

## Økologisk tilstandsklassifisering av vannforekomster i Glomma og Vorma

Kan den europeiske fiskeindeksen (EFI+) brukes i artsrike elver på Østlandet?

Jon Museth, Åge Brabrand, Børre K. Dervo & Odd Terje Sandlund



## **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.

# Økologisk tilstandsklassifisering av vannforekomster i Glomma og Vorma

Kan den europeiske fiskeindeksen (EFI+) brukes i artsrike elver  
på Østlandet?

Jon Museth,  
Åge Brabrand,  
Børre K. Dervo,  
Odd Terje Sandlund,

Museth, J., Brabrand, Å., Dervo, B. K. & Sandlund, O. T. 2016.  
Økologisk tilstandsklassifisering av vannforekomster i Glomma og  
Vorma. Kan den europeiske fiskeindeksen (EFI+) brukes i artsrike  
elver på Østlandet? - NINA Rapport 1262. 27 s. + vedlegg

Lillehammer, juni 2016

ISSN: 1504-3312

ISBN: 978-82-426-2914-2

RETTIGHETSHAVER

© Norsk institutt for naturforskning

Publikasjonen kan siteres fritt med kildeangivelse

TILGJENGELIGHET

Åpen

PUBLISERINGSTYPE

Digitalt dokument (pdf)

REDAKSJON

Børre K. Dervo

KVALITETSSIKRET AV

Ann Kristin Schartau

ANSVARLIG SIGNATUR

Administrerende direktør Norunn S. Myklebust (sign)

OPPDRAGSGIVER(E)/BIDRAGSYTER(E)

Fylkesmannen i Oslo & Akershus

OPPDRAGSGIVERS REFERANSE

KONTAKTPERSON(ER) HOS OPPDRAGSGIVER/BIDRAGSYTER

Ruben Pettersen

FORSIDEBILDE

Båtelvisning i Glomma. Børre K. Dervo ©

NØKKELOD

- Glomma, Hedmark fylke, Akershus fylke
- Fiskesamfunn, flerartssamfunn, store elver
- Vannforskriften, økologisk tilstandsklassifisering, vannforekomster
- kvalitetselement fisk

KONTAKTOPPLYSNINGER

**NINA hovedkontor**

Postboks 5685 Sluppen  
7485 Trondheim  
Telefon: 73 80 14 00

**NINA Oslo**

Gaustadalléen 21  
0349 Oslo  
Telefon: 73 80 14 00

**NINA Tromsø**

Framsenteret  
9296 Tromsø  
Telefon: 77 75 04 00

**NINA Lillehammer**

Fakkelgården  
2624 Lillehammer  
Telefon: 73 80 14 00

[www.nina.no](http://www.nina.no)

## Sammendrag

*Museth, J., Brabrand, Å., Dervo, B. K. & Sandlund, O. T. 2016. Økologisk tilstandsklassifisering av vannforekomster i Glomma og Vorma. Kan den europeiske fiskeindeksen (EFI+) brukes i artsrike elver på Østlandet? - NINA Rapport 1262. 27 s. + vedlegg*

Overvåking i henhold til vannforskriften skal gi informasjon om sammensetning, mengde og aldersstruktur for alle de viktigste fiskeartene som er tilstede. Tradisjonelle metoder som garnfiske og bruk av bærbart elektrisk fiskeapparat er lite egnet i store elver som f.eks. Glomma og Vorma. Målsettingen med dette prosjektet har vært gjøre et forsøk på å klassifisere kvalitetselement fisk for ulike deler av Glomma fra Braskereidfoss (Hedmark fylke) til Rånåsfoss (Akershus fylke) og i Vorma nedstrøms Svanfoss. Forsøksvis tar vi i bruk den europeiske fiskeindeksen EFI+ for å klassifisere vannforekomsten, og gjør en vurdering av hvordan denne felleseuropeiske indeksen fungerer under norske forhold. Som en del av dette prosjektet ble det høsten 2015 gjennomført båtelfiske i Glomma oppstrøms Kongsvinger kraftverk, i Glomma opp- og nedstrøms Rånåsfoss kraftverk og i Vorma nedstrøms Svanfoss. I tillegg har vi benyttet data fra tidligere båtelfiske i Glomma ved de samme lokalitetene (2011 – 2013) og i Vorma ved Svanfoss (2011-2013).

Vorma ved Svanfoss: I 2015 ble det fanget 153 fisk fordelt på 11 fiskearter ved båtelfiske nedstrøms dammen ved Svanfoss. Det er også gjennomført båtelfiske på denne lokaliteten i 2011, 2012 og 2013, og EFI+ er beregnet for hvert av disse årene. Beregnet fiskeindeks (EFI+) for Vorma nedenfor Svanfoss var på 0,76-0,94, noe som gir strekningen «svært god» og «god» økologisk tilstand iht. til den europeiske fiskeindeksen. At indeksen viser laveste verdi i 2015 kan trolig tilskrives at båtelfiske ble gjennomført relativt sent om høsten pga. at flom ikke gjorde det mulig å gjennomføre båtelfisket tidligere. For å belyse betydningen av substrat og fall, som er viktige inngangsparametere for indeksen, ble det gjort beregning av EFI+ med tre forskjellige substratkategorier (silt, sand, grus) og tre forskjellige fallverdier (0,32 m/km, 0,5 og 1,0), mens de øvrige inngangsparameterne ble holdt konstant. Effekten av større fall med de samme elbåtfangstene gir lavere EFI+ indeks. Dette var forventet fordi økt vannhastighet (større fall) burde gi bedre forhold og derved større fangster av flere arter som tilhører et «Salmonide-type» fiske-samfunn. Indeksverdien ble imidlertid relativt lite endret og det var bare for 2015 at fiskesamfunnet i dette konstruerte tilfellet ble klassifisert som «moderat».

Glomma ved Braskereidfoss, Kongsvinger og Rånåsfoss: I 2015 ble det gjennomført båtelfiske opp- og nedstrøms Rånåsfoss kraftverk og oppstrøms Kongsvinger kraftverk i Glomma. Det ble totalt påvist 10 fiskearter ved Rånåsfoss og 10 fiskearter ved Kongsvinger. Data fra tidligere undersøkelser ved Braskereidfoss ble også benyttet til beregning av EFI+. På grunnlag av observasjon under fiske ble sand angitt som dominerende substrat, og det er beregnet et fall i elva mellom Kongsvinger og Braskereidfoss på 0,24 m/km. Nedstrøms og oppstrøms Braskereidfoss kraftverk og Kongsvinger kraftverk ble fiskesamfunnet klassifisert som «moderat» til «dårlig», mens det både ovenfor og nedenfor Rånåsfoss er klassifisert som «god». Årsaken til dette ligger i andel harr, sik og ørret i fangstene var betydelig større ved Rånåsfoss enn ved Kongsvinger. De beregnede indeksene varierte lite ved manipulering av fall og substrat.

Det gjennomførte båtelfisket i Glomma og Vorma og beregningene av EFI+ viser at dette kan være en effektiv metode for å kartlegge fiskesamfunn i store og artsrike elver og for å fastsette økologisk tilstand. Det er imidlertid fortsatt et stort behov for å teste og videreutvikle metoden, og dataene fra denne undersøkelsen er inkludert i et pågående europeisk interkalibreringsprosjekt for tilstandsklassifisering av store elver.

# Innhold

<b>Sammendrag</b> .....	<b>3</b>
<b>Innhold</b> .....	<b>4</b>
<b>Forord</b> .....	<b>5</b>
<b>1 Innledning</b> .....	<b>6</b>
<b>2 Metode og materiale</b> .....	<b>8</b>
2.1 Gjennomføring båtelfiske.....	8
2.2 Klassifiseringsveilederen og fisk i store elver.....	9
2.3 Den europeiske fiskeindeksen - EFI+ .....	10
<b>3 Resultater</b> .....	<b>15</b>
3.1 Vorma nedstrøms Svanfoss .....	15
3.2 Glomma .....	17
<b>4 Diskusjon</b> .....	<b>22</b>
4.1 Referansetilstand i store vassdrag .....	22
4.2 Beregning av EFI+ .....	22
4.2.1 Representativitet i habitat: habitatkartlegging på forhånd? .....	23
4.2.2 Fall og substrat .....	23
4.2.3 Innsats.....	23
4.2.4 Tidspunkt for undersøkelsen .....	24
4.3 Anbefalinger.....	24
<b>5 Referanser</b> .....	<b>26</b>

## Forord

Overvåking iht. vannforskriften skal gi informasjon om sammensetning, mengde og aldersstruktur for alle fiskearter som er tilstede. Tradisjonelle metoder som garnfiske og bruk av bærbart elektrisk fiskeapparat er lite egnet i store elver som f.eks. Glomma og Vorma. I 2008 importerte NINA en spesialbygget elfiskebåt fra USA. Bakgrunnen for dette var at kunnskapen om fiske-samfunn i store elver var dårlig, spesielt for de store elvene med komplekse fiskesamfunn.

Målsettingen med dette prosjekt har vært gjøre et forsøk på å klassifisere den økologiske tilstanden for fisk i ulike deler av Glomma fra Braskereidfoss (Hedmark fylke) til Rånåsfoss (Akershus fylke) og i Vorma nedstrøms Svanfoss ved hjelp av fiskeindeksen EFI+. Som grunnlag for klassifiseringen ble det benyttet fiskedata framskaffet ved hjelp av båtelfiske gjennomført i 2015.

I tillegg har vi benyttet data fra tidligere utført båtelfiske i de samme delene av Glomma og Vorma. Dette er undersøkelser som har vært finansiert av flere: Akershus Energi, Eidsiva Energi, Glommens & Laagens Brukseierforening (GLB) og Fylkesmannen i Hedmark og NINA (interne strategiske satsninger – ISS)

Prosjektet ble initiert av Fylkesmannen (FM) i Oslo og Akershus i samarbeid med Fylkesmannen i Hedmark og Vannområde Glomma. Kontaktperson hos oppdragsgiver har vært Ruben A. Pettersen (FM i Oslo og Akershus) som også deltok på feltarbeidet. Vi takker for hjelp til båtelfiske og faglige diskusjoner og innspill underveis i prosjektperioden.

I tillegg til oppdragsgiver har Eidsiva Energi og Glommens & Laagens Brukseierforening (GLB), Naturhistorisk museum (UiO) og NINA bidratt for å finansiere prosjektet.

Lillehammer, juni 2016

Jon Museth  
Prosjektleder

# 1 Innledning

Forvaltningen av norske vassdrag reguleres av vannforskriften, som er bestemmelsene i EUs vanddirektiv inkludert i norsk lovverk. Hovedprinsippet i vannforskriften er at alle vannforekomster skal oppnå minst «god økologisk tilstand», et begrep som betegner at de økologiske forholdene i vannet er lite endret i forhold til en definert referansetilstand. De økologiske forholdene skal beskrives på grunnlag av flere biologiske kvalitetselementer, hvorav fisk er ett (Anon. 2013).

I vannforskriften er vannforekomstene gruppert i forhold til ulike «vanntyper» (Direktoratsgruppa Vanddirektivet 2011). For rennende vann er ett av kriteriene for «vanntype» nedbørfeltets størrelse. I europeisk sammenheng er «store elver» definert som elver med nedbørfelt større enn 2 500 km<sup>2</sup>. For å kunne tilfredsstille kravet om at alle vannregioner og fylker bør være representert i overvåkingen har man i norsk sammenheng redusert kravet om nedbørfeltets størrelse til 1 000 km<sup>2</sup> (Schartau mfl. 2013). For de fleste biologiske kvalitetselementene gjelder at prøvetakingen er problematisk i elver som er dypere enn at de kan vades. For fisk betyr dette at vår kunnskap om fiskebestandene i elver dypere enn ca. 50-70 cm har vært begrenset. Man har derfor måttet benytte vurderinger som er basert på data samlet inn med ulike kvalitative metoder, som f.eks. sportsfiske, kombinert med elektrisk fiske langs land og garnfiske i bakevjer og loner. Tilgangen til båt for elektrisk fiske («elfiskebåt») har gjort det mulig å samle kvantitative eller semi-kvantitative data i elver ned til 2-3 m dyp (se f.eks. Museth mfl. 2013, 2014).

