

1074 Vurdering av Åkersvika som funksjonsområde for fisk

NINA Rapport

Effekter av vegbygging og foreslåtte miljøtiltak

Stein I. Johnsen, Jon Museth & John Gunnar Dokk



NINAs publikasjoner

NINA Rapport

Dette er en elektronisk serie fra 2005 som erstatter de tidligere seriene NINA Fagrapport, NINA Oppdragsmelding og NINA Project Report. Normalt er dette NINAs rapportering til oppdragsgiver etter gjennomført forsknings-, overvåkings- eller utredningsarbeid. I tillegg vil serien favne mye av instituttets øvrige rapportering, for eksempel fra seminarer og konferanser, resultater av eget forsknings- og utredningsarbeid og litteraturstudier. NINA Rapport kan også utgis på annet språk når det er hensiktsmessig.

NINA Temahefte

Som navnet angir behandler temaheftene spesielle emner. Heftene utarbeides etter behov og serien favner svært vidt; fra systematiske bestemmelsesnøkler til informasjon om viktige problemstillinger i samfunnet. NINA Temahefte gis vanligvis en populærvitenskapelig form med mer vekt på illustrasjoner enn NINA Rapport.

NINA Fakta

Faktaarkene har som mål å gjøre NINAs forskningsresultater raskt og enkelt tilgjengelig for et større publikum. De sendes til presse, ideelle organisasjoner, naturforvaltningen på ulike nivå, politikere og andre spesielt interesserte. Faktaarkene gir en kort framstilling av noen av våre viktigste forskningstema.

Annen publisering

I tillegg til rapporteringen i NINAs egne serier publiserer instituttets ansatte en stor del av sine vitenskapelige resultater i internasjonale journaler, populærfaglige bøker og tidsskrifter.

Vurdering av Åkersvika som funksjonsområde for fisk

Effekter av vegbygging og foreslåtte miljøtiltak

Stein I. Johnsen
Jon Museth
John Gunnar Dokk

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. 44 s.

Lillehammer, oktober 2014

ISSN: 1504-3312

ISBN: 978-82-426-2693-6

RETTIGHETSHAVER

© Norsk institutt for naturforskning

Publikasjonen kan siteres fritt med kildeangivelse

TILGJENGELIGHET

Åpen

PUBLISERINGSTYPE

Digitalt dokument (pdf)

REDAKSJON

Stein I. Johnsen & Jon Museth

KVALITETSSIKRET AV

Odd Terje Sandlund

ANSVARLIG SIGNATUR

Administrerende direktør Norunn S. Myklebust

OPPDRAGSGIVER(E)

Asplan Viak / Statens Vegvesen

KONTAKTPERSON(ER) HOS OPPDRAGSGIVER

Jan Martin Ståvi (Asplan Viak)

FORSIDEBILDE

Stein I. Johnsen

NØKKEWORD

- Norge, Hedmark, Hamar, Åkersvika
- Ørret, harr, gjedde, abbor, karpefisk, steinsmett, niøye
- Undersøkelse av fiskesamfunn
- Effekt av vegbygging og miljøtiltak

KONTAKTOPPLYSNINGER

NINA hovedkontor

Postboks 5685 Sluppen
7485 Trondheim
Telefon: 73 80 14 00
Telefaks: 73 80 14 01

NINA Oslo

Gaustadalléen 21
0349 Oslo
Telefon: 73 80 14 00
Telefaks: 22 60 04 24

NINA Tromsø

Framsenteret
9296 Tromsø
Telefon: 77 75 04 00
Telefaks: 77 75 04 01

NINA Lillehammer

Fakkalgården
2624 Lillehammer
Telefon: 73 80 14 00
Telefaks: 61 22 22 15

www.nina.no

Sammendrag

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. 44 s.

I forbindelse med utarbeidelse av reguleringsplan for E6 mellom Kåterud og Arnkvern og Rv 25 Disen - Åker i Hamar kommune er det gjennomført flere naturfaglige registreringer og undersøkelser i Åkersvika naturreservat. Blant annet skal flere av undersøkelsene gi oppdatert kunnskap for å kunne gi en samlet vurdering av den økologiske tilstanden for selve vannforekomsten i Åkersvika naturreservat. Denne rapporten oppsummerer registreringene som er gjort på deltema «fiskefauna». Hovedfokuset i dette arbeidet har vært å belyse:

- Ulike fiskearters bruk av Åkersvika gjennom året (gyte-, oppvekst- og ernæringsområde)
- Sammenhengen mellom vannstand, temperatur, strømningsforhold og tidspunktet for innvandring og gyting i 2014
- I tillegg er det gjort en ekspertvurdering av hvilken betydning fiskesamfunnet har for Åkersvika som økosystem.

I løpet av ti ulike tidspunkt i perioden 10. april – 22. september 2014 ble det ved båtelfiske påvist 13 ulike fiskearter i denne undersøkelsen. Totalt sett viser dette at forekomst, relativ tetthet (CPUE) og størrelsesfordeling til 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.

Utvidelse av E6 vil føre til arealbeslag og inngrep i et verdifullt våtmarksområde. Inngrepet vil legge beslag på betydelig mer land- enn vannarealer. Vi observerte at de fleste artene, bl.a. abbor, gjedde, mort, laue, brasme og vederbuk, gytte på oversvømt mark og vegetasjon over store deler av Åkersvika. Gytinga var derfor ikke knyttet til enkeltlokaliteter eller spesielt sjeldne habitattyper. Vi vurderer det dithen at tilgangen til gytearealer for disse artene fortsatt vil være tilfredsstillende etter utvidelse av E6. Andre arter gyter på områder med spesielle habitatkarakteristika, bl.a. harr og ørret som gyter på rennende vann.

Det viktigste tiltaket for fiskefaunaen i forbindelse med E6-prosjektet er å opprettholde den økologiske forbindelsen (konnektiviteten) mellom Mjøsa og de ulike delene av Åkersvika. Tiltak som reduserer fiskens muligheter for fritt å vandre mellom Mjøsa og Åkersvika vurderes som alvorlig for fiskesamfunnet. Verdien av Åkersvika for fiskesamfunnet i Mjøsa og fiskesamfunnets betydning for økosystemet i Åkersvika vurderes som svært stor. Åkersvika er trolig den enkeltlokaliteten som i dag har størst betydning for å opprettholde et livskraftig og artsrikt fiskesamfunn i Mjøsa.

Ut i fra generell økologisk kunnskap er vi skeptiske til tiltak som søker å skape stabilitet i et dynamisk økosystem som Åkersvika. Etablering av vannstandsmanøvrerende terskler vurderes som negativt for fiskesamfunnet, og den vurderte nytteverdien for fugl bør derfor være stor for å gjennomføre et slikt tiltak. Hvis det besluttes å etablere faste vannstandsmanøvrerende terskler vil det være nødvendig å etablere fiskepassasjer i tilknytning til disse uansett terskelhøyde. I planleggingen må man ta høyde for at fallgradienten i fiskepassasjene ikke overstiger 1:30, dvs. en fiskepassasje på utsiden av en terskel på Stangebrua på kote 121.7 vil bli minimum 70 m lang. Alternativt bør det utredes muligheter for å manøvrere vannstanden innenfor med en regulerbar terskel slik at denne reduseres fra ettervinteren og fram til de første fiskeartene starter innvandringen i begynnelsen av april. På dette tidspunktet bør vannstanden innenfor terskelen være så lav at fisken kan svømme fritt inn. En slik terskel bør derfor utstyres med en bunnluke. Dette alternativet vurderes som minst skadelig for fisk.

Hvis utvidelsen av E6 blir i østlig retning gjennom Flagstadelvdeltaet vil det være nødvendig å konstruere et nytt elveløp for de nedre deler av Flagstadelva. Det vil i så tilfelle være viktig at

det nye elveløpet konstrueres slik at det ikke dannes vandringshindre for fisk. Legges E6 i vestlig retning vil konsekvensen være noe tapt gyteareal for arter som er avhengig av vegetasjon og oversvømt mark, men som nevnt ovenfor anser vi gytearealene for disse artene som tilfredsstillende også etter utvidelsen av E6.

Det bør legges vekt på å utforme nye vegkanter slik at det skapes variasjon og naturlige habitater, dvs. ikke steinfyllinger. Utvidelse av E6 kan medføre fare for økt forurensing, men dette forutsettes løst gjennom oppsamling av overvann og andre tiltak.

I forhold til anleggsfasen er trolig den mest kritiske perioden for fisk i forbindelse med de omfattende gytevandringene om våren (starten av mai – midten av juni), og gytevandringene til ørret opp i elvene om høsten (fra midten av august og ut september). Anleggsarbeid som sterkt påvirker artenes vandringsmuligheter fra hovedbassenget og opp i Svartelvedeltaet og opp Flagstadelva i disse periodene bør unngås så langt det er praktisk gjennomførbart.

Stein Ivar Johnsen, stein.ivar.johnsen@nina.no

Jon Museth, jon.museth@nina.no

John Gunnar Dokk, john.gunnar.dokk@nina.no

Adresse (alle): Fakkelgården, 2624 Lillehammer

Innhold

Sammendrag	3
Innhold	5
Forord	7
1 Innledning	8
2 Bakgrunn	9
2.1 Flomsletter – Artsrike og truede.....	9
2.2 Flomsletter og fisk.....	10
3 Områdebeskrivelse	11
3.1 Mjøsa.....	11
3.1.1 Mjøsreguleringene.....	11
3.2 Åkersvika.....	12
3.3 Fiskesamfunnet i Mjøsa og Åkersvika.....	12
4 Materiale og metoder	14
4.1 Elfiskebåten.....	14
4.2 Analyse av fisk.....	14
4.3 Temperatur og vannstand.....	16
4.4 Ekspertvurdering av fiskesamfunnets betydning for Åkersvika.....	17
4.5 Vurdering av fiskevandring i forhold til etablering av terskler.....	17
5 Resultater	18
5.1 Artsfordeling og fangst per innsats.....	18
5.2 De enkelte artene.....	20
5.2.1 Harr.....	20
5.2.2 Ørret.....	20
5.2.3 Gjedde.....	20
5.2.4 Abbor.....	22
5.2.5 Hork.....	24
5.2.6 Vederbuk.....	24
5.2.7 Mort.....	26
5.2.8 Brasme.....	27
5.2.9 Laue.....	29
5.2.10 Andre arter.....	30
5.3 Sammenligning av fisketettheter i ulike områder i Åkersvika.....	30
5.4 Vannstand og vanntemperatur.....	31
5.4.1 Vannstand i Mjøsa i forhold til planlagt terskelhøyde i Åkersvika.....	31
5.4.2 Variasjon i tidspunkt for vannstandsheving.....	31
5.4.3 Variasjon i tidspunkt for vannstandsreduksjon.....	32
5.4.4 Trender i tidspunkt for heving og reduksjon av vannstand i Mjøsa.....	33
5.4.5 Alternative terskelhøyder.....	33
6 Diskusjon	35
6.1 Fiskesamfunnet i Åkersvika.....	35
6.2 Betydningen av fiskesamfunnet for Åkersvika som økosystem.....	38
6.3 Effekter av vannstandsmanøvrerende terskler.....	38
6.3.1 Avbøtende tiltak for fisk ved etablering av terskler.....	40
6.3.1.1 Terskelhøyde.....	40
6.3.1.2 Fiskepassasjer.....	40

6.3.1.3 Senking av vannstand om våren.....	41
6.4 Vegtiltakets konsekvenser for Åkersvika	41
6.5 Anbefalinger og konklusjoner	41
7 Referanser	43
8 Vedlegg.....	45

Forord

I forbindelse med utlysning av prosjektet for “Reguleringsplan for E6 Kåterud-Arnkvern» inngikk Norsk institutt for naturforskning (NINA) et samarbeid med Asplan Viak om utredninger knyttet til deltema “fiskefauna”. Prosjektgruppa i NINA har tidligere gjennomført enkle undersøkelser av fiskesamfunnet i Åkersvika, men det er i 2014 ca. 100 år siden forrige større beskrivelse og kartlegging av fiskesamfunnet i Åkersvika ble gjennomført av Hartvig Huitfeldt-Kaas.

Vi har i løpet av prosjektet vært 10 dager i Åkersvika i perioden 10. april og 22. september 2014, og feltinnsatsen har derfor vært relativt stor.

Vi vil takke Jan Martin Ståvi og Olav Schou Knutsen i Asplan Viak for å velge NINA som underleverandør på dette prosjektet og for godt samarbeid underveis.

Flere personer har deltatt som mannskap på elfiskebåten i løpet av prosjektet og vi retter en stor takk til Jan Teigen (selvstendig næringsdrivende), Håkon Berg Sundet (Fylkesmannen i Hedmark), Frode Næstad (Høgskolen i Hedmark), Yennie Bredin og Line Wold (NINA) for hjelp med feltarbeidet.

Lillehammer, oktober 2014

Jon Museth
Forskningssjef/prosjektleder

1 Innledning

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 Svartelva sine deltaområder er begge registrert i elvedeltadatabasen som henholdsvis middels og lite berørt (www.elvedeltabasen.no). I tillegg til å ha stor verdi for fugl er også Åkersvika et nøkkelhabitat for fisk. Av Mjøsas 20 fiskearter (niøye medregnet) er 16 av disse registrert i Åkersvika (Kjellberg mfl. 1994, Museth mfl. 2010). Disse fiskeartene vandrer mellom Åkersvika og Mjøsa av flere ulike årsaker og til forskjellige tider av året. De fleste artene gyter i selve Åkersvika eller i de tilstrømmende elvene Svartelva og Flagstadelva om våren og forsommeren, og på denne tiden foregår derfor betydelige vandringer inn og ut av Åkersvika.

I forbindelse med planene om utvidelse av E6 langs eksisterende trasé gjennom Åkersvika naturreservat og arbeidet med "Reguleringsplan for E6 Kåterud-Arnkvern" har miljøvernmyndighetene og Statens Vegvesen stilt strenge krav til forundersøkelser og utarbeidelse av avbøtende tiltak. I brev fra Klima- og miljødepartement er det spesifikt nevnt etablering av to terskler under henholdsvis Disen bru for rv. 25 (over Flagstadelvadeltaet) og under brua for E6 ved Kråkholmene (over Svartelvadeltaet). Terskel under Stangebrua nevnes også som en mulighet som bør utredes nærmere. Disse planlagte tersklene er i første rekke vurdert som relevante avbøtende tiltak for fugl. Dette er tiltak som er skissert i et forslag til forvaltningsplan for Åkersvika allerede i 1996. Denne forvaltningsplanen ble initiert av byggingen av Hamar Olympiahall og sentralt i planen var et forslag om å anlegge en vannstandsregulerende bueterskel (kote 121.70) ved Stangebrua mellom Åkersvika og Mjøsa. Formålet var å gjennomføre en permanent heving av vannstanden i reservatet for å etablere et større vanddekt areal om vinteren og våren, samt senke vannets gjennomstrømningshastighet og dermed øke sedimenteringen av næringsstoffer og produksjon av organisk materiale. Det er registrert en nedgang i bunndyrmengdene i Åkersvika i løpet av de siste tiårene. En viktig forklaring på dette er trolig at Mjøsa har blitt betydelig renere.

Målsettingen med dette prosjektet har vært å:

- Få økt kunnskap om hvilke fiskearter som bruker Åkersvika gjennom året som gyte-, oppvekst- og ernæringsområde
- Bedre kunnskapen om sammenhengen mellom vannstand, temperatur, strømningsforhold og tidspunkt for innvandring og gyting
- Gi tilfredsstillende grunnlag for å bidra til å vurdere økologisk status i Åkersvika og utforming (lokalisering, høyde, design) av vannstandsmanøvrerende terskler.

Kunnskapen fra dette prosjektet vil også gi viktig bidrag til utarbeidelse av YM-plan og til prosess med forvaltningsplan og utvidelse av Åkersvika naturreservat, men dette har ikke vært en del av prosjektet som rapporteres her.

2 Bakgrunn

2.1 Flomsletter – Artsrike og truede

Urørte flomsletter som elvedeltaer og elvesletter får en kontinuerlig tilførsel av næringsrike sedimenter fra områder høyere opp i vassdraget. Dette medfører at flomsletter er blant de mest biologisk produktive områdene i verden. I tillegg til gode næringsforhold fører den stadige endringen i vannføring og temperatur til at habitatstrukturen på flomslettene er veldig heterogen i tid og rom (Resh mfl., 1988, Poff mfl., 1997, Naiman mfl., 2008). Dette har ført til at flomslettene 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 svært mange vassdrag har imidlertid det naturlige vannføringsregimet (Poff mfl., 1997) blitt kraftig endret på grunn av damkonstruksjoner og vassdragsreguleringer. Dammer har ført til at forbindelsen i vassdragenes lengderetning (Vannote mfl., 1980) har blitt redusert, og vassdragene har blitt mer fragmentert. I tillegg har vassdragsreguleringer ofte ført til en utjevning av vannføring gjennom året ved å redusere flomtopper og øke vannføringen i perioder med naturlig lite vann (Moyle og Mount, 2007). I tillegg til utjevningen i vannføring har flomverk, vei- og jernbanetraseer nær elvenes hovedløp i flere tilfeller medført at flomsletter helt eller delvis blir avsnørt fra elva, med den konsekvens at utvekslingen av sedimenter, næringsstoffer og organismer reduseres eller stopper opp (Ward og Stanford 1995 a & b). Dette innebærer at den naturlige dynamikken som en gang skapte flomslettene har blitt kraftig forstyrret (Ward mfl., 1999). På grunn av endringer i det naturlige flomregime (Poff mfl., 1997), habitatendringer, forurensing og introduksjon av fremmede arter, er det estimert at opp mot 90 % av flomslettene i Europa og Nord-Amerika har mistet sin opprinnelige økologiske funksjonalitet (Tockner og Stanford, 2002). Som i verden for øvrig, er flomsletter truede naturtyper i Norge, og i Norsk Rødliste for Naturtyper som kom i 2011 er flomsletteelementene kroksjøer, meandrer og flomløp i ferskvann karakterisert som sterkt truet.

