss inntil vei, med åpen, lett tilgjengelig strandsone og plass for utsetting av båt. De to resterende innsjøene der vasspest antas å være aktivt spredd, ligger mindre tilgjengelig, men har brygge. Alle de 7 innsjøene på Hadeland med lett tilgang til båt plass fra vei har vasspest. I Lunner og Jevnaker kommuner ligger 4 av de 5 innsjøene med aktiv vasspest spredning ved vei, med båt plass og med forholdsvis mye friluftaktivitet, mens en rekke nærliggende innsjøer uten vasspest (Hallomtjern, Oppentjern, N. Småttjern, Muttatjern, osv.) har lite tilgjengelig strandsone uten båt plasser. I Svea er det påvist at vasspesten først dukket opp omkring båt plassen i sørøst.

I Gran kommune, i vassdraget ved Tingelstad kirke er spredningshistorien noe uklar, og det kan være snakk om én eller to introduksjoner (vi har her antatt to). Vasspesten ble i 1968 registrert i de to nedste innsjøene (Grunningen og Elgtjern). Ifølge grunnciere er det sannsynlig at vasspesten har vært mer enn 20 år i det øverste tjernet (Langtjern), og bestanden her kan m.a.o. være like gammel som lengre ned i vassdraget. Det som er klart er imidlertid at det her som i Lunner finnes svært nærliggende innsjøer (Stortjern, Oksetjern) som etter 30 år ikke har fått vasspest.

Vasspestforekomstene på Hadeland indikerer at spredningen skjer der den menneskelige aktiviteten er størst, og at spredningen - selv over meget korte avstander - kan være meget liten der den menneskelige aktiviteten er liten/ubetydelig. Mennesket synes m.a.o. å være den viktigste spredningsagensen, og spredning ved båtutsetting synes å være den viktigste enkelt-årsaken.

Både i vasspestområdet i Tingelstad, Vigga-dalen (Jarevatnet) og i Vestre Lunner/Jevnaker er det betydelig trekk av vadefugl, bl.a. med store bestander av svaner som beiter på vasspestbestandene. Swanene trekker mellom vasspest-innsjøene og innsjøer uten vasspest (som f.eks. Bergstjern i Gran og Hallomtjern i Lunner). Disse forholdene indikerer at spredning med svaner eller andre vannfugler er ubetydelig, eventuelt helt fraværende i Hadelandsområdet.



Figur 14. Kart over Hadeland med undersøkte innsjøer. Innsjøer med vasspest skravert.

10. Tiltak mot vasspest

10.1 Tiltak for å hindre spredning

Når vasspesten først er kommet inn i et vassdrag er det lite man kan gjøre for å hindre at den sprer seg videre nedover vassdraget i form av løsrevne plantedeler som spres med strømmen. Spredningen til nye vassdrag kan derimot begrenses ved tiltak (jfr. bl.a. Berge 1989).

I og med at ufrivillig spredning med mennesket ser ut til å være den klart viktigste årsaken til spredning av vasspest er det naturlig å konsentrere tiltakene for å hindre spredning til *informasjon og restriksjoner for båtbruk og fiske* i vann med vasspest.

Følgende tiltak bør vurderes:

- *Informasjon* i media, skoler og til brukergrupper om faren for spredning, samt negative konsekvenser av dette, spesielt m.h.p. verneområdene. Det bør bl.a. gis råd om rengjøring av båter, fiskeredskap, o.l. Utarbeidelse av *informasjonsfolder*.
- Utplassering av *informasjonstavler* ved vasspestinnsjøer, som opplyser om faren for spredning og gir råd om rengjøring av båter og fiskeredskap.
- *Krav om desinfisering/tørking for flytting av båt og fiskeredskap* mellom vasspestlokaliteter og andre innsjøer. Generelt forbud mot utsetting av båt i verneområdene dersom denne har vært brukt i vasspestlokaliteter.
- *Forbud mot utøvelse av fiske* for annet enn grunneiere og fastboende.

Flere av disse tiltakene bør innarbeides i verneforskriftene for naturreservat og landskapsvernområder, både slike som har vasspest, og de som kan være særlig sårbare for en slik introduksjon.

Alle vekstforsøk indikerer at selv små skuddbiter av vasspest kan føre til spredning. Det er derfor svært viktig at båter, fiskeredskaper og annet utstyr blir nøye reingjort etter at det har vært brukt i innsjøer med vasspest. Våre undersøkelser indikerer videre at disse skuddfragmentene ikke tåler uttørking. Dette innebærer at en fullstendig tørking av utstyr normalt vil være tilstrekkelig til å hindre spredning. Dette innebærer også at en må være særlig nøye med tømning og rengjøring av vannfylte rom i bunnen av båten, i forbindelse med påhengsmotor, osv.

