

HiT skrift nr 10/2012

**Rehabilitering av elvehabitat i Vallaråi,
Seljord i Telemark: Forslag til tiltak**

**Jan Heggenes, Frode Bergan, Espen Lydersen
og Jostein Sageie**

Avdeling for allmennvitenskapelige fag (Bø)

**Høgskolen i Telemark
Porsgrunn 2012**

HiT skrift nr 10/2012

ISBN 978-82-7206-363-3 (trykt)
ISBN 978-82-7206-364-0 (online)
ISSN 1501-8539 (trykt)
ISSN 1503-3767 (online)
Serietittel: *HiT skrift* eller *HiT Publication*

Høgskolen i Telemark
Postboks 203
3901 Porsgrunn
Telefon 35 57 50 00
Telefaks 35 57 50 01
<http://www.hit.no/>

Trykk: Kopisenteret. HiT-Bø

© Forfatteren/Høgskolen i Telemark

Det må ikke kopieres fra rapporten i strid med åndsverkloven og fotografiloven, eller i strid med avtaler om kopiering inngått med KOPINOR, interesseorganisasjon for rettighetshavere til åndsverk

Forord

I perioden 2008-2010 gjennomførte Høgskolen i Telemark fiskebiologiske undersøkelser i Vallaråi, Seljord i Telemark. Disse ble rapportert i 2011. Oppdragsgiver var Skagerak Kraft AS (SK) som eier av Sundsbarm kraftverk. Drift av Sundsbarm kraftverk innebærer effektkjøring som medfører betydelige variasjoner i de økologiske forholdene i Vallaråi nedstrøms kraftverket. En viktig hensikt med de fiskebiologiske undersøkelsene var å gi et kunnskapsgrunnlag til å bedre vurdere om fysiske tiltak, for eksempel i elveleiet, ville kunne ha en gunstig effekt på ørretproduksjonen, og eventuelt hva slags tiltak som vil være aktuelle. Det er tidligere utarbeidet to forslag til tiltaksplan for Vallaråi (Duus 2002, Kiland 2006), men begge på et meget beskjedent biologisk kunnskapsgrunnlag

I februar 2012 ble undertegnede bedt om å utarbeide et forslag til tiltak i Vallaråi, basert på de gjennomførte undersøkelsene. Planen omhandler Vallaråi fra undervann Sundsbarm kraftverk ved Lakshøl, og ca. 1,2 km nedstrøm til innløp i Seljordsvatnet. I mai ble vi også bedt om å gjøre et tilleggsprosjekt med hydrodynamisk modellering av aktuelle strekning.

Gjennom arbeidet har vi hatt hyppig kontakt med Øystein Kildal ved Sundsbarm kraftverk, og med Magne Wraa i Skagerak Energi. Vi retter en takk til begge for hjelp underveis både med praktiske forhold og for å ha skaffet ulike typer data og dokumentasjon. Vi har også hatt mye kontakt med den offentlige forvaltningen ved Kjell Carm ved NVE Region sør og Finn hos Fylkesmannen i Telemark. På brukersiden har vi hatt nyttig kontakt med Olav Bjørge (grunneier, lokal fisker) og Olaf Strand (leder Seljordsvatn grunneierlag). Vi takker alle for samarbeidet.

Bø, 10.06.2012

Jan Heggenes

Innhold

Sammendrag	3
1. Innledning	5
2. Bakgrunn	9
2.1 Habitat tiltak	9
2.2 Reguleringsinngrep	9
2.3 Endringer i elveleiet	13
2.4 Biologiske forhold	14
2.5 Føringer for forslag til tiltak	16
3. Metoder	18
4. Tilstand før tiltak	23
5. Generelle føringer for planarbeidet	29
5.1 Veiledende prinsipper for prosess og tiltak	29
5.2 Målsettinger og føringer for tiltak	30
6. Forslag til tiltak	33
7. Litteratur	41
Vedlegg 1: Generelt om tiltak	45
Vedlegg 2: Kiler: Prinsippskisse og hydrodynamisk modellering	61

Sammendrag

Den 1,2 km lange Vallaråi, Seljord kommune, har et sterkt modifisert elveleie og vannførings- og temperaturregime, hovedsakelig som følge av reguleringsinngrep og betydelig grad av effektkjøring. Elva har en lokal bestand av ørret, og er viktig gyteelv for (stor)ørret fra Seljordsvatnet. Undersøkelser i 2008-2010 registrerte 10-40 stor ørret (= ca 1 kg) på gyte plassene, med betydelige årlige variasjoner. Gyteområdene var de samme fra år til år. Gyteområder er neppe en begrensende produksjonsfaktor per i dag. Ved lave vannføringer om vinteren kan deler av gyteområder bli tørrlagt. Ørret er dominerende fiskeart i elva (73 %), men med viktig innslag av innført ørekyte (24 %) som konkurrerer med ørret om mat og plass. Fisketetthet i elva, i gjennomsnitt 36-72 unger per 100m², varierer mye i rom og tid. Vekst hos ørret er moderat og trolig redusert pga. kaldere vann i vekstsesongen som følge av reguleringen. Det er ikke indikasjoner på rekrutteringssvikt for ørret, men den kan være redusert (effektkjøring, konkurranse).

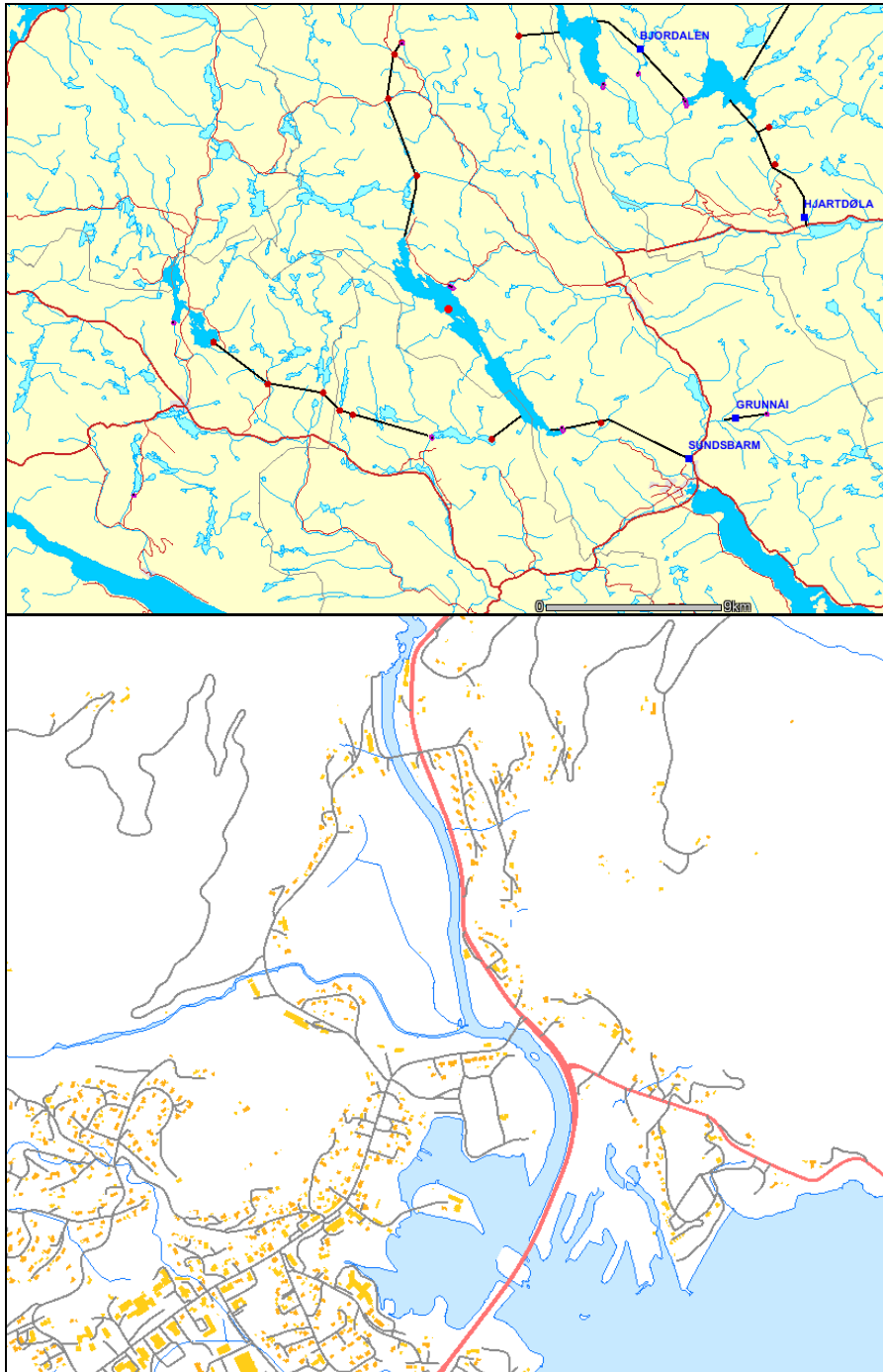
Tidligere tiltaksplaner har lagt vekt på enkle tiltak (buner, steinrøyser) for å bedre oppvekstforholdene for ørret generelt. Viktige tilleggs hensyn er: a) unngå å favorisere ørekyte, fordi den kan konkurrere sterkt med ørret, og b) unngå å bidra til større dødelighet hos ørret som følge av stranding. Det første innebærer særlig å unngå tiltak som skaper grunne og stille/strømsvake habitater, det andre særlig å unngå langgrunne strandområder. Foreliggende plans tiltak er å 1) senke bunn nivået på kjente/aktuelle gyteområder slik at de ikke tørrlegges på lav vannføring (minste normale vannstand på restvannføring; ca. 3-4 m³s⁻¹, om vinteren), 2) beholde elvekanter som er relativt bratte over minste normalvannstand, slik at de ikke fungerer som fiskefeller, 3) gjøre elvekantene mindre rettlinjede og med grovt substrat som gir skjul, 4) forsiktig senkning av bunnivå på mindre oppvekstområdene som kan tørrlegges på lav vannføring, 5) lage motstrøms 'kiler' inn i forbygde elvekanter kombinert med lave, grovsteinede buner som er vanddekket også på lav vannstand, og 6) lage enkelte steinsettinger ute i elva som er vanddekket også på lav vannstand. Pga. større flommer og massetransport i elva (sand, grus) må det forventes at tiltakene vil kreve vedlikehold med års mellomrom. Tiltak for å øke veksthastighet til ørretungene vil innebære å heve vanntemperaturen i vekstsesongen. Dette kan gjøres ved å tappe overflatevann fra Sundsbarm magasinet i vekstsesongen.