Deltaområder og elvesletter

En flomslette kan karakteriseres på ulike måter. Topografisk kan man si at flomsletter er relativt flate og ligger tilknyttet en elv eller bekk. Geomorfologisk kan man si at flomsletter er bygd opp av alluviale avsetninger av leire, silt og sand som har blitt transportert av elva fra høyereliggende områder. Hydrologisk kan man karakterisere flomsletter som alluviale landformer som periodisk blir oversvømt av vann fra hovedløpet. Flomsletten er vanligvis mye bredere enn hovedløpet til elva (Benke mfl. 2000). Man kan dele opp flomslettene i elvesletter og elvedeltaer. Mens elvedeltaer utvikles i overgangen mellom elv til innsjø eller hav, dannes elveslettene i overgangen fra bratte elvepartier til bredere dalbunner med lavere fallgradient. Både elvesletter og elvedeltaer har mange likhetstrekk med tanke på økologiske forhold og grad av menneskelig påvirkning (Junk mfl. 1989). I denne rapporten omtaler vi både elvesletter og elvedeltaer, og som en fellesbetegnelse kan vi kalle dem for flomsletter.

For å øke kunnskapen om norske elvedeltaers status i forhold til tilstand og inngrep ble elvedeltadatabasen (www.elvedeltabasen.no) utviklet, og har siden 1999 blitt brukt over hele landet. Elvedeltabasen inneholder data om 250 elvedeltaer større 0,25 km². I tillegg er det identifisert ca. 40 deltaer som ikke inngår i databasen da de har mistet sin funksjon som naturlige økosystemer (www.miljøstatus.no). Det er også trolig en del elvedelta som ikke er identifisert da de har fullstendig endret karakter på grunn av menneskelig påvirkning. I tillegg finnes det mange elvedelta som er mindre enn 0,25 km² som også representerer verdifulle og sårbare økosystemer. I 2011 ble det gjort en oppsummering av statusen til elvedeltaene som inngår i elvedeltabasen (Johnsen mfl. 2011 a og b). Av de totalt 250 deltaene som inngår i databasen er det omtrent like mange ferskvannsdelta (innlandsdelta) og brakkvannsdelta. Omtrent 1/3 (84 av 250) av deltaene ligger helt eller delvis innenfor naturreservater og 15 av deltaene er vurdert så verdifulle for arter av våtmarksfugl at de er omfattet av Ramsar konvensjonen. I forhold til graden av menneskelig påvirkning (vassdragsreguleringer, flomvern, grusuttak, arealendringer m.m.) er 136 deltaer vurdert å være lite påvirket, mens 109 deltaer er vurdert å være

moderat påvirket av menneskelig påvirkning. Inkluderer man de 40 deltaene som ikke er innlemmet i elvedeltabasen, er 45 deltaer større enn 0,25 km² vurdert å være så påvirket at de har mistet sin funksjon som økosystem. Noe av problemet med arealpåvirkningen på flomslettene er at endringene skjer gradvis gjennom bit for bit utbygginger og at hvert enkelt inngrep i seg selv ikke synes å utgjøre en trussel mot økosystemet.

2.2 Flomsletter og fisk

Flomsletter 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). For flere fiskearter er vannføring og vannstand «signaler» i forhold til initiering av viktige vandringar i ulike faser av livshistorien. Dette kan være gytevandring opp i elver, utvandring fra elv til innsjø/hav eller nærings- og gytevandringar fra elv eller innsjø til deltaområder (Junk mfl. 1989, Sparks 1995). For elvelevende fisk er det vist at enkelte arter vil avta 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.

3 Områdebeskrivelse

3.1 Mjøsa

Mjøsa er Norges største innsjø med et areal på 362 km². Selve innsjøbassenget oppstod ved forkastninger i jordskorpa for ca 250 millioner år siden, og senere istider har i stor grad bidratt til å forme Mjøsas topografi. Ved Minnesund ligger en stor endemorene som fungerer som en naturlig grusdemning som demmer opp Mjøsa. Denne naturlige demningen har i dag en redusert funksjon fordi flere reguleringer har økt Mjøsas normalvannstand og årssamplitude. Nøkkeldata for Mjøsa er gitt i **vedlegg 1**.

3.1.1 Mjøsreguleringene

Den aller første vannstandsreguleringen som er kjent i forbindelse med Mjøsa var ifølge Huitfeldt-Kaas (1917) påtenkt i 1647 av oberst Reichwein. Oppdemningen gjaldt Åkersvika, hvor hensikten var "*nogen gaarders forbedring med inddigning eller dæmning udi Mjøsen til et stykke maskeland (uden nogens præjudits)*". Denne reguleringen ble etter alt å dømme ikke gjennomført.

Mjøsas vannstand ble senere regulert gjennom fire inngrep i form av demninger i Vorma. Den første reguleringen skjedde i 1854-1859 ved Sundfossen, og de tre andre ved Svanfossen. Til sammen har Mjøsreguleringene medført en samlet reguleringsamplitude i Mjøsa på 3,61 meter (**vedlegg 1**). Etter den siste regulering i 1961-1965 varierer vannstanden mellom høyeste regulerte vannstand (HRV) på 123,19 og laveste regulerte vannstand (LRV) 119,58 m.o.h. (**tabell 2.1**). Nedenfor angis kort de ulike trinnene i Mjøsreguleringene.

Trinn 1: Sundfossdammen 1854-1859

Mjøsa ble første gang regulert i 1859 med en dam i Sundfossen ved Eidsvoll. Bakgrunnen var å øke vanndybden i Vorma for å lette helårstrafikk med dampskip mellom Eidsvoll og Mjøsa i Vormas øvre deler opp mot Minnesund. På denne måten kunne den nyetablerte jernbanen fra Oslo korrespondere med dampbåtene til de tre Mjøsbyene og videre frakt av mennesker og gods til Lillehammer og nordover Gudbrandsdalen til Trondheim og andre destinasjoner. Sundfossdammen hevet Mjøsas laveste vannstand med 2,3 meter, og økte dermed den samlede fallhøyden i Vorma fra 1,7 meter til 4 meter.

Trinn 2: Svanfossdammen 1906-1910

Den økende industrielle utviklingen nedover i Glommavassdraget medførte ytterligere behov for å øke vannvolumet i Mjøsa. Ved Kgl. Res. av 10. september 1906 fikk Glommens og Laagens Brukseierforening tillatelse til å bygge en ny dam ved Svanfossen, om lag 13 km nedenfor Sundfoss. Svanfossdammen kunne øke vannstanden i Mjøsa inntil 0,7 meter over tidligere HRV og senke inntil 1,5 meter lavere enn den tidligere LRV. Maksimal reguleringshøyde: 2,20 meter.

Trinn 3: Svanfossdammen 1940-1947

Ny regulering av Svanfossdammen med maksimal reguleringshøyde på 2,86 meter.

Trinn 4: Svanfossdammen 1961-1965

Hittil siste regulering av Svanfossdammen med maksimal reguleringshøyde på 3,61 meter.

3.2 Åkersvika

Åkersvika bukter seg inn fra Mjøsa ved Hamar og både Flagstadelva og Svartelva har sitt utløp i Åkersvika. Åkersvika naturreservat er i første rekke kjent som et viktig rasteområde for fugl (Solheim 1992) og er oppført på den norske lista over internasjonalt viktige våtmarksområder (gjennom Ramsarkonvensjonen i 1974). Naturreservatet består av deltaområder bygget av Flagstadelva og Svartelva. Flagstadelva og Svartelva sine deltaområder er begge registrert i elvedeltadatabasen som henholdsvis middels og lite berørt (www.elvedeltabasen.no). Oppdemmingen av Mjøsa førte til at utbredelsen av grunne deltaområder lengre østover mot de nedre deler av Svartelva og Flagstadelva økte. Åkersvika naturreservat er kraftig påvirket av infrastruktur som veier, jernbane og bebyggelse.

3.3 Fiskesamfunnet i Mjøsa og Åkersvika

Av Mjøsas 20 fiskearter (niøye medregnet, Sandlund mfl. 1985) er 16 registrert i Åkersvika (Kjellberg mfl. 1994). Følgende arter er registrert; ørret, harr, sik, gjedde, abbor, mort, vederbuk, brasme, lake, laue, ørekyt, steinsmett, nipigget stingsild, hork, karuss og niøye. Disse fiskeartene vandrer mellom Åkersvika og Mjøsa av flere ulike årsaker og til forskjellige tider av året. De fleste artene gyter i selve Åkersvika eller i de tilstrømmende elvene Svartelva, Flagstadelva og Finsalbekken om våren og forsommeren, og på denne tiden foregår derfor betydelige vandringer inn og ut av Åkersvika. Sik og lake benytter Åkersvika kun som næringslokalitet om sommeren (Kjellberg mfl. 2004).

På grunn av relativt begrensede grunne områder i Mjøsa forøvrig er trolig Åkersvika, sammen med Lågendeltaet ved Lillehammer, trolig de viktigste gyte- og oppvekstlokalitetene for inntil 16 av Mjøsas 20 fiskearter (Kraabøl & Museth 2008). En forringelse av Åkersvikas økologiske funksjon vil derfor i stor grad kunne påvirke forekomsten av disse artene i Mjøsa for øvrig.

Undersøkelser av fiskesamfunnet i Åkersvika de senere år har vist noe av den komplekse dynamikken i fiskeartenes bruk av Åkersvika (Museth og Rustadbakken 2005, Museth mfl. 2010). Ved lav vannstand tidlig om våren var fiskesamfunnet relativt artsfattig og tettheten av fisk syntes å være lav. Frem mot midten av mai, etter at vannstanden hadde økt betydelig, ble det funnet en markant økning i antall arter og individer (Museth mfl. 2010). En sammenfatning av undersøkelsene i 2005 og 2009 viste at de ulike artene ankommer Åkersvika for å gyte til ulike tider, og at antallet gytefisk er svært høyt.

Det antas at Mjøsreguleringene i betydelig grad har forandret Åkersvikas geografiske omfang og vannstandsforhold gjennom året. Fiskeriene som foregikk før reguleringene var i stor grad basert på gytevandrende arter som ørret, harr, vederbuk og mort (sørenne) i elvene. Dette kan forklare hvorfor Huitfeldt-Kaas (1917) for eksempel ikke nevner brasme i Åkersvika, mens senere prøvefiske har vist at brasme forekommer i store mengder (Museth & Rustadbakken 2005). De vannstrømbaserte fiskeinnretningene i elvene ble sannsynligvis også skadelidende som følge av oppdemmingen av Mjøsa, noe som kan forklare den betydelige nedgangen i fiskeriene som omtales av Huitfeldt-Kaas (1917). Fangstmetoder som utnytter vannstrømmen blir gjerne skadelidende når oppdemming skjer. Dette var i særlig grad gjeldende for drivgarnsfisket i Lågendeltaet ved Lillehammer i forbindelse med Mjøsreguleringene (Kraabøl & Aass 1996; Aass & Kraabøl 1999).

Huitfeldt-Kaas (1917) skrev at fisket i Svartelva og Flagstadelva fortsatt var av betydelig omfang på begynnelsen av 1900-tallet. Imidlertid oppga han fangstutbyttet å være betydelig forringet sammenlignet med tidligere. Vannstandsforholdene i elveosene og i Åkersvika ble sterkt forandret som følge av de to Mjøsreguleringene som til da var gjennomført. I tillegg oppga han at den stadig økende tømmerfløtingen i Svartelva også i stor grad forstyrret utøvelsen av fiskeriene.

Riksarkivar Huitfeldt-Kaas, faren til fiskeribiolog H. Huitfeldt-Kaas, fremla et dokument fra Statholderskabsarkivet i de norske riksarkivene følgende dokument (gjengitt i Huitfeldt-Kaas 1917):

"Fiskeriet i de to elver, der falder i Akersviken ved Hamar, sees at ha fulgt Hamars bispegaard og senere de verdslige lensmænd sammesteds i det 16de aarhundrede. Med disses samtykke hadde Mogens Svale [død i begynnelsen av 1850-årene] og siden hans enke Maren Bjelke, som eiere av Aker, brukt fisket i den nordre aa, og Birgitte Lauritsdatter paa Kaaterud i Stange fisket i den søndre, hvilket sidste tidligere var brukt av Olav Tordsson paa Skattum [i Ridabu, Vang], der var foged hos befalingsmanden paa Hamar gard Otto Andersen [Ulfeldt] [til 1545]. Den gang laa fisket i begge elver til Hamar bispegaard med merder [et slags teine], sloder [et slags kube] og rusestød, og Olav Tordsson lot bygge en fiskebod paa en holme, som kaldes Fiskerholmen mellom de to elver, hvor fiskerne holdt til. Ved lagmannsdom av 29de april 1590 tilkjendtes derfor fisket Hamars bispegaard".

Dette dokumentet viser at Åkersvika eksisterte som et viktig habitat for fisk før Mjøsreguleringene, og at fiskeriene i stor grad var lokalisert i de nedre deler av Svartelva og Flagstadelva. Det er åpenbart at selve Åkersvika var lokalisert lenger ned mot selve Mjøsa enn dagens situasjon. Videre er det grunn til å tro at dagens Åkersvika er preget av større vannstandsvariasjoner enn den var før Mjøsreguleringene, da vannstanden i Mjøsa fulgte naturlige svingninger.

Dokumentet viser også at fangstinnretningene i de to elvene i stor grad var uforandret i flere hundre år. De bestod av merder (teiner), sløder (sløer), kuber (kuper) og rusestød (faststående rammeverk til å feste de nevnte fangstredskaper). Dette viser at fiskeriene i stor grad var basert på oppvandrende gytefisk i de nedre delene av Svartelva og Flagstadelva. Dagens fiske-samfunn i Åkersvika er derfor preget av et større mangfold av arter. Gyting foregår både i til-løpselvene Svartelva og Flagstadelva og på gruntområdene i selve Åkersvika. Det er derfor både strømsterke og strømsvake fiskearter som vandrer inn i Åkersvika.

4 Materiale og metoder

4.1 Elfiskebåten

Det ble gjennomført forsøksfiske med elektrofiskebåt 10 ganger i perioden 10.4-22.9.2014. Båten er utstyrt med en 25 hk motor, har flat bunn og kan derfor brukes på svært grunne områder. I forkant av båten henger to stk. anodeelektroder (stålvaiere) fritt ned i vannet. Ved elfisket fungerer båten som katode. Når strømmen slås på (likestrøm) oppstår et elektrisk strømfelt rundt hver anode. Feltet har en horisontal rekkevidde på 5 m og vertikal rekkevidde på 2-3 m. Pulserende likestrøm (60 Hz) benyttes fra 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 (Museth mfl. 2013).

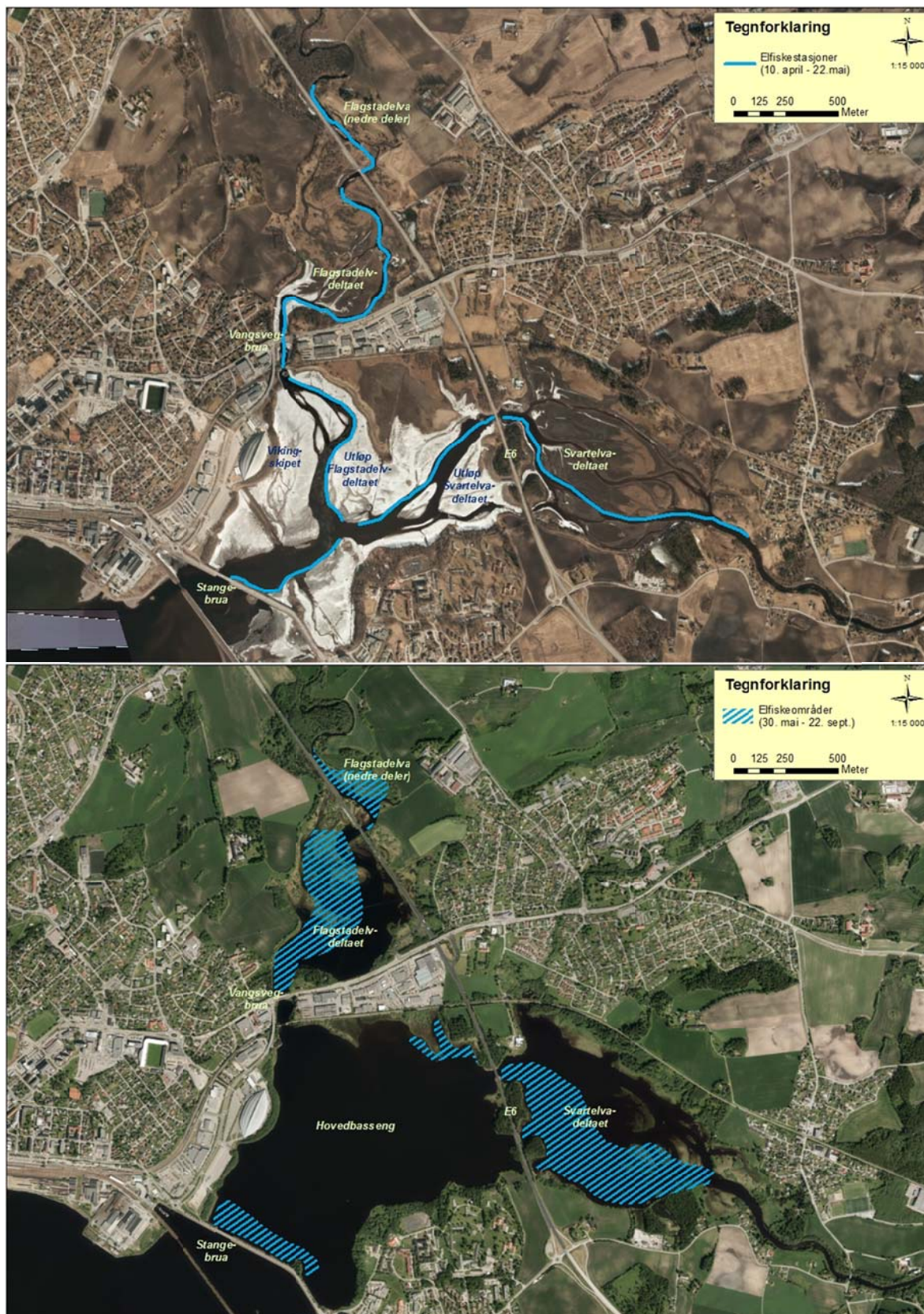
De første fem feltrundene ble det kjørt relativt like transsektorer fra gang til gang. Etter hvert som vannstanden økte endret landskapet seg betraktelig og vanddyppet på de tidligere transsektorene ble for stor til at det kunne fiskes effektivt. Det er imidlertid fisket i de samme områdene fra gang til gang, selv om den nøyaktige plasseringen til stasjonene varierte noe på grunn av endringene i det vanddekte arealet (se **figur 4.1**). Totalt ble det fisket i 823,8 minutter fordelt på 10 ulike datoer (se **tabell 5.1**). Antallet minutter representerer den faktiske tiden som aggregatet (model Smith-Root Electrofisher 7.5 GPP) var i drift, dvs. tiden det var strøm i vannet.