I forbindelse med spredningen av vasspest til Rogaland ble det bl.a. laget en informasjonsfolder og informasjonsplakat beregnet til oppslag ute i naturen, på ferger o.l. (Persson Ledje 1995), hvor det opplyses om vasspest og hvilke restriksjoner eller forbud som gjelder. Dette er sannsynligvis en effektiv informasjonsmåte, og folderen bør kunne danne en mal og et godt utgangspunkt også for andre regioner. Ved innsjøer med vasspestbestander hvor det også er båttrafikk og fiske, bør det settes opp skilt hvor det opplyses om vasspestens spredningsveier og hvordan man hindrer spredning til andre vassdrag (tørking og spyling, evt. desinfisering av fiskeutstyr og båt), eventuelt med forbud om flytting av båt og fiskeredskap fra slike lokaliteter. I verneverdige, vasspest-frie lokaliteter innenfor vasspestens utbredelsesområde bør man vurdere generelt forbud mot bruk av båt og visse fiskeredskap (teiner og garn).

10.2 Metoder for å fjerne vasspest

I ulike sammenhenger har det vært diskutert metoder for å redusere utbredelsen av vasspesten på lokalitetene (Berge m.fl. 1989, Persson Ledje 1995, Brandrud 1995b, jfr. også Økland & Økland 1995). Generelt synes det å være meget vanskelig og kostnadskrevende å bekjempe vasspest. Å fjerne vasspesten helt fra en lokalitet er sannsynligvis umulig. Å fjerne/bekjempe vasspest over store arealer,

f.eks. over en hel innsjø virker også i de fleste tilfeller urealistisk. Derimot kan det sannsynligvis være aktuelt flere steder å utføre tiltak i forbindelse med badeplasser eller andre steder der bruken er særlig stor.

Følgende bekjempningsmetoder mot vasspest har vært vurdert (jfr. Berge 1989):

- mekanisk høsting (med vanngående slåmaskin, o.l.)
- tildekking av bunnen
- regulering/periodevis tørrlegging
- biologisk kontroll (utsetting av graskarper)
- bekjemping med pesticider

Erfaringer fra andre land indikerer at graskarper kan ha evnen til effektivt å holde nede undervannsvegetasjon. Utsetting av graskarper er imidlertid neppe aktuelt i Norge, av hensynet til uheldige bivirkninger av spredningen av en ny art (utilsiktede økosystemvirkninger, sykdomsspredning, etc.).

Tørrlegging og innfrysing ved nedtapping på ettervinteren vil trolig være en effektiv måte å holde vasspesten nede på. Erfaringene fra reguleringsmagasinene Øyeren og Randsfjorden tilsier dette. Imidlertid har en slik regulering betydelige bi-effekter, bl.a. i form av erosjon i strandsonen, og vil kunne ha en negativ påvirkning m.h.p. stabilitet og biologisk mangfold.

Tildekking av bunnen med fiberduk har vært forsøkt med hell som bekjempelse av annen type vannvegetasjon i avgrensede områder som f.eks. badeplasser. Forsøk i Steinsfjorden viste imidlertid at dette hadde kun en meget kortvarig effekt når det gjaldt vasspest (Berge 1989), og kan neppe betraktes som en egnet bekjempningsmetode, bortsett fra for små områder rundt badeplasser o.l..

Mekanisk høsting står fram som det mest realistiske og egnete tiltaket for bekjemping av tilgroing med vasspest. I forbindelse med vasspestprosjektet i Steinsfjorden ble det utviklet et egnet utstyr for innhøsting (en mudringsbåt påmontert slåmaskin) (Berge 1989). Høstingskapasiteten viste seg å være en begrensende faktor, det var bare mulig å renske opp til 2 da pr. dag (tilsvarende 14 tonn med vasspest), og metoden ble ikke vurdert som realistisk på helsjøbasis. Forsøkene med høsting ble utført i én sesong, og viste seg å ha en kortvarig effekt. Allerede året etter var gjenveksten (på høsten) nesten like stor som på omkringliggende arealer. En må imidlertid forvente at gjentatte høstinger i flere år på rad vil kunne bidra til at sedimentet blir utarmet på fosfor, og at dette vil kunne føre til en mer eller mindre varig redusert vekst (Rørslett m.fl. 1984). Det er også tenkelig å gjennomføre høsting med enklere midler, f.eks. steinsvans på meier og vinsj, slik det bl.a. benyttes enkelte steder i forbindelse med høsting av tare på Vestlandet (Brandrud & Johansen 1997).

Det er planer om å forsøke mekanisk høsting på begrensede arealer både i Årungen og i Steinsfjorden, sistnevnte skal iverksettes i 1999. Et slikt tiltak er også foreslått vurdert for Juveren og Synneren – siden det skal høstes i Steinsfjorden (Brandrud 1998a). Det må understrekes at man bør legge opp til et flerårig høstingsprogram, hvis dette tiltaket skal kunne ha noen effekt.

11. Litteratur

Adams, F.S., MacKenzie, D.R., Cole, H.Jr. & Price, M.W. 1971. The influence of nutrient pollution levels upon element constitution and morphology of *Elodea canadensis* Rich. in Michx. Environ. Pollut. 1: 285-298.

Anderberg, A. 1992. Smal vattenpest, *Elodea nuttallii*, en ny vattenväxt i den svenske floran. Svensk Bot. Tidskr. 86: 43-45.