Emneord: elv, ørret, effektkjøring, habitat, tiltak

I. Innledning

Skagerak Kraft AS utnytter gjennom kraftverket Sundsbarm fallet fra magasinet Sundsbarmvatnet og ned til Vallaråi (Fig. 1). Kjøringen av kraftverket bestemmer vannføring og temperaturforhold i den 1,2 km lange strekningen av Vallaråi fra undervann Sundsbarm kraftstasjon til innløpet til Seljordsvatnet (Fig. 1, 2, 3). Under utbyggingen ble Vallaråi i 1969/70 kanalisert på en 0,5 km lang strekning nedstrøms fra undervann kraftstasjonen. Senere har elveleiet også blitt flyttet vestover i en lengde på ca. 300 m av hensyn til E-134 (Fig. 1, 3; Statens Vegvesen i 1985). Elva har en lokal bestand av ørret (*Salmo trutta*). Seljordsvatnet har også en betydelig bestand av (stor)ørret som bruker denne elva som gyteområde. Seljordsvatne grunneierlag og Seljord kommune har uttrykt bekymring for storørrebestandene som de mener er i tilbakegang. Dette ses delvis i sammenheng med inngrepene i Vallaråi. Fylkesmannen i Telemark og Norges Vassdrags og Energidirektorat (NVE) ønsket fiskebiologiske undersøkelser som et faglig grunnlag for å vurdere og ev. forbedre gyte og oppvekstforholdene for (stor)ørret i Vallaråi. Etter avtale med Skagerak Kraft AS gjennomførte Høgskolen i Telemark perioden 2008-2010 fiskebiologiske undersøkelser i Vallaråi (Heggenes et al. 2011). Skagerak Kraft AS ønsket at disse undersøkelsene ble fulgt opp med en tiltaksplan.

På bakgrunn av den dokumentasjonen som foreligger i vassdraget og sammenholdt med generell kunnskap, vurderer vi og foreslår her habitat tiltak på berørte strekninger i Vallaråi. Omtale av elva og de biologiske begrunnelser er i det alt vesentlige fra tidligere rapport (Heggenes et al. 2011).



Figur 1. Øverst: Oversiktskart over Sundsbarm kraftverk med inntak (punkter) og vannveier (svarte linjer). De røde linjene er veier. Fra NVE Atlas. Nederst: Undersøkte del av Vallaråi med ny E134 angitt med tykk rød linje.



Figur 2. Vallaråi fra Sundsbarm kraftverk til innløp Seljordsvatnet. Tall refererer til bilder i Fig. 3.



Figur 3. Vallaråi fra innløp Seljordsvatnet til Sundbarm kraftverk. Tall refererer til stedene i Fig.2: 1: bilde øverst venstre, 2: øverst høyre, 3: nederst venstre, 4: nederst høyre.

2. Bakgrunn

2.1 Habitat tiltak

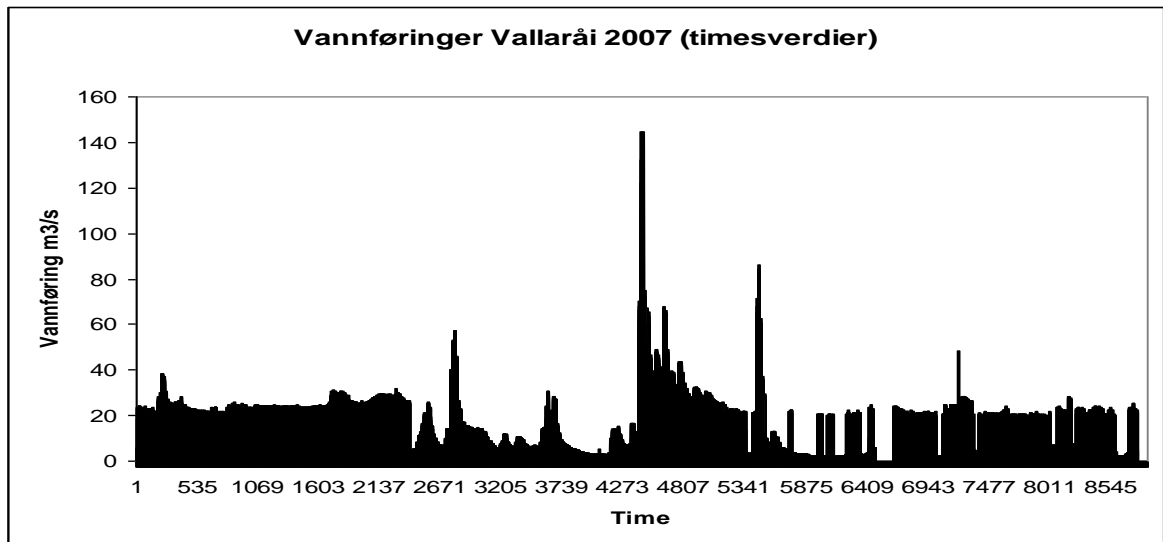
Kvaliteten på leveområdene (habitat) for ørret er viktig, ettersom det kan regulere bestandene (Milner et al. 2002). Habitat påvirkes også av menneskelige inngrep både negativt (tekniske inngrep, endret vannføring, temperatur) og positivt (restaurering, biotop tiltak). Habitatbruken til gytefisk og ungfisk av ørret er relativt godt kjent (Heggenes et al. 1999, Armstrong et al. 2003, Louhi et al. 2008, Wollebæk et al. 2009). Viktige habitatfaktorer er bl.a. vanddyp, vannhastigheter og bunnsubstrat (partikkelstørrelse, fordeling), fordi de bestemmer mengde og kvalitet på oppholdssteder, næring (driv, bunndyr), skjul (predatorer, intraspesifikk konkurranse) og gyteområder. Substratet er særlig viktig for gyting og eggoverlevelse (Soulsby et al. 2009, Finstad et al. 2011, Heggenes et al. 2011). Ungfisken bruker også substratet aktivt, og særlig ved lave temperaturer (om vinteren) (Fraser et al. 1993, 1995, Heggenes et al. 1993, Bremset 2000).

Tiltak for å bedre habitat og derved øke reproduksjon, tetthet og vekst hos laksefisk, kan både være økologisk effektivt og kostnadseffektivt (Palm et al. 2007, Roni et al. 2008). Resultatene vil imidlertid avhenge både av før-tilstand og flaskehals, hvor godt og på hvilken skala tiltakene planlegges og gjennomføres, og lokal og regional variasjon i miljøforhold, for eksempel vannføringer (Roni et al. 2008, Vehanen et al. 2010). Det er derfor ingen enkel sammenheng mellom tiltak og resultat (Palmer et al. 2010), og resultatene er ofte best i mindre elver (Stewart 2009). Mange tiltak har som mål å øke strukturell kompleksitet i elver, men det er ikke nødvendigvis effektivt (Palmer et al. 2010). Tiltakene bør være målrettet og avbøte lokale begrensninger. En generell oversikt over aktuelle tiltak finnes i Vedlegg I. Tidligere har Duus (2002) og Kiland (2006) utarbeidet forslag til tiltaksplaner for Vallaråi, men på et mer mangelfullt biologisk kunnskapsgrunnlag. Duus (2002) kartla også de nåværende hydro-fysiske habitatforholdene i Vallaråi basert på den engelsk River Habitat Survey- metoden.

2.2 Reguleringsinngrep

Sundsbarv kraftverk utnytter fallressursene i Flatdalsvassdraget (delnedbørfelt 171 km²), Morgedalsvassdraget og Dalaåi (delnedbørfelt 180 km²) (Fig. 1). Vannet samles i reguleringsmagasinet Sundsbarvatnet (612-574 moh, reguleringsgrad 90 %, totalt nedbørfelt 415 km²) og utnyttes i Sundsbarv kraftverk (fallhøyde ca. 480 m, maksimal slukeevne 26 m³s⁻¹, installasjon 103 MW, årsproduksjon 389 GWH) med undervann i Vallaråi ca. 1,2 km oppstrøms innløp i Seljordsvatnet (Fig. 2, 3). Årlig regulert middelvannføring er ca. 15-18 m³s⁻¹ (Fig. 4). Vanlig vintervannføring (november-april) er normalt 20-25 m³s⁻¹ (Fig. 4). Kraftverket benyttes i hovedsak til effektkjøring i sommerhalvåret med vannføringsvariasjoner mellom 3 og 30 m³s⁻¹ (Fig. 5). Naturlig årlig midlere vannføring før regulering var ca. 12-13 m³s⁻¹ (Holmqvist 2007, Naturatlas for Telemark Kart HYD01a). Hydrologiske effekter av reguleringen er betydelig høyere

vintervannføring enn naturlig, bortfall av de fleste naturlige flommer, og lave sommervannføringer når kraftverket ikke er i drift. Effektkjøring fører dessuten til store variasjoner i vannføring over døgnet (Fig. 4, 5).