Fiskene som ble fanget under elektrofisket ble håvet opp av to personer som stod 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.

4.2 Analyse av fisk

All fisk ble artsbestemt i tillegg til at det ble gjort en vurdering av kjønnsmodning og gytestatus. Med unntak av et lite antall som ble avlivet for andre analyser ble all fisk satt tilbake i vannet etter undersøkelsene. Med unntak av en del årsunger og ettåringer av mort ble all fisk også lengdemålt. Av de mindre individene av mort ble det lengdemålt et utvalg individer mens resten ble tallet opp. I perioden fra 22.5.14 til den 28.8.14 var det veldig mye årsunger 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 for fisk mindre enn 10 cm ikke gi et riktig bilde av reell tetthet. I tillegg til fangstdata er visuelle observasjoner av småfisk (stimer av yngel) viktige for å beskrive fiskesamfunnet i Åkersvika. Vurderingen av kjønn og gytestatus ble gjort etter en tredelt skala. Stadie 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. Stadie 2 ble gitt hvis det ble observert rennende melke eller rogn ved forsiktig stryking langs buken. Stadie 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.

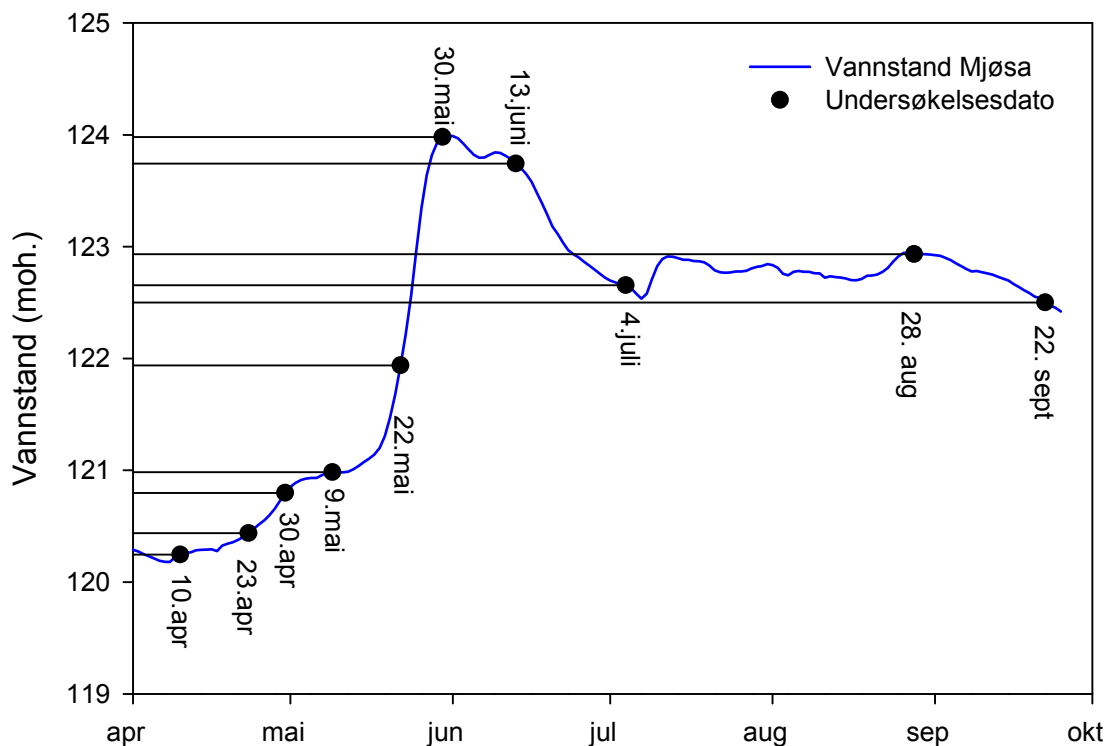
Den relative tettheten av fisk ble beregnet ved å bruke antall fisk fanget per minutt båtelfiske (CPUE).



Figur 4.1 Kart over undersøkelsesstasjoner og områder for elbåtfiske i perioden 10. april - 22. mai (øverst), og 30. mai - 22. september (nederst).

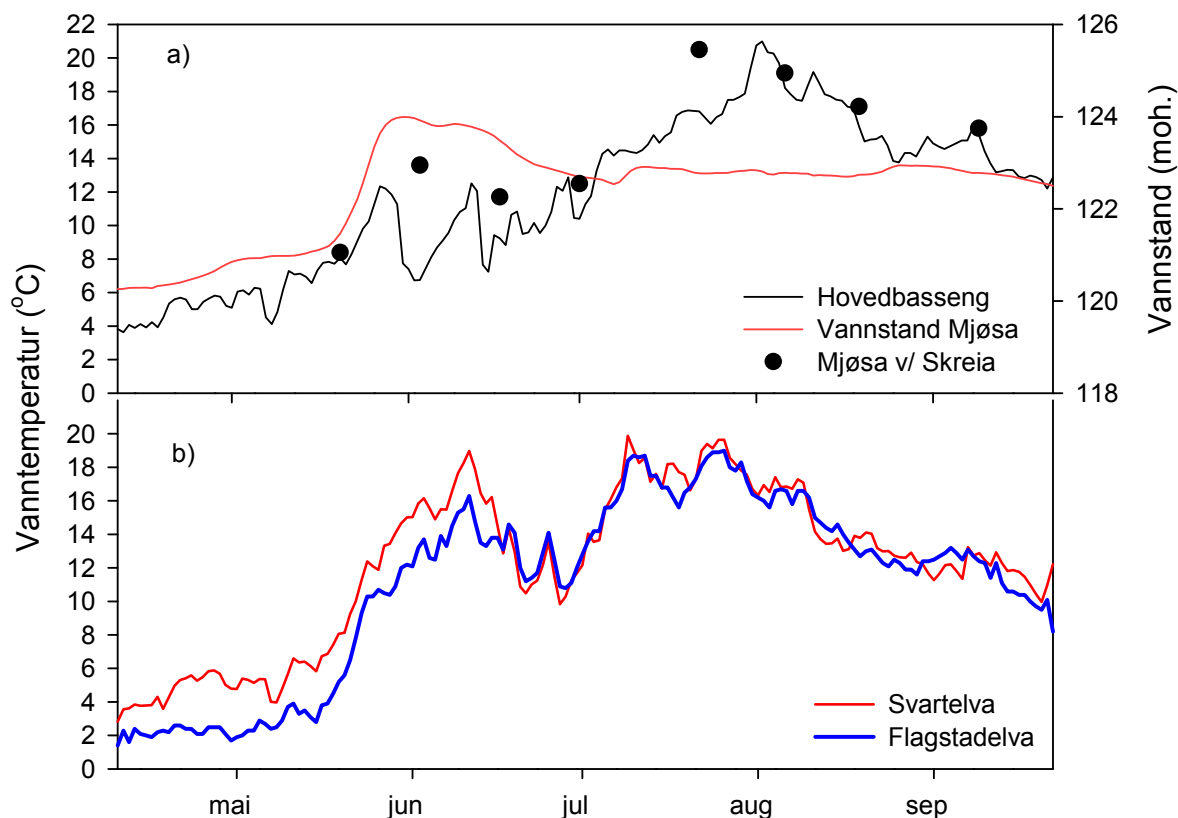
4.3 Temperatur og vannstand

Vannstandsdata fra Mjøsa gjennom undersøkelsesperioden og for perioden 1970-2014 er hentet fra Glommen og Laagens Brukseierforening (GLB). Vannstanden på de ulike undersøkelsesdatoene er gitt i **figur 4.2**.



Figur 4.2. Oversikt over vannstand ved ulike datoer for elbåtfiske i 2014.

Temperaturutviklingen i ulike deler av Åkersvika og tilløpselvene ble fulgt ved å legge ut 3 loggere (model HOBO Pendant – UA-002-64), i Flagstadelva, Svartelva, og i hovedbassenget utenfor Vikingskipet. Temperaturloggeren i Flagstadelva var borte ved endt sesong, men det er hentet inn vanntemperaturdata fra NVE på denne stasjonen. Det er også hentet vanntemperaturmålinger (punktmålinger) fra Mjøsa (NIVA sine data fra Skreia). Vanntemperaturer i de ulike elvene, hovedbassenget i Åkersvika og Mjøsa er vist i **figur 4.3 a og b**.



Figur 4.3 Vanntemperatur i hovedbassenget utenfor Vikingskipet, punktmålinger fra Mjøsa og vannstandskurve for Mjøsa fra 10. april til 22. september i 2014 er gitt i figur a). Figur b) viser vanntemperaturen i Svartelva og Flagstadelva i samme periode.

4.4 Ekspertvurdering av fiskesamfunnets betydning for Åkersvika

Vurderingene rundt fiskesamfunnets betydning for Åkersvika er basert på biologisk kunnskap hentet fra nasjonale og internasjonale studier og egne undersøkelser i Åkersvika.

4.5 Vurdering av fiskevandring i forhold til etablering av terskler

I forhold til vurdering av de foreslåtte tersklene er flere illustrasjoner og sammenligninger gjort i forhold til kote 121,7. Dette fordi dette er den siste konkrete terskelhøyden som er foreslått, og fordi det er nødvendig å ha et referansepunkt for å illustrere utfordringer for fisk knyttet til tersklene. Andre terskelhøyder i forhold til vannstandsutviklingen i Mjøsa og Åkersvika er imidlertid også belyst. I tillegg er det gjort vurderinger i forhold til bruk av regulerbare terskler.

5 Resultater

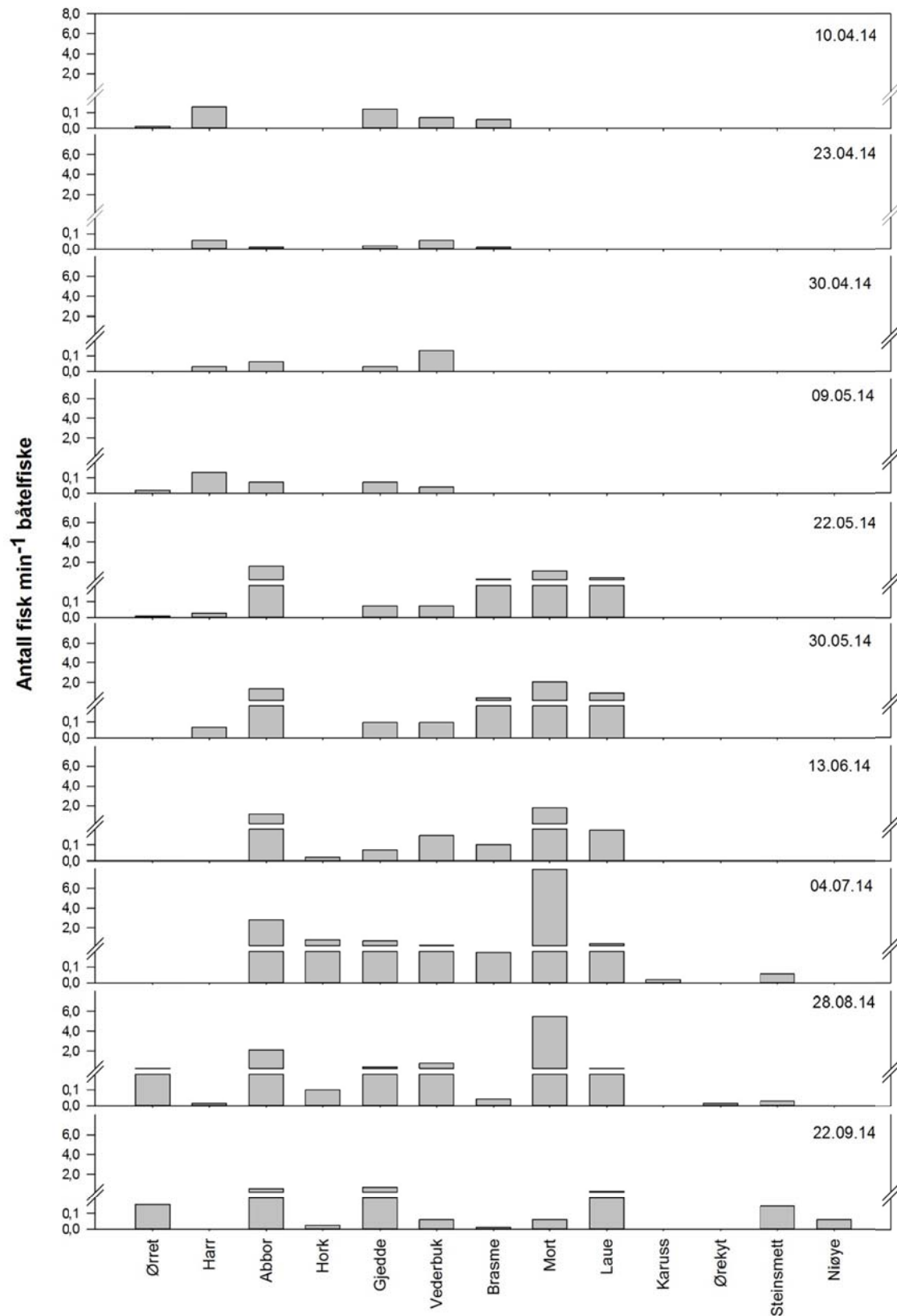
5.1 Artsfordeling og fangst per innsats

På de 10 ulike feltrundene ble det totalt fanget 2 678 fisk fordelt på 13 arter (**tabell 5.1, figur 5.1**). I perioden 10. april - 9. mai var den relative tettheten av fisk lav, og varierte mellom 0,2 og 0,4 fisk per minutt båtelfiske (CPUE). I denne perioden var det heller ingen forskjell i CPUE totalt og CPUE for fisk større enn 10 cm. Dette betyr at det ikke ble fanget småfisk i denne perioden. 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 før etter den 9. mai (**tabell 5.1**).

Tabell 5.1. Oversikt over antall minutter effektivt båtelfiske, antall fisk fanget og antall fisk over og under 10 cm fangst per minutt båtelfiske (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 i småfiskstimene, besto stimene også av liten vederbuk, brasme og noe laue.

Dato	Antall min effektivt båtelfiske	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	Enormt med små 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	2678			

Selv om 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 både gytefisk av abbor, mort, brasme og laue og 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 den 4. juli og 28. august ble 12 forskjellige arter fanget (**figur 5.1**). I perioden fra slutten av august og til siste feltrunde den 22. september gikk den relative tettheten av fisk kraftig ned, særlig fordi ungfisken hadde forlatt Åkersvika. Unntaket var årsunger og ettåring av gjedde som fortsatt var tallrike i vannvegetasjonen. En mer utfyllende beskrivelse av de enkelte artene, og deres bruk av Åkersvika er gitt i kapittel 5.2 og 5.3.



Figur 5.1 Antall individer per minutt båtelfiske for ulike arter av fisk fanget i Åkersvika i 2014.

5.2 De enkelte artene

5.2.1 Harr

Det ble fanget totalt 40 harr i lengdeintervallet 10-39 cm under undersøkelsene i Åkersvika i 2014. Den største relative tettheten ble observert den 23. april og 9. mai, med henholdsvis 0,14 og 0,13 harr per minutt båtelfiske. På dette tidspunktet var ikke Svartelva tilgjengelig for båtelfiske, og det meste av fangstene ble gjort i de nedre deler av Flagstadelva og på Flagstadelvdeltaet. Huitfeldt-Kaas (1917) oppgir at gytevandringen starter i midten av april i Svartelva, og at gyteharren oppholder seg i elva til utgangen av mai. Fangst av hunnharr med rennende rogn den 23. april 2014 (se **figur 6.1**), synes derfor å passe relativt godt med opplysningene til Huitfeldt-Kaas (1917). Vi fant ingen ansamlinger av gytefisk på Flagstaddeltaet eller i de nedre delene av Flagstadelva, og trolig stemmer det at harren går opp i elvene for å gyte. Harren synes å gyte ved svært lave temperaturer, og ved slutten av april var temperaturen i Flagstadelva og Svartelva henholdsvis 2,5 og 5,5 °C (**figur 4.3b**).