Kvalitetselementet fisk som bioindikator til å tilstandsklassifisere vannforekomster etter vannforskriften er beskrevet i kapittel 6 i Klassifiseringsveilederen (Anon. 2014). Arbeidet med å utvikle veilederen ble gjennomført i 2012-2013 (Sandlund mfl. 2013). Viktige kriterier ved vurdering av fiskebestandens tilstand er artssammensetning, dominansforholdet mellom artene, enkeltarters bestandsstørrelse (mengde) og bestandenes struktur (alder, størrelse, økologiske former). Hovedparameteren for å bedømme fiskebestandenes tilstand blir anbefalt å være bestandsstørrelse, målt som fangst per innsats (ved f. eks. garnfiske i innsjøer) eller ved beregnet tetthet av ung laksefisk i elv (ved elfiske).

Fokuset i arbeidet med å utvikle klassifiseringsveilederen har vært på laksefisk i elv og data samlet med bærbart elektrisk fiskeapparat, ettersom det er slike data vi har relativt mye av i Norge (Sandlund mfl. 2013). Grunnlaget for klassifisering av tilstand i mindre elver er dermed tettheten av ungfisk av laksefisk (kapittel 6.3.4 i veilederen). Dette er ikke egnet for artsrike fiskesamfunn og vannforekomster som det vi finner i Glomma/Vorma. Den indeksen som eventuelt kunne brukes på materialet fra Glomma/Vorma er NEFI (norsk endringsindeks for fisk), som baserer seg på endringer i dominansforhold mellom fiskearter (se kapittel 6.3.2 i veilederen). Dette er en robust indeks, men den krever at man kan definere en referansetilstand, selv om kravet til nøyaktighet er lite. F. eks. skal informasjon fra intervjuer med lokalkjente fiskere være tilstrekkelig. Vi har imidlertid per i dag ingen informasjon om sammensetningen av fiskesamfunnet i Glomma/Vorma før reguleringsinngrepene ble gjennomført. NEFI er nærmere beskrevet i metodekapitlet s. 9, men denne indeksen er lite egnet for å tilstandsklassifisere vannforekomster av typen Glomma/Vorma.

I Europa er det utviklet flere indekser for fiskebestandenes tilstand med sikte på å kunne klassifisere vannforekomstene. I EU er den indeksen som kalles EFI+ brukt (EFI+ CONSORTIUM 2009), i tillegg til en rekke andre nasjonale indekser. EFI+ er benyttet for å klassifisere vannforekomster i Glomma og Vorma i denne rapporten. En nærmere beskrivelse finnes i metodekapitlet. Sverige har utviklet VIX-indeksen og Finland FiFi-indeksen (Beier mfl. 2007a, 2007 b, Vehanen mfl. 2010). Den svenske indeksen VIX (VattendragIndeX) er basert på resultater fra standard bærbart elfiske. Sveriges fordel i denne sammenheng er at de har bygget opp en omfattende database for resultater fra elfiske («Svensk efiskeregister», SERS). SERS inneholdt våren 2007 over 33 000 datasett fra elfiske på ca. 13 000 lokaliteter, men data om miljøpåvirkning er mangelfulle, noe som begrenser hvordan dataene kan anvendes i utviklingen av en indeks. I utviklingen av VIX kunne man likevel velge over 600 datasett som dekket alle landets regioner og ulike grader av menneskelig påvirkning. En nærmere beskrivelse av indeksen finnes



---

i **vedlegg 1**. Finnish Fish Index (FiFI) er utviklet for klassifisering av elver i Finland på grunnlag av fiskebestanden (Vehanen mfl. 2010, 2013). Indeksen er basert på data fra 902 lokaliteter samlet ved hjelp av bærbart elektrisk fiskeapparat. Dette betyr at for større elver foreligger det bare data om de grunne («vadbare») områdene, dvs. grunnere enn 50-70 cm. Indeksen er nærmere beskrevet i **vedlegg 2**.

I denne rapporten bruker vi data samlet med elfiskebåt i Glomma mellom Braskereidfoss og Øyeren, samt i Vorma nedstrøms Svanfoss, til å klassifisere økologisk tilstand for disse vannforekomstene på grunnlag av fiskebestandene. Forsøksvis tar vi i bruk den europeiske fiskeindeksen EFI+ for å klassifisere vannforekomsten, og gjør en vurdering av hvordan denne felles-europeiske indeksen fungerer under norske forhold. Vi utvikler også et forslag til hvordan et program for å overvåke fiskebestanden i denne vannforekomsten bør utformes.

## 2 Metode og materiale

### 2.1 Gjennomføring båtelfiske

Det er brukt data fra båtelfiske gjennomført i Glomma den 15. og 16. september 2015 til beregningene av EFI+. Det ble fisket på tre ulike stasjoner: Oppstrøms Kongsvinger kraftverk og opp- og nedstrøms Rånåsfoss kraftverk (**tabell 2.1**). Det var planlagt båtelfiske opp- og nedstrøms Bingsfoss kraftverk, men pga. kraftig regnvær ble det flom i Glomma og dårlige forhold for båtelfiske. Det ble gjennomført båtelfiske i Vorma nedstrøms Svanfoss den 16. oktober 2015. Vi har også benyttet data fra tidligere gjennomført båtelfiske i Glomma og Vorma i dette prosjektet (se **tabell 2.1**), men med de samme prosedyrene ved fisket som i 2015.

Det ble benyttet en 18 fot stor spesialbygget båt av aluminium (Museth mfl. 2013). Foran baugen på båten er det plassert to anoder med stålvaiere festet til justerbare svingarmer på hver side. Under det elektriske fisket fungerer båtenes skrog som katode og vaiere som henger i baugen av båten som anode. Når strømmen slås på oppstår et elektrisk felt rundt hver anode som til dels overlapper avhengig av vinklingen på svingarmene. Strømmen sendes ut via en 7,5 kW generatordrevet (Kohler Marin Generator) pulsator. Strømfeltet har en maksimal horisontal og vertikal rekkevidde på henholdsvis ca. 5 og 3 meter, men dette vil variere noe fra lokalitet til lokalitet pga. forskjeller i vannets ledningsevne. Det er mulig å variere mellom pulserende likestrøm (DC) og vekselstrøm (AC). Av dyrevelferdsmessige grunner benyttet vi alltid pulserende likestrøm. Spenningen kan justeres opp til 1000 V og pulsfrekvensen kan justeres fra 7,5 til 120 hertz etter vannets ledningsevne og etter hvilke fiskegrupper som er hovedfokus for undersøkelsene. Dette sikrer at den akutte dødeligheten til fisk fanget under båtelfiske er lav (< 1 %). I Glomma og Vorma lå utgangseffekten, etter riktig justering i forhold til vannkvaliteten, i intervallet 1.5 - 2.5 A (avleses og justeres kontinuerlig av båtfører). Fisket ble gjennomført ved at båten ble manøvrert med baugen nedstrøms og litt raskere enn den aktuelle vannhastigheten. Immobilisert fisk i strømfeltet vil da drive passivt i vannstrømmen i tilnærmet samme hastighet som båten. Fiskene som ble svimeslått under elektrofisket ble håvet opp av to personer som stod bak sikringsrekkverk i baugen på båten. Det ble benyttet langskaftete håver med maskevidde på 15 mm. Fanget fisk ble overført direkte til en stor oppbevaringstank med kontinuerlig vanngjennomstrømming. Fiskene ble etter artsbestemmelse og lengdemåling satt tilbake i elva i det området der den ble fanget.

Antall sekunder pulsatoren (model Smith-Root Electrofisher 7.5 GPP) var i drift ble registrert for hver forsøksstrekning. Start og stopp for hvert transsekt ble registrert på GPS. Ved beregning av avfisket areal forutsatte vi at det fiskes effektivt over en bredde på 3,5 m av elva. På hver stasjon ble det fisket flere transsekter og disse er slått sammen ved beregning av EFI+, f.eks. ble det fisket 9 transsekter på stasjonen oppstrøms Kongsvinger kraftverk og innsats (målt som avfisket areal) og fangster er slått sammen for disse transsektene.

**Tabell 2.1** Oversikt over stasjoner i Glomma og Vorma som ble undersøkt ved båtelfiske i 2015 og ved tidligere tidspunkt (resultatene fra disse undersøkelsene er rapportert i Museth mfl. 2014 og Johnsen mfl. 2014). Dato, overfisket areal, tidsinnsats, antall fanget fisk og antall arter påvist er gitt.

Elv	Stasjon	Dato	Areal (m <sup>2</sup> ) <sup>1)</sup>	Tidsinnsats (s) <sup>2)</sup>	Antall fisk	Antall arter
Glomma	Oppstrøms Braske-reidfoss krv.	04.08.2011	9462	3600	93	10
	Oppstrøms Braske-reidfoss krv.	16.08.2012	10648	4540	141	12
Glomma	Nedstrøms Braske-reidfoss krv.	04.08.2011	6916	2460	90	5
Glomma	Nedstrøms Braske-reidfoss krv.	16.08.2012	4375	1300	12	6
Glomma	Oppstrøms Kongsvinger krv.	15.09.2015	11313	4292	262	10
Glomma	Nedstrøms Kongsvinger krv.	17.08.2012	4375	1311	145	10
Glomma	Oppstrøms Rånåsfoss krv.	16.09.2015	4148	1185	27	6
Glomma	Nedstrøms Rånåsfoss kraftverk	01.10.2012	5835	5240	146	10
Glomma	Nedstrøms Rånåsfoss kraftverk	16.09.2015	7550	3187	220	10
Vorma	Nedstrøms Svanfoss dam	18.10.2011	10770	8574	245	15
Vorma	Nedstrøms Svanfoss dam	01.10.2012	10770	5560	80	8
Vorma	Nedstrøms Svanfoss dam	17.09.2013	10770	6033	71	13
Vorma	Nedstrøms Svanfoss dam	16.10.2015	12190	5977	153	12

<sup>1)</sup> Areal = transsektlengde \* 3,5 m, <sup>2)</sup> Antall sekunder som pulsatoren var i drift (dvs. antall sekunder med strøm i vannet).

## 2.2 Klassifiseringsveilederen og fisk i store elver

Kapitlene om fisk i Klassifiseringsveilederen finnes her: <http://www.vannportalen.no/nyheter/2016/jan---mar/revisjon-av-klassifiseringsveilederen-fra-2013/>. Som grunnlag for det gjeldende klassifiseringssystem for fisk ble det gjennomført et utredningsprosjekt i 2012-2013 med deltagelse fra mange fagmiljøer i Norge (Sandlund mfl. 2013). Med hensyn til fisk i elv var fokuset på laksefisk og data samlet med bærbart elfiske, ettersom det er slike data vi har relativt mye av i Norge. Grunnlaget for klassifisering av tilstand er dermed tettheten av ungfisk av laksefisk i mindre elver (kapittel 6.3.4 i veilederen). Dette er ikke egnet for fiskesamfunn og vannforekomster som det vi finner i Glomma/Vorma.