Berge, D. (red.) 1983. Tyrifjorden. Tyrifjordundersøkelsen 1978-81. Sammenfattende sluttrapport.

Berge, D. (red.) 1989. Vasspest. Problem og ressurs. Sammenfattende sluttrapport fra vasspestprosjektene. NIVA-rapport O-86238.

Baardseth, E. 1942. A study of the vegetation of Steinsfjorden, Ringerike. Nyt.Mag.Naturv. B. 83:9-47.

Blomdal, E. & Egerhei, T. 1983. Vasspest (*Elodea canadensis*) i Evje og Hornnes kommune, Aust-Agder fylke. Blyttia 41: 58-60.

Brandrud, T.E. 1995a. Vannvegetasjonen i verneverdige grytehullsjøer på Romerike. Status, verneverdi og trusselfaktorer. NIVA-rapport 3182.

Brandrud, T.E. 1995b. Vannvegetasjonen i verneverdige grytehullsjøer på Romerike. Supplerende undersøkelser 1995, samt en vurdering av vasspestutviklingen i Nordbyjern. NIVA-rapport 3368.

Brandrud, T.E. 1998a. Biologisk mangfold i verneområder på Ringerike. Vann- og sumpvegetasjon, samt soppflora i tilknytning til kroksjøer langs Storelva og i deltaet i Nordre Tyrifjorden. NIVA-rapport 3856-98.

Brandrud, T.E. 1998b. Befaring på vasspest-lokalitet i Evjekilen, Evje & Hornnes kommune 2. juni 1998. NIVA-notat. Oslo.

Brandrud, T.E. og Johansen, S.W. 1997. Tiltak mot krypsiv. Vegetasjonsfjerning i Sveindalområdet i Mandalsvassdraget 1996. NIVA rapp. 3759-97.

Brandrud, T.E., Mjelde, M. og Rørslett, B. 1994. Vannvegetasjon i Dokka-deltaet, Randsfjorden. Status og vurdering av konsekvensene av Dokka-reguleringen. NIVA-rapport 3126.

Bratli, J.L., Berge, D. & Brandrud, T.E. 1998. E16 Rørvik – Vik, kommunedelplan. Registreringer og analyse. Vann, vassdrag og strandsoner. NIVA-rapport 3750-97.

Brettum, P. 1994. Referanseundersøkelse av grytehullsjøene i Gardemoen-området 1993. NIVA-rapport 3015.

Brettum, P. 1997. Vannkvalitetsovervåking i Tyrifjorden, Steinsfjorden og tilløpselvene Storelva og Sogna, 1996. NIVA-rapport lnr. 3662-97.

- Brettum, P., Berge, D., Løvik, J.E. & Mjelde, M. 1998. Undersøkelser av vannkvalitet og økologiske forhold i vassdrag i Østmarka berørt av lekkasjene til Romeriksporten. Til belysning av eventuelle skader, og som grunnlag for avbøtende tiltak. (Foreløpig rapport). NIVA-rapport Inr. 3892-98.
- Cook, C.D.K. & Urmi-König, K. 1985. A revision of the genus *Elodea* (Hydrocharitaceae). Aquatic Botany 21: 111-156.
- Casper, S.J. & Krausch, H-D. 1980. Süßwasserflora von Mitteleuropa. Band 23: Pteridophyta und Anthophyta. 1. Teil. G. Fischer Verlag. Stuttgart - New York.
- Faafeng, B., Brabrand, Å., Gulbrandsen, T., Lind, O., Løvik, J.E., Løvstad, Ø. og Rørslett, R. 1982. Jarevatnet. NIVA-rapport 1411.
- Faafeng, B. og Skulberg, O. 1993. Innledende undersøkelse av Kalvsjøtjernet i Lunner 1992. NIVA-rapport Inr. 2946.
- Hansen, A. 1982. Floristiske meddelelser. Urt 6: 44-48.
- Hongve, D. 1975. The littoral vegetation of Nordbytjernet, a small lake in south-east Norway. Norw. J. Bot. 22: 83-97.
- Hongve, D. og Løvstad, Ø. 1991. Verneverdige innsjøer i Gardemo-området. Limnoconsult-rapport: 1-43.
- Johansen, S.W. 1987. *Elodea canadensis* i Steinsfjorden. En undersøkelse av plantens vekst og livs-syklus i relasjon til de fysiske og kjemiske forhold i littoralsonen. Cand.scient.oppg. Univ. Oslo.
- Johnstone, I.M., Coffrey, B.T. & Howard-Williams, C. 1985. The role of recreational boat traffic in interlake dispersal of macrophytes: A New Zealand case study. Journal of Environmental Management 20: 263-279.
- Kjellberg, G., Vøllestad, A., Brandrud, T.E. og Mjelde, M. 1996. Limnologisk og fiskeribiologisk undersøkelse av Einafjorden sommeren 1995. NIVA-rapport 3454.
- Lien, L., Bækken, T. og Mjelde, M. 1998. Oppgrunning og forurensning av Væla fra fyllingsområdet ved Hen treimpregnering. NIVA-rapport Inr. 3781-98.
- Luther, H. 1951. Verbreitung und ökologie der höheren Wasserpflanzen im Brackwasser. II. Spezieller Teil. – Acta bot. fenn. 50:1-370.
- Lye, K.A. 1971. Spreiinga av *Elodea canadensis* i Noreg. Blyttia 29: 19-24.
- Lyche, A. 1984. Plankton i innsjøer langs en trofigradient. En regional undersøkelse av samfunnsstrukturen i fytoplankton og zooplankton i 20 innsjøer i Oslo-området. H.oppg. Univ. Oslo.
- Mikkelsen, K.O. 1997. Effects of *Juncus bulbosus* L. Proliferation on the Epibenthic Insect Fauna in some Limes, SW Norwegian Lakes. Thesis Cand. Scient. Inst. of Zoology, Univ. of Bergen.
- Mitchell, S. & Wass, R.T. 1996. Grazing by black swans (*Cygnus atratus* Latham), physical factors, and the growth and loss of aquatic vegetation in a shallow lake. Aquat. Bot. 55: 205-215.
- Mjelde, M. 1997a. Status for vasspest (*Elodea canadensis*) i Norge. Spredningsomfang og eksempler på effekter. NIVA-rapport OR-3607.

