



O-87171

Vannvegetasjonen i Dokkadeltaet, Randsfjorden

Status og
vurdering av konsekvenser
av Dokka-reguleringen

NIVA - RAPPORT

Norsk institutt for vannforskning  NIVA

Prosjektnr.:	Undernr.:
O-87171	
Løpenr.:	Begr. distrib.:
3126	

Hovedkontor	Sørlandsavdelingen	Østlandsavdelingen	Vestlandsavdelingen	Akvaplan-NIVA A/S
Postboks 173, Kjelsås 0411 Oslo Telefon (47) 22 18 51 00 Telefax (47) 22 18 52 00	Televeien 1 4890 Grimstad Telefon (47) 37 04 30 33 Telefax (47) 37 04 45 13	Rute 866 2312 Ottestad Telefon (47) 62 57 64 00 Telefax (47) 62 57 66 53	Thormøhlensgt 55 5008 Bergen Telefon (47) 55 32 56 40 Telefax (47) 55 32 88 33	Søndre Tollbugate 3 9000 Tromsø Telefon (47) 77 68 52 80 Telefax (47) 77 68 05 09

Rapportens tittel: VANNVEGETASJONEN I DOKKADELTAET, RANDSFJORDEN	Dato: Trykket: 1.aug. 1994 NIVA 1994
Status og vurdering av konsekvenser av Dokka-reguleringen	Faggruppe: Vassdrag
Forfatter(e): Tor Erik Brandrud Marit Mjelde Bjørn Rørslett	Geografisk område: Oppland
	Antall sider: Opplag: 82

Oppdragsgiver: NVE	Oppdragsg. ref.:
-----------------------	------------------

Ekstrakt:

Vannvegetasjonen i Dokkadeltaet ble undersøkt i 1988-90. Vegetasjonen var svært artsrik og frodig i forhold til resten av Randsfjorden, og var preget av kortskuddsvegetasjon dominert av mjukt brasmegras og pusleplantene sylblad, nålesivaks og evjesoleie, samt stivt brasmegras på dypere vann. Som en følge av Randsfjordreguleringen tørrlegges de store gruntområdene på ettervinteren og vegetasjonen er utsatt for tørke og innfrysing. Tørrleggingen holder bl.a. vasspesten i sjakk i deltaet. Deltaet unngår imidlertid iserosjon og borttransportering av finmateriale i forbindelse med nedtappingen på grunn av de meget omfattende langgrunne deltaflatene. Dokkareguleringen vil sannsynligvis ha relativt liten effekt på vannvegetasjonen på kort sikt. På lang sikt kan imidlertid reguleringen bidra til en noe raskere gjengroing av endel delta-former på grunn av redusert flomvannføring og redusert slamtransport i deltaet.

4 emneord, norske

1. Dokkadeltaet
2. Randsfjorden
3. Vannvegetasjon
4. Reguleringseffekter

4 emneord, engelske

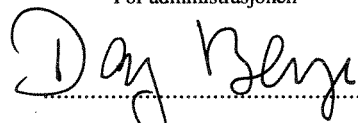
- 1.
- 2.
- 3.
- 4.

Prosjektleder



Tor Erik Brandrud

For administrasjonen



Dag Berge

ISBN82-577-2597-1

NORSK INSTITUTT FOR VANNFORSKNING

O-87171

**VANNVEGETASJONEN I DOKKADELTAET,
RANDSFJORDEN**

Status og vurdering av konsekvenser av Dokka-reguleringen

Oslo, 1. august 1994

Forfattere: Tor Erik Brandrud
Marit Mjelde
Bjørn Rørslett

Prosjektleder: Tor Erik Brandrud
Medarbeidere: Bjørn Faafeng
Knut Kvalvågnes
Jarl Eivind Løvik
Marit Mjelde
Bjørn Rørslett

FORORD

Det foreliggende prosjektet er utført som et ledd i NVEs etterundersøkelsesprogram m.h.p. Dokka-reguleringen. Undersøkelsene i deltaet omfatter fagfeltene geomorfologi/sedimentologi (NVE, Hydrologisk avdeling), vannkjemi, zooplankton og bunndyr (NINA), fisk (primært i elva)(LFI), strand/våtmarksvegetasjon (NINA) og vannvegetasjon (NIVA). NIVAs prosjekt har vært finansiert gjennom NVE konsesjonsavgiftsfondet (1988-1991), samt gjennom betydelig egenfinansiering (1988-1993).

Feltundersøkelsene av vannvegetasjonen ble gjennomført i perioden 1988-1990, dvs. to undersøkelsessesonger før og én etter reguleringen av Dokka. Prosjektledere for NIVAs program har vært Bjørn Rørslett (1987-88) og Tor Erik Brandrud (1988-1993). NIVAs feltarbeid er i hovedsak utført av Tor Erik Brandrud og Marit Mjelde, dernest Bjørn Faafeng (dykking), Knut Kvalvågnes (dykking), samt Jarl Eivind Løvik (tilsyn av vannstandslogger). Rapporten er utarbeidet av Tor Erik Brandrud og Marit Mjelde, med bidrag fra Bjørn Rørslett (optikk, hydrologi).

En rekke personer har bidratt med konstruktive synspunkter i løpet av prosjektets gang. Først og fremst gjelder dette Odd Eilertsen, NINA, som har vurdert materialets egnethet for multivariat analyse, Egil Bendiksen og Gunnar Halvorsen, NINA og Jim Bogen, NVE som har bidratt med erfaringer fra sine del-prosjekter i deltaet og Hans Korsvold, Oppland Energiverk som har bidratt med opplysninger om Dokka-reguleringens betydning for Randsfjordens hydrologi. Dernest har Stig Hvoslef, Verdens Villmarksfond bidratt med innspill i prosjektplanleggingsfasen, og Stein W. Johansen, NIVA har bidratt med innspill i den avsluttende sammenskrivingsfasen.

INNHALDSFORTEGNELSE

	Side
SAMMENDRAG OG KONKLUSJONER	5
1. INNLEDNING	6
1.1 Bakgrunn	6
1.2 Målsetninger	6
1.3 Tidligere undersøkelser	6
1.4 Definisjoner	7
2. UNDERSØKELSESONRÅDET	8
2.1 Beliggenhet	8
2.2 Klima	8
2.3 Geomorfologi	8
2.4 Hydrologi og materialtransport	10
2.5 Vassdragsreguleringer	10
2.5.1 Randsfjordsreguleringen	10
2.5.2 Dokkautbyggingen	10
2.6 Vannkvalitet	11
3. MATERIALE OG METODER	12
3.1 Måling av vannstand og lys	12
3.2 Undersøkelse av vegetasjon	12
3.2.1 Undervannsfotografering	14
3.2.2 Ordinære transektanalyser	14
3.2.3 Biomasseprøver	14
3.3 Bearbeiding	15
3.4 Diskusjon av metodikk	15
4. RESULTATER	16
4.1 Optiske forhold	16
4.1.1 Generelt	16
4.1.2 Resultater av lysmåling	17
4.2 Hydrologiske forhold	18
4.2.1 Vannstandsforhold i Randsfjorden	18
4.2.2 Direkte målinger av vannstand i Dokkadeltaet	20
4.3 Generell vegetasjonsbeskrivelse	23
4.3.1 Kortskuddsvegetasjon	23
4.3.2 Langskuddsvegetasjon	23
4.3.3 Flytebladsvegetasjon	25

	Side
4.4 Kvantitative vegetasjonsundersøkelser	26
4.4.1 Deltaplattformen	26
4.4.1.1 Substratforhold	26
4.4.1.2 Vegetasjonsdekning	26
4.4.1.3 Artenes fordeling langs dybdegradienten	29
4.4.1.4 Tidsendringer 1988-1990	32
4.4.1.5 Biomasse	33
4.4.2 Bakloner/laguner	36
4.4.2.1 Substratforhold	36
4.4.2.2 Vegetasjonsdekning og dominansforhold	37
4.4.2.3 Artenes fordeling i dybdegradienten	38
4.4.3 Strømløp	39
4.4.3.1 Substratforhold	39
4.4.3.2 Vegetasjonsdekning, dominans- og dybdeforhold	40
5. DISKUSJON	42
5.1 Dokkadeltaet, avgrensning og prosesser	42
5.2 Dokkadeltaet i regional sammenheng	43
5.2.1 En sammenlikning med Randsfjorden forøvrig	43
5.2.1.1 Artsdiversitet og floraelementer	43
5.2.1.2 Vegetasjonsutvikling og dybdesonering	45
5.2.1.3 Næringsforhold og forurensning	45
5.2.2 En sammenlikning med andre deltaområder i Skandinavia	46
5.2.2.1 Artsdiversitet	46
5.2.2.2 Dominerende og karakteristisk vegetasjon	47
5.2.3 Verneverdi	47
5.3 Naturlige suksesjoner i vannvegetasjonen	49
5.3.1 Deltaplattformen	49
5.3.2 Indre del av deltaet med bakloner	49
5.4 Tidsutvikling 1979-1988-1990, og eventuelle vegetasjonsendringer etter Dokkautbyggingen	52
5.4.1 Vegetasjonsendringer 1979-1990	52
5.4.2 Vegetasjonsendringer 1988-1990	53
5.4.3 Kan de registrerte tidsendringene være forårsaket av Dokkautbyggingen?	54
5.5 Hvordan har Randsfjordsreguleringen påvirket vannvegetasjonen i Dokkadeltaet?	55
5.5.1 Generelt om vannvegetasjon i reguleringsmagasin	55
5.5.2 Effekter av vinternedtapping	55
5.5.2.1 Iserosjon	55
5.5.2.2 Innfrysning og tørkestress	56
5.5.3 Lysklima	59
5.6 Hvordan vil vannvegetasjonen endres etter Dokka-reguleringen?	60
5.6.1 Effekter av redusert vannføring og slamtilførsel	60
5.6.2 Effekter av eventuelt endret vannstandsregime i Randsfjorden	61
5.6.2.1 Forsinket eller redusert oppfylling av Randsfjorden	62
5.6.2.2 Redusert nedtapping av Randsfjorden på seinvinteren	63
6. LITTERATUR	64
7. VEDLEGG	67
Vedlegg I. Samletabeller/rådatatabeller	68
Vedlegg II. Lokalitetsbeskrivelser	77

SAMMENDRAG OG KONKLUSJONER

Vannvegetasjonen i Dokkadeltaet ble undersøkt m.h.p. sammensetning, stabilitet og tidsendring i perioden 1988-1990. Undersøkelsene ble utført hovedsakelig som transektanalyser, herunder undervannsfotografering.

Vannvegetasjonen ble funnet å være intakt, artsrik og usedvanlig frodig i forhold til resten av Randsfjorden (og tatt i betraktning regulerings høyden på 3 m). De store gruntarealene på deltaplattformen er preget av kortskuddsvegetasjon dominert av mykt brasmegras og pusleplantene sylblad, nålesivaks og evjesoleie. Dette synes å være karaktervegetasjonen for større, aktive deltaområder i Skandinavia. Det ble også registrert store arealer med langskuddsvegetasjon, dominert av hjertetjønnaks samt endel vasspest. I denne vegetasjonstypen ble det også registrert mye flótgras. Dypvannsvegetasjonen (på nivåer dypere enn reguleringssonen) er velutviklet i den ytre delen av deltaet, og dominert av stivt brasmegras.

Den indre delen av deltaet har et utall av mer eller mindre isolerte og gjengroddede bakloner/laguner. De unge, åpne baklonene er preget av kortskuddsvegetasjon av utforming som på deltaplattformen. De mer lukkede, eldre baklonene er preget av flytebladsvegetasjon og en tett og kraftig (nøkke)klomosevegetasjon.

Tidsstudier 1979-1988-1990 tyder på at deltavegetasjonen i hovedtrekk er stabil og har gjennomgått små endringer i siste tiårsperiode.

Vegetasjonssammensetningen er i stor grad styrt av Randsfjordsreguleringen som utøver et kraftig stress på de store gruntarealene som tørlegges på etter vinteren, noe som bl.a. holder vasspest i sjakk i deltaet. Vegetasjonen er mest utsatt for tørke/innfrysingsstress. Spesielt de langlevete, vintergrønne artene blir rammet av dette. Nøkkelarten stivt brasmegras f.eks. forekommer bare nedenfor eller i den aller nederste delen av denne frostutsatte reguleringssonen. De kortlevete, amfibiske kortskuddsplantene snarere begunstiges av sesong-tørrelaggingen. Deltaet unngår iserosjon og borttransportering av finmateriale i forbindelse med nedtappingen, pga. de meget omfattende langgrunne deltaflatene. Dette er en viktig forutsetning for at gruntvannsvegetasjonen fortsatt kan være intakt, og at deltaet dermed utgjør en "oase" i forhold til den utarmete reguleringssonen ellers i Randsfjorden.

Dokkareguleringen vil mest sannsynlig ha en relativt liten effekt på vannvegetasjonen på kort sikt, men på lang sikt kan reguleringen bidra til (raskere) gjengroing av endel delta-former pga. redusert (flom)vannføring og redusert slamtransport inn i deltaet.

De siste årene (etter regulering) er det registrert en betydelig endring i vannstandsmønsteret i Randsfjorden, med lav sommervannføring, og også noe mindre nedtapping av fjorden på etter vinteren. Trolig skyldes dette primært naturlige årsaker i form av lite snø og lite tilsig, men Dokkareguleringen vil virke i samme retning, og vil f.eks. gi forholdsvis større utslag i vår/forsommersituasjoner med lite tilsig. Hvis siste års hydrologiske regime i deltaet blir et vanlig mønster framover, vil dette kunne ha betydelige konsekvenser for vannplantene, spesielt i form av nedvandring av gruntvannsvegetasjonen, kanskje også oppvandring av dypvannsvegetasjonen. Etter 1 års regulering var det imidlertid ikke registrert tegn til slike vegetasjonsendringer i Dokkadeltaet

1. INNLEDNING

1.1. Bakgrunn

I forbindelse med reguleringen av Dokka-vassdraget som ble igangsatt 1989, er det foretatt en rekke naturfaglige undersøkelser, som et ledd i et etterundersøkelsesprogram (Kroken og Faugli 1990). Undersøkelser av Dokka/Etnas delta i Randsfjorden har vært særlig vektlagt, da dette representerer et av de få, gjenværende, større og intakte innlandsdeltaene i Norge. I tillegg til den foreliggende studien av vannvegetasjonen i deltaet, er det foretatt undersøkelser av sumpvegetasjon (Bendiksen og Brandrud 1990), vannkjemi, zooplankton, bunndyr (Halvorsen m. fl. 1990), fisk (Saltveit 1990) og sedimentasjonsforhold (Elster & Fagerlund 1990).

1.2 Målsetting

Formålet med prosjektet har vært å undersøke vannvegetasjonen i Dokkadeltaet før og (rett) etter Dokka-reguleringen, samt å vurdere mulige kortsiktige og langsiktige effekter av denne reguleringen. I løpet av prosjektets gang, har det også blitt mer og mer klart at Randsfjordsreguleringen har en helt vesentlig betydning for stabilitet og dynamikk i vegetasjonen i deltaet, og en vurdering av denne har derfor etterhvert gått inn som et viktig del-mål i undersøkelsen (jfr. Brandrud 1992).

1.3 Tidligere undersøkelser

Deltaets flora og vegetasjon er tidligere beskrevet av Moss & Volden (1980) i sammenheng med forundersøkelser av Etna og Dokka før konsesjonssøknad. Kvantitative data (bortsett fra dybdegrensere) mangler i denne undersøkelsen. Moss & Volden (1980) undersøkte hele Dokka-vassdraget, og konkluderte med at deltaet var det botanisk sett mest interessante og mest verdifulle elementet som ville bli direkte berørt av en utbygging. I forbindelse med reguleringsplanene ble det også foretatt kvalitative og kvantitative undersøkelser av vannvegetasjonen i selve Randsfjorden (Faafeng m.fl. 1981).

Generelt er det foretatt meget få botaniske undersøkelser av innlandsdelta i Norge. Mer omfattende studier av struktur- og dynamikk i vannvegetasjonen relatert til deltaprosesser forekommer ikke, ei heller data om regulerings effekter i (større) delta-områder (jfr. Rørslett 1987). Best undersøkt vannbotanisk er deler av deltaet i Nordre Øyeren, dvs. Nitelva og Leiras delta i Svullet (Rørslett 1972, Erlandsen m.fl. 1984, Brandrud & Mjelde 1989, 1992), mens hoveddelen, som består av Glommas delta i Nordre Øyeren bare er summarisk undersøkt (Rørslett 1992).

Andre, større deltaer hvor det er foretatt noe (vann)botaniske undersøkelser er Lågendeltaet i Mjøsa (Fremstad 1985), Tufsingdeltaet i Femunden (Braanaas 1971) og Myrkdalsdeltaet i Vossovassdraget (Odland 1991). I Sverige foreligger det undersøkelser av vegetasjonssuksesjoner i Laitauredeltaet og Kvikkjokkdeltaet i Nord-Sverige (Jensén 1979, Dahlskog 1966). Disse er imidlertid mest konsentrert om sumpvegetasjonen.

1.4 Definisjoner

Vannplantene kan deles inn i grupper etter livsform (jfr. Hvoslef & Rørslett 1986):

1. **Kortskuddsplanter** (isoetider) er småvokste rosettplanter som kan danne tette undervannsenger. Herunder er også inkludert "pusleplanter" som er definert som svært små (ca 2-10 cm), kortlevete, gjerne ettårige, gruntvannsplanter.
2. **Langskuddsplanter** (elodeider) er arter som danner lange, forgreinete skuddkjeder som ofte når overflaten. Noen av disse er ikke rotfestet.
3. **Flytebladsplanter** (nymphaeider) er arter som har hoveddelen av sine fotosyntetiserende organer flytende i vannoverflaten.
4. **Flytere** (lemnider) er en liten gruppe av svært små arter som flyter fritt i vannoverflaten.
5. **Helofytter** er semi-akvatiske sumpplanter som "står i vann", men har hoveddelen av fotosyntetiserende organer over vannflata det meste av tida og har et velutviklet rotsystem.

De fire første gruppene utgjør de **ekte vannplantene** som har hoveddelen av den grønne skuddmassen under- eller i vannflaten. Disse fire kategoriene, samt kransalger og mer eller mindre permanent neddykkede moser, blir i denne rapporten omtalt som **vannvegetasjon**.

Helofyttene tilhører strandvegetasjonen/sumpvegetasjonen og er undersøkt av Norsk institutt for naturforskning (NINA) i perioden 1987-90 og vil bli behandlet i egen rapport (Bendiksen m. fl., under utarbeidelse). I vår undersøkelse er de ytre helofyttbeltene (elvesnelle) gjennomgående tatt med. Registrering av helofyttene forøvrig er bare tatt med på lokaliteter der NINA ikke har hatt registreringer.

2. UNDERSØKELSE SOMRÅDET

2.1 Beliggenhet

Dokkadeltaet ligger lengst nord i Randsfjorden, i Søndre og Nordre Land kommuner, Oppland fylke. Dette er det siste større innlandsdelta på Østlandet hvor tilløpselva til nå har vært uregulert. For øvrig har det endel likhetstrekk med deltaet i Nordre Øyeren i Akershus (Rørslett 1972, 1992, Erlandsen m.fl. 1984, Brandrud & Mjelde 1989, 1992).

Deltaet ligger i lavboreal (sørlig boreal) sone, 134.5 moh. og har en utstrekning på ca. 3 x 1 km. Etna og Dokka, som løper sammen 4 km nord for Randsfjorden, representerer hovedtilførselen til deltaet. Elva etter samløpet er her kalt Dokka.

2.2 Klima

Området har et typisk østlandsklima med varme, relativt nedbørrike somre og kalde vintre. Midlere årsnedbør for Odnes er 715 mm, mens mest representative stasjon for måling av temperatur, Fluberg, har et årsmiddel på 3.2 °C. Kontinentaliteten er sterkest nede ved Randsfjorden med avtakende tendens oppover i dalførene hvor deltaet har sine vannkilder. For mer detaljert klimabeskrivelse med tabeller, se Moss og Volden (1980).

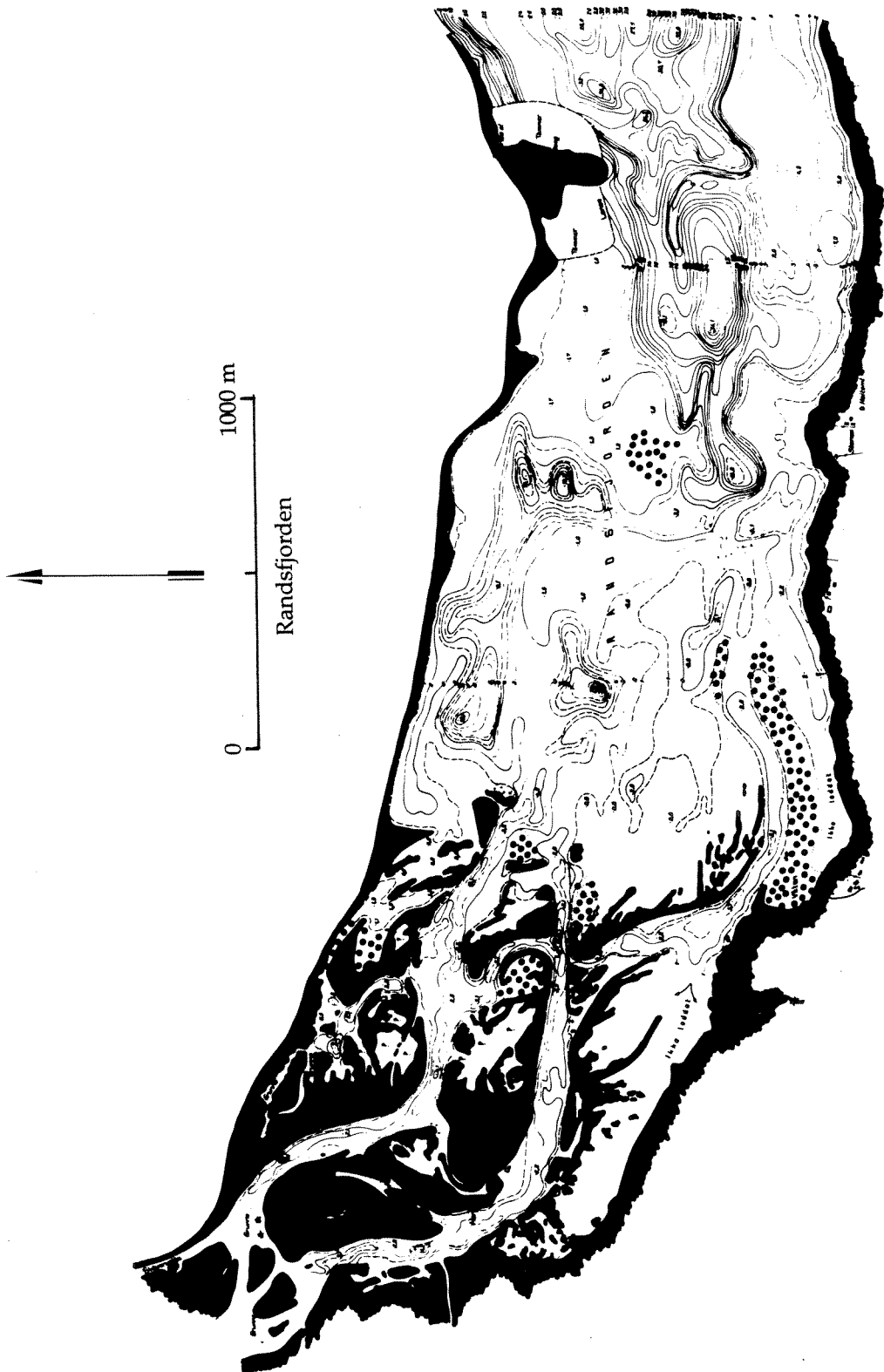
Vår undersøkelse ble igangsatt omtrent samtidig med den markerte "klimaendringen" som har gjort seg gjeldende over Østlandet de seineste årene. Av spesiell betydning for forholdene i deltaet er de milde, snøfattige vintrene i hele undersøkelsesperioden, med liten snømagasinering i nedbørfeltet. Sommeren 1988 var nedbørrik, mens sommeren 1989, og spesielt 1990 var tørrere og varmere (jfr. kap. 4.2 om hydrologi).

2.3 Geomorfologi

Deltaets overflateformer er usedvanlig velutviklede og instruktive m.h.p. de prosesser som foregår (Engen 1980), og de fleste formtyper karakteristisk for et aktivt delta er representert (fig. 1). Deltafronten er uregelmessig og strekker seg i nord og sør så langt ut som til nivå med Land sag, ikke fullt så langt ut i de midtre deler der hovedstrømløpet munner ut.

Ved normal vannstand kan en skille mellom en ytre, neddykket deltaplattform, og et komplekst indre deltaområde (fig. 1). Det sistnevnte består av to strømløp og et søndre, midtre og nordre sedimentasjonsområde med mer eller mindre sammenhengende, tungeformete banker (levéer) med tett sumpvegetasjon, og et utall av bakloner innimellom. Flere smale flomløp med aktive erosjonskanter forekommer også. Store arealer av deltaplattformen er helt flate og grunne (0.5-2.5 m) og er delvis tørrlagt på ettervinteren. I forbindelse med hovedstrømløpet som går på nordsiden av plattformen (og dreier sørover før Land sag) er det imidlertid flere steder dyprenner og groper på opptil 10-12 meters dybde. De sistnevnte er trolig opprinnelige dødisgroper (Engen 1980), og betydningen av disse for tolkningen av deltaets dynamikk, er nærmere diskutert i kap. 5.1.

Overflatesedimentene i deltaet består overveiende av silt, med sand som framherskende i strømløpene, særlig i det nordre og også utenfor dette på nordsiden (Engen 1980). I baklonene er innslaget av organisk toppsediment betydelig (Bendiksen & Brandrud 1990).



Figur 1. Dybdekart over Dokkadeltaet. Opplodet av J.M. Santha (NVE) ved vannstand 2.82 på VM skala. Ekvidistanse 1m.

2.4 Hydrologi og materialtransport

Dokkavassdraget bidrar med omtrent 20 % av tilsiget til Randsfjorden, og Etnas bidrag er av omtrent samme størrelsesorden (H. Korsvold, pers. medd., jfr. også OFE 1980). Suspensjonstransporten (slamføring) er imidlertid atskillig større i Etna enn i Dokka. Etnavassdraget har de største jordbruksområdene, og ca. 75% av materialtransporten kommer herfra (utregnet etter Engen 1980). Den overveiende del av materialtransporten i vassdraget foregår i tilknytning til flomsituasjoner (Elster 1988). Vassdraget har rask nedbørrespons på grunn av lav selvreguleringsevne (Engen 1981). Når avsmeltingen tar til om våren øker vannføringen relativt hurtig, og flommen vil vanligvis kuliminere i mai-juni. Høy nedbør kan også gi flomsituasjoner om høsten (Lingsten 1981).

Vannstanden i deltaet er i hovedsak styrt av Randsfjordsreguleringen, men har de seineste årene også i betydelig grad vært påvirket av ekstreme klimatiske forhold. Vannstandsforholdene i undersøkelsesperioden vil bli nærmere presentert i kap. 4.2.

2.5 Vassdragsreguleringer

2.5.1 Randsfjordsreguleringen

Randsfjorden ble først regulert i 1916, og denne reguleringen innebar en heving av vannstanden med 2.4 m (Berdal 1986, OFE 1980). I 1951 ble det gitt tillatelse til å senke innsjøen med 0.6 m, slik at den totale reguleringshøyden nå er 3.0 m., men den sterke vårflommen gjør at den reelle vannstandsamplituden kan bli større (Faafeng m. fl. 1981, Berdal 1986). Innsjøen tappes ned på etterm vinteren (fram til 22.april), hvoretter den gradvis fylles opp med vårflommen (kap. 4.2). Mens vannstanden under vårflommen er lavere enn før regulering, holdes den i resten av vegetasjonsperioden ca. 1 m høyere enn i ikke-regulert tilstand. Reguleringen av Randsfjorden har altså gitt en svak flomdemping (flomtopp redusert ca. 1 m), men resultert i høyere vannstand om sommeren og på forvinteren (Berdal 1986). Den kraftige nedtappingen på etterm vinteren er likevel det som avviker sterkest fra natursituasjonen.

På grunn av 1 m lavere sommervannstand før reguleringen, var betydelige arealer av deltaplattformen tidligere mer eller mindre tørrlagt (jfr. kart i Halvorsen m.fl. 1990), og var iflg. lokalkjente tidligere dekket av sumpvegetasjon/overvannsvegetasjon. Nå okkuperes disse av neddykket vannvegetasjon.

2.5.2 Dokkautbyggingen

Anleggsarbeidene i forbindelse med utbyggingen av Dokka-vassdraget startet i 1986 og kraftverkene var i drift fra høsten 1989. Oppfyllingen av Dokkfløymagasinet startet imidlertid allerede i november 1988 (Kroken & Faugli 1990).

Dokkfløyvatnet er hovedmagasinet i Dokka-utbyggingen, med reguleringshøyde på 65 m (39 m over opprinnelig Dokkfløyvatn). Magasinet tappes ned i løpet av vinteren og ut april, og fylles gradvis opp under vårflommen. Ifølge opplysninger fra Oppland Energiverk har magasinet de første driftsårene vært tappet ned kun til nivå med det opprinnelige Dokkfløyvatnet (H. Korsvoll pers. medd.).

Dokka nedstrøms Dokkfløymagasinet har fått redusert vannføring (med pålagt minstevannføring) og vannet fra magasinene føres i tunneler via Torpo og Dokka kraftverker ut i Randsfjorden ved Odnos, like sør for Land Sag, dvs. utenfor deltaområdet. Ifølge beregninger som ble foretatt i forbindelse med konsesjonssøknaden, vil den reduserte vannføringen i Dokka kunne bety inntil 1 ukes forsinkelse m.h.p. oppfyllingen av Randsfjorden om våren (OFE 1980).

2.6 Vannkvalitet

Vannkvaliteten i Dokka og Etna og i Randsfjorden blir undersøkt av NIVA, som et ledd i overvåkingen av vassdraget (Rognerud m.fl. 1989, Rognerud og Ramstad 1990). Nedenfor gis en svært kortfattet versjon av enkelte resultater.

Undersøkelsene i 1988 og 1989 viste små forskjeller mellom Etna og Dokka. Turbiditeten var imidlertid høyere i Dokka, tildels betydelig høyere i perioder av 1988, som følge av anleggsvirksomheten i forbindelse med Dokkaverkene. Dokka hadde også i denne perioden et høyere innhold av næringssalter, noe som sannsynligvis har samme årsak. Forøvrig kan vassdraget i utgangspunktet karakteriseres som oligotroft, med bløtt, nøytralt vann, med liten til moderat evne til å motstå forsuring ved tilførsel av surt vann. Ut fra begroingsfunnet karakteriseres Etna som lite - moderat forurenset, mens Dokka karakteriseres som moderat påvirket av næringssalter.

3. MATERIALE OG METODER

3.1 Måling av vannstand og lys

Vannstanden i deltaet ble målt 1988-90 ved hjelp av Aanderaa nivååmalere og datalogger, utplassert ved Land sag. Registreringene ble gjort som middelveier i 10-minutters intervaller, og senere aggregert til døgnbaserte verdier. Døgnverdiene ble brukt til kalibrering mot NVEs vannmerke VM-435 ved Jevnaker, sør i Randsfjorden.

Logger-seriene ble nokså amputert pga. problemer med strømtilførsel, hærverk og liknende driftsproblemer. Ved analysen av dataene er det hardhendt fjernet alt som kunne tyde på måler-ustabilitet eller driftsforstyrrelser. Lengdene av sammenhengende måleserier strekker seg opp til 4-5 mnd. på det meste, men f.eks. i årene 1988-89 var store tidsrom udekket pga. de nevnte driftsproblemene.

Undervannslys i Dokkadeltaet ble målt i oktober 1988 med standard utstyr (Licor Li-192SB kvantesensor og Li-1000 datalogger). Målingene ble gjort for hver meter ned til 10 m dyp, og med mindre intervaller nær overflaten (0.1 og 0.5 m). For hvert nivå ble det tatt 20-80 samtidige registreringer av lys i luft og under vann.

3.2 Undersøkelse av vegetasjon

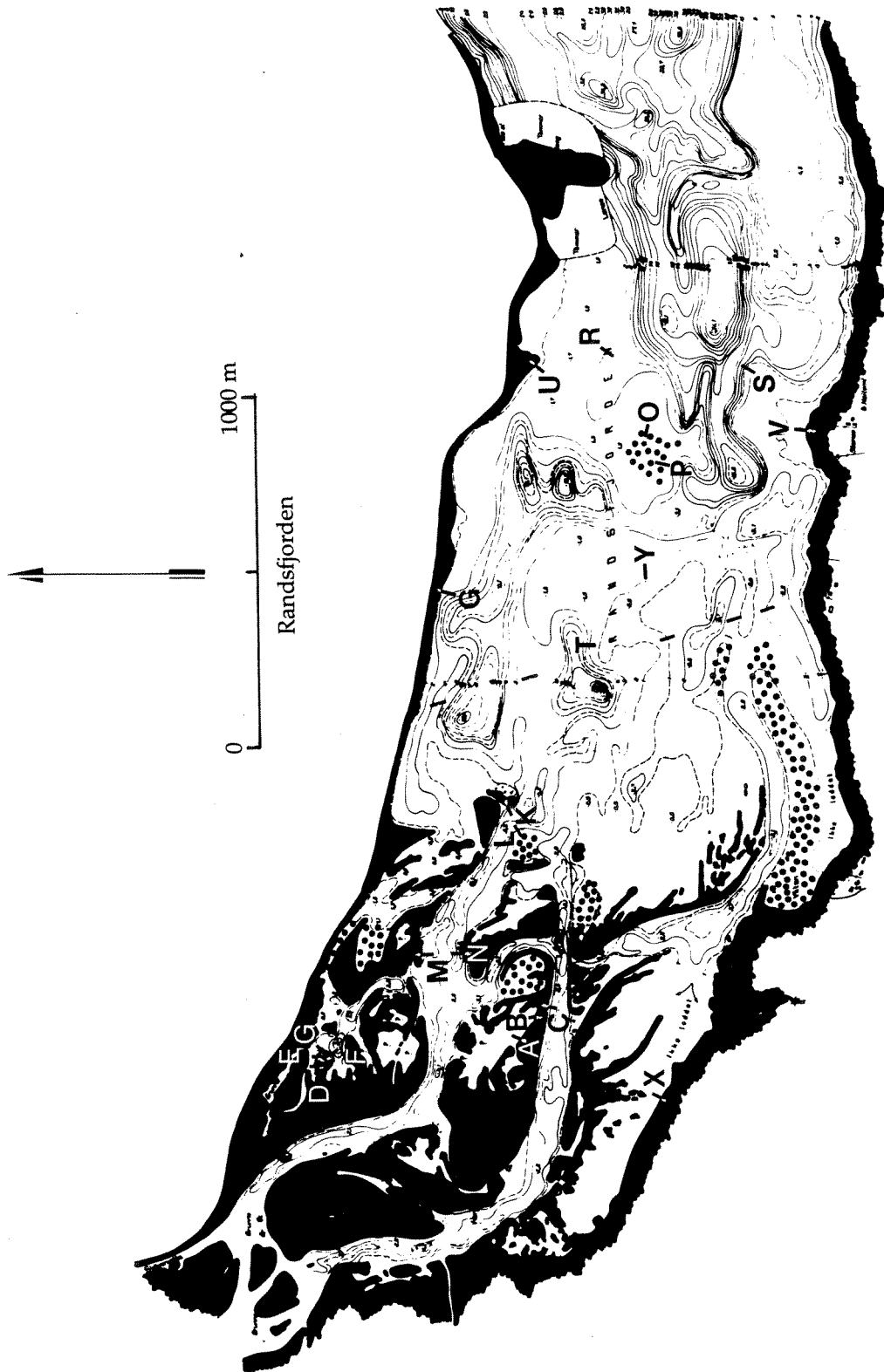
Totalt 21 lokaliteter ble undersøkt med kvantitativ metodikk og forskjellige former for ruteanalyser i permanente merkede transekter (fig. 2). Det ble lagt ut ialt 20 transekter, dessuten ble to lokaliteter analysert ved tilfeldig ("randomisert") rutevalg. Transektene fordelte seg på laguner/bakloner (6 trans.), strømløp (4 trans.) og deltaplattformen (11 trans.). I baklonene er transektene videre innover i sump/fuktengvegetasjon analysert av NINA (jfr. Bendiksen & Brandrud 1990, Bendiksen m. fl. under utarbeidelse). Transektene ble forsøkt utlagt slik at de dekker de forskjellige delområdene i deltaet, og dessuten slik at de fanger opp de antatte hovedgradientene i området, nemlig strøm- og sedimentasjonsforhold, grad av beskyttethet, samt dybdegradienten (fig. 2).