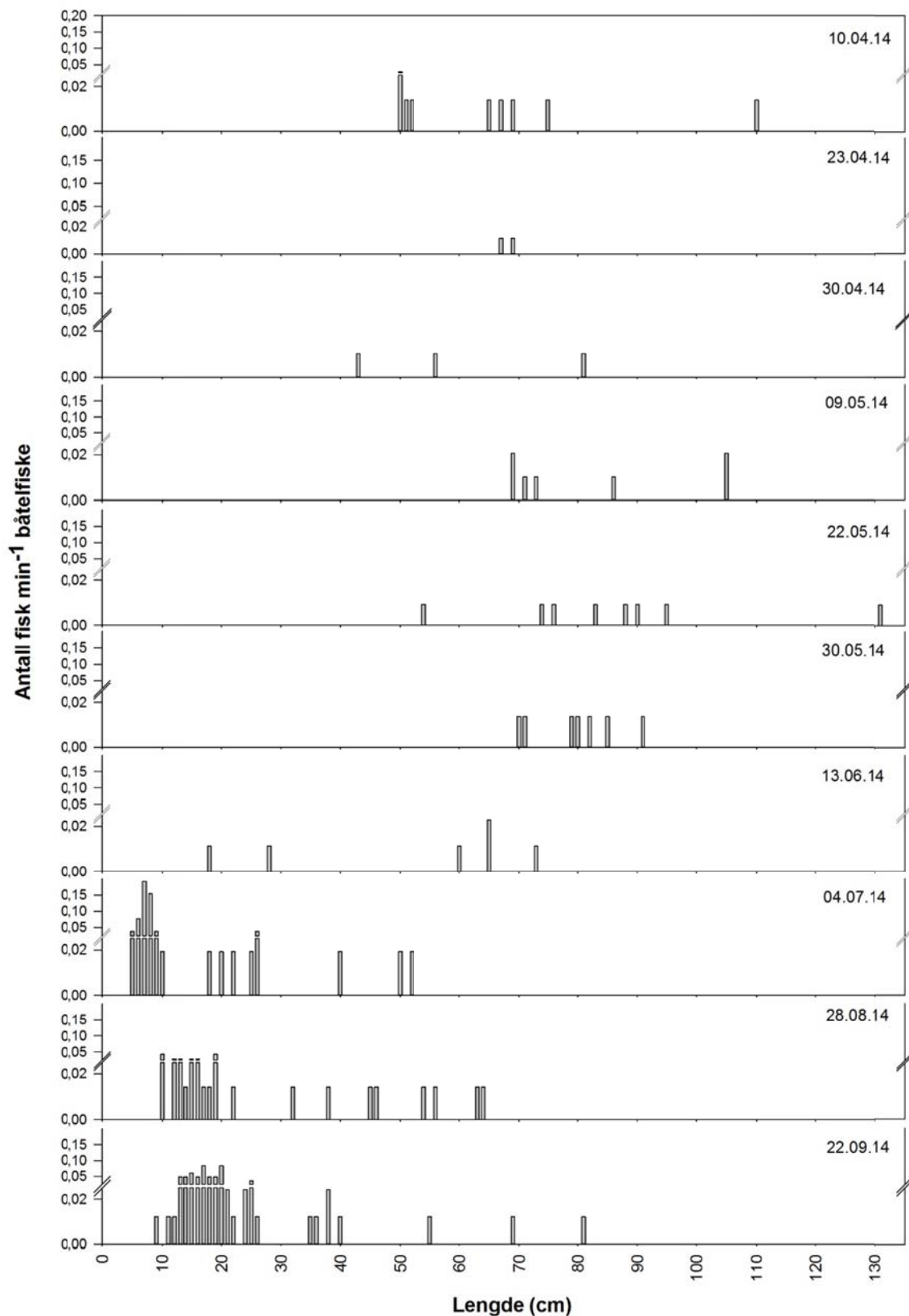
5.2.2 Ørret

Det ble til sammen fanget 33 ørret i lengdeintervallet 7-60 cm under undersøkelsene i Åkersvika i 2014. Ørretbestanden i Flagstadelva er godt kjent gjennom flere år med undersøkelser i regi av Fylkesmannen i Hedmark. Det er en antatt årlig oppgang på rundt 500 gytefisk (med en gjennomsnittlig lengde på rundt 50 cm), og storørreten i Flagstadelva er således en viktig stamme i forhold til Mjøsas totale ørretbestand. Det ble fanget 8 gytefisk av ørret i lengdeintervallet 50 – 60 cm på Flagstaddeltaet den 22. september 2014. Gjennom undersøkelser høyere opp i Flagstadelva den 17. september (et annet prosjekt) ble det fanget seks gytefisk i tilsvarende lengdeintervall, oppgangen av fisk hadde derfor pågått over en lengre tid. Høyst sannsynlig begynner enkelte ørret gytevandringen fra midten av august. Det ble også fanget to gytefisk av ørret på Svartelvadeltaet på vei opp i Svartelva for å gyte. Gytingen var ikke i gang den 22. september, og trolig gyter ørreten rundt midten av oktober i begge elvene. Den 28. august ble det samlet fanget 16 ørret fra 14 – 18 cm. Dette ble antatt å være utvandrende ørret. Da det ikke var undersøkelser i perioden 4. juli til 28. august er det vanskelig å si hvor lenge utvandringen hadde pågått, men dette er et interessant funn da det ikke ble fanget utvandrende ørret tidligere på våren/forsommeren. Kraabøl & Museth (2008) antok blant annet at ungfisk av ørret vandret hurtig ut i perioder med flom og dårlig sikt i vannet for å redusere predasjonsfaren. Kjellberg mfl. (2004) antok også at utvandrende ungfisk av ørret gikk ut om våren.

5.2.3 Gjedde

Det ble totalt fanget 163 gjedde i lengdeintervallet 5-131 cm (**figur 5.2**) under undersøkelsene i Åkersvika i 2014. Frem til 13. juni ble det kun fanget større gjedde, og med unntak av en gjedde på 43 cm var alle over 50 cm. Den 4. juli kommer årsyngelen for første gang inn i fangstene, med lengder fra 5-10 cm. Vi ser av lengdefordelingen hvordan årsyngelen vokser utover sesongen og ved siste registreringsdato (22. september) er trolig de største årsungene over 20 cm (**figur 5.2**).

Da gjedde er avhengig av oversvømt vegetasjon under gytingen, var det noe overraskende at det ble fanget hunngjedde med rennende rogn før vannstanden i Mjøsa for alvor økte på. Hvis man ser på gytende hanngjedder så var imidlertid den relative tettheten av disse høyest den 30. mai (**figur 6.1**), samme dato som vannstanden i Mjøsa kulminerte. Som en kuriositet kan det nevnes at det den 22. mai ble tatt en delvis utgytt hunngjedde på hele 131 cm. Dette er den nest lengste gjedda som er tatt i Norge, og den var seks cm lenger enn den tidligere rekorden i Mjøsa.



Figur 5.2 Antall gjedde fanget per minutt båtelfiske fordelt på ulike lengdeklasser i Åkersvika i 2014.

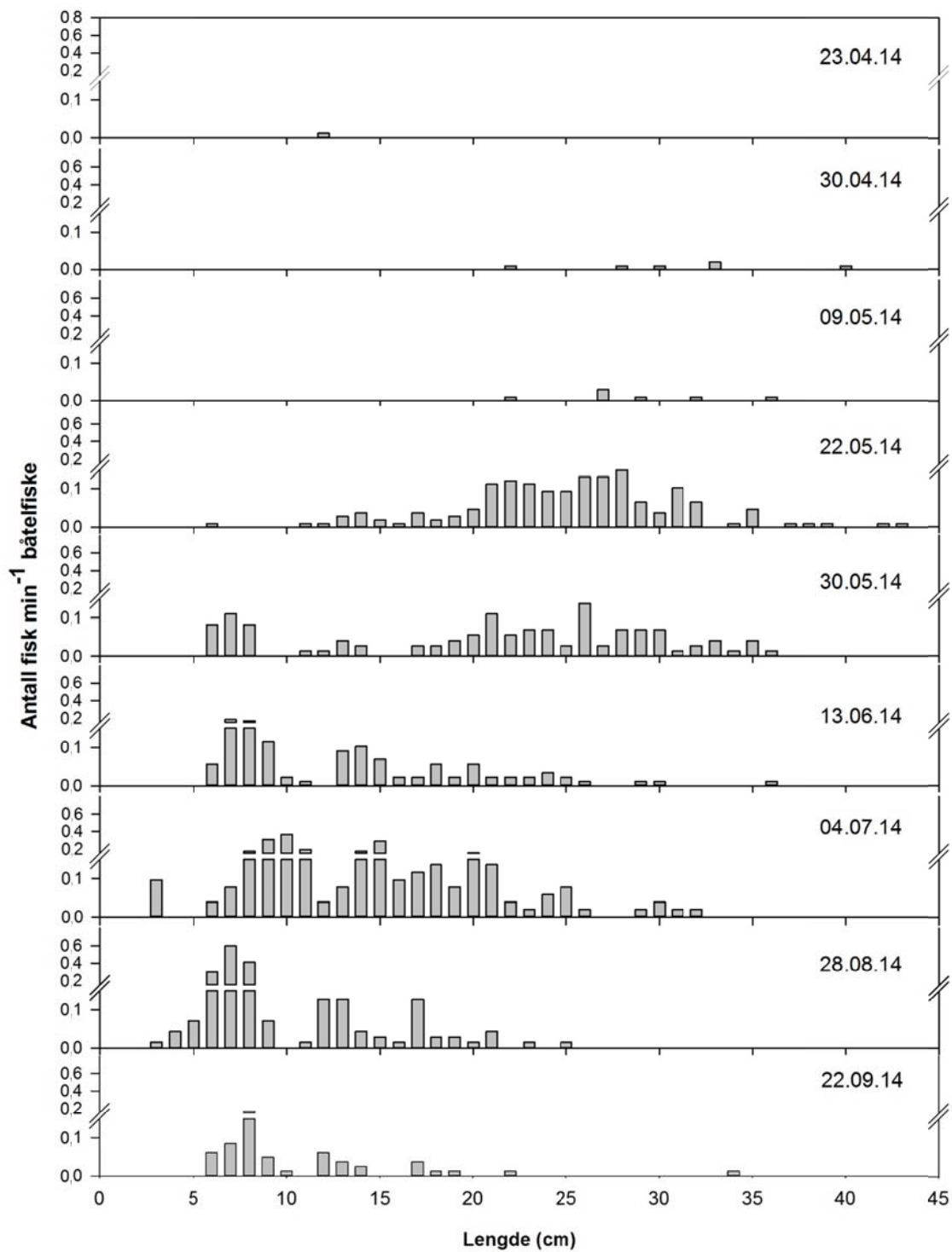
5.2.4 Abbor

Det ble totalt fanget 731 abbor i perioden 10. april – 22. september 2014. Den første abboren ble fanget den 23. april, men den relative tettheten av abbor var lav (CPUE= 0 - 0,07) frem til den 22. mai (**figur 5.1 og 5.3**). Den 22. mai endret bildet seg betraktelig, og gytingen var i full gang. Gytende abbor utgjorde ca. 94 % av abboren som ble fanget denne datoen og CPUE økte til 1,56. Det ble også fanget noen få hunnabbor med rennende rogn (se **bilde 5.1**) den 30. mai, men de fleste av hunnene var utgytt og gyteaktiviteten avtakende. Hanner med rennende rogn ble observert fra 23. april til den 4. juli (se også **figur 6.1**). Gytefisken fordelte seg i lengdeintervallet 12-43 cm for hanner og 19-42 cm for hunnene. Temperaturen under gytingen lå i intervallet 7-11 °C.

Fra og med den 30. mai økte innslaget av abbor under 10 cm og i intervallet 10-20 cm, mens antall og andel større abbor gikk ned. Den relative tettheten (CPUE) av abbor > 20 cm falt fra ca. 1,4 den 22. mai til under 0,6 etter den 13.juni (**figur 5.3**). Dette tyder på at større abbor i stor grad forlater Åkersvika etter gyting. Den totale relative tettheten av abbor gikk kraftig ned fra den 28. august til den 22. september. Dette tyder på at abbor i alle lengdeklasser hadde begynt å forlate Åkersvika i løpet av september.



Bilde 5.1. Hunnabbor med rennende rogn fanget den 22. mai. 2014 i Åkersvika (foto: Stein I. Johnsen).



Figur 5.3 Antall abbor fanget per minutt båtelfiske fordelt på ulike lengdeklasser i Åkersvika i 2014. Den 10.4.2014 ble det ikke fanget abbor.

5.2.5 Hork

Det ble totalt fanget 53 hork i lengdeintervallet 56-148 mm. Hork ble ikke fanget før den 13.6 (CPUE= 0,02). Det største tettheten ble observert den 4. juli, med en CPUE=0,8 i forbindelse med gytingen. CPUE avtok så henholdsvis til 0,1 og 0,02 den 28. august og 22. september. Med unntak av et individ ble all hork fanget i steinfyllingen ved Stangebrua eller i Flagstadelva.

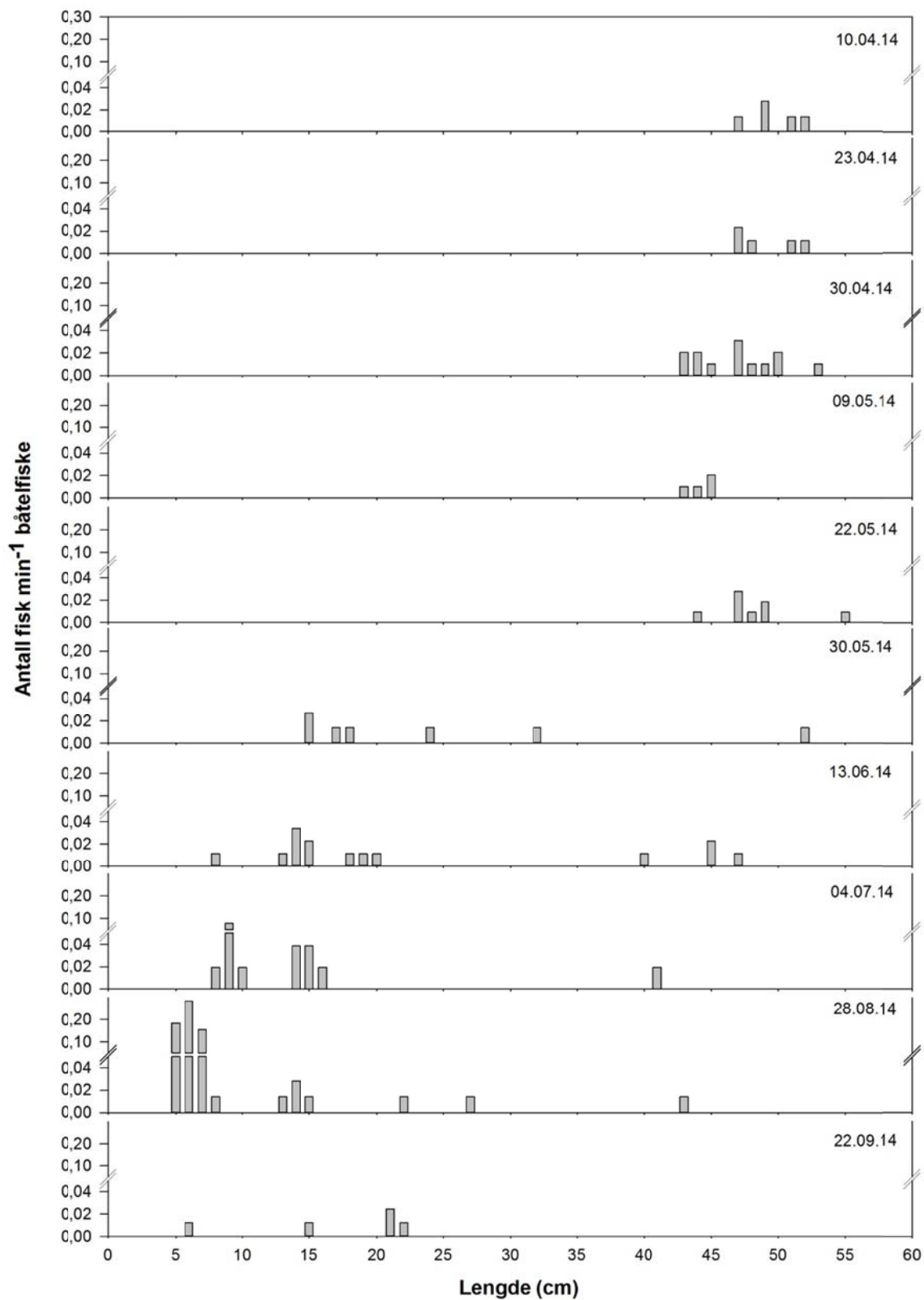
5.2.6 Vederbuk

I følge Huitfeldt-Kaas (1917) begynte vederbukens gytevandring fra Mjøsa og opp i Åkersvika og Svartelva i midten av april, og gytingen foregikk frem til midten av mai både i rennende og stillestående vann. Huitfeldt-Kaas (1917) antok videre at kort tid etter gytingen forlater de utgytete fiskene Svartelva og oppholder seg delvis i Åkersvika og i Mjøsa utover sommeren. Dette stemmer relativt bra med våre observasjoner, hvor noe vederbuk allerede hadde vandret inn den 10. april, og med registrering av gytende hanner og hunner den 30. april. Gytingen var over den 9. mai, og gytevortene som var veldig fremtredende den 30. april hos hannfisk, var tilbakedannet. Det ble fanget vederbuk i lengdeintervallet 5-55 cm (**figur 5.4**, se også **bilde 5.2**), mens all gytefisk var større enn 43 cm. Temperaturen under gytingen var rundt 5-6 °C.

Som for flere av de andre artene gikk den relative tettheten av stor vederbuk (> 40 cm) ned fra 0,14 fisk per minutt båtelfiske den 30. april til 0,02 den 4. juli. Yngre aldersgrupper av vederbuk bruker imidlertid Åkersvika gjennom sommeren, og innslaget av disse økte fra og med den 30. mai (**figur 5.4**). Det var et betydelig innslag av årsyngel av vederbuk den 28. august, noe som viser at Åkersvika trolig er en viktig lokalitet for vederbuk. Av fisk under 10 cm, var det bare mort og abbor (som dominerte veldig) som ble fanget i større tettheter.



Bilde 5.2. Gytemoden vederbuk fanget under båtelfiske i Åkersvika (foto: Jan Teigen).