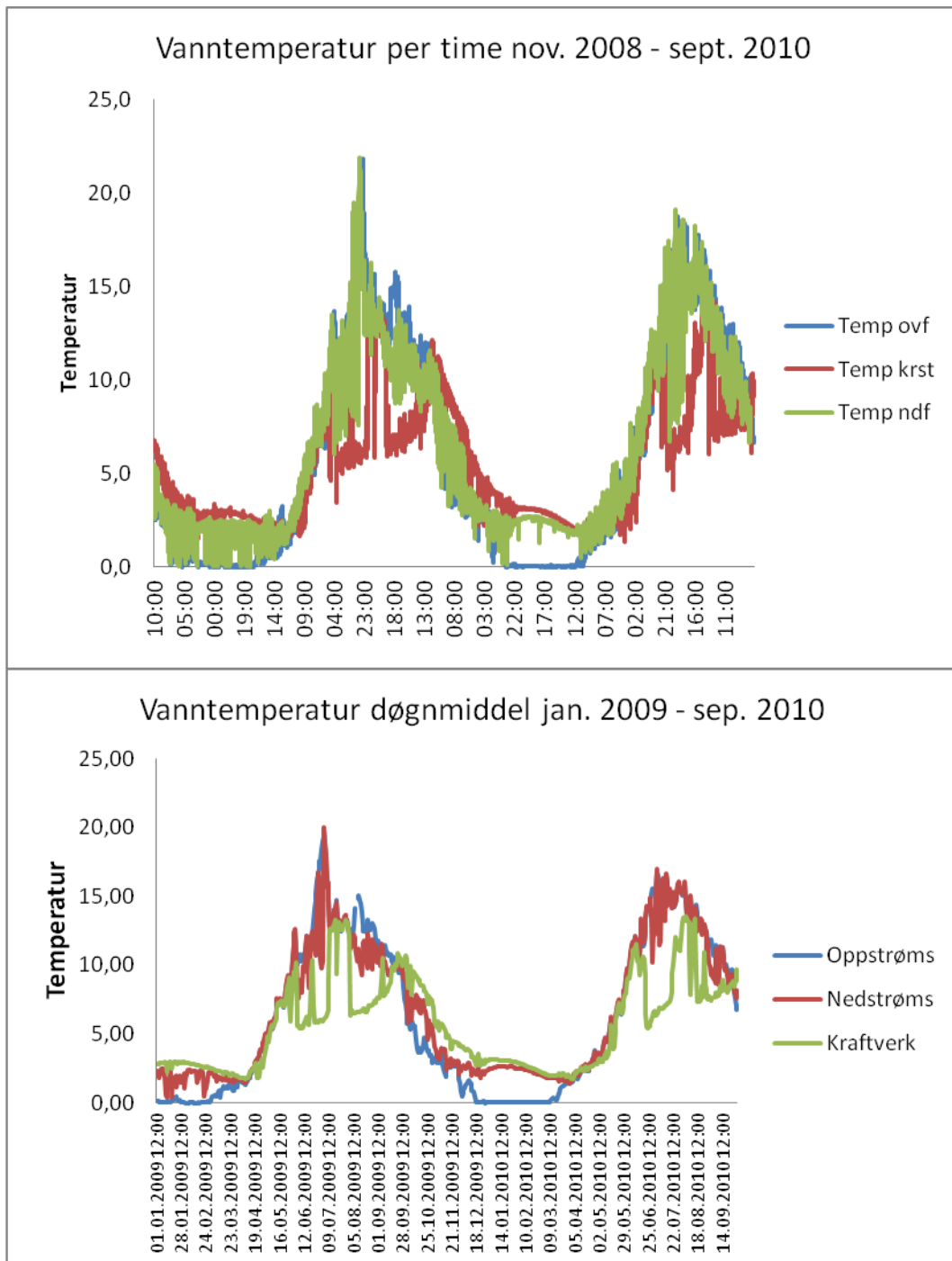
Figur 4. Typiske vannføringer i Vallaråi nedstrøms Sundsbarm kraftverk. Data fra Skagerak Kraft.



Figur 5. Varierende vannstander i Vallaråi ved start/stopp av kraftverket.

Temperaturforholdene i elven er også endret pga. reguleringen (Fig. 6). Vann tas inn på kote 568 som tilsvarer 44 - 7 m dyp i Sundsbarmvatnet, og temperaturen på dette vannet ligger antagelig stabilt på ca. 3-5°C i vesentlige deler av året. Vallaråi (fra undervann Sundsbarm kraftverk) er derfor 3-4°C varmere enn naturlig om vinteren (Fig. 6). Tilsvarende fører dette til at vanntemperaturene om sommeren kan være betydelig lavere enn naturlig (5-10 °C eller mer; Fig. 6) avhengig av kjøringen av kraftverket. Dette er

typisk for regulerte vassdrag. Ettersom fisk er vekselvarme dyr som kan registrere temperaturendringer på mindre enn $0,5^{\circ}\text{C}$ (Elliott og Elliott 2010), er temperatur en svært viktig miljøfaktor. Høyere vanntemperatur om vinteren fører til raskere eggutvikling, og sannsynligvis senere gytetidspunkt som en følge av dette. Økt vintervanntemperatur vil i liten grad ha effekt på vekst hos ørretungene, fordi den fremdeles ligger på nedre temperaturgrense for at vekst kan finne sted (Elliott og Elliott 2010). Utover våren er det liten forskjell i temperatur mellom restvannføring oppstrøms og vannføring nedstrøms kraftverket. Derimot fører tapping av kaldt bunnvann utover forsommeren til reduserte temperaturer. Senere vekst vil være en konsekvens av dette, fordi det fører til utsatt start på vekstsesongen (Fig. 6). Ettersom fødeopptak og vekst vanligvis er størst tidlig i sesongen (Metcalf et al 1986, Elliott 1994), vil neppe høyere temperaturer utover høsten (Fig. 6) kompensere dette. Høyere vanntemperaturer i Vallaråi vil derfor sannsynligvis føre til bedre vekst hos ørret (se nærmere omtale i Heggenes et al 2011).



Figur 6. Vanntemperaturer per time (øverst) og døgnmiddel (nederst) i Vallaråi oppstrøms, nedstrøms og i kraftverket. Temperaturregimet er sterkt preget av reguleringen med høyere temperatur om vinteren, lavere om sommeren, og sterkt varierende over døgn avhengig av effektkjøring. Data fra NVE.

Nåværende avbøtende tiltak er minstevannføringer på $0,2 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$ om sommeren i Flatdøla (01.05-30.09) og $0,1 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$ om sommeren (01.05-31.10) og $0,05$ om vinteren (01.11-30.04) i Morgedalsåi.

2.3 Endringer i elveleiet

I 1969/1970 kanaliserte kraftverket etter godkjente planer (NVE) elveløpet i Vallaråi fra Sundsbarm kraftverk og ca. 0,5 km nedstrøms. Dette medførte omfattende graving, utjevning og plastring av elveleiet på denne strekningen som har resultert i mindre strukturelt mangfold mht. leveområder for ørret (Fig. 7).





Figur 7. Kanalisering av elveløpet fra kraftverket og ca 0,5 km nedstrøms (øverst) og flytting og plassering av elveleiet i forbindelse med utvidelse av E 134 (nederst).

Senere har også Statens vegvesen endret og flyttet elveløpet i forbindelse med utbedring og senere omlegging av nåværende E 134 omkring 1985 (Fig. 1, 3, 7 nederst). Fra ca. 100 m nedstrøms bru ved Sundsbarm kraftverk og ca. 200 m videre nedstrøms, er elveløpet flyttet 5-6 m vestover for å gi plass til vei/sykkelvei. Østre bredd langs E-134 er her plastret med sprengstein (Fig. 7 nederst, Fig. 3, bilde 3). E-134 går videre ca. 600m på sør-øst bredden av Vallaråi mot Seljordsvatnet. De siste ca. 400 m er østbredden igjen plastret og delvis utfylt med sprengstein (Fig. 7 nederst, Fig. 3, bilde 1).

2.4 Biologiske forhold

Disse regulerings- og tiltaksinngrepene har hatt konsekvenser for Vallaråi som leveområde for ørret, og har sannsynligvis påvirket bestandsforholdene vesentlig. Dessverre ble det ikke gjort biologiske undersøkelser i forkant av reguleringsinngrepene, slik at det ikke finnes historiske data å sammenligne med. Derimot gir de gjennomførte fiskebiologiske undersøkelsene 2008-2010 et betydelig kunnskapsgrunnlag (for detaljer se Heggnes et al. 2011). Hovedkonklusjonene mht. (stor)ørret og gyting er oppsummert i Tabell I og for rekruttering og vekst i Tabell II.

Tabell I. Oppsummering og hovedkonklusjonene fra undersøkelser av gytefisk og gyteområder 2008-2010 (fra Heggenes et al. 2011).