Den norske fiskeindeksen som eventuelt kunne brukes på materialet fra Glomma/Vorma er NEFI (norsk endringsindeks for fisk), som baserer seg på endringer i dominansforhold mellom fiskearter (se kapittel 6.3.2 i veilederen). Dersom vi anvender tankegangen bak NEFI-indeksen på dagens data for fisk i Glomma kan det illustreres med det samlede materialet fra båtelfisket ved Braskereidfoss og Rånåsfoss (**tabell 2.2**). I tabellen er materialet fra begge fiskerunder i 2015 og både oppstrøms og nedstrøms elvekraftverkene slått sammen.

Ut fra den definisjonen av «dominerende», «vanlig» og «sjelden» art i fiskesamfunnet som er anbefalt i klassifiseringsveilederen i forbindelse med NEFI-indeksen ser vi at ved Braskereidfoss er gullbust den eneste dominerende fiskearten i dag ( $\geq 25$  % av fangsten). På den annen side er det bare ørekyt og lake som er sjeldne i disse fangstene ( $< 1$  % av fangsten). De øvrige ni artene er vanlige, dvs. de utgjør mellom 1 og 25 % av fangsten. Bildet er ganske annerledes ved Rånåsfoss. Der er både harr og mort dominerende, mens bare hork er sjelden. Det er tenkelig at både harr og ørret var mer tallrike ved både Braskereidfoss og Rånåsfoss før elvekraftverkene ble bygget. Det er imidlertid lite trolig at ørret noensinne har vært dominerende fiskeart på disse to stedene i Glomma. For begge disse artene er det imidlertid viktig at det i Glomma nordover fra Braskereidfoss er to andre elvekraftverk (Skjefstadvfossen og Strandfossen) innenfor en avstand på ca. 33 km. Undersøkelser av hvor langt ørret og harr vandrer i Glomma oppstrøms fra Strandfossen og i Gudbrandsdalslågen kan tyde på at disse tre dammene kan ha hatt svært negativ effekt på bestandene av disse artene. Rånåsfoss ligger ca. 20 km oppstrøms fra Øyeren og det er ca. 22 km opp til Funnefoss kraftverk. Videre oppstrøms er det ca. 30 km til Kongsvinger kraftverk og ytterligere ca. 82 km til Braskereidfoss.

**Tabell 2.2.** Tallmessige dominansforhold i fiskesamfunnet ved Braskereidfoss og Rånåsfoss i Glomma. Materiale fra alle fiskerunder og oppstrøms og nedstrøms for kraftverksdammene.

Fiskeart	Braskereidfoss		Rånåsfoss	
	Sum # fisk	Prosent	Sum # fisk	Prosent
Harr	21	6,3	74	30,1
Ørret	4	1,2	5	2,0
Abbor	8	2,4	22	8,9
Hork	4	1,2	1	0,4
Brasme	0	0	4	1,6
Mort	38	11,3	70	28,5
Gullbust	150	44,6	30	12,2
Laue	45	13,4	0	0
Stam*	0	0	0	0
Sik	36	10,7	17	6,9
Gjedde	15	4,5	15	6,1
Steinsmett	10	3,0	8	3,3
Ørekyt	3	0,9	0	0
Lake	2	0,6	0	0
Sum	336		246	

\*) Stam ble fanget ved Rånåsfoss ved båtelfiske i 2012, men ikke i 2015. Arten er ikke påvist ved Braskereidfoss, men ble fanget oppstrøms Kongsvinger kraftverk i 2015. Det er ingen vandringshindre mellom Kongsvinger og Braskereidfoss. Stam er påvist stadig lengre nord i Glomma siden 1980-tallet (Garnås 1981, Lund 1997), og vi må anta at den finnes opp til Braskereidfoss.

### 2.3 Den europeiske fiskeindeksen - EFI+

Vi har brukt EFI+ (EFI+ CONSORTIUM 2009) til klassifisering av vannforekomster i Glomma og Vorma med «kvalitetselement fisk». Datagrunnlaget er beskrevet i neste kapittel. Utviklingen av EFI+ er basert på en stor database med rundt 30.000 fisk fra mer enn 14.000 stasjoner i 2 700 elver i 15 europeiske land. For disse stasjonene er det også samlet inn miljødata, inkludert effekter av menneskelig (antropogen) påvirkning. Den Europeiske Fiskeindeksen «EFI+» er en multivariat indeks basert på en prediktiv modell som bygger på abiotiske miljøkarakteristikker og avviket mellom forventet forekomst av fisk i et vannsystem nær naturtilstanden og observasjoner i nåsituasjonen. Formålet med indeksen er å vurdere økologisk tilstand til vannforekomster i europeiske vassdrag. Ett av hovedmålene i utviklingsfasen har vært å kalibrere indeksen for de

fleste økoregioner og miljømessige situasjoner i hele Europa. Indeksen er forsøkt utviklet slik at den er sammenlignbar mellom økoregioner, elvetyper og ulike lokale miljøforhold. De økologiske klassegrensene er basert på fordelingen av indeksverdiene for vannforekomster i to hovedtyper av vassdrag; 1) Laksefisk dominerte systemer og 2) Karpfisk dominerte systemer (**tabell 2.3**). I vassdrag nær naturtilstanden er verdien høy (1,0 til 0,8), mens i sterkt påvirkede systemer er verdien lav (0 til 0,2). Artene som er klassifisert som intolerante for oksygenmangel, intolerante for habitatsødeleggelse og de som er «lithophilic» (prefererer steinbunn) eller «rheophilic» (prefererer rennende vann) i forhold til gytehabitat er beskrevet i veilederen til EFI+ (EFI+ CONSORTIUM 2009, se vedlegg 4). Skillet mellom de to hovedtypene av vassdrag er basert på andelen av forekomst av arter (Salmonider - laksefisk eller Cyprinider - karpfisk) og artene er beskrevet i veilederen til EFI+ (EFI+ CONSORTIUM 2009, se listen i vedlegg 3).

**Tabell 2.3.** De to hovedtypene av vassdrag i EFI+ med hovedvariabler og definisjon.

Indeks	Variabelnavn	Beskrivelse
«Salmonid»	Ni.O2.Intol	Tetthet (antall individer per 100m <sup>2</sup> i første runde med avfisking) på en stasjon av fiskearter intolerante for lite oksygen, dvs. krever mer enn 6 mg / l O <sub>2</sub> i vannet
	Ni.Hab.Intol.150	Tetthet (antall individer per 100m <sup>2</sup> i første runde med avfisking) ≤ 150 mm (total lengde) av arter intolerante for habitatødeleggelse.
«Cyprinid»	Ric.RH.Par	Forekomsten (antall arter i første runde med avfisking) av «rheophile» karpfiskarter; dvs. karpfiskarter som krever rennende vann for å gyte.

Manualen og selve databasen «EFI+» er tilgjengelig på nettadressen <http://efi-plus.boku.ac.at/>.

**Tabell 2.4** beskriver alle variablene som brukes til å beregne EFI+ og hvilke verdier vi har brukt for Glomma og Vorma. Nærmere beskrivelse av bakgrunn for modellen og beregning av de ulike variablene er gitt i manualen (EFI+ CONSORTIUM 2009).

**Tabell 2.4** Input variabler som skal benyttes i beregning av EFI+ og valgte verdier i denne undersøkelsen. \* indikerer obligatorisk utfylling.

Variabel	Verdier benyttet for Vorma og Glomma
* Stasjonskode Kode for hvert prøvetakssted gitt av brukeren (kan være forkortelse av nasjon/land + brukerens egen kode av området, f.eks NO0001).	NVE elvenett
*Breddegrad Breddegrad i desimalgrader, projeksjon WGS84.	WGS 84
*Lengdegrad Breddegrad i desimalgrader, projeksjon WGS84.	WGS 84
*Dag F.eks: 08	Dag
*Måned F.eks: 10	Måned
*År F.eks: 2008	År
* Land Navn på land (bør være på engelsk).	NO
* Elvenavn Nationalt navnet på elva (for grensevassdrag kan navnet på landet sammen med elvenavn brukes, dvs. Semois, Belgia - Semoy – Frankrike).	Navn på elv

Tabell 2.4 *forts.*

Variabel	Verdier benyttet for Vorma og Glomma
*Stedsnavn Bruk en nærliggende by, tettsted eller bygd.	Navn på lokalitet
*Høyde over havet Lokalitetens høyden i meter over gjennomsnittlig havnivå.	m o.h.
* Økoregion Økoregion ifølge Illies.	Økoregion etter Illies, Fenno-Scandian Shield: Fen
* Elveregion Defineres ut fra tabell 1 i vedlegg 2.	Skagerrak
<b>Variabler som beskriver prøvetakingsmetoden</b>	
* Stasjonsplassering Hvor registreringspunktet er plassert i forhold til elva. Kategorier: Main channel = prøvetaking ble gjort i hovedelva. Backwaters = prøvetaking ble gjort i et sideløp/flomløp. Mixed = prøvetaking både hovedkanalen og sideløpet. Nodata = Ingen informasjon om plasseringen	Main channel
*Metode Beskrive hvordan elektrisk fiske ble utført. Kategorier: NoData= ingen informasjon, Boat = båt, Wading = vading, Mixed= både vading og båt.	Boat
*Avfisket areal Areal av den delen som har blitt avfisket (lengde * bredde) oppgitt i m <sup>2</sup> .	Avfisket elveareal i m <sup>2</sup>
*Elvebredde Elvas bredde i meter. Beregnes som gjennomsnittet av flere transsektorer over elva. Elvebredden måles under prøvetaking (utføres hovedsakelig om høsten ved lav vannføring).	Bredden på elva i m. Målt gjennomsnittsbredden på 5 tverrsnitt ovenfor og 5 nedenfor avfisket område
Miljøvariabler som beskriver prøvetakingsstedet. Brukes for å oppnå den forventede verdien av beregninger	
*Type elv Tre kategorier som brukes for å klassifisere tilførselselver (se vedlegg 2, figur 3).	NO
*Naturlige innsjøer Finnes det naturlige innsjøer oppstrøms den avfiskede lokaliteten? Tre kategorier: Yes/ No/NoData. Brukes kun dersom innsjøen påvirker fiskefauna i området, f.eks ved å endre temperatur- eller flomregime eller seston (plankton/planktonrester). Bruk vannforskriftens definisjon av innsjø som er mer enn 50 hektar. Kunstige innsjøer skal ikke regnes med.	YES
*Flomregime Hva er normal flommønster for elva? Deles inn i fire klasser: Permanent = aldri (eller svært sjelden) ingen vannhastighet eller ikke vannføring. Never drying out = aldri uttørking. Summer dry = i et normalår har elva ekstreme lav sommervannføring uten vannhastighet eller tørre forhold. (Middelhavet regime). Winter dry = I normale år har ekstrem lav vannføring om vinteren uten vannhastighet eller tørre forhold. Intermittent =Har ekstrem lav vannføring uten vannhastighet (eller tørre forhold) i intervaller. Tidspunktet og varighet av intervallene er uforutsigbar. Nodata= Data ikke tilgjengelig	Permanent

Tabell 2.4 forts.