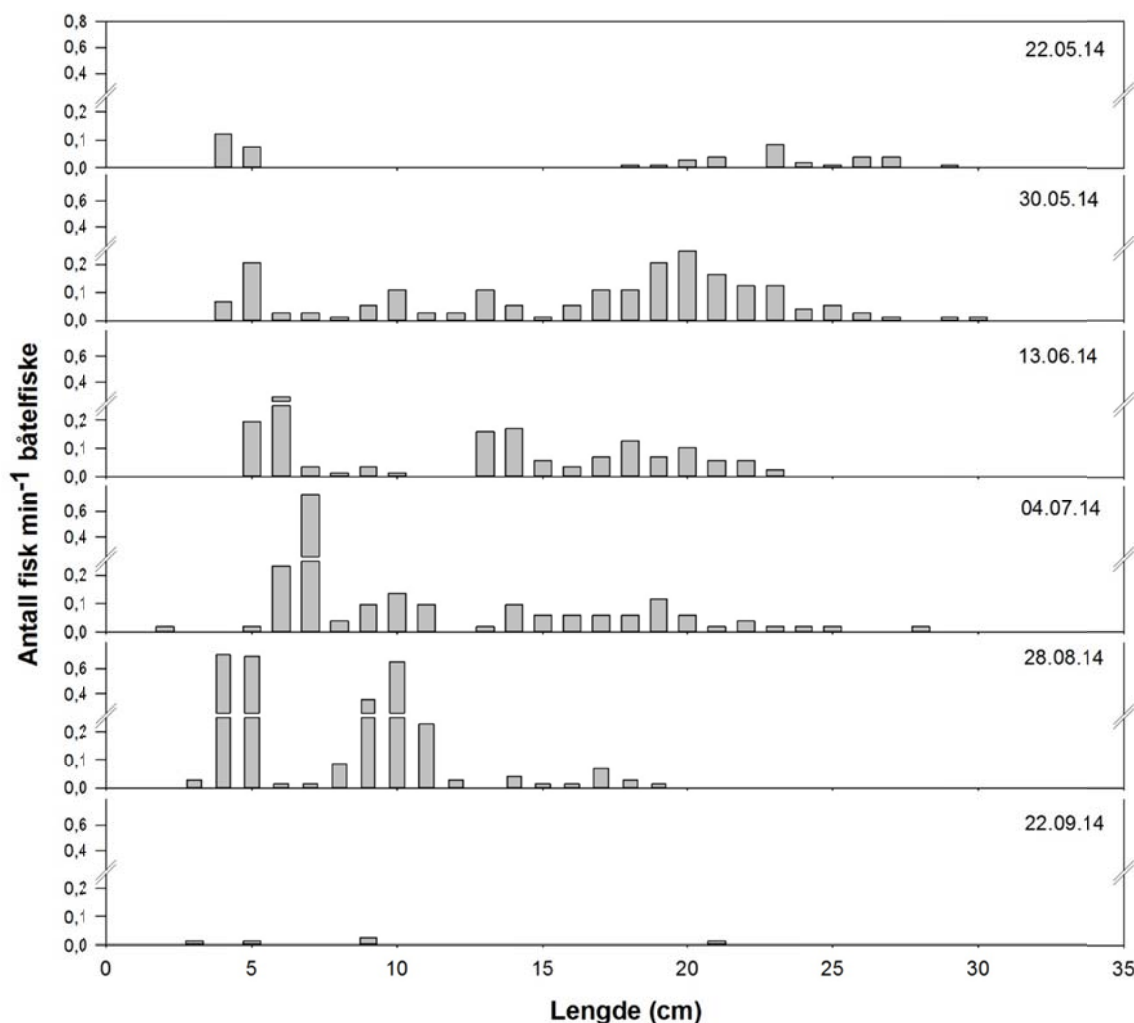


Figur 5.4 Antall vederbuk fanget per minutt båtelfiske fordelt på ulike lengdeklasser i Åkersvika i 2014.

5.2.7 Mort

I følge Huitfeldt-Kaas (1917) vandrer gytemoden mort i store stimer inn i Åkersvika i løpet av mai, og gytingen foregår omkring 25. mai eller noen dager senere. Mort med rennende melke er også registrert i slutten av april. Svartelva ble av Huitfeldt-Kaas (1917) regnet som mortens viktigste gyteelv, og her foregikk et intenst fiske med kuper i en uke eller to under oppgangstiden. En mindre andel mort gyter også i Flagstadelva.

Våre funn samsvarer godt med dette, da mort første gang ble registrert den 22. mai. Mort hadde da nylig vandret inn i Åkersvika, og det var tydelig at den søkte seg mot Svartelvadeltaet og Svartelva. Det ble fanget mort fra Stangebrua og opp til E6 brua (vandringsfronten), men ingen mort ble fanget i Flagstadelvadeltaet eller nær Vangsvogbrua. Den 30. mai ble det imidlertid fanget mye mort også i Flagstadelvadeltaet og de nedre deler av Flagstadelva. Gytingen foregikk over et relativt kort tidsrom, med funn av gytende fisk (rennende rogn og melke) og utgytt fisk den 30. mai. Det ble ikke funnet gytende hunner den 22. mai, eller den 13. juni (se **figur 6.1**). Temperaturen under gytingen lå rundt 11-12 °C. Gytefisk av mort fordelte seg i lengdeintervallet 11-30 cm for hannfisk og i lengdeintervallet 17-29 for hunnfisk. Som for flere av de andre artene gikk CPUE for stor fisk betydelig ned etter gyting, noe som kan indikere at mye av den utgytte fisken forlater Åkersvika etter gytingen (se **figur 5.5**). Samtidig med at gytefisken ankom Åkersvika ble det også fanget og observert mye ungfisk av mort. Helt frem til slutten av august ble det observert svært store mengder av liten mort (den klart dominerende arten i småfiskstimerne).



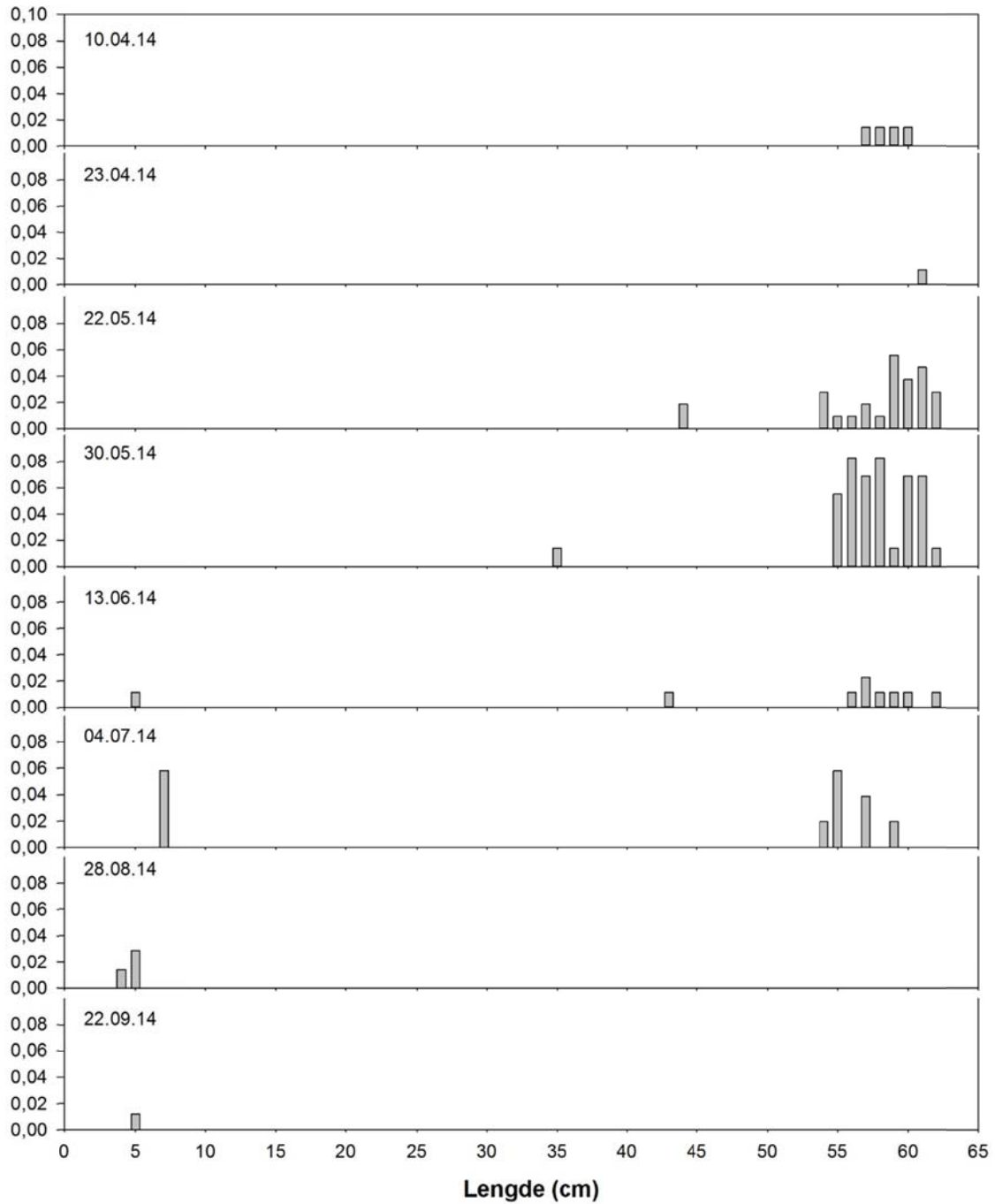
Figur 5.5. Antall mort fanget per minutt båtelfiske fordelt på ulike lengdeklasser i Åkersvika i 2014. Det ble ikke fanget mort før den 22.5.2014.

5.2.8 Brasme

Huitfeldt-Kaas (1917) nevner ikke noe om forekomst av brasme i Åkersvika. Under et prøvefiske i 2005, var imidlertid brasme den dominerende arten i forhold til biomasse. Under våre undersøkelser ble det totalt fanget 90 brasmer i lengdeintervallet 4-62 cm (**figur 5.6**). Brasme var tilstede i lave tettheter (CPUE=0-0,06) i perioden 10. april – 9. mai, før CPUE økte og var på 0,47 den 30. mai i forbindelse med gytingen (se **figur 6.1**). Den 22. mai rant det melke og det var tydelige gytevorter på hannfisken (se **bilde 5.3**). Det ble imidlertid ikke fanget hunner med rennende rogn før den 30. mai. Den 13. juni var gytevortene hos de fleste hannbrasmene tilbakedannet (man ser tydelige flekker der gytevortene har vært). Det ble fanget gytefisk og gytende brasme i alle områdene, men Svartelvdeltaet synes å være det viktigste gyteområdet. Temperaturen under gytingen lå rundt 11-12 °C. Den 22. og 30. mai var CPUE av brasme > 35 cm (størrelse på gytefisk) 2,4 og 4,2 ganger høyere i Svartelvdeltaet enn i henholdsvis Flagstadelvdeltaet og i hovedbassenget. Fra den 13. juni ble det også fanget noe ettårig og årsyngel av brasme (**figur 5.6**).



Bilde 5.3. Hannbrasme med gytevorter fanget den 22.mai 2014 i Åkersvika. Gytevortene var enda mer fremtredende den 30. mai, før de ble tilbakedannet etter gyting (foto: Stein I. Johnsen).

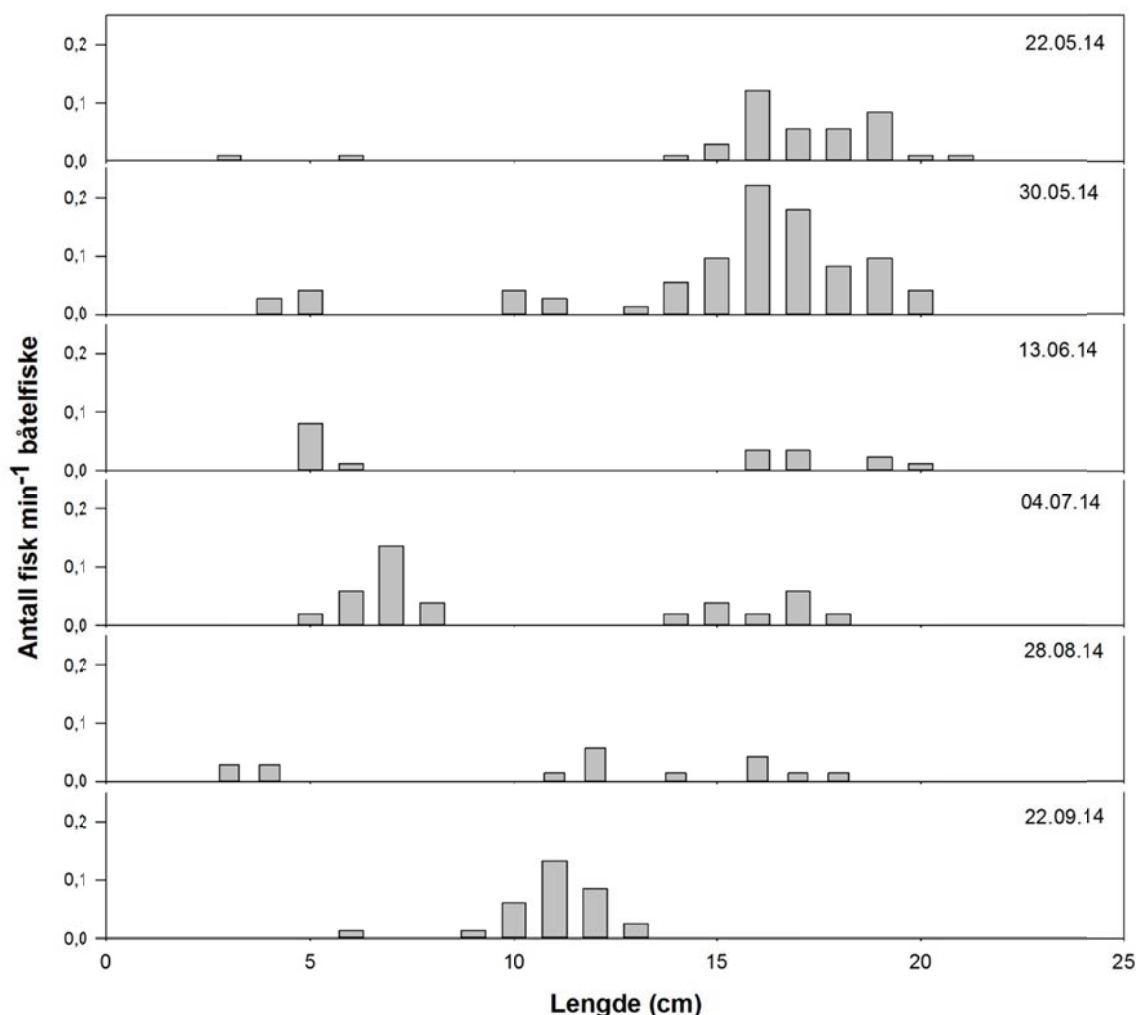


Figur 5.6 Antall brasme fanget per minutt båtelfiske fordelt på ulike lengdeklasser i Åkersvika i 2014. Det ble ikke fanget brasme den 30.4.2014 og 9.5.2014.

5.2.9 Laue

Det ble fanget totalt 189 laue i lengdeintervallet 28-208 mm (**figur 5.7**). Laue ble ikke registrert i Åkersvika før den 22. mai. Den relative tettheten av laue var størst den 30. mai i forbindelse med den mest aktive gyteaktiviteten, med en CPUE på 0,9 laue per minutt båtelfiske. Som for de fleste andre artene, ser vi at CPUE for større laue avtar ganske kraftig etter gyting.

Det ble fanget gytefisk og gytende laue i alle områdene, men Svartelvadeltaet synes å være det viktigste gyteområdet. Den 30. mai og 13. juni var CPUE av gytefisk og gytende laue 5 og 3,5 ganger høyere i Svartelvadeltaet enn i henholdsvis Flagstadelvdeltaet og i hovedbasseng-et. Vi fant også en tendens til at gytingen startet noe tidligere i Svartelvadeltaet enn i Flagstadelvdeltaet. Den 30. mai rant det rogn av all hunnlaue ved forsiktig stryking i Svartelvadeltaet, mens rogn var mye fastere for hunnfisk fanget i Flagstadelvdeltaet. Videre ble det fanget hunnlaue med rennende rogn den 13. juni i Flagstadelvdeltaet, mens det ikke ble funnet hunnfisk med rennende rogn i Svartelvadeltaet. Den mest åpenbare forklaringen på dette er at vanntemperaturen i Svartelva er høyere enn i Flagstadelva, og at temperaturen på deltaflaten i Svartelva er noe høyere. Fra den 22. mai ble det også fanget noen ettåringer, toåringer og år-syngel av laue (**figur 5.7**).



Figur 5.7 Antall laue fanget per minutt båtelfiske fordelt på ulike lengdeklasser i Åkersvika i 2014. Det ble ikke fanget laue før den 22.5.2014.