- Antall gytefisk og lokalisering av gytegroper i Vallaråi ble undersøkt ved dykking i perioden september-november 2008-2010.
- Det ble observert 10-40 stør ørret (\geq ca. 1 kg) på gyteplassene, og mest i den mest aktive gyteperioden i slutten av oktober. Det var årlige variasjoner i antall gyteørret.
- Dersom en forutsetter lite opp- og nedvandring på gyteplassene innen sesongen og at størørreten 'hviler' hvert annet år, antyder dette en størørretbestand på 50-100 individer som bruker Vallaråi som gyte- og oppvekstelv.
- Gyteområdene var de samme fra år til år, og med flest gytegroper på øverste del av undersøkte strekning. Gyteområder er neppe en begrensende produksjonsfaktor. Det er derfor ikke nødvendig med spesielle tiltak for å bedre gyteforholdene.
- Ved lave vannføringer om vinteren kan deler av gyteområder bli tørrlagt. De viktigste områdene øverst på strekningen vil imidlertid normalt være vanddekket.
- Ved samtløp undervann kraftstasjonen og restvann Vallaråi bør bunnivået senkes ved å fjerne grusmasser, slik at arealet ikke tørrlegges om vinteren. Dette tiltaket vil sannsynligvis også øke elvas effektive gyteareal.

Tabell II. Oppsummering og hovedkonklusjonene fra undersøkelser av ungfisk 2008-2010 (fra Heggenes et al. 2011).

- Det ble utført bestandsestimeringer av ungfisk basert på elektrofiske med (3 uttak) på 7 utvalgte stasjoner i august-september 2008-2010.
- Dominerende fiskeart er ørret (73 %), men med stort innslag av ørekyte (24 %). Stingsild og bekkeniøye forekommer i lavere antall. Ørekyte er en innført art som sannsynligvis har blitt innført samtidig med eller i etterkant av reguleringen. Ørekyte konkurrerer med ørret om mat og plass, og fører til redusert produksjon av ørret.
- Det er store forskjeller i fisketetthet på undersøkt elvestrekning, i hovedsak pga. ulike habitatforhold. Ørret dominerer over ørekyte på mer strømssterke partier.
- Det ble også påvist store forskjeller i fisketetthet mellom år. I noen grad skyldes dette ulike feltforhold mellom år, særlig ulike vannføringer, men det skyldes også betydelig varierende rekruttering fra år til år. Elektrofisket viser en moderat, men varierende tetthet av ørret unger (gjennomsnitt per år 36-72 ørretunger per 100m²).

- Størrelse-frekvens analysene viser relativt moderat vekst på ørreten. Redusert vekst er trolig et resultat av kaldere vann om sommeren som følge av reguleringen.
- Størrelse-frekvens analysene viser at ørreten sannsynligvis vandrer ut i Seljordsvatnet ved størrelse 15-20cm.
- Det er ingen indikasjoner på rekrutteringssvikt for ørret, men rekrutteringen kan være redusert som følge av økt dødelighet pga. effektkjøringen og mulig økt konkurranse med ørekyte.
- Det er ingen indikasjoner på rekrutteringssvikt for ørret, men bedre oppvekstforhold for rekrutter i Vallaråi vil før til større produksjon av utvandrende ørret. Det er usikkert om dette kan føre til mer storørret, bl.a. fordi det ikke er gjort genetiske undersøkelser om storørret er en egen økotype.

2.5 Føringer for forslag til tiltak

Basert på resultatene fra de fiskebiologiske undersøkelsene er de viktigste biologiske føringene mht. forslag til habitat tiltak:

1. Gyteområder er neppe en begrensende produksjonsfaktor per i dag. Ved lave vannføringer om vinteren kan deler av gyteområder bli tørrlagt.
2. Ørret er dominerende fiskeart i elva (73 %), men med viktig innslag av innført ørekyte (24 %) som konkurrerer med ørret om mat og plass særlig i stille/stilleflytende og grunne habitater.
3. Fisketetthet i elva er moderat, i gjennomsnitt 36-72 unger per 100m², og varierer mye i rom og tid. Habitat er en vesentlig faktor som forklarer tetthetsvariasjoner.
4. Vekst hos ørret er moderat og trolig redusert pga. kaldere vann i vekstsesongen som følge av reguleringen.
5. Det er ikke indikasjoner på rekrutteringssvikt for ørret, men den kan være redusert pga. økt dødelighet ved effektkjøring og mulig økt konkurranse med ørekyte.

Hovedmålsettingen for forslag til habitat tiltak er at de skal bedre oppvekstforholdene for ørret. Slike tiltak må imidlertid ikke medføre at det blir større arealer med stilleflytende og grunne partier. Det vil favorisere ørekyte som konkurrerer best i slike habitater. Dessuten må ikke tiltak bidra til større dødelighet av ørret som følge av stranding ved raske reduksjoner i vannføring, dvs. effektkjøring av kraftverket. Det er særlig mer langgrunne elvekanter som kan ' fange' ørret når vannføringer faller raskt (Saltveit et al. 2001, Halleraker et al. 2003). Tiltak for å øke veksthastighet til ørretungene er å heve vanntemperaturen i vekstsesongen.

Habitat tiltak vil i stor grad innebære å øke strukturelt mangfold. Dette faller også i stor grad sammen med landskapsestetiske og friluftshensyn. Tiltakene bør imidlertid ikke føre til økt oppstuvning av vann, jfr. ikke redusere fallhøyde i kraftverket og ikke øke

flomfaren vesentlig, samtidig som tiltakene må dimensjoneres for å tåle en større flom. Det er en teknisk utfordring å dimensjonere målrettet for å tåle større flommer. Dessuten har vi begrenset kunnskap om hvordan tiltak vil påvirker og bli påvirket av substrat og massetransport lokalt. Dette vil man vinne erfaring med i etterkant, og ev. vedlikeholdende tiltaksarbeid må vurderes over tid.

3. Metoder

Nåværende tilstand mht. habitatforhold i Vallaråi ble systematisk kartlagt i felt. Tilstanden på hele kartlagte strekning er også dokumentert fotografisk (eks. Fig. 3, 5, 7). Feltarbeidet ble gjennomført på vannføringer på i overkant av 20 m³s⁻¹, dvs. representativt for de høye vannføringene når Sundsbarm kraftverk kjøres (Fig. 4). Vannføring ved kjøring av kraftverket ble valgt fordi det er mest representativt, særlig i vinterhalvåret. På høye vannføringer er variasjoner i habitattypene mindre fremtredende. Det ville vært ønskelig å dokumentere tilstand også på lav restvannføring, men slike forhold inntraff ikke innenfor passende tidspunkt i den begrensede prosjektperioden.

Habitat tilstand ved en vannføring på vel 20 m³s⁻¹ mht.

- 1) morfodynamisk enhet (Tab. 1),
- 2) mesohabitat (Tab. 1),
- 3) strømtypen (Tab. 2),
- 4) substratstørrelse (Tab. 3),
- 5) grad av skjul (0-100% i 10%-klasser; Tab. 4) og
- 6) skjultype (Tab. 5),
- 7) relativt dyp (1=grunnere, 2=middels, 3=dypere) og
- 8) relativ vannhastighet (1=lavere, 2=middels, 3=raskere)

ble systematisk klassifisert visuelt og avgrenset i felt på kart og ortofoto i målestokk 1:500. Klassifikasjonsinndelingene framgår av Tab. 1-5. For alle variable ble dominerende type angitt. Dersom det var en betydelig sub-dominerende type, ble også denne klassifisert. Dette forekom hovedsakelig på noen mindre, mosaikk pregede områder.

Alle data fra felt ble overført til digitale kart og bearbeidet, analysert, presentert og lagret i ArcView GIS v. 3.3.

Tabell 1. Klassifisering ved observasjon av morfologiske enheter og mesohabitater med vanlig strømtype^{1,2,6,7,8}.

Morfologisk Enhet	Kode	Mesohabitat	Noen fluvio-morfologiske karakterer	Strømtype
1. Utgravd Kulp	1	Evje	Ikke netto nedstrøms strøm. Refleksjoner blir ikke brutt.	Nesten ikke merkbar strøm.
	2	Renne, ål	Som ovenfor	Nesten ikke merkbar strøm.
	3	Midt-strøms	Som ovenfor Dyp, sakte eller stille parti vann (mellom stryk enheter).	Nesten ikke merkbar strøm.
	4	Samløpende	Som ovenfor	Nesten ikke merkbar strøm.
	5	Side	Som ovenfor	Nesten ikke merkbar strøm.
	6	Overfall	Som ovenfor	Nesten ikke merkbar strøm.
2. Oppdemt Kulp	7	Blokk	Som ovenfor Hindringen synlig.	Nesten ikke merkbar strøm.
	8	Organisk (trær o.l.)	Som ovenfor Hindringen synlig.	Nesten ikke merkbar strøm.
	9	Bever	Som ovenfor Hindringen synlig.	Nesten ikke merkbar strøm.
	10	Skred	Som ovenfor Hindringen synlig.	Nesten ikke merkbar strøm.
	11	Bakvann	Som ovenfor Samløp med hovedelv i en ende. Ofte med vegetasjon.	Nesten ikke merkbar strøm.
	12	Gammelt løp	Som ovenfor	Nesten ikke merkbar strøm.
	13	Terskel (kunstig)	Som ovenfor	Nesten ikke merkbar strøm.
	14	Marginalt Dødvann	Lokalisert til elvekantene (ved kanten av blankstryk), svinger eller andre hindringer i elva. Strømtype som for kulp, men fyller ikke (hele) elvebredden.	Nesten ikke merkbar strøm.
3. Ikke-	15	Glidning	Uniform, merkbar nedstrøms vannbevegelse er jevn.	Svak og jevn opp mot