Variabel	Verdier benyttet for Vormå og Glomma
<p>* Geomorfologi Deles inn i 5 kategorier som skal velges: Naturally constrained no mob (naturlig begrensning uten mobilitet, dvs. elveleie er fast), Braided (flettet), Sinuous (slyngende), Meandering regular (normalt meandering), Meandering tortuous (meandering kronglete), no data = Ikke aktuelt. Beskrive situasjonen før noen større menneskelig kontroll av elveleiet!</p>	Sinuous
<p>* Tidligere elveslette Hvis elva har hatt elveslette: Andel av elvesletta som fortsatt har kontakt med elva. Kategorier: No/Small/Medium/Large/Some waterbodies remaining/NoData</p>	NO
<p>* Vann kilde Vannkilde deles inn i tre kategorier glacial, nival, og pluvial. Glacial =&gt; 15% isbreer område i nedslagsfeltet, maksimal månedlig gjennomsnittsstrøm i løpet av sommeren. Nival = Årlig flomregime dominert av snøsmelting om våren, med en vårflo. Pluvial = Årlig flyt i flomregime preget av nedbør, maksimal flom kan komme både vår/høst/vinter. Middelhavsområder vil falle inn under pluvial, men ofte med flomregime "Sommertørke" eller "Intermittent". Groundwater = grunnvann må være dominerende! NoData. = Ikke tilgjengelig. (Se Annex 7)</p>	Nival
<p>* Nedbørfelt oppstrøms Nedbørfeltes areal i km<sup>2</sup> oppstrøms stasjonen</p>	Nedbørfelt areal ovenfor stasjonen i km <sup>2</sup> ble målt med <a href="http://nevina.nve.no/">http://nevina.nve.no/</a>
<p>* Avstand til vannkilden Avstand fra vannkilden i kilometer til prøvetakingsstasjonen målt langs elva. I tilfelle av flere kilder, skal målinger gjøres til den mest fjerntliggende kilden oppstrøms (datakilde: kart, fortrinnsvis 1:25 000).</p>	Avstand fra stasjon til kildeinnsjø i km. Data fra <a href="http://nevina.nve.no/">http://nevina.nve.no/</a> benyttet
<p>* Elvas helningsgrad Helningsgrad langs elva uttrykt som meter høydeforskjell pr km elvelengde (m/km). Elvesegmentet bør være så nært som mulig en km for små elver, 5 km for mellomstore elver og 10 km for store elver. Datakilde: kart med målestokk 1:50 000 eller 1:100 000).</p>	Gradient. For Vormå benyttet høydeforskjell mellom Mjøsa (123 m) og Øyeren (100) delt på avstand (71 km) = 0,32 m/km. For øvrig er 0,50 og 1,0 m/km benyttet
<p>* Årsmiddel for lufttemperatur Gjennomsnittlig årlig lufttemperatur målt over minst 10 år. Gitt i grader Celsius (°C). Datakilde nærmeste offisielle metrologiske målestasjon.</p>	Data for Gardermoen, værstasjon nr. Data hentet fra "metno". Celcius
<p>* Lufttemperatur januar Gjennomsnitt temperatur i januar lufttemperatur, gitt som grader Celsius (°C). Datakilde nærmeste offisielle metrologiske målestasjon.</p>	Data for Gardermoen, værstasjon nr. 4780. Data hentet fra "metno". Celcius
<p>* Lufttemperatur i juli Gjennomsnitt temperatur i juli lufttemperatur, gitt som grader Celsius (°C). Datakilde nærmeste offisielle metrologiske målestasjon.</p>	Data for Gardermoen, værstasjon nr. 4780. Data hentet fra "metno". Celcius
<p>* Tidligere bunnsediment Naturlig dominant sediment informasjon i følgende kategorier: Organic = organisk, Silt = silt, Sand = sand, Gravel/Pebble/Cobble = grus/småstein/stein, Boulder/rock = grov stein/ blokkmark, No data = Ingen data Situasjon som beskrives er naturtilstanden før store endringer har skjedd i bunnsedimentene (Se vedlegg 7).</p>	Tre kategorier er benyttet: Silt Sand Gravel/Pebble/Cobble
Variabler som beskriver fiskedataene	
<p>* Artsnavn Vitenskapelig navn på fiskearten (se vedlegg 3).</p>	Latinsk artsnavn iht. liste

**Tabell 2.4** *forts.*

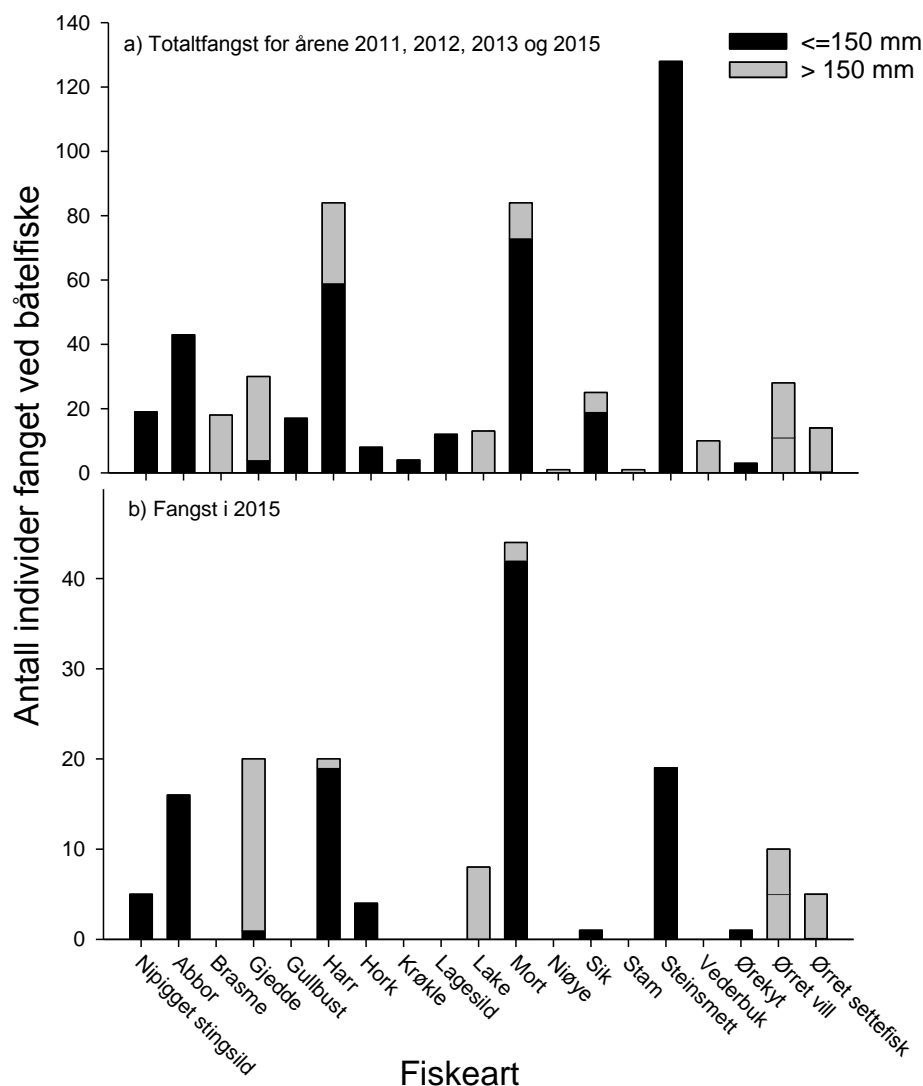
<b>Variabel</b>	<b>Verdier benyttet for Vormå og Glomma</b>
*Totalt antall for avfiskingsrunde nr 1 Alle fangede individer (inkludert. 0+) av arten etter runde 1.	Totalt antall fisk ved en gangs overfiske
*Antall fisk I lengdegruppe Antall individer I lengdegruppen $\leq 150$ mm for en art etter første avfiskingsrunde	Antall individer med totallengde $\leq 150$ mm for hver art etter en gangs overfiske
*Antall fisk I lengdegruppe Antall individer I lengdegruppen $> 150$ mm for en art etter første avfiskingsrunde.	Antall individer med totallengde $\leq 150$ mm for hver art etter en gangs overfiske



### 3 Resultater

#### 3.1 Vorma nedstrøms Svanfoss

I 2015 ble det fanget 153 fisk fordelt på 11 fiskearter ved båtelfiske nedstrøms dammen ved Svanfoss. På grunn av flom ble båtelfisken gjennomført sent på sesongen (16. oktober) og dette var trolig ikke optimalt med tanke på å få et godt bilde av fiskesamfunnet. Det har tidligere blitt gjennomført båtelfiske på samme lokalitet i 2011, 2012 og 2013 og det vises til Johnsen mfl. (2014) for detaljer om fangstene ved disse undersøkelsene. Totalt for alle undersøkelsesårene har det blitt fanget 18 fiskearter ved båtelfiske i Vorma nedenfor Svanfoss. I 2015 ble følgende fiskearter, men som er påvist tidligere, ikke fanget: Brasme, gullbust, krøkle, lagesild, niøye, stam og vederbuk (**figur 3.1**). Disse fiskeartene har tidligere utgjort en relativt beskjeden andel av fangstene.



**Figur 3.1** Antall individer av ulike fiskearter fanget ved båtelfiske i Vorma nedstrøms Svanfoss: a) Totalfangst for årene 2011, 2012, 2013 og 2015 og b) fangst i 2015.

Fiskesamfunnet ble i alle år automatisk klassifisert som et Salmonide fiskesamfunn (Salmonid Type, ST-species). Utgangspunktet for dette er et predikert fiskesamfunn med utgangspunkt i de abiotiske parameterne som er lagt inn ved beregningene, og at det var fangster av flere arter som inngår i et salmonide-dominert fiskesamfunn (deriblant steinsmett, ørret, harr, sik). Alternativet til dette fiskesamfunnet er et elvelevende karpesamfunn (Cyprinid Type, CT-species).

Fangstene fra båtelfiske gir grunnlag for å beregne observert tetthet av fisk i de ulike kategoriene som benyttes i EFI+ indeksen (**tabell 3.1**) og dette sammen med arts mangfold (totalt antall arter og antall arter som gyter på rennende vann) beregner EFI+ indeksen med etterfølgende klassifisering (**tabell 3.2**).

I **tabell 3.2** er det benyttet «sand» som dominerende substrat og et fall på 0,32 m/km. Denne fallverdien representerer et gjennomsnittsfall på strekningen mellom Mjøsa og Øyeren. For store elver skal fallet for elva i naturtilstanden beregnes på en strekning på 10 km (5 km ovenfor og 5 km nedenfor stasjonen). Ved etablering av elvekraftverk vil dette være en viktig inngangsparameter. Med dette som utgangspunkt er det beregnet en fiskeindeks for Vorma nedenfor Svanfoss på 0,76-0,94, noe som gir strekningen «svært god» og «god» økologisk tilstand. At indeksen viser laveste verdi i 2015 kan trolig tilskrives at båtelfiske ble gjennomført relativt sent på høsten pga. flom tidligere på høsten.

**Tabell 3.1.** Vorma nedenfor Svanfoss dam. Tetthet ( $N/100m^2$ ) av arter (total lengde  $<150$  mm) som er intolerante for habitat degradering (Obs.dens.HINTOL.inf.150), tetthet av arter som er intolerante for oksygenvinn (Obs.dens.O2INTOL), artsrikdom (antall arter) av rheophile arter (dvs. gyter på rennende vann) (Obs.ric.RH.PAR) og observert tetthet av lithophile arter (dvs. gyter på stein, grus) (Obs.dens.LITH). Det er benyttet sand som dominerende substrat og en fallgradient = 0,32 m/km (se tabell 2.4 for definisjon av begrepene brukt i tabellen).