Mjelde, M. 1997b. Virkninger av forurensning på biologisk mangfold: Vann og vassdrag i by- og tettstedsnære områder. Vannvegetasjon i innsjøer - effekter av eutrofiering. En kunnskapsstatus. NIVA-rapport lnr. 3755-97.

Mjelde, M. & Hvoslef, S. 1985a. Undersøkelser i Drammenselva 1982-84. Høyere vegetasjon. NIVA-rapport 1766.

Mjelde, M. & Hvoslef, S. 1985b. Undersøkelser i Drammensfjorden 1982-84. Delrapport: Høyere vegetasjon. NIVA-rapport lnr. 1818.

Mjelde, M.; Johansen, S.W. 1997. Vasspest i Steinsfjorden. Status for utbredelse og omfang i 1996. NIVA-rapport OR-3650-97.

Mulligan, H.F., Baranowski, A. & Johnson, R. 1976. Nitrogen and phosphorus fertilization of aquatic vascular plants and algae in replicated ponds. 1. Initial response to fertilization. *Hydrobiologia* 48: 109-116.

Persson Ledje, U. 1995. Vasspest-kartlegging av spredningsfare i Rogaland. Fylkesmannen i Rogaland. Miljøvernkvartalen. Miljørapport nr. 3 - 1995.

Peeverly, J.H. 1979. Elemental distribution and macrophyte growth downstream from an organic soil. *Aquat. Bot.* 7: 319-338.

Rørslett, B. 1969. Spredningen av vasspest, *Elodea canadensis* Michx., på Østlandet 1961-1968. *Blyttia* 27: 185-193.

Rørslett, B. 1975. Vegetasjonsundersøkelser i Østensjøvannet, Oslo kommune, 1974-75. NIVA-rapport A2-O5, B1-17, O-69/72.

Rørslett, B. 1977. Vasspest (*Elodea canadensis*) på Østlandet fram til 1976. *Blyttia* 35: 61-66.

Rørslett, B. 1978. Vasspest (*Elodea canadensis*) i vestre Bærum. NIVA-rapport O-73/77.

Rørslett, B. 1983. Tyrifjord og Steinsfjord. Undersøkelse av vannvegetasjon 1977-82. NIVA-rapport lnr. 1510.

Rørslett, B. 1991. Principal determinants of aquatic macrophyte richness in northern European lakes. *Aquat. Bot.* 39: 173-193.

Rørslett, B. 1995. Vasspest, *Elodea canadensis* Michx, funnet på Vestlandet. *Blyttia* 53: 169-175.

Rørslett, B. & Berge, D. 1986. Vasspest (*Elodea canadensis*) i 1980-årene. *Blyttia* 44: 119-125.

Rørslett, B., Berge, D., Erlandsen, A., Johansen, S.W. & Brettum, P. 1984. Vasspest i Steinsfjorden, Ringerike. Innvirkning på vannkvalitet 1978-83 og behov for tiltak. NIVA-rapport lnr. 1582.

Rørslett, B., Berge, D. & Johansen, S.W. 1985. Mass invasion of *Elodea canadensis* in a mesotrophic, South Norwegian lake - impact on water quality. *Ver. Int. Verein. Limnol.* 22: 2920-2926.

Rørslett, B., Berge, D. & Johansen, S.W. 1986. Lake enrichment by submersed macrophytes: A Norwegian whole-lake experience with *Elodea canadensis*. *Aquat. Bot.* 26: 325-340.

Rørslett, B. og Skulberg, O. 1968. Vern av naturlig næringsrike innsjøer i Norge. En foreløpig oversikt over noen utrofe innsjøer i Sør-Norge, og deres botaniske forhold. NIVA-rapport O-70/66.

Simpson, D. A. 1986. Taxonomy of *Elodea* Michx in the British Isles. *Watsonia* 16: 1-14.

Sheldon, R.B. & Boylen, C.W. 1977. Maximum depth inhabited by aquatic vascular plants. *Am. Midl. Nat.* 97: 248-254.