5.2.10 Andre arter

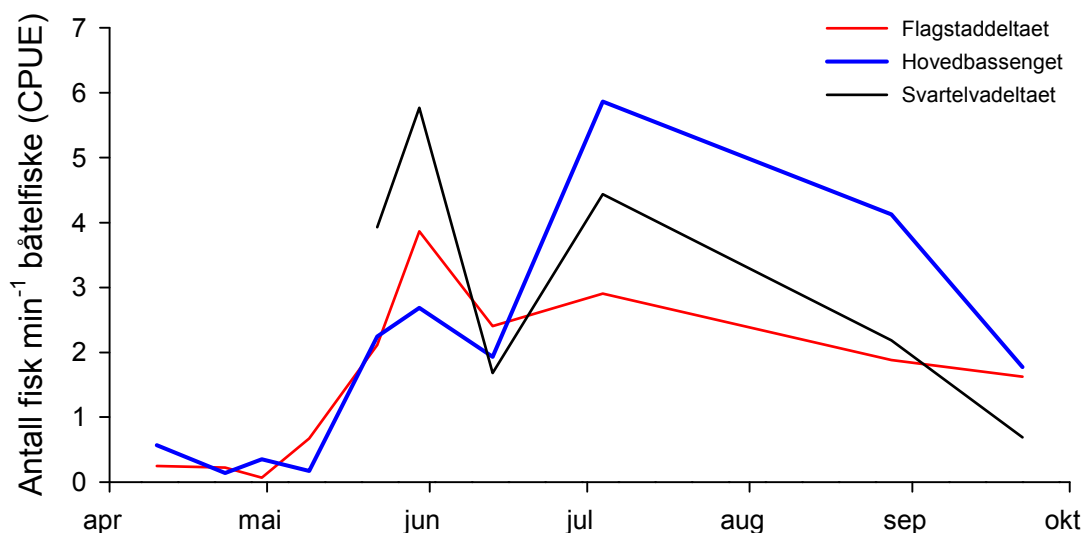
Det ble også fanget noen få individer av steinsmett, ørekyt og niøye. Totalt ble det fanget 17 steinsmett, og disse ble med unntak av to individer fanget i Flagstadelva eller i steinfyllingen langs Stangebrua.

Det ble kun fanget ett individ av ørekyt (Flagstadelva). Såpass lavt innslag av ørekyt var noe overraskende, men den opptrer sjelden i større mengder i flerartssamfunn. Det ble også fanget kun en karuss.

Niøye ble kun fanget den 22. september (n=5, lengdeintervall 12,7-16,1 cm). Dette var kjønnsmodne individer som trolig vandret opp mot elvene på gytevandring.

5.3 Sammenligning av fisketettheter i ulike områder i Åkersvika

En sammenligning av relativ tetthet av fisk ≥ 10 cm i områdene Flagstaddeltaet (m/ de nedre deler av Flagstadelva), hovedbassenget, og Svartelvdeltaet viser at fisk bruker alle områdene i Åkersvika (**figur 5.8**). Svartelva var ikke tilgjengelig for undersøkelser før den 22. mai, men undersøkelser i de to andre områdene viste at den relative tettheten er lav før den 22. mai. Toppen den 30. mai er et resultat av store mengder gytefisk av mort, laue, brasme og abbor. Som nevnt for flere av artene (se kap. 5.2), er inntrykket at en stor andel av gytefisken forlater Åkersvika etter dette. Det kan imidlertid ikke utelukkes at fangbarheten ved elbåtfiske avtar etter gyting, ved at den større fisken står mer spredt og i dypere områder av Åkersvika. Økningen fra den 13. juni til 4. juli skyldes et stadig økende antall småfisk (men større enn 10 cm), før tettheten faller frem til den 22. september. Utviklingen i fisketetthet er positivt korrelert mellom Flagstadelvdeltaet og Svartelvdeltaet ($r=0,86$, $p<0,05$) samt Flagstadelvdeltaet og hovedbassenget ($r=0,74$, $p<0,05$). I forhold til tettheten av gytefisk i den viktige perioden i slutten av mai, ser det ut som at Svartelvdelta er det viktigste gyteområdet for ovennevnte arter. Dette kan skyldes at Svartelva bidrar med noe varmere vann enn Flagstadelva (se **figur 4.3b**), og at temperaturen på Svartelvdeltaet er noe gunstigere i forhold til rognutvikling.

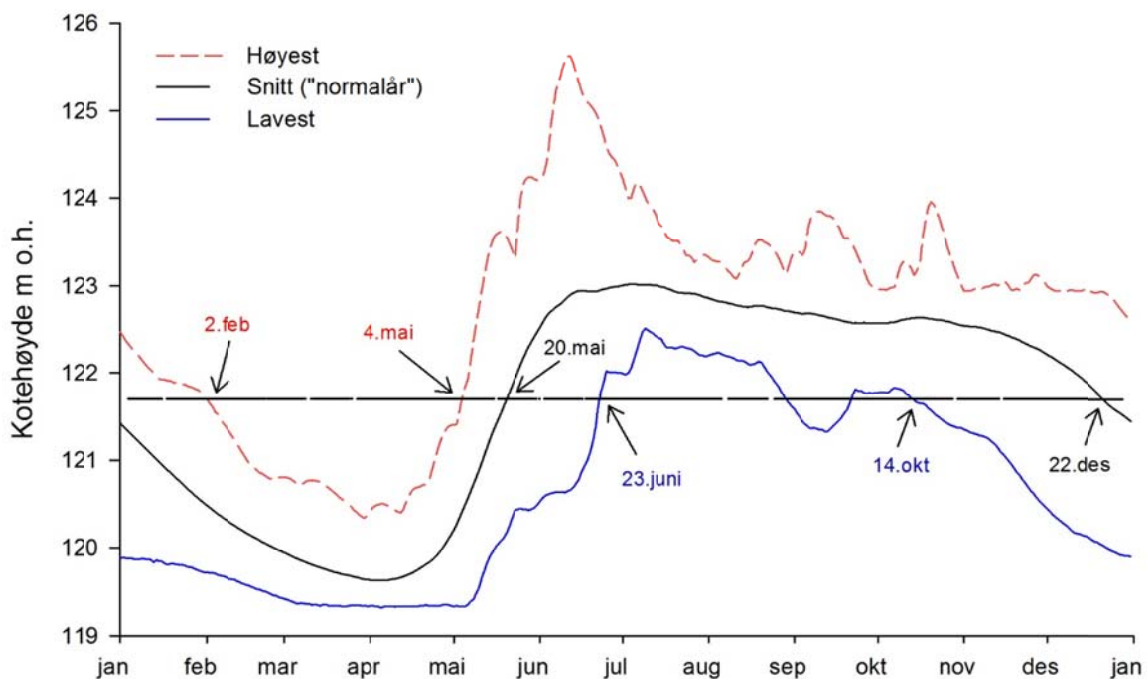


Figur 5.8 Relativ tetthet (CPUE) av fisk ≥ 10 cm for Flagstadelvdeltaet (m/nedre deler av Flagstadelva), hovedbassenget, Svartelvdeltaet på ulike tidspunkt i 2014.

5.4 Vannstand og vanntemperatur

5.4.1 Vannstand i Mjøsa i forhold til planlagt terskelhøyde i Åkersvika

Vannstandsmålinger utført av Glommens & Laagens Brukseierforening (GLB) i perioden 1970 – 2014 viser at vannstanden i Mjøsa i gjennomsnitt vil begynne å stige raskt i midten av april. På dette tidspunktet vil vannstanden i Mjøsa ligge rundt 2 m under kote 121.7 moh. Vannstanden vil så stige og passere kote 121.7 m den 20. mai (**figur 5.9**). Vannstanden vil i «normal-året» fortsette å stige raskt for så å kulminere på kote 123.00 ca. den 1. juli I et normalår vil vannstanden synke langsomt utover sommeren og høsten og passere kote 121.70 rett før jul (22. desember) (**figur 5.9**). En terskel på kote 121.7 moh. vil derfor i et gjennomsnittså være neddykket og ikke synlig i 216 dager, fra siste halvdel av mai til slutten av desember.

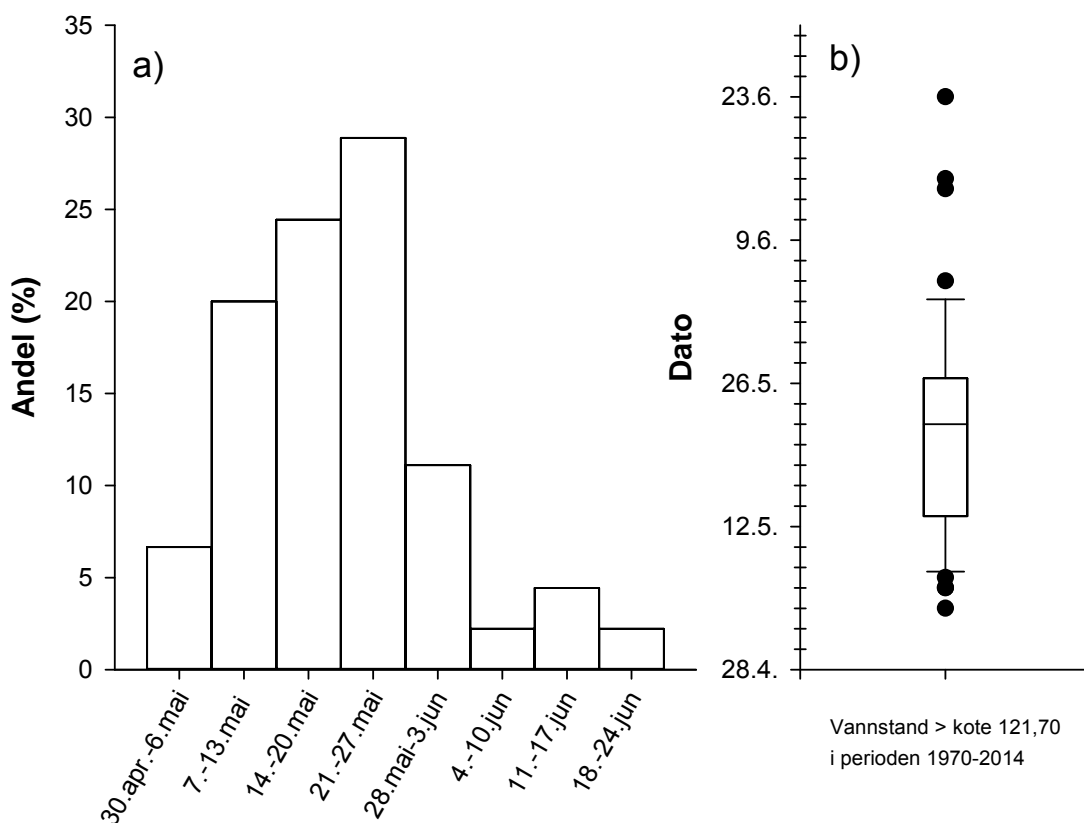


Figur 5.9 Gjennomsnitts-, maksimal- og minimumsverdier for vannstanden i Mjøsa gjennom året (døgnverdier) i perioden 1970 – 2014. Nivået til planlagt terskel på kote 121.70 er merket av i figuren (horisontal strek) og dato for kryssningspunktet mellom denne og de ulike kurvene er angitt i figuren (Data fra Glommens & Laagens Brukseierforening, GLB).

5.4.2 Variasjon i tidspunkt for vannstandsheving

Det er betydelig variasjon i observert vannstand både innen og mellom år i Mjøsa (**figur 5.10**). I perioden 1970-2014 var tidligste og seneste tidspunkt hvor Mjøsa nådde den planlagte terskelhøyden på 121.70 henholdsvis 4. mai og 23. juni, dvs. en variasjon på 50 dager. I et år med sen fylling av Mjøsa vil nivåforskjellen mellom terskelen og vannstanden i Mjøsa være 2.4 m i begynnelsen av mai.

I tillegg til den observerte variasjonsbredden er kunnskap om hvordan variasjonen arter seg mellom år viktig for å vurdere konsekvenser for innvandrende fisk til Åkersvika om våren. Framstilt ukesvis ser vi at i ca. 29 % av årene kom vannstanden opp på terskelhøyden i løpet av den fjerde uka av mai, mens i 80 % av årene oversteg vannstanden terskelhøyden i perioden 30. april – 28. juni (**figur 5.10 a**). Framstilt på en annen måte ser man at vannstanden nådde kote 121.70 i perioden 13. mai til 27. mai (14 dager) i halvparten av årene, mens den nådde denne høyden i perioden 6. mai til 3. juni (26 dager) i 80 % av årene (**figur 5.10 b**).



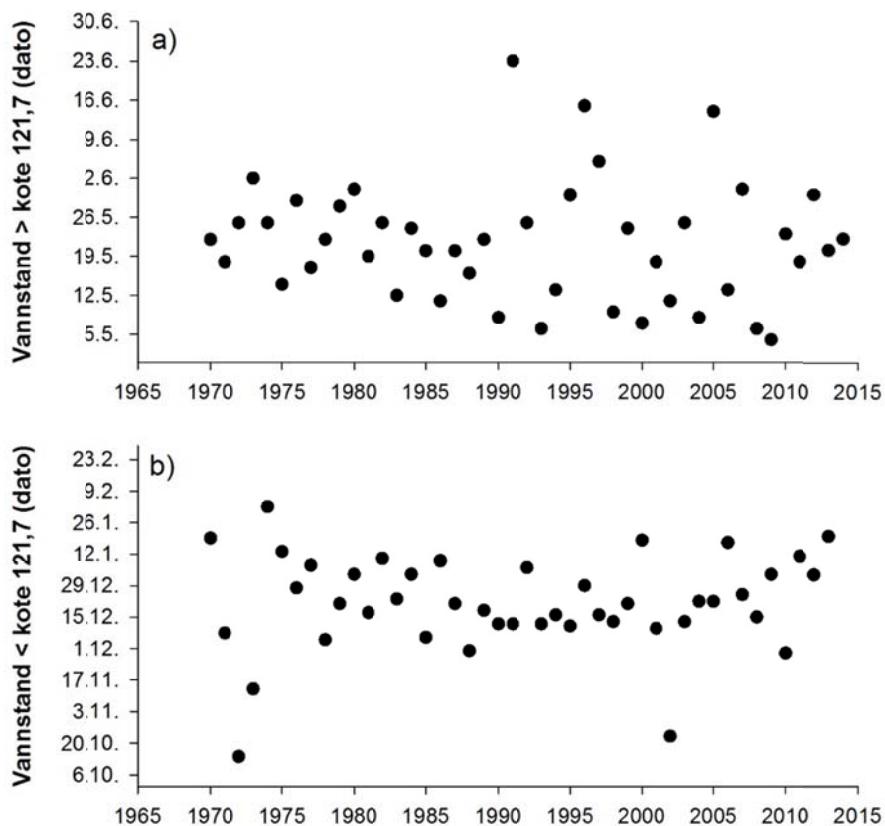
Figur 5.10. Andel (%) av årene i perioden 1970 – 2014 hvor vannstanden i Mjøsa oversteg kote 121.70 i Åkersvika for ulike uker fra 30. april. b) Dato for når Mjøsa oversteg kote 121.70 i perioden 1970 – 2014. Boksen omfatter de midtre 50 % datoene. Medianen vises ved den heltrukne linjen inne i boksen. De vertikale linjene viser 10 (⊥) og 90 (⊤) persentilene og punktene viser datoer utenfor dette intervallet.

5.4.3 Variasjon i tidspunkt for vannstandsreduksjon

Tidspunktet for når vannstanden i Mjøsa synker «endelig» under terskelhøyden på høsten / vinteren varierer også betydelig og spenner fra 14. oktober til 2. februar, dvs. en variasjon på 111 dager (**figur 5.9**).

5.4.4 Trender i tidspunkt for heving og reduksjon av vannstand i Mjøsa

Det er ingen signifikante trender i tidspunktet for når vannstanden i Mjøsa overstiger kote 121.70 om våren (**figur 5.11a**), eller når den synker under samme nivå om høsten (**figur 5.11b**) i perioden 1970 – 2014 ($R^2 < 0.1$, $P > 0.100$ for både a & b). Det er allikevel verdt å merke seg at variasjonen mellom år ser ut til å øke for når Mjøsa overstiger kote 121,7 om våren, spesielt etter 1990. En sammenligning av avviket fra gjennomsnittet for alle år (20. mai), viser også at det er signifikant større forskjeller etter 1990 enn i årene før ($H=7,7$, $p<0,01$). I de 24 årene etter 1990 er de syv tidligste og fire av de fem seneste tidspunktene for når Mjøsa når kote 121.70 om våren registrert (**figur 5.11 a**). Tilsvarende mønster finner man ikke for vannstandsreduksjonen om høsten / vinteren (**figur 5.11 b**).



Figur 5.11 Dato for når vannstanden i Mjøsa a) overstiger kote 121.70 om våren / forsommeren og b) synker under kote 121.70 om høsten / vinteren i perioden 1970 – 2014.

5.4.5 Alternative terskelhøyder

En vurdering av alternative terskelhøyder viser at en reduksjon i kotehøyden fra 121,7 til 121,0 (0,7 m) i gjennomsnitt vil føre til at vannstanden i Mjøsa når terskelhøyden 8 dager tidligere (**tabell 5.2**). For maksimums- og minimumsåret vil datoen da vannstanden i Mjøsa når terskelen fremskyndes med henholdsvis ni og fire dager. Ved å redusere til 120,5 m o.h. vil datoen fremskyndes noe mer, og vil i gjennomsnittsåret passere terskelhøyden 14 dager tidligere. For minimumsåret vil datoen fremskyndes fra 23. juni til 1. juni (**tabell 5.2**). Årsaken til at datoene fremskyndes relativt lite ved å redusere terskelhøyden fra 121,7 til 121,0 skyldes at Mjøsa fylles veldig raskt når vannstanden først begynner å stige (**se figur 5.9**).

Tabell 5.2 Dato for når vannstanden i Mjøsa passerer ulike nivåer i et maksimal-, gjennomsnitts og minimumsår i perioden 1970-2014. Forskjellen mellom et maksimal- og et minimumsår for når dette vannstands nivået nåes er angitt i antall dager.

Terskelhøyde (m o.h.)	Dato (maksimum)	Dato (snitt)	Dato (minimum)	Forskjell (maks- min i dager)
120,5	14. april	6. mai	1. juni	48
121,0	25. april	12. mai	19. juni	55
121,7	4. mai	20. mai	23.juni	50

6 Diskusjon

6.1 Fiskesamfunnet i Åkersvika

Denne undersøkelsen har gitt utvidet kunnskap om Åkersvikas store betydning som gyteområde, oppvekst- og ernæringsområde for mange av Mjøsas fiskearter. I løpet av ti ulike tidspunkt i perioden 10. april – 22. september 2014 ble det påvist 13 ulike fiskearter i denne undersøkelsen. Dette er ca. 2/3 av de 20 fiskeartene som finnes i Mjøsa. Følgende arter ble ikke påvist: Nipigget stingsild, gullbust, lake, lagesild, hornulke, sik og krøkle. Med unntak av én sik som ble fanget under prøvefiske i 2010 ble heller ikke disse artene påvist under fiskeundersøkelser gjennomført i 2005 og 2009 (Museth og Rustadbakken 2005, Museth mfl. 2010).