Transektene ble primært analysert ved hjelp av undervannsfotografering, men på grunt vann (der det ikke var mulig å benytte undervannsfotoutstyret) ble det foretatt ordinære ruteanalyser i felt. Til sammen ble det innhentet 583 analyseruter (inkludert analyserte undervannsbilder) i 1988, 320 i 1989 og 111 i 1990.

Det ble videre gjort en totalregistrering av vannvegetasjonsforholdene på alle de 21 lokalitetene, med en subjektiv, semikvantitativ, femdelt mengde/hyppighetsangivelse.

En totaloversikt over analyse materialet er gitt i vedlegg I (tab. I), mens nærmere beskrivelser av de enkelte lokalitetene finnes i vedlegg II.

Karplantene er navngitt etter Lid (1987) mens bladmosene følger Corley m.fl. (1981).



Figur 2. Plassering av lokaliteter for vannvegetasjon i Dokkadeltaet 1988-1990.

3.2.1 Undervannsfotografering

På 20 lokaliteter ble undervannsvegetasjonen fotografert etter metode beskrevet i Rørslett m. fl. (1978). Fotograferingen i perioden 1988-90 er fordelt på lokaliteter som vist nedenfor:

	1988	1989	1990
laguner	C1, E, X	C2, W	C2
strømløp	K, L, M, N	K, L, M, N	-
deltaplattformen	O, P, Q, R, S, U T4, T7-9, V, Y,	O, P, Q, S, T4, T7-9, U	O, U

Fotograferingen ble foretatt av dykker ved hjelp av standard undervannsfotograferingsutstyr med påmontert dybdemåler (jfr. Rørslett m.fl. 1978). Det ble fotografert 0.25 m² prøveflater. I 1990 ble det ikke benyttet dykker og bildene fra dette året dekker derfor bare et begrenset dybdeintervall. Det ble etablert inntill ca 50 m lange transekter, merket med PVC-profiler slått ned i sedimentet og forbundet med ei transektline langs bunnen.

Det ble tatt bilder på begge sider av transektlina i tilfeldig intervall fra ca. 0.6-0.8 m dyp og hvis mulig ned til 5-6 m dyp (nedenfor nedre vegetasjonsgrense). Imidlertid var de fleste lokalitetene svært langgrunne, og bare 5 transekter ble fotografert til nivå dypere enn 2 m, og bare 4 til nedenfor vegetasjonsgrensen. I 1990 ble det bare fotografert ned til 1.4 m dyp.

3.2.2 Ordinære transektanalyser

Transektanalyser foretatt direkte i felt (dvs. ikke via fotografier av rutene) ble gjennomført på 12 lokaliteter i 1988 og 6 lokaliteter i 1989 (se tab. I i vedl. I). Endel av disse representerer en forlengelse av strandtransektene som er analysert av NINA (jfr. Bendiksen & Brandrud 1990, Bendiksen m. fl. under utarbeidelse). Disse "forlengede strandtransektene" inkluderte den ytre delen av elvesnellebeltene, og disse elementene av helofytt/overvannsvegetasjon ble også dokumentert med overvannsfotografering, etter tilsvarende metodikk som undervannsfotograferingen, dvs. fotoutstyr påmontert en 0.5 x 0.5 m ramme.

De ordinære transektanalysene ble foretatt på grunt vann, der det var mulig å detalj-analysere rutene ved hjelp av vannkikkert og (eventuelt) innhenting av planteprøver for kontroll, og der det samtidig ikke var mulig å benytte utstyret for undervannsfotografering. På dypere vann ble disse analysene erstattet av undervannsfotografering, og de førstnevnte fungerer således som et bindeledd mellom dypvannstransektene og strandtransektene. Det er imidlertid bare to transekter (A og E) som fanger opp strand-analyser, gruntvannsanalyser og undervannsfoto innenfor étt og samme transekt (jfr. tab. I i vedl. I). (De fleste dypvannstransektene starter i områder der strandvegetasjonen er lite utviklet og/eller har liten arealmessig dekning.)

3.2.3 Biomasseprøver

I 1989 ble det innhentet biomasseprøver av undervannsvegetasjonen fra transekter på ialt 8 lokaliteter (3 lok. i laguner, 1 lok. i strømløp og 4 lok. på deltaplattformen). Prøvene ble innhentet ved hjelp av en Ekman-grabb på stang, med 14 x 14 cm prøveflate. For hver biomasserute ble dyp og dekningsgrad notert. Prøvene ble sortert artsvis og rengjort i felt. Friskvekt ble veid samme dag, og deretter ble materialet lufttørket og tørrvekt bestemt. Skuddlengder av mykt brasmegras (*Isoetes setacea*) ble målt på materiale fra lokalitet M og U, i henholdsvis strømløp og på deltaplattform.

3.3 Bearbeiding

Undervannsbildene, dvs. fotoruter à 0.25 m², er analysert etter standard bearbeidingsteknikk, dvs. visuell bestemmelse og kvantifisering i stereolupe med 40x forstørrelse og rutenett (jfr. Rørslett m. fl. 1978). Som mengdeangivelse ble benyttet prosentvis dekningsgrad, og det er registrert dekning av plantearter (samt ferskvannssvamp), totaldekning av vegetasjonen, samt substrattypen. Materialet er primært bearbeidet og presentert i forhold til dybdegradienten, da dybdemålingene fikserer rutenes posisjon i transektene, og gjør det mulig med en detaljert sammenlikning av de forskjellige undersøkelsesårene. Den nøyaktige posisjon m.h.p. horisontal avstand i transektene er ikke kjent når det gjelder undervannsbildene.

Aktuelt dyp er den eneste økologiske parameteren som er registrert ved alle vegetasjonsanalysene, og det er i tillegg også foretatt endel spesifikke dybdegrensemålinger av enkelt-arter. Alle disse dybdemålingene er justert til et vertikalnivå (dybdenivå) i forhold til medianvannstand ved vannmerke 435-0 ved Jevnaker. Medianvannstand er beregnet på grunnlag av døgnmidler ved VM 435-0 for perioden 1981-91, og ble beregnet til 2.24 m. I fortsettelsen er det justerte dybdenivået for enkelthets skyld bare betegnet "dybde" eller "justert dybde". Denne justerte dybden er grunnlaget for beregning av alle dybdegrenser og middeldyp for vannvegetasjonen.

Våre dybderegistreringer er i utgangspunktet målt som dyp i forhold til den aktuelle vannstand i deltaet, som vi har satt lik vannstanden på vannmerket ved Jevnaker. I enkelte situasjoner kan imidlertid nivået i deltaet avvike noe fra vannstanden på vannmerket (jfr. kap. 4.2.2). På stigende vannstand vil nivået i Dokkadeltaet kunne være inntil ca. 1 døgn forskjøvet i forhold til vannmerket i sør, med utslag anslagsvis 10-20 cm (i ekstreme tilfeller under vårflom opp til 50 cm). Imidlertid er våre dybdemålinger innhentet i situasjoner med stabil vannstand i Randsdfjorden, slik at vi antar at denne feilkilden er ubetydelig.

3.4 Diskusjon av metodikk

Utførelse av ruteanalyser i vannvegetasjon har sine klare metodiske problemer sammenliknet med ruteanalyser av landvegetasjon. Vanligvis vil det være meget vanskelig å utføre med nøyaktighet slike analyser under vann (bortsett fra helt grunne områder) uten å bruke en destruktiv høstingsteknikk. En mer egnet metode er derfor å basere seg på en tolking av et bildemateriale (jfr. Rørslett et al. 1978). Dette innebærer at små, algebegrodde og/eller nedslammete taxa kan være vanskelig å gjenkjenne og estimere mengden av. Imidlertid viser det seg at hver art har såpass karakteristisk skudd-morfologi at det stort sett går an å vurdere mengdeforhold og dekningsgrad. Unntakene her er mosesjiktet med den dominerende arten vrangklomose (*Drepanocladus exannulatus*) som kommer dårlig fram på bildene, og som må antas å være underestimert i analysene. Videre er den smalbladete pusleplanten nålesivaks, (*Eleocharis acicularis*), som ofte står dypt og nedmudret i sedimentet, svært vanskelig å se både på bilder og ved vanlig transektmetodikk. Denne arten er så underrepresentert på bildene, at den er utelatt fra artsspesifikke beregninger som baserer seg på analyser av fotorutene. De samme analyseproblemene er foreligger i noen grad også med pusleplanten evjesoleie (*Ranunculus reptans*).

Fordelene med rutefotografering som metode er at den gir mulighet for å oppta et meget stort analysemateriale på relativt kort tid, og den gir ved en enhetlig analyse av bildene, en mulighet til mest mulig objektiv sammenlikning av ulike tidspunkter ved re-analyse av fastruter (jfr. Rørslett m. fl. 1978). Erfaringene fra Dokka viser at denne fotograferingsteknikken kan være egnet også for ruteanalyser på land i artsfattig, mer eller mindre ensjiktet vegetasjon.

4. RESULTATER

4.1 Optiske forhold

4.1.1 Generelt

Under vann begrenses fotosyntese bl.a. av tilgang på lys. Plantene utnytter bølgeområdet 400-700 nm ("PAR"), som utgjør i underkant av 50% av det innfallende sollyset. Under vann svekkes lyset tilnærmet eksponensielt med dyp. Samtidig filtreres deler av spektret ut, slik at lysklimaet preges at et tiltakende smalspektret lys mot dypet. Dette gjør at svekningskoeffisientene (beregnet over dybdeintervaller) er høyest nær overflaten. Effekten er størst dersom det er betydelige innslag av organisk stoff i vannmassene. En stor del av det innfallende lyset "forsvinner" også i overgangen mellom luft og vann; dette skyldes refleksjoner fra vannoverflaten (albedo) samt at brytningsindeksene i luft og vann er forskjellige.

Sambandet mellom lys ved gitt dyp, $I(v)$, og innfallende lys I_{luft} er generelt gitt ved følgende uttrykk:

$$(X.1) \quad I(v) = I_{luft}(1 - A)\exp[-K(v)]$$

hvor faktoren A er tapet i vannoverflaten pga. refleksjon og brytning. Faktoren A har en teoretisk minimumsverdi på ca. 0.03 i vindstille vær med sola høyt på himmelen (Kirk 1983). Ofte er A langt høyere og kan ifølge NIVAs måldata fra norske innsjøer overstige 0.5. Lyssvekningen er her gitt i en generell form, $K(v)$, for å understreke at vannmassenes optiske egenskaper endres nedover i vannsøylen. Likning (x.1) skrives ofte om til en lineær modell,

$$(x.2) \quad \ln i(v) = -kv + \ln i_{0+}$$

hvor : (x.2a) $\ln i(v) = \ln(I(v) / I_{luft})$

og (x.2b) $\ln i_{0+} = \ln(1 - A)^I$

dvs. (x.2c) $K(v) = kv$

Med omskrivningen i (x.2) kan lysdata analyseres etter en lineær regresjonsmodell. Denne fremgangsmåten, som dominerer i litteraturen, karakteriserer best den nedre del av lyskurven. Den lineære regresjonsmodellen fører til stor feilvurdering av lystapet i vannoverflaten, dersom data fra hele dybdeprofilen anvendes. Årsaken er at uttrykket gitt i (x.2c) bare er en tilnærming til de faktiske forhold. Konstantleddet i regresjonsmodellen er derfor ikke et brukbart estimat for $\ln(1-A)$ (og dermed, for A).

Fordi de optiske egenskapene endres igjennom vannsøylen, er det problematisk å bruke én verdi for å angi lyssvekningen. Best egnet er en gjennomsnittsverdi, f.eks. for området 0-10 m, gitt som

$$(x.3) \quad \bar{k}_{PAR} = K(v) / v$$

Uttrykket (x.3) vil nesten bestandig gi høyere verdier for k enn de som oppnås ved lineær regresjon (x.2).

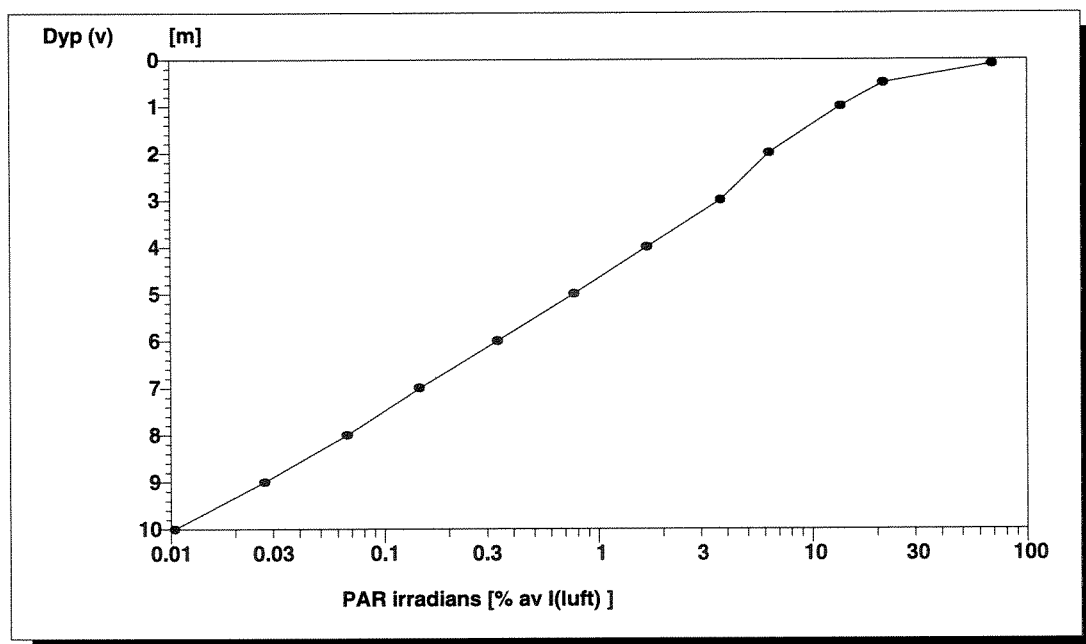
¹ Vanlig betegnelse i litteraturen på $i(0^+)$ er "lysintensitet like under vannoverflaten". Denne verdien blir brukt som skaleringsfaktor for angivelser av relative lysintensiteter under vann. Som drøftet i teksten, er denne fremgangsmåten helt forkastelig, og medfører grov feilestimering av det faktiske undervannslysklimaet. Relative lysintensiteter er derimot gitt eksakt ved $i(v)$, slik denne er definert i (x.2a).

4.1.2 Resultater av lysmåling

Måleserier² i deltaet høsten 1988 viste at lyssvekningskoeffisienten \bar{k}_{PAR} lå rundt 0.88. Dette er noe høyere verdier enn tidligere rapportert for de midtre og søndre deler av Randsfjorden ($\bar{k}_{PAR} = 0.54$, Rørslett 1988), og kan indikere at deltaområdet preges av mer uklart vann. Én mulig forklaring kan være at det tilføres organiske partikler og humus-forbindelser gjennom Dokka. Forskjellen mellom deltaet og hoveddelen av Randsfjorden er likevel ikke større enn ventet.

En gjennomgang av måleserien antyder at det lå mørkfarget vann i et 1-2 m lag (elvevann? med høyere innhold av organisk materiale) over klarere vannmasser. Dette indikerer at lysforholdene under vann i deltaet kan være svært variable igjennom tid. Relative lysintensiteter lå høsten 1988 rundt 13% allerede ved 1 m dyp (se fig. 3). Turbiditet i vannmassene ansees ikke å ha bidratt vesentlig til de lave lysverdiene, da det uorganiske slammet primært bidrar til en spredning av lyset, og ikke en absorpsjon.

Dersom lysdata fra 1988 er representative for undervannslysklimaet i Dokkadeltaet, er vannvegetasjonen utsatt for et betydelig stress pga. dårlig lystilgang.



Figur 3. Lysmålinger av nedstrålende kvanteirradians (PAR) i Dokkadeltaet (1988).

² Et nyutviklet dataprogram er brukt for å analysere lysdata. Dette programmet beregner såvel $K(v)$ som A , irradians reflektans (R , ikke målt i Dokkadeltaet) og ulike varianter av k . Programmet gjør det også mulig å bestemme variasjonene i optiske egenskaper som funksjon av solhøyde.

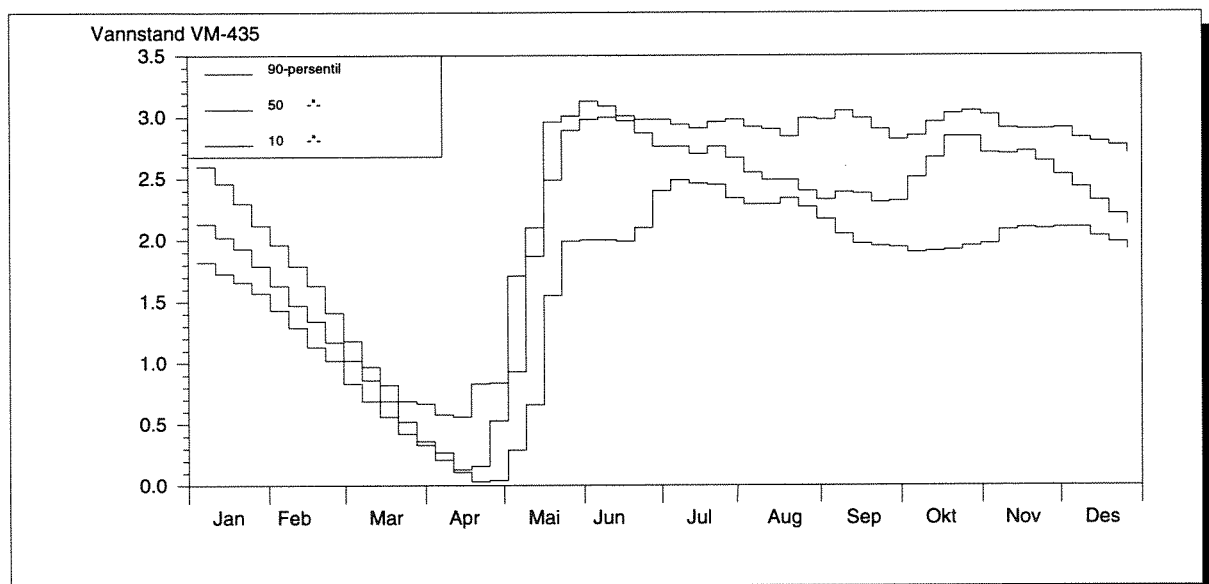
4.2 Hydrologiske forhold

4.2.1 Vannstandsforhold i Randsfjorden

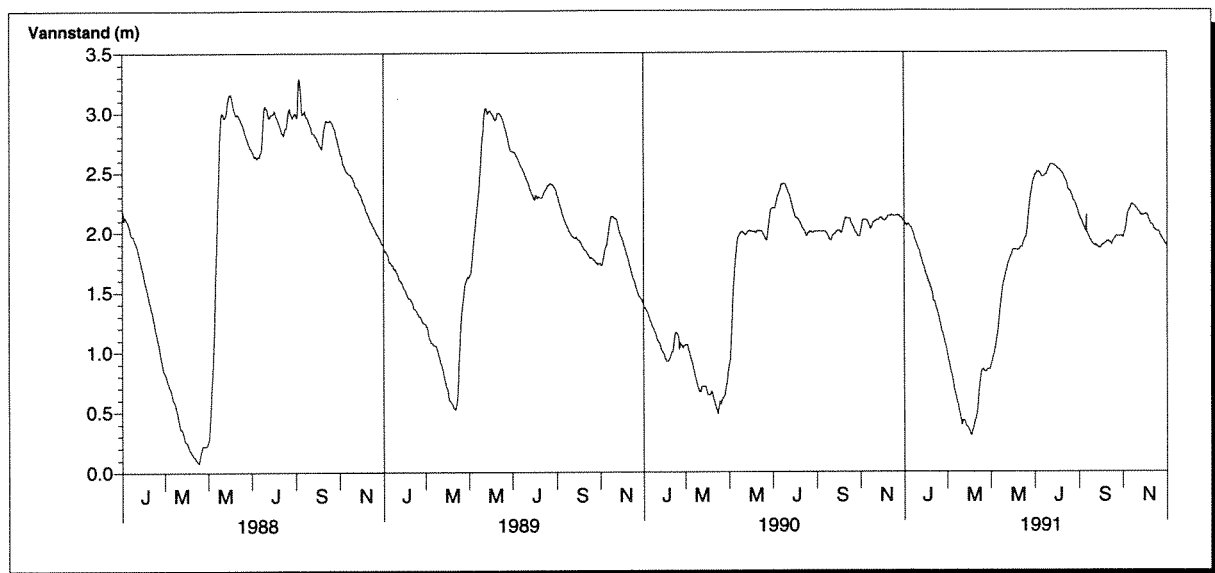
Randsfjorden har fra 1951 en nominell reguleringshøyde på 3.0 m (jfr. kap. 2.5). Vannstanden varierer gjennom året etter et mønster typisk for norske regulerte innsjøer (type H3, Rørslett 1988). Dette er illustrert på fig. y.1 ved hjelp av 10-, 50- og 90-persentilene i vannstand for hver uke i et år. Nedtappingen starter i løpet av november-desember, og når sitt maksimum i siste halvdel av april. Deretter fylles innsjøen opp mot HRV i mai-juni.

Variasjonene i vannstand år om annet ligger rundt 2.9 m, mens den maksimale forskjellen i vannstand for årene 1981-91 er 3.8 m. Disse verdiene er nær sammenfallende for data presentert av Rørslett (1988) beregnet fra perioden 1945-82. Flomstigning er årsaken til at den maksimale amplityden overskrider nominell reguleringshøyde. Dette er et meget normalt fenomen i regulerte innsjøer (Rørslett 1988).

Laveste vannstand i årene 1981-88 har variert mellom -0.09 og 0.26 m, målt på vannmerke VM-435 ved Jevnaker. Etter 1988 har laveste vintervannstand variert mellom 0.3 og 0.52 m.



Figur 4. Karakteristiske vannstander (10-, 50- og 90-persentiler) beregnet fra midlere ukeverdier for årene 1981-91 (Data: NVE). NB: persentiler beregnet fra ukemidler får et "glattere" forløp enn persentiler basert på døgnverdier.



Figur 5. Vannstander i Randsfjorden 1988-91. Basert på døgnerverdier fra VM-435 ved Jevnaker.

Tabell 1. Karakteristiske vannstander for Randsfjorden 1988-91, samt median for perioden 1981-91, målt på VM-435 ved Jevnaker. Data i m.

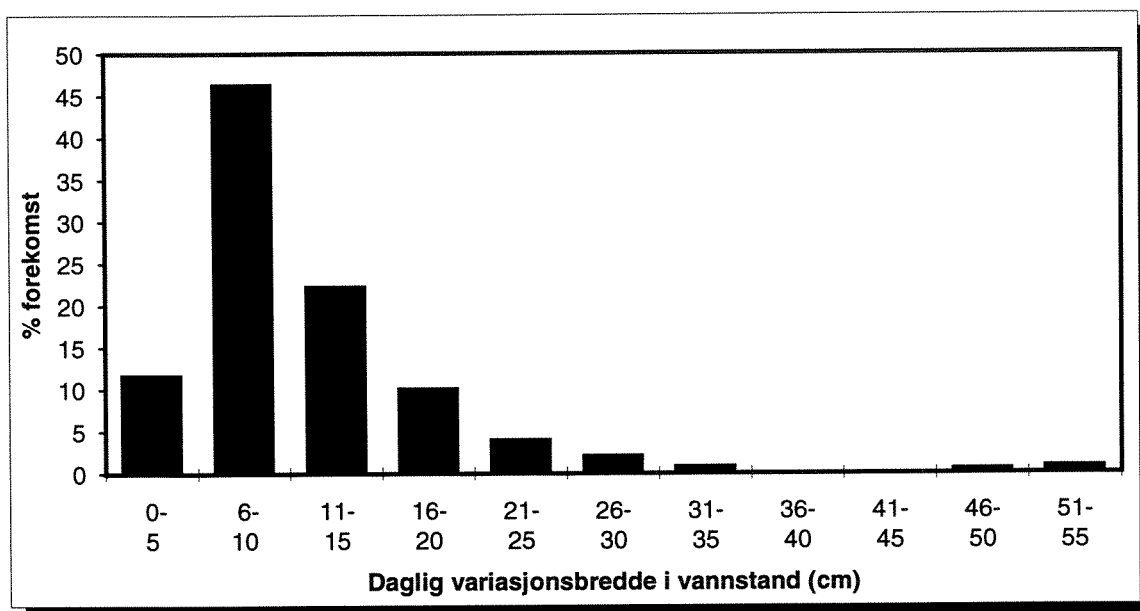
År	Median vannstand over året	Median vannstand sommer: (mai-september)	Median vannstand vinterhalvåret: (jan.-april, okt.-des.)
1988	2.51	2.94	1.93
1989	1.85	2.40	1.58
1990	1.99	2.00	1.16
1991	1.92	2.08	1.89
81-91	2.24	-	-

Nøkkeltallene i tabell 1, sammenholdt med figur 4-5, forteller at Randsfjorden har endret hydrologisk karakter i betydelig grad 1988-91. Disse endringene kommer til uttrykk som en generelt lavere sommervannstand og raskere nedtrapping av vannstanden siste halvdel av året. Særlig tydelig er denne nedtappingen i 1989. Såvel 1990 som 1991 sto Randsfjorden på lavere sommervannstand enn i tidligere år, før Dokka-utbyggingen fant sted. I 1991 kom median vintervannstand igjen opp på et "normalt" nivå, men nedtappingen på ettervinteren har vært mindre i hele perioden etter regulering, i forhold til før regulering.

Som en oppsummering, kan vi si at Randsfjorden etter Dokka-utbyggingen har vært operert på et lavere sommernivå enn før, samtidig som vintervannstanden holdes noe høyere. Disse endringene er såvidt betydelige at bl.a. vannvegetasjonen klart kan påvirkes (kap. 5.6).

4.2.2 Direkte målinger av vannstand i Dokkadeltaet

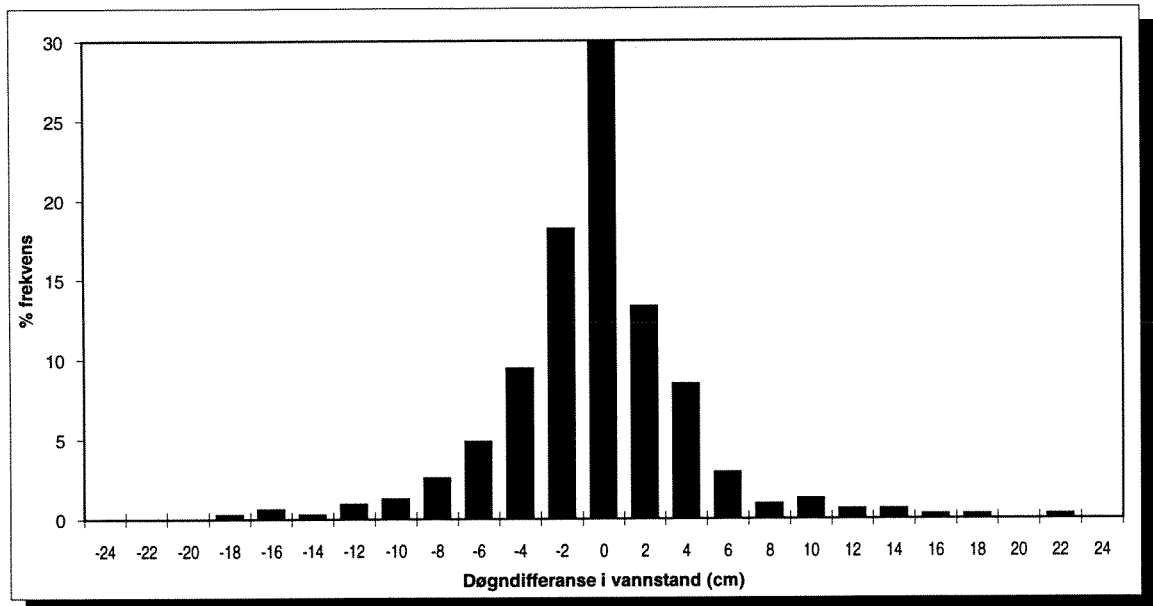
Vannstanden i Dokkadeltaet varierte "i takt" med vannmerket sør i Randsfjorden. Våre data antyder at vannstanden i deltaet lå noe forskjøvet i tid, dvs. stigning i vannstand kom før i deltaet enn på Jevnaker. Måledata fra VM-435 har imidlertid ikke tilstrekkelig tidsoppløsning til å kvantifisere forholdet i detalj: Forskyvningen ligger antakelig under 1 døgn.



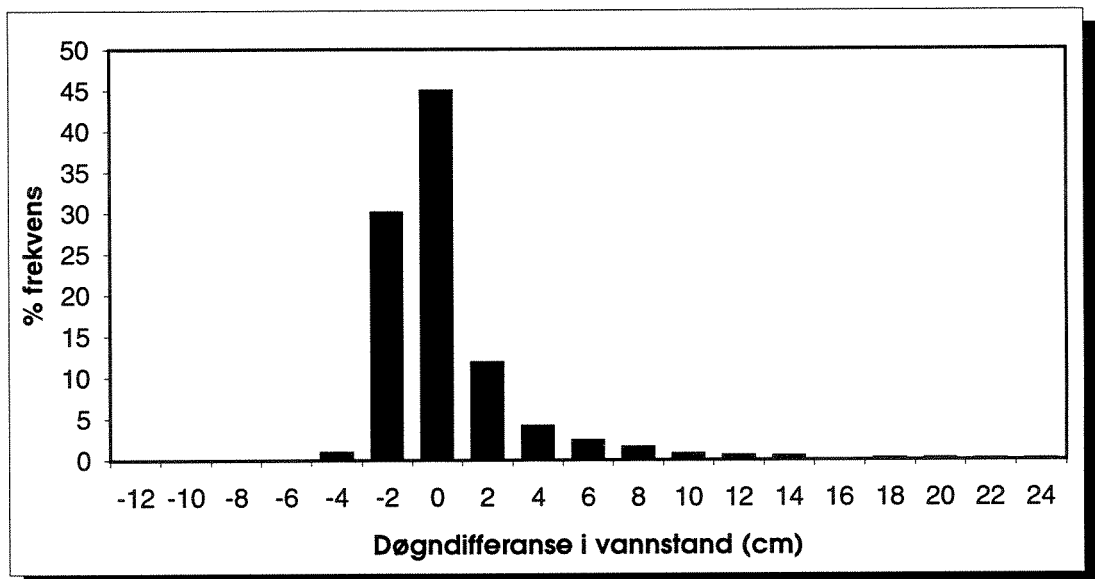
Figur 6. Frekvensfordeling av døgnvariasjoner i vannstand i Dokkadeltaet.

Variasjonene i vannstand i deltaet innenfor ett døgn er vist på figur 6. Som figuren viser, var variasjonene gjennomgående nokså små. Middelerdien var 10.7 cm (± 8.5 cm SE, $n=313$). Basert på måledata er anslått 90-persentil i daglig variasjonsbredde på 20 cm og 95-persentil er 25 cm. De største variasjonene var på forsommeren og kan settes i i tilknytning til flomstigning i tilløpselvene. I tillegg kan såkalte indre bølger ("seiches") i Randsfjorden ha bidratt med endel variasjon i vannstand innenfor ett døgn.

Fig. 7-8 viser døgn-til-døgn variasjoner i vannstand ved NVEs vannmerke 435-0 ved Jevnaker og vår måler i Dokkadeltaet. I hovedtrekk er bildet disse måleseriene gir helt like, idet mer enn 90% av observasjonene viser en døgn-differanse innefor ± 5 cm. Tallmessig avrunding av NVEs data medfører imidlertid at VM-435 viser en noe asymmetrisk frekvensfordeling.



Figur 7. Døgnndifferanser i vannstand målt i Dokkadeltaet 1988-90.



Figur 8. Døgnndifferanser i vannstand på VM-435 ved Jevnaker (Data: NVE).

Måleseriene i deltaet, sammenholdt med NVEs data, viser at vannstandsvariasjonene i Dokkadeltaet har følgende komponenter etter 1988:

Tidsrom	Typisk omfang (m)
Årsbasis	2.0-2.5
I vekstsesongen	1-1.5
Mellom døgn	0.1
Innenfor ett døgn	0.25

Bølgehøydene i området er ikke kjent, men bølgebetinget variasjon i vannstand vil bidra til å øke omfanget av korttidssvingningene i betydelig grad.

Sammenfatningsvis kan man si at vannvegetasjonen i vertikalnivåene 0-0.5 m under medianvannstand vil være utsatt for et betydelig stress grunnet korttidsvariasjon i vannstand.

4.3 Generell vegetasjonsbeskrivelse

I perioden 1988-90 ble det totalt observert 30 arter i vannvegetasjonen, herunder 22 karplanter, 7 moser og én kransalge (tab. 2). Hele deltaområdet, bortsett fra deler av strømløpene, var dekket av mer eller mindre tett vannvegetasjon ned til en dybde på ca. 2.5 m, og med enkelte forekomster ned til ca. 3.5-4.5 m. En lokalitetsvis vegetasjonstabell (samletabell) finnes i vedlegg I (tab. VII), og detaljert beskrivelse av vegetasjonen på de viktigste lokalitetene er gitt i vedlegg II.

4.3.1 Kortskuddsvegetasjon

Den dominerende vegetasjonstypen på deltaplattformen var mer eller mindre tette brasmegrasenger karakterisert av mykt brasmegras (*Isoetes setacea*) (10-15 cm høye rosetter), samt de 5 (10) cm høye pusleplantene/dvergplantene nålesivaks (*Eleocharis acicularis*), evjesoleie (*Ranunculus reptans*) og sylblad (*Subularia aquatica*). Mykt brasmegras var den dominerende arten, og dannet ofte frodige og tette enger i dybdeintervallet 0.5-1.5(2) m. Nålesivaks og sylblad forekom også meget vanlig om enn mere flekkvis, og med de største forekomstene i noe grunnere områder. Særlig førstnevnte dannet tette bestander i visse områder, mens sylblad opptrådte mere spredt. Et par steder forekom ikke-fertil botnegras (*Lobelia dortmanna*). På dypere vann (ca. 1.5-2.5 m) dannet stivt brasmegras (*Isoetes lacustris*) tildels tette enger.

4.3.2 Langskuddsvegetasjon

Totalt sett hadde denne vegetasjonstypen en mer sparsom utbredelse enn kortskuddsvegetasjonen, men kunne lokalt danne iøynefallende, frodig og artsrik vegetasjon. Hjertetjønna (*Potamogeton perfoliatus*) dominerte og dannet større eller mindre rundaktige kolonier (diameter gjerne ca. 2-5 m) som nådde opp til overflaten. Koloniene forekom særlig på de grunnere delene av plattformen, på 1-1.5 meters dybde, men fantes generelt under relativt tilsvarende miljøforhold som kortskuddsvegetasjonen.

Vegetasjonen i og nær hjertetjønna-koloniene var ofte relativt artsrik. Pusleplantene fra de omkringliggende kortskuddsengene inngikk, men i tillegg hadde her også vasspest (*Elodea canadensis*) sitt viktigste voksested i deltaet. Arten var relativt kortvokst, bare meget sjelden over 0.5 m høy og nådde aldri helt opp i overflaten. Vasspesten ble registrert spredt over hele deltaplattformen også utenfor hjertetjønna-koloniene, men som regel bare som små enkeltskudd. Unntak fra denne regelen var de to frodige og tette bestandene h.h.v. i et bekkeløp og i en liten forsenkning på deltaplattformen som "henger igjen" og ikke blir tørrlagt ved lavvann.

I hjertetjønna-koloniene fantes også hyppig storvasssoleie (*Ranunculus peltatus*), samt spredte forekomster av klovasshår (*Callitriche hamulata*) og vanlig tusenblad (*Myriophyllum alterniflorum*). Rusttjønna (*Potamogeton alpinus*) og grastjønna (*Potamogeton gramineus*) hadde svært begrenset utbredelse. Store kolonier med flytebladsplanten flótgras (*Sparganium angustifolium*) var også vanlig i tilknytning til hjertetjønna-koloniene og i baklonene, og kunne delvis være reint undersjøiske, slik at flótgraset derfor fantes både som langskuddsplante og som flytebladsplante i Dokkadeltaet (jfr. avsnitt nedenfor).

Tabell 2. Vannvegetasjon i Dokkadeltaet 1988-90 (for lokalitetsvis tabell, se vedl. I, tab. VII).
Hyppighetsangivelse : + = sjelden til spredt, ++ = vanlig, +++ = (lokalt) dominerende.

Latinske navn	Norske navn	forekomst
ISOETIDER (kortsukksplanter) (7 arter)		
<i>Alopecurus aequalis</i>	vassreverumpe	+
<i>Eleocharis acicularis</i>	nålesivaks	+++
<i>Isoetes lacustris</i>	stivt brasmegras	+++
<i>Isoetes setacea</i>	myk brasmegras	+++
<i>Lobelia dortmanna</i>	botnegras	+
<i>Ranunculus reptans</i>	evjesoleie	++
<i>Subularia aquatica</i>	sylblad	+++
ELODEIDER (langskuddsplanter) (8 arter)		
<i>Callitriche hamulata</i>	klovasshår	+
<i>Elodea canadensis</i>	vasspest	++
<i>Myriophyllum alterniflorum</i>	vanlig tusenblad	+
<i>Potamogeton alpinus</i>	rusttjønnaks	+
<i>Potamogeton gramineus</i>	grastjønnaks	+
<i>Potamogeton perfoliatus</i>	hjertetjønnaks	+++
<i>Ranunculus peltatus</i>	sturvassoleie	+
<i>Utricularia intermedia</i>	gyttjeblererot	+
NYMPHAEIDER (flytebladsplanter) (6 arter)		
<i>Nuphar lutea</i>	gul nøkkerose	+
<i>Nuphar pumila</i>	soleinøkkerose	++
<i>Polygonum amphibium</i>	vasslirekne	++
<i>Potamogeton natans</i>	vanlig tjønnaks	+++
<i>Sparganium angustifolium</i>	flótgras	+++
<i>Sparganium emersum</i>	stautpiggknopp	+
LEMNIDER (flytere) (1 art)		
<i>Lemna minor</i>	vanlig andemat	+
KRANSALGER (1 art)		
<i>Nitella flexilis/opaca</i>	-	+
MOSER (7 arter)		
<i>Amblystegium riparium</i>	krypmose	+
<i>Bryum pseudotriquetrum</i>	bekke-vrangmose	+
<i>Calliergon giganteum</i>	tjønnmose	++
<i>Drepanocladus aduncus</i>		+
<i>Drepanocladus exannulatus</i>	vrangklomose	+++
<i>Drepanocladus trichophyllus</i>	nøkkeklomose	+++
<i>Fontinalis antipyretica</i>	kjølelvemose	+
Totalt antall		30

4.3.3 Flytebladsvegetasjon

Den mest utbredte flytebladsplanten i deltaet var flótgras (*Sparganium angustifolium*) som opptrådte både inne i lonene, i roligere og dypere partier av strømløpene, samt ute på deltaplattformen sammen med hjertetjønna (*Potamogeton perfoliatus*), ofte som runde kolonier (jfr. forrige avsnitt), og særlig langs kantene i strømløpet. Den nærstående arten stautpiggknopp (*Sparganium emersum*) ble registrert ved et bekkeutløp.

De andre flytebladsplantene fantes som regel i tette reinbestander med liten annen vegetasjon. Disse koloniene var vanligst inne i lonene og i tilknytning til banker (levéer) på sørsiden av deltaplattformen. Størst arealer dekket vanlig tjønna (*Potamogeton natans*), som fylte opp mange av de nedmudrete lonene med liten gjennomstrømming. I disse lonene var også soleinøkkerose (*Nuphar pumila*) vanlig, men den dannet ikke tette kolonier. Gul nøkkerose (*Nuphar lutea*) ble bare registrert i et begrenset område ute på deltaplattformen. Vasslirekne (*Polygonum amphibium*) dannet store, rundaktige kolonier i flere av lonene, samt på sørsiden av plattformen. Denne sørlige delen hadde et mer organisk og bløtere sediment enn de nordre delene av plattformen, og hadde en generell konsentrasjon av flytebladsvegetasjon med vanlig tjønna og vasslirekne.

4.3.4 Klomose-dominert vegetasjon

Mosevegetasjonen var nesten overalt velutviklet, med mer eller mindre spredte, forgreinte ca. 10-30 cm lange skudd særlig av vrangklomose (*Drepanocladus exannulatus*) og litt bekkevragmose (*Bryum pseudotriquetrum*). I tilknytning til strømløp ble det også registrert enkelte forekomster av kjølelvmose (*Fontinalis antipyretica*).

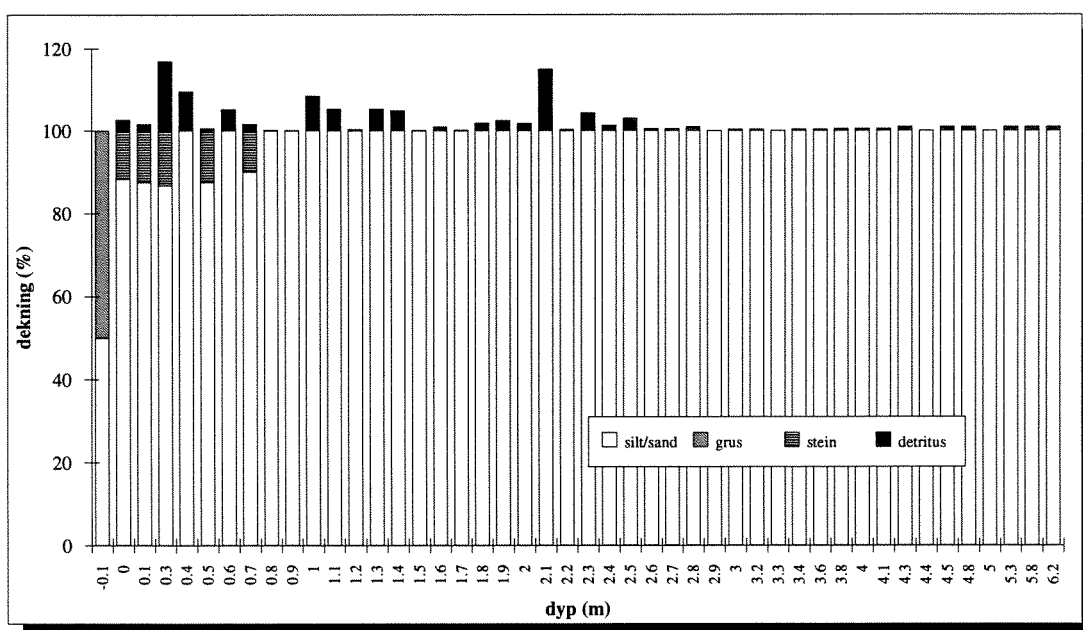
Lonene var mange steder dominert av tykke mosematter av klomose (*Drepanocladus trichophyllus*). Skuddene var opptil 0.5 m lange, og ofte algebegrodde og nedslammete, og kunne overflatisk virke som et ganske uformelig dy-aktig substrat. Flere andre klomosearter (*Drepanocladus aduncus*, *D. exannulatus*), krypmose (*Amblystegium riparium*) og tjønna (*Calliergon giganteum*) forekom også og kunne dominere lokalt.

4.4 Kvantitative vegetasjonsundersøkelser

4.4.1 Deltaplattformen

4.4.1.1 Substratforhold

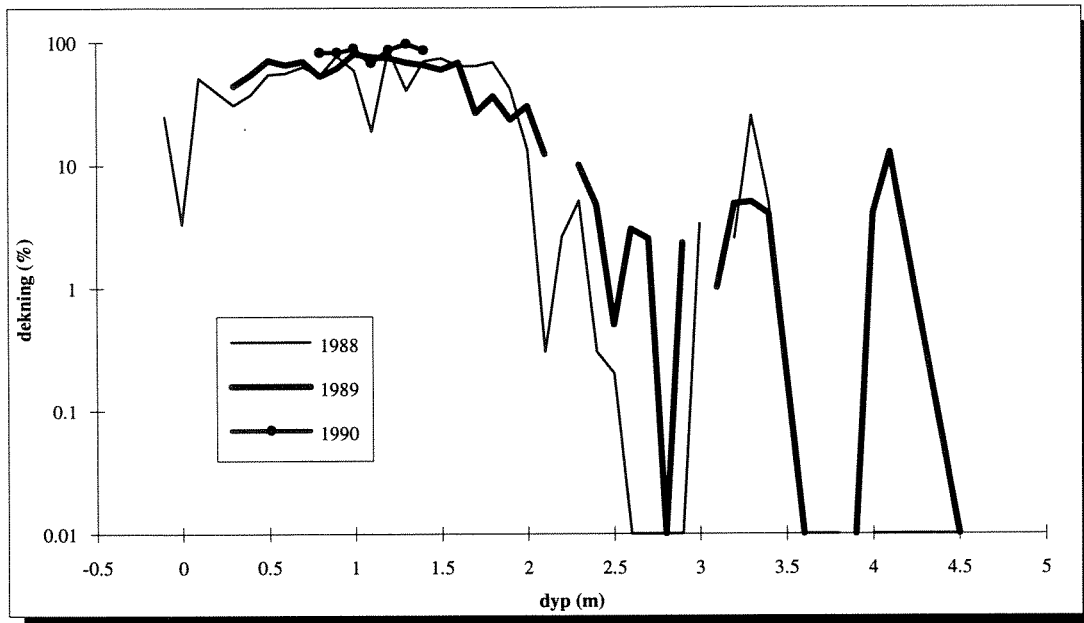
Substratforholdene varierte lite på de store gruntområdene på deltaplattformen (se fig. 9). Hovedsubstratet var silt (og noe sand), med litt grus i bølgeslagssonen i strandkanten. Ingen av de få registrerte forekomstene av stein ser ut til å være stedegne, men representerer (deler av) steinfillinger. Det ble observert en viss variasjon når det gjaldt organisk påleiring, en variasjon som har vært vanskelig å kvantifisere ut fra billedmaterialet. Den sørlige delen av plattformen, som trolig er mest vindbeskyttet og som også ligger lengst unna hovedstrømløpet, hadde et mer organisk og bløtere sediment. Mengden av grovere detritusmateriale ("kvist og kvast") var forholdsvis beskjeden og hadde størst forekomst grunnere enn ca. 2.5 m dyp.



Figur 9. Fordeling av bunnssubstrat og påleiret detritus i forskjellige dybdesoner på deltaplattformen (basert på 583 analyseruter (undervannsbilder) fra 12 transekter i 1988).

4.4.1.2 Vegetasjonsdekning

Totalt ble det observert 21 karplanter, 1 kransalge og 4 mosearter på deltaplattformen (jfr. samletab. VII, vedl. I). Av disse ble 16 arter (+ ferskvannsvamp, *Spongilla* sp.) observert på undervannsbildene og de øvrige transektanalysene fra deltaplattformen. Artene som ikke er fanget opp i analysene inkluderer vanlig andmat (*Lemna minor*), som fantes i tilknytning til helofyttbeltet, samt flere av flytebladsplantene som var mindre vanlige eller sterkt lokalisert på plattformen.



Figur 10. Total dekning av vannvegetasjonen på deltaplattformen 1988-90. Gjenomsnittlig dekningsgrad i forskjellige dybdesoner. Basert på 583 observasjoner i 1988, 320 i 1989 og 111 i 1990. Dekningsprosenten er gitt på logaritmisk skala.

Total vegetasjonsdekning. Fordelingen av vegetasjonsdekket i vertikalprofilen er vist i figur 10 og i vedleggstabell III. Vegetasjonsdekningen var svært høy ned til omtrent 2 meters dybde, der tettheten gikk markert ned (fig. 10). Vegetasjonsdekningen i dette optimalområdet 0-2 m lå gjerne på 50-75 % (vedl.tab. III) og dette dybdeintervallet utgjør også meget store deler av deltaplattformen (halvparten av de undersøkte lokalitetene var grunnere enn 2 m). Dypere enn 2.5 m var vegetasjonsdekningen bare 0-2%, og det ble bare registrert noen få, isolerte forekomster (vedl.tab. III). Inntrykket av en svært flekkvis og uregelmessig vegetasjonsopptreden i dette dybdeintervallet blir imidlertid noe overdrevet på figur 10, sett i forhold til den langt jevnere kurven i gruntnrådene. Dette skyldes dels at antall observasjoner dypere enn 2.5 m var svært få i hvert dybdeintervall (vedl.tab. III) (bare tre transekter gikk dypere enn 3 m), og dels den logaritmiske skalaen (som gir sterk vektlegging av lave dekningsgrader).

Dominerende arter. Av de 17 observerte artene utgjorde 6 arter ca. 90% av alle registrerte ruteforekomster (tab. 3). Foruten ferskvannssvamp (*Spongilla* sp.), som hadde svært små forekomster spredt i hele materialet, var det de samme artene som hadde høy frekvens og stor dekningsgrad i rutene (tab. 3, 4). I den dominerende kortskuddsvegetasjonen var artsantallet gjerne 3-4 pr. rute.

Mykt brasmegras (*Isoetes setacea*) var den klart mest framtrædende arten i materialet, med stor forekomst og ofte høy dekning, 50-80% dekningsgrad i velutviklet kortskuddsvegetasjon. Som gjennomsnitt for hele plattformen, var dekningsgraden for mykt brasmegras omtrent 20% (tab. 4). Stivt brasmegras (*I. lacustris*) fantes i et snevrere dybdeintervall, og mest i de ytre delene av deltaplattformen, men dannet ofte forholdsvis tette bestander der den opptrådte (tab 4). Flótgras (*Sparganium angustifolium*) og sylblad (*Subularia aquatica*) var, nest etter mykt brasmegras, de artene som opptrådte med høyest frekvens i materialet, men hverken flótgras eller sylblad dannet like tette bestander som brasmegras-artene (tab. 3, 4).

Tabell 3. Artenes frekvens i analysemateriale på deltaplattformen 1988 og 1989. Totalt antall analyseruter i 1988 var 583 og i 1989 320. Nålesivaks og evjesoleie er utelatt fra tabellen (se teksten).

Latinske navn	Norske navn	1988		1989	
		ant.obs	% av tot.	ant.obs	% av tot.
<i>Isoetes setacea</i>	mykt brasmegras	375	64.3	225	70.3
<i>Sparganium angustifolium</i>	flótgras	192	32.9	61	19.1
<i>Subularia aquatica</i>	sylblad	171	29.3	160	50.0
<i>Spongilla sp.</i>	(ferskvannssvamp)	143	24.5	62	19.4
<i>Drepanocladus exannulatus</i>	vrangklomose	127	21.8	85	26.6
<i>Isoetes lacustris</i>	stivt brasmegras	83	14.2	79	24.7
<i>Potamogeton perfoliatus</i>	hertetjønna	39	6.7	10	3.1
<i>Elodea canadensis</i>	vasspest	38	6.5	25	7.8
<i>Ranunculus peltatus</i>	stovasssoleie	20	3.4	29	9.1
<i>Potamogeton alpinus</i>	rusttjønna	5	0.9	-	-
<i>Nuphar pumila</i>	soleinøkkerose	3	0.5	1	0.3
<i>Nitella flexilis/opaca</i>	(kransalge)	1	0.2	-	-
<i>Callitriche hamulata</i>	klovasshår	-	-	5	1.6
<i>Myriophyllum alterniflorum</i>	vanlig tusenblad	-	-	5	1.6
<i>Lobelia dortmanna</i>	botnegras	-	-	1	0.3

Tabell 4. Artenes gjennomsnittsdækning på deltaplattformen i 1988 og 1989. Verdiene er dels gitt som middeldækning av det totale analysemateriale (ned til nedre vegetasjonsgrense 4.5 m), og dels som middeldækning innenfor hver arts utbredelsesområde i vertikalprofilen.

Nålesivaks og evjesoleie er utelatt fra tabellen (se teksten).

Latinske navn	Norske navn	Totale dybdeområde		Artens utbredelsesomr.	
		1988	1989	1988	1989
<i>Isoetes setacea</i>	mykt brasmegras	18.42	21.12	32.2	34.6
<i>Isoetes lacustris</i>	stivt brasmegras	3.43	3.48	11.1	5.7
<i>Drepanocladus sp.</i>	klomose	2.74	2.03	3.2	2.2
<i>Sparganium angustifolium</i>	flótgras	1.73	1.25	3.2	2.2
<i>Subularia aquatica</i>	sylblad	1.35	2.28	2.7	3.9
<i>Potamogeton perfoliatus</i>	hertetjønna	1.00	0.77	4.2	2.5
<i>Elodea canadensis</i>	vasspest	0.42	0.41	2.0	0.4
<i>Ranunculus peltatus</i>	stovasssoleie	0.22	0.98	0.8	1.5
<i>Spongilla sp.</i>	(ferskvannssvamp)	0.17	0.15	0.3	0.3
<i>Potamogeton alpinus</i>	rusttjønna	0.04	-	0.5	-
<i>Nuphar pumila</i>	soleinøkkerose	0.01	0.01	0.2	0.4
<i>Nitella flexilis/opaca</i>	(kransalge)	0.01	-	0.3	-
<i>Callitriche hamulata</i>	klovasshår	-	0.12	-	0.7
<i>Myriophyllum alterniflorum</i>	vanlig tusenblad	-	0.02	-	0.1
<i>Lobelia dortmanna</i>	botnegras	-	0.00	-	0.1

Nålesivaks (*Eleocharis acicularis*) var meget vanskelig å observere på undervannsbildene og i transktrutene i felt. Dette fordi plantene var meget små, smalbladete, diffust brungrønne og stod tett og dypt i substratet, slik at de gikk mer eller mindre i ett med mudderoverflaten. Det er derfor ut i fra analyserutene vanskelig å anslå hyppighet og frekvens for denne arten. Evjesoleie (*Ranunculus reptans*) er også trolig underestimert på bildene, og disse to artene er derfor holdt utenfor beregninger av frekvens og dækning.

Observasjoner fra de tørrelagte deltaflatene om våren tilsier at nålesivaks (som er vintergrønn i deltaet) stedvis er langt mer dominerende enn sylblad (jfr. lokalitetsbeskrivelser i vedl. II), selv om dette ikke er fanget opp i det kvantitative materialet (jfr. også kap. 4.4.1.5 om biomasse).

4.4.1.3 Artenes fordeling langs dybdegradienten

Følgende fordelingsmønstre langs dybdegradienten kan utskilles i analysematerialet (jfr. tab. 5):

1. Overvannsarter/helofytter (eks. kvasstarr, elvesnelle), dybde < 0.5 m
2. Gruntvannsarter (eks. evjesoleie, nålesivaks, sylblad), d = 0.0-1.5(-2) m
3. Arter som dominerer på grunt til middels dypt vann (mykt brasmegras, hjertetjønnaks), d = 0.5-2 m
4. Dypvannsarter (eks. stivt brasmegras, storvassoleie), d = 1.5-2.5(-3.5) m
5. Arter med meget vid vertikalutbredelse (eks. vasspest, flótgras, vrangklomose), d = (0.0-)0.5-4.5 m

1. Overvannsarter/helofytter. Ytre del av helofyttbeltet, som var dominert av elvesnelle (*Equisetum fluviatile*), er registrert i analysematerialet. Denne vegetasjonen gikk ut til ca. 0.2-0.5 m dyp på plattformen. Enkeltskudd av elvesnelle ble funnet ut til 1 m. Kvasstarr (*Carex acuta*) hadde en ytre grense på nivå tilsvarende medianvannstand (dvs. 0 m dyp). Siden analysematerialet bare fanger opp en del av dybdegradienten for disse artene, er de utelatt fra videre behandling (jfr. tab. 5).

Tabell 5. Vertikalutbredelse for artene på deltaplattformen 1988 og 1989. Nålesivaks og evjesoleie er utelatt fra tabellen (se teksten). Dyp er angitt i forhold til medianvannstand (2.24 m). Øvre- og nedre dybdegrense representerer h.h.v. grunneste og dypeste registrerte forekomst basert på hele analysematerialet for det enkelte år. Total antall observasjoner var 583 i 1988 og 320 i 1989. NB: Tallene for dybdetyngdepunkt 1988 angitt i parentes omfatter kun de lokalitetene som ble reanalyserert i 1989, dvs. dette tallet er direkte sammenliknbart med dybdetyngdepunktet for 1989.

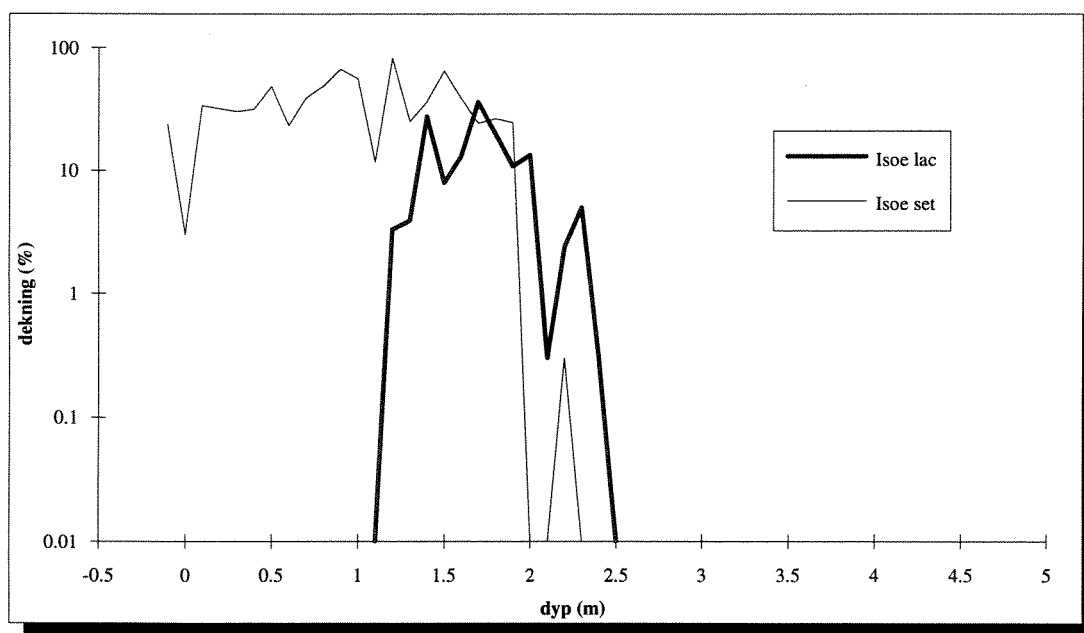
latinske navn	norske navn	år	øvre		nedre	ant.obs.
			dybdegr.	tyngdepkt	dybdegr.	
<i>Subularia aquatica</i>	sylblad	88	-0.1	0.4(0.7)	1.9	171
		89	0.2	0.6	2.3	160
<i>Potamogeton alpinus</i>	rusttjønnaks	88	0.5	0.6(0.5)	0.7	5
		89	-	-	-	-
<i>Potamogeton perfoliatus</i>	hjertetjønnaks	88	0.5	0.7(0.6)	1.4	39
		89	0.5	0.5	1.5	10
<i>Elodea canadensis</i>	vasspest	88	0.6	0.8(0.7)	1.4	38
		89	0.4	1.3	4.1	25
<i>Isoetes setacea</i>	mykt brasmegras	88	-0.1	0.91(1.06)	2.2	375
		89	0.2	1.01	2.4	225
<i>Lobelia dortmanna</i>	botnegras	88	-	-	-	-
		89	-	1.1	-	1
<i>Myriophyllum alterniflorum</i>	vanlig tusenblad	88	-	-	-	-
		89	0.9	1.2	1.4	5
<i>Sparganium angustifolium</i>	flótgras	88	0.3	1.4(1.4)	2.5	192
		89	0.4	1.0	2.3	61
<i>Callitriche hamulata</i>	klovasshår	88	-	-	-	-
		89	1.1	1.4	1.6	5
<i>Spongilla</i> sp.	ferskvannssvamp	88	0.3	1.4(1.6)	2.3	143
		89	0.8	1.5	2.9	62
<i>Isoetes lacustris</i>	stivt brasmegras	88	1.2	1.61(1.61)	2.4	83
		89	1.1	1.59	3.4	79
<i>Ranunculus peltatus</i>	storvassoleie	88	0.8	1.8(1.8)	1.9	20
		89	0.5	1.4(1.3)	2.77	29
<i>Nuphar pumila</i>	soleinøkkerose	88	1.8	1.9(1.9)	1.9	3
		89	-	0.8	-	1
<i>Drepanocladus</i> sp.	klomose	88	-0.1	1.8(1.7)	3.4	127
		89	0.8	2.5(2.4)	4.1	85

2. Gruntvannsarter. Pusleplantene sylblad (*Subularia aquatica*), nålesivaks (*Eleocharis acicularis*) og evjesoleie (*Ranunculus reptans*) hadde størst forekomst på mindre enn 1 m dyp. Sylblad gikk forholdsvis dypt registrert ut til 2.3 m), men hadde tyngdepunkt omkring 0.5 m (tab. 5), og hadde generelt lav dekningsgrad (oftest under 20%). Nålesivaks og evjesoleie ble registrert ned til h.h.v. 1.8 og 1.5 m (men er utelatt fra beregning av dybdetyngdepunkt pga. den store registreringsusikkerheten; jfr. kap. 4.4.1.2 om dominerende arter).

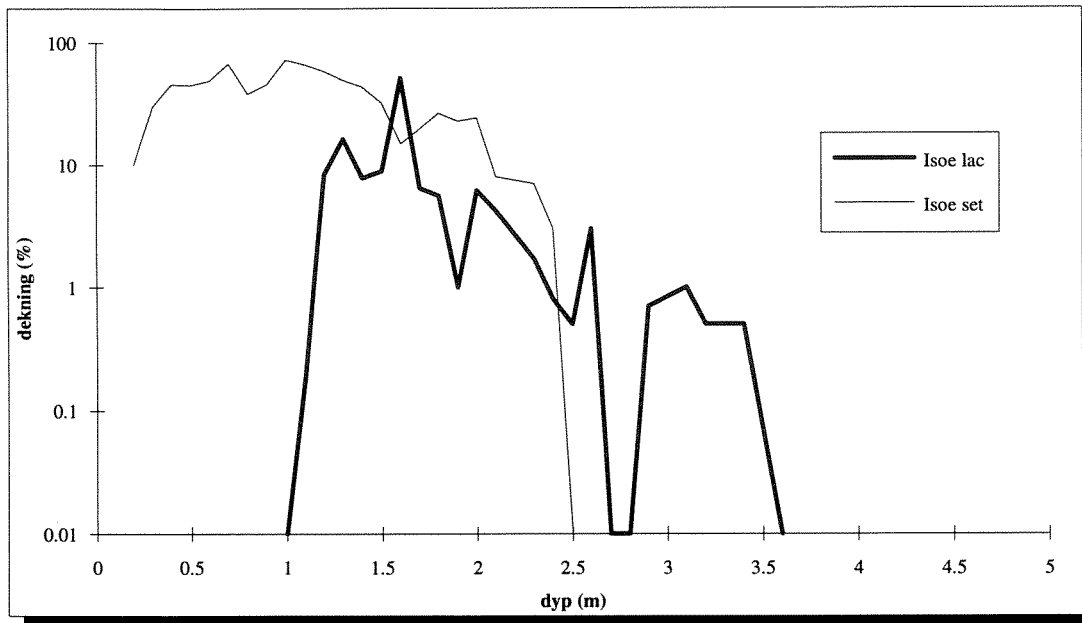
3. Arter på grunt til middels dyp. Mykt brasmegras (*Isoetes setacea*) var den dominerende arten både i øvre og midtre del av vegetasjonssoneringen, med særlig høy dekningsgrad i intervallet 0.5-1.5(-2) m. Nedenfor 2.0 m ble tettheten sterkt redusert, og arten forsvant ut ved 2.4 m (tab. 5, fig. 11, 12). Hjertertjønnaks (*Potamogeton perfoliatus*) og flere andre langskuddsplanter hadde sin hovedutbredelse i dybdeintervallet 0.5-1.5 m

4. Dypvannsarter. Stivt brasmegras (*Isoetes lacustris*) dominerte den nedre del av vegetasjonssoneringen, og var den eneste av de vanligere artene som **ikke** ble registrert grunnere enn 1 m (tab 5). Arten ble funnet på 4 lokaliteter i Dokkadeltaet (lok. O, P, S og T1). Hovedutbredelsen var i dybdeområdet 1.5-2.2 m, og det var svært liten variasjon når det gjaldt nedre grense for disse brasmegrasbestandene; h.h.v. 2.1, 2.2 og 2.3 m dyp for lok. S, T1 og P (ved lok. O ble det bare gjort registreringer ned til ca. 2.0 m dyp). På én lokalitet (T1) ble det imidlertid observert enkelte halvt nedmudrete/±døde rosetter av stivt brasmegras ned til 3.4 m dyp.

I de transektene der både mykt- og stivt brasmegras opptrådte med tette populasjoner, var det bare en smal sone med blandingsbestander (i intervallet 1.5-2 m), dvs. disse artenes nisjer i deltaet overlapper i virkeligheten lite der de møtes, og langt mindre enn en kan få inntrykk av på figur Æ og Ø. Spesielt kan en merke seg at de nederste (dypeste) forekomstene av mykt brasmegras er registrert i transekter langt inne på deltaplattformen der stivt brasmegras ikke forekommer.



Figur 11. Dybdefordeling av mykt brasmegras (*Isoetes setacea*) og stivt brasmegras (*Isoetes lacustris*) på deltaplattformen i 1988. Basert på gjennomsnittlig dekningsgrad i alle dybdeintervallene. 583 analyseruter. Merk at dekningsgraden er angitt på logaritmisk skala.



Figur 12. Dybdefordeling av mykt brasmegrass (*Isoetes setacea*) og stivt brasmegrass (*Isoetes lacustris*) på deltaplattformen i 1989. Basert på gjennomsnittlig dekningsgrad i alle dybdeintervaller (320 analyseruter). Merk at dekningsgraden er angitt på logaritmisk skala.

5. Arter med en vid vertikalutbredelse. Denne gruppen er først og fremst karakterisert av vasspest (*Elodea canadensis*) og vrangklomose (*Drepanocladus exannulatus*). Den førstnevnte ble registrert hist og her på alle dybdenivåer (> 0.4 m). Arten dannet også dybdegrensene blant karplantene, idet den ble observert med et lite, men friskt og sannsynligvis rotfast, skudd (dekning 1%) helt ned på 4.1 m dyp. Klomosen fantes spredt og vidt utbredt i hele dybdeområdet med forholdsvis lav dekningsgrad (<10% i snitt), men er trolig noe underrepresentert m.h.p. bildeanalysene (jfr. kap. 4.5). Arten dannet også nedre dybdegrensene for totalvegetasjonen på deltaplattformen (4.5 m) (tab. 5).

Flótgras (*Sparganium angustifolium*) fantes fra 0.3 m og ned til 2.5 m dyp, og tilhører nærmest gruppen av arter med en vid dybdeutbredelse i deltaet.

Utover billedanalysene ble det også foretatt målinger av dybdegrensene for endel bestander av flytebladsplanter samt overflateskudd av hjertetjønnaks i deltaet (tab. 6). Vi ser at nedre dybdegrensene for hjertetjønnaks er den samme både for bestander i overflaten og for undervannsskudd registrert på bilder. Undervannsskudd av flótgras, derimot, ble registrert betydelig dypere på bildene enn hva målinger av flytebladsbestandene tilsier. Gul nøkkerose (*Nuphar lutea*) skiller seg ut fra de andre, målte bestandene ved å gå ut til 2.4 m dyp.

Tabell 6. Dybdegrensene for flytebladsbestander av flótgras (*Sparganium angustifolium*), gul nøkkerose (*Nuphar lutea*), vanlig tjønnaks (*Potamogeton natans*) og hjertetjønnaks (*Potamogeton perfoliatus*) på deltaplattformen 15.8.1988. Dybdene er korrigert i forhold til medianvannstand 2.24 m.

	Flótgras	Vanlig tjønnaks	Gul nøkkerose	Hjertetjønnaks
middel	1.41	1.30	2.40	1.31
st.avvik	0.11	0.37	0.44	0.23
ant. målinger	17	7	9	18

4.4.1.4 Tidsendringer 1988-1990

Figur 10 (kap. 4.4.1.2) viser den totale vegetasjonsdekningen fordelt på dybdesoner i 1988, 89 og 90. Vegetasjonsfordelingskurvene for de enkelte år er godt sammenfallende og det er ingen signifikante forskjeller i vegetasjonens dybdeutbredelse og dekningsgrad i 1988 og 1989. Det begrensede billedmaterialet fra 1990 (dybdeområde 0.5-1.5 m) stemmer også godt overens med de øvrige årene (jfr. også vedl. tab. III).

For å avdekke eventuelle år-til-år variasjoner for de enkelte artene innenfor undersøkelsesperioden, har vi gjort en sammenlikning av artenes dybdetyngdepunkt i 1988 og 1989, dvs. de to årene som hadde fullt analyseprogram, og hvor hele dybdeintervallet er dekket (tab. 5). Det er også gjort en sammenlikning av artenes frekvens og gjennomsnittlige dekningsgrad i 1988 og 1989 (tab. 3 og 4). Basert på dette, framtrer følgende mønstre i artsrespons:

1. De dominerende artene viste høy stabilitet 1988-89 (brasmegras-artene, hjertetjønnaaks)
2. Enkelte arter viser små endringer i dybdetyngdepunkt (vasspest, flótgras, storvassoleie)
3. En art oppviste noe større endringer i dybdetyngdepunkt (vrangklomose)
4. Enkelte arter viste større endringer i frekvens (sylblad, flótgras, storvassoleie)

De to vanligste artene, mykt og stivt brasmegras, hadde samme tyngdepunkt både i 1988 og 1989, henholdsvis 1.06 og 1.01 m for mykt brasmegras og 1.61 og 1.59 m for stivt brasmegras (tab. 5). Nedre dybdegrense for stivt brasmegras varierte riktignok betydelig, fordi det ble observert enkelte, lite vitale rosetter av stivt brasmegras ned til 3.4 m dyp på én lokalitet i 1989. Men denne delen av lokaliteten ble ikke fotografert i 1988, og ser vi bort fra denne var utbredelse og dekningsgrad langs dybdegradienten svært lik i 1988 og 1989 (tab. 3-5).

På grunn av høyere vannstand i 1988 startet registreringene lenger opp i dybdegradienten i 1988 enn i 1989 (henholdsvis -0.1 m og 0.2 m dyp), og dette er trolig årsaken til de registrerte forskjellene i indre dybdegrense for mykt brasmegras såvel som for sylblad for de to årene.

Den vanligste langskuddsarten, hjertetjønnaaks oppviste også små variasjoner. Arten hadde omtrent samme tyngdepunkt i 1988 og 1989, henholdsvis 0.7 (0.6) og 0.5 m, og hadde også lite endrete frekvens- og dominansforhold (tab.3, 4).

Blandt de artene som framkom med endret tyngdepunkt og hyppighet i materialet, er det særlig sylblad, og dernest vrangklomose, storvassoleie og flótgras som synes å ha hatt en markert og reell fram- eller tilbakegang gjennom undersøkelsesperioden:

Størst endring i frekvens- og dominansforhold ble registrert hos **sylblad**, som opptrådte i nesten dobbelt så stor prosentandel av rutene i 1989 i forhold til i 1988, og dekningsgraden var også nær doblet (tab.3, 4). Ser vi nærmere på de transektene som ble re-analysert også i 1990, så fortsetter denne tendensen, med en betydelig større dekning av sylblad i 1990, i forhold til de to foregående år.

Vrangklomose var den arten som ble registrert med størst endring i dybdetyngdepunkt fra 1988 til 1989. Det synes å ha foregått en nedvandring av klomose i denne perioden, idet øvre grense var forskjøvet fra -0.1 til 0.8 m og nedre grense endret fra 3.4 til 4.5 m, samtidig som frekvensen i materialet hadde endret seg lite. Endringen i nedre dybdegrense skyldes imidlertid sannsynligvis tilfeldig variasjon i fotograferingen (få bilder i dette dybdeområdet).

Tyngdepunktet for **flótgras** lå 0.4 m grunnere i 1989 enn i 1988, og arten hadde en lavere frekvens i 1989. Dette kan indikere at arten hadde gått noe tilbake i de dypere områdene fra 1988 til 1989, selvom materialet her er begrenset. **Storvassoleie** hadde også forskjøvet tyngdepunktet i retning av gruntområdene, men her var samtidig frekvensen økt betydelig i 1989, slik at arten primært har hatt en

framgang i gruntområdene, der det også var rikelig med blomstrende bestander på den lave sommervannstanden i 1989.

Vasspest hadde et markert dypere tyngdepunkt i 1989 enn i 1988 (tab. 5), men dette var forårsaket av et fåtalls dypvannsforekomster som muligens var tilstede, men ikke ble fanget opp i 1988. Forøvrig fantes arten jevnt, men tildels svært spredt i dybdeområdet 0.6-1.4 m i 1988 og 0.4-1.6 m i 1989. Frekvens- og dominansforhold hos vasspest var meget likt de to årene (tab.3, 4).

4.4.1.5 Biomasse

Biomasseprøvene er hentet fra to av de frodigste transektene med kortskuddsvegetasjon, samt fra to transekter med moderat dekning. Kortskuddsplantene dominerte helt prøvematerialet.

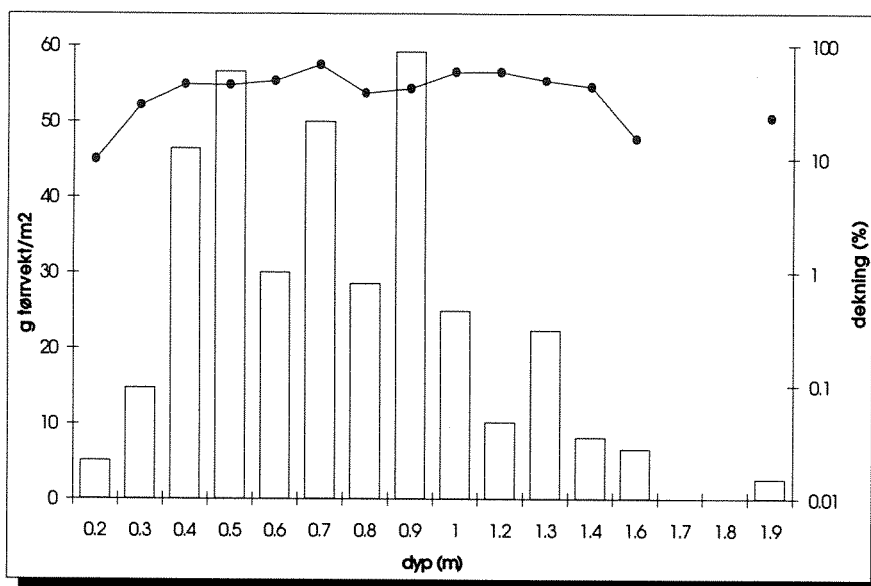
Prøvene underbygger i stor grad dataene fra analyserutene. Blant annet framkommer en mer eller mindre klar sonering i vegetasjonen, med tyngdepunktet for pusleplantene innerst/grunnest, dernest dominans av mykt brasmegras, og tilslutt en stivt brasmegras-sone ytterst/dypest (fig. 13-15). I dette materialet er det nesten ingen overlapp mellom mykt- og stivt brasmegras (fig. 13, 14).

Fordelingen av biomasse for stivt brasmegras følger svært godt fordelingskurven for dekningsgrader (fig. 14). Det samme er tilfelle for den øvre delen av kurven for mykt brasmegras, mens i den nedre delen av kurven er biomassetallene relativt sett lavere (fig. 13). Dette indikerer at i transekter med velutviklet kortskuddsvegetasjon, (som er godt representert i biomasseprøvene), er den frodigste/tetteste mykt brasmegras-vegetasjonen i dybdeintervallet 0.4-0.9 m, og det ser ut til at tettheten/vitaliteten går ned før arten "møter" stivt brasmegras i transektene. I intervallet 0.4-0.9 m er gjennomsnittsverdiene på biomassen omkring 50 g tørrvekt pr. m² (fig. 13), og maksimumsverdiene over 100 g/m² (tab.7). Stivt brasmegras når også opp i gjennomsnittsverdier på omkring 50 g/m² i sitt optimal-område (fig. 14), og i gjennomsnitt for hele utbredelsesområdet har bestandene en svært lik biomasse som for mykt brasmegras (tab. 7).

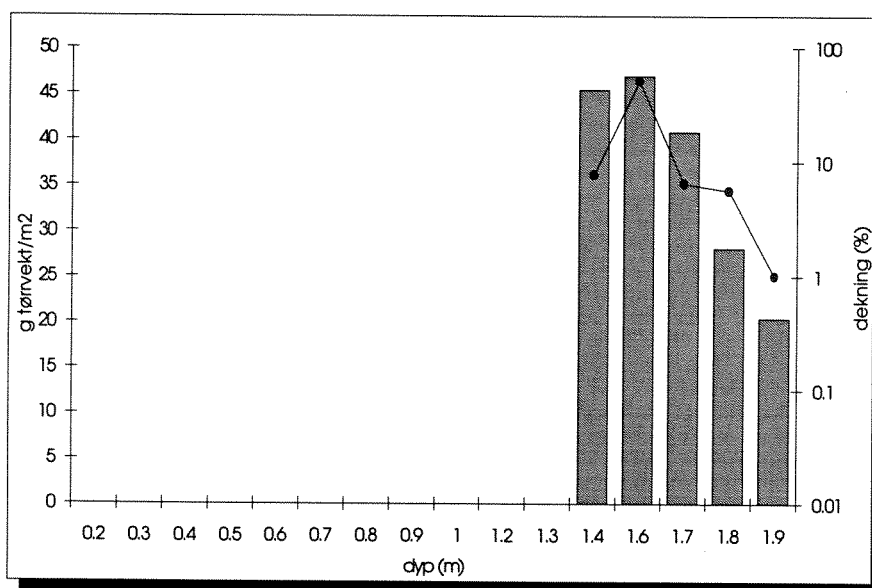
Biomasseprøvene er de eneste sikre, kvantitative dataene vi har for de pusleplantene (nålesivaks og evjesoleie) som ikke framkommer tydelig på bildene. Mens mykt brasmegras viser en kraftig biomasse-økning omkring 0.4 m dybde, har pusleplantene (tilsammen) den høyeste biomassen omkring d = 0.2 m, for så å avta gradvis ned mot d = 1.3 m (fig. 15). Om man ser på de enkelte artene er bildet mer mosaikk-preget (fig. 15), og det er gjerne slik at det enten er dominans av nålesivaks eller sylblad innenfor hver prøve. Tendensen langs dybdegradienten er likevel klar; de høyeste verdiene forekommer ved d < 0.5 m, med enkelte høye verdier ut til 1.0 m, for så å avta relativt markert dypere enn 1.0 m (ala mykt brasmegras). Sylblad og nålesivaks ble i dette materialet registrert ut til 1.3 m, evjesoleie til 1.0 m (fig. 15).

Tabell 7. Biomassedata for kortskuddsvegetasjonen (hele planten inkl. røtter) på deltaplattformen (lok. O, U, V og Y) i 1989. Biomasseprøvene er tatt i dybdeområdet 0.2-2.0 m. Pusleplantene sylblad, nålesivaks og evjesoleie ble registrert bare ned til 1.3 m dyp, og beregning av gjennomsnittlig biomasse for disse artene omfatter derfor bare dette dybdeområdet (50 prøver). Tallet i parentes for mykt brasmegras representerer hele dybdeområdet (63 prøver). Beregningene for stivt brasmegras omfatter dybdeområdet 1.4-2.0 m.

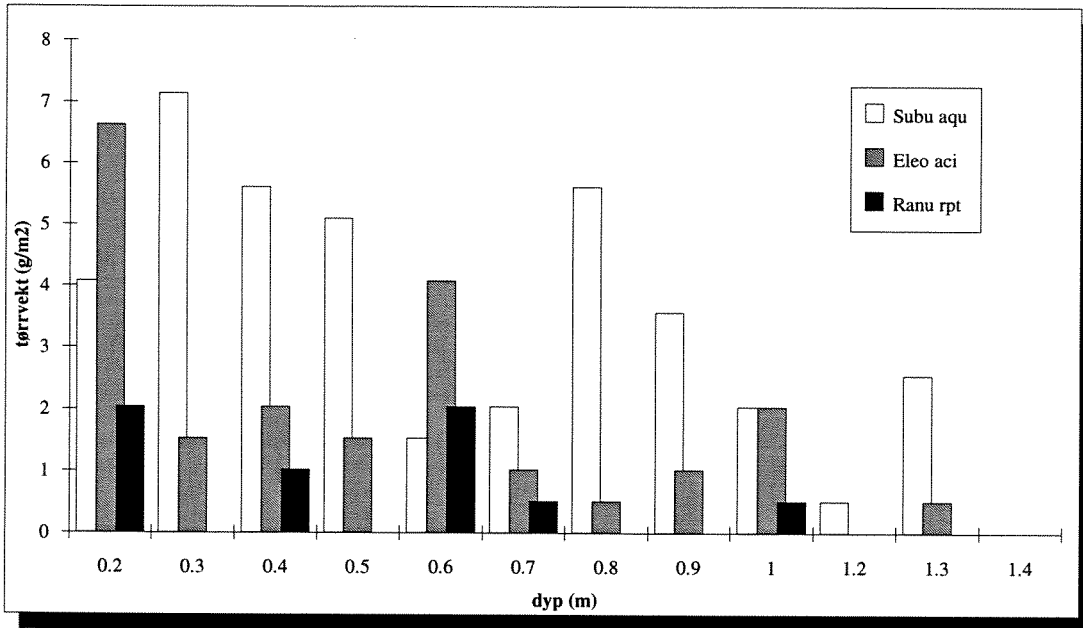
Art	Biomasse g/m ²		
	middel	st.avvik	max.
<i>Ranunculus reptans</i> - evjesoleie	0.5	1.4	7.7
<i>Eleocharis acicularis</i> - nålesivaks	1.9	4.1	24.5
<i>Subularia aquatica</i> - sylblad	3.9	4.6	19.9
<i>Isoetes setacea</i> mjukt - brasmegras	35.7 (28.8)	36.7 (25.4)	111.2
<i>Isoetes lacustris</i> stivt - brasmegras	22.5	20.0	46.9



Figur 13. Biomasse av mykt brasmegras (*Isoetes setacea*), fordeling langs dybdegradienten (gjennomsnittsverdier, hele planter inkl. røtter). Data fra deltaplattformen 1989. Gjennomsnittlig dekningsgrad i analyserutene er lagt inn for sammenlikning.

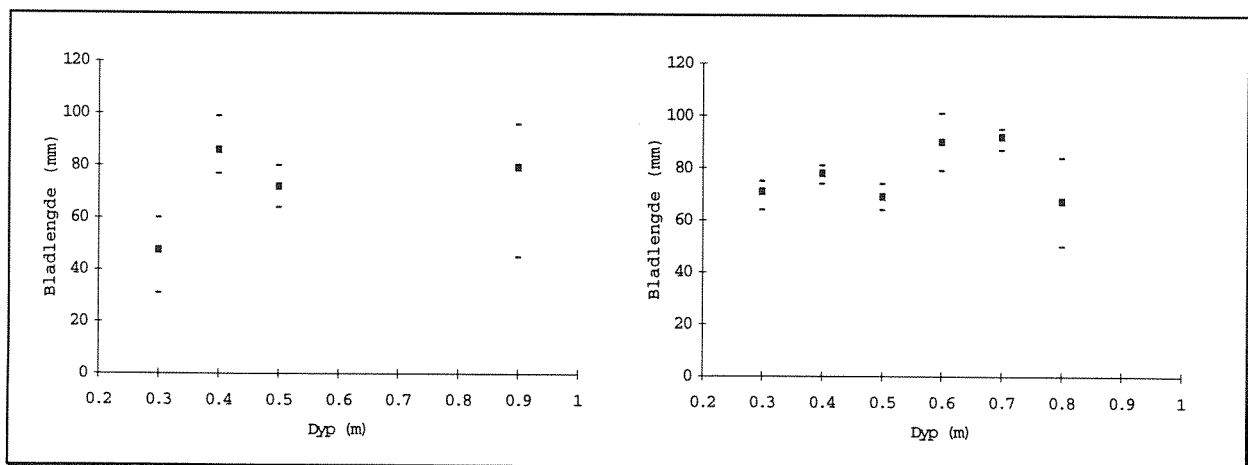


Figur 14. Biomasse av stivt brasmegras (*Isoetes lacustris*), fordeling langs dybdegradienten (gjennomsnittsverdier, hele planter inkl. røtter). Data fra deltaplattformen 1989. Gjennomsnittlig dekningsgrad i analyserutene er lagt inn for sammenlikning.



Figur 15. Biomasse av pusleplantene sylblad (*Subularia aquatica*), nålesivaks (*Eleocharis acicularis*) og evjesoleie (*Ranunculus reptans*), fordeling langs dybdegradienten (gjennomsnittsverdier, hele planter inkl. røtter). Data fra deltaplattformen 1989.

Det ble foretatt enkelte målinger av bladlengder av mykt brasmegras i biomasse-transektene. Generelt var plantene små, med 6-9 cm lange blader i rosetten (fig. 16). Dataene indikerer også at det er en svak tendens til økt bladlengde for mykt brasmegras med dypet, med største bladlengder på 0.4-0.7 m dyp, for deretter å avta noe (fig. 16). Imidlertid varierte skuddlengdene svært liten innenfor det optimale dybdeområdet på deltaplattformen (0.4-0.9 m), og variasjonen i biomasseverdier i figur 13 indikerer derfor først og fremst variasjon i tetthet, og ikke i størrelse på plantene.



Figur 16. Bladlengder (middel, min. og maks.) av mykt brasmegras (*Isoetes setacea*) ved lokalitet U (deltaplattformen) (til venstre) og lokalitet M (strømløp) (til høyre).

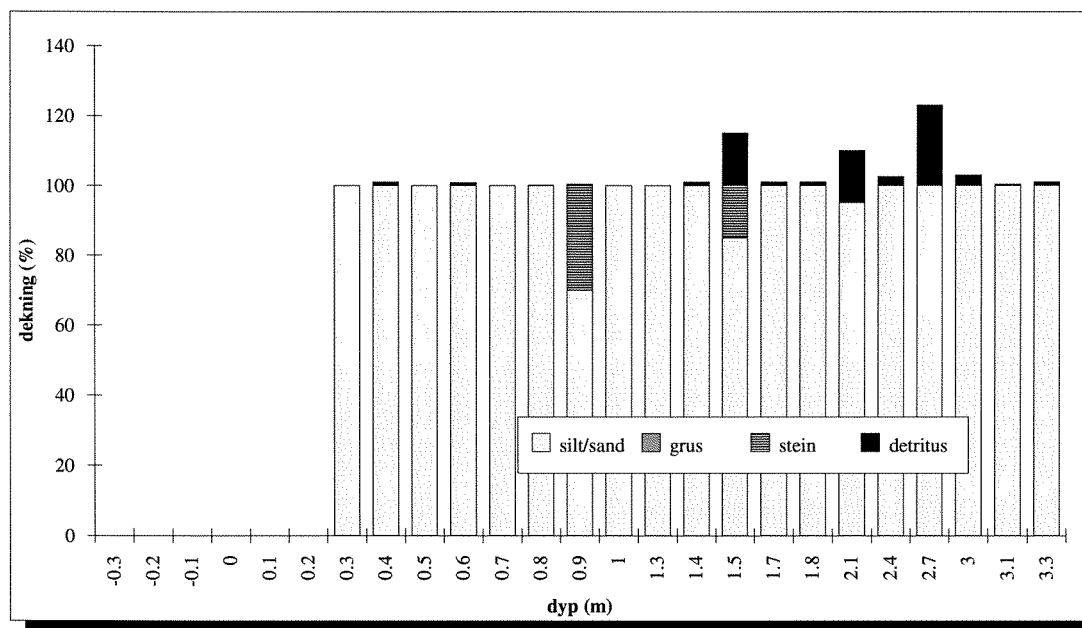
4.4.2 Bakloner/laguner

Både når det gjelder dybdeforhold, substratforhold og vegetasjon er lagunene tildels svært forskjellige. Den sørligste og største av de undersøkte lagunene (omfatter transekt X og W) er forholdsvis brådyb med største dyp på ca. 3.5 m. Den nordligste lagunen (omfatter trans. D og E) er i dybdeforhold forholdsvis lik den sørlige. Begge har en forholdsvis dyp renne, som trolig er rester av et gammelt flomløp. Den midtre lagunen (trans. A, B, C) er mer åpen og langgrunn med største dyp på ca. 1 m. Denne lagunen har preg av en mer eller mindre avsnørt bukt.

4.4.2.1 Substratforhold

Gradienten i substratforhold i baklonene er betydelig. Sedimenteringen av mer eller mindre uorganisk slam fra elva varierer mye, likeledes akkumuleringen/opphopingen av organisk materiale. Den sørligste lagunen ligger i utkanten av et myrområde, og har svært bløtt dysubstrat. Dyaktiv, organisk substrat dominerer også i den nordre lagunen, mens den midtre lagunen har et fastere substrat dominert av silt. Substratforholdene her minner mer om forholdene på selve deltaplattformen.

Andel dyaktiv, organisk materiale er vanskelig å utskille fra annet finkornet materiale på undervannsbildene, og ved billedanalysen er denne substrattypen følgelig kartlagt sammen med silt/sand. På denne bakgrunn er substratforholdene for alle baklonene samlet vist i figur 17.



Figur 17. Fordeling av bunnsubstrat og påleiret detritus i forskjellige dybdesoner i baklonene (representert ved data fra 1988, basert på 102 analyseruter).

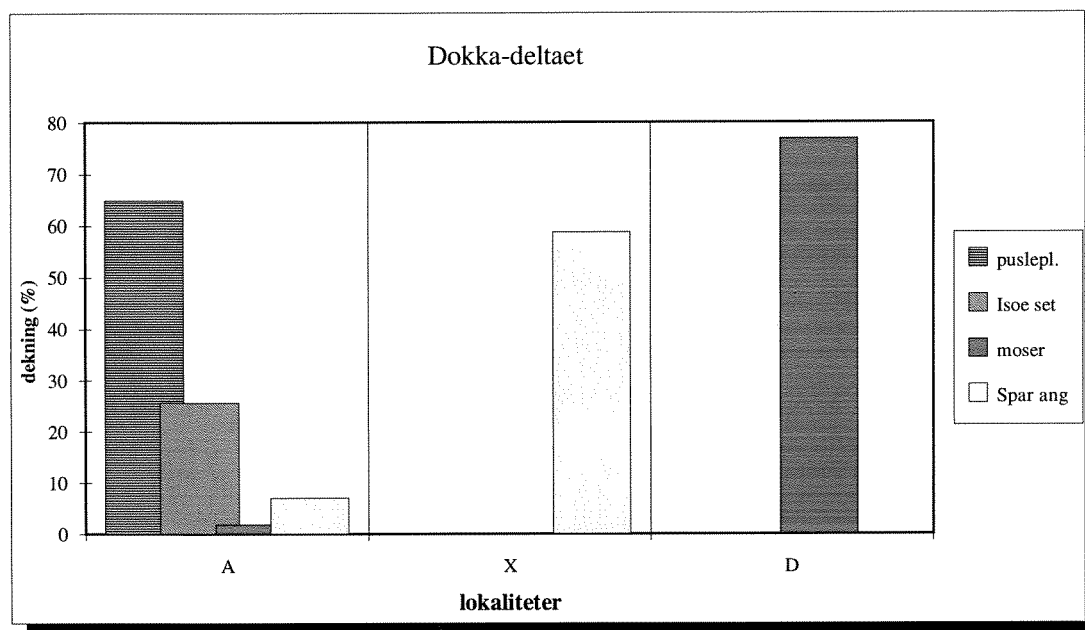
4.4.2.2 Vegetasjonsdekning og dominansforhold

Det ble generelt funnet en høyere vegetasjonsdekning i bakklonene enn på deltaplattformen. Dette gjelder spesielt det midtre- og nordre området, der den gjennomsnittlige totaldekningen var på 70-80 % (fig. 18). Om man imidlertid sammenlikner de samme dybdeintervallene i lonene og på plattformen (lonene er stort sett grunnere enn 2 m), er ikke forskjellen så stor. Selvom vegetasjonsdekningen var jevnt høy, var artssammensetningen og dominansforholdene i de forskjellige bakklonene svært forskjellige:

Den sørligste lagunen (lok. X) hadde en vannvegetasjon som var dominert av flótgras (*Sparganium angustifolium*) og med innslag av klomose-arter (*Drepanocladus* sp.) (fig. 18). Mosene var svært nedmudret og var ved billedanalysen vanskelig å skille fra substratet, og er derfor ikke tatt med i figur 18. Gjennomsnittlig biomasse for flótgras og klomose var henholdsvis 89 og 24 gram tørrvekt pr. m² på denne lokaliteten (tab. 8). Ut i fra biomassen er mosedekningen anslått til ca. 10%. Helt innerst i lagunen ble det lokalt registrert en høy andel av kortskuddsvegetasjon, med ca. 55% dekning (trans. W).

Den midtre lona (lok. A) var dominert av frodig kortskuddsvegetasjon av mykt brasmegras (*Isoetes setacea*) og pusleplanter (fig. 18), med gjennomsnittlig biomasser på henholdsvis 24 og 59 gram tørrvekt pr. m² (tab. 8). Flótgras og klomose fantes også her i små mengder.

Vrangklomose og nøkkeklomose (*Drepanocladus exannulatus* og *D. trichophyllus*) dominerte i den nordligste lona (lok. D) og dannet tykke og stort sett lett kjennelige bestander med gjennomsnittlig biomasse på omtrent 1 kg tørrvekt pr. m² (tab. 8). Her fantes også kraftige bestander av flytebladsplanten vanlig tjønnaks (*Potamogeton natans*), som ikke ble dekket av analysene (arten er dessuten underrepresentert i analyse materialet, fordi flytebladene ikke blir registrert på undervannsbildene.



Figur 18. Gjennomsnittlig dekning av de viktigste artene i de tre lonene. Midtre lona (lok. A) representert med trans. C, søndre lona (lok. X) med trans. X og nordre lona (lok. D) med trans. D.

(Dekningsprosenten er basert på undervannsbilder og andre transektanalyser for 1989). puslepl. = nålesivaks, evjesoleie og sylblad. Isoe set = mykt brasmegras. Spar ang = flótgras.

Tabell 8. Biomasse for de viktigste artene i de tre baklonene i 1989. Gjennomsnittlig og største biomasse pr. transekt (tørrvekt, g/m², hele planter inkl. røtter).

art	Midtre (trans. C)		Søndre (trans. X)		Nordre (trans. D)	
	middel	maks.	middel	maks.	middel	maks.
mykt brasmegras	23.8	98.5	0.2	1.5	0	
pusleplanter	58.9	186.1	0.2	1.5	0.03	0.5
vrang- & nøkkeklomose	9.8	53.1	24.2	87.2	997.0	5171
flótgras	6.5	68.4	88.8	125.5	0	
antall observasjoner	14		9		16	

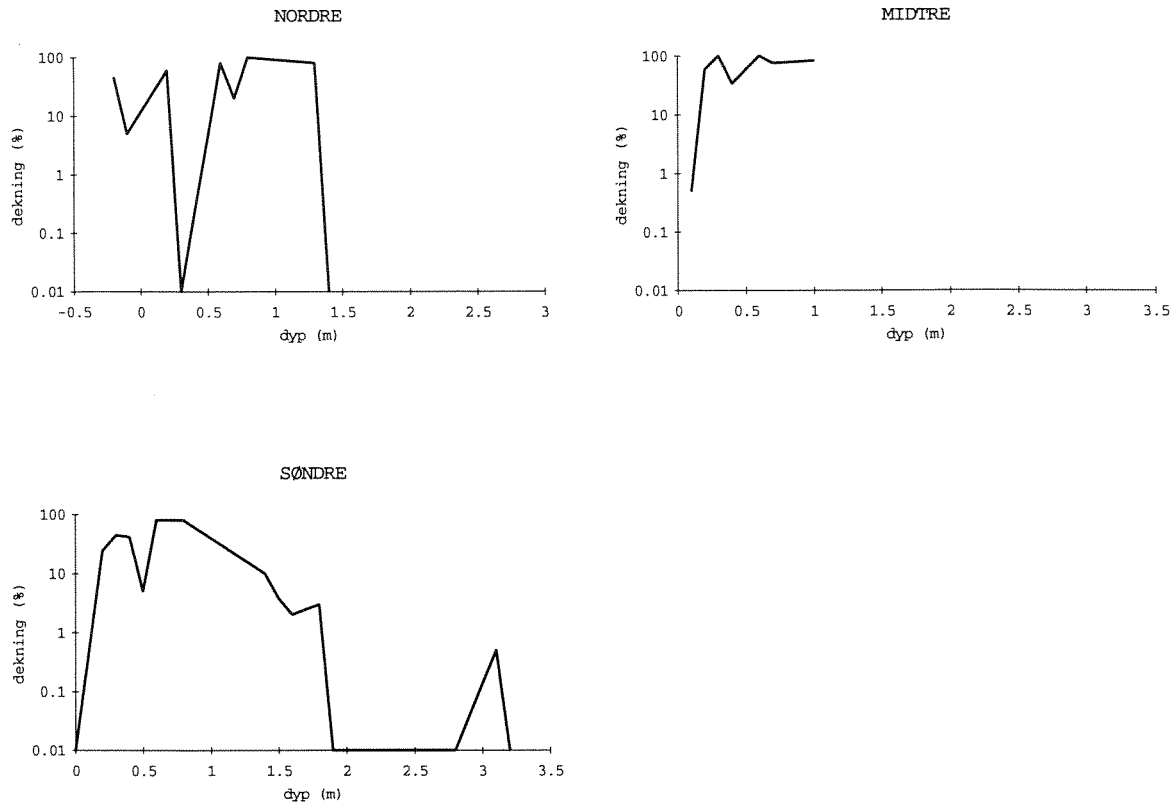
4.4.2.3 Artenes fordeling i dybdegradienten

Det var gjennomgående liten variasjon i dybdeforholdene i de undersøkte baklonene. Den mest frodige og artsrike, midtre baklonen var meget grunn (< 1.1 m), mens de to andre hadde en viss dybdegradient ut mot (antatte) gamle flomløp/bekkeløp. Alle de viktigste artene ble imidlertid funnet relativt jevnt fordelt ned til omtrent 1.0-1.5 m dybde. I de sentrale, og tildels bratte områdene av "dyprenna" på de sørlige og nordlige lokalitetene (fra h.h.v. 1.6 og 1.2 m dybde) ble det registrert lite vegetasjon (fig. 19). Det ble ikke registrert karplanter i transektene dypere enn 1.6 m.

Den midtre lona og hadde massiv dekning av vannvegetasjon i alle dybdesoner (fig. 19). Vegetasjonen var dominert av mykt brasmegras og sylblad i hele det fotograferte området, ca. 0.4-1.1 m dyp. Det var imidlertid en svak tendens til størst konsentrasjon av pusleplantene (særlig nålesivaks) ved dyp < 0.6 m.

I den søndre baklonen foreligger det en reell dybdegradient, med høy vegetasjonsdekning (dominert av flótgras) ut til omtrent 0.8-1.0 m (fig. 19). Flótgraset går ned til 1.6 m, og vrangklomose danner dybdegrens på 3.0 m (i bunnen av "dyprenna").

Den nordre baklonen oppviser 100% mosedekning i dybdeområdet omkring 1m (fig. 19). Det er visse "huller" i mosedekket nær strandsonen, men så fortsetter klomoseteppene videre inn på land (fig. 19).



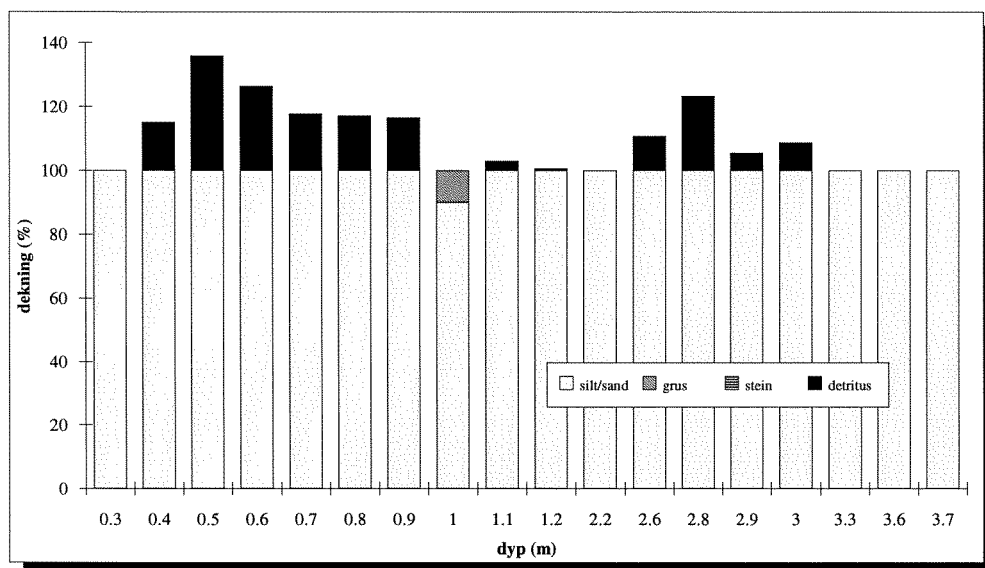
Figur 19. Dybdeutbredelse av total vegetasjon i nordre, midtre og søndre baklone i 1988 (h.h.v. trans. D, C og X).

4.4.3 Strømløp

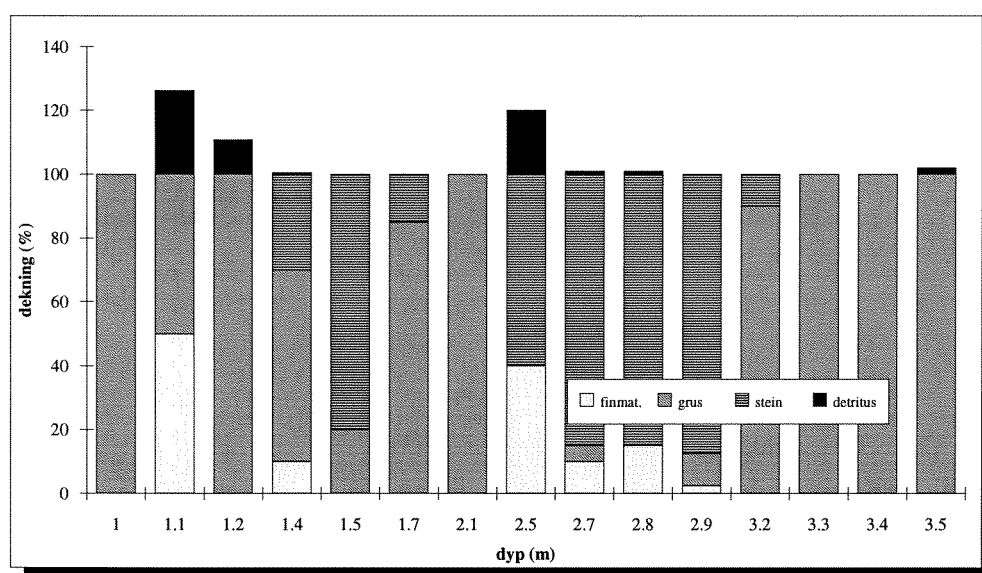
Analysematerialet er opptatt i hovedstrømløpet i den indre delen av deltaplattformen (transekt K+L nær overgangen til den neddykkede deltaplattformen og trans M+N lenger inn; fig. 2).

4.4.3.1 Substratforhold

Hovedstrømløpet hadde substratforhold av elvekarakter; for det meste med ustabil sand, men også grus og stein. Analysing av bildematerialet viste at de fire transektene plasserte seg i to hovedgrupper; lokalitet K, L og M var dominert av finkornet materiale (stort sett sand, med silt i innersvingsbankene), mens lokalitet N hadde et substrat som stort sett besto av grus og stein (fig. 20, 21). Det var en markert større mengde detritus i strømløpet, spesielt i de roligere områdene, sammenliknet med baklonene og deltaplattformen.



Figur 20. Fordeling av bunnsbstrat og påleiret detritus i forskjellige dybdesoner i hovedstrømløpet 1988, lok. K, L og M. Basert på 98 analyseruter. Dybdeintervallet 0.4-1.2 m omfatter bare lok. K og L, mens dybdeintervallet 2.2-3.7 m bare omfatter lok. M.



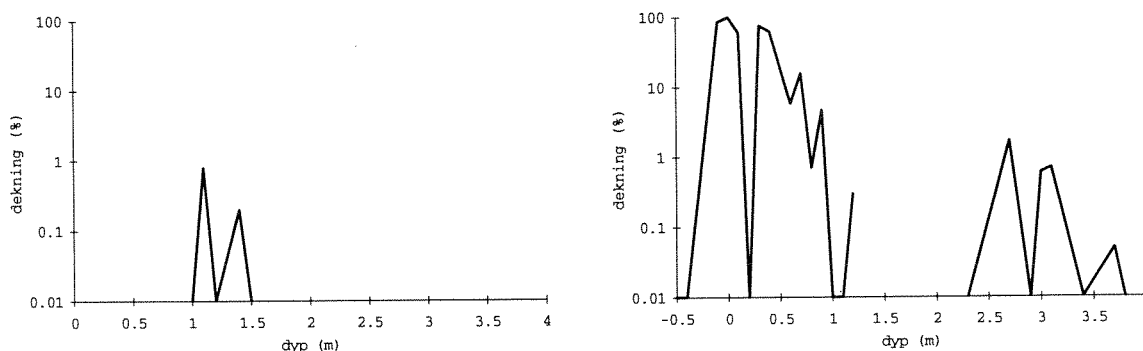
Figur 21. Fordeling av bunnsbstrat og påleiret detritus i forskjellige dybdesoner i strømløpet 1988, lok. N, basert på 35 analyseruter.

4.4.3.2 Vegetasjonsdekning, dominans- og dybdeforhold

Selve strømløpene var nærmest vegetasjonsfrie, med ustabile bunnforhold. Utbredelse av vannvegetasjon i de deler av strømløpet som hadde dominans av sand, grus og stein var generelt svært liten i forhold til øvrige deler av deltaet (se kap.4.4.1 og 4.4.2). Imidlertid var artssammensetningen ikke vesensforskjellig, med flótgras og hjertetjønna, samt kortskuddsvegetasjon på innersvingbankene. Enkelte arter var imidlertid sterkere representert i strømløpsmaterialet enn ellers, dette gjelder særlig vanlig tusenblad.

Der hovedstrømmen går nær opp mot land, med en bratt "marbakke" mot levéene innenfor (transekt N og K), ble bare enkeltskudd av flótgras og langskuddsplanter observert (fig. 22). På grunnere inner-svingsbanker (særlig trans. M) var det imidlertid en gradient fra etablert og sluttet kortskuddseng av mykt brasmegras og pusleplanter innerst, på stabilt, siltig substrat (0-1 m dyp), til meget spredt vegetasjon av enkeltplanter, spesielt av flótgras og vanlig tusenblad utenfor, på sand, grus og stein (fig. 22). Disse plantene opptrådte ofte i tilknytning til stabiliserte mikrohabitater, i forbindelse med røtter, stokker eller større steiner.

Vannvegetasjonen forekom også på større dyp der ikke strømmen var for sterk. Dette gjaldt særlig langskuddsplantene og flótgras, og flótgraset dannet dybdegrense på 3.6 m, noe som også var absolutt dybdegrense for arten i deltaet. Kortskuddsvegetasjonen opptrådte derimot langt mer begrenset til grunne områder i strømløpene i forhold til deltaplattformen pga. behovet for stabilt substrat. Mykt brasmegras forekom i dybdeområdet 0-1.0 m, med en gjennomsnittlig dekning for dette området på 11.2%. Korte, friske og rotfaste enkeltskudd av elvesnelle ble registrert ned til 2.5 m dyp i 1988.



Figur 22. Total dekning av vannvegetasjonen i hovedstrømløp i 1988. Lok. N (venstre) og lok. K,L og M (høyre).

5. DISKUSJON

5.1 Dokkadeltaet, avgrensning og prosesser

Et naturlig, upåvirket delta i balanse med sedimentføring, hydrologi og topografi vil bygge seg opp omtrent til vannivå, for å avsluttes i en mer eller mindre bratt skråning mot selve innsjøen (jfr. f.eks. Strahler 1975). Sedimentbanker/levéer vil danne mer eller mindre fingerformete forgreininger som stikker over vannivå ved medianvannstand.

Slik er ikke Dokkadeltaet bygd opp. Omtrent halvparten av "deltaet" består av en neddykket plattform, og typiske sedimentbanker/levéer over vannivå finnes bare i den indre delen. Én mulig forklaring på dette kan være reguleringen av 1916, som førte til at sommervannstanden ble hevet med ca. 1 m. Dette kan ha ført til at deler av plattformen ble inaktiv, og at sedimentasjonen i dag foregår lengre inn i deltaet enn tidligere, og/eller at sedimentasjonsbankene ennå ikke er bygd opp til nåværende medianvannstand. Dybdekartet over deltaet (fig. 1, kap. 2.3) kan tyde på at det finnes spor av neddykkede levéer på sørsiden av plattformen, noe utenfor dagens "levé-front".

Bortsett fra de to strømløpene er det imidlertid svært få spor av typiske deltastrukturer over resten av den neddykkede plattformen. Tvert i mot finnes det noen svært påtagelige, rundaktige djuphøler med bratte kanter spredd over plattformen. Slike strukturer burde vært nedsedimentert, og forventes ikke å finnes i et større, aktivt delta. Den eneste rimelige forklaringen på disse strukturene synes å være at de utgjør rester av dødisgroper (Engen 1980). Dette skulle isåfall innebære at disse ytre delene av delta-plattformen representerer et mer eller mindre intakt, fossilt delta fra avsmeltningsperioden av siste istid (jfr. bl.a. Holtedahl 1960). Videre medfører dette at det nåværende, aktive deltaet ("det egentlige Dokkadeltaet") er begrenset til den indre halvdel av gruntvannsområdet i nordenden av Randsfjorden. Det er imidlertid vanskelig reint botanisk å sette noen grenselinje mellom "det nye" og "det gamle" deltaet, og begrepet "Dokkadeltaet" vil gjennom hele rapporten bli brukt i vid forstand (hele plattformen medregnet).

5.2 Dokkadeltaet i regional sammenheng

5.2.1 En sammenlikning med Randsfjorden forøvrig

Vannvegetasjonen i et deltaområde skiller seg fra "ordinære" lokaliteter i en innsjø. Vi har sammenliknet forekomst og dybdeutbredelse av vannvegetasjonen i Dokkadeltaet med forholdene i Randsfjorden (undersøkt 1976-77, Faafeng m.fl. 1981).

5.2.1.1 Artsdiversitet og flora-elementer.

Den totale artsdiversiteten av vannplanter (eksklusive vannmoser) er den samme i Dokkadeltaet som i Randsfjorden forøvrig, med 23 arter (22 karplanter + 1 kransalge) registrert i hvert av systemene (tabell 9). Det er påfallende at deltaet, som utgjør en arealmessig meget liten del av Randsfjorden har en like høy artsdiversitet som hele resten av innsjøen. Artsinventaret er imidlertid nokså forskjellig, med 7 arter (dvs. nesten en tredjedel) i deltaet som ikke er registrert i fjorden forøvrig, og motsatt.

I deltaet er det først og fremst arter helt eller nesten helt knyttet til baklonene som ikke er registrert i fjorden forøvrig; gyttjeblererot (*Utricularia intermedia*), soleinøkkerose (*Nuphar pumila*) og vanlig andmat (*Lemna minor*), men i tillegg kommer også f.eks. begge piggknopp-artene (flótgras, *Sparganium angustifolium* og stautpiggknopp; *Sparganium emersum*) (tabell 9). Generelt synes flytebladsvegetasjonen å være bedre utviklet i deltaet enn i Randsfjorden forøvrig.

Antall kortskuddsplanter er størst i Randsfjorden, bl.a. er det her registrert enkelte forekomster av tre arter som er typiske for åpne, faste leir/silt-strender; småvasshår, (*Callitriche palustris*), firling, (*Crassula aquatica*) og evjebrodd (*Limosella aquatica*). De to sistnevnte er regionalt sjeldne pusleplanter, men burde hatt gode muligheter for å greie seg i den velutviklede, amfibiske kortskuddsvegetasjonen som finnes i deltaet.

Firling og evjebrodd tilhører imidlertid et sørøstlig element, og de små forekomstene i beskyttede bukter i den søndre delen av Randsfjorden kan sees på som mer eller mindre isolerte utpostlokaliteter. Situasjonen er helt tilsvarende for den sørøstlige flytebladsplanten pilblad (*Sagittaria sagittifolia*), som bare finnes i sørenden av Randsfjorden. Stautpiggknopp og vasslirekne (*Polygonum amphibium*) er de eneste sørøstlige (eller sørlige) vannplantene som er registrert i deltaet. Vassgro (*Alisma plantago-aquatica*), som vanligvis regnes som helofytt ("semiakvatisk" overvannsplante), men som i deltaet opptrer mer som en vannplante, tilhører imidlertid også dette flora-elementet.

Krypsiv (*Juncus bulbosus*) er en annen, og mer eller mindre sørlig art som finnes i Randsfjorden, men ikke i deltaet. Arten er av spesiell interesse, fordi den kan danne masseforekomster i deltaområder/-innløpsområder, og fordi den danner massiv problemvekst i deler av nabovassdraget Begna (Brandrud & Berge 1991), en vekst som muligens kan skyldes en nyinnvandring. Arten er sjelden på indre Østlandet, og er f.eks. ikke registrert i Etna-Dokka-vassdraget (Moss & Volden 1980). Krypsiv er også meget sjelden i Randsfjorden og Tyrifjorden, og såvidt vi kjenner til er det ingen tegn som tyder på at arten øker i denne delen av Drammensvassdraget.

Tabell 9. Vannvegetasjonen i Dokkadeltaet 1988-90 og 1976 (Moss & Volden 1980) sammenliknet med Randsfjorden forøvrig (Faafeng m.fl. 1981). Tegnforklaring 1988-90 og 1976-77 (Faafeng m.fl. 1981): + = sporadisk, ++ = nokså vanlig, +++ = vanlig, 1976-77 (delvis omarbeidet fra Moss & Volden): x = observert, xx = danner mindre framtreddende bestander, xxx = danner store bestander.

Latinske navn	Norske navn	Dokkadelta 1988-90	Dokkadelta 1976-77	Randsfjord 1976-77
ISOETIDER (kortsukksarter)				
<i>Alopecurus aequalis</i>	vassreverumpe	+	x	+
<i>Crassula aquatica</i>	firling			+
<i>Eleocharis acicularis</i>	nålesivaks	++		+
<i>Isoetes lacustris</i>	stivt brasmegras	++		++
<i>Isoetes setacea</i>	mykt brasmegras	+++	xxx	+
<i>Juncus bulbosus</i>	krypsiv			+
<i>Limosella aquatica</i>	evjebrodd			+
<i>Littorella uniflora</i>	tjønngras		x	+
<i>Lobelia dortmanna</i>	botnegras	+		
<i>Ranunculus reptans</i>	evjesoleie	++	xx	+
<i>Subularia aquatica</i>	sylblad	+++	xxx	+
ELODEIDER (langskuddsarter)				
<i>Callitriche hamulata</i>	klovasshår	+		
<i>Callitriche palustris</i>	småvasshår			+
<i>Elodea canadensis</i>	vasspest	+	(x)	+++
<i>Mysiophyllum alterniflorum</i>	vanlig tusenblad	+		+++
<i>Potamogeton alpinus</i>	rusttjønnaks	+		+
<i>Potamogeton gramineus</i>	grastjønnaks	+		+
<i>Potamogeton perfoliatus</i>	hertetjønnaks	++	x	++
<i>Ranunculus peltatus</i>	stovasssoleie	+		++
<i>Utricularia minor</i>	småblærerot			+
<i>Utricularia intermedia</i>	gyttjæblærerot	+		
NYMFAEIDER (flytebladsplanter)				
<i>Nuphar lutea</i>	gul nøkkerose	++	xxx	+
<i>Nuphar pumila</i>	soleinøkkerose	++		
<i>Polygonum amphibium</i>	vasslirekne	++	xxx	+
<i>Potamogeton natans</i>	vanlig tjønnaks	+++	xxx	+
<i>Sagittaria sagittifolia</i>	pilblad			+
<i>Sparganium angustifolium</i>	flôtgras	+++	xx	
<i>Sparganium emersum</i>	stautpiggnopp	+		
LEMNIDER (flytere)				
<i>Lemna minor</i>	vanlig andemat	+		
KRANSALGER				
<i>Nitella flexilis/opaca</i>	-	+		+
MOSER				
<i>Amblystegium riparium</i>	krypbose	+		
<i>Bryum pseudotriquetrum</i>	bekke-vrangmose	+		
<i>Calliergon giganteum</i>	tjønnmose	+	x	
<i>Drepanocladus aduncus</i>		+	xx	
<i>Drepanocladus exannulatus</i>	vrangklomose	+++		
<i>Drepanocladus trichophyllus</i>		+++	xx	
<i>Fontinalis antipyretica</i>		+		
Totalt antall		30	14	23

5.2.1.2 Vegetasjonsutvikling og dybdesonering

Vannvegetasjonen er lite utviklet i reguleringssonen på "normale" strender i Randsfjorden i forhold til i deltaområdet, og spesielt spiller kortskuddsplantene en langt mindre rolle. Kortskuddsvegetasjon forekom bare sporadisk i Randsfjorden ved undersøkelsen i 1976-77 (Faafeng m. fl. 1981), bortsett fra dypvannsenger av stivt brasmegras (*Isoetes lacustris*). Generelt var det bare enkelte pusleplanter, samt mykt brasmegras (*Isoetes setacea*) som opptrådte i reguleringssonen, og som hadde en tilsvarende dybdeutbredelse i fjorden og i deltaet, de andre vannplantene hadde en øvre dybdegrense omkring 2 m. Forekomstene i reguleringssonen ble registrert som sporadiske og spredt, i kontrast til de frodige og tildels tette vegetasjonsmattene i deltaet.

Stivt brasmegras dannet bestander i dybdeområdet 2-3 m i Randsfjorden, sammen med vasspest (*Elodea canadensis*), vanlig tusenblad (*Myriophyllum alterniflorum*), storvassoleie (*Ranunculus peltatus*), samt mindre mengder av tjønngras (*Littorella uniflora*). Tyngdepunktet for stivt brasmegras ble beregnet til 3.07 m, dvs. ca. 1.5 m lavere enn i deltaet (jfr. tab. 5 i kap. 4.4.1.3). Gjennomsnittlig nedre grense for arten i Randsfjorden var 4.2 m, mot 2.3-2.4 i deltaet. Øvre grense varierte endel mer, men i Randsfjorden lå den på 2.6 m dyp, mot 1.1-1.2 i deltaet. Hele artens dybdesone er m.a.o. forskjøvet 1.4-1.8 m mot dypere nivåer i fjorden i forhold til i deltaet. Dette indikerer at denne dypvannsvegetasjonen dels er utsatt for en høyere grad av stress i reguleringssonen i Randsfjorden i forhold til i deltaet, og dels har et bedre lysklima i fjorden slik at vegetasjonen kan vokse ned til større dyp. Disse forholdene vil bli nærmere diskutert seinere.

Langskuddsvegetasjonen har markert større utbredelse i Randsfjorden forøvrig enn i selve Dokka-deltaet. I 1976-77 var vasspest og vanlig tusenblad de vanligste artene i Randsfjorden (Faafeng m. fl. 1981). Spesielt vasspesten hadde en vid utbredelse, særlig på litt dypere vann, og dannet nedre dybdegrense på hele 14 m, mot 4.1 m i deltaet. Tyngdepunktet for de to artene ble beregnet til henholdsvis 4.2 og 2.3 m i Randsfjorden, mot henholdsvis 0.8-1.3 og 1.2 i deltaet. Generelt synes det å være bedre muligheter for dypvannsvegetasjon i Randsfjorden forøvrig, pga. bedre lysforhold og mindre andel bratte, ustabile skråninger enn i deltaet. Vasspesten har spredd seg til hele Randsfjorden siden 1965 (Faafeng m. fl. 1981, Rørslett 1977), men synes i liten grad å danne problematiske vekstnivåer (til forskjell fra situasjonen i Jarenvannet, Steinsfjorden m. fl., jfr. Rørslett & Berge 1986).

5.2.1.3 Næringsforhold og forurensning

Basert på næringsstoffinnhold og primærproduksjon er Randsfjorden karakterisert som en oligotrof innsjø. Etna og Dokka er også fra naturens hånd oligotrofe elver, men har noe forhøyete næringskonsentrasjoner pga. lokal forurensning (Rognerud m.fl. 1989, Rognerud & Romstad 1990, jfr. kap. 2.5). De fastsittende vannplantene skiller seg fra andre primærprodusenter ved at de har en større eller mindre (ofte større) del av sitt næringsopptak fra sedimentet. I et deltaområde skjer det en stadig tilførsel av nye, finpartikulære sedimenter med ny næring som plantene kan nyttiggjøre seg. Dette innebærer at vannvegetasjonen i en oligotrof innsjø gjerne har et noe mer næringsrikt (mesotroft) preg i større delta-områder.

Slik er også tilfelle i Dokkadeltaet, hvor innslaget av mesotrofe (svakt næringskrevende) arter er betydelig, først og fremst representert ved de store bestandene av hjertetjønna og vasslirekne. Bestandene av vasslirekne er særlig bemerkelsesverdig, siden arten her er nær sin utbredelsesgrense, og i tillegg blir utsatt for atskillig stress i forbindelse med Randsfjordsreguleringen. Den (semi)akvatiske arten vassgro tilhører også de mer næringskrevende artene. Vasspest kan også føres til denne gruppen, selvom de store bestandene i selve Randsfjorden viser at den kan greie seg også under oligotrofe forhold. Den står imidlertid klart sterkest på de lokalitetene i Randsfjorden der det er en viss lokal forurensning/næringsstilførsel (B. Rørslett pers. medd.). I Dokkadeltaet har vi imidlertid ingen tegn i artsutvalg eller unormalt kraftig vekst som skulle tilsi noen form for forurensningspåvirkning.

5.2.2 En sammenlikning med andre deltaområder i Skandinavia

5.2.2.1 Artsdiversitet

Vannvegetasjonen i større, velutviklede deltaområder er ikke tidligere detaljundersøkt i Norge, og det finnes også meget sparsomt med slike data fra våre naboland. De fleste botaniske undersøkelser fra deltaområder har vært konsentrert om sumpvegetasjonen, og mindre vekt har vært lagt på vannvegetasjonen (jfr. bl.a. Odland 1992, Jensén 1979). Det er derfor vanskelig å vurdere hvorvidt vegetasjonsutformingene i Dokkadeltaet er typiske og representative for et større, nordisk innlandsdelta. Imidlertid foreligger det endel registreringsmateriale og artslistene fra noen slike større deltaområder. På dette grunnlaget har vi foretatt en sammenlikning av artsdiversiteten i Dokkadeltaet med noen andre store deltaområder i Norge og Sverige (tab. 10).

Lågen-deltaet ligger ved utløpet av Gausa og Gudbrandsdalslågen i Mjøsa (123 m.o.h.), og er langsmalt med en noe uklar avgrensning. Vegetasjonsdataene er basert på registreringer foretatt av Oddmund Wold i 1980, og gjengitt i Fremstad (1985). Deltaområdet i Nordre Øyeren dannes av elvene Nitelva, Leira og Glomma og ligger 101 m.o.h. Vegetasjonsdataene er hentet fra Rørslett (1992), og er i hovedsak basert på undersøkelser av Nitelvas og Leiras delta. Data fra Glommas delta, som utgjør hoveddelen, er langt mer sparsomme. Tufsingdeltaet har en utstrekning på ca. 3 km² og ligger i nordre del av Femunden på 662 m.o.h. (Braanaas 1971).

Tabell 10. Artsdiversitet i Dokkadeltaet (1988-90) og en del andre deltaområder i Norge og Sverige.

Livsformgruppe	Dokka-deltaet	Nordre Øyeren	Lågen-deltaet	Tufsing-deltaet	Laitaure-deltaet	Kvikkjokk-deltaet
kortskuddsplanter	7	12	6	5	5	6
langskuddsplanter	8	22	13	6	6	3
flytebladsplanter	6	8	3	2	2	1
flytere	1	2	1	-	-	-
kransalger	1	2	1	2	1	-
moser	7	?	?	?	3	?
Tot. karplanter og kransalger	23	46	24	15	14	10

Laitaure-deltaet har en utstrekning på 10 km² og ligger i Nord-Sverige ved utløpet av Rapaelva i innsjøen Laitaure. Laitaure ligger 494.8 m.o.h., og elva har sitt utspring i de store fjell- og breområdene i Sarek nasjonalpark (Jensén 1979). Kvikkjokk-deltaet ligger ved utløpet av Lille Lule elv i innsjøen Saggat 302.3 m.o.h., like sør for Laitaure-området, og har en utstrekning på 3.6 km² (Dahlskog 1966, 1970).

Disse deltaene kan deles i to hovedgrupper; (i) lavlandsdelta med en meget høy artsdiversitet (Nordre Øyeren-deltaet, Dokkadeltaet og Lågendeltaet), og (ii) mere nordlige og høyereliggende deltaer med en lavere diversitet (tab. 10). Artsdiversiteten i Nordre Øyeren (46 arter, moser ikke medregnet) står i en særstilling, og gjenspeiler beliggenheten i tilknytning til Øyeren og Glomma, som er h.h.v. den mest artsrike innsjøen og elva i Norge når det gjelder vannvegetasjon (Rørslett 1992, Mjelde 1987). Også Dokkadeltaet (23 arter) og Lågen-deltaet (24 arter) har usedvanlig høy artsdiversitet i forhold til det som er normalt for oligotrofe vannforekomster av denne størrelsen i Norge (Rørslett 1991), og indikerer den usedvanlig rike vannfloraen som opptrer i større, komplekst utformede og intakte deltaområder. Hovedforklaringen til at deltaområdene opptrer som botaniske/biologiske "oaser" er trolig den store habitatdiversiteten og dynamikken som opptrer i slike deltaområder (jfr. også kap.5.3),

med et stort antall av små og store, grunne vannforekomster med bl.a. stor variasjon i eksponering, strøm og sedimenttilførsel. Videre kan slike delta betraktes som en overgangssone (økoton) mellom elv og innsjø, og slike overgangssoner har ofte en særlig høy artsrikdom (jfr. kap. 5.2.1.1).

Dokkadeltaet skiller seg fra Lågen-deltaet og deltaet i Nordre Øyeren bl.a. ved å ha en mye lavere artsdiversitet innenfor gruppen av langskuddsplanter. Dette kan trolig forklares ved at tilløpselvene til de sistnevnte, dvs. både Glomma og Gudbrandsdalslågen har en langt mer velutviklet og artsrik flora av langskuddsplanter (Hessen m.fl. 1992, Kjellberg m.fl. 1985) enn det vi har kunnet observere i Dokka oppstrøms deltaet. Dessuten kan langskuddsvegetasjonen være undertrykket av Randsfjordsreguleringen (jfr. kap. 5.5). Dokkadeltaet har til gjengjeld en forholdsvis stor andel flytebladsplanter, særlig i forhold til Lågen-deltaet, noe som kan indikere større grad av isolerte og beskyttede lagunesystemer under gjengroing.

Tufsingdeltaet, Kvikkjokk-deltaet og Laitaure-deltaet har også en høyere artsdiversitet enn normalt for slike høyereliggende/nordlige vannforekomster. Alle disse ligger nær opp til fjellområder, Kvikkjokk og Laitaure er også påvirket av kaldt brevann, noe som antagelig påvirker artsdiversiteten.

5.2.2.2 Dominerende og karakteristisk vegetasjon

Basert på vegetasjonsbeskrivelsene synes de fleste av disse deltaområdene å være karakterisert av en velutviklet og artsrik kortskudds/pusleplantevegetasjon, dominert først og fremst av nålesivaks, sylblad og evjesoleie. En slik pusleplantevegetasjon på grunt vann er også beskrevet fra Myrkdalsdeltaet i Vossovassdraget (Odland 1992). Dokka står imidlertid i særstilling når det gjelder arealmessig utbredelse av slik kortskuddsvegetasjon pga. de store områdene med grunne banker. Til tross for et tilsynelatende optimalt habitat mangler imidlertid i Dokkadeltaet flere pusleplanter som er typiske både for Lågen-deltaet og deltaet i Nordre Øyeren (firling; *Crassula aquatica* og evjebrodd; *Limosella aquatica*), arter som også finnes lengre sør i Randsfjorden (jfr. kap. 5.2.1). Også flere andre arter typisk for grunne banker og beskyttede laguner og dammer i disse deltaene mangler i Dokkadeltaet. Dette gjelder småvasshår (*Callitriche palustris*), sprikevasshår (*Callitriche cophocarpa*) og småtjønnaks (*Potamogeton bertholdii*). I alle fall den sistnevnte burde kunne hatt gode muligheter for etablering i deltaet, siden den også finnes lenger opp i vassdraget (Moss & Volden 1980). Muligens kan en generelt større forekomst av egnede habitater for disse plantene i Glomma og Gudbrandsdalslågen i forhold til i Dokka være en forklaring på disse forskjellene.

5.2.3 Verneverdi

Dokkadeltaet har en generelt en meget høy verneverdi som landskapselement, som et av få, intakte, større og velutviklede innlandsdeltaer med et mangfold av typiske deltaformer (jfr. Moss & Volden 1980, Engen 1980).

Vannbotanisk sett har området høy verneverdi først og fremst pga. sine store gruntarealer med stor frodighet og et høyt mangfold av vegetasjonstyper, samt et vidt spektrum av suksesjonsstadier m.h.p. utvikling av bakloner/laguner, som er et viktig og særpreget element i et større og aktivt delta. Ut i fra det vi kjenner til av vannbotanisk litteratur, synes vegetasjonsutformingene i Dokkadeltaet å være representative for større, nordiske innlandsdeltaer.

Deltaet utmerker seg også med en høy artsdiversitet, med flere utpostlokaliteter for sørøstlige arter. Artsdiversiteten er riktignok ikke så høy som i deltaet i Nordre Øyeren, og sistnevnte har også et større innslag av sjeldne og sårbare arter. Imidlertid står trolig artsdiversiteten i Nordre Øyeren i en særstilling i norsk målestokk, og så langt vi kjenner til, peker Dokkadeltaet og deltaet i Nordre Øyeren seg ut som de to mest verneverdige innlandsdeltaene i Norge.

Det synes å være et misforhold mellom de store og fint utviklede formene i deltaet og dagens beskjedne vannføring, slamtransport, og ikke minst flomaktivitet i Dokka. Dette innebærer at Dokka-deltaet på sikt står i fare for mer eller mindre å gro igjen, og at formriksdommen i deltaet gradvis vil bli utarmet. Et vern av deltaet vil derfor innebære at det må gjøres en vurdering av skjøtselstiltak for å opprettholde endel av de mest typiske og artsrikste formelementene i deltaet, som f.eks. unge, åpne laguner.

5.3 Naturlige suksesjoner i vannvegetasjonen

Et delta er et sterkt dynamisk miljø, nye strømløp og banker/levéer dannes, bakloner avsnøres, tilgrunnes og gror igjen. Det er vanskelig å vurdere effekter av menneskelige inngrep i et slikt system uten å forstå hvordan disse naturlige deltaprosessene påvirker vegetasjonsutformingen. I Dokkadeltaet kan det være naturlig å skille mellom (mulige) suksesjoner/vegetasjonsdynamikk på

- (i) den neddykkede deltaplattformen og
- (ii) den indre del av deltaet, med utvikling av bakloner.

5.3.1 Deltaplattformen.

Ved reguleringen i 1916 ble vannstanden hevet, slik at den nå i praksis er ca. 1 m høyere enn opprinnelig gjennom vegetasjonssesongen. Sannsynligvis hadde sumpvegetasjonen tidligere en større utbredelse, slik at den arealmessige dekingen av vannvegetasjon på plattformen høyst sannsynlig nå er større enn i 1916. Imidlertid har vegetasjonen trolig forlenget innstilt seg i en likevekt i forhold til dette, og således er det f.eks. ikke påvist noen tydelige vegetasjonsendringer fra 1979 til 1990 (se kap. 5. 4.1 om tidsendringer).

5.3.2 Indre del av deltaet med bakloner.

De aktive, deltaformende prosessene er konsentrert til disse delene. Vannvegetasjonen forekommer her først og fremst i tilknytning til innersvingsbanker i strømløp og i bakloner, og vegetasjonssuksesjoner er av særlig interesse i forbindelse med utvikling av slike bakloner/laguner.

Generelt ser det ut til at vannvegetasjonen og suksesjoner av denne er meget lite studert i slike bakloner (men jfr. Jensén 1979). Ofte forekommer disse vannforekomstene i tette og komplekse mønstre i deltaet, og kan være rester av gamle flomløp, eller bukter som er blitt mer eller mindre oppdemt og avsnørt av banker/levéer. I Dokkadeltaet kan baklonene deles inn i tre større, mer eller mindre labyrintiske system, oppdelt av mange fingerformete levéer. Ingen av disse systemene er helt avsnørt ved median vannstand. Det midterste av disse systemene (mellom de to hovedstrømløpene) består av én hovedlagune (lok A, trans. A-C) som har en åpen karakter, med gjennomstrømning under flom, og den antas å være en relativt ung lagune. Vegetasjonen her er betydelig avvikende fra de andre (kap. 4.4.2).

De to andre hovedsystemene er mer lukkede, bare med åpning utover i deltaet, og nokså høy voll mot strømløpet. Disse representerer trolig eldre, lite flompåvirkede laguner. Særlig det nordligste systemet (lok D, trans D, E) består av flere små, beskyttede og nesten isolerte vannforekomster.

Langs denne gradienten i alder, som avspeiles både i størrelse og avsnørthet av bakloner, kan en sette opp følgende antatte suksesjonsutvikling (fra unge til gamle stadier) av vegetasjonen, basert på de vegetasjonsutformingene som framkommer i analysematerialet (kap. 4.4.2):

1. Frodig pusleplante-brasmegras-eng
2. Flyteblad-klomose-vegetasjon
3. Nøkkeklomose-stauttjønnaks-vegetasjon
4. Elvesnelle-klomose-vegetasjon

1. Frodig pusleplante-brasmegras-eng. Dette er en utforming helt tilsvarende gruntvannsvegetasjonen på deltaplattformen, og den relativt artsrike vegetasjonen er karakteristisk for innersvingsbanker i strømløp, samt åpne loner med fast, siltig substrat. Dominerende arter er mykt brasmegras, samt pusleplantene sylblad, nålesivaks og evjesoleie, vegetasjonsdekningen er høy (eks.: lok A, trans.A-C; (deler av) lok X, trans W).

2. Flyteblad-klomose-vegetasjon. Vegetasjonen kan være glissen eller tett og dekke store arealer, men med varierende sammensetning. Vanligvis er denne flytebladsvegetasjonen dominert av vanlig tjønnaks, med innslag av soleinøkkerose. I enkelte områder kan også vasslirekne eller flótgras (eks. lok X, trans X) være enerådende. Innslaget av klomoser kan være betydelig, og substratet er bløtt og relativt organisk. Denne vegetasjonen er gjerne knyttet til litt større og dypere loner med meget liten gjennomstrømning.

3. Nøkkeklomose-stauttjønnmose-vegetasjon. Dette er tett og svært kraftig, rein mosevegetasjon, dominert særlig av nøkkeklomose, dernest vrangklomose og stauttjønnmose. De svulmende, opp til 20-50 cm tykke mattene kan være sterkt algebegrodde, noe som antagelig indikerer stagnerende forhold. Substratet er meget løst, sterkt organisk og dyaktig. Denne voluminøse mosevegetasjonen er knyttet til små, grunne og meget beskyttede vannforekomster med meget liten gjennomstrømning (eks. lok D, trans D, E).

4. Elvesnelle-klomosevegetasjon. Vegetasjonen er artsfattig, dominert av elvesnelle med enkelte skudd av flytebladsplanter samt andmat, og med rikelig av klomoser i bunnen. Substratet er dyaktig (eks. lok. X, trans. X; (deler av) lok. D).

Disse fire suksesjonsstadiene indikerer utvikling "fra vogge til grav" for en baklone i Dokkadeltaet. Riktignok kan et av disse stadiene mangle i utviklingen av enkelte loner, avhengig bl.a. av størrelsen/eksponeringen og dybden (større laguner vil ofte mangle stadium 3). I visse tilfeller kan en også tenke seg en reversert suksesjon (f.eks. fra stadium 4 til stadium 2 ved at baklonen demmes opp av en høy sedimentbanke og vannstanden dermed vil stige en periode (jfr. Jensén 1979).

Utviklingen av substratet går parallelt med vegetasjonsutviklingen, og henger nøye sammen med denne. Lonene starter med et fast, mer eller mindre mineralisk og aerobt substrat, og ender opp med et bløtt, sterkt organisk og anaerobt (oksygenfritt) dy. Kortsquddsplantene forsvinner ut når substratet blir for bløtt og organisk, antageligvis dels fordi plantene "drukner" eller ikke finner feste i det bløte mudderet (jfr. bl.a. Rørslett 1985), dels fordi de ikke spirer i anaerobt substrat (J. Roelofs, pers. medd.) eller fordi plantene blir utkonkurrert av tett flytebladsvegetasjon.

Flytebladsplantene ser ut til å tåle betydelig akkumulering av organisk materiale og anaerobe forhold, samtidig som denne vegetasjonen blir begünstiget av liten flompåvirkning og liten eksponering for vind og bølger. Den rene klomose-tjønnmosevegetasjonen er svært følsom overfor mekanisk stress (Jensén 1979), og utvikles bare innerst i små, mer eller mindre isolerte, grunne bakloner, hvor det kan dannes en usedvanlig kraftig og velutviklet vannmosevegetasjon.

Elvesnelle-beltene ble i analys materialet registrert ut til 0.3-0.5 m, men ble enkelte steder (f.eks. lok. X) observert ut til ca. 1 meters dyp i deltaet, og grunne, beskyttede loner vil på sikt gjerne gro helt igjen med elvesnelle-klomosevegetasjon. Denne vegetasjonsutformingen som trolig representerer unge elvesnellebelter, synes å være et vanlig gjengroingsstadium i deltaer eller lignende sedimentasjonsområder (jfr. f.eks. Odland 1992 fra deltaet i Myrkdalsvatnet, Vossovassdraget, og Johansen m. fl. 1991 fra deltaområdet i Seljordsvatnet.). Trolig ble elvesnellebeltene i større eller mindre grad holdt nede tidligere pga. kraftig beitepåvirkning og utslått i deltaet, slik at tilgroings-hastigheten var lav (jfr. bl.a. Brandrud & Mjelde 1992). I dag står imidlertid elvesnellea sterkt i de fleste avkroker av lonene, og grunne, mer eller mindre avsnørte loner vil derfor kunne forsvinne relativt fort som et synlig element i deltalandskapet.

Stabilitet og varighet av loner med et fast, siltig substrat og med en frodig og artsrik kortskuddsvegetasjon synes å være styrt delvis av spyleflommer med fjerning av akkumulert organisk materiale, og dels ved en betydelig sedimentering av mineralisk slam i forbindelse med at flomvannet blir stående i lonene. I enkelte, sterkt slamførende elver kan denne sedimentasjonen være betydelig (jfr. Leira, Brandrud & Mjelde 1992, Laitaure, Jensén 1979).

Suksesjoner i forbindelse med utvikling av laguner/bakloner ble studert i detalj av Jensén (1979) i Laitaure-deltaet i Nord-Sverige. Vannvegetasjonen er i liten grad trukket inn i vurderingene av disse suksesjonene, men vegetasjonsutviklingen i lonene/lagunene her synes å overenstemme svært bra med forholdene i Dokka. Følgende tre hovedtyper av vannvegetasjon er beskrevet i Laitaure:

1. Nålesivaks-sylblad-vegetasjon i åpne, grunne deltaområder/bukter/laguner som blir tørrlagt.
2. Rusttjønnaks-piggknopp-mose-vegetasjon i mer eller mindre lukkede laguner, i noe dypere områder.
3. Nøkkeklomose-stauttjønnmose-vegetasjon i lukkede, små laguner.

Nålesivaks-sylblad-vegetasjonen er en kortskuddsvegetasjon av pusleplanter som både økologisk og artsmessig stemmer bra overens med kortskuddsvegetasjonen i lonene i Dokkadeltaet. Den viktigste forskjellen er at mykt brasmegras mangler i Laitaure, noe som trolig skyldes at arten her er i grenseområdet for sin utbredelse (jfr. Hultén 1971). Generelt synes slike pusleplanteenger å være typiske for finpartikulære, grunne sedimentbanker i et delta. Odland (1991) undersøkte mudder-banker i Myrkdalsdeltaet i Vossovassdraget rett etter senkning, og fant dominans av sylblad, samt innslag av nålesivaks og evjesoleie, m.a.o. en artsammensetning helt lik den i Laitaure. Både i Lågen-deltaet og i Nordre Øyeren-deltaet er det registrert artsrik pusleplante/kortskuddsvegetasjon på mudderbankene (Fremstad 1985, Rørslett 1972, Brandrud & Mjelde 1992) (se kap. 5.2.2).

Rusttjønnaks-piggknopp-vegetasjonen i Laitaure synes å være en parallell til flytebladsvegetasjonen i Dokka. Riktignok mangler de fleste flytebladsplantene fra Dokka, men dette er av utbredelsesmessige årsaker (jfr. Hultén 1971). Blant våre tjønnaks-arter er rusttjønnaks den mest klimatolerante, og det kan se ut til at denne fyller nisjen til vanlig tjønnaks i Laitaure. Piggknopp (*Sparganium* sp.)-vegetasjonen i Laitaure utgjøres trolig av fjellpiggknopp eller flótgras, hvorav den sistnevnte er vanlig i denne type vegetasjon også i Dokkadeltaet.

Nøkkeklomose-stauttjønnmose-vegetasjonen slik den er beskrevet fra Laitaure, stemmer meget godt overens med tilsvarende vegetasjonstype i Dokkadeltaet, og synes å være en karakter-vegetasjon for mer eller mindre avsnørte, små og beskyttede delta-loner/laguner i helt forskjellige klima-regioner i Norden. I Laitaure er mangel på mekanisk stress i form av isskuring/isbevegelse etter innfrysing framsett som en viktig betingelse for utvikling av denne ikke-fastsittende mosevegetasjonen. I Laitaure kan disse mosemattene fylle enkelte laguner helt, med moseskudd opp til 1.5 m lange (Jensén 1979). Vi har i etpar tilfeller observert en liknende, kraftig klomosevegetasjon i små, beskyttede, sterkt stagnerende dammer i flommarsområder (Otra, Gudbrandsdalslågen), men generelt ser det ut til å finnes ytterst sparsomt med vegetasjonsøkologiske data om denne vegetasjonstypen i Norge.

I forbindelse med tilgroing av dammer og laguner på Leiras elveslette/Leiras delta i Nordre Øyeren er det registrert en lignende suksesjonsserie som den som er diskutert ovenfor: (i) artsrik pusleplante-vegetasjon, (ii) tett langskuddsvegetasjon, (iii) tett flytebladsvegetasjon, (iv) mer eller mindre gjengroing av elvesnelle (Brandrud & Mjelde 1992).

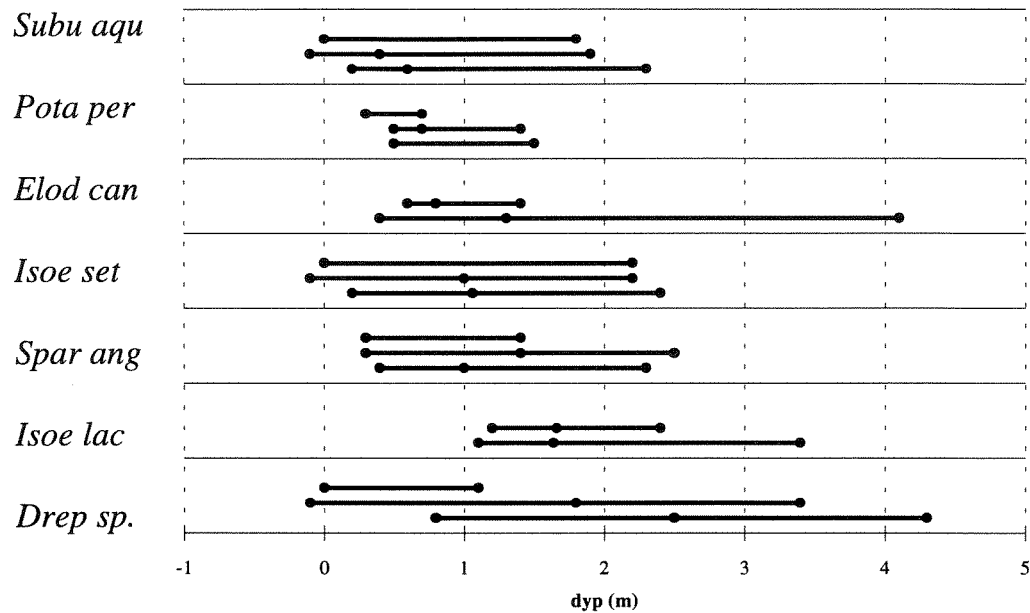
5.4 Tidsutvikling 1979-1988-1990, og eventuelle vegetasjonsendringer etter Dokka-utbyggingen

5.4.1 Vegetasjonsendringer 1979-1990

Det ble foretatt en botanisk inventering av Dokkadeltaet i 1979 (Moss & Volden 1980). En sammenlikning med våre resultater i 1988-90 (jfr. tabell 10, kap. 5.2.1) tyder på at vannvegetasjonen har gjennomgått relativt små endringer i løpet av denne perioden. Det kan imidlertid synes som om andelen langskuddsvegetasjon på deltaplattformen har økt noe. Kolonier av hjertetjønna *angis* som meget små og spredte i 1979, mens disse var tildels ganske store og vanlige i 1988.

En annen langskuddsplante som har økt er vasspest. Dette er imidlertid en nykommer i norsk flora, som har spredd seg kraftig over Østlandet siden 1960-tallet (Rørslett & Berge 1986). Vasspest ble registrert første gang i Randsfjorden ved Røykenvika i 1968 (Lye 1971), og den ble observert første gang i deltaet (ved Land Sag) i 1976 (Rørslett 1977), men ble overhodet ikke registrert av Moss & Volden i 1979. Vasspest forekommer i dag relativt vanlig, men spredt og helt undersjøisk, og kan sjelden observeres fra båt med vannkikkert, og kan derfor være lett å overse. Det er imidlertid rimelig å anta at den observerte økningen er reell, da planten har spredd seg fra Vigga-vassdraget til Randsfjorden i nyere tid (Rørslett & Berge 1986). At planten er kortvokst og lite vital i deltaet, kan tyde på at den her opptrer under marginale vekstbetingelser, muligens pga. tørrleggingen på ettervinteren (se kap. 5.5.2.2).

Undersøkelsen til Moss & Volden (1980) er primært av beskrivende karakter, og det er vanskelig å vurdere eventuelle tidsendringer i vannvegetasjonen i perioden basert på slike relativt grove, kvalitative data. Imidlertid foretok Moss & Volden (1980) en serie med målinger av øvre og nedre dybdegrensene. En sammenlikning av disse dybdegrensene for de viktigste artene i deltaet i 1976-77 og 1988-89 er vist i figur . Dybdegrensene har endret seg svært lite gjennom denne perioden, og de små forskjeller som framkommer, ligger trolig innenfor den usikkerheten som er beheftet med kalibrering av vannstand m.v. Det kan se ut til å være en svak tendens at nedre dybdegrense for disse artene er etablert på et noe dypere nivå i 1988-89 i forhold til i 1976-77, men år-til-år variasjonene (i et stort materiale) fra 1988 til 1989 synes å være vel så store som forskjellene fra 1979 til 1988. De eneste to artene (som ble registrert i 1979) som synes å ha endret seg markert er hjertetjønna og klomose. Den førstnevnte er i tråd med det som framkommer i beskrivelsen hos Moss & Volden (1980) (se ovenfor), mens klomosen trolig bare er oversett.



Figur 23. Dybdegrensener (øvre - tyngdepunkt - nedre) for de viktigste artene i Dokkadeltaet (deltaplattformen) (jfr. tabell 5). Rad 1 (øverst): Dokkadeltaet 1976-77 (Moss&Volden 1981), rad 2: Dokkadeltaet 1988 og rad 3: Dokkadeltaet 1989 (egne undersøkelser). Subu aqu = *Subularia aquatica*, Pota per = *Potamogeton perfoliatus*, Elod can = *Elodea canadensis*, Isoe set = *Isoetes setacea*, Spar ang = *Sparganium angustifolium*, Isoe lac = *Isoetes lacustris* og Drep sp. = *Drepanocladus sp.*

5.4.2 Vegetasjonsendringer 1988-1990

Hovedinntrykket gjennom vår undersøkelsesperiode 1988-1990 er at vannvegetasjonen i deltaet oppviser en bemerkelsesverdig høy grad av stabilitet, og liten år-til-år variasjon tatt i betraktning hvilke svingninger denne deltavegetasjonen er utsatt for, både med hensyn på varierende flomstress, og variasjoner i manøvreringen av Randsfjorden, som har vært relativt betydelig de seinere årene (jfr. kap. 4.2 & 5.6.2). Denne stabiliteten gjelder vegetasjonsdekket som sådan, og det gjelder de vanligste og mest dominerende artene, særlig brasmegras-artene (kap. 4.4.1.4).

Det ble innhentet et fullt data-sett fra de permanente transektene i 1988 og 1989, med noe mindre datainnsamling i 1990. Det er derfor naturlig å se spesielt på de to førstnevnte årene, for å få et inntrykk av år-til-år variasjonen i deltaet. Basert på de hydrologiske dataene (kap. 4.2), var disse to årene noe forskjellige, men like på ett vesentlig punkt: Vårflommen var markert, og dette førte til en rask opptapping (dvs. kort tørreleggingsperiode for vegetasjonen i reguleringssonen), og høy forsommervannstand. Vinternedtappingen var derimot større i 1988 (laveste vannstand var 2 m under medianvannstand), og juli-august-vannstanden var betydelig høyere i 1988 (60-70 cm over medianvannstand). I 1990 var vannstanden meget lav i hele vekstsesongen (ingen vårflom), mens vinternedtappingen var liten, - som i 1989.

Disse hydrologiske forholdene medfører antatt noe gunstigere betingelser for vegetasjonen i 1989 og spesielt i 1990, i forhold til 1988, med følgende mulige effekter:

- dypvannsvegetasjonen favoriseres pga. mindre vinterstress og bedre lysforhold
- gruntvannsvegetasjonen begunstiges av bedre lys- og temperaturforhold

Begge disse forholdene vil kunne føre til en nedvandring av artene i vertikalprofilen, pga. gunstige lysforhold i vekstsesongen. Når det gjelder vinterstress/nedtappingsstress, så synes stivt brasmegras å være den mest følsomme overfor disse faktorene i deltaet (jfr. bl.a. kap 5.5.2.2). I 1988 ble størstedelen av stivt brasmegras-bestandene eksponert en kort stund for frost og tørke, mens bestandene i 1989 (med 0.5 m mindre nedtapping) i liten grad ble eksponert. Det var imidlertid ikke mulig å observere noen effekt av dette vinterstresset på 1988-bildene (versus 1989 bildene), og både dekningsgrad, frekvens og dybdeutbredelse var svært lik i 1988 og i 1989. Trolig tåler plantene en slik kort eksponeringstid.

De gunstige finværs-sommerene i 1989 og 1990 synes å ha gitt seg noen mer markerte utslag i materialet. Først og fremst viste den ettårige arten sylblad en betydelig framgang i materialet fra 1988 til 1989, en framgang som fortsatte i 1990. Arten pleier generelt å gå fram i situasjoner med lav vannstand, og med sin raske generasjonssyklus gir den en hurtig respons til klima-variasjoner. Som regel er sylblad den høyere planten som varierer mest fra år til år i vassdragsundersøkelser (jfr. f.eks. Brandrud m.fl. 1992). Storvassoleie synes også å ha gått fram i 1989 pga. den lave vannstanden, noe som gav seg utslag dels i endret frekvens og dybdesonerings i analyse materialet, men også i et større antall blomstrende overflateskudd som kunne observeres i deltaet. I 1990 var størrelsen på slike blomstrende overflatebestander ytterligere forøket.

Noen klare tendenser til nedvandring av arter i vertikalprofilen pga. gunstigere lysforhold ble ikke registrert hverken i 1989 eller 1990, bortsett fra at økningen i sylblad-bestandene syntes å være konsentrert til noe dypere nivåer. Den nedre grensen for en nøkkelart som mykt brasmegras endret seg derimot minimalt fra 1988 til 1989. Hvis den nåværende manøvreringen fortsetter, må man imidlertid snarlig regne med en slik vertikalforskyvning av de forskjellige vegetasjonselementene. Dette vil skje raskest med de artene som har en rask generasjonstid og stor spredningsevne (f.eks. sylblad og vasspest), seinest med de mer langsomtvoksende og langlevete artene (f.eks. brasmegras-artene).

Vrangklomose viste en annen type endring enn de overnevnte, ved at arten gikk markert tilbake fra gruntområdene i 1989 i forhold til 1988. Det kan være flere årsaker til dette, men alle disse har trolig å gjøre med at de helt løse mosemattene lett transporteres over større avstander. Når gruntområdene tørrelegges i april, kan mosemattene tørke ut, løsne og blåse avgårde, og dette fenomenet ble observert både våren 1988 og 1989. Mer vesentlig er antageligvis at den vedvarende lave vannstanden sommeren 1989 kan ha vasket ut mosemattene fra de grunneste partiene av deltaet. Den lave vannstanden fører generelt til en utvaskning av de grunneste 20-30 cm, og i 1990 var denne bølgeslagssonen mer eller mindre vegetasjonsfri med sandige strandvoller.

5.4.3 Kan de registrerte tidsendringene være forårsaket av Dokka-utbyggingen?

Selvom den foreliggende undersøkelsen inngår i NVEs Etterundersøkelsesprogram, så er undersøkelsen fysisk sett en "før"-undersøkelse. Det meste av materialet er innhentet før Dokka kraftverk ble satt igang (1988-1989), og det er bare foretatt undersøkelser ett år etter reguleringsstart (1990). Ett års etterundersøkelse er generelt for lite som en effekt-studie, og spesielt i et sterkt dynamisk deltasystem, som attpå til er betydelig regulert i utgangspunktet, er dette tidsrommet alt for kort.

Hadde imidlertid resultatene fra 1990 skilt seg mye fra de to foregående, ville selvsagt Dokka-reguleringen vært en mulig forklaringsvariabel. De foreliggende resultatene er derimot mye enklere å tolke: Vegetasjonen har endret seg lite fra 1989 til 1990, og de endringene som vi har kunnet fange opp, synes å være fortsettelsen av en trend fra 1988 til 1989, og skyldes høyst sannsynligvis de gunstige somrene 1989 og 1990. Mulige (framtidige) effekter av Dokka-reguleringen vil bli diskutert nærmere i kap 5.6.

5.5 Hvordan har Randsfjordsreguleringen påvirket vannvegetasjonen i Dokkadeltaet?

5.5.1 Generelt om vannvegetasjon i reguleringsmagasin

Et hovedmål med undersøkelsen har vært å vurdere hvordan vegetasjonen reagerer, eller vil reagere, på endrete miljøforhold som følge av Dokka-reguleringen. Først må man imidlertid danne seg et bilde av hvilke faktorer som har hatt størst betydning for vegetasjonsutbredelsen fram til høsten 1989, da Dokka kraftverk ble satt i drift.

Reguleringen av Randsfjorden utgjør et kraftig stress på vannvegetasjonen (Faafeng m.fl. 1981), og en naturlig hypotese må være at denne reguleringen i stor grad har preget utformingen av vannvegetasjonen i deltaet.

Ut i fra en serie med vannbotaniske undersøkelser av reguleringsmagasin foretatt av NIVA har en kommet fram til at normalt utviklet, bestandsdannende vannvegetasjon stort sett er utradert og forsvunnet i magasiner ved reguleringshøyder >5 m, mens vegetasjonen stort sett er intakt ved reguleringshøyder <1-2 m (jfr. bl.a. Rørslett 1985, 1991, Brandrud 1993). Randsfjorden står i en mellomstilling i dette bildet. Med en reguleringshøyde på 3 m skal vegetasjonen i reguleringssonen pga. erosjon normalt være sterkt redusert eller bortfalt, mens dypvannsenger av stivt brasmegras med følgearter kan være intakt på nivåer dypere enn reguleringssonen.

Undersøkelsene i selve Randsfjorden 1976-77 understøtter dette bildet; vegetasjonen i reguleringssonen var fortsatt mangfoldig, men artene ble registrert som meget spredt/fåtallig (Faafeng m. fl. 1981, jfr. også diskusjon i kap.5.2.1), og trolig betydelig redusert i forhold til naturtilstanden.

Dokkadeltaet skiller seg imidlertid klart ut fra det normale mønsteret i slike regulerte innsjøer, ved å ha en intakt og frodig vannvegetasjon i reguleringssonen. Slike "oaser" med intakt vannvegetasjon i reguleringsmagasin er lite undersøkt, og vi vet lite om grenseverdier/betingelser for opprettholdt biologisk produksjon på slike lokaliteter (Brandrud 1993).

Rørslett (1987, 1989) viste at vegetasjonen i reguleringsmagasin primært er begrenset av:

- (i) iserosjon i forbindelse med vinternedtapping (øvre grense for sluttet vegetasjon), og
- (ii) lysklima (nedre vegetasjonsgrense).

Vi skal i det følgende ta for oss de antatt viktigste stress-faktorene for vannplantene i deltaet.

5.5.2 Effekter av vinternedtapping

5.5.2.1 Iserosjon

Relativt betydelige vannstandsvariasjoner over året kan forekomme i ikke-regulerte innsjøer, men gir seg her utslag først og fremst utslag i en økning av vannstanden i forbindelse med vårfloppen, og deretter en gradvis reduksjon utover sommeren. Vannstandsvariasjonen er som regel liten i den islagte perioden om vinteren. I regulerte innsjøer (magasiner) er vannstands bildet normalt dominert av en kraftig nedtapping på seinvintretiden med påfølgende oppfylling ved hjelp av vårfloppen (Rørslett 1985, 1988). Denne raske nedtappingen med påfølgende oppfylling mens magasinet er islagt kan føre til isskuring og erosjon i hele reguleringssonen.

I Randsfjorden er erosjonssonen (basert på vannstandsvariasjon og istykkelse) beregnet til 2.8 m, omtrent tilsvarende reguleringshøyden (Rørslett 1988). Det er funnet en klar korrelasjon mellom øvre grense for nøkkelarten stivt brasmegras (*Isoetes lacustris*) og den nedre grense for erosjonssonen i Randsfjorden (Faafeng m.fl. 1981). Sannsynligvis har denne lite stress-tolerante arten gått kraftig

tilbake etter reguleringen av Randsfjorden.

Dokkadeltaet har et intakt vegetasjonsdekke i reguleringssonen, og selv en antatt følsom art som stivt brasmegras inngår i den nedre del av reguleringssonen (øvre grense 1.1-1.5 m). Såvidt vi kjenner til, er dette det eneste, dokumenterte eksempelet på intakte bestander av denne nøkkelarten i reguleringssonen i et magasin med vinternedtapping, - selvom bestandene i Dokkadeltaet ikke går så høyt opp som optimalt i en ikke-regulert innsjø (Rørslett 1985, 1987. Rørslett & Brettum 1989). Til sammenlikning er øvre grense for arten 0.5 m i Tyrifjorden, som har ubetydelig vinternedtapping (Rørslett 1987).

Vårt analysemateriale viser få tegn til friske erosjonspor i substrat/vegetasjon på deltaplattformen. Både forekomsten av saktevoksende, følsomme arter som stivt brasmegras i reguleringssonen, samt mangel på erosjonspor, indikerer at det normalt ikke forekommer iserosjon på deltaplattformen. Trolig vil isen legge seg flatt ned på den langgrunne, flate deltaplattformen ved nedtappingen på sein vinteren, og derfor ikke føre til ødeleggelser. Ved besøk i april 1989 i deltaet ble det observert endel isolerte isblokker i den nedtappede sonen, men ingen skader i sediment eller vintergrønn vegetasjon i tilknytning til blokkene. Vegetasjonen på slike store, langgrunne arealer vil trolig også kunne tåle en viss lokal erosjon, fordi finmaterialet ikke vil bli vasket ut og transportert bort, slik tilfellet er på "normale" strender. På denne måten vil vegetasjonen hele tiden raskt kunne re-etablere seg. Også bølgeerosjon blir betydelig redusert i slike langgrunne områder, på grunn av at kanten av deltaplattformen fungerer som bølgebryter.

5.5.2.2 Innfrysning og tørkestress

I og med at plantene i reguleringssonen i Dokkadeltaet normalt ser ut til å unngå isskuring, er det andre stressfaktorer i forbindelse med nedtappingen som vil kunne være kritisk for enkelt-arter, og som vil kunne styre vegetasjonsutviklingen i deltaet. Av spesiell viktighet her er innfrysning ved nedtapping og eksponering på etter vinteren.

Når Randsfjorden er maksimalt nedtappet i mars-april vil vannvegetasjonen i reguleringssonen mer eller mindre regulært bli utsatt for frost. Dette ble bl.a. observert i forbindelse med feltarbeid i deltaet i april 1989. I kombinasjon med frosten vil også de vintergrønne plantene bli utsatt for tørkestress.

Det er kjent at en rekke vannplanter er frostømfintlige (jfr. bl.a. Lohammar 1938, Brandrud & Johansen 1992), og det er derfor påfallende at så mange vannplanter ser ut til å trives og har stabile bestander i deltaet. Vi finner her imidlertid en glideskala fra arter som synes å være helt uaffisert av tørrleggingen og innfrysingen, til arter som er sjeldne eller synes å mangle helt på grunn av denne eksponeringen:

1. Arter som ikke synes å påvirkes negativt av tørrlegging og innfrysing. Eks. nålesivaks (*Eleocharis acicularis*), mykt brasmegras (*Isoetes setacea*), hjertetjønna (*Potamogeton perfoliatus*), flótgras (*Sparganium angustifolium*) og sylblad (*Subularia aquatica*).
2. Arter som synes å påvirkes negativt av tørrlegging og innfrysing. Eks. vasspest (*Elodea canadensis*) stivt brasmegras (*Isoetes lacustris*), tjønngas (*Littorella uniflora*) og vanlig tusenblad (*Myriophyllum alterniflorum*), muligens også gul nøkkerose (*Nuphar lutea*).

Det er særlig vintergrønne arter som ser ut til å være frostsatt. Stivt brasmegras har vintergrønne, langlevete blader og langsom vekst, og synes generelt å være utsatt for såvel mekanisk stress som tørke og innfrysing (jfr. Rørslett & Brettum 1989). I april 1989 var de eksponerte og innfrosne bladrosettene av stivt brasmegras nederst i reguleringssonen i Dokkadeltaet mer eller mindre visne. Arten opptrer i Dokkadeltaet stort sett på dyp større enn 1.5 m, dvs. på nivåer som enten ikke blir tørrlagt, eller bare tørrlegges for en kort periode, og ikke hvert år.

Også de eksponerte, innfrosne og normalt flerårige skuddene av vasspest var mer eller mindre visne i april 1989, og mye tyder på at de eksponerte individene dør ut hver vår, og blir fornyet med spredningsenheter og drivmateriale. Arten er angitt for å være meget frostømfintlig (Johansen 1987). Dette forklarer også hvorfor arten opptrer sparsomt, og med enkeltstående, kortvokste skudd i reguleringssonen. Bare to steder i deltaet ble det registrert tette og frodige bestander av vasspest, og dette var steder der arten ikke blir tørrlagt: delvis ble det funnet store bestander i et bekkeutløp ved Land sag, og delvis i en liten forsøknings midt på plattformen. Den sistnevnte fungerer som en oppdemt dam som "henger igjen" og ikke blir tørrlagt når Randsfjorden tappes ned på seinvinteren. I april 1989 var denne fylt til randen av frodig vasspest som "fører" resten av plattformen med spredningsenheter når fjorden fylles opp igjen.

Vanlig tusenblad (*Myriophyllum alterniflorum*) er en annen langskuddsplante med flerårige skuddsystemer som er påfallende fatallig på deltaplattformen. Eksperimentelle undersøkelser har vist at skudd av vanlig tusenblad ikke tåler frost (Lohammar 1938). Imidlertid var det vanskelig å se om de eksponerte og innfrosne skuddene av denne planten i deltaet var visne og døende, og det ble også funnet enkelte relativt storvokste bestander på plattformen som var stabile over flere år. På den annen side ble det registrert flere små enkelt-forekomster av vanlig tusenblad i analyse materialet fra 1989, men ingen fra 1988, noe som tyder på visse år-til-år svingninger for denne arten. Arten har et dårlig utviklet rotsystem, men muligens overlever den i form av underjordiske stengeldeler. Storvassoleie (*Ranunculus peltatus*) har også flerårige skuddsystemer, og opptrer lokalt svært storvokst og frodig i deltaet. Disse skuddsystemene virket ikke frostskaadet ved lavvann, og det virker som arten overlever i deltaet i vintergrønn tilstand.

Blant langskuddsplantene er det forøvrig generelt de ikke-vintergrønne artene, som overvintre i form av en jordstengel, som greier seg best. Mest påtagelig er hjertetjønna, som danner større, rundaktige og stabile bestander. Denne arten trives også meget godt i deltaet i Nordre Øyeren, hvor den er utsatt for en helt tilsvarende nedtapping og innfrysing på ettervinteren (Rørslett 1972, 1992). Flytebladsplantene overlever også i form av jordstengler, men en kan her merke seg at jordstengler av fløtgras i forsøk har vist seg meget frostømfintlige (Brandrud & Johansen 1992). Likefullt greier denne arten seg meget bra i deltaet, noe som skulle indikere at frosten meget sjelden trenger ned til disse jordstenglene.

De dominerende kortskuddsplantene i reguleringssonen er amfibiske i sin karakter, dvs. de er tilpasset å tåle tørrlegging. Men denne tørrleggingen og innfrysingen takles på forskjellig måte av de forskjellige artene. Sylblad (*Subularia aquatica*) er ettårig, og overlever som frøbank. Evjesoleie (*Ranunculus reptans*) og nålesivaks (*Eleocharis acicularis*) synes å overleve primært som vintergrønne (den sistnevnte også med jordstengler), mens mykt brasmegras (*Isoetes setacea*) kaster alle bladene sine i løpet av vinteren, og overlever tørrleggingen i form av sine knollaktige, forkortede jordstengler. Våren 1989 ble det ikke observert spor av denne svært vanlige arten i reguleringssonen. Utbredelsen og hyppigheten av arten var imidlertid den samme sommeren 1989 som i 1988, slik at jordstenglene tydeligvis var intakte.

Disse små og konkurransesvake kortskuddsplantene som er motstandsdyktige mot innfrysning og uttørking har gode livsbetingelser i deltaet, bl.a. med relativt liten konkurranse fra langskuddsplanter. Trolig er disse artene favorisert av reguleringen med nedtappingen av Randsfjorden. Særlig begunstiget er disse plantene i visse år når oppfyllingen av Randsfjorden skjer sakte, slik at de kan utvikle seg og sette frø i et terrestrisk stadium. Også Nordre Øyeren har svært velutviklet kortskudds-

vegetasjon dominert av pusleplanter, og også her synes denne vegetasjonen å være begunstiget av reguleringen, som er svært lik Randsfjordsreguleringen (Brandrud & Mjelde 1992, Rørslett 1992)

Forskjellen på overlevelse av stivt og mykt brasmegras i reguleringssonen synes å henge nøye sammen med deres forskjellige vekststrategi og årssyklus. Mykt brasmegras har en mer eller mindre utskiftning av bladverket i løpet av vinteren, og opptrer derfor gjerne med mindre, og helt lysegrønne rosetter på sommeren. Stivt brasmegras har en mye langsommere rosettblad-generasjonstid (selvom visse, sporebærende blad kastes hver vinter), og er derfor langt mindre stresstolerant (jfr. Rørslett & Brettum 1989). I reguleringssonen er plantene av stivt brasmegras tvunget til å skifte ut bladrosetten hver vår, og dette er trolig for energikrevende for denne arten i lengden.

Enkelte andre nøkkelarter i kortskuddsvegetasjonen som tjønngras (*Littorella uniflora*) og botnegras (*Lobelia dortmanna*) er også meget sjeldne i reguleringssonen. Tjønngras ble overhodet ikke registrert under feltarbeidet 1988-1990, men ble observert i 1979 (Moss & Volden 1980), og finnes forøvrig i Randsfjorden (Faafeng m.fl. 1981). Det er mulig at disse vintergrønne artene også er begrenset av frosttoleranse på samme måten som stivt brasmegras. Imidlertid er botnegras trolig ikke noen typisk deltaplante, den trives som regel best på mer sandig substrat (jfr. Halvorsen 1977, Arts 1990). De få bestandene som opptrer i deltaet synes å tåle frosten uten en påtagelig nedvisning på våren, selvom plantene er småvokste og ikke blomsterbærende.

Tjønngras har en liknende økologi som botnegras, og er mest knyttet til sandig og lite organisk substrat (Arts 1990), men det er flere forhold som kan tyde på at denne er mer frostfølsom enn botnegraset. I Tyrifjorden som bare tappes ned ca. 0.5 m, er tjønngras en av de vanligste artene sammen med stivt brasmegras og vanlig tusenblad, og vokser her i dybdeintervallet 0.3-3.4 m dyp (Rørslett 1987). Tjønngras er funnet i Randsfjorden forøvrig, men var sjelden (kun 3 observasjoner på undervannsbildene, Faafeng m.fl. 1981), og forekom i dybdeintervallet 2.3-2.6 m dyp. Øvre grense for tjønngras og stivt brasmegras i Randsfjorden var h.h.v. 2.3 og 2.6 m, mot henholdsvis 0.3 og 0.5 m i Tyrifjorden. Tjønngras viser altså akkurat den samme dybdesoneringen som stivt brasmegras i Tyrifjorden og Randsfjorden, med en sterk forskyvning nedover i dybdegradienten ved økende reguleringshøyde. Også i Nordre Øyeren synes tjønngraset å mangle i reguleringssonen (Brandrud m. fl. 1989, Rørslett 1992).

Tilsvarende forhold er også observert på Sørlandet, hvor tjønngraset vanligvis står meget sterkt, men hvor arten sammen med stivt brasmegras mangler i enkelte regulerte innsjøer (jfr. Braarud & Aalen (1938) og Halvorsen (1977) som undersøkte en rekke innsjøer i Aust-Agder). På den annen side vokser denne amfibiske arten svært frodig og tett - sammen med andre kortskuddsplanter - i reguleringssonen i drikkevannsmagasin som blir nedtappet om sommeren (pers. obs.). Det ser altså ut som om den kraftige nedtappingen på seinvinteren, og ikke den totale årlige vannstandamplituden, har avgjørende betydning for forekomst og utbredelse av vegetasjonen i reguleringssonen.

Selvom tjønngras er en erosjons- og frostfølsom art, burde den kunne inngått i dypvannsengene med stivt brasmegras i Dokkadeltaet, slik den gjør det f.eks. i Tyrifjorden. Mangelen på tjønngras i dypvannsengene i Dokka kan være en indikasjon på at denne arten aldri har stått sterkt i Dokkadeltaet. Tjønngras er forøvrig ikke noen spesielt vanlig plante på indre Østlandet (Hultén 1971).

Mosevegetasjonen i deltaet ser ut til å tåle både frost og uttørking. Men vind og uttørking av deltaplattformen ved lavvann kan føre til at endel mosematter løsner og blåser avgårde. Slike forflyttede mosematter ble observert i deltaet både våren 1989 og 1990 (jfr. kap. 5.4.2).

5.5.3 Lysklima

Nedre grense for arter i vannvegetasjonen har ofte sammenheng med lysklimaet (Rørslett 1987b). Rørslett (1987) har bl.a. vist en klar sammenheng mellom siktedyp og dybdegrense for stivt brasmegras. Det er dessuten vist at stivt brasmegras kan eksistere i innsjøer med stort siktedyp selv om erosjonssonen er betydelig (Faafeng m.fl. 1981). Ifølge våre måleserier (fig. 3, kap. 4.1.2) er lysvekningskoeffisienten betydelig høyere i deltaet enn i Randsfjorden forøvrig, og dette kan forklare at artene ikke går så dypt i deltaet som ellers i Randsfjorden.

Sammenholder man dybdegrensene for (bestandsdannende) dypvannsvegetasjon i deltaet med den målte lyssvekningskoeffisienten, viser det seg at vegetasjonen stopper ved omtrent samme lysnivåer i deltaet som ellers i Randsfjorden, Tyrifjorden eller andre undersøkte innsjøer, ved omtrent 5 % av innkommende lys (tab. 11). Stivt brasmegras er riktignok registrert ned til 3.4 m i deltaet, noe som tilsvarer en lysintensitet på ca. 2.5 %, men dette representerte en enkeltstående, lite vital forekomst. Enkelt-eksemplarer av vasspest ble registrert ned til 4.1 m, dvs. en lysintensitet på bare 1.2 % av innfallende lys.

Kortskuddsplanten tjønngras er en av de artene som kan inngå i dypvannsenger av stivt brasmegras. Sand Jensen (1978) viste at tjønngraset hadde en dårligere tilpasning til lav lysintensitet enn stivt brasmegras, og tjønngraset kommer også ut med større lyskrav enn andre dypvannsarter i tabell 11. Mangelen på tjønngras i dypvannsensene i Dokkadeltaet kunne dermed tenkes å forklares ved at lysklimaet her er for dårlig for arten.

Endel feltobservasjoner indikerer imidlertid at denne arten følger stivt brasmegras relativt dypt ned i vertikalgradienten, selvom den sistnevnte arten danner dybdegrensen for kortskuddsvegetasjonen. F.eks. i oligotrofe klartvannssjøer på Sørlandet, hvor tjønngraset spiller en viktig rolle, inngår arten som regel i brasmegras-engene ned til 3-4 m dyp (Brandrud & Mjelde 1993).

I Randsfjorden og Tyrifjorden er arten registrert ned til h.h.v. 2.6 og 3.4 m, dvs. betydelig dypere enn den kritiske nedre grensen av reguleringssonen i Dokkadeltaet.

Tabell 11. Relativ lysintensitet ved nedre dybdegrense for noen utvalgte arter i Dokkadeltaet, sammenholdt med data fra Randsfjorden (Faafeng m.fl. 1981), Tyrifjorden og Steinsfjorden (Rørslett 198x), samt diverse, andre litteraturdata (referert i Rørslett 1983). Lysdataene refererer til artenes hovedutbredelse.

Art	Dokkadeltaet	Randsfj.	Tyrifj.	Steinsfj.	andre
<i>Nitella opaca</i>			2.5	7.6	<2
<i>Elodea canadensis</i>	5	2	4.3	3.5	3-4
<i>Isoetes lacustris</i>	5	7	7.4	18.5	2-9
<i>Myriophyllum alterniflorum</i>	(8)		5.4	12.6	9?
<i>Littorella uniflora</i>			20.9	54.0	7-30

5.6 Hvordan vil vannvegetasjonen endres etter Dokka-reguleringen?

Reguleringen av Dokka kan prinsipielt tenkes å ha to typer av innvirkninger på vannvegetasjonen i deltaet:

1. Vannføringen og dermed også slamtransporten i Dokka blir redusert.
2. Vannstandsregimet i Randsfjorden blir endret, ved at:
 - a) oppfyllingen av Randsfjorden blir forsinket eller redusert
 - b) nedtappingen på seinvinteren blir redusert

5.6.1 Effekter av redusert vannføring og slamtilførsel

Reguleringen av Dokka fører til nær en halvering av vannføringen i Etna/Dokka ut i deltaet. Reduksjonen i slamføring blir riktignok noe mindre, da den uregulerte Etna står for 75% av slamtransporten (Engen 1980). Den overveiende delen av materialtransporten i vassdraget foregår i tilknytning til flomsituasjoner (Elster 1988). Av størst vesentlighet for utviklingen av deltaet er derfor vannføring og materialtransport under flom, noe som også vil bli redusert etter regulering. Vi ser f.eks. av vannstandsdata i fig. 5 at vårflommen både i 1990 og 1991 var sterkt redusert, noe som antageligvis først og fremst skyldes naturlige årsaker (lite snø), men også magasinering av flomvannet i Dokkfløymagasinet.

Den neddykkede deltaplattformen vil trolig i forholdsvis liten grad bli påvirket av redusert vannføring og materialtransport, siden erosjon og sedimentasjon først og fremst skjer i tilknytning til strømløp/-flomløp og banker/levéer i den indre del av deltaet.

Flomdempingen i Dokka vil trolig redusere vanngjennomstrømmingen i det sørlige strømløpet som er lite aktivt ved normal vannføring. Dette vil dermed forsterke utviklingen av et organisk substrat og flytebladsvegetasjon i den sørlige delen av plattformen. Videre er disse flytebladsplantene noe næringskrevende, og vinter/vårnedtappingen med utlufting av det organiske sedimentet kan trolig føre til økt omsetning og bedre vekstvilkår for disse artene.

I den indre del av deltaet vil strandvegetasjonen kunne rykke noe fram langs kanten av strømløp pga. mindre strøm, og stabilisering av substrat. For vannvegetasjonen vil imidlertid utviklingen av baklonene være av langt større viktighet.

Fra kapitlet om naturlige suksesjoner (kap. 5.3) framgår at deltaet er preget av endel "gamle former", dvs. systemer av bakloner som er mer eller mindre avlukket, og med en langt framskredet suksesjon av vann- og sumpvegetasjon. En reduksjon av flomvannføring kan føre til at denne utviklingen blir ytterligere forsterket, slik at deltaet blir mer inaktivt og mindre dynamisk. Trolig står dagens elveprosesser ikke i forhold til det store og formrike deltaet som er bygd opp ved Dokkas munning. Dette medfører at bakloner/laguner vil gro igjen raskere enn det vil bli skapt nye.

"Unge" stadier av bakloner og bukter er avhengig av en viss flompåvirkning og gjennomstrømning for å kunne opprettholde sin frodige og artsrike vegetasjon over en lengre periode. Flomvannføringen har idag størst innvirkning på det midtre laguneområdet som er dominert av kortskuddsvegetasjon og er i en tidlig suksesjonsfase. De to øvrige laguneområdene er dominert av moser og flytebladsvegetasjon. Redusert flomaktivitet vil etter alt å dømme føre til en raskere overgang fra kortskuddsvegetasjon til mose- og flytebladsvegetasjon i denne midtre lagunen, slik at kortskuddsvegetasjon i den indre (og aktive) del av deltaet etterhvert omtrent bare vil finnes på langgrunne innersvingsbanker i strømløpene.

Laguner med relativt åpen kontakt og lav terskel mot strømløp er karakterisert av artsrik kortskuddsvegetasjon, og et fast, siltig substrat med lite organisk påleiring (jfr. kap. 5.3.2). Denne situasjonen

oppretholdes trolig dels ved utspyling av akkumulert organisk materiale under flom, dels av høy grad av inorganisk sedimentasjon (Brandrud & Mjelde 1992, jfr. også kap. 5.3.2). I begge tilfeller vil en redusert flomaktivitet påvirke i negativ retning m.h.p. opprettholdelse av kortskuddsvegetasjonen.

Reduserte flommer vil også kunne føre til at en større del av sedimenteringen vil skje i kantene av strømløpene, og flomløp vil i mindre grad bli holdt åpne. Dette vil trolig kunne føre til større grad av terskeldannelse mot kanalene som forbinder bakklonene med strømløpene, slik at lonene etterhvert blir oppdemt og får en høyere vannstand som ikke fluktuerer med Randsfjorden. Resultatet av dette kan være reverserte suksesser med tilbakerykking av sumpvegetasjon, og framrykking av vannvegetasjon, særlig av flytebladsvegetasjon (jfr. situasjonen i Laitaure-deltaet, Jensén 1979).

5.6.2 Effekter av eventuelt endret vannstandsregime i Randsfjorden

Etter at Dokka kraftverk ble satt i drift i 1989 har Randsfjorden hatt en betydelig endret hydrologi (kap.4.2). Både i 1990 og 1991 (samt seinsommeren 1989) var sommervannstanden i Randsfjorden usedvanlig lav, og nedtappingen på etterm vinteren var også mindre enn normalt (fig. 5).

Denne endrete hydrologien er vanskelig å tolke, fordi tidspunktet for Dokka-reguleringen faller sammen med en unormal klimasituasjon for Østlandsområdet. Det er derfor uklart om disse endringene i vannstand alene kan skyldes de unormalt milde vintrene vi har hatt siden 1989, med lite snø i nedbørfeltet, og liten vårflom, - eller om manøvreringen av Randsfjorden har vært avvikende, eller om også Dokkareguleringen påvirker dette, med tilbakeholdelse av vann i magasiner på vår/sommer, og tilførsel av vann til Randsfjorden på vinteren pga. kjøring av Dokka kraftverk.

Dokka utgjør ca. 20 % av tilsiget til Randsfjorden, og ifølge de simuleringer som ble utført i forbindelse med konsesjonsbehandlingen vil Dokka-reguleringen bare kunne forsinke oppfyllingen av Randsfjorden med inntil en uke om våren (H. Korsvold, pers. medd., jfr. også OFE 1980). I ekstreme sesonger med lite tilsig, vil tilbakeholdelsen i Dokkfløy og andre magasiner imidlertid utgjøre en større prosentandel enn i et "normalår", og denne magasineringen vil derved også ha større konsekvenser for biologiske forhold i deltaet.

Den siste, milde femårsperioden, samt diverse klimateorier tyder på at milde vintre med lite snø kan bli et vanlig fenomen over Østlandet i årene som kommer. Det er derfor grunn til å anta at de siste års endringer i vannstanden i Randsfjorden mer vil bli regelen enn unntaket for framtiden.

Våre vegetasjonsundersøkelser inkluderer data fra to år før - og étt år etter kjørestart på Dokka kraftverk. Som etterundersøkelse betraktet, er dette en for kort periode til å kunne fange opp tidsendringer pga. et inngrep, fordi vannvegetasjonen normalt oppviser visse år-til-år svingninger. Vegetasjonsdataene fra 1990 viste da heller ikke noen endringer av betydning fra situasjonen før regulering. Det ble imidlertid observert at den lave vannstanden sommeren 1990, som holdt seg nokså stabilt 30-50 cm under median sommervannstand, førte til erosjon, og lokalt dannelse av en strandvoll med bortfall av kortskuddsvegetasjon i dette nivået.

Hvis vannstandsmønsteret fra de siste 4 årene blir normalen, vil dette på sikt kunne føre til betydelige vegetasjonsendringer i deltaet, endringer som dels referer seg til den reduserte sommervannstanden, og dels til den reduserte vinternedtappingen.

5.6.2.1 Forsinket eller redusert oppfylling av Randsfjorden

En lav vår/sommervannstand vil kunne ha følgende effekter på vegetasjonen:

1. Det vil skje en **tilgroing** med sumpvegetasjon, dels som en raskere tilgroing av mer eller mindre avstengte bakloner, og dels en etablering av sumpvegetasjon på deltaplattformen.
2. Det vil skje en **erosjon** i strandsonen på nye, lavere nivåer, slik at gruntvannsvegetasjonen vil bli utsatt for økt stress ned til ca. 50 cm under normal sommervannstand.
3. På tørrlagte nivåer (uten erosjon) vil det kunne skje en **vitalisering** av den amfibiske kortskuddsvegetasjonen.
4. Det vil skje en **nedvandring** av arter i den nedre delen av dybdesoneringen pga. bedre lysklima i vekstsesongen.

Tilgroing med sumpvegetasjon. Hvis vannstanden gjennom vekstsesongen blir redusert med f.eks. 30-40 cm, slik situasjonen har vært i 1990 og 1991, må man regne med at både elvesnelle- og kvasstarr-beltene vil rykke tilsvarende utover i vertikalgradienten, og både i lonene og på deltaplattformen vil dette innebære en tilgroing av anseelige arealer. Både elvesnelle og kvasstarr er idag etablert på en "øy" midt på plattformen, og flere slike "øyer" vil kunne etableres. I den indre delen av deltaet vil en slik tilgroing føre til at levetiden til de grunneste og mest avstengte lonene vil kunne bli sterkt forkortet. Generelt er erfaringen at en senkning av mer eller mindre næringsrike vannforekomster fører til en økning i tilgroingshastigheter, iallefall på kort sikt, trolig bl.a. fordi man aktiverer en næringskapital i sedimentet (jfr. bl.a. Hvoslef 1988).

Erfaringer fra andre studier, bl.a. fra Glomma (Hessen m.fl. 1992), tilsier at elvesnelle er svært sein til å tilpasse seg endrete vannstandsforhold, og det er trolig at elvesnellebeltene i Dokkadeltaet flere steder "henger etter" og enda ikke har tilpasset seg vannstand (og mangel på beitetrykk) anno 1988, dvs. før regulering og milde vintre. Forøvrig vil strandvegetasjonen bli behandlet i en egen rapport fra NINA (Bendiksen m.fl., in prep., jfr. også Bendiksen & Brandrud 1990).

En tilgroing av sumpvegetasjon vil føre til en tilsvarende tilbakerykking/nedvandring av gruntvannsvegetasjonen, dvs. kortskuddsvegetasjon.

Erosjon i strandsonen. Endret vannstand i Randsfjorden vil føre til strandsoner med erosjon i "nye" nivåer. Eksempler på dette ble observert sommeren 1990, da vannstanden i lengre tid var stabil på et lavt nivå: Finmaterialet ble vasket ut, og det dannet seg en mer eller mindre vegetasjonsløs strandvoll av sandig substrat omtrent 30-40 cm under den normale strandsonen.

Pga. den bølgedempende effekten av deltaplattformen, er bølgeerosjonen generelt ikke særlig kraftig, og bølgeslagssonen dermed heller ikke særlig omfattende. Observasjoner ved nedtapping om våren tilsier dessuten at iserosjonen er ubetydelig. Erosjonsområdet i strandsonen kan imidlertid bli noe større enn normalt i et slikt langgrunt område, pga. en døgnvariasjon i vannstanden i Randsfjorden i størrelsesorden 10 cm (opp til 25 cm, jfr. kap. 4.2 fig. 6). Kortidsvariasjon i vannstand samt bølgeslag gir en anslått erosjonssone på omtrent 0.5 m under medianvannstand (jfr. kap. 4.2).

På kort sikt vil en lavere sommervannstand føre til en tilbakegang av pusleplantevegetasjonen på grunt vann, dvs. i den nye erosjonssonen, samt en økt resuspensjon og utvasking av finsedimenter fra det aktuelle strandnivået. På lengre sikt vil situasjonen trolig stabilisere seg, bl.a. med en forskyvning/nedvandring av pusleplanteengene. I lagunene kan et økt stress i en utvidet erosjonssone kanskje virke i retning av en langsommere tilgroing og gjenvokst.

Økt vitalisering av amfibisk kortskuddsvegetasjon. De elementene av gruntvannsvegetasjon som unngår erosjon, vil kunne få en økt vekst og frodighet pga. en lengre tørreleggingsperiode i vekstsesongen. Lav sommervannstand synes generelt å virke stimulerende på den amfibiske kortskuddsvegetasjonen (sylblad, evjesoleie og nålesivaks), bl.a. med en god omsetning og utlufting av substratet. Alle pusleplantene som inngår i denne vegetasjonstypen synes å begunstiges av et terrestrisk stadium, hvor de er bedre istand til å utvikle blomster og sette frø. Dette er imidlertid en rein korttidseffekt, da slike tørrlagte sedimentbanker etterhvert vil gro til med storvokst sumpvegetasjon som utkonkurrerer pusleplantene.

Nedvandring av dypvannsarter. En senkning av sommervannstanden vil trolig føre til en tilsvarende senkning av dybdegrensene for dypvannsvegetasjonen som er dominert av stivt brasmegras, gitt at lyssvekningkoeffisienten er den samme som før reguleringen. Lysmålingene fra 1988 indikerer at lyssvekningen er endel større i deltaet enn i Randsfjorden forøvrig. Dessuten har lysforholdene de seinere årene har vært noe preget av økt partikkeltransport i forbindelse med anleggsarbeidet og erosjon i det nyetablerte Dokkfløymagasinet (jfr. Rognerud m. fl. 1989). Men etterhvert som situasjonen i reguleringsmagasinene og deltaet stabiliserer seg, er det ingen grunn til å anta at lysklimaet vil forbli dårligere enn før Dokka-reguleringen. Dermed kan en forvente en nedvandring av brasmegras-enger såvel i deltaet som i Randsfjorden forøvrig. En slik nedvandring var, ifølge våre data, ennå ikke mulig å spore i 1990, og trolig vil slike endringer være relativt langsomme, særlig fordi lysklimaet temporært har vært dårlig i deltaet. Enkelte arter ble registrert med en lavere dybdegrense i 1989 enn 1988, men dette reflekterer situasjonen før regulering og lav sommervannstand, og kan trolig forklares ved metodiske avvik eller tilfeldig år-til-år variasjon.

5.6.2.2 Redusert nedtapping av Randsfjorden på seinvinteren

Ved redusert nedtapping på seinvinteren vil det kunne skje en **oppvandring/nyetablering** av frostømfintlige arter i den nedre delen av reguleringssonen. Vannstanden i Randsfjorden på ettervinteren har i gjennomsnitt vært noe høyere i perioden etter Dokka-reguleringen enn perioden før, noe som ifølge regulanten (H. Korsvold, pers. medd.) neppe kan ha sammenheng med kjøringen av Dokka kraftverk. Uansett årsak, hvis denne tendensen holder seg, vil faren for tørke- og innfrysingsstress i den nedre delen av reguleringssonen minke, med påfølgende oppvandring av lite stress-tolerante dypvannsarter.

Spesielt vil en kunne forvente en økt vertikalutbredelse av nøkkelarten stivt brasmegras, som idag lider av visningsskader i den nederste delen av reguleringssonen. En vil også kunne forvente en større frekvens av flerårige dypvannsbestander av vasspest i nedre del av reguleringssonen, men slike bestander er sjeldne nedenfor reguleringssonen, og økningen av denne arten vil derfor neppe bli dramatisk. Andre, antatt frostfølsomme arter som vanlig tusenblad forekommer i dag i deltaet nesten bare på dybdenivåer som fortsatt vil bli blottlagt ($d = 0.9-1.4$ m), og endret nedtappingsmønster vil derfor neppe påvirke disse.

6. LITTERATUR

- Arts, G.H.P. 1990a. Deterioration of atlantic soft-water systems and their flora, a historical account. 197 pp., Meppel. (Thesis).
- Bendiksen, E. & Brandrud, T.E. 1990. Vann- og strandvegetasjonen i Dokka-deltaet. Konsekvensanalyse av vannkraftutbygging. (i:) Kroken, A. & Faugli, P.E. etterundersøkelser i Dokka. NVE/Vassdragsdirektoratet publ. nr. V 43: 74-88.
- Berdal A/S 1986. Foreningen til Randsfjords regulering. Søknad om ny reguleringskonsesjon for Randsfjord.
- Brandrud, T.E. 1992. En undersøkelse av vannvegetasjonen i Dokka-deltaet. (i:) Eikenæs, O & Faugli, P.E. (red.). Etterundersøkelsesprogrammet - statusrapport 1991. NVE publ. nr. 6-1992: 51-53.
- Brandrud, T.E. 1993. Konsekvenser av inngrep - vannvegetasjon. (i:) Inngrep i vassdrag. Konsekvenser og tiltak. NVE publ. 1993 (under trykking).
- Brandrud, T.E., Mjelde, M. & Rørslett, B. 1989. Vegetasjonsundersøkelser i Nitelva, Akershus, 1988. NIVA-rapp. 2300.
- Brandrud, T.E. & Berge, D. 1991. Tilgroing med krypsiv i Begna oppstrøms Hensfossen. Vurdering av omfang, årsaker og mulige tiltak. NIVA-notat 8.5.1991.
- Brandrud, T.E. & Johansen, S.W. 1992. Fløtgras og krypsiv i terskelbasseng i Otra: Pilotforsøk med testing av frosttoleranse. NIVA-rapp. 2773.
- Brandrud, T.E. & Mjelde, M. 1992. Undersøkelse av makrovegetasjonen i nedre del av Leira og i kroksjøer og dammer på Leiras elveslette. Vannbruksplanutvalget for Romerike, rapp. nr. 12.
- Brandrud, T.E., Mjelde, M. & Lindstrøm, E.A. 1992. Tilgroing med vannvegetasjon i terskelbasseng i Eksingedalselva, Hallingdalselva og Skjoma. Omfang, årsaker og tiltak. NIVA-rapp. 2826.
- Brandrud, T.E. & Mjelde, M. 1993. Tålegrenser for overflatevann. Makrovegetasjon. Naturens Tålegrenser rapp. 29.
- Braanas, T. 1971. Hydrobiologiske undersøkelser i Tufsingå-deltaet. Sommeren 1971. NIVA-rapp. O-70/66.
- Braarud, T. & Aalen, O.J. 1938. Undersøkelser over makrovegetasjonen i endel Aust-Agder-vatn. Nytt Mag. Naturvidensk. 79: 1-48.
- Corley, M.F.V., Crundwell, A.C., Düll, Hill, M.O. & Smith, A.J.E. 1981: Mosses of Europe and the Azores; an annotated list of species, with synonyms from the resent literature. J.Bryol. 11: 609-689.
- Dahlskog, S. 1966. Sedimentation and vegetation in a Lapland mountain delta. Geogr. Ann. 48A: 86-101.
- Dahlskog, S. 1970. Kvantitative successionsstudier på Kvikkjokks delta. Licentiat-avhandl. Univ. Uppsala.
- Elster, M. 1988. Etna-Dokkas delta i Randsfjorden. Sedimenttilførsel og sedimentasjon. VHB-notat nr. 17/88 NVE/Vassdragsdirektoratet.
- Elster, M. & Fagerlund, K. 1990. Sedimenttilførselen til Dokkas delta i Randsfjorden. (i:) Kroken, A. & Faugli, P.E. (red.) Etterundersøkelser i Dokka. NVE/vassdragsdirektoratet publ. nr. V 43: 89-120.
- Engen, I.K. 1980. Fluvialgeomorfologisk inventering i de nedre delene av Etna og Dokka. - Kontaktutvalget Vassdragsregul. Univ. Oslo Rapp. 80/02, del II (s. 59-101).
- Engen, I.K. 1981. Sedimenttransport og formutvikling - Etna-Dokkavassdragets nedre deler. Hovedfagsoppg. naturgeogr. Univ. Oslo (upubl.).
- Erlandsen, A., Mjelde, M. & Tærud, J.K. 1984. Rutineovervåking i Nitelva, Leira, Vorma og Glomma i Akershus, samt en undersøkelse av makrovegetasjonen i Nitelva og Svellet. NIVA-rapp. O-800204-IV. SFT-rapp. 1644/84.
- Faafeng, B., Brettum, P., Gulbrandsen, T., Løvik, J.E., Rørslett, B. & Sahlquist, E.Ø. 1981. Randsfjorden. Vurdering av innsjøens status 1978-80 og betydningen av planlagte reguleringer i Etna og Dokka. Hovedrapport. NIVA rapp. O-78014
- Fremstad, E. 1985. Flerbruksplan for vassdrag i Gudbrandsdalen. Botaniske undersøkelser 1. Inventering av flommarkene langs Lågen. Økoforsk rapp. 1985:3.

- Halvorsen, G., Sloreid, S.G. & Walseng, B. 1990. Ferskvannsbiologiske undersøkelser i Dokkadeltaet, Randsfjorden. (i:) Kroken, A. & Faugli, P.E. (red.). Etterundersøkelser i Dokka. NVE/Vassdragsdirektoratet publ. nr. V 43: 50-65.
- Halvorsen, K. 1977. Makrofyttvegetasjonen i endel vann på Agder. SNSF- rapp. TN 36/77.
- Hessen, D., Brandrud, T.E., Bækken, T., Kjellberg, G., Lindstrøm, E.A., Mjelde, M. & Rørslett, B. 1992. Etterundersøkelser ved Osa kraftverk, Strandfossen kraftverk og Braskereidfoss kraftverk, Hedmark. NIVA-rapp. 2703.
- Holtedahl, O. 1960 (ed.). Geology of Norway. Norges Geol. Unders. 208: 1-540.
- Hultén, E. 1971. Atlas över växternas utbredning i Norden. 2. uppl. Stockholm.
- Hvoslef, S. 1988. Skjøtsel av gjengroingsområder i næringsrike innsjøer. Økoforsk utredning 1988:2.
- Hvoslef, S. & Rørslett, B. 1986. Makrovegetasjon i norske innsjøer. I. Avgrensning av vannvegetasjon og regional forekomst. K. norske Vidensk. Selsk. Mus. Rapp. Bot. Ser. 1986(2): 60-75.
- Jensén, E.W. 1979. Successions in relationship to lagoon development in the Laitaure delta, North Sweden. Acta Phytogeogr. Suecica 66: 1-120.
- Johansen, S.W. 1987. Elodea canadensis i Steinsfjorden. En undersøkelse av plantens vekst og livssyklus i relasjon til de fysiske og kjemiske forhold i littoralsonen. Cand. Scient. oppg., Univ. Oslo (upubl.).
- Johansen, S.W., Brandrud, T.E., Mjelde, M. & Tjomsland, T. 1991. Ny E-76 i Seljord. Konsekvensvurdering av ny vegtrase rundt Seljord sentrum vedrørende strømforhold, vannkvalitet og tilgroing. NIVA-rapp. 2632.
- Kirk, J.T.O. 1983. Light and photosynthesis in aquatic systems. Cambridge.
- Kjellberg m. fl. 1985. Tiltaksorientert overvåking i Gudbrandsdalslågen og otta i perioden 1985-87. Delrapport. Basert på biologiske undersøkelser. NIVA-rapp. 2214 (O-8000218).
- Kroken, A. & Faugli, P.E. (red.) 1990. Etterundersøkelser i Dokka. NVE/Vassdragsdirektoratet publ. nr. V 43.
- Lid, J. 1987: Norsk, svensk og finsk flora. Det norske samlaget.
- Lingsten, L. 1981. Dokka/Etna-vassdraget. Undersøkelser i forbindelse med plan om kraftverksutbygging. Vannkvalitet. Virkninger av reguleringsinngrep. Forslag til minstevannføringer. NIVA rapp. 1270 (O-77102).
- Lohammar 1938. Wasserchemie und höherer vegetation schwedisher Seen. Symb. Bot. Ups. 3.1-252.
- Lye, K.A. 1971. Spreiinga av Elodea canadensis i Noreg. Blyttia 29: 19-24.
- Mjelde, M. 1987. Vannvegetasjon i norske elver. Bruk av vannvegetasjon til bedømmelse av vannkvalitet i elver. Datarapport. NIVA-rapp. F.519 (E-87677).
- Moss, O. & Volden, T. 1980. Botaniske undersøkelser i Etnas og Dokkas nedbørfelt med vegetasjonskart over magasinområdene Dokkfløy og Rotvoll/Røssjøen. Kontaktutv. Vassdragsreg. Univ. Oslo Rapp. 12.
- Odland, A. 1992. Endringer i flora og vegetasjon på Bygdeltaet etter senkningen av Myrkdalsvatnet i Vossovassdraget - utviklingen fra 1987 til 1991. NINA Oppdragsmelding 113: 1-36.
- OFE 1980. Kraftutbyggingsplaner for Etna- og Dokkavassdragene. Konesjonssøknad med sammendrag av utbyggingsplaner og forundersøkelser. Oppland Fylkes Elektrisitetsverk.
- Rognerud, S., Brettum, P. & Romstad, R. 1989. Undersøkelser av Randsfjorden og Dokka 1988-92. Årsrapport for undersøkelsen i 1988. NIVA-rapp. 2256.
- Rognerud, S. & Romstad, R. 1990. Undersøkelser av Randsfjorden og Dokka 1988-92. Årsrapport for 1989. NIVA-rapp. 2403.
- Rørslett, B. 1972. Resipientforholdene i Romeriksvassdragene Nitelva, Leira og Rømua. II. Botaniske undersøkelser. NIVA rapp. O-55/68.
- Rørslett, B. 1977. Vasspest (Elodea canadensis) på Østlandet fram til 1976. Blyttia 35: 61-66.
- Rørslett, B., Green, N.W. & Kvalvågnes, K. 1978. Stereophotography as a tool in aquatic biology. Aquat. Bot. 4: 73-81.
- Rørslett, B. 1985. Regulation impact on submerged macrophyte communities in some Norwegian lakes. Fil.dr. avhandling, Univ. Lund (også som NIVA-rapp. OF-8162004).
- Rørslett, B. 1987. Niche statistics of submerged macrophytes in Tyrifjord, a large oligotrophic Norwegian lake. Arch. Hydrobiol. 111: 283-308.
- Rørslett, B. 1988. An integrated approach to hydropower impact assesment. I. Environmental

- features of some Norwegian hydro-electric lakes. *Hydrobiologia* 164: 39-66.
- Rørslett, B. 1991. Principal determinants of aquatic macrophyte richness in northern European lakes. *Aquat. Bot.* 39: 173-193.
- Rørslett, B. 1992. Øyeren i Akershus: Naturfaglig statusrapport 1992. Programforslag for nye undersøkelser i samband med hjemfall av reguleringskonsesjon. NIVA-rapp. O-92180.
- Rørslett, B. & Berge, D. 1986. Vasspest (*Elodea canadensis*) i 1980-åra. *Blyttia* 444: 119-125.
- Rørslett, B. & Brettum P. 1990. The genus *Isoetes* in Scandinavia: An ecological review and perspectives. *Aquat. Bot.* 35: 223-261.
- Saltveit, S.J. 1990. Konsesjonsbetingete fiskeribiologiske undersøkelser i Dokka. (i:) Kroken, A. & Faugli, P.E. (red.). Etterundersøkelser i Dokka. NVE/Vassdragsdirektoratet publ. nr. V 43: 128-138.
- Sand-Jensen, K. 1978. Metabolic adaption and vertical zonation of *Littorella uniflora* (L.) Aschers. and *Isoetes lacustris* L. *Aquat. Bot.* 4: 1-10.
- Strahler, A.N. 1975. *Physical geography*. 4. ed. New York.

VEDLEGG

Vedlegg I: Samletabeller/rådatatabeller

Tabell I. Lokaltetsoversikt. Undersøkte lokaliteter med transektanalyser.

NB: Hver lokalitet er analysert med étt transekt, bortsett fra lok. A med trans. A-C; lok. D med trans. D,E; lok. X med trans. X,W. Trans. T går tvers over fjorden, og inkluderer lokalitetene (med del-transektene) T₄, T₇₋₉ (jfr. lokalitetsbeskrivelser, vedl.). Reg.=lokaliteter m/ vegetasjonsregistreringer (semikvantitativ skala).

Foto=transektanalyser v.h.a. undervannsfotografering, Biom=transektanalyser m/ biomasseprøver (tørrvekt),

Rute=ordinære ruteanalyser i biomasse transektene (gruntvannsvegetasjonen, samme deler av transektene som siste kolonne), Høst=høstingsforsøk. Trans=transekter med ordinære ruteanalyser av gruntvannsvegetasjonen (utfyllende til undervannsfotograferingen).

Tidspunkt for feltarbeid:

88a = 15-18. august 1988

88b = 5-10.september 1988

89a = 18-21.juli 1989

89b = 5-7.september 1989

90a = 15. og 22.august 1990

Område	transekt	feltarbeid					
		Reg.	Foto	Biom	Rute	Høst	Trans
Laguner/bakloner	A	88a					88a
	B	88a				88a	88a
	C	88a	88b,89b,90a	89a	89a		88a
	D	88a		89a	89a		88a
	E	88a	88b				88a
	X	88a	88b	89a	89a		88a
	W	89b	89b				
Strømløp	K	88a	88b,89b				88a
	L	88a	88b,89b				88a
	M	88a	88b,89b	89a*	89a	88a	88a
	N	88a	88b,89b				88a
Delta-plattformen	O	88a	88b,89b,90a	89a	89a		88a
	P	88a	88b,89b			88a	88a
	R	88a	88b				
	S	88a	88b,89b				
	T	88a	88b,89b				
	Y	88a	88b	89a			
	Q	88a	88b,89b				
	U	88a	88b,89b,90a	89a*	89a		
	V	88a	88b	89a			

* inkl. skuddlengde-målinger av Isoetes

Tabell II. Bladlengder (mm) for mykt brasmegras (*Isoetes setacea*) (basert på planter fra lok. U og M). Dybdeangivelsene er korrigert til medianvannstand (1981-91) 2.24 m.

Lok.U

rute nr.	dyp	snitt	min	maks
3	0.3	43	31	51
4	0.3	52	42	60
8	0.4	86	77	99
11	0.5	72	64	80
13	0.9	65	45	81
14	0.9	84	76	96

Lok.M

rute nr.	dyp	snitt	min	maks
1	0.3	71	64	75
2	0.4	78	74	81
3	0.5	69	64	74
4	0.6	90	79	101
5	0.7	92	87	95
6	0.8	78	63	84
7	0.8	69	62	74
8	0.8	55	50	64

Tabell III. Vegetasjonsdekning i de enkelte dybdeintervallene på deltaplattformen 1988, 1989 og 1990. Verdiene er angitt som % dekningsgrad. (Dybdeangivelsene er korrigert i forhold til medianvannstand for perioden 1981-91 på 2.24 m.)

1988				
dyp	ant.obs.	middel	min	max
-0.1	4	56.3	0	95
0	4	8.3	0	20
0.1	10	59.3	0	90
0.2	1	50		
0.3	16	33.7	0	80
0.4	12	37.5	5	90
0.5	10	59.7	0	100
0.6	14	56.1	30	95
0.7	16	63.2	0	100
0.8	9	58.3	20	100
0.9	23	78.5	40	100
1.0	34	59.3	3	100
1.1	58	18.8	1	95
1.2	38	86.6	25	100
1.3	55	40.5	2	100
1.4	23	70.2	20	100
1.5	16	74.1	20	100
1.6	32	64.2	5	100
1.7	48	64.1	0	100
1.8	41	68.8	0	100
1.9	33	41.5	0	95
2.0	9	13.4	0	70
2.1	9	0.3	0	3
2.2	8	2.6	0	10
2.3	8	5.1	0	20
2.4	4	0.3	0	1
2.5	9	0.2	0	2
2.6	2	0	0	0
2.8	2	0	0	0
2.7	1	0		
2.9	2	0	0	0
3.0	3	3.3	0	10
3.2	4	2.5	0	10
3.3	3	25	0	45
3.4	3	5	0	10
3.6	3	0	0	0
3.8	2	0	0	0
4.0	2	0	0	0
4.1	2	0	0	0
4.3	2	0	0	0
4.5	2	0	0	0
4.6	1	0		
4.9	1	0		
5.1	1	0		
5.4	1	0		
5.9	1	0		
6.3	1	0		
Tot.	583			

1989				
dyp	ant.obs.	middel	min	max
0.2	2	27.5	25	30
0.3	6	44.2	30	60
0.4	7	54.3	10	70
0.5	8	71.3	30	100
0.6	9	65.6	30	100
0.7	4	70	50	80
0.8	14	52.9	30	95
0.9	23	61.3	4	100
1.0	20	80.8	20	100
1.1	19	76.3	20	95
1.2	21	74.9	2	100
1.3	26	68.7	2	100
1.4	25	65.4	1	100
1.5	27	59.8	5	100
1.6	36	68.5	0	100
1.7	17	26.6	0	70
1.8	10	36.1	0	85
1.9	8	23.4	0	60
2.0	6	30	5	75
2.1	5	12.2	0	40
2.3	9	10	0	60
2.4	6	4.7	0	15
2.5	2	0.5	0	1
2.6	1	3		
2.7	2	2.5	0	5
2.8	1	0		
2.9	3	2.3	0	5
3.1	1	1		
3.2	6	4.8	0	10
3.3	2	5	0	10
3.4	2	4	3	5
3.6	1	0		
3.9	1	0		
4.0	1	4		
4.1	2	12.5	0	25
4.5	1	0		
Tot.	334			

1990				
dyp	ant.obs.	Middel	min	max
0.8		83		
0.9		83		
1.0		88.5		
1.1		68.1		
1.2		86.9		
1.3		97.3		
1.4		86.3		
Tot.	111			

Tabell IV. Vegetasjonsdekning i de enkelte dybdeintervallene i bakloner (lok. A, D og X) 1988 og 1989. Verdiene er angitt som % dekningsgrad. (Dybdeangivelsene er korrigert i forhold til medianvannstand for perioden 1981-91 på 2.24 m.)

1988				
dyp	ant.obs	middel	min	ma
-0.3	2	95	90	100
-0.2	1	55		
-0.1	1	5		
0	2	47.5	45	50
0.1	8	72.5	20	100
0.2	7	80	40	100
0.3	7	61.4	25	95
0.4	1	5		
0.5	4	95	80	100
0.6	9	70	20	95
0.7	4	90	80	100
0.8	8	80	60	90
0.9	11	83.2	55	95
1.0	1	95		
1.3	1	100		
1.2	3	6.7	0	100
1.4	5	3	0	10
1.5	2	1	0	2
1.6	1	3		
1.7	1	0		
2.1	1	0		
2.4	2	0	0	0
2.7	2	0	0	0
3.0	3	0.3	0	1
3.1	4	0	0	0
3.3	2	0	0	0
Tot.	102			

1989				
dyp	ant.ob	middel	min	ma
0	7	88.6	80	100
0.1	2	75	70	80
0.2	2	85	70	100
0.3	2	100	100	100
0.6	2	90	80	100
0.5	2	82.5	80	85
0.7	6	85	70	100
0.8	3	100	100	100
0.9	3	95	85	100
1.0	11	90.5	50	100
1.1	1(2)	95		
1.2	4(6)	37.5	0	50
1.3	2(3)	50	50	50
1.4	1(2)	0		
1.5	1	0		
Tot	54			

Tabell V. Vegetasjonsdekning i de enkelte dybdeintervallene i strømløp (lok. K, L, M og N) 1988 og 1989. Verdiene er angitt som % dekningsgrad. (Dybdeangivelsene er korrigert i forhold til medianvannstand for perioden 1981-91 på 2.24 m.

1988				
Dyp	Ant.ob	Midde	min	ma
	s.	l		x
-0.5	5	100	100	100
-0.4	1	100		
-0.2	1	90		
-0.1	1	100		
0	1	100		
0.1	1	80		
0.2	1	30		
0.3	1	75		
0.4	8	62.1	2	90
0.5	7	19	0	65
0.6	8	5.8	0	40
0.7	13	15.7	0	85
0.8	10	0.7	0	3
0.9	6	4.7	0	25
1.0	3	0	0	0
1.1	5	0.6	0	2
1.2	7	0.1	0	1
1.4	6	0.2	0	1
1.5	1	0		
1.7	2	0	0	0
2.1	1	0		
2.2	1	0		
2.5	1	0		
2.6	3	2.3	0	5
2.7	1	0		
2.8	4	0	0	0
2.9	2	0.6	0	3
3.0	3	0.7	0	2
3.2	1	0		
3.3	2	0	0	0
3.4	2	0	0	0
3.5	2	0	0	0
3.6	2	0.5	0	1
3.7	2	0	0	0

1989				
Dy	Ant.ob	Midde	min	ma
p	s.	l		x
0.3	1	30		
0.3	1	30		
0.5	1	50		
0.6	1	60		
0.7	1	40		
0.8	8	45.8	1	80
0.9	3	1.3	0	3
1.0	4	1.5	0	5
1.1	3	17	0	50
1.2	5	12.4	0	40
1.3	3	1.3	0	3
1.5	1	2		
1.6	2	6.5	3	10
1.7	1	1		
1.8	2	1.5	0	3
1.9	1	0.5		
2.0	1	3		
2.1	1	0		
2.3	(7)	0.7	0	3
2.4	11	1.4	0	10
2.5	4	2.8	0	10
2.6	2	0	0	0
2.7	1	0		
2.8	1	0		
2.9	1	0		
3.1	3	1.7	0	4
3.2	2	5	0	10
3.3	1	0		
4.0	1	0		

Tabell VI. Tørrvekt (g/m²) for mykt og stivt brasmegras (*Isoetes setacea* og *I. lacustris*) på deltaplattformen i 1989. (Dybdeangivelsene er korrigeret i forhold til medianvannstand for perioden 1981-91 på 2.24 m.)

dyp	antall	<i>ISOE SET</i>		<i>ISOE LAC</i>	
		middel	st.avvik	middel	st.avvik
0.2	2	5.1	0.5	0	0
0.3	6	15.8	13.3	0	0
0.4	6	28.1	21.4	0	0
0.5	8	58.2	34.7	0	0
0.6	8	36.2	26.0	0	0
0.7	4	50.0	32.7	0	0
0.8	7	26.0	9.7	0	0
0.9	3	38.8	7.7	0	0
1.0	3	41.8	26.5	0	0
1.2	1	10.2	-	0	-
1.3	2	22.4	6.6	0	0
1.4	1	8.2	-	45.4	-
1.6	1	6.6	-	46.9	-
1.7	1	0	-	40.8	-
1.8	2	0	0	28.1	9.2
1.9	5	2.6	4.1	20.4	20.4
2.0	2	0	0	0	0

Tabell VII. Vannvegetasjon i Dokka-deltaet. Mengdeangivelse: 1 = sjelden (ca 1-5 funn), 2 = spredt, 3 = vanlig, 4 = lokalt dominerende, 5 = dominerende. Tall i parenteser: Forekomster i nærheten av lokaliteten. For stedfesting av lok. A-Z, se kart.

vannplanter:	D	X	A	MN	KL	Q	Z	U	R	S
kortskuddsplanter (isoetider):										
vassreverumpe (<i>Alopecurus aequalis</i>)	1		2				1	2		
nålesivaks (<i>Eleocharis acicularis</i>)	1	3	4	4	2	2	4	4		
stivt brasmegrass (<i>Isoetes lacustris</i>)				1						5
mykt brasmegrass (<i>Isoetes setacea</i>)		3	5	4	3	3	5	5	5	5
botnegrass (<i>Lobelia dortmanna</i>)							1	1		
evjesoleie (<i>Ranunculus reptans</i>)		1	3	2			4	3		
sylblad (<i>Subularia aquatica</i>)		2	5	3		3	4	4	2	
langskuddsplanter (elodeider):										
klovasshår (<i>Callitriche hamulata</i>)				1			2	1		
vasspest (<i>Elodea canadensis</i>)		1					1	4**		
vanlig tusenblad (<i>Myrioph. alterniflorum</i>)				1			1			
rusttjønnaks (<i>Potamogeton alpinus</i>)								2**		
grastjønnaks (<i>Potamogeton gramineus</i>)								1**		
hertetjønnaks (<i>Potamogeton perfoliatus</i>)				1			5	4		
storvasoleie (<i>Ranunculus peltatus</i>)				1			4	3		
gyttjeblererot (<i>Utricularia intermedia</i>)		2								
flytebladsplanter (nymphaeider):										
gul nøkkerose (<i>Nuphar lutea</i>)							1	2		
soleinøkkerose (<i>Nuphar pumila</i>)	1	3	(4)							
vasslirekne (<i>Polygonum amphibium</i>)	(4)									
vanlig tjønnaks (<i>Potamogeton natans</i>)	5	(3)	(4)				2	5		
flótgras (<i>Sparganium angustifolium</i>)	2	5	4	4		2	4	3	4	2
stautpiggeknoopp (<i>Sparganium emersum</i>)								3		
flytere (lemnider):										
vanlig andmat (<i>Lemna minor</i>)								1**		
moser:										
krypbose (<i>Amblystegium riparium</i>)	2									
bekkevragmose (<i>Bryum pseudotriquetrum</i>)								2		
tjønnmose (<i>Calliergon giganteum</i>)	4			1						
Drepanocladus aduncus	3	1								
vrangklomose (<i>Drepanocladus exannulatus</i>)	3	3	3	1	2		2	3	2	2
nøkkeklomose (<i>Drepanocl. trichophyllus</i>)	5	5	2							
kjølelvemose (<i>Fontinalis antipyretica</i>)				2						
kransalger:										
<i>Nitella flexilis/opaca</i>										

** gjelder bekkeutløp

Tabell VII. forts.

vannplanter:	V	PO	Y	T9	T8	T7	T4
kortskuddsplanter (isoetider):							
vassreverumpe (<i>Alopecurus aequalis</i>)							
nålesivaks (<i>Eleocharis acicularis</i>)		4	2	1		2	2
stivt brasmegras (<i>Isoetes lacustris</i>)	4	5		4			
mykt brasmegras (<i>Isoetes setacea</i>)	5	5	3	5	4	3	5
botnegras (<i>Lobelia dortmanna</i>)		1					
evjesoleie (<i>Ranunculus reptans</i>)	2	1	2	2		2	2
sylblad (<i>Subularia aquatica</i>)	2	4	2	3	2	2	3
langskuddsplanter (elodeider):							
klovasshår (<i>Callitriche hamulata</i>)			2				
vasspest (<i>Elodea canadensis</i>)	1	1	3			4	
vanlig tusenblad (<i>Myrioph. alterniflorum</i>)	1		?				
rusttjønnaks (<i>Potamogeton alpinus</i>)							
grastjønnaks (<i>Potamogeton gramineus</i>)		1				1	
hertetjønnaks (<i>Potamogeton perfoliatus</i>)		1	5			4	5
storvasoleie (<i>Ranunculus peltatus</i>)			3			4	
gyttjeblererot (<i>Utricularia intermedia</i>)							
flytebladsplanter (nymphaeider):							
gul nøkkerose (<i>Nuphar lutea</i>)							
soleinøkkerose (<i>Nuphar pumila</i>)				1			
vasslirekne (<i>Polygonum amphibium</i>)					4		
vanlig tjønnaks (<i>Potamogeton natans</i>)				4			
flótgras (<i>Sparganium angustifolium</i>)		2	5	3	?	5	?
stautpiggeknoopp (<i>Sparganium emersum</i>)							
flytere (lemnider):							
vanlig andmat (<i>Lemna minor</i>)							
moser:							
krypmose (<i>Amblystegium riparium</i>)	1						
bekkevrangmose (<i>Bryum pseudotriquetrum</i>)		2				1	
tjønnmose (<i>Calliergon giganteum</i>)							
Drepanocladus aduncus							
vrangklomose (<i>Drepanocladus exannulatus</i>)	2	3	4	4	2	4	2
nøkkeklomose (<i>Drepanocl. trichophyllus</i>)							
kjølelvemose (<i>Fontinalis antipyretica</i>)							
kransalger:							
Nitella flexilis/opaca			2				

Tabell VIII. Sumpvegetasjon i Dokka-deltaet. Observasjoner i forbindelse med transekter for vannvegetasjon. Mengdeangivelse: 1 = sjelden (ca 1-5 funn). 2 = spredt. 3 = vanlig. 4 = lokalt dominerende. 5 = dominerende. Tall i parenteser: Forekomster i nærheten av lokaliteten. For stedfesting av lokaliteter, jfr. kart.

	DE	X	ABC	MN	KL	Z	U	T9	PO
høyere planter:									
vassgro (<i>Alisma plantago-aquatica</i>)	1	(4)*					3		
sløke (<i>Angelica sylvestris</i>)			2						
vassrørkvein (<i>Calamagrostis canescens</i> coll.)			5	5	5		4		
bekkeblom (<i>Caltha palustris</i>)			1						
kvasstarr (<i>Carex acuta</i>)	2		5	5	5		5	1	1
stolpestarr (<i>Carex juncella</i>)			2						
trådstarr (<i>Carex lasiocarpa</i>)		3?						4	
flaskestarr (<i>Carex rostrata</i>)	5	5				3	5	4	
sennegrass (<i>Carex vesicaria</i>)	1		2				2		
sumpsivaks (<i>Eleocharis palustris</i>)	4						1		
elvenesnelle (<i>Equisetum fluviatile</i>)	5	5	5	2	5	4	5	5	5
mjørdurt (<i>Filipendula ulmaria</i>)			2						
myrmaure (<i>Galium palustre</i>)	1	1	2	1	2		2	1	
mannasøtgras (<i>Glyceria fluitans</i>)	1		2	2			2		
vanlig fredløs (<i>Lysimachia vulgaris</i>)			3		1				
gulldusk (<i>Lysimachia thyrsoflora</i>)		1	1						
strandrug (<i>Phalaris arundinacea</i>)			5		5				
myrropp (<i>Poa palustris</i>)			1	1					
fuglevikke (<i>Vicia cracca</i>)			1						
stor myrfiol (<i>Viola epipsila</i>)			1						
vanlig myrfiol (<i>Viola palustris</i>)		2	1					1	
myrhatt (<i>Potentilla palustris</i>)	1	2	2	1	1		3	2	
moser:									
pjuskmose (<i>Calliergon cordifolium</i>)			1		1				
vrangklomose (<i>Drepanocladus exannulatus</i>)		1	1					1	
torvmose (<i>Sphagnum</i> spp.)		4						3	

Vedlegg II: Beskrivelse av lokaliteter med permanent merkede transekter.

Laguner/bakloner

Lok. A (trans. A-C), midtre lagune (mellom strømløp)

Generelt. Dette er en av de største og mest åpne lagunene og den skiller seg endel (økologisk-floristisk) fra de andre undersøkte lagunene ved å ha en fast, siltig bunn med bare et tynt, organisk slamlag og en langt mer artsrik vannvegetasjon. Disse forholdene skyldes sannsynligvis at lagunen i den innerste enden har åpen kontakt med hovedstrømløpet, og at den nylig er blitt avsnørt i den ytre enden, dvs. at det iallefall inntil nylig har vært bedre gjennomstrømning enn i de andre baklonene. I dag synes utskiftningen å være relativt liten ved normal vannstand, men flompåvirkningen er trolig betydelig. Det er to korte og relativt brede innløp, men disse er helt gjenvokst av tett flytebladsvegetasjon av soleinøkkerose (*Nuphar pumila*) og vanlig tjønnaks (*Potamogeton natans*).

Sumpvegetasjon. På sørsiden av lagunen er det en relativt smal banke/levée med rørkvein-strandrør (*Calamagrostis-Phalaris*) fukteng høyest og en kvasstarr (*Carex acuta*) sone innenfor. På Ø-NØ side er det bare to smale striper med kvasstarr (elvesnelle sone i mellom) over til neste åpne lagune/strømløp. Mot åpent vann i lagunen er det en bred, relativt glissen sone med elvesnelle (*Equisetum fluviatile*). Enkelte partier her kan ha høy dekning av nøkkeklomose (*Drepanocladus trichophyllus*). I området der transektene er opptatt er det stedvis en smal åpning mellom elvesnelle og kvasstarrsummer. Her er det rikelig med mannasøtgras (*Glyceria fluitans*) med flyteblader og enkelte strå av vass-reverumpe (*Alopecurus aequalis*).

Vannvegetasjon. En større åpning i elvesnellebestandet i trans. A har velutviklet vannvegetasjon med pusleplanter fra ca 40-80 cm dominert av nålesivaks (*Eleocharis acicularis*) og evjesoleie (*Ranunculus reptans*) (stedvis, mest på < 50 cm dyp) og sylblad (*Subularia aquatica*) samt småplanter av flótgras (*Spartanium angustifolium*). Også rikelig av klomose.

I utkant - og utenfor elvesnellebeltet er det i hele (indre) lagunen velutviklet og frodig brasmegras-eng, med stor dekning av mykt brasmegras (*Isoetes setacea*) (fra 70-80 cm), sylblad og nålesivaks, og med noe vrangklomose (*Drepanocladus exannulatus*), samt flekker med flótgras.

Lok. D (trans.D, E), laguen nord for nordre strømløp

Generelt. Området består av et fingeraktig nettverk av små-laguner. Transektene er lagt over et par av de nordligste "fingrene". Smålagunene er sterkt beskyttet og stillestående, og med dyaktig, organisk substrat.

Sumpvegetasjon. Brede, løse elvesnellebestand omkranser åpent vann, og innenfor denne sonen er det velutviklet flaskestarr-sump (*Carex rostrata*), lokalt med dominans av sumpsivaks (*Eleocharis palustris*).

Vannvegetasjon. Flytebladskolonier av vanlig tjønnaks (*Potamogeton natans*) dekker store deler av vannspeilet i indre del av lagunesystemet, delvis også i kanalen ut mot strømløpet. På sørsiden i indre del forekommer også store bestander av vass-slirekne (*Polygonum amphibium*).

De to armene av lagunen ved transektene er karakterisert ved sterk dominans av mose, i form av et opp til 0.5 m høyt og løst sammenvevd "teppe", sterkt nedslammet og algebegrodd (bare skuddspissene er relativt frie og friskt grønne). Nøkkeklomose (*Drepanocladus trichophyllus*) dominerer hele lagunen, men lokalt kan tjønnmose (*Calliergon giganteum*) og vrangklomose

(*Drepanocladus exannulatus*) ha opp til 50% dekning. Vanlig tjønnaks forekommer flekkvis i og omkring transektet, moseteppet holder stand under flytebladvegetasjonen.

Lok. X (trans. X, W; trans. H, I, J i sump/myrvegetasjon) Lagune sør for søndre strømløp

Generelt. Dette lagune-systemet består av en lang, mer eller mindre smal kanal parallelt ned, men godt adskilt fra strømløpet nordfor. Innerst utvider kanalen seg til en større lagune som har en smal og grunn åpning ut mot strømløpet. Lagunesystemet har vært mer åpent tidligere, og synes ikke å representere et gammelt, gjensnørt strømløp, snarere levé-oppdemte vannforekomster tilsvarende lagunen på nordsiden av elvesletta.

På sidene av kanalen er det meget brede (opp til 100-200 m) belter med glissen elvesnellevegetasjon (*Equisetum fluvatile*). I transektområdet forekommer det et nettverk av små, kunstige kanaler/grøfter, og selve hovedkanalen synes også å være opprensket.

Sumpvegetasjon. Levéene ut mot strømløpene er som i de andre delene av deltaet dominert av en kvasstarr (*Carex acuta*) -sone nærmest elvesnellebeltet, og en rørkvein-strandrør (*Calamagrostis-Phalaris*) fukteng på de høyeste nivåene. På sørsiden (landsiden) av kanalen er det innenfor elvesnellebeltet en ca 200 m bred sone med myr på flytetorv, som i ytre del går over i sumpvegetasjon med flytende matter av flaskestarr (*Carex rostrata*). (Denne myr/sumpvegetasjonen er nærmere undersøkt av NINA, med tre transekter.)

I transektområdet er overgangen flaskestarr-flytematter - elvesnellevegetasjon på omtrent 50 cm's vanddyb, mens det meste av elvesnellebeltet har dyp mellom 70 og 90 (100) cm. Substratet er silt med et tynt organisk mudderlag/dy øverst. De innerste 5 metrene av elvesnellebeltet har mye dy, muligens rester av gammel torv fra flytematten innenfor. Innimellom elvesnellene forekommer spredte flyteblader av soleinøkkerose (*Nuphar pumila*) samt litt flytende nøkkeklomose (*Drepanocladus trichophyllus*) og ca 50% dekning av algebegrodd klomose på bunnen.

Vannvegetasjon. Den innerste lagunen skiller seg endel fra kanalen ved å være dominert av flyteblader av vassgro (*Alisma plantago-aquatica*) og av soleinøkkerose (*Nuphar pumila*), samt med noe flótgras.

Selve kanalen har mye flótgras (*Sparganium angustifolium*) innover, med undervannsvegetasjon dominert av nøkkeklomose (*Drepanocladus trichophyllus*).

Utenfor elvesnellebeltet blir kanalen raskt dyp (ned til ca 3 m dybde). Bunnen er dekket med rikelig slam/dy og trolig endel klomose. En koloni med flótgras (*Sparganium angustifolium*) forekommer på nordsiden av kanalen på ca 2 m dybde. I innerkanten av flótgrasbeltet er det velutviklet kortskuddsvegetasjon, med dominans av ca 10-12 cm høye mykt brasmegras (*Isoetes setacea*) rosetter og ca 5-8 cm høye sylblad (*Subularia aquatica*). Et par planter av vasspest (*Elodea canadensis*), undervannsrosetter av soleinøkkerose (*Nuphar pumila*) (med glatte undervannsblader) samt enkelte skudd av evjesoleie (*Ranunculus reptans*) ble også registrert, i tillegg til rikelig med klomose.

Strømløp

Lok. K-L. Over nordligste strømløp (fra ytterste levée)

Generelt. Strømløpet er her drøyt 100 m bredt, strømmen er sterkest nær levée på N-side (trans. K), der løpet er ca 3.5 m dypt. Det sterkest strømførende partiet har sandbunn, mens den søndre siden har noe finere silt. Hele løpet til nær opp til sørsiden er vegetasjonsfritt.

Sumpvegetasjon. Levée på N-siden, der transektet begynner (trans. K) er egentlig en øy, med et elvesnellebelte på lé-siden (mot NØ), innenfor dette et relativt bredt kvasstarr belte (*Carex acuta*) med en smal rørkvein-strandrør (*Calamagrostis-Phalaris*) sone på det høyeste nivået nærmest strømløpet, på ca 0 til 10 cm vanddyp. Vassrørkvein (*Calamagrostis cf. canescens*) dominerer, med flekkvis dominans av strandrør (*Phalaris arundinacea*) på de høyeste punktene, og med innslag av myrmaure (*Galium palustre*), vanlig fredløs (*Lysimachia vulgaris*) og myrhatt (*Galium palustre*), samt enkelte skudd av pjuskmose (*Calliergon cordifolium*) i bunnsjiktet. Fra sumpregionen går det brådypt ned til 2-3 m dybde.

Andre siden av strømløpet (transekt L) er lé-side med en "øy"(sumpområde) av løs elvesnellevegetasjon på 0.75-1 m dybde.

Vannvegetasjon. I kanten mot strømløpet er det velutviklet isoetide-vegetasjon med mykt brasmegras (*Isoetes setacea*) (små planter og litt nålesivaks (*Eleocharis acicularis*)). En nesten avstengt lagune rett nordvest for transektet er nærmest gjengrodd med soleinøkkerose (*Nuphar pumila*), vass-slirekne (*Polygonum amphibium*) og vanlig tjønnaks (*Potamogeton natans*).

Lok. M-N. Over nordligste strømløp (innenfor lok. K-L)

Generelt. Transektet er plassert omtrent 500 m innenfor (vestenfor) det ytterste strømløp-transektet (nesten midtveis mellom dette og fiskehytta SIKO). Her går strømmen kraftig langs sørside (dybde ca 3 m) med sandbunn og ingen vegetasjon, mens nordside er innersving og lé-side med silt-aktig sediment. På nordsiden av løpet er det først en smal banke som er skilt med en smal kanal mot en større landtunge bak.

Sumpvegetasjon: Banken på nordsiden her domineres av kvasstarr på 0-30 cm dyp. Kvass-starr danner kraftige tuer som bygger opp et mektig, opp til 50-60 cm tykt, organisk lag av røtter/jordstengler som hviler på siltaktig sediment under. Dette torvlaget er tett, til dels nærmest vedaktig og lite omdannet. Enkelte småflekker med vassrørkvein (*Calamagrostis canescens*) forekommer også på denne banken, men danner ingen sammenhengende sone.

På den andre siden av strømløpet er det en svakt høyere banke (ca opp til medianvannstand) med både kvasstarr (*Carex acuta*) sump (ytterst, med brattkant mot strømløp) og rørkvein-strandrør (*Calamagrostis-Phalaris*) fukteng.

Vannvegetasjon: Kortsquddsplanter dominerer vannvegetasjonen på nordsiden av løpet, særlig pusleplantene nålesivaks (*Eleocharis acicularis*) og syblad (*Subularia aquatica*) med tette matter av evjesoleie (*Ranunculus reptans*) på det grunneste (50-70 cm dyp, nærmest banken med kvasstarr, også på nordsiden av banken). Fra 70-80 cm dyp kommer også endel mykt brasmegras (*Isoetes setacea*), dessuten ble en enkelt-plante av stivt brasmegras (*Isoetes lacustris*) observert. Av langskuddsplanter ble registrert rikelig med flótgras (*Sparganium angustifolium*), litt vanlig tusenblad (*Myriophyllum alterniflorum*) samt en koloni av klovasshår (*Callitriche hamulata*) et stykke ut i løpet. Litt nord for transektet ble også registrert hjertetjønnaks (*Potamogeton perfoliatus*) på nordsiden av løpet. Sørsiden av løpet er vegetasjonsfri.

Deltaplattformen

Lok. O-P. Grunn elvesnellebanke på deltaplattformen

Generelt. Området består av en grunn elvesnelle banke ute på deltaplattformen, nesten midtfjords, SV for Land Sag. Banken er ca 100-200 m i Ø-V retning, noe smalere i N-S retning, og er ca 0,5 m på det

grunneste og blir bare langsomt dypere utover, bortsett fra mot S hvor den når en dyprenne etter 100-150 m.

Substrat: Jordsmonnet er silt med endel organisk materiale og organisk slamlag på toppen. Endel fremmedelemerter (knust takstein, etc) indikerer kulturpåvirkning, og har nok sammenheng med at dette tidligere var del av en stor landtunge/tørrelagt plattform fra Land Sag.

Sumpvegetasjon. Banken er dominert av forholdsvis tett elvesnelle (*Equisetum fluviatile*)-vegetasjon (typisk 20-50% dekningsgrad), men glisner ut gradvis mot åpent vann. Vrangklomose (*Drepanocladus exannulatus*) er eneste følge-art i de tettere delene av snellebeltet. Enkelte meget små og unge forekomster av kvasstarr finnes på det grunneste. Disse mangler den kraftige strukturen med tørrdannelse som en ser i de etablerte bestandene på levéene langs strømløpene. Forøvrig er ikke andre arter registrert i sumpvegetasjonen.

Vannvegetasjon. De to transektene er lagt ut hhv. mot ØSØ (trans. O) og mot SSV (trans. P). Nord for trans. O er det et vasslirekne (*Polygonum amphibium*)-bestand utenfor elvesnellebeltet. Der elvesnellebestanden glisner ut til 5-10% dekning på 50-70 cm kommer kortskudd (isoetide-) vegetasjonen inn, først med spredte rosetter av mykt brasmegras (*Isoetes setacea*), sylblad (*Subularia aquatica*) og småflekker av nålesivaks (*Eleocharis acicularis*) samt småplanter av flótgras (*Sparganium angustifolium*). Fra omtrent 1 m er det tette enger av mykt brasmegras. Fra transekt O (mot Ø) er det registrert mye nålesivaks fra prøvene på 1-2 m, noe mindre sylblad samt små forekomster av vasspest (*Elodea canadensis*). Fra transekt P er det i prøve fra 1,5 m også endel evjesoleie, samt småplanter av flótgras. Spredte skudd av vrangklomose (*Drepanocladus exannulatus*) er registrert hele veien.

Vegetasjon på N-side av plattformen (fra bekkeutløp ved Land Sag og V-over

Generelt. Det er steinfylling mot jernbanen som nesten hele veien går langs sjøen. Der den ikke gjør det, dvs. langs odden V for land Sag er det også en bord med grov stein mot åpent vann (og sekundær løvskog innenfor). Den eneste velutviklede sumpvegetasjonen er a) ved bekkeløpet ved land Sag (se egen beskrivelse) og b) ei grunne omtrent midtveis mellom land Sag og de ytterste delta-landtungene. Den sistnevnte grunne har noe flaskestarr (*Carex rostrata*) innerst og utenfor en bred (ca 30 m) elvesnelle (*Equisetum fluviatile*) sone ut til 0.8-1 m dybde. Foreøvrig finnes meget sparsomt med elvesnelle langs land helt i V.

Vannvegetasjon. Det er en bred grunne på ca 1-2 m dyp hele den Ø-ligste delen. Her er substratet tildels noe grovere enn ellers; finsand med noe stein (og noe blokker innerst). Velutviklede enger av kortskudds og (noe lengre ut) langskuddsplanter opptrer. Sylblad (*Subularia aquatica*) dominerer fra 0-50 cm, med evjesoleie (*Ranunculus reptans*) som co-dominant. Mykt brasmegras (*Isoetes setacea*) overtar fra ca 50 cm. Fra ca 80 cm er registrert enkelte større bestander av storvasssoleie (*Ranunculus peltatus*), samt særlig fra ca 1 m store kolonier av hjertetjønna (*Potamogeton perfoliatus*) Litt vasspest (*Elodea canadensis*) vanlig tusenblad (*Myriophyllum alterniflorum*) og klovasshår (*Callitriche hamulata*) ble også registrert, samt flytebladsvegetasjon med flótgras (*Sparganium angustifolium*) og vanlig tjønna (*Potamogeton natans*) forekommer også.

Utenfor grunne med elvesnelle kommer mykt brasmegras inn på ca 60-70 cm's dyp, mens større bestand av flótgras og hjertetjønna står her lenger. Vasspest er registrert også her.

Lok. Q. Fra N-siden av deltaplattform

Generelt. Bredden er en steinfylling fra jernbanen, forøvrig er det nokså jevnt langgrunt, en når ned på ca 3.5-4 m's dybde 100 m ut for land. Herfra går det noe brattere ned i ei dyprenne på ca 6 m (antakeligvis ei dødisgrop).

Sumpvegetasjon. Ikke tilstede

Vannvegetasjon. Velutviklet vannvegetasjon finnes bare i et belte på ca 10 m i dybdesonen 1-1.5 m og er dominert av mykt brasmegras (*Isoetes setacea*). (Det ble ikke tatt vegetasjonsprøver her.)

Lok. U. Fra N-side av delta-plattformen (v/bekkeutløp v/Land Sag)

Generelt. Lokaliteten inkluderer en en bukt med bekkeutløp, samt en odde N for denne. Transektet er lagt fra odden. Området representerer en grunne med dybde på ca 2-3 m helt utover til elvesnelle-banken midtfjords.

Sumpvegetasjon. På odden er det en smal brem med starr-rørkvein (*Carex-Calamagrostis*) sump mot noe kulturpåvirket mark innenfor. Dette er ikke med i transektet.

Inne i bukta er det brede belter med sumpvegetasjon: Innerst en smal (1-2 m) sone med vassrørkvein (*Calamagrostis canescens*) og mye m,yrhatt (*Potentilla palustris*) samt noe myrmayre (*Galium palustre*) og flaskestarr (*Carex rostrata*). Utenfor er det en ca 10 m bred sone med kvasstarr (*Carex acuta*), så en vel 15 m bred sone med flaskestarr iblandet noe sennegrass (*Carex vesicaria*) og elvesnelle. Enkelte flekker av kvasstarr forekommer utenfor. Ytterst er det en ca 50 m bred sone med elvesnelle og følgeartene vassgro (*Alisma plantago-aquatica*), mannasøtegras (*Glyceria fluitans*), samt i kanten også vassreverumpe (*Alopecurus aequalis*). På nordsida av bekken er det elvesnelle i indre del og kvasstarr i ytre del, mot vann også noe flaskestarr og sumpsivaks (*Eleocharis palustris*).

Vannvegetasjon. På grunnene utover er det frodige enger av mykt brasmegrass (*Isoetes setacea*) med mye sylblad (*Subularia aquatica*) og nålesivaks (*Eleocharis acicularis*), samt endel evjesoleie (*Ranunculus reptans*). Småvokste eksempler av storvasssoleie (*Ranunculus peltatus*) er også vanlig. Mosevegetasjonen er velutviklet med rikelig av vrangklomose (*Drepanocladus exannulatus*) og bekkevrangmose (*Bryum pseudotriquetum*), *Drepanocladus cf. aduncus* ble også registrert.

Det er også partier med velutviklet langskuddsvegetasjon av hjertetjønna (*Potamogeton perfoliatus*) og flótgras (*Sparganium angustifolium*) med mye vasspest (*Elodea canadensis*) og storvasssoleie innimellom. En stor forekomst av klovasshår (*Callitriche hamulata*) ble registrert i en prøve.

Området innenfor transektet, i bukta der bekken kommer ut, er av spesiell interesse, fordi det her er stor artsdiversitet, bl.a. med forekomster av stautpiggeknope (*Sparganium emersum*), rusttjønna (*Potamogeton alpinus*), grastjønna (*P. gramineus*) og vanlig andmat (*Lemna minor*) som er meget sjeldne i deltaet (de to førstnevnte bare registrert her). Bekken danner her et stilleflytende løp ut i bukta, omkranset av elvesnellesump. Stautpiggeknope og rusttjønna danner kolonier ute i elveløpet, mens grastjønna står mer spredt i kanten og inne i elvesnellebestanden. Ytterst i bekkeløpet er det også (på V. siden) store og frodige bestander av vasspest (*Elodea canadensis*). Dette er en av de to frodigste og tettete vasspest-bestanden som er registrert i Randsfjordsdeltaet. Lenger ut i bukta er det også store bestander av vanlig tjønna (*Potamogeton natans*) med litt gul nøkkerose (*Nuphar lutea*), og på nordsiden fine pusleplante-enger dominert av sylblad (*Subularia aquatica*) (fra 0-20 cm) og nålesivaks (*Eleocharis acicularis*).

Lok. R-S. Kanten av delta plattformen mot Randsfjorden (Ø for elvesnelle-banke)

Generelt. Her er analysert omkring NINAs bunndyrstasjoner 1 og 3. Stasjon 1 (lok R) ligger på den grunne plattformen utenfor Land Sag (dybde ca 2-3 m), mens fra stasjon 3 (lok S)(ca. 2.5 m) blir det raskt dypt utover mot ei djuprenne som går ned til 29 m. Sedimentet er homogen, grå, fin silt, med noe organisk iblandet.

Vannvegetasjon. Omkring stasjon 1 (trans.R) forekommer rikelig av undervannsskudd av flótgras

(*Sparganium angustifolium*) med dominans av mykt brasmegras (*Isoetes setacea*) imellom. Fra stasjon 3 og utover mot djuphølen (trans. S) er det også dominans av mykt brasmegras, pluss sylblad (*Subularia aquatica*), samt på dypere nivåer stivt brasmegras (*Isoetes lacustris*). Sistnevnte går ned til 2.5 m dybde.

Lok. T₄₋₉. Åpent transekt over deltaplattformen fra Rønningen.

Generelt. Hvert del-transekt tar utgangspunkt i bunndyrstasjonene 4-9 som danner et transekt over fjorden. Fra nord er det først en grunn plattform (dybde ved stasjon T₄ 2 m), så en dødisgrop på 9 m. Lenger ut er det et strømløp med dybde 3-4 og sandbunn. Den sørligste delen er homogen, grunn plattform med dybder på 2-4 m, og sedimentet er silt, stedvis med endel organisk innslag.

Vannvegetasjon. Nær land på nordsiden er det enger av mykt brasmegras (*Isoetes setacea*) (stasjon T₄), avbrutt av en dødisgrop (9 m) (stasjon T₅) og lenger ut det vegetasjonsløse strømløpet (stasjon T₆). Stasjon T₇ (dybde 1.5 m) omtrent midtfjords har den frodigste vegetasjonen, dominert av flótgras (*Sparganium angustifolium*) og lavvokst vasspest (*Elodea canadensis*), delvis også hjertetjønna (*Potamogeton perfoliatus*), og med rikelig av storvassoleie (*Ranunculus peltatus*) innimellom. Åpne partier har kortskuddsvegetasjon med mykt brasmegras (*Isoetes setacea*) og nålesivaks (*Eleocharis acicularis*). Vrangklomose (*Drepanocladus exannulatus*) forekommer relativt konstant, og bekkevragmose (*Bryum pseudotriquetrum*) er også registrert i prøve.

Stasjon T₈-transektet går igjennom en flytebladskoloni av vasslirekne (*Polygonum amphibium*). Forøvrig ble det også her registrert kortskudds-enger samt flótgras (*Sparganium angustifolium*)

Stasjon T₉ er relativt nær land ved Rønningen på S-siden (søndre strømløp). Her er noe dypere ved stasjonen (4 m) noe grunnere lenger utover langs transektet. Bunnen omkring stasjonen er vegetasjonsløs og har noe tykkere organisk mudderlag (ca 5 cm) enn ellers vanlig på plattformer. Vegetasjonen begynner nedenifra på ca 3.5 m (enkelt-skudd av vasspest, rosetter av stivt brasmegras), enger av stivt brasmegras kommer inn fra 2.5 m.

Lok Y. Grunne midt på delta-plattform (V for stor Equisetumbanke).

Generelt: Her ble det ikke lagt ut transekt, men tatt (randomiserte) undervannsbilder. Dybde ca 1-1.5 m. Lokaliteten er plassert i område med flótgras (*Sparganium angustifolium*) og hjertetjønna (*Potamogeton perfoliatus*)-kolonier. Koloniene har rikelig med vasspest (*Elodea canadensis*) og storvassoleie (*Ranunculus peltatus*) som følge-arter og med kortskuddsvegetasjon i mellom.

Vegetasjon på S-siden av plattformen (fra båtplass ved Våten og sørover)

Generelt. Sørsiden av deltaplattformen er mer beskyttet, og mindre strømløpspåvirket enn den nordre siden, og substratet er bløtere og mer organisk, gjerne siltig med et ca. 5 cm organisk, dyaktig topplag.

Sump og vannvegetasjon. Nær land er det en stor, bred bank 0.5-1 m dyp med elvesnelle (*Equisetum fluviatile*) som danner en tunge fra Våten og østover, med store vasslirekne (*Polygonum amphibium*) bestander innenfor (dvs. mot land). Denne tungen fortsetter østover som en stor vanlig tjønna (*Potamogeton natans*) eng med noe vasslirekne. Utenfor tungen er det nok en elvesnelle-banke, med store kolonier av vanlig tjønna østenfor.

Langs land (mellom to små plasser V for Rønningen) er det 10-20 m bred, glissen elvesnelleeng på 50-70 (100) cm dyp. Det er også innslag av flaskestarr (*Carex rostrata*). I kant og utenfor elvesnellebeltet er det dominans av vrangklomose (*Drepanocladus exannulatus*) og mykt brasmegras (*Isoetes setacea*) fra 80-90 cm. Det er mye også av sylblad (*Subularia aquatica*), og undervannskudd

av flôtgras (*Sparganium angustifolium*). Nær land er det også en stor, rund koloni med vanlig tjønnaks (*Potamogeton natans*), med noen få planter av soleinøkkerose (*Nuphar pumila*).

Øst for Rønningen er det et myrparti som i ytre del har sumpvegetasjon på flytetorv dominert av flaskestarr (*Carex rostrata*) og sennegrass (*Carex lasiocarpa*), med rikelig av elvesnelle (*Equisetum fluviatile*) og myrhatt (*Potentilla palustris*). Kvasstarr (*Carex acuta*) ble også registrert her. Innover går vegetasjon jevnt over i mer myrpreg med torvmose (*Sphagnum* spp.) og noe vrangklomose (*Drepanocladus exannlatus*), men med omtrent samme feltsjikt. Innenfor myra er det sumpbjørkeskog på torvmark. Utenfor starrsumpen er det svært løs, dyaktig bunn. Videre sørover er det spredte flekker med glisne elvesnelle-belter ut til 1 m dybde, samt en stor koloni av vanlig tjønnaks (*Potamogeton natans*) ved Stanes (se lok. V).

Lok. V. Fra S-siden av deltaplattformen (v/ Stanes)

Generelt. Transektet starter fra en liten steinfylling/båtforankringsplass på neset (Stanes). Området er langgrunt utover.

Sumpvegetasjon. Ingen helofyttvegetasjon forekommer i transektet, men det er en elvesnelle-sone litt lengre øst.

Vannvegetasjon. Kortskuddsvegetasjonen utover er dominert av mykt brasmegrass (*Isoetes setacea*), med mindre mengder av pusleplanter, samt innslag av langskuddsvegetasjon (vasspest, *Elodea canadensis* og vanlig tusenblad, *Myriophyllum alterniflorum*). Transektet går utover mot et bestand av vanlig tjønnaks (*Potamogeton natans*).