Solberg, K. 1993. Hilleslandsvassdraget og Tjøsvollvassdraget på Karmøy i Rogaland. En vurdering av hydrologi og forurensningstilførsler. Forstudie av vassdraget før oppstart av event. overvåking. Fylkesmannen i Rogaland. Miljøvernavdelingen.

Spicer, K.W. & Catling, P.M. 1988. The biology of Canadian weeds. 88. *Elodea canadensis* Michx. *Can. J. Plant. Sci.* 68: 1035-1051.

St. John, H. 1965. Monograph of the genus *Elodea*: Part 4 and summary. *Rhodora* vol. 67: 1-35.

Størkersen, Ø.R. (red.) 1992. Truete arter i Norge, Norwegian Red List. Direktoratet for naturforvaltning rapp. 1992-6. Trondheim.

Undelstvedt, J.K. og Vik, J.O. 1995. Vasspest i Årungen 1995. Utbredelse og noen økologiske aspekter. Semesteroppgave i VA30 – Vannressursforvaltning hovedkurs. NLH, Ås.

van Donk, E., De Deckere, E., Klein Breteler, J.G.P. & Meulemans, J.T. 1994. Herbivory by waterfowl and fish on macrophytes in a biomanipulated lake: effects on long-term recovery. *Verh. Internat. Verein. Limnol.* 25: 2139-2143.

Økland, J. 1990. Lakes and snails. Environment and Gastropoda in 1500 Norwegian lakes, ponds and rivers. Universal Book Services/Dr. W.Backhuys, Oegstgeest. 516s.

Økland, J. & Økland, K.A. 1995. Vann og vassdrag 1. Ressurser og problemer. Vett & Viten A/S. Stabekk.

12. VEDLEGG

Vedlegg I. Fysisk/kjemiske data for innsjøer med vasspest

Innsjø	H.o.h.	Areal, km ²	Max. dyp, m	Middel- dyp, m	totP, µg/l	totN, µg/l	Ca, mg/l	Klfa, µg/l	Sikte- dyp, m
<u>Massebestander i store deler av innsjøen</u>									
Steinsfjorden (1978-81) ²	63	14.4	24	9.9	10.5	250	12.5	4.5	4.5
Steinsfjorden (1996) ⁸	63	14.4	24	9.9	9.7	275	12.3	4.5	4.7
Jarevatnet (1980) ⁶	201	1.45	38	14.7	19.5	3088	58.0	19.0	2.0
Jarevatnet (1993) ¹	201	1.45	38	14.7	17.5	2893	58.0	11.6	3.5
Kalvsjøtjern (1993) ³	358	0.21	25		44.0	899	40.0	20.4	2.7
Stovivatn (1992) ¹	109	0.41	15	9.5	31.5	850	17.5	15.3	2.3
Årungen (1992) ¹	34	1.24	13	7.8	44.0	4089	26.6	37.0	1.2
<u>Mindre forekomster</u>									
Nordbytjern ^{5,7}	187	0.27	22	9.7	6.0		40.0		
Hilleslandsvatn (1996) ^{1,4}	22	0.59	19	4.2	11	499	8.0	3.8	4.5
Tyrifjorden (1978-81) ²	63	121.3	295	114.0	7.0	400	4.3	2.7	6.5
Randsfjorden (1988) ¹	134	136.4	108	53.6	5.0	509	5.3	1.4	5.0
Harestuvatn (1988) ¹	234	2.0	16	5.2	6.4	354	7.0	1.8	3.5
Einavatnet (1988) ¹	398	13.5	56		8.0	1283	10.6	2.8	3.7
Bogstadvatn (1988) ¹	145	1.09	10.5	4.1	11.6	368	3.5	4.86	2.9
Gjersjøen (1988) ¹	40	2.41	64	25.4	15.5	1305	14.2	7.3	3.4
Nøklevatn (1993) ¹	163	0.86	34		6.0	246	4.8	3.0	5.8
Lutvatn (1997) ¹⁰	205	0.43			2.0	233	7.0		
Norsjø (1988) ¹	15	59.7	171	85.4	6.9	381	1.85	2.3	4.1
<u>Antatt utgått:</u>									
Østensjøvatn (1988) ¹	107	0.31	3.24		283.0	1538	18.0	78.2	0.8
Dælivatn (1979) ⁹	100	0.16	4.5	2	30	1247		27	1.5

1: Faafeng (upubl.), 2: Berge 1983, 3: Faafeng & Skulberg 1993, 4: Solberg 1993, 5: Hongve 1975, 6: Faafeng m.fl. 1982, 7: Brettum 1994, 8: Brettum 1997, 9: Lyche 1984, 10: Brettum m.fl. 1998

Dataene er gitt som middelveidier for sommersesongen

Vedlegg II. Undersøkte innsjøer på Hadeland

Førekost av vasspest: x=moderat, xx=stor. Vei/båtplass = grad av tilgjengelig, åpen strandsone n/ båtplasser ved vei (+: tilstede, (+): delvis tilstede). Tilgroingsmulighet= innsjøens egnethet for massiv tilgroing av vasspest (vurdert ut fra vannkvalitet og bunnforhold) ((x)=lite egnet, x=egnet, xx=svært godt egnet). Vurderingen er bare foretatt for innsjøer uten vasspest. Generelle vegetasjonsforhold, førekost av ulike livsformgrupper: (x)= liten, x=moderat, xx=stor (helofytt = høyvokste helofytter dominert av takrør, sjøsvaks, evt. storvokst elvesnelle). Vegetasjonsendringer, redusert karplante-/kransalge-vegetasjon: x= reduksjon, ?=usikker.