turbulent		Refleksjoner blir forstyrret. Jevnt lang-profil med noen horisontale virvler. Ofte lokalisert oppstrøms stryk og fall.	grensen til turbulent.		
	16	Blankstryk, Grunn	Ingen bølger, men klar nedstrøms vannbevegelse med en forstyrret, småbrutt overflate.	Småbrutt overflate med bølgende lang-profil.	
	17	Blankstryk, Dyp	Som ovenfor. Dyp, raskt-flytende.	Småbrutt overflate med bølgende lang-profil.	
	18	'Kok'	Bølgegang når oppstrømmer bryter overflaten. Sekundær strøm tydelig som vertikale og horisontale virvler. Sakte vann: lokalisert ved elvekanter og meandersvinger Raskt vann: Turbulent område lokalisert mellom habitater i en ustabil elveseng. Som regel småskala. Høyt vann: turbulent område mellom blokk/fjell.	Oppstrømmer. Brutte stående bølger, Blir kaotiske ved svært høyt vann.	
	4. Turbulent	19	Småstryk	Turbulent overflate med oppstrøms-vendte små stående bølger som ikke er brutt, over sand til rullestein substrat. Grunnere enn tilstøtende mesohabitater.	Ubrutte eller små brutte stående bølger.
		20	Blokkstryk	Som ovenfor Grovere substrat.	Ubrutte eller små brutte stående bølger.
		21	Hardstryk	Høygradient strekning over/mellom rullestein, blokk eller fjell ved moderat høyt vann. Noe hvitt vann. Hindringer ligger under vann.	Brutte stående bølger, Blir kaotiske ved (svært) høyt vann
		22	Hard smalstryk	Som ovenfor, strømmen presset sammen.	Som ovenfor
		23	Kaskade	Blokk bryter tilfeldig overflaten på strekning med stort fall. Blanding av hardstryk og overfall – smalstryker når vannet strømmer forbi oppstrømssiden av substratet, brutte stående bølger på nedstrømssiden av substratet.	Brutte stående bølger, blir kaotiske ved (svært) høyt vann
		5. Trappe- Kulper	24	Kvitstryk/fall	Blokk organisert i (trappe)trinn tvers over elva.
25	Kulp		Oppdemmet strekning med finere sediment oppstrøms Kaskade		
26	Overfall		Lavt kurvet overfall i kontakt med substratet	Brutt eller ubrutt overflate med bølgende lang-profil, chute.	

6. Vannfall	27	Fritt fall	Vannet faller vertikalt - kan skille seg fra bakveggen til det vertikale objekt	Vertikalt fritt fall.
-------------	----	------------	---	-----------------------

Tabell 2. Beskrivelse av strømtyper som brukes for å identifisere og beskrive mesohabitater i felt^{2,6,7,8}.

Kode	Strømtype	Beskrivelse for felt identifisering	Tilknyttede mesohabitater
1	Nesten ikke merkbar strøm	Overflateskum ser ut til å være stillestående og refleksjoner på overflaten blir ikke forvrengt. En kork/pinne på vannoverflaten forblir liggende stille	Kulp – fyller vanligvis hele elvebredden Marginalt dødvann – fyller ikke hele elvebredden
2	Svak og jevn opp mot grensen til turbulent	Strøm hvis styrke er så lav at det oppstår svært lite overflateturbulens. Svært små celler med turbulent strøm er synlige, og refleksjoner blir (litt) forvrengt, og skum på overflaten beveger seg nedstrøms. En pinne som settes vertikalt i vannstrømmen skaper en oppstrøms V i overflaten	Glidning
3	Oppstrøm	Sekundære strømceller synlige på overflaten som vertikal 'koking' Eller sirkulære horisontale virvler	'Kok'
4	Småbrutt overflate Krusning	Overflate-turbulens skaper ikke stående bølger, men symmetriske krusninger som hovedsakelig beveger seg nedstrøms	Blankstryk
5	Ubrutte stående Bølger	Bølgende lang-profil med stående bølger hvor innsvingen står oppstrøms, men uten å bryte (hvitt)	Småstryk
6	Brutte stående Bølger	Hvite 'tumlende' bølger med innsvingen stående oppstrøms. 'Brusende' vannstrøm	Hardstryk Kaskade; på nedstrømssiden av blokk deler strømmen seg eller 'bryter'
7	Chute	Rask, jevn strøm på grensen til turbulent over blokk eller fjell. Strømmen er i kontakt med substratet, og samles oppstrøms, men Deles nedstrøms.	Overfall; chute strøm over områder av bart fjell Kaskade; chute strøm over enkelt-blokk
8	Fritt fall	Vertikalt vannfall og uten hindring fra et klart objekt, vanligvis mer enn 1m høyt og ofte over hele tverrsnittet	Vannfall
9	Kaotisk		

Tabell 5. Type av substrat og partikkelstørrelse klassifisert i felt (modifisert Wentworth skala).

Substrat type	Størrelse mm	Kode
Organisk fint	<10	1
Organisk grovt	>10	2
Leir, silt	0.004-0.06	3
Sand	0.061-2	4
Fin grus	2.1-8	5
Grus	8.1-16	6
Grov grus	16.1-32	7
Småstein	32.1-64	8
Liten rullestein	64.1-128	9
Rullestein	128.1-256	10
Stor rullestein	256.1-384	11
Blokk	384.1-512	12
Stor blokk	>512	13
Jevnt fjell	-	14
Ujevnt fjell	-	15

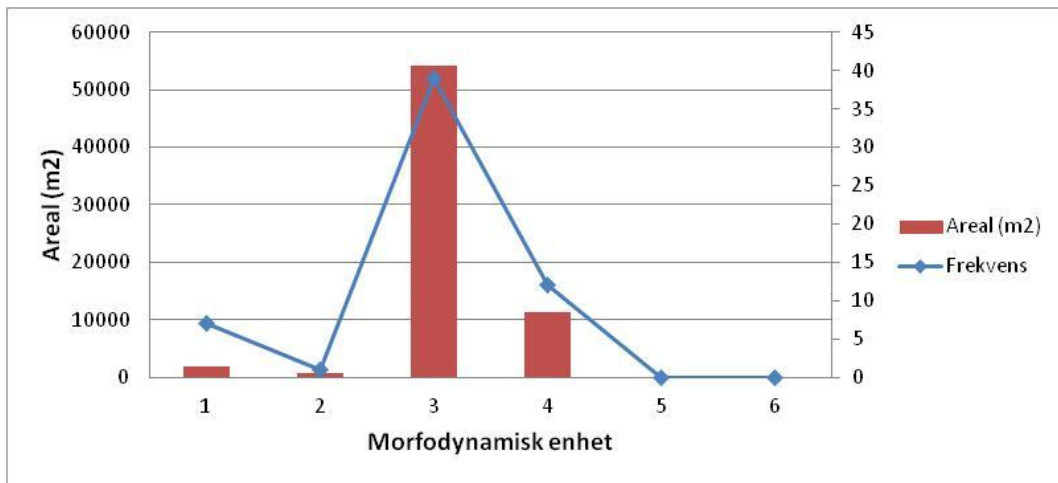
Tabell 6. Typer av skjul og grad av skjul klassifisert i felt.

Skjul type	Kode	Grad skjul %	Kode
Dykket – stokker, røtter	1	0	0
Dykket – annet	2	10	1
Stein - blokk	3	20	2
Organisk - fint	4	30	3
Dykket vegetasjon	5	40	4
Underkuttet elvebredd	6	50	5
Brutt overflate	7	60	6
Overheng (angi hvilket)	8	70	7
Overlfateis	9	80	8
		90	9
		100	10

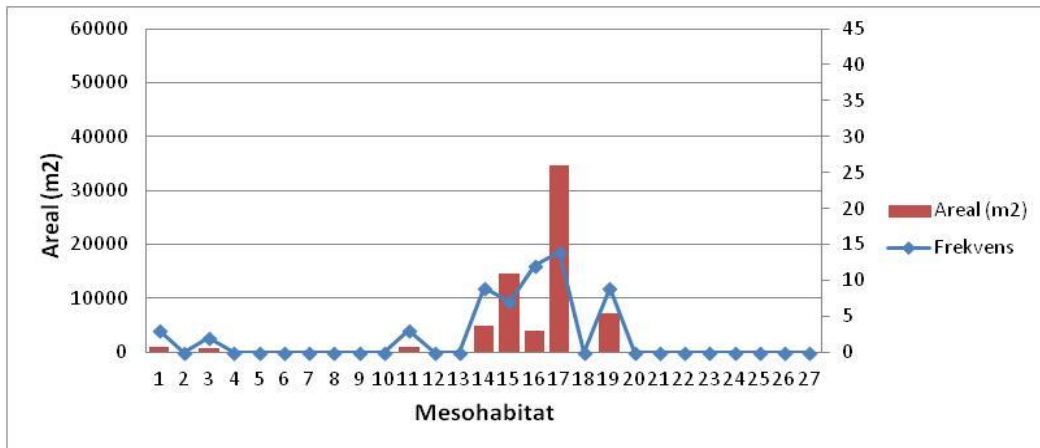
4. Tilstand før tiltak

Dagens habitattilstand på aktuelle strekning og under kjøring av kraftverket, er karakterisert og dominert av noen få habitat typer som utgjør relativt store sammenhengende arealer (Fig. 8a-d, se også Fig. 2, 3 og 7). Særlig strekningen fra nedstrøms undervann kraftverket og langs E-134 (til verksted) er en relativt ensartet, lang og relativt dyp blankstryk med lite hydraulisk og habitat variasjon, bortsett fra marginal variasjon langs selve elvebreddene (Fig. 9). Denne begrensede habitatvariasjonen sammenfaller også med resultatene fra River Habitat Survey klassifiseringen (HQA score = 15; Duus 2002), hvor denne strekningen fikk klart lavest habitat score. Det er denne strekningen som ble kanalisert i forbindelse med kraftutbyggingen. På den mindre modifiserte strekningen nedstrøms mot innløp Seljordvatnet, er det noe mer variasjon mellom (små)stryk, kulp og blankstryk (Fig. 10), noe som også gir en høyere HQA score (= 31-34; Duus 2002). Mer mosaikkpregede og dermed hydraulisk og/eller strukturelt varierte habitater, finnes fortrinnsvis ved innløp undervann kraftverket (Fig. 9) og rett nedstrøms Vallar bru (Fig. 10). I begge tilfeller skyldes dette for en vesentlig del grus og steinrygger i elva.