Site.name	Year	Obs.dens. HINTOL.inf.150	Obs.dens. O2INTOL	Obs.ric. RH.PAR	Obs. dens.LITH
Nedstr.Svanfoss, Vorma	2011	1,07	1,41	5	0,95
Nedstr.Svanfoss, Vorma	2012	0,39	0,50	4	0,56
Nedstr.Svanfoss, Vorma	2013	0,28	0,35	4	0,24
Nedstr.Svanfoss, Vorma	2015	0,37	0,53	3	0,37

For å belyse betydningen av substrat og fall er det gjort beregning av EFI+ med tre forskjellige substratkategorier (Silt, Sand, Gravel/Pebble/Cobble) og tre forskjellige fall-verdier (0,32 m/km, 0,5 og 1,0), mens de øvrige inngangsparameterne er holdt konstant. **Tabell 3.3** viser at effekten av større fall med de samme elbåtfangstene gir lavere EFI+ indeks. Dette er forventet fordi økt vannhastighet (større fall) burde gi bedre forhold og derved større fangster av flere arter som tilhører et Salmonide type fiskesamfunn. Når det ikke er tilfelle så faller indeksverdien. Men det må bemerkes at indeksverdien endres relativt lite, og det er bare for 2015 at fiskesamfunnet i dette konstruerte tilfellet klassifiseres som «Moderat».

I **tabell 3.4** vises virkningen av å endre substratet, og på samme måte som å øke fallet vil grovere substrat gi en forventning om økt fangst av Salmonid type arter. Når det ikke er tilfellet vil det beregnes lavere EFI+ indeks verdier, men også her er det bare for 2015 at fiskesamfunnet klassifiseres som «moderat».

Dette viser likevel betydningen av å beregne de riktige fallverdiene og substratkategoriene som skal representere stasjonene i upåvirket tilstand, og det berører også spørsmålet om i hvilken grad stasjonene er representative for den undersøkte elvestrekningen.

**Tabell 3.2.** Vorma nedenfor Svanfoss dam. Antall arter (Richness), samlet salmonide indeks (Aggregated.score.Salmonid.zone), salmonide typearter (ST-Species), beregnet fiskeindeks (FishIndex) og klassifisering (FishIndex Class).

Site.name	Year	Richness	ST-Species	Aggregated.score.Salmonid.zone	Fish Index	FishIndex class
Nedstr.Svanfoss, Vorma	2011	15	0,60	0,94	0,94	1
Nedstr.Svanfoss, Vorma	2012	10	0,37	0,84	0,84	2
Nedstr.Svanfoss, Vorma	2013	13	0,42	0,92	0,92	1
Nedstr.Svanfoss, Vorma	2015	11	0,31	0,76	0,76	2

**Tabell 3.3.** Vorma nedenfor Svanfoss dam. Fiskeindeks beregnet med sand som dominerende substrat og med tre forskjellige helning på elva; 0,32 m/km, 0,5 m/km og 1,0 m/km.

Site.name	Year	Fish Index sand+slope=0,32	Fish Index sand+slope=0,50	Fish Index sand+slope=1,00
Nedstr.Svanfoss, Vorma	2011	0,94	0,92	0,91
Nedstr.Svanfoss, Vorma	2012	0,84	0,81	0,78
Nedstr.Svanfoss, Vorma	2013	0,92	0,90	0,89
Nedstr.Svanfoss, Vorma	2015	0,76	0,74	0,70

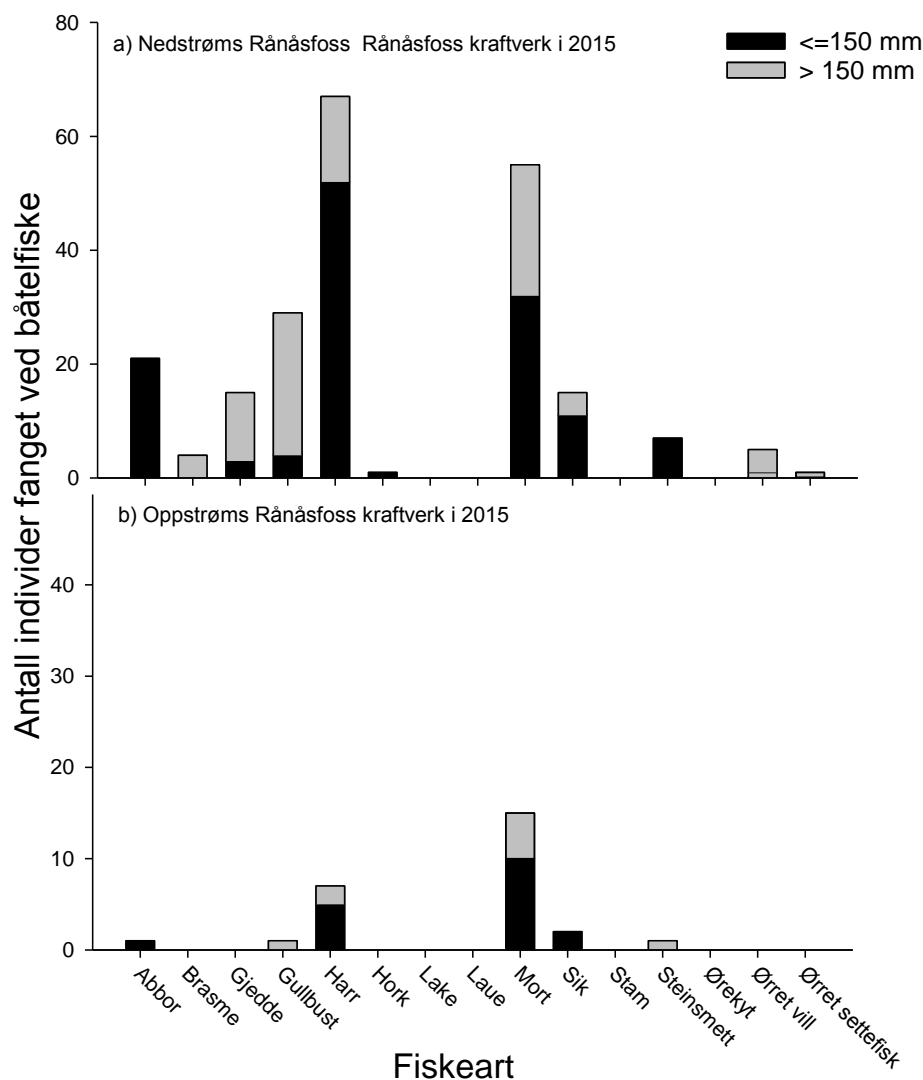
**Tabell 3.4.** Vorma nedenfor Svanfoss dam. Fiskeindeks beregnet med helning 0,32 m/km, men med tre ulike substratkategorier: Silt, sand og gravel/pebble/cobble.

Site.name	Year	Fish Index silt+slope=0,32	Fish Index sand+slope=0,32	Fish Index Gravel/Pebble/Cobble +slope=0,32
Nedstr.Svanfoss, Vorma	2011	0,94	0,94	0,93
Nedstr.Svanfoss, Vorma	2012	0,84	0,84	0,74
Nedstr.Svanfoss, Vorma	2013	0,92	0,92	0,87
Nedstr.Svanfoss, Vorma	2015	0,76	0,76	0,67

## 3.2 Glomma

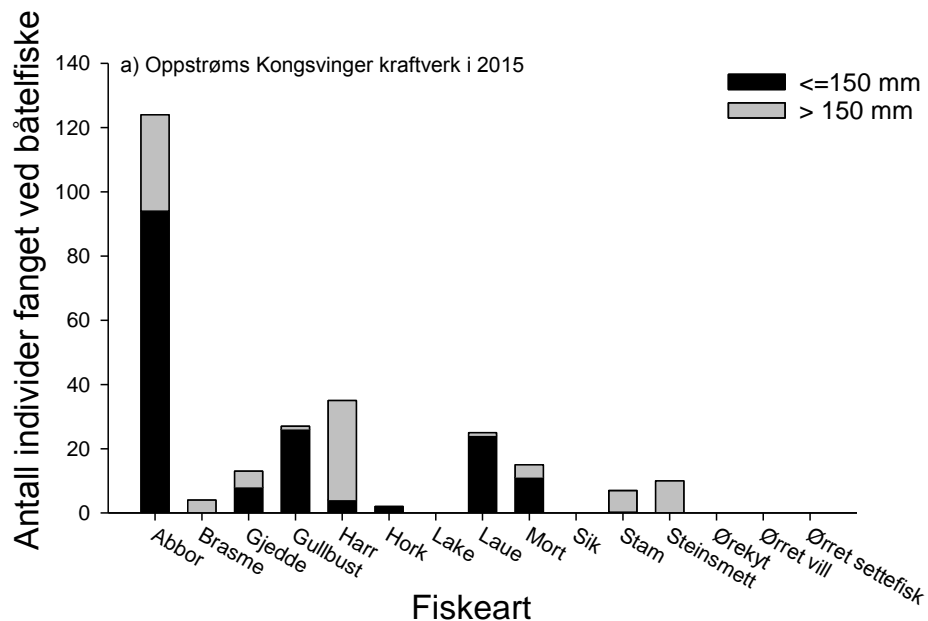
I 2015 ble det gjennomført båtelfiske oppstrøms Kongsvinger kraftverk og opp- og nedstrøms Rånåsfoss kraftverk. Det er i tidligere år gjennomført båtelfiske opp- og nedstrøms Braskereidfoss kraftverk (2011 og 2012) og nedstrøms Kongsvinger kraftverk (2012), og disse resultatene er også benyttet for å beregne EFI+. Det vises til Museth mfl. (2014) for detaljer om fangstene ved disse undersøkelsene. Nedenfor beregner vi EFI+ for seks stasjoner i Glomma.

Den 16. september 2015 ble det gjennomført båtelfiske opp- og nedstrøms Rånåsfoss kraftverk i Glomma. Det ble totalt påvist 10 fiskearter. Observert tetthet av fisk nedstrøms kraftverket var betydelig høyere enn oppstrøms kraftverket (**figur 3.2**). På 53 minutters effektivt båtelfiske nedstrøms kraftverket ble det fanget 220 fisk fordelt på 10 fiskearter (4,1 fisk per minutt båtelfiske), mens det på 20 minutters effektivt båtelfiske oppstrøms kraftverket ble fanget 27 fisk fordelt på seks fiskearter (1,4 fisk per minutt båtelfiske). Harr og mort var dominerende fiskearter nedstrøms Rånåsfoss kraftverk i 2015 og utgjorde henholdsvis 30 og 25 prosent av fangsten. Også i 2012 var harr og mort dominerende i fangstene på den samme strekningen (Museth mfl. 2014). Oppstrøms kraftverket var fangstene mer beskjedne og mort var dominerende fiskeart. Noe av forskjellen i fangstene opp- og nedstrøms kraftverket skyldtes trolig forskjeller i vannhastighet, med betydelig høyere vannhastighet nedstrøms enn i inntaksmagasinet oppstrøms kraftverket.



**Figur 3.2** Antall individer av ulike fiskearter fanget ved båtelfiske i Glomma a) nedstrøms og b) oppstrøms Rånåsfoss kraftverk den 16. september 2015.

Den 15. september 2015 ble det gjennomført båtelfiske oppstrøms Kongsvinger kraftverk (bl.a. på strykstrekningene gjennom byen). Det ble totalt fanget 262 fisk fordelt på 10 fiskearter (**figur 3.3**), og total effektiv fisketid var 73 minutter. Dette gir 3,7 fisk per minutt effektivt båtelfiske. Dominerende fiskeart på denne strekningen var abbor og det er interessant å se at på denne stasjonen utgjorde abbor så mye som 45 % av totalfangsten. Til sammenligning utgjorde abbor kun 9,5 % av totalfangsten nedstrøms Rånåsfoss kraftverk. Til tross for at vannhastigheten i Glomma gjennom Kongsvinger sentrum er relativt høy ble det ikke fanget en eneste ørret på denne strekningen (**figur 3.3**).



**Figur 3.3** Antall individer av ulike fiskearter fanget ved båtelfiske i Glomma oppstrøms Kongsvinger kraftverk den 15. september 2015.

Det ble vha. koter beregnet et fall i elva mellom Kongsvinger og Braskereidfoss på 0,24 m/km, og denne verdien er benyttet som beregnet verdi på alle de seks undersøkte stasjonene. På grunnlag av observasjon under fiske ble sand angitt som dominerende substrat. Som for Vormå er det gjennomført beregninger av EFI+ med alternative verdier for fall og substrat.

På alle stasjonene og alle år var det fangst av flere arter som inngår i salmonide dominert fiskesamfunn og med de abiotiske parameterne ble fiskesamfunnet automatisk klassifisert som et Salmonide fiskesamfunn (ST-type). De observerte fisketetthetene i de tre kategoriene og antall arter av rheophile (strømelskende) arter er vist i **tabell 3.5**.

**Tabell 3.5.** Båtefiske på seks stasjoner i Glomma. Tetthet ( $N/100m^2$ ) av arter (total lengde  $<150$  mm) som er intolerante for habitat degradering (Obs.dens.HINTOL.inf.150), tetthet av arter som er intolerante for oksygensvinn (Obs.dens.O2INTOL), antall rheophile arter (dvs. gyter på rennende vann) (Obs.ric.RH.PAR) og observert tetthet av lithophile arter (dvs. gyter på stein, grus) (Obs.dens.LITH). Det er benyttet sand som dominerende substrat og elvegradient = 0,24 m/km.

Site.name	Year	Obs.dens. HINTOL.inf.150	Obs.dens. O2INTOL	Obs.ric. RH.PAR	Obs. dens.LITH
Nedstr. Braskereid Kr.	2012	0,02	0,07	3	0,16
Nedstr. Braskereid Kr.	2011	0,30	0,38	2	0,98
Nedstr.Kongsv. kr.	2012	0,07	0,57	5	0,82
Nedstr. Rånåsfoss kr.	2012	0,63	1,80	4	1,92
Oppstr. Braskereid kr.	2012	0,15	0,24	4	0,91
Oppstr. Braskereid kr.	2011	0,20	0,22	2	0,47
Oppstr.Kongsv. kr.	2015	0,12	0,40	4	0,61
Oppstr. Rånåsfoss kr.	2015	0,19	0,24	3	0,24
Nedstr. Rånåsfoss kr.	2015	0,94	1,26	4	1,55

Det totale artsantallet og beregnet fiskeindeks (EFI+) med klassifisering for den beregnede fallverdien er vist i **tabell 3.6**. Selv med endret fallverdi (**tabell 3.7**) og endret substrat fra silt, sand og grovere substrat (**tabell 3.8**), så er klassifiseringen nærmest konstant. Nedstrøms og oppstrøms Braskereidfoss kraftverk og Kongsvinger kraftverk er fiskesamfunnet klassifisert som «moderat» til «dårlig», mens det både ovenfor og nedenfor Rånåsfoss er klassifisert som «god». Årsaken til dette ligger i andel i fangstene av harr, sik og ørret på den ene siden (ST-Type) og av mort og laue på den andre (CT-type).

**Tabell 3.6.** Båtefiske på seks stasjoner i Glomma. Antall arter (Richness), samlet salmonide indeks (Aggregated.score.Salmonid.zone), salmonide typearter (ST-Species), beregnet fiskeindeks (FishIndex) og klassifisering (FishIndex Class). Det er benyttet sand som dominerende substrat og elvegradient = 0,24 m/km.

Site.name	Year	Rich- ness	ST- Species	Aggregated.score. Salmonid.zone	Fish Index	FishIndex class
Nedstr. Braskereid Kr.	2012	6	0,25	0,59	0,59	3
Nedstr. Braskereid Kr.	2011	5	0,29	0,72	0,72	3
Nedstr.Kongsv. kr.	2012	9	0,46	0,61	0,61	3
Nedstr. Rånåsfoss kr.	2012	10	0,72	0,85	0,85	2
Oppstr. Braskereid kr.	2012	11	0,17	0,48	0,48	4
Oppstr. Braskereid kr.	2011	10	0,23	0,64	0,64	3
Oppstr.Kongsv. kr.	2015	10	0,17	0,35	0,35	4
Oppstr. Rånåsfoss kr.	2015	6	0,37	0,85	0,85	2
Nedstr. Rånåsfoss kr.	2015	10	0,43	0,89	0,89	2

**Tabell 3.7.** Båtefiske på seks stasjoner i Glomma. Fiskeindeks beregnet med sand som dominerende substrat og med tre forskjellige helning på elva; 0,24 m/km, 0,5 m/km og 1,0 m/km.

Site.name	Year	Fish Index sand+slope=0,24	Fish Index sand+slope=0,50	Fish Index sand+slope=1,00
Nedstr. Braskereid Kr.	2012	0,59	0,55	0,53
Nedstr. Braskereid Kr.	2011	0,72	0,68	0,65
Nedstr.Kongsv. krv.	2012	0,61	0,59	0,56
Nedstr. Rånåsfoss krv.	2012	0,85	0,82	0,81
Oppstr. Braskereid krv.	2012	0,48	0,44	0,41
Oppstr. Braskereid krv.	2011	0,64	0,59	0,56
Oppstr.Kongsv. krv.	2015	0,35	0,31	0,27
Oppstr. Rånåsfoss krv.	2015	0,85	0,81	0,78
Nedstr. Rånåsfoss krv.	2015	0,89	0,86	0,83

**Tabell 3.8.** Båtefiske på fire stasjoner i Glomma. Fiskeindeks beregnet med helning 0,24 m/km, men med tre ulike substratkategorier: Silt, sand og gravel/pebble/cobble.

Site.name	Year	Fish Index silt+slope=0,24	Fish Index sand+slope=0,24	Fish Index Gravel/ Pebble/Cobble +slope=0,24
Nedstr. Braskereid Kr.	2012	0,59	0,59	0,51
Nedstr. Braskereid Kr.	2011	0,72	0,72	0,63
Nedstr.Kongsv. krv.	2012	0,61	0,61	0,55
Nedstr. Rånåsfoss krv.	2012	0,85	0,85	0,88
Oppstr. Braskereid krv.	2012	0,48	0,48	0,39
Oppstr. Braskereid krv.	2011	0,64	0,64	0,55
Oppstr.Kongsv. krv.	2015	0,35	0,35	0,26
Oppstr. Rånåsfoss krv.	2015	0,85	0,85	0,76
Nedstr. Rånåsfoss krv.	2015	0,89	0,89	0,82

## 4 Diskusjon

### 4.1 Referansetilstand i store vassdrag

Klassifiseringen av økologisk tilstand i henhold til vannforskriften skal gjøres på grunnlag av i hvilken grad den økologiske tilstanden vi registrerer i dag avviker fra den forventede referansetilstanden. Vi har sjelden empiriske data som viser hvordan tilstanden i vassdragene var før menneskenes aktivitet fikk noen stor betydning, og definisjon av referansetilstanden er dermed en utfordring som krever en pragmatisk tilnærming. Dette gjelder også for store elver både i Norge og i resten av Europa. Både EFI+ og de svenske og finske indeksene (VIX og FiFI) er utviklet ved at man har tatt utgangspunkt i analyse av et stort datasett fra mange lokaliteter som spenner over en vid gradient fra forholdsvis uberørt til sterkt påvirket. På grunnlag av dette utvikles dose-respons-kurver for eventuelle sammenhenger mellom ulike parametere for fiskesamfunnet og ulike menneskeskapte miljøendringer som antas å påvirke fiskesamfunnet negativt. Referansetilstanden defineres deretter ut fra tilstanden (uttrykt som parameterverdiene) i de minst påvirkete lokalitetene, der man kan anta at de abiotiske faktorene er relativt nær slik de var før menneskelig påvirkning. Utover de nære hydrofysiske inngrepene, vil endret vannføringsregime som følge av reguleringer høyere oppe i vassdraget også ha betydning, både for vannhastighet og ikke minst substrat.

For Glomma og Vorma gjelder også at vi har svært lite kunnskap om fiskesamfunnet i «naturtilstanden». I dagens situasjon er trolig den viktigste miljøpåvirkningen for fisk alle elvekraftverkene som er bygd og som <sup>1)</sup> hindrer eller reduserer mulighetene for fiskevandring og <sup>2)</sup> endrer vannhastighet og på lengre sikt også substratet. Dette vil trolig ha påvirket bestandsforholdene for mange arter. I hovedstrengen i denne delen av Glomma og Vorma er neppe forurensning en aktuell problemstilling. Når det gjelder eutrofi kan organisk belastning og eutrofiering ha påvirket gyteforholdene for såkalt lithofile (gyter på steinsubstrat) arter, men samvirke mellom vannvegetasjon, eutrofi og redusert flomfrekvens er komplisert. For laksefisk vil egnet grusbunn for gyting kunne påvirkes av økt sedimentering som følge av eutrofiering, partikkeltilførsel, redusert vannhastighet og redusert flomfrekvens. En viktig endring som følger med byggingen av elvekraftverk er at fosse- og strykstrekninger forsvinner og en strekning oppstrøms dammen endrer karakter fra elve- til innsjølignende miljøforhold og sedimenteringen øker. Dette favoriserer innsjøfisk som gjedde, abbor og mange karpfisk framfor ørret og harr (jf. Museth mfl. 2007a, b, Sandlund mfl. 2015).

I sideelvene til Glomma har derimot både avrenning fra jordbruk og hydromorfologiske endringer (kanalisering, bygging av kulverter og andre vandringshindre) trolig hatt langt større negativ effekt på gyte- og oppvekstarealene. Det er kjent at ørret i stor grad har brukt sideelver til Glomma for gyting og oppvekst (Langdal og Berge 2000) og en eventuell nedgang i ørretbestanden kan derfor skyldes både vandringsbarrierer i hovedelva og skadelige inngrep i sideelvene. Harren er trolig mindre sårbar for endringer i gyteforholdene, men synes å bli sterkt påvirket av vandringsbarrierer (van Leeuwen mfl. 2016).

### 4.2 Beregning av EFI+

De verdiene av EFI+ vi har beregnet for Glomma/Vorma på grunnlag av båtelfisket klassifiserer de fleste stasjonene til «god» eller «svært god» økologisk tilstand. Bare på stasjonene oppstrøms og nedstrøms Braskereidsfoss og Kongsvinger kraftverk ble tilstandsklassen satt til «moderat» eller «dårlig». Dette må vurderes som et ganske rimelig resultat. Klassifiseringen til moderat eller dårlig tilstand skyldes hovedsakelig lavere fangst av «Salmonide Type» fiskearter enn det man skulle forvente ut fra strømhastighet og substrat. Det er ikke mulig å si med sikkerhet hva dette skyldes, men lokalt forverrede rekrutteringsmuligheter for harr og ørret kan være en mulig forklaring. Imidlertid er lokaliteten oppstrøms Kongsvinger kraftverk tilsynelatende et godt habitat for ørret, og det skulle her forventes god fangst av denne arten. Det er tenkelig at fravær



av sideelver som egner seg for ørretgutting i dette området kan føre til liten tetthet av ørret. Reduserte vandringsmuligheter forbi Kongsvinger kraftverk de senere årene på grunn av opprustning av Kongsvinger kraftverk kan også ha påvirket vandrings- og rekrutteringsmulighetene negativt, men uansett var det overraskende at det ikke ble fanget ørret i Glomma på strekningen oppstrøms Kongsvinger kraftverk.

#### **4.2.1 Representativitet i habitat: habitatkartlegging på forhånd?**

Feltarbeidet som danner grunnlaget for denne rapporten har i stor grad vært gjennomført for andre formål enn vurdering av tilstand med hensyn til vannforskriften (med unntak av undersøkelser i 2015). Båtelvsket er utført på strekninger i tilknytning til kraftverksdammene, og det er ikke valgt representative elvestrekninger, eller foretatt et stratifisert stasjonsvalg. Indeksverdiene vil derfor bare være et uttrykk for forholdene på de valgte strekningene. I veiledningen til EFI+ anbefales at feltinnsatsen skal tilpasses slik at de habitattypene som finnes i vannforekomsten blir mest mulig korrekt representert. Det er vanskelig å vite hvordan dette påvirker de resultatene vi har fått.

For senere overvåking bør feltarbeidet planlegges ved hjelp av kart/flyfoto og eventuelt befaringer for å sikre at alle viktige habitattyper blir avfisket og at innsatsen i de ulike habitattypene er proporsjonal med forekomst av disse.

#### **4.2.2 Fall og substrat**

Elveløpets fall og substrattyper i de ulike habitatene er viktige parametere i beregningen av EFI+. I naturtilstanden vil et stryk med relativt kraftig fall være et attraktivt område for Salmonide Type (ST)-arter fordi vannhastigheten er høy og substratet grovt. Etablering av dam i et slikt område vil gi lavere vannhastighet ovenfor dammen, stryket/fossen vil bortfalle og vannhastigheten nedenfor vil også bli lavere over en viss elvestrekning. I tillegg vil vandringsmulighetene bli endret. Dette til sammen må fanges opp i inngangsparameterne i beregning av EFI+, og det bør legges mye vekt på fremskaffe data som viser fall og substrat på stasjonene i naturtilstanden. I tillegg bør det gjennomføres en vurdering av stasjonenes areal og hvilke krav som skal settes til homogenitet. En utfordring med elvekraftverkene i Glomma er at de åpenbart endrer habitat og fall lokalt ved etablering av inntaksmagasin og kanalisering nedstrøms kraftverksutløp/dam. Hvis man beregner fallet 5 km opp- og nedstrøms et kraftverk (jfr. Anbefalingene i EFI+ manualen) vil ikke fallet på en slik 10 km strekning være endret som følge av etableringen av et elvekraftverk (såfremt ikke dammen påvirker vannstanden mer enn 5 km oppstrøms dammen). I det hele tatt er skala en utfordring når man arbeider i disse store elvene, f.eks. er de definerte vannforekomstene såpass store at de kan inkludere opp til flere elvekraftverk og disse har utvilsomt påvirket habitatforholdene, spesielt for laksefisk, men nødvendigvis ikke fallet på hele strekningen.

Vi beregnet gjennomsnittlig fall på elvestrekningene ut fra kart for de aktuelle delene av Glomma og Vorma, og satte substrattype ut fra observasjoner på den lokaliteten som ble avfisket. For å teste effekten av andre verdier for disse parametere beregnet vi også EFI+ for større fall og grøvre substrat. I dette tilfellet hadde ikke dette svært stor effekt på den endelige klassifiseringen. Som forventet endres indeksen i negativ retning hvis elveløpets fall øker (dvs. strømhastigheten øker) og hvis substratet endres fra sand til mer grus og stein. Høyere strømhastighet og grovere substrat fører til at det forventes et høyere innslag av laksefisk og andre strøm- og steinelskende arter, og indeksverdien vil dermed indikere dårligere tilstand.

#### **4.2.3 Innsats**

I 2015 ble det fisket to dager i Glomma og én dag i Vorma. Det går mye tid til å registrere fangster på de ulike transsektene og ikke minst til å forflytte båten mellom stasjoner med bil og henger på land. I 2015 var ikke effektiv fisketid (dvs. tid med strøm i vannet) mer enn 144 minutter i Glomma. Selv om metoden er effektiv og man relativt raskt fanger mange individer av de dominerende artene (f.eks. mort, laue og gullbust) er det viktig at innsatsen er tilstrekkelig til at man

også fanger arter som ikke er så vanlige. I Glomma i 2015 ble totalt fanget 509 fisk fordelt på 12 fiskearter (3,5 fisk per minutt effektivt fiske). Abbor og harr utgjorde halvparten av fangsten (50,1 %) og disse sammen med mort, gullbust, gjedde og laue utgjorde 88 % av fangsten. Det betyr at seks fiskearter utgjorde nesten 90 % av fangsten. Steinsmett, sik, brasme, stam, ørret og hork stod for 11 % fangsten. Det er sannsynlig at økt innsats hadde ført til fangst av lake (fanget ved Braskereidfoss i 2012) og muligens vederbuk (ennå ikke påvist ved båtelfiske i Glomma, men fanges i Vorma). Ved beregning av EFI+ er det viktig at alle arter som finnes i vannforekomsten fanges, og det er derfor viktig å ha en innsats ved båtelfiske som sikrer dette. Dette berører både valg av stasjoner og hvilken fiskeperiode på året som velges. Manglende fangst av arter som reelt sett er tilstede i lokaliteten vil gi stort utslag på gyldigheten av beregnet indeksverdi.

Hvis vi tar alle stasjonene som er fisket i Glomma og Vorma fra 2011 – 2015 ser vi at det er en signifikant positiv korrelasjon mellom innsats og antall arter påvist (Pearson  $r = 0,728$ ;  $P = 0,001$ ) og det er ikke overraskende en signifikant positiv korrelasjon mellom antall individer fanget og antall arter påvist (Pearson  $r = 0,602$ ;  $P = 0,030$ ). I vannforekomster som Glomma og Vorma bør en stasjon dekke minimum 10 km av elva (dvs. ulike habitattyper fiskes representativt innen hver stasjon). Ut i fra erfaringen så langt anbefaler vi å fiske minst ett dagsverk per stasjon og avfisket areal bør overstige 10 000 m<sup>2</sup>.

#### 4.2.4 Tidspunkt for undersøkelsen

Det er trolig en betydelig dynamikk i de ulike fiskeartenes habitatbruk gjennom året og det er utfordrende å velge ett optimalt tidspunkt på året for å gjennomføre båtelfiske. Ideelt burde man gjennomføre undersøkelser på flere tider av året, f.eks. vår, sommer, høst, men dette vil være ressurskrevende. I dette prosjektet ble båtelfiske gjennomført i Glomma den 15. og 16. september og i Vorma den 16. oktober. Dette er nok noe sent, særlig i Vorma, med tanke på at flere av artene kan søke mot dype og stilleflytende deler av elva på høsten. Selv om båtelfiske er en effektiv metode er man avhengig av at fisken står relativt grunt for at den skal bli fanget. Metoden vurderes som lite effektiv på dyp større enn ca. 2 m. Tidligere undersøkelser har bl.a. vist at harr i samme vassdrag (Søndre Rena) allerede i slutten av august begynner overvintringsvandringen mot dype og stilleflytende deler av elva (Taugbøl mfl. 2004).

Vi vurderer det som sannsynlig at beste tidspunkt for å gjennomføre båtelfiske i Glomma og Vorma vil være i første halvdel av august på moderate vannføringer og relativt høy vanntemperatur.

### 4.3 Anbefalinger

Det gjennomførte båtelfisket i Glomma og Vorma og beregningene av EFI+ viser at dette kan være en relativt effektiv metode for å kartlegge fiskesamfunn i store og artsrike elver og fastsette økologisk tilstand. Det er imidlertid fortsatt et stort behov for å teste og videreutvikle metoden, og ikke minst validere at EFI+ med de ulike tilstandsgrensene er fornuftig å bruke i Norge. Det er dessverre lite kunnskap om fiskesamfunn i store artsrike elver i Norge, og vi mangler derfor muligheten til å utarbeide dose-responskurver for ulike påvirkningsfaktorer (f.eks. effekten av kraftverksdammer). På oppdrag fra Miljødirektoratet brukes dataene fra denne undersøkelsen inn i et pågående europeisk interkalibreringsarbeid av nasjonale metoder/indekser for å tilstandsklassifisere store elver med kvalitetselement fisk.

Med hensyn til framtidig båtelfiske, overvåking og klassifisering i Glomma og Vorma er det flere forhold som er verdt å diskutere og som man må ta stilling til:

- Feltarbeidet bør planlegges ved hjelp av kart/flyfoto og eventuelt befaringer for å sikre at alle viktige habitattyper blir avfisket og at innsatsen i de ulike habitattypene er tilnærmet proporsjonal med forekomsten.

- Forholdet mellom fall over lange strekninger (f.eks. for vannforekomst «Glomma mellom Kongsvinger og Akershus grense») og mer lokale effekter av etablering av elvekraftverk må avklares. Det er åpenbart at alle elvekraftverkene i nedre deler av Glomma har redusert arealet av egnede habitat for laksefisk gjennom oppdemming av strykpartier og kanalisering nedstrøms dammer, selv om fallet over lengre strekninger ikke er endret. Man kan se for seg at hele eller deler av en vannforekomst undersøkes ved båtelfiske (minimum 10 km elvestrekning iht. til EFI+ manualen), ulike habitattyper prøvetas med representativ innsats og EFI+ beregnes for totalmaterialet. Gjennomsnittlig fall, ved naturtilstand, beregnes for hele strekningen.
- En grov kartlegging av substratforhold bør gjøres i forbindelse med eventuelle befaringer av elvestrekningene, eller i alle fall registreres på de utvalgte lokalitetene under fisket.
- Ut i fra erfaringen så langt anbefaler vi å fiske minst ett dagsverk per stasjon og avfisket areal bør overstige 10 000 m<sup>2</sup>.
- Vi vurderer det som sannsynlig at beste tidspunkt for å gjennomføre båtelfiske i Glomma og Vorma vil være i første halvdel av august på moderate vannføringer og relativt høy vanntemperatur.