Innsjø	Vasspest		Lokaliteten		Generelle vegetasjonsforhold i dag				Vegetasjonsendringer i løpet av siste 20-30 år	
	forekomst	første funn	vei, båtplass	tilgroingsmulighet	kransalger	langskudd	flyteblad	helofytt	karplante vegetasj.	kransalge vegetasj.
Gran										
Mænavatn	-	-	(+)	(x)	-	-	XX	XX	X?	-
Bergstjern	-	-	-	x	-	(X)	XX	XX	?	-
Jærevatnet	XX	1960	+	-	X	(X)	X	XX	XX	X
Langtjern	XX	?	-	-	-	-	X(X)	XX	X	-
Breidtjern	XX	?	-	-	X	-	XX	XX	X	?
Elgtjern	XX	1968	-	-	-	X	XX	XX	X	?
Grunningen	XX	1968	+	-	X	X	XX	XX	X	X?
St.&Vesletj.	-	-	-	xx	-	(X)	X	XX	X	X
Oksetjern	-	-	-	xx	XX	(X)	(X)	(X)	-	-
Skirstadtjern	-	-	-	xx	XX	(X)	X	X(X)	-	X
Ø.Falangtj.	-	-	-	xx	-	XX	XX	X	-	-
Øyskogtjern	-	-	-	x	XX	(X)	X	X	-	-
Rokotjern	-	-	-	x	XX	X	X	X	-	-
Vientjern	-	-	-	(x)	XX	(X)	X	X(X)	-	-
Korsrudtjern	-	-	-	x	XX	(X)	X	X(X)	-	-
Lanner										
Orentjern	-	-	-	x	(X)	XX	X	X	-	-
Velotjern	-	-	-	x	X	X	X	X	-	-
Nyborgtjern	-	-	-	+	XX	(X)	-	(X)	-	-
Kjevlingen	-	-	-	+	-	-	XX	XX	-	-
Vassjøtjern	-	-	(+)	xx	XX	XX	X	XX	-	-
Olarudtjern	-	-	-	x	-	X	X	X	?	?
Ø.Galtesdalstj.	-	-	-	(x)	X(X)	(X)	(X)	-	-	-
N.Galtesdalstj.	-	-	-	+	XX	(X)	(X)	-	-	-
Hallomtjern	-	-	-	xx	-	(X)	X	X(X)	?	-
Kalvsjøtjern	XX	1982	+	-	-	-	X(X)	XX	X?	-
Oppentjern	-	-	-	xx	-	XX	(X)	-	-	-
Omdalstjern	-	-	-	x	-	X	X	X	-	-
Øv.Smiltjern	-	-	-	+	XX	-	X	-	-	-
N. Smiltjern	-	-	-	x	XX	X	X	-	-	-
Muttatjern	-	-	-	(x)	-	-	XX	(X)	?	-
Harpetjern	-	-	-	x	-	X	XX	X	-	-
Grøntjern	-	-	(+)	x	-	-	-	-	-	-
Elgsjø	-	-	(+)	xx	-	XX	X	XX	-	-
Stumnetjern	-	-	-	x	-	-	-	-	-	-
Krugerudtj.	-	-	-	x	-	-	-	-	-	-
Kalven	-	-	-	+	XX	-	(X)	-	-	-
N.&S.Karlstj.	-	-	-	x	(X)	X	X	-	-	-
Svea	X	1989	+	-	-	X	X	(X)	-	-
Mylla	X	1982	+	-	-	X	X	-	-	-
Harestuvatnet	X	1978	+	-	-	X	X	-	-	-
Strykenvatnet	X	1982	-	-	-	X	X	-	-	-
Jevnaker										
Storetjern	XX	1982	+	-	-	-	X	XX	X?	-
Vesletjern	XX	1982	-	-	-	-	X	XX	X?	-
Kårstادتjern	XX	1985	-	-	-	-	X	XX	X?	X

Vedlegg III. Vannvegetasjon i innsjøer med vasspest

Steinsfjorden, Årungen, Jarenavatnet, Kalvsjøtjern, Einavatnet og Nøklevatn, 1995-97.

Mengdeangivelse: 1=sjelden, 2=spredt, 3=vanlig, 4=lokalt dominerende og 5=dominerende. +: driveksempplar

Latinske navn	Steinsfj.	Årungen	Jarenavatn	Kalvsjøtjern	Einavatn	Nøklevatn
Isoetider (kortsukksplanter)						
<i>Eleocharis acicularis</i>	3-4				2	
<i>Isoetes lacustris</i>	2				5	5
<i>Isoetes echinospora</i>	3				2	2
<i>Juncus supinus</i>					2	5
<i>Limosella aquatica</i>	2					
<i>Littorella uniflora</i>	4				4	
<i>Lobelia dortmanna</i>	2				3	
<i>Ranunculus reptans</i>	3				3	2
<i>Subularia aquatica</i>	2				2	2
Elodeider (langskuddsplanter)						
<i>Callitriche hamulata</i>					2	
<i>Callitriche palustris</i>					1	
<i>Callitriche stagnalis</i>						
<i>Ceratophyllum demersum</i>						
<i>Elodea canadensis</i>	5	5	5	5	4	2
<i>Hippuris vulgaris</i>						2
<i>Myriophyllum alterniflorum</i>	4				5	5
<i>Potamogeton alpinus</i>					2	
<i>Potamogeton berchtoldii</i>	3					2
<i>Potamogeton crispus</i>	3					
<i>Potamogeton filiformis</i>			2			
<i>Potamogeton gramineus</i>	2-3				2	
<i>Potamogeton lucens</i>			2			
<i>Potamogeton obtusifolius</i>			+			
<i>Potamogeton panormitanus</i>	1?					
<i>Potamogeton perfoliatus</i>	3	2				2-3
<i>Potamogeton praelongus</i>					1	
<i>Ranunculus confervoides</i>	2				2	
<i>Utricularia intermedia</i>					1	
<i>Utricularia ochroleuca</i>						3?
<i>Utricularia vulgaris</i>	2				1	1-2
Nymphaeider (flytebladsplanter)						
<i>Nuphar lutea</i>		2	3	4	3	3
<i>Nymphaea alba coll.</i>			1-2		2	1-2
<i>Persicaria amphibia</i>	2-3	2	3	3-4	2	3
<i>Potamogeton natans</i>		1	2	3		2
<i>Potamogeton polygonifolius</i>						
<i>Sagittaria sagittifolia</i>	2					
<i>Sparganium angustifolium</i>					4	2
<i>Sparganium emersum</i>			+			1-2
Lemnider (flytere)						
<i>Lemna minor</i>	1	2			1	
<i>Lemna trisulca</i>			1			
Kransalger						
<i>Chara aculeolata</i>				1		
<i>Chara aspera</i>			1-2			
<i>Chara contraria</i>			1			
<i>Chara delicatula</i>			1-2			
<i>Chara globularis</i>	2			2	3-4	
<i>Chara rudis</i>			2			
<i>Chara strigosa</i>						
<i>Nitella opaca/ flexilis</i>	3				1	
artsantall pr. innsjø	22	6	14	6	25	18

Vedlegg III. forts.

Juveren, Synneren, Nordbytjern, Grunningen og Svea, 1997.

JuvSØ: Juveren på Ringerike; søndre- og østre del av hesteskoen (vest til gården på Frokøya). JuvNV: nordre del. Syn NV: Synneren; vest- og nordsiden av øya N for gården Odden. Syn SV: sørvestsiden av øya. Syn V: Vestsiden av Synneren. Nor1: Nordbytjern på Romerike; vest- og nordvest. Nor2: nord og øst. Grunn: Grunningen (Vestre Staksrudtj.) på Hadeland. SveNØ: Svea på Hadeland; bukt i nordøst (w/ bade plass). Sve Ø: østsiden. Mengdeangivelse: 1= sjelden, 2= spredt, 3= vanlig, 4= lokalt dominerende, 5= dominerende. Stjerne angir arter/forekomster som er registrert tidligere. Juveren/Synneren: * registrert i 1975-76 (B. Rørslett pers. medd.) * eldre herbariebelegg. Nordbytjern: * Rørslett & Skulberg 1968. ** Hongve 1975.