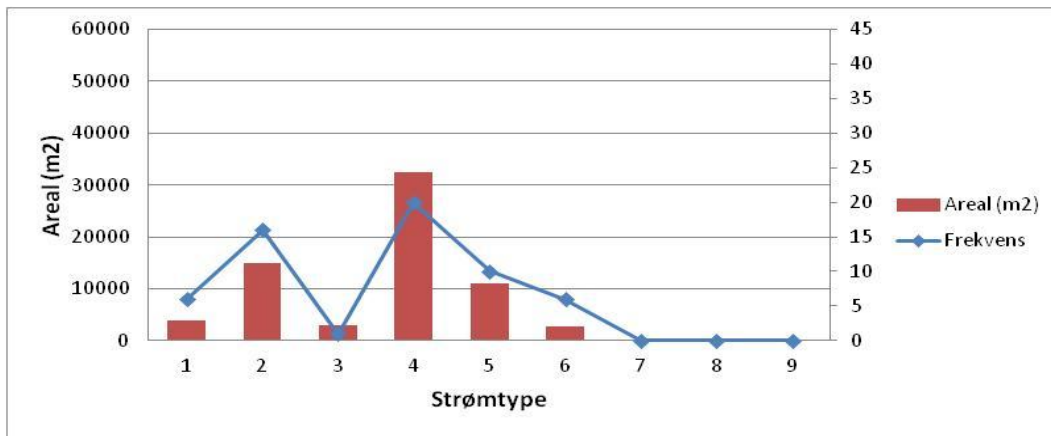
a



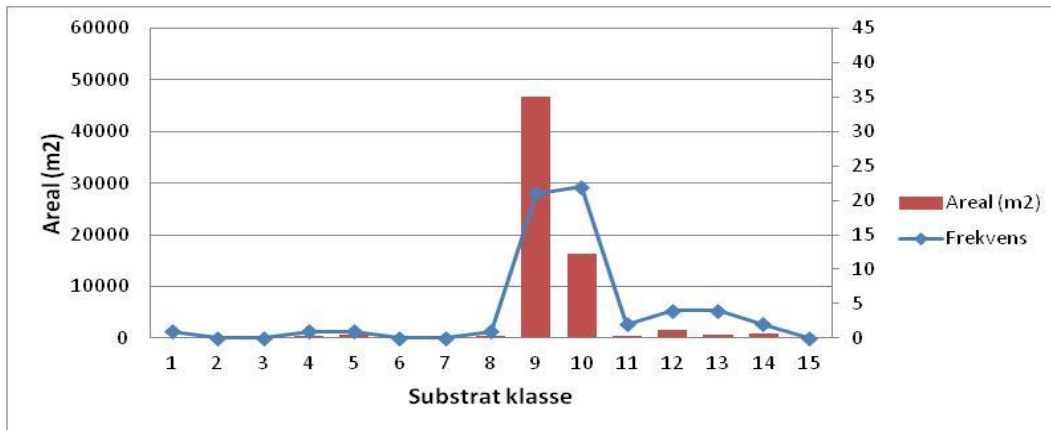
b



c

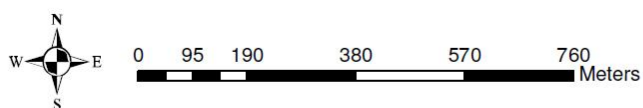


d



Figur 8. Stolpediagrammer over frekvens (linje) og areal sammensetning (stolper) på undersøkte strekning.





Vallaråi



Tegnforklaring

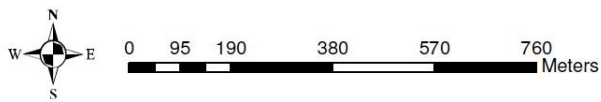
Morfodynamiske enheter

A

-  Utgravd kulp
-  Oppdemt kulp
-  Rennende ikke-turbulent
-  Rennende turbulent

Figur 9a. Morfodynamisk enhet tilstandskart av Vallaråi på strekning undervann Sundsbarm kraftverk – Seljordsvatnet. Øvre kanaliserte strekning (kraftverket- E-134 verksted) er relativt ensartet.

Vallaråi



Figur 9b. Mesohabitat type tilstandskart av Vallaråi på strekning undervann Sundsbarm kraftverk – Seljordsvatnet. Øvre kanaliserte strekning (kraftverket – E-134 verksted) har minst habitatvariasjon.

Tegnforklaring

Mesohabitater

B

-  Bakevje
-  Hovedløp
-  Bakvann
-  Marginalt dødvann
-  Glidning
-  Grunn blankstryk
-  Dyp blankstryk
-  Stryk

Vallaråi



Tegnforklaring

Strømtype

C

-  Knappt merkbar
-  Jevn grense til turbulent
-  Oppstrøm
-  Brutt overflate
-  Ubrutte stående bølger
-  Brutte stående bølger

Figur 9c. Strømtype tilstandskart av Vallaråi på strekning undervann Sundsbarm kraftverk – Seljordsvatnet. Øvre kanaliserte strekning (kraftverket – E-134 verksted) har minst strømtype variasjon.

5. Generelle føringer for planarbeidet

5.1 Veiledende prinsipper for prosess og tiltak

Den generelle planprosessen og oppfølgingen av et rehabiliteringsprosjekt som her i Vallaråi, bør ideelt sett følge denne strukturen for å gi god kvalitetssikring:

Biologi

1. Gjør biologiske forundersøkelser flere ganger og gjennom året.
2. Finn ev. biologisk begrensende faktorer i prioritert rekkefølge.

Tiltak

3. Bestem formål med tiltakene.
4. Finn nødvendige og aktuelle tiltak.
5. Lag plan, organisasjon og tidsplan for gjennomføring av tiltak.
6. Gjør tiltak i felt med tett oppfølging.

Oppfølging

7. Gjør etterundersøkelser for å evaluere effekter av tiltak.
8. Kontrollér tiltakene jevnlig mht. stabilitet og ev. skader.

Biologi

Ad pkt. 1-2: Biologiske undersøkelser og resultater er mer utførlig i egen rapport (Heggenes *et al.* 2011). Hovedpunktene er kort referert i kap. 2 foran.

Formål

Ad pkt. 3: Formål med tiltakene, slik der er formulert av oppdragsgiver og detaljert gjennom planprosessen, er å øke produksjonen av ørret, om mulig spesielt for storørret, gjennom å bevare gode gyteforhold og forbedre habitat og vekstforhold for ørretunger i Vallaråi.

Tiltak og plan

Ad pkt. 4-5: Aktuelle tiltak med plangjennomføring er hovedinnholdet i foreliggende rapport. Plan(utkast) skal foreligge medio april 2012 og tiltak planlegges påbegynt i løpet av 2012.

Oppfølging

Ad pkt. 6-8: Dette vil være den konkrete oppfølgingen av foreliggende plan og er tiltakshavers ansvar.

Ved valg og forslag til tiltak er disse generelle prinsipper lagt til grunn. Dette er utdypet i neste avsnitt:

1. Lær av naturen og etterlign naturen.
Hvilke kvaliteter har de (lokale) gode elvene?
2. Arbeid med, ikke mot, den lokale produksjonskapasitet.
3. Identifiser begrensede faktorer.
4. Legg vekt på arts-spesifikke, størrelses-spesifikke og sesong-spesifikke behov (og tiltak) mht. miljø og biologiske forhold.
5. Lag steds-spesifikke tiltak.
6. Lag tiltak naturtro (elveforløp, lokal vegetasjon) og estetisk tiltalende.
7. Se tiltak i elv i sammenheng med kantvegetasjon, nærrområder (landskap, nedbørfelt) og bruk (friluftsliv, fiske).

5.2 Målsettinger og føringer for tiltak

Generelle målsettinger med habitat rehabilitering er å gjenskape mest mulig naturlig funksjonelle habitater og et sammenhengende biologisk nettverk mellom disse habitatene, jfr. Tab. 7.

Tabell 7. Grunnleggende hensyn i en økologisk basert rehabiliteringsprosess^{3,4,5,10,11,13,20,22,26}

Rehabiliteringsprosessen krever:

- et nedbørfelt perspektiv hvor sammenheng og samspill mellom dalsider og elv og øvre og nedre deler av elv ivaretas,
- en erkjennelse av at elv og nedbørfelt er og fortsatt vil være preget av menneskelig aktivitet, slik at restaurering vil kreve kunstige tiltak, som bør være mest mulig naturlignende og estetisk tiltalende,
- en forståelse av at tiltakene skal rehabilitere økologisk dynamikk både i rom og over tid.