## 5 Referanser

- Anonym 2013. Klassifisering av miljøtilstand i vann - Økologisk og kjemisk klassifiseringssystem for kystvann, grunnvann, innsjøer og elver Veileder 02:2013 – revidert 2015. <http://www.vannportalen.no/nyheter/2016/jan---mar/revisjon-av-klassifiseringsveilederen-fra-2013/>.
- Beier, U., Degerman, E., Sers, B., Bergquist, B. & Dahlberg, M. 2007a. Bedömningsgrunder för fisk-faunans status i rinnande vatten – utveckling och tillämpning av VIX. Fiskeriverket Finfo Rapport 2007:5, 58 s. ([www.fiskeriverket.se](http://www.fiskeriverket.se)).
- Beier, U., A. Starkie & T. Vehanen. 2007b. Report from the Nordic Group – a comparison using the Finnish index FIFI and the Swedish index VIX. In: Intercalibration of Fish-Based Methods to evaluate River Ecological Quality (Jepsen, E. & D. Pont, Eds.) JRC Scientific and Technical Reports. EUR 22878 EN. p. 175-192.
- Direktoratsgruppa Vanndirektivet, 2011. Veileder 01:2011 Om karakterisering og analyse
- EFI+ CONSORTIUM 2009. Manual for the application of the new European Fish Index – EFI+. A fish-based method to assess the ecological status of European running waters in support of the Water Framework Directive. June 2009: <http://efi-plus.boku.ac.at/>.
- Johnsen, S. I., Kraabøl, M. & Dokk, J. G. 2014. Heving av overvannet ved Rånåsfoss kraftverk i Glomma i perioden 2008-2013. Miljøoppfølging av gyte- og oppvekstområder for ørret ved Svanfoss og Ertesekken – NINA Rapport 1016. 19 s.
- Langdal, K. and O. Berge (2000). Movement patterns of adult brown trout (*Salmo trutta* L.) in a regulated inland river system, South-Eastern Norway. *Advances in Fish Telemetry*. A. a. R. Moore, I., Lowesoft, The Centre for Environment, Fisheries and Aquaculture Science, Lowesoft Laboratory.
- Lund, F. 1997. Utbredelsen til stam (*Leuciscus cephalus* L.) i Akershus og Hedmark. Hovedoppgave ved Høgskolen i Telemark, Bø.
- Garnås, E. 1981. Stam funnet ved Funnefoss og Rånåsfoss i Glommavassdraget. *Fauna*. 34: 87-88.
- Museth, J., Dokk, J.G., Johnsen, S.I. 2014. Overvåking av fiskesamfunnet og innslaget av settefisk i Glomma - vil båtelfiske kunne oppfylle kravene i Vannforskriften? NINA Rapport 1056. 26 s.
- Museth, J., Johnsen, S.I., Kraabøl, M., Dokk, J.G & Skurdal, J. 2013. Overvåking av store vassdrag etter vannforskriften. *Vann* 2013 (2): 205-216
- Museth, J., Sandlund, O.T., Brandrud, T.E., Hindar, K., Johansen, S.W., Jonsson, B., Jonsson, N., Kjellberg, G., S, J.E., Reitan, O., Taugbøl, T. & Aanes, K.J. 2006a. Effekter av reguleringsdammer i store elver. - p. 34-46 in Sandlund, O.T., Hovik, S., Selvik, J.R., Øygarden, L. & Jonsson, B. (eds.) *Nedbørfeltorientert forvaltning av store vassdrag*. NINA Temahefte 35.
- Museth, J., Sandlund, O.T., Brandrud, T.E., Johansen, S.W., Kjellberg, G., S, J.E., Reitan, O., Taugbøl, T. & Aanes, K.J. 2006b. Elvemagasinet i Løpsjøen i Søndre Rena. Undersøkelser av vegetasjon, dyreplankton, bunndyr, fisk og fugl 35 år etter etablering
- Sandlund, O.T (Red.), Bergan, M.A., Brabrand, Å., Diserud, O.H., Fjeldstad, H.P., Gausen, D., Halleraker, J.H., Haugen, T., Hegge, O., Helland, I.P., Hesthagen, T., Nøst, T., Pulg, U., Rustadbakken, A. og Sandøy, S. 2013. Vannforskriften og fisk – forslag til klassifiseringssystem. Miljødirektoratet, rapport M22-2013. 60 s.
- Sandlund, O.T., Museth, J. & Øistad, S. 2015. Migration, growth patterns, and diet of pike (*Esox lucius*) in a river reservoir and its inflowing river. *Fisheries Research* 173: 53-60
- Schartau, A. K., Solheim, A. L., Jensen, T. C., Kile, M. R., Lindholm, M., Skjelbred, B. S., Sloreid, S. E. & Walseng, B. 2013. Nettverk for basisovervåking i innsjøer og elver i hht. vannforskriften. Oppdatert datagrunnlag, reviderte utvalgskriterier og prioritering av vannforekomster. NINA Rapport 975. 39 s.
- Taugbøl, T., Museth, J., Berge, O. & Borgerås, R. 2004. Ørret, harr og gjedde i Løpsjøen og Søndre Rena. Undersøkelser før anlegg og militær akvitet etableres. - NINA Oppdragsmelding 861: 52 s.

- Van Leeuwen, C., Museth, J., Sandlund, O.T., Qvenild, T. & Vøllestad, L.A. 2016. Mismatch between fishway operation and migration timing for both spring and autumn spawning fish. *Ecology and Evolution* 6 (8): 2414–2425.
- Vehanen, T., Sutela, T., Jounela, P., Huusko, A. & Mäki-Petäys, A. 2013. Assessing electric fishing sampling effort to estimate stream fish assemblage attributes. *Fisheries Management and Ecology* 20: 10–20.
- Vehanen, T., Sutela, T. & Korhonen, H. 2010. Environmental assessment of boreal rivers using fish data – a contribution to the Water Framework Directive. *Fisheries Management and Ecology* 17:165-175

## Vedlegg 1. VIX (VattendragsIndeX)

Den svenske indeksen **VIX (VattendragsIndeX)** er også basert på resultater fra standard bærbar elfiske (Beijer mfl. 2007). Sveriges fordel i denne sammenheng er at de har bygget opp en omfattende database for resultater fra el-fiske («Svensk efiskeregister», SERS), slik at man kunne velge over 600 datasett som dekker alle landets regioner og ulike grader av menneskelig påvirkning. SERS inneholdt våren 2007 over 33000 datasett fra elfiske på ca. 13000 lokaliteter, men data om miljøpåvirkning er mangelfulle, noe som begrenser hvordan dataene kan anvendes i utviklingen av en indeks.

Miljøpåvirkningene som ble testet ved utviklingen av VIX var:

1. Surhet
2. Eutrofiering
3. Morfologiske endringer av elveløpet
4. Hydrologisk regime (vassføring: kvantitet og variasjon)
5. Konnektivitet

Analysene viste at seks parametere kunne inkluderes i hovedindeksen som indikerer generell påvirkning. Det betyr at de var følsomme for flere av påvirkningsfaktorene. De seks parameterne er:

- Samlet tetthet av ørret og laks
- Andel individer av tolerante arter
- Andel lithofile (steinbunnelskende) individer
- Andel tolerante arter
- Andel intolerante arter
- Andel laksefiskarter som reproducerer (i angjeldende vannforekomst)

De enkelte parameterne var også signifikant korrelert med en eller flere av miljøpåvirkningene, og kan derfor brukes for å vurdere hvilken påvirkningsfaktor som er viktigst i den enkelte vannforekomst. I denne sammenheng er det også verdt å merke seg at Simpsons diversitetsindeks viste seg å være signifikant korrelert med hydrologisk påvirkning.

Beijer mfl.. (2007) vurderer at VIX er spesielt anvendelig i mindre vassdrag, mens EFI (og EFI+) er bedre egnet i større vassdrag, som gjerne er stilleflytende og/eller påvirket av eutrofiering.

Konklusjon: VIX er en indeks som burde være interessant å vurdere og eventuelt tilpasse for norske forhold. Mangelen på en samlet database for resultater fra standardisert elfiske, der også miljøfaktorer er registrert, gjør det imidlertid vanskelig å gjennomføre en slik øvelse. I forhold til vannforekomster av typen Glomma/Vorma er det imidlertid også Beier mfl.. (2007) sin anbefaling at EFI (og EFI+) er bedre egnet.

## Vedlegg 2 Finsk indeks for tilstanden i elv basert på fisk

I likhet med EFI+ er den finske og svenske indeksen for klassifisering på grunnlag av fisk i elv basert på at fiskefaunaen grupperes delvis etter funksjonelle grupper, delvis etter graden av toleranse overfor miljøstress, og delvis etter taksonomiske grupper.

**Finnish Fish Index (FiFI)** er utviklet for klassifisering av elver i Finland på grunnlag av fiskebestand (Vehanen mfl.. 2010, 2013). Indeksen er basert på data samlet ved hjelp av bærbart elektrisk fiskeapparat. Dette betyr at for større elver foreligger det bare data om de grunne («vadbare») områdene, dvs. grunnere enn 50-70 cm.

Indeksen er basert på data fra 902 lokaliteter fra et stort antall elver av ulike typer, gruppert etter den finske elvetypologien og etter nedbørfeltets størrelse. Parameterne som ble brukt i karakteriseringen av elvelokalitetene var:

1. Miljødata: geografiske koordinater, elvas bredde («wettered width»), nedbørfelt oppstrøms stasjonen.
2. Morfologi: naturlig, kanalisert eller restaurert («natural, dredged, or restored»).
3. Kjemiske forhold: O<sub>2</sub>-metning, pH, vannfarge, tot-P, kjemisk oksygenforbruk (COD), suspenderte partikler. Dette ble hentet fra nasjonale databaser og beregnet som 10-15 års gjennomsnitt.
4. Menneskepåvirket areal i nedbørfeltet vurdert etter en skala fra 1-10 ut fra kart.

Referanselokaliteter ble definert ut fra punkt 2, 3 og 4 ovenfor, og ble bare funnet for elver med nedbørfelt over 100 km<sup>2</sup> (middels, stor og svært stor).

Det var registrert 27 fiskearter (hvorav to fremmede arter), som ble klassifisert i gruppene: tolerante, intolerante, insektspisende, lithophile («steinbunnelskende» i forbindelse med gyting), bunnlevende (bentiske) arter, og karpfiskgruppa. Skillet mellom referanse- og påvirkete lokaliteter ble særlig bestemt på grunnlag av antall registrerte arter og andelen karpfiskarter.

Fem parametere valgt ut til bruk i indeksen:

- A. Antall arter
- B. Tetthet av karpfisker
- C. Prosentandel tolerante arter
- D. Prosentandel intolerante arter
- E. Tettheten av 0+ laks og aure (samlet)

Disse parameterne ble plottet mot graden av menneskelig påvirkning. I alle tilfelle var det sammenheng. Andel intolerante arter (D) og tetthet av 0+ laksefisk (E) synker med økende påvirkning. Andel tolerante arter (C) og tetthet av karpfisk (B) øker med økende påvirkning, mens antall arter (A) øker for så å synke. Den mest følsomme parameteren synes å være tettheten av 0+ laksefisk. Den tekniske beregningen av FiFI-indeksen er beskrevet i Vehanen mfl.. (2010).

### Vurdering av FiFIs egnethet i Glomma/Vorma

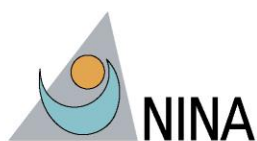
- FiFI er basert på en artsrikhet som vi i Norge bare finner i de sørøstlige og i noen grad i de nordøstlige delene av landet, dvs. at det skulle passe med Glomma/Vorma. Vehanen presiserer at få arter er et problem også for å anvende denne indeksen på boreale elver i Finland.
- Data er basert på bærbart el-fiske i strykpartier. Dette er en metode som kun kan brukes på helt spesielle lokaliteter i Glomma/Vorma, men som burde gi brukbare data i små, relativt rasktflytende elver, der fiskbart habitat utgjør en stor del av arealet. I Finland ga likevel FiFI bare akseptable resultater for relativt store elver (nedbørfelt >100 km<sup>2</sup>). Det er vanskelig å forstå årsaken til dette.

- Tettheten av 0+ av ørret og laks (samlet) er en viktig parameter i FiFI. I det norske fagmiljøet er det ganske stor enighet om at el-fiske etter 0+ laks og aure gir svært upålitelige data i de aller fleste laksefisklokaliteter, både på grunn av små fisk (dårlig vekst første sommer) og lav ledningsevne i vannet.

Konklusjon: FiFI er ikke en egnet indeks for elver av typen Glomma/Vorma, særlig på grunn av at innsamlingmetoden FiFI er basert på ikke er anvendelig i denne vannforekomsten.







*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: 978-82-426-2914-2

## Norsk institutt for naturforskning

NINA Hovedkontor

Postadresse: Postboks 5685 Sluppen, 7485 Trondheim

Besøks/leveringsadresse: Hogskoleringen 9, 7034 Trondheim

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

E-post: [firmapost@nina.no](mailto:firmapost@nina.no)

Organisasjonsnummer 9500 37 687

<http://www.nina.no>

Samarbeid og kunnskap for framtidens miljøløsninger