Totalt sett viser denne undersøkelsen at forekomst, relativ tetthet (CPUE) og størrelsesfordeling til 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. Store deler av Åkersvika er tørrlagt gjennom vinteren og det er kun tilsiget fra Flagstadelva og Svartelva som renner gjennom deltaområdet i relativt veldefinerte elveløp. Etter hvert som vannstanden i Mjøsa og vannføringen i elvene øker utover våren og forsommeren blir en stadig større del av deltaflatene oversvømt.

Resultatene viser at tidlig om våren, i perioden 10. april til 9. mai, var antall fiskearter og tettheten av disse lav. Dette samsvarer godt med resultatene fra en mindre undersøkelse gjort i 2009 (Museth mfl. 2010). Fangstene 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 hverken observert eller fanget ungfisk av karpefisk, abbor eller gjedde i denne perioden, og vi konkluderer med at Åkersvika har liten betydning som overvintringsområde for fisk. Unntaket er enkelte steinfyllinger knyttet til Stangebrua og Vangsvegbrua hvor det ble fanget og observert en del liten mort under undersøkelsene i 2009 (Museth mfl. 2009). Hovedårsaken til at den mindre fisken forlater Åkersvika er trolig mer gunstige temperaturforhold i Mjøsa utover høsten og vinteren. I tillegg er det begrensede skjulmuligheter da tilgang på skjul i strand og vannvegetasjon avtar med synkende vannstand. Lave tettheter generelt (med unntak av liten gjedde) og ingen observasjoner av småfiskstimer den 22. september, underbygger også at fisk forlater Åkersvika om høsten og overvintrer i Mjøsa.

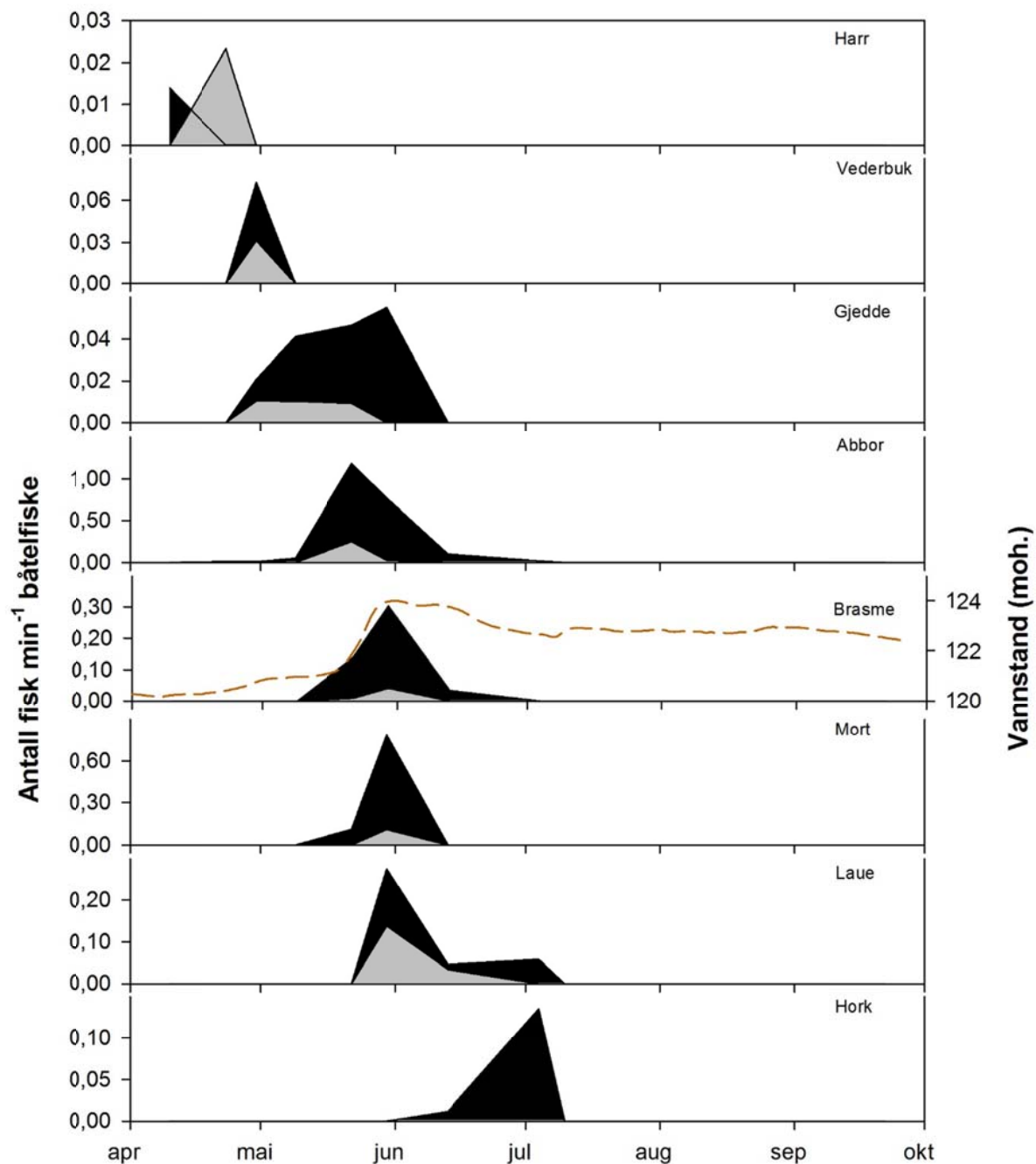
Til tross for lave tettheter tidlig om våren var det en god sammenheng mellom forekomst/innvandring av de ulike artene og gytetidspunkt. Harr, vederbuk og gjedde var alle blant de artene som gyttet tidligst, med harr i slutten av april, vederbuk i overgangen april/mai og gjedde fra starten av mai (se **figur 6.1**). Gjedde er avhengig av tilgang til oversvømt 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. Hvis man ser på gytende hanngjedder så var imidlertid den relative tettheten av disse høyest den 30. mai (**figur 6.1**), samme dato som vannstanden i Mjøsa kulminerte.

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 og observert. I denne perioden ble det også fanget ungfisk (ett- og toåringer) og observert flere stimer med småfisk av karpefisk og abbor. Denne innvandringsbølgen sammenfalt med en kraftig økning i vannstand, 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 effekten 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 vanntemperatur inducerer gyting (Northcote 1995, Craig 1996). Abbor gyttet noe tidligere enn mort, laue og brasme, og gytingen syntes å være ferdig i slutten av mai (**figur 6.1**). Mort, laue og brasme var alle i full gyteaktivitet rundt månedsskiftet mai/juni, noe som sammenfalt med høyeste vannstand på rundt kote 124,0 m

o.h. I 2005 ble det fanget gytende abbor, brasme og gjedde den 21.juni, ved en vannstand på kote 122,4. Den sene gytingen dette året skyldes trolig at Mjøsa fyltes sent opp, samtidig som det viser at flere av fiskeartene er fleksible i forhold 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, men det ble funnet en utgytt hunnfisk den 4. juli. Med unntak av ett individ ble hork utelukkende fanget i steinfyllingen ved Stangebrua eller i Flagstadelva.

Som nevnt tidligere synes innvandringen av liten karpefisk, abbor og gjedde også å være 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, ettårig og toårig fisk ble observert til og med den 28. august. Åkersvika er derfor et viktig oppvekstområde (ernæring og skjul) for mange arter. 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.



Figur 6.1. Relativ tetthet av hanner (svart) og hunner (grå) med rennende melk 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.

6.2 Betydningen av fiskesamfunnet for Åkersvika som økosystem

Åkersvika er et nøkkelhabitat for fisk i Mjøsa og er trolig den enkeltlokaliteten som i dag har størst betydning for å opprettholde et livskraftig artsrikt fiskesamfunn i Mjøsa. Habitatet i Åkersvika er dominert av grunne områder med bl.a. mudderflater og vannvegetasjon, og tilsvarende habitater finnes ikke mange andre steder i Mjøsa. Lågendeltaet nord i Mjøsa er sammenlignbart, og her er det også omfattende vandringer fra Mjøsa og opp i deltaet i forbindelse med gytingen til mange fiskearter (Johnsen 2004, Johnsen mfl. 2014).

Åkersvika er m.a.o. et nøkkelhabitat for fisk, men hva slags betydning har fisken for Åkersvika som økosystem? Det er velkjent at fisk bistår med økosystemtjenester i ferskvann (Holmlund og Hammer 1999). Dette gjelder ikke bare forsynende tjenester som mat, opplevelses- og kunnskapstjenester, rekreasjon og fiske, men også fundamentale regulerende tjenester. Fiskesamfunnets konsum av andre organismer som krepsdyr, bunndyr og fisk har potensial til å regulere den trofiske strukturen og derved påvirke stabilitet, robusthet og næringsnettstruktur i akvatiske økosystem gjennom såkalte top-down effekter (Carpenter et al. 1992, Post et al. 1997). Ulike fiskearters betydning for akvatiske økosystem er godt dokument gjennom effektstudier av både introduksjoner av fremmede arter og utdøing av stedegne arter. Følgende kjente regulerende økosystemtjenester fra fisk vurderes som spesielt relevant for Åkersvika:

- Regulering av næringsnett dynamikk (beting på krepsdyr, bunndyr og fisk)
- Resirkulering av næringsstoffer (bl.a. fra sedimenter til vannmassen)
- Regulering av økosystem robusthet ("resilience")
- Opprettholdelse av sedimentprosesser (fisken beiter og "roter" i sedimentene)
- Opprettholdelse av forbindelse mellom akvatiske økosystem (f.eks. elv, delta og Mjøsa)
- Opprettholdelse av forbindelse mellom akvatiske og terrestriske økosystem
- Transport av næringsstoffer og energi (bl.a. gjennom en gjødslingseffekt av store mengder rogn, melke og fiskeyngel).

Den økologiske betydningen av de omfattende fiskevandringene mellom Mjøsa, Åkersvika og elvene er udiskutabel. Fiskeetende fugl som fiskeørn, hegre og fiskender utnytter de store mengdene fisk direkte, men de indirekte effektene av fiskesamfunnet er sannsynligvis også store (se over). Det ble observert ekstremt høye tettheter av fiskeyngel i Åkersvika f.o.m. midten av juni og disse er en viktig matkilde for både annen fisk og fugl. **Bilde 6.1** viser innvandring av mort ved Stangebrua, og det bør ikke være tvil om at slike fiskevandring med påfølgende gyting, klekking av yngel og beiteaktivitet av og på disse har betydning for økosystemet i Åkersvika.

6.3 Effekter av vannstandsmanøvrerende terskler

Det er ved utvidelse av eksisterende trasé for E6 blitt stilt en rekke krav til avbøtende tiltak, bl.a. etablering av vannstandsmanøvrerende terskler. I brev fra Klima- og miljødepartement er det spesifikt nevnt etablering av to terskler under henholdsvis Disen bru for rv. 25 (over Flagstadelvadeltaet) og under brua for E6 ved Kråkholmene (over Svartelvadeltaet). Terskel under Stangebrua nevnes også som en mulighet som bør utredes nærmere.

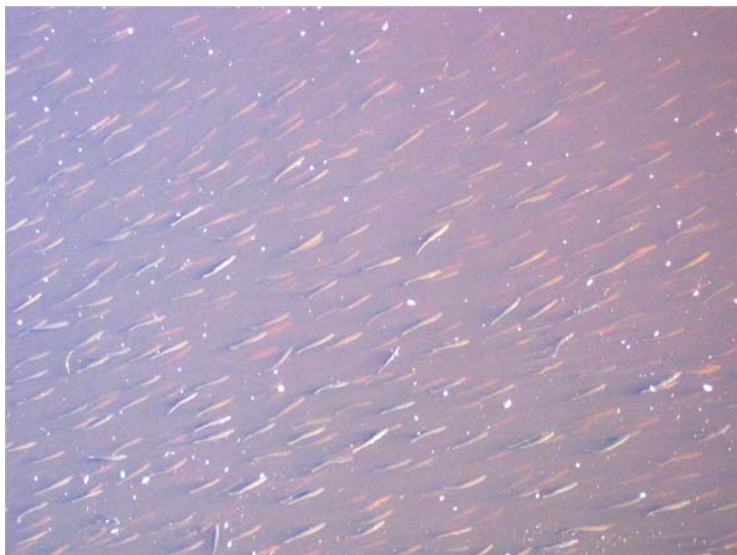
Disse planlagte tersklene er i første rekke vurdert som relevante avbøtende tiltak for fugl gjennom at de vil føre til økt vanddekt areal og derved også økt bunndyrproduksjon som vadefugl vil kunne utnytte. Dette er tiltak som er beskrevet i en forvaltningsplan for Åkersvika naturreservat fra 1997. Denne forvaltningsplanen ble initiert av byggingen av Hamar Olympiahall og sentralt i planen var et forslag om å anlegge en vannstandsregulerende bueterskel (kote 121.70) ved Stangebrua mellom Åkersvika og Mjøsa. Formålet var å gjennomføre en permanent heving av vannstanden i reservatet for å etablere et større vanddekt areal om vinteren og våren, samt senke vannets gjennomstrømningshastighet og dermed øke sedimenteringen av næringsstoffer og hindre redusert tilførsel av organisk materiale. Det er registrert en nedgang i

bunndyrmengdene i Åkersvika i løpet av de siste tiårene. En viktig forklaring på dette er trolig at Mjøsa har blitt betydelig renere (Eriksen & Løvik 2011).

Basert på resultatene fra denne og tidligere undersøkelser av fisk i Åkersvika (Kraabøl og Museth 2008, Museth mfl. 2010) er konklusjonen at terskler som avbøtende tiltak ikke anbefales i forhold til fisk. Slike terskler vil ikke være positivt for fiskesamfunnet, snarere tvert imot vil terskler kunne være direkte skadelige gjennom at de hindrer fiskens frie vandringer mellom Mjøsa og Åkersvika. Ut i fra generell økologisk kunnskap er vi også skeptiske til tiltak som søker å skape stabilitet i et dynamisk økosystem som Åkersvika. Det er høyst sannsynlig dynamikken i vannstand og temperatur gjennom året som er årsaken til den høye biologiske diversiteten i Åkersvika. Variasjon i vannstand gjennom året fører til et heterogent miljø i tid og rom, og dette forårsaker en moderat grad av forstyrrelser i økosystemet som bl.a. hindrer dominans av konkurransesterke arter. Dette framheves som den viktigste forklaringen på at flomsletter og deltaområder er spesielt artsrike (Resh mfl. 1988, Poff mfl. 1997, Lytle og Poff 2004, Tockner og Standford 2002). Rastende vadefugl vil utnytte mudderbankene i Åkersvika under vårtrekket og tilgang til blottlagte mudderbanker er kritisk. I forvaltningsplanen for Øyeren ble det konkludert med at vannstanden i Øyeren må holdes så lavt som mulig under vårtrekket slik at tilgangen på mudderbanker er størst mulig, m.a.o. er dette en helt annen strategi enn hva man ønsker å oppnå med en terskel i Åkersvika. I Åkersvika er det imidlertid hevdet at disse mudderbankene har lite organisk materiale og næringsdyr og ofte er for tørre.

Det er ikke konkludert vedrørende plassering og høyde på terskler i forbindelse med etablering av disse som avbøtende tiltak i forbindelse med utvidelse av E6. I og med at dette ikke er et aktuelt avbøtende tiltak for fisk har vi i denne rapporten ikke anbefalt slik plassering, men dette bør gå inn i en bredere diskusjon om avbøtende tiltak der både hensynet til fugl, vegetasjon og fisk i størst mulig grad ivaretas. Vi bruker allikevel kote 121.7 m o.h. som en referanse i den videre diskusjonen. Basert på vannstandsdata for Mjøsa i perioden 1970 – 2014 ser vi at det tidligste og seneste tidspunktet hvor Mjøsa nådde dette nivået var henholdsvis 4. mai og 23. juni, dvs. en variasjon på 50 dager. Den betydelige variasjonen mellom år i forløpet for fyllingen av Mjøsa tyder på at flere av fiskeartene som vandrer inn i Åkersvika i forbindelse med gyting om våren er tilpasset den store variasjonen mellom år, og har en viss fleksibilitet mht. innvandrings- og gytetidspunkt. Som eksempel kan nevnes gytingen til brasme var på topp i slutten av mai i 2014, mens den var på topp i slutten av juni i 2005. I 2005 skjedde fyllingen av Mjøsa veldig sent og vannstanden passerte kote 121.7 den 14. juni. Vi ser allikevel at i 2014 ville en terskel ha forsinket innvandring og gytetidspunkt til særlig harr, vederbuk, gjedde og abbor, men også til en viss grad, mort og brasme. Det beste eksempelet for å illustrere de negative effektene av en fast terskel på 121.7 er fra 2005, hvor enorme mengder mort på gyttevandring passerte under Stangebrua på vei inn i Åkersvika rundt den 19. mai (se **bilde 6.1**). Som nevnt ovenfor passerte vannstanden i Mjøsa kote 121.7 den 14. juni. 2005, over tre uker etter bildet ble tatt. Undersøkelsene til Museth & Rustadbakken (2005) viste også at morten var ferdige med gytingen den 21. juni. Mort er sammen med abbor de mest dominerende artene i antall (og trolig biomasse) i Åkersvika, og inngrep som fører til endringer i gytetsuksess for disse artene kan medføre store endringer i fiskesamfunnet, ikke bare i Åkersvika, men også i Mjøsa.

I tillegg til problemer i forhold til fri vandring av fisk, vil en terskel og etablering av et fast vannspeil kunne medføre en del andre endringer i Åkersvika. Et mer innsjøpreg vil trolig medføre etablering av vannvegetasjon, mer skjul og bedre vinterforhold for fisk. Dette kan igjen medføre at man etablerer en mer permanent fiskebestand innenfor tersklene. F. eks vil en økning i gjeddebestanden kunne være uheldig i forhold til predasjon på utvandrende ørret. Dette problemet har også tidligere blitt nevnt i forbindelse med etablering av terskler (Kjellberg mfl 1994).



Bilde 6.1. Mort på gytevandring inn i Åkersvika. Bildet er tatt fra Stangebrua den 19. mai 2005. I følge 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).

6.3.1 Avbøtende tiltak for fisk ved etablering av terskler

Utfordringer knyttet til prioritering av ulike naturverdier ved utarbeidelse av avbøtende tiltak og ved restaureringsprosjekter er ikke en ny problemstilling, og i dette tilfellet er det behov for å utarbeide avbøtende tiltak for fisk ved etablering av terskler som avbøtende tiltak for fugl. Det viktigste tiltaket i forbindelse med utvidelse av E6 vurderes å være og sikre frie vandringsmulighet for fisk mellom Mjøsa, deltaområdene i Åkersvika og elvene Flagstadelva og Svartelva. Nedenfor diskuteres mulige løsninger som kan bidra til å redusere de negative effektene slike terskler vil ha for fiskesamfunnet i Åkersvika og Mjøsa.

6.3.1.1 Terskelhøyde

Et aktuelt avbøtende tiltak for fisk vil være å senke høyden på den planlagte terskelen, men dette løser trolig ikke problemene for tidlige innvandrere til Åkersvika. Det er stor variasjon i tidspunktet for når Mjøsa vil nå kote 121,7 mellom år, men mye av variasjonen skyldes tidspunktet for når Mjøsa begynner å stige. Når vannstanden i Mjøsa først begynner å stige, stiger den relativt raskt. Det vil uansett være behov for fiskepassasje tilknyttet tersklene, men en fordel med å redusere høyden til disse vil være at lengden på fiskepassasjen vil reduseres.

6.3.1.2 Fiskepassasjer

Ved etablering av terskler må det konstrueres fiskepassasjer tilknyttet disse (se Kraabøl og Museth 2008 for detaljer). Det viktigste ved konstruksjon av fiskepassasjer i Åkersvika er at disse må konstrueres med en fallgradient og turbulens som sikrer av vannhastigheten i passasjen ikke overstiger svømmekapasitet, dvs. de ulike fiskeartenes evne til å forsere strøm. Kunnskapsgrunnlaget for å utforme like fiskepassasjer vurderes som tilfredsstillende, men plassering av inngang til fiskepassasjen i forhold til hvor fisken vandrer vil være et kritisk punkt. Ut i fra denne undersøkelsen kan vi konkludere med at de viktigste målarternene for fiskepassasjer i Åkersvika er harr, gjedde, vederbuk, abbor og mort. Vannstandsdata for Mjøsa viser også at vannstanden i Mjøsa kan falle under f.eks. 121,7 m.o.h. om høsten, og derfor må fiskepassasjen fungere for høstgytende arter som ørret og sik (vi har ikke kunnskap om hvorvidt sik gyter i Flagstadelva eller Svartelva). Fallgradienter i fiskepassasjene i Åkersvika bør ligge mellom 1:20 og 1:30, og med vannhastigheter under $1,4 \text{ m s}^{-1}$. Fisketrappens fallgradient og utforming er avgjørende for dannelsen av turbulens i trappekulpene. Turbulens skapes av ener-

gien i det innfallende vannet i hver kulp, samt hvilke muligheter kulpene gir for absorpsjon av denne energien. Denne fallenergien betegnes som energifordelingsfaktor (EFF) og måles som Watt pr. m^3 ($W m^{-3}$). For laksefisk anbefales om lag $200 W m^{-3}$ mens for karpefiskerter anbefales EFF ned mot $125 W m^{-3}$. Småvokste innlandsfiskearter som for eksempel abbor, steinsmett og niøye har en øvre EFF-grense på 50-90 $W m^{-3}$ og svak turbulens for vellykket passasje (se Kraabøl og Museth 2008). Såkalte vertikalspaltede fisketrapper ("vertical slot") er den mest aktuelle trappetyperen i Åkersvika hvis man skal konstruere disse i betong. I denne trappetyperen blir en stor del av vannvolumet brukt til absorpsjon av energien. En annen alternativ type fiskepassasje er naturlignende «fiskebekker» og disse regnes ofte som det aller beste alternativet i elver med flere fiskearter med ulik svømmekapasitet.

6.3.1.3 Senking av vannstand om våren

Et alternativ som bør utredes og diskuteres er muligheten for å etablere en regulerbar terskel på kote 121,7 m, men med mulighet for gradvis å senke vannstanden innenfor terskelen tidlig om våren og fram til fisken begynner å vandre inn, spesielt i år med sen oppfylling av Mjøsa. Dette vil trolig blottlegge mer produktive mudderbanker med et mer etablert bunndyrsfunn og således gi næring til fugl, samtidig som det vil kunne sikre gytevandring til ulike fiskearter. En slik terskel bør utstyres med manøvrerbare bunnluker som sikrer fiskens vandringsmulighet når vannstanden innenfor terskelen er på sitt laveste. Effekten av en slik terskel på vegetasjon og sedimenteringsproblematikk bør imidlertid utredes nærmere.

6.4 Vegtiltakets konsekvenser for Åkersvika

Utvidelse av E6 vil føre til arealbeslag og inngrep i et verdifullt våtmarksområde. Inngrepet vil legge beslag på betydelig mer land- enn vannarealer. Vi observerte at de fleste artene, bl.a. abbor, gjedde, mort, laue, brasme og vederbuk, gytt på oversvømt mark og vegetasjon over store deler av Åkersvika. Gytinga var derfor ikke knyttet til enkeltlokaliteter eller spesielle habitattyper. Vi vurderer det dithen at tilgangen til gytearealer for disse artene fortsatt vil være tilfredsstillende etter utvidelse av E6. Andre arter gyter på områder med spesielle habitatkarakteristika, bl.a. harr og ørret som gyter på rennende vann (dette kan også arter som abbor og mort gjøre). Hvis utvidelsen av E6 blir i østlig retning gjennom Flagstadelvdeltaet vil det være nødvendig å konstruere et nytt elveløp for de nedre deler av Flagstadelva. Det vil i så tilfelle være viktig at det nye elveløpet konstrueres slik at det ikke dannes vandringshindre for fisk. Legges E6 i vestlig retning vil konsekvensen være noe tapt gyteareal for arter som er avhengig av vegetasjon og oversvømt mark, men som nevnt ovenfor anser vi gytearealene for disse artene som tilfredsstillende også etter utvidelsen av E6.

Det bør legges vekt på å utforme nye vegkanter slik at det skapes variasjon og naturlige habitater, dvs. ikke steinfyllinger. Utvidelse av E6 kan medføre fare for økt forurensning, men dette forutsettes løst gjennom oppsamling av overvann og andre tiltak.

6.5 Anbefalinger og konklusjoner

Det viktigste tiltaket for fiskefaunaen i forbindelse med E6-prosjektet er å opprettholde den økologiske forbindelsen (konnektiviteten) mellom Mjøsa og de ulike delene av Åkersvika. Tiltak som reduserer fiskens muligheter for fritt å vandre mellom Mjøsa og Åkersvika vurderes som alvorlig for fiskesamfunnet. Verdien av Åkersvika for fiskesamfunnet i Mjøsa og fiskesamfunnets betydning for økosystemet i Åkersvika vurderes som svært stor. Åkersvika er trolig den enkeltlokaliteten som i dag har størst betydning for å opprettholde et livskraftig fiskesamfunn i Mjøsa.

Ut i fra generell økologisk kunnskap er vi skeptiske til tiltak som søker å skape stabilitet i et dynamisk økosystem som Åkersvika. Etablering av vannstandsmanøvrerende terskler vurderes

som negativt for fiskesamfunnet, og den vurderte nytteverdien for fugl bør derfor være stor for å gjennomføre et slikt tiltak. Hvis det besluttes å etablere faste vannstandsmanøvrerende terskler vil det være nødvendig å etablere fiskepassasjer i tilknytning til disse. I planleggingen må man ta høyde for at fallgradienten i fiskepassasjene ikke overstiger 1:30, dvs. en fiskepassasje på utsiden av en terskel på Stangebrua på kote 121.7 vil bli minimum 70 m lang. Alternativt bør det utredes muligheter for å manøvrere vannstanden innenfor med en regulerbar terskel slik at denne reduseres fra ettervinteren og fram til de første fiskeartene starter innvandringen i begynnelsen av april. På dette tidspunktet bør vannstanden innenfor terskelen være så lav at fisken kan svømme fritt inn. En slik terskel bør derfor utstyres med en bunnluke. Dette bør være positivt for fugl siden et slikt manøvreringsregime vil sikre tilgangen til nylig blottlagte mudderbanker med etablert bunndyrfauna.

Utvidelse av E6 vil føre til arealbeslag og inngrep i et verdifullt våtmarksområde, men for fisk isolert sett vil dette trolig ikke få store negative konsekvenser hvis dette gjøres på en mest mulig skånsom måte. Det må legges vekt på å utforme vegkanter slik at det skapes naturlige habitater og ytterligere forurensing må unngås.

I forhold til anleggsfasen er trolig den mest kritiske perioden for fisk i forbindelse med de omfattende gytevandringene om våren (starten av mai – midten av juni), og gytevandringene til ørret opp i elvene om høsten (fra midten av august og ut september). Anleggsarbeid som sterkt påvirker artenes vandringsmuligheter fra hovedbassenget og opp i Svartelvedeltaet og opp Flagstadelva i disse periodene bør unngås så langt det er praktisk gjennomførbart.

7 Referanser

- Aass, P. & Kraabøl, M. 1999. The exploitation of a migrating brown trout (*Salmo trutta* L.) population: change in fishing methods due to river regulation. *Regulated Rivers; Research & Management* 15: 211-219.
- Benke, A.C., Chaubey, I., Ward, G.M. & Dunn, E.L. 2000. Flood pulse dynamics of an unregulated river floodplain in the southeastern US coastal plain. *Ecology* 81 (10): 2730-2741.
- Carpenter, S.R., Cottingham, K.L., Shindler, D.E., 1992. Biotic feedbacks in lake phosphorous cycles. *Tree* 7: 332-336.
- Eriksen, T E. & Løvik, J. E. 2011. Undersøkelse i Åkersvika naturreservat, 2010. NIVA Rapport, L.NR. 6147-2011
- 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.
- Holmlund C.M. & Hammer, M. 1999. Ecosystem services generated by fish populations. *Ecological Economics* 29: 253-268.
- Huitfeldt-Kaas, H. 1917. Mjøsas fisker og fiskerier. Det Kgl. Norske Videnskabers Selskabs Skrifter 1916 nr. 2. Aktietrykkeriet i Trondhjem.
- Johnsen, S. 2004. Kartlegging av viktige leveområder for karpfisk, abbor, hork og gjedde i Gudbrandsdalslågen, fra Harpefossen til utløp i Mjøsa. Fylkesmannen i Oppland, miljøvernavdelingen. Rapp. nr. 2/04, 31 s + vedlegg.
- Johnsen, S.I., Museth, J., Schartau, A.K., Barton, D.N., Fangel, K., Erikstad, L. & Dervo, B.K. 2011. Local floodplain 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
- 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 klimaendringer i norske kommuner*. CIENS-rapport 4-2011.
- Junk, W.J., Bayley, P.B. and Sparks, R.E. (1989), "The flood pulse concept in river-floodplain systems". *Can. Spes. Publ. Fish. Aquat. Sci*, Vol. 106: 31-48.
- Kjellberg, G., Solheim R. & Wold O. 1994. Forslag til kompensasjonstiltak i Åkersvika. Konsekventredning. Norsk institutt for vannforskning. Rapport 3140. 45 s.
- Kjellberg, G., Solheim R., Wold, O. & Løvik J. E. 2004. Åkersvika naturreservat – vurdering av konsekvenser ved etablering av minimumsvannstand. Norsk institutt for vannforskning. Rapport 4834. 21 s.
- Kraabøl, M. & Museth J. 2008. Etablering av terskel og fiskepassasjer i Åkersvika. Problemstillinger og utredningsbehov knyttet til fiskevandring – NINA Rapport 374. 32 s.
- Kraabøl, M. & Aass, P. 1996. Drivgarnsfiske etter ørret i Lågen fra Mjøsa til Fåberg i perioden 1900-1969. Fylkesmannen i Oppland, miljøvernavdelingen. Rapport 15/96, 15 sider.
- Lytle, D.A. & Poff, N.L. 2004. Adaptation to natural flow regimes. *Trends in Ecology & Evolution* 19(2): 94-100.

- Moyle, P.B. & Mount, J.F. 2007. Homogenous rivers, homogenous faunas, Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America, 104(14): 5711-5712.
- 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.
- Museth, J., Johnsen, S.I. & Kraabøl, M. 2010. Planlagt terskel i Åkersvika - Vurdering av fiskevandring 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 prøvafiske den 20.-21. juni 2005. Høgskolen i Hedmark/Naturkompetanse. Rapport, 8 sider + vedlegg.
- 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.
- Post, D.M., Carpenter, S.R., Christensen, D.L., Cottingham, K.L., Kitchell, J.F., Schindler, D.E. & Hodgson, J.R. 1997. Seasonal effects of variable recruitment of a dominant piscivore on pelagic food web structure. *Limnology and Oceanography* 42(4): 722-729.
- 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.
- Solheim, R. 1992. Sammenstilling av ornitologisk registreringsmateriale for Åkersvika naturreservat. Fylkesmannen i Hedmark, miljøvernavdelingen, rapport nr 2/92, 23 s + vedlegg.
- Sparks, R.E. 1995. Need for ecosystem management of large rivers and their floodplains. *Bioscience* 45(3): 168-182.
- Tockner, K. & Stanford, J.A. 2002. Riverine flood plains: present state and future trends. *Environmental Conservation* 29(3): 308-330.
- Vannote, R.L., Minshall, G.W., Cummins, K.W., Sedell, J.R. & Cushman, C.E. 1980. The river continuum concept, *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 37: 130-137.,
- Ward, J.V. & Stanford, J.A. 1995a. Ecological connectivity in alluvial river ecosystems and its disruption by flow regulation. *Regulated Rivers-Research & Management* 11(1): 105-119.
- Ward, J.V. & Stanford, J.A. 1995b. The serial discontinuity concept- extending the model to floodplain rivers. *Regulated Rivers-Research & Management* 10(2-4): 159-168.
- Ward, J.V., Tockner, K. and Schiemer, F. 1999. Biodiversity of floodplain river ecosystems: Ecosystems and connectivity. *Regulated Rivers - Research & Management* 15(1-3): 125-139.

8 Vedlegg

Vedlegg 1. Nøkkeldata for Mjøsa. Kilde Vassdragsforbundet for Mjøsa

Innsjøareal	362 km ²
Største målte dybde	453 m
Midlere dybde	153 m
Høyde over havet	122 m
Lengde	117 km
Største bredde	14 km
Volum	56.244 mill m ³
Årlig avløp	10.000 mill m ³
Midlere avrenning totalt	320 m ³ / s
Midlere avrenning via Lågen	256 m ³ / s
Teoretisk oppholdstid for vannet	5,6 år
Reguleringsamplitude	3,61 m
Reguleringsmagasin	1.312 mill m ³
Høyeste Regulerete Vannstand (HRV)	123,19 m
Laveste Regulerete Vannstand (LRV)	119,58 m
Total strandlinje	273 km
Nedbørsfelt ¹⁾	16.453 km ²
Antall tilløpselver (antall)	~ 40
Drikkevannskilde (antall personer) ²⁾	80.000
Antall nåværende fiskearter	20
Fiskeavkastning	4 - 7 kg/ha og år
Siktedyp (middelverdi juni-oktober i Mjøsas sentrale del (Skreia) 2006) ³⁾	9,8 m
Fosfor (middelkonsentrasjon juni-oktober 2006) ⁴⁾	~ 4 µg tot.P/l
Nitrogen (sjiktet 0 - 10 m i vekstsesongen 2006) ⁵⁾	215 – 694 µg tot.N/l
Klorofyll <u>a</u> (planteplankton - middelverdi i vekstsesongen 2006) ⁶⁾	1,6 – 2,7 µg tot.kl. <u>a</u> /l
Økologisk status/Biologisk tilstand ⁷⁾	"Nær akseptabel"



Norsk institutt for naturforskning (NINA) er et nasjonalt og internasjonalt kompetansesenter innen naturforskning. Vår kompetanse utøves gjennom forskning, utredningsarbeid, overvåking og konsekvensutredninger.

NINAs primære aktivitet er å drive anvendt forskning. Stikkord for forskningen er kvalitet og relevans, samarbeid med andre institusjoner, tverrfaglighet og økosystemtilnærming. Offentlig forvaltning, næringsliv og industri samt Norges forskningsråd og EU er blant NINAs oppdragsgivere og finansieringskilder.

Virksomheten er hovedsakelig rettet mot forskning på natur og samfunn, og NINA leverer et bredt spekter av tjenester gjennom forskningsprosjekter, miljøovervåking, utredninger og rådgiving.

ISSN:1504-3312
ISBN: 978-82-426-2693-6

Norsk institutt for naturforskning

NINA Hovedkontor

Postadresse: Postboks 5685 Sluppen, NO-7485 Trondheim

Besøks/leveringsadresse: Tungasletta 2, NO-7047 Trondheim

Telefon: 73 80 14 00, Telefaks: 73 80 14 01

E-post: firmapost@nina.no

Organisasjonsnummer 9500 37 687

<http://www.nina.no>

Samarbeid og kunnskap for framtidens miljøløsninger