

Deltaområder som funksjonsområde for fisk – dynamiske systemer og fiskesamfunn

Av Stein Ivar Johnsen, Jon Museth og Odd Terje Sandlund

Stein I. Johnsen er cand.scient. og forsker. Jon Museth er dr.scient. og seniorforsker. Odd Terje Sandlund er dr.philos. og seniorforsker. Alle er forskere ved Norsk institutt for naturforskning (NINA).

Summary

Title: Freshwater deltas as function areas for fish – dynamic systems and fish communities

Developed in the transition zone between rivers and lakes, freshwater deltas constitute vital habitats for several freshwater fish species during different parts of their lifespan. The environmental conditions in the delta areas are very unstable due to the high spatio-temporal habitat heterogeneity caused by the pulsing stream flow and alternating water level in the lake. Seasonal studies on how these changing environments affect biodiversity and changes at the population level of freshwater fish are rare. The fish community in the Åkersvika delta areas was surveyed 10 times with an electrofishing boat during the period 10 April – 22 September 2014. A total of 13 species were recorded, and the fish community displayed a large variation in density, size distribution and diversity during the season. The delta area in Åkersvika is a vital spawning and nursery habitat for several fish species inhabiting Lake Mjøsa, but seems to be of less importance as an overwintering habitat.

fysiske miljøet i elvedeltaene er svært dynamisk gjennom året, som følge av varierende vannføring i tilløpselvene og varierende vannstand i innsjøen. I tillegg kommer stedvis rask temperaturøkning og biologiske suksjonsmønstre, der vannvegetasjon spiller en viktig rolle. Det har vært gjennomført noen undersøkelser for å fange opp endringer i fiskesamfunnet med tanke på tetthet, artsantall og størrelsesgrupper av fisk i slike områder over år (f.eks. Brabrand 2002), men svært få undersøkelser har fulgt utviklingen nøye gjennom året.

Deltaområdet i Åkersvika ved Hamar ble undersøkt ved bruk av elektrofiskebåt 10 ganger i perioden 10.4-22.9.2014. Det ble registrert 13 fiskearter, og undersøkelsen viser en svært stor variasjon i tetthet og størrelsesfordeling av ulike fiskearter gjennom året. Ut i fra fangstene kan vi konkludere med at Åkersvika er en nøkkelbiotop for en rekke av Mjøsas fiskearter og er spesielt viktig som gyte- og oppvekstlokalitet. Området synes imidlertid å være mindre viktig som overvintringsområde.

Sammendrag

Innlandsdeltaer, i overgangen mellom elv og innsjø, er viktige områder for ulike livsstadier til mange fiskearter. Flere arter bruker disse områdene til gyting og som oppvekstområder. Det

Innledning

Deltaområder får en kontinuerlig tilførsel av næringsrike sedimenter fra områder høyere opp i vassdraget. Dette medfører at denne naturtypen er biologisk svært produktiv. I tillegg til gode

næringsforhold fører den stadige endringen i vannføring, vannstand og temperatur til at habitatstrukturen er svært dynamisk i tid og rom (Resh mfl., 1988, Poff mfl., 1997, Naiman mfl., 2008). Dette har ført til at elvesletter og deltaområder er svært artsrike (Tockner og Stanford, 2002), med arter som har tilpasset seg et miljø som alternerer mellom flom og tørke (Lytle og Poff, 2004).

I 2011 gjorde Johnsen mfl. (2011 a og b) en oppsummering av statusen til elvedeltaene som inngår i den Norske elvedeltabasen (<http://elvedelta.miljodirektoratet.no/>). Av de totalt 250 deltaene som inngår i databasen er det omtrent like mange ferskvannsdeltaer (innlandsdeltaer) og brakkvannsdeltaer. Omkring én tredjedel av deltaene (84 av 250) ligger helt eller delvis innenfor naturreservater, og 15 av deltaene er vurdert som så verdifulle for arter av våtmarksfugl at de er omfattet av Ramsarkonvensjonen. I forhold til graden av menneskelig påvirkning (vassdragsreguleringer, flomvern, grusuttak, arealendringer m.m.) er 136 deltaer vurdert til å være lite påvirket, mens 109 deltaer er moderat påvirket av menneskelig aktivitet. Inkluderer man de 40 deltaene som ikke er innlemmet i elvedeltabasen, er 45 deltaer større enn 0,25 km² ansett for å være så påvirket at de har mistet mange av sine opprinnelige kvaliteter, og ikke lenger kan klassifiseres som intakte økosystemer. Et viktig problem når det gjelder arealpåvirkningen på elveslettene og elvedeltaene er at påvirkning skjer gradvis gjennom bit for bit-utbygginger uten at hvert enkelt inngrep i seg selv synes å utgjøre en trussel mot økosystemet.

Elvedeltaer er viktige i ulike deler av livssyklusen til mange fiskearter. Flere arter bruker disse områdene til gyting og som oppvekstområder (Pethon, 1998, Johnsen, 2004, Museth mfl., 2010, Johnsen mfl., 2014). For flere fiskearter er vannføring og vannstand «signaler» til å starte vandringer i ulike faser av livshistorien. Dette kan være gytevandring opp i elver, utvandring fra elv til innsjø/hav eller nærings- og gytevandring fra elv eller innsjø til deltaområder (Junk mfl., 1989, Sparks, 1995). For elvelevende fisk er det vist at enkelte arter avtar i tetthet hvis tilgangen til flomslettene blir begrenset (Finger

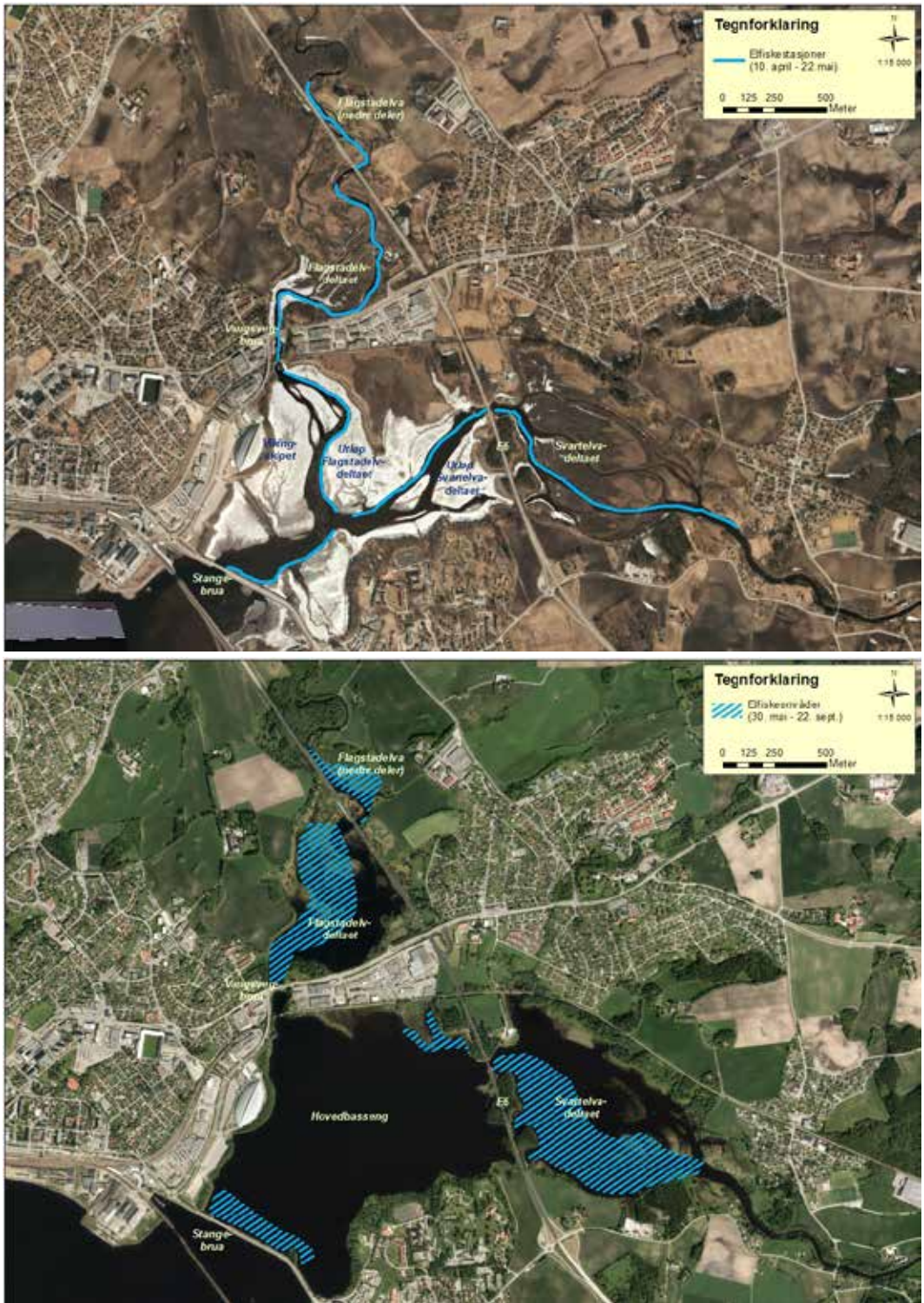
& Stewart, 1987). Det samme er trolig også tilfelle for innsjølevende fiskearter, da særlig hvis tilgangen på denne typen habitater er begrenset.

I forbindelse med utvidelsen av ny E6 ble fiskesamfunnet i Åkersvika i Hamar kommune undersøkt vår, sommer og høst (Johnsen mfl., 2014). Hensikten med undersøkelsen var å undersøke ulike fiskearters bruk av deltaet gjennom vekstsesongen som gyte-, oppvekst- og ernæringsområde. I denne artikkelen beskriver vi de store endringene i fiskesamfunnet med tanke på antall fisk, antall arter og størrelsesgrupper, og diskuterer utfordringer ved overvåking og klassifisering av fiskesamfunn etter vannforskriften i slike systemer.

Materiale og metoder

Områdebeskrivelse

Åkersvika naturreservat ble opprettet i 1974, med utvidelser i 1984 og 1992. Formålet med denne fredningen var å bevare et viktig våtmarksområde med tilhørende plantesamfunn, fugleliv og annet dyreliv som naturlig er knyttet til området, særlig av hensyn til områdets betydning som raste- og hekkeområde for våtmarksfugl. Åkersvika naturreservat ble oppført på den norske lista over internasjonalt viktige våtmarksområder da Norge tiltrådte Ramsarkonvensjonen i 1974. Flagstadelva og Svartelvas deltaområder er begge registrert i elvedeltabasen som henholdsvis middels og lite berørt (<http://elvedelta.miljodirektoratet.no/>). I tillegg til å ha stor verdi for fugl er også Åkersvika et nøkkelhabitat for fisk. Av Mjøsas 20 fiskearter (niøye medregnet, Sandlund mfl., 1985) er 16 arter registrert i Åkersvika (Kjellberg mfl., 1994, Museth mfl., 2010). Det er flere årsaker til at disse fiskeartene vandrer mellom Åkersvika og Mjøsa til forskjellige tider av året. Noen er tilfeldige gjester, noen vandrer mellom Mjøsa og tilløpselvene Svartelva og Flagstadelva, mens et større antall arter bruker Åkersvika som gyte- og oppvekstområde. Særlig vår og forsommer foregår det derfor betydelige vandringer inn i Åkersvika (Museth mfl. 2010). Store deler av Åkersvika er tørrlagt gjennom vinteren, da det kun er tilsiget fra Flagstadelva og Svartelva som renner gjennom deltaområdet i relativt veldefi-



Bilde 1. Kart over undersøkellesstasjoner og områder for elbfiske i perioden 10. april - 22. mai (øverst), og 30. mai - 22. september (nederst).

nerte elveløp. Etter hvert som vannstanden i Mjøsa og vannføringen i elvene øker utover våren og forsommeren blir en stadig større del av deltaflatene vanddekket, se bilde 1. Flagstadelva og Svartelva er også kjente gytelokaliteter for storørret.

Materiale og metoder

Det ble gjennomført forsøksfiske med elektro-fiskebåt (Smith-Root) 10 ganger i perioden 10.4.-22.9.2014. Båten er utstyrt med en 25 hk vannjetmotor, og har flat bunn slik at den kan brukes på svært grunne områder. I forkant av båten henger anodeelektroder (stålvaier) fritt ned i vannet. Ved elfisket fungerer båtens skrog som katode. Når strømmen slås på (likestrøm) oppstår et elektrisk strømfelt rundt hver anode. Feltet har en horisontal rekkevidde på ca. 5 m og vertikal rekkevidde på 2-3 m. Pulserende likestrøm (60 Hz) produseres fra en 7.5 GPP pulsator ved hjelp av et 7,5 kW aggregat i båten. Strømstyrken er på 1 – 3 A (justeres etter vannets ledningsevne) og spenningen er på 1000 V. Den største forskjellen i forhold til tradisjonelt elfiske er at rekkevidden er større fordi man ikke er avhengig av å vade i vannet og pga. flere anoder som øker størrelsen på det effektive strømfeltet. Les mer om elfiskebåtens egenskaper og bruksområder i Museth mfl. (2013).

De første fem feltrundene ble det kjørt relativt like transsektorer fra gang til gang, se bilde 1. Etter hvert som vannstanden steg, økte det vanddekte arealet betraktelig og vanddypet på de transsektene som ble kjørt på de første fem rundene ble for stort til at det kunne fiskes effektivt. De fem siste feltrundene ble gjennomført i de samme områdene fra gang til gang, selv om den nøyaktige plasseringen til transsektene varierte på grunn av endringene i det vanddekte arealet (se Johnsen mfl., 2014 og bilde 1). Vannstanden varierte med nær fire meter fra tidlig april og til maks vannstand mot slutten av mai. Etter dette sank vannstanden med ca. en meter til starten av juli, se figur 2. Totalt ble det fisket i 823,8 minutter fordelt på 10 ulike datoer, tabell 1. Antall minutter representerer den faktiske tiden som pulsatoren var i drift, dvs. tiden det var

strøm i vannet, og viser total fiskeinnsats. Den relative tettheten av fisk ble beregnet som antall fisk fanget per minutt båtelfiske (CPUE).

Fisken som ble fanget under elektrofisket ble håvet opp av to personer i front av elfiskebåten. Fisken ble deretter plassert i baljer med friskt vann. Ved vanddybder > 2 m er fangbarheten redusert, som følge av dårligere sikt og vanskeligheter med å manøvrere håvene på dypt vann.

All fisk ble artsbestemt og det ble gjort en vurdering av kjønnsmodning og gytestatus. Vurderingen av kjønn og gytestatus ble gjort etter en tredelt skala. Stadium 1 ble gitt hvis det var mulig å bestemme kjønn ved ytre kjennetegn uten at det ble observert melke eller rogn. Dette kan f.eks være forekomst av gytevorter hos karpefisk, gytedrakt og form på buk, underkjeve og gattåpning hos laksefisk og abbor. Stadium 2 ble gitt hvis det ble observert rennende melke eller rogn ved forsiktig stryking langs buken, se bilde 2. Stadium 3 ble gitt hvis det kun ble observert rester etter rogn ved stryking og/eller at buken var veldig løs, som følge av at rogn var lagt (veldig tydelig for abbor). Enkelte individer av de ulike artene ble også avlivet og åpnet for å kontrollere de visuelle observasjonene på levende fisk. Med unntak av disse ble all fisk satt tilbake i vannet etter undersøkelsene.

Med unntak av en del årssunger og ettåringer av mort ble all fisk også lengdemålt. Av de mindre individene av mort ble det lengdemålt et utvalg individer mens resten ble talt opp. I perioden fra 22.5.14 til 28.8.14 var det svært mange årssunger og ettåringer av karpefisk og abbor, og det ble prioritert å kun fange et utvalg av disse for å få gjennomført feltarbeidet. Således vil fangst per innsatsenhet ikke gi et riktig bilde av den relative tettheten for fisk mindre enn 10 cm. I tillegg til fangstdata var visuelle observasjoner av småfisk (stimer av yngel) viktige for å beskrive fiskesamfunnet i Åkersvika.

Resultater

På de 10 ulike feltrundene ble det totalt fanget 2 678 fisk fordelt på 13 arter, tabell 1 og figur 1. I perioden 10. april - 9. mai var den relative tettheten av fisk lav, og varierte mellom 0,2 og 0,4



Bilde 2. Hunnabbor med rennende rogn fanget den 22.5.2014 i Åkersvika.

fisk per minutt båtelviske (CPUE). I denne perioden ble det heller ikke fanget fisk større enn 10 cm. Fra og med 22. mai ser vi at fisk over 10 cm utgjør en mindre andel av totalfangsten. Tettheten av fisk mindre enn 10 cm er i tillegg kraftig underrepresentert i fangstene da den er mindre fangbar, og særlig fordi det kun ble håvet opp håndterbare mengder fisk av denne størrelsen. Et spesifikt fiske etter stimer med småfisk ville ført til veldig store fangster. Basert på observasjoner (og fangster) konkluderer vi med at Åkersvika i liten grad blir benyttet som overvintringsområde for liten fisk. Stimer av ettårig (1+) karpefisk (særlig mort) og abbor vandret inn i Åkersvika rundt midten/slutten av mai. Rundt midten av juni ble det observert årsyngel (0+) i enorme mengder. Det meste av liten karpefisk hadde forlatt Åkersvika mellom 28. august og 22. september. Det ble heller ikke fanget eller observert liten karpefisk eller abbor i Åkersvika tidligere enn 9. mai, tabell 1.

Mens den relative tettheten av fisk var lav frem til rundt midten av mai, var fangstene dominert av harr, gjedde og vederbuk. Disse tre artene utgjorde 78,8 % av fangstene i perioden 10. april – 9. mai 2014. Fra og med 22. mai til 13. juni kom gytefisk av både abbor, mort, brasme og laue så vel som stimer med småfisk dominert av mort og abbor inn i Åkersvika, og dominansforholdet endret seg kraftig. Disse fire artene utgjorde 94,2 % av fangstene i denne perioden. Under elbåtfiske 4. juli og 28. august ble 12 forskjellige arter fanget, figur 1. I perioden fra slutten av august og til siste feltrunde 22. september gikk den relative tettheten av fisk kraftig ned, særlig fordi ungfisken hadde forlatt Åkersvika, tabell 1. Unntaket var årsunger og ettåringer av gjedde som fortsatt var tallrike i vannvegetasjonen.

Til tross for lave tettheter tidlig om våren var det en god sammenheng mellom forekomst/innvandring av de ulike artene og gytetidspunkt.

Dato	Antall min effektivt båtelviske	Antall fisk fanget	CPUE (totalt)	CPUE (fisk>10 cm)	Observasjoner* (liten fisk/stimer)
10.04.14	71,5	29	0,4	0,4	Ingen
23.04.14	85,9	14	0,2	0,2	Ingen
30.04.14	96,1	25	0,3	0,3	Ingen
09.05.14	97,2	33	0,3	0,3	Ingen
22.05.14	107,4	379	3,5	2,7	Flere stimer (1+)
30.05.14	72,7	369	5,1	4,3	Flere stimer (1+)
13.06.14	87,9	307	3,5	2,0	Store mengder 0+
04.07.14	51,8	684	13,2	4,1	Mye (0+/1+)
28.08.14	70,7	662	9,4	2,6	Mye (0+)
22.09.14	82,8	177	2,1	1,5	Ingen stimer med 0+
Totalt	823,8	2679			

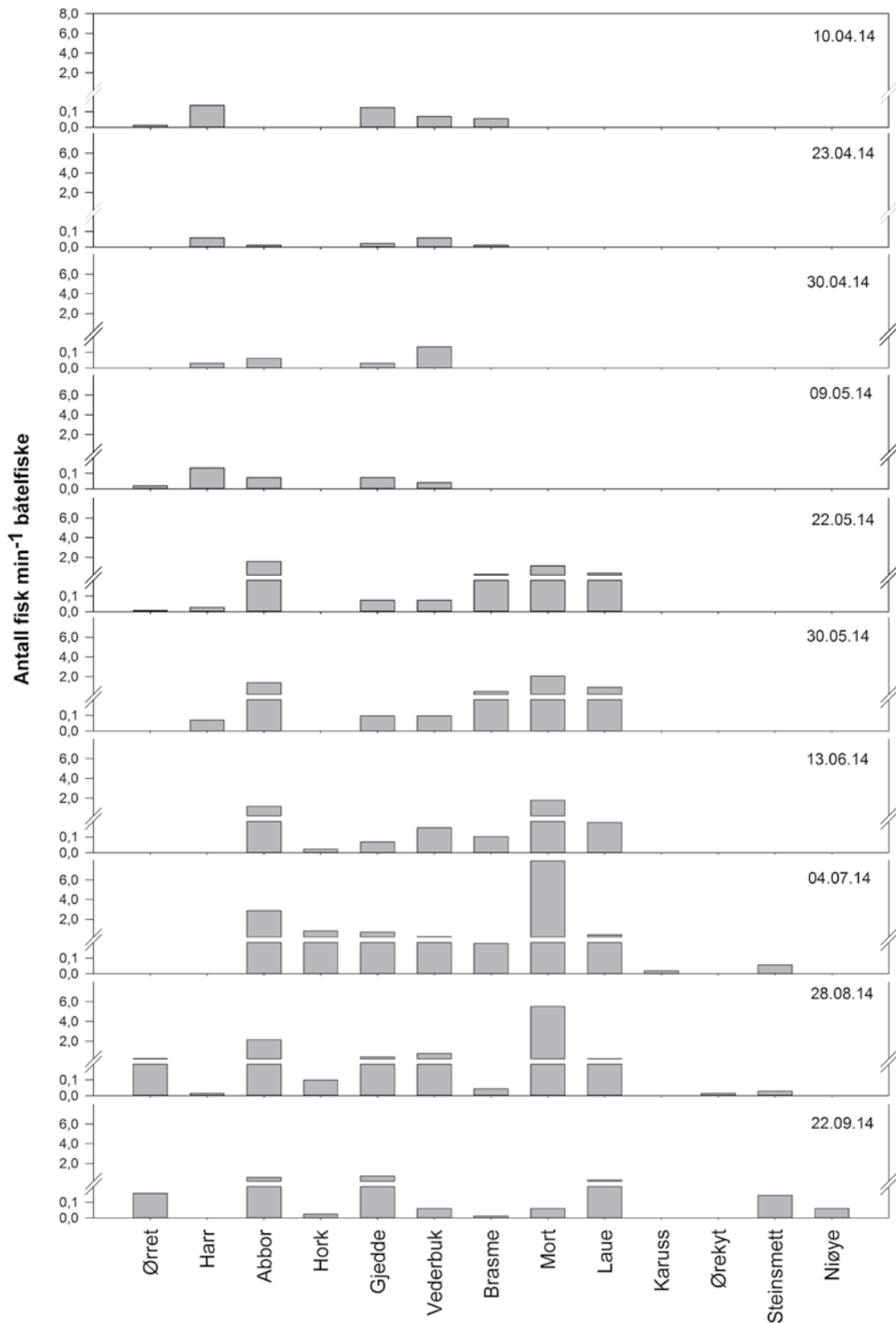
Tabell 1. Oversikt over antall minutter effektivt båtelviske, antall fisk fanget og antall fisk over og under 10 cm fanget per minutt båtelviske (CPUE) fordelt på ulike datoer i 2014. * Stimene med små fisk var kraftig dominert av mort, men det ble også observert store stimer av liten abbor. Til tross for en kraftig dominans av mort og abbor i småfiskstimene, besto stimene også av liten vederbuk, brasme og noe laue. Hentet fra Johnsen mfl. (2014).

Harr, vederbuk og gjedde er alle blant de artene som gyter tidlig, med harr i slutten av april, vederbuk i overgangen april/mai og gjedde fra starten av mai, figur 2. Harren gyter trolig ikke i deltaområdet, men ble trolig fanget på vei opp til gyteområdene i Flagstadelva og Svartelva. Gjedd er avhengig av tilgang til oversvømmet vegetasjon under gytingen, og det var derfor noe overraskende at det ble fanget hunngjedder med rennende rogn før vannstanden i Mjøsa for alvor begynte å øke. Imidlertid var den relative tettheten av gytende hunngjedder størst 30. mai, samme dato som vannstanden i Mjøsa kulminerte, figur 2.

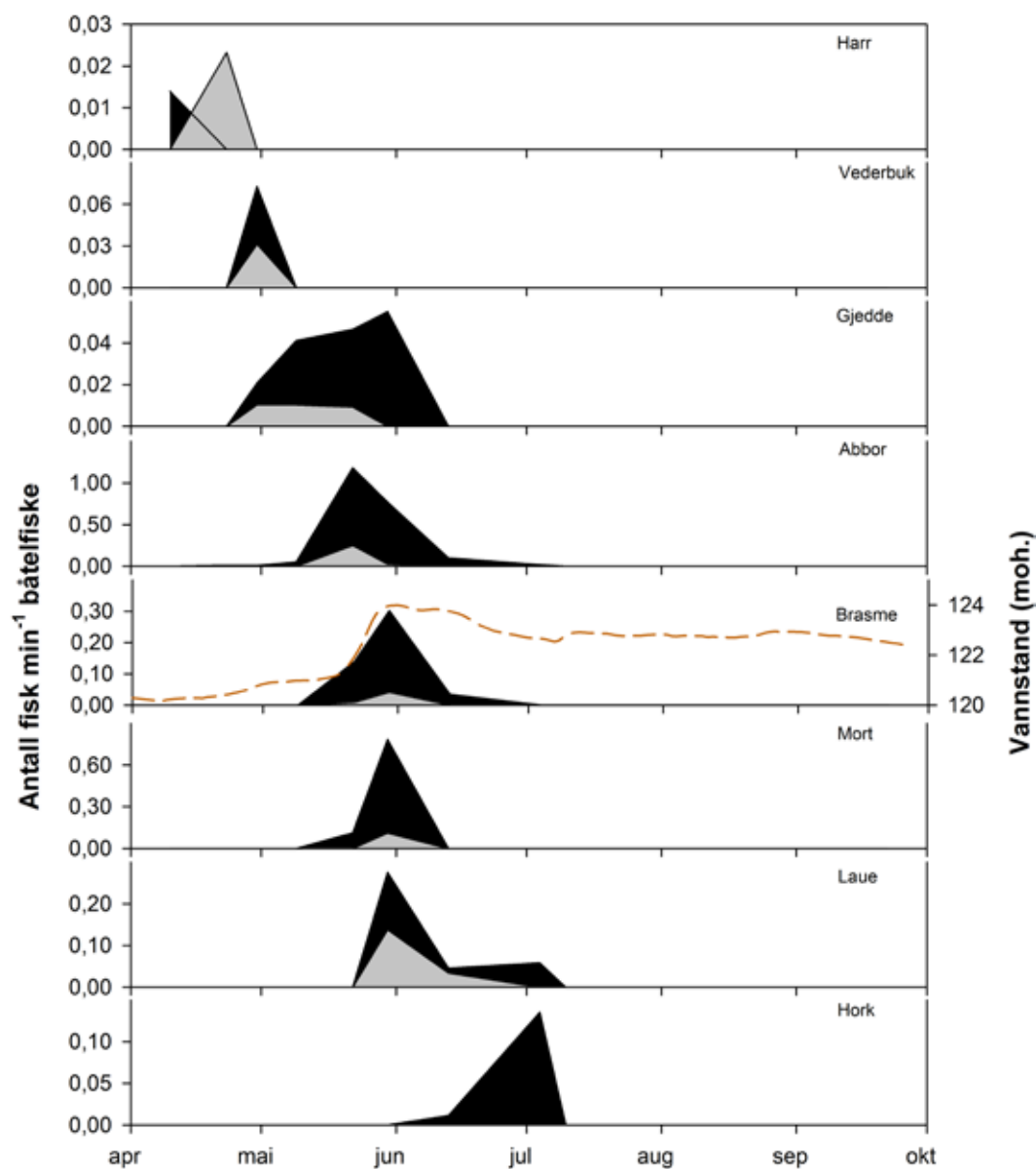
Fra midten av mai økte både diversiteten og observerte tettheter av fisk betydelig, og store mengder gytefisk av abbor, mort, laue og brasme ble fanget. I denne perioden ble det også fanget ungfisk (ett- og toåringer) og observert flere stimer med småfisk av karpefisk og abbor. Denne innvandringsbølgen falt sammen med en kraftig økning i vannstanden, noe som tyder på at økende vannstand kan ha induisert innvandring av både gytefisk og småfisk av de samme artene. Det er imidlertid vanskelig å skille effek-

ten av økende temperatur og vannstand, da disse parameterne er sterkt korrelert i denne perioden. Da mange av artene som bruker Åkersvika er avhengig av vegetasjon til både gyting og skjul antas det at vannstanden er svært viktig, selv om det er et kjent fenomen at vannstemperatur inducerer gyting (Northcote, 1995). Abbor gyte noe tidligere enn mort, laue og brasme, og gytingen syntes å være ferdig i slutten av mai. Mort, laue og brasme var alle i full gyteaktivitet rundt månedsskiftet mai/juni, noe som sammenfalt med høyeste vannstand omkring kote 124,0 moh., figur 2. I 2005 ble det i Åkersvika fanget gytende abbor, brasme og gjedde den 21. juni, ved en vannstand på kote 122,4 (Museth og Rustadbakken, 2005). Temperaturen påvirkes veldig av om vannet fra Mjøsa eller elvene dominerer i deltaområdet, og den sene gytingen dette året skyldtes trolig at Mjøsa ble fylt sent opp, samtidig som det viser at flere av fiskeartene er fleksible med hensyn til gytetidspunkt.

Gytefisk av hork ble fanget første gang den 13. juni, og det virket som om gytingen skjedde mellom midten av juni og starten av juli. Det ikke fanget hunner av hork med rennende rogn,



Figur 1. Antall individer per minutt båtelfiske for ulike arter av fisk fanget i Åkersvika i 2014. Hentet fra Johnsen mfl. (2014).



Figur 2. Relativ tetthet av hanner (svart) og hunner (grå) med rennende melke og rogn av ulike arter fanget i Åkersvika i perioden 10. april – 22. september 2014. Vannstandsutviklingen i Mjøsa i 2014 er vist i figuren med brasme. Hentet fra Johnsen mfl. (2014).

men det ble funnet en utgytt hunnfisk den 4. juli, figur 2. Med unntak av ett individ ble hork utelukkende fanget i steinfyllingen ved Stangebrua eller i Flagstadelva.

Diskusjon

Dynamisk system

Totalt sett viser denne undersøkelsen at forekomst, relativ tetthet (CPUE) og størrelsesfordeling hos de ulike fiskeartene at Åkersvika representerer et komplekst og dynamisk system

i forhold til de ulike artenes tidspunkt for innvandring, utvandring, gyting og bruk av Åkersvika som oppvekst- og ernæringsområde.

Resultatene viser at tidlig på våren, i perioden 10. april til 9. mai, var antall fiskearter og tettheten av fisk lav. Dette samsvarer godt med resultatene fra en mindre undersøkelse som ble gjort i samme område i 2009 (Museth mfl., 2010). Fangstene i 2014 var dominert av harr, gjedde og vederbuk, med et lite innslag av brasme og abbor. Vannstanden i Mjøsa i denne perioden lå mellom 120,25 – 120,98 moh. Det ble ikke observert eller fanget ungfisk av karpfisk, abbor eller gjedde i denne perioden, og vi konkluderer med at Åkersvika har mindre betydning som overvintringsområde for fisk. Unntaket er enkelte steinfyllinger knyttet til Stangebrua og Vangsvogbrua hvor det ble fanget og observert en del små mort under undersøkelsen i 2009 (Museth mfl., 2009). Hovedårsaken til at den mindre fisken forlater Åkersvika er trolig at det er mer gunstige temperaturforhold i Mjøsa utover høsten og vinteren. I tillegg er det begrensede skjulmuligheter, da tilgang på skjul i strandsona og vannvegetasjonen avtar med synkende vannstand. Fare for innesperring og mindre næring er trolig også viktige faktorer. Lave tettheter generelt (med unntak av liten gjedde) og ingen observasjoner av småfiskstimer 22. september, underbygger også at fisken forlater Åkersvika om høsten og overvintrer i Mjøsa.

Som nevnt tidligere synes innvandringen av liten karpfisk, abbor og gjedde også å være temperatur- og vannstandsavhengig, og fra og med den 22. mai ble det observert mange stimer med ettårig og toårig småfisk. Fra og med midten av juni ble relativt nyklekket årsyngel observert i enorme mengder (trolig dominert av abbor og mort). Mange stimer av årsyngel, og ettårig og toårig fisk ble observert til og med den 28. august. Åkersvika er derfor et viktig oppvekstområde (ernæring og skjul) for mange arter gjennom sommeren. I tillegg til at store områder med vegetasjon (potensielt skjul) settes under vann, utvikles vannvegetasjonen og produksjonen av næringsdyr utover i sesongen.

Til tross for lave tettheter tidlig om våren var



Bilde 3. Mort på gytevandring inn i Åkersvika. Bildet er tatt fra Stangebrua 19. mai 2005. Ifølge Huitfeldt-Kaas (1918) gikk morten opp i Svartelva for å gyte omkring 25. mai eller sitat: "Naar heggeblomsten begynner å springe ut gaar sørennen (mort) op i Svartelven, det er et gammelt merke som aldri slår feil" (foto: J. Museth).

det en god sammenheng mellom innvandring av de ulike artene og gytetidspunkt. Tettheten av større individer av f.eks. abbor, mort, brasme, laue og vederbuk synes å avta etter gyting, og trolig er Åkersvika et mindre viktig ernæringsområde for stor fisk av disse artene.

Viktig å bevare forbindelsen mellom innsjø og deltaområdene

Elvesletter og elvedelta er viktige i ulike deler av livssyklusen til mange fiskearter, og flere arter bruker disse områdene til gyting og som oppvekstområder (Pethon, 1998, Johnsen, 2004, Museth mfl., 2010, Johnsen mfl., 2014). I tillegg er norske elvedelta generelt en svært truet naturtype, og de er bare sporadisk tidligere blitt undersøkt i forhold til tilstand og inngrep (<http://elvedelta.miljodirektoratet.no/>, Johnsen mfl., 2011).

Når det gjelder menneskelige inngrep er det svært viktig å opprettholde den økologiske forbindelsen (konnektiviteten) mellom deltaområdet, tilløpselv og innsjø. Tiltak som reduserer fiskens muligheter til fritt å vandre mellom Mjøsa og Åkersvika vil ha alvorlige konsekvenser for fiskesamfunnet i innsjøen, og bryter med

kravene i vannforskriften. Det er et tett gjensidig forhold mellom fiskesamfunnet i Mjøsa og Åkersvika. Deltaområdet i Åkersvika har trolig stor betydning for et flertall av fiskeartene i Mjøsa. I tillegg er fiskevandringene, gytingen og yngelforekomstene viktig for næringsstrukturen og energiomsetningen i deltaområdet.

Konklusjon

Våre undersøkelser viser at det i Åkersvika er en voldsom endring i artsantall, tetthet og størrelsesfordeling av de ulike fiskeartene gjennom året. Åkersvika må betraktes som en nøkkelbiotop for en rekke fiskearter som i store deler av året oppholder seg i Mjøsas hovedbasseng. Dynamikken i dette deltaområdet gir store utfordringer ved overvåking. Målsettingen med overvåking må imidlertid nettopp være å overvåke denne sesongmessige dynamikken for å hindre skadelige inngrep, eventuelt for å kunne sette inn tiltak for å hindre en negativ utvikling. For å overvåke fiskesamfunnet i slike systemer kreves det tilstrekkelig med ressurser for å fange opp de store endringene innen og mellom år. For eksempel varierte gytetidspunktet for abbor med flere uker fra undersøkelsen i 2005 (Museth og Rustadbakken, 2005) og undersøkelsen i 2014 (Johnsen mfl., 2014).

Av hensyn til vannforskriftens krav kan ikke Åkersvika betraktes som en egen vannforekomst, men derimot som en nøkkelbiotop for en lang rekke av Mjøsas fiskearter og dermed som en del av vannforekomsten Mjøsa. Vannforskriften stiller strenge krav til at den økologiske konnektiviteten skal bevares slik at fisk kan gjennomføre sine vandring mellom gyte-, oppvekst- og overvintringsområder. Det er derfor helt sentralt å bevare konnektiviteten mellom Mjøsa, Åkersvika og innløpselvene. Enhver begrensning av denne konnektiviteten vil kunne føre til redusert økologisk status både for Mjøsa og for Svartelva og Flagstadelva.

Referanser

Brabrand, Å. 2002. Miljøfaglige undersøkelser i Øyeren 1994-2000: Langtidsutvikling og forvaltning av fiskesamfunn. Rapp. Lab.Ferskv. Økol. Innlandsfiske, Universitet i Oslo, 207, 89 s.

Finger, T. R. and E. M. Stewart. 1987. Responses of fishes to flooding regime in lowland hardwood wetlands. pp. 86-92, figs., tables In: W. J. Matthews and D. C. Heins (eds.), Community and evolutionary ecology of North American stream fishes. University of Oklahoma Press, Norman, Oklahoma.

Johnsen, S. 2004. Kartlegging av viktige leveområder for karpefisk, abbor, hork og gjedde i Gudbrandsdalslågen, fra Harpefossen til utløp i Mjøsa. Fylkesmannen i Oppland, miljøvernnavdelingen. Rapp. nr. 2/04, 31 s + vedlegg.

Johnsen, S.I. & Museth, J. 2011. Lokal forvaltning av flomsletter i Norge – Flomdempende tiltak, biodiversitet og klimaendringer. I: Kelman, I. (Ed). Tilpasning til ekstremvær under klimaendring-er i norske kommuner. CIENS-rapport 4-2011.

Johnsen, S.I., Museth, J. & Dokk, J.G. 2014. Vurdering av Åkersvika som funksjonsområde for fisk - Effekter av vegbygging og foreslåtte miljøtiltak - NINA Rapport 1074.

Johnsen, S.I., Museth, J., Schartau, A.K., Barton, D.N., Fangel, K., Erikstad, L. & Dervo, B.K. 2011. Local flood-plain management in Norway under climate change: Flood risk reduction and biodiversity conservation. pp. 113-132, in Kelman, I. (Ed) 2011. Municipalities Addressing Climate Change: A Case Study of Norway. Nova Publishers

Junk, W.J., Bayley, P.B. and Sparks, R.E. (1989), "The flood pulse concept in river-floodplain systems", Can. Spec. Publ. Fish. Aquat. Sci, Vol. 106: 31-48.

Kjellberg, G., Solheim R. & Wold O. 1994. Forslag til kompensasjonstiltak i Åkersvika. Konsekve-nutredning. Norsk institutt for vannforskning. Rapport 3140. 45 s.

Lytle, D.A. & Poff, N.L. 2004. Adaptation to natural flow regimes. Trends in Ecology & Evolution, 19(2): 94-100.

Museth, J., Johnsen, S.I. & Kraabøl, M. 2010. Planlagt terskel i Åkersvika - Vurdering av fiskevan-dringer om våren i forhold til tidspunkt og vannstand i Mjøsa - NINA Rapport 562, 18 s.

Museth, J. & Rustadbakken, A. 2005. Fiskesamfunnet i Åkersvika – befaringsrapport fra prøvefiske den 20.-21. juni 2005. Høgskolen i Hedmark/Naturkompetanse. Rapport, 8 sider + vedlegg.

Museth, J., Johnsen, S. I., Kraabøl, M., Dokk, J. G. & Skurdal, J. 2013. Overvåking av fiskesamfunn i store vassdrag etter vannforskriften. Vann 2013 (2) s. 205-216

- Naiman, R.J., Latterell, J.J., Pettit, N.E. & Olden, J.D.** 2008. Flow variability and the biophysical vitality of river systems. *Comptes Rendus Geoscience*, 340(9-10): 629-643.
- Northcote, T.G.** 1995. Comparative biology and management of arctic and European grayling (*Salmonidae*, *thymallus*). *Reviews in fish biology and fisheries*, 5(2): 141-194.
- Pethon, P.** 1998. *Aschehougs store fiskebok* (4 utg.). Aschehoug.
- Poff, N.L., Allan, J.D., Bain, M.B., Karr, J.R., Prestegard, K.L., Richter, B.D., Sparks, R.E. & Stromberg, J.C.** 1997. The natural flow regime. *Bioscience*, 47(11): 769-784.
- Resh, V.H., Brown, A.V., Covich, A.P., Gurtz, M.E., Li, H.W., Minshall, G.W., Reice, S.R., Sheldon, A.L., Wallace, J.B. & Wissmar, R.C.** 1988. The role of disturbance in stream ecology. *Journal of the North American Benthological Society*, 7(4): 433-455.
- Sandlund, O.T., T.F. Næsje, L. Klyve & T. Lindem** 1985. The vertical distribution of fish species in Lake Mjøsa, Norway, as shown by gill net catches and echo sounder. *Rep. Inst. Freshwat. Res. Drottningholm* 62: 136-149.
- Tockner, K. & Stanford, J.A.** 2002. Riverine flood plains: present state and future trends. *Environmental Conservation*, 29(3): 308-330.