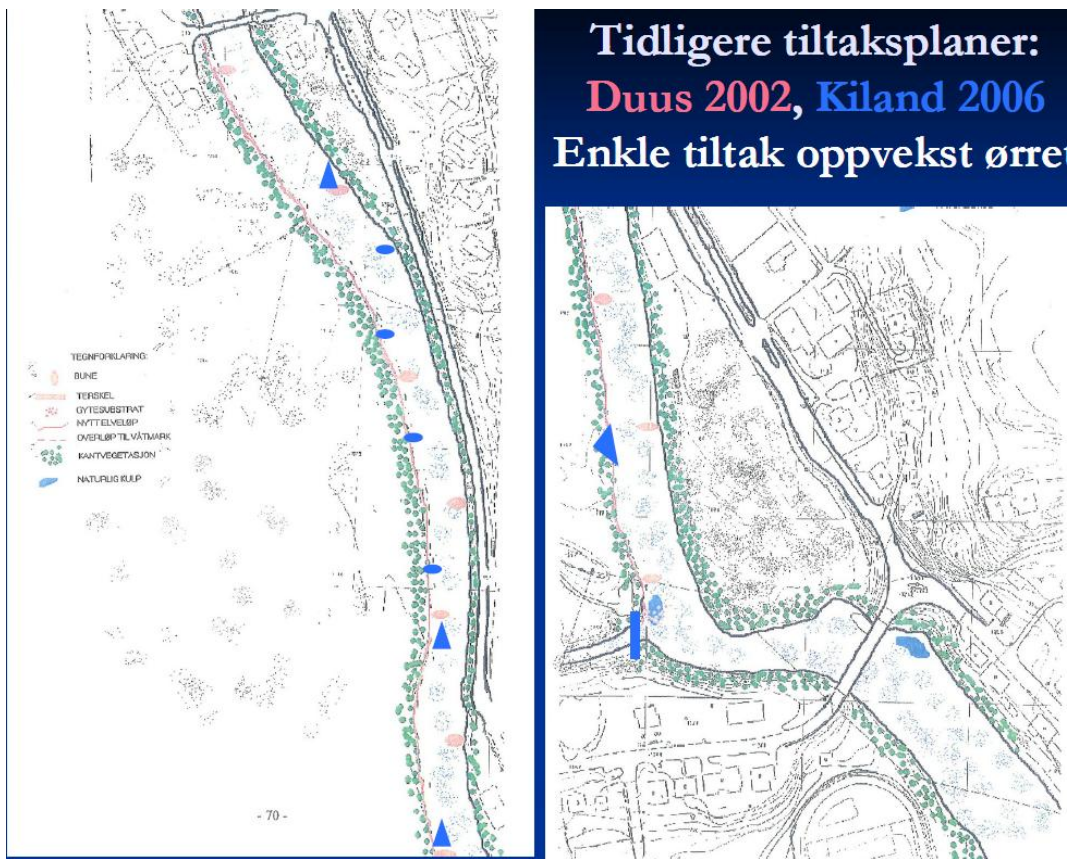
Sentrale grunnleggende og generelle økologiske hensyn er:

-
- å ha et godt langsgående og sideveis sammenhengende nettverk av hensyn til vandrende arter (f.eks. gyte-ørret), men også av hensyn til fri naturlig utbredelse av alle naturlige arter i systemet,
 - å ha mest mulig naturlig strukturell diversitet og funksjon,
 - å kjenne (lokal) produksjonskapasitet og begrensede faktorer,
 - å kjenne sammenheng og samspill med elvekanter, nærrområder (landskap, nedbørfelt) og bruk (leik, friluftsliv, fiske).
-

Det er viktig å identifisere hvilke biologiske arter/grupper som er målsettingen med tiltakene, fordi

- de begrunner stedsspesifikke og konkrete valg av tiltak (art, størrelse, sesong),
- de er fokus for å fremme planen overfor forvaltning og beslutningstagere,
- de er, i ettertid, indikatorer på om prosjektet er vellykket.

De to tiltaksplanene som tidligere er utarbeidet for aktuelle strekning i Vallaråi (Duus 2002 og Kiland 2006) la vekt på enkle tiltak (buner, steinrøyser) for å bedre oppvekstforholdene for ørret generelt (Fig. 11). En vesentlig svakhet og ulempe ved disse planene var en et mer mangelfullt biologisk kunnskapsgrunnlag. Ingen av planene ble ledsaget av biologiske undersøkelser.



Figur 11. Tiltak foreslått av hhv. Duus (2002) (rosa) og Kiland (2006) (mørkeblått). Liggende ovaler er buner og trekanter er steinrøyser.

Foreliggende plan skiller seg vesentlig fra tidligere planer pga. flere viktige tilleggshensyn (se Kap. 2, se Heggenes et al. 2011 for detaljer):

- Ørekyte er en viktig art i systemet. Ved tiltak er det viktig å unngå å favorisere ørekyte, fordi den kan konkurrere sterkt med ørret. Dette innebærer særlig å unngå tiltak som skaper grunne og stille/strømsvake habitater, fordi dette favoriserer ørekyte.
- Effektkjøring kan medføre stranding av fisk. Ved tiltak er det viktig å unngå å bidra til større dødelighet hos ørret som følge av stranding ved rask tørrlegging av større arealer. Det innebærer særlig å unngå langgrunne strand/elvbreddsområder.
- Tilgang på gytearealer ser per i dag ikke ut til å være en begrensende faktor, men gyteområder kan bli tørrlagt på lav vannføring om vinteren.
- Tapping av vann fra Sundsbarm-magasinet om sommeren tilfører Vallaråi kaldt vann. Det reduserer sannsynligvis veksten til ørretunger på elva.
- Det er ikke indikasjoner på rekrutteringssvikt for ørret, men bedre oppvekstforhold for rekrutter i Vallaråi vil føre til større produksjon av utvandrende ørret. Det er usikkert om dette kan føre til mer storørret, bl.a. fordi det ikke er gjort genetiske undersøkelser om storørret er en egen økotype.

Tiltakene som foreslås i denne planen er derfor valgt og utformet for å bedre oppvekst habitat for ørret med fokus på å

- gjøre strandlinjene på kanalisert strekning mindre rettlinjert og med grovt substrat. Det er viktig at slike tiltak gis en utforming som favoriserer ørret framfor ørekyte,
- gjennomføre forsiktig senkning av de mindre oppvekstområdene som tørrlegges i elveleiet på lav vannføring.

I tillegg til biologiske forhold, er også noen andre føringer lagt til grunn:

- Aktuelle elvestrekning kan ikke endre hovedstruktur pga. fallhøyde og flomsikring, dvs. på øvre kanaliserte strekning er det lagt til grunn at tiltak ikke skal medføre vesentlig grad av oppstuvning. (Dette vil dessuten kunne favorisere ørekyte og derfor være også biologisk uheldig.)
- Det dimensjoneres for vannføringer som er normale når Sundsbarm kraftverk går (normal driftsvannføring i overkant av $20 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$).
- Tiltak prioriteres lagt til kanalisert strekning som per i dag har minst habitat variasjon.

6. Forslag til tiltak

Senke bunn nivået på aktuelle gyte- og oppvekstområder

På svært lave restvannføringer kan noen mindre gyte- og oppvekstområder tørrelegges, selv om dette har relativt beskjedent omfang i Vallaråi pga elveleiets utforming (Fig. 12a, b). Laveste nivå på restvannføring inntreffer normalt om vinteren (ofte februar) med restvannføringer på ca. $3-4 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$ (Fig. 12b).



Figur 12a. Aktuelle gyte- og oppvekstarealer utsatt for tørrlegging ved lave restvannføringer



Figur 12b. Aktuelle gyte- og oppvekstarealer utsatt for tørrlegging ved lave restvannføringer. 1: Øverst venstre – grusøyre ved samløp undervann kraftverk og restvannføring Vallaråi. 2 og 3: Øverst høyre og midten venstre – mindre elvbreddsområder nedstrøms veibro til kraftverket. 4: Midten høyre – rullesteinsøyre nedstrøms verksted. 5: Nederst – rullesteinsrygg nedstrøms Vallar bru.

Arealet mest utsatt for tørrlegging på aktuelle strekning er en grusøyre som ligger ved samløp undervann kraftverket og restvann Vallaråi (Fig. 12, pkt. 1). Iflg. regulanten bygger denne seg opp pga. naturlig massetransport og avsetning i elva. Det er gjennom de biologiske undersøkelsene ikke registrert gyting på denne øyren, men gytegroper er registrert rett i nedkanten av øyren, hvor det er stabil vanndekning (Heggenes et al. 2011).

Selve øyren er ikke elektrofisket, men tilliggende elvebredd på østsiden har betydelige tettheter av 0+ ørret. Substratet er her det samme som på øyren, og stammer trolig fra senkningsarbeider som er gjennomført tidlig på 90-tallet (Ø. Kilal pers. med.). En senkning av øyren til godt under vannstand ved minste restvannføring om vinteren, vil kunne rehabilitere dette grusområdet som mulig gyteareal. Større gyteørret bruker gjerne gytearealer på dyp 80-100 cm eller mer (Wollebæk et al 2008). Det vil også kunne bli brukt som oppvekstareal for 0+, men trolig i mindre grad, fordi det ligger mer utsatt til i elven midtparti (sterkere strøm, større predasjonsrisiko). Det foreslås derfor at topplaget av grusmasser fjernes og bunn nivået senkes 80-100 cm, men likevel slik at bunn nivået ikke blir lavere enn tilliggende strekning nedstrøms øyren.