	Juv SØ	Juv NV	Syn NV	Syn SV	Syn V	Nor 1	Nor 2	Gru nn	Sve NØ	Sve Ø	Sve NV
Isoetider (kortsukksplanter)											
<i>Crassula aquatica</i>	*	*	*	*	1						
<i>Elatine hydropiper</i> s.lat.	*	*	*	*	1						
<i>Elatine triandra</i>	*	*	1	*	1						
<i>Eleocharis acicularis</i>	*	1	*	*	1	**					
<i>Isoetes echinospora</i>		1	1								
(<i>Limosella aquatica</i>)	*	*	*	*	*						
(<i>Lythrum portula</i>)	*	*									
<i>Ranunculus reptans</i>		1	1			1					
Elodeider (langskuddsplanter)											
(<i>Callitriche hermaphroditica</i>)	**	**									
<i>Callitriche palustris</i>		1			1						
<i>Ceratophyllum demersum</i>						2	2				
<i>Elodea canadensis</i>	5	5	5	5	5	4	3	5	4	3	2
<i>Hippuris vulgaris</i>									1	2	3
<i>Myriophyllum alterniflorum</i>										1	
<i>Potamogeton alpinus</i>						2	3				
<i>Potamogeton berctoldii</i>	2	*	*	*	*	**					
<i>Potamogeton friesii</i>						*		3			
<i>Potamogeton gramineus</i>									4	3	3
<i>Potamogeton lucens</i>						4	3	1			
<i>Potamogeton obtusifolius</i>	2	2	3	3	3	2	2				
<i>Potamogeton perfoliatus</i>	*	*	1		1	2	1				
<i>Potamogeton praelongus</i>						*		1	2	1	1
<i>Utricularia vulgaris</i>				1	1	2	2				
Nymphaeider (flytebladsplanter)											
<i>Nuphar lutea</i>						3	3	3	2		2
<i>Nymphaea alba</i>	2					4		4			
<i>Persicaria amphibia</i>	2	1	1	1	1	4					
<i>Potamogeton natans</i>	2	2	2	2	2	4	3				
<i>Sagittaria sagittifolia</i>	2	3	2	2	3						
<i>Sparganium angustifolium</i>	2	1	1	1	1						
<i>Sparganium emersum</i>								2			
Lemnider (flytere)											
<i>Lemna minor</i>	1	1		1	1	1					
<i>Lemna trisulca</i>								2			
Kransalger											
<i>Chara aspera</i>						2	3		5	2	3
<i>Chara braunii</i>		*									
<i>Chara contraria</i>								3			
<i>Chara globularis</i>						2	1	2		2	
<i>Chara rudis</i>								1			
<i>Nitella confervacea</i>		*									
<i>Nitella opaca</i>							1				
artsantall pr. lok.	9	11	10	8	14	16	13	11	6	7	6
artsantall pr. innsjø		13		16		16		11		8	

Vedlegg IV. Latinske og norske navn

LATINSKE NAVN	NORSKE NAVN
Isoetider	Kortskuddsvegetasjon
<i>Crassula aquatica</i>	firling
<i>Eleocharis acicularis</i>	nålesivaks
<i>Elatine hydropiper</i>	korsevjeblom
<i>Elatine triandra</i>	trefelt evjeblom
<i>Isoetes echinospora</i>	mjukt brasmegras
<i>Isoetes lacustris</i>	stivt brasmegras
<i>Juncus supinus (=J. bulbosus)</i>	krypsiv
<i>Limosella aquatica</i>	evjebrodd
<i>Littorella uniflora</i>	tjønngras
<i>Lobelia dortmanna</i>	botngras
<i>Lythrum portula</i>	vasskryp
<i>Ranunculus reptans</i>	evjesoleie
<i>Subularia aquatica</i>	sylblad
Elodeider	Langskuddsvegetasjon
<i>Callitriche hamulata</i>	klovasshår
<i>Callitriche hermaphroditica</i>	høstvasshår
<i>Callitriche palustris</i>	småvasshår
<i>Callitriche stagnalis</i>	dikevasshår
<i>Ceratophyllum demersum</i>	hornblad
<i>Elodea canadensis</i>	vasspest
<i>Hippuris vulgaris</i>	hesterumpe
<i>Myriophyllum alterniflorum</i>	tusenblad
<i>Potamogeton alpinus</i>	rusttjønnaks
<i>Potamogeton berchtoldii</i>	småttjønnaks
<i>Potamogeton crispus</i>	krusttjønnaks
<i>Potamogeton filiformis</i>	trådtjønnaks
<i>Potamogeton friesii</i>	broddtjønnaks
<i>Potamogeton gramineus</i>	grastjønnaks
<i>Potamogeton lucens</i>	blanktjønnaks
<i>Potamogeton obtusifolius</i>	buttjønnaks
<i>Potamogeton panormitanus</i>	granntjønnaks
<i>Potamogeton perfoliatus</i>	hertetjønnaks
<i>Potamogeton praelongus</i>	nøkketjønnaks
<i>Ranunculus confervoides</i>	dvergvassoleie
<i>Utricularia intermedia</i>	gytjeblererot
<i>Utricularia minor</i>	småblererot
<i>Utricularia ochroleuca</i>	mellomblærerot
<i>Utricularia vulgaris</i>	storblærerot

Vedlegg IV. forts.

LATINSKE NAVN	NORSKE NAVN
Nymphaeider	Flytebladsvegetasjon
<i>Nuphar lutea</i>	gul nøkkerose
<i>Nymphaea alba coll.</i>	stor nøkkerose
<i>Persicaria amphibia</i>	vass-slirekne
<i>Potamogeton natans</i>	vanlig tjønnaks
<i>Potamogeton polygonifolius</i>	kysttjønnaks
<i>Sagittaria sagittifolia</i>	piiblåd
<i>Sparganium angustifolium</i>	flotgras
<i>Sparganium emersum</i>	stautpiggknopp
Lemnider	Flytere
<i>Lemna minor</i>	andemat
<i>Lemna trisulca</i>	korsandemat
Kransalger	
<i>Chara aculeolata</i>	
<i>Chara aspera</i>	
<i>Chara braunii</i>	
<i>Chara contraria</i>	
<i>Chara delicatula</i>	
<i>Chara globularis</i>	
<i>Chara rudis</i>	
<i>Chara strigosa</i>	
<i>Nitella confervacea</i>	
<i>Nitella opaca/ flexilis</i>	