På strekningen fra nedstrøms bru til kraftverket ned til elva møter veiforbygning E 134 (Fig. 12, pkt. 2-3), tørrlegges mindre elvekant arealer på elvas østside. Østsiden har en noe slakere profil en elvas vestsida som er forbygd. Tørrlegging skjer over små arealer og relativt sjelden, ettersom det skjer først på svært lave restvannføringer (3-4 m³s⁻¹ og ev. lavere, dvs. på vinteren). Det observeres spredte gytegroper på aktuelle strekning, men da på dypere arealer enn de som kan bli tørrlagt. Tørrlegging berører derfor primært oppvekstarealer. Det er særlig et lite parti på østsiden nederst på strekningen (Fig. 12, pkt. 3 nederst) hvor et noe større areal tørrlegges. Dette partiet har imidlertid en relativt jevn gradient uten større stein eller smådammer, noe som sannsynligvis medfører at arealet i mindre grad 'fanger' mindre fisk når vannstanden faller. Dessuten ligger arealet rett i overkant av et aktivt gyteområde, noe som innebærer at man bør være forsiktig med å endre de hydrauliske forholdene ved ev. senkningsarbeider. Det foreslås som et tiltak å forsiktig senke bunn nivået ca. 20 cm for å unngå ev. stranding av fisk på den aller nederste delen (Fig. 12, pkt. 3 nederst). Under tvil foreslås det å stille øvrige aktuelle senkningsarbeider i bero inntil videre, overvåke situasjonen etter at øvrige foreslåtte tiltak er gjennomført, og deretter vurdere dette tiltaket på ny.

På den mer naturlige nedre del av Vallaråi, er det særlig en rullesteinsøyrr rett nedstrøms verksted og en lengre grusrygg nedstrøms Vallar bru som blir tørrlagt på lave vannføringer (Fig. 12, pkt. 4-5). Dette er aktuelle oppvekstområder med til dels høye ungfisktettheter (Heggenes et al. 2011), men det er ikke observert gyting på eller nær disse arealene. Den nedre grusryggen er smal med relativt grovt substrat (Fig. 12b, pkt. 5) og fører derfor neppe til nevneverdig stranding av fisk ved rask vannstandssenkning. Den bidrar derimot et viktig strukturelt mangfold for fiskehabitat i området. Det bør derfor ikke gjøre tiltak her.

Det knytter seg større usikkerhet til øyren nedstrøms verkstedet (Fig. 12b, pkt. 4) som på elvens østside utgjør et betydelig tørrlagt areal med rullestein på lave restvannføringer. Dette kan medføre stranding av fisk. På den annen side vil en senkning av bunnivået her medføre en uheldig senkning av vannivået på oppstrøms kulp/blankstryk, samt et inngrep i en del av elva som det tidligere ikke er kjent har blitt modifisert. Av disse grunner foreslås det derfor ikke tiltak på denne strekningen.

Beholde relativt bratte elvekanter, men gjøre forbygde elvekantene mindre rettlinjede

Ved tidligere flomsikringsarbeider, ved kanaliseringen i forbindelse med kraftutbyggingen, og sist ved omlegging av E 134, er vesentlige deler av elva forbygd med relativt bratte, rette og til dels grovsteina elvekanter (Fig. 2, 3, 7, 13).



Figur 13. Vesentlige strekninger i Vallaråi har bratte elvebredder som følge av tidligere inngrep i forbindelse med veibyging og kanalisering ved Sundsbarm kraftverk.

Slike bratte og rette elvekanter gir naturligvis mindre oppvekstarealer langs elvebreddene. En mer oppbrutt elvebredd gir lengre kanter (og mer variert struktur), og en slakere profil gir mer bunnareal. På den annen side gir relativt grovt substrat bedre oppvekstområder for større ørretunger, noe som gjenspeiler seg også i tetthetsberegningene i Vallaråi (Heggenes et al. 2011). Dessuten kan det være rimelig å anta at bratte elvekanter kan gi mindre strandingstap under et effektskjøringsregime, selv om dette foreløpig er mangelfullt undersøkt. Ungfisktetthetene i Vallaråi er iallfall ikke påfallende lave, til tross for utpreget effektskjøringsregime. Omvendt vet vi at langgrunne elvebredder kan gi større strandingstap (Saltveit et al. 2001, Halleraker et al. 2003). Det kan derfor være grunner til å inntil videre, til vi får mer kunnskap om dette, å søke å beholde de nåværende bratte elvekantene, gitt et effektskjøringsregime. En annen grunn som også tilsier dette, er målet om å unngå å favorisere ørekyte. Dypere, mer strømsterke partier

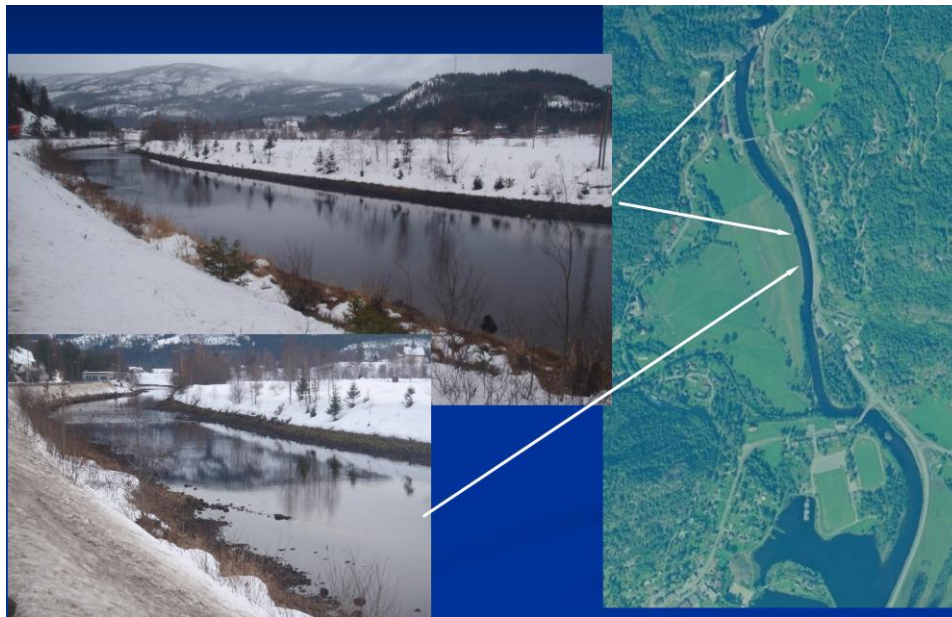
favoriserer ørret framfor ørekyte (Museth et al. 2007, 2010). Derimot foreslås det som et viktig tiltak at deler av de rettlinjede elvebreddene brytes opp for å gi mer kant og mer strukturell variasjon, men i størst mulig grad uten å skape strømsvake partier som er gunstige også for ørekyte.

Motstrøms 'kiler' inn i forbygde elvekantene kombinert med lave, grovsteinede buner

For å bryte opp til per i dag til dels rettlinjede forbygde elvekantene (Fig. 13, 14), foreslås det et utradisjonelt tiltak med å bygge relativt smale (ca. 2 m) motstrøms 'kiler' inn i forbygde elvekantene, i kombinasjon med lave, grovsteinede buner som er vanddekket også på lav vannstand (Fig. 15, Vedlegg 2). Tiltaket er spesielt tilpasset forholdene og forutsetningene i Vallaråi med forventet effektkjøring, kanaliserte/forbygde elvekantene, ønske om å unngå oppstuvning av vann, ønske om å bedre oppvekstforholdene for ørret og tilstedeværelsen av konkurrerende ørekyte.

En design med motstrøms kiler vil gi mer kantareal og mer strukturell variasjon, samtidig som det ikke skapes større stille partier og/eller bakevjer som vil favorisere ørekyte, fordi den spisse enden av kilen vender motstrøms (Vedlegg 2). Hydraulisk vil tiltaket derfor ha en del til felles med motstrøms terskler som nettopp legges motstrøms for å unngå bakevjer. Det bør brukes relativt grovt stein (> 20 cm diameter) til disse kilene for å skape mye refugierom mellom steinene. Stein størrelser som er brukt i nåværende forbygninger vil være gunstig og kan beholdes. Eventuell tilført stein bør være minst like grov. Kantene i kilen bør være relativt bratte ned til under laveste restvannstand, omtrent som dagens forbygninger. Bunene bygges også motstrøms og skrått (ca. 60°) inn mot kilen for i noen grad å styre vannstrømmen langs bunnen inn mot kilen. Bunene må bestå av et lag grov stein/blokk som graves ca. 2/3 ned i elvebunnen for å bli stabile. I tillegg til å gi styre noe av bunnvannet inn mot kilen og dermed gi noe mer vannstrøm, vil bunene i seg selv fungere som mulig fiskehabitat, særlig for ørret. Den grove steinen vil gi mer strukturell variasjon langs bunnen med flere holdeplasser for ørret. Selv om bunene i seg selv muligens vil kunne gi svak oppstuvning av vann, vil kilene utvide elvetverrsnittet, slik at tiltaket i sum ikke vil medføre oppstuvning av vann.

Dette er en ny type tiltak, og Vallaråi vil være et pilotprosjekt om dette gjennomføres. Tiltaket bør derfor dokumenteres. Det foreslås at det i første omgang bygges tre kiler, to oppstrøms og en nedstrøms elektrofiske stasjon 5 (Fig. 15, hvite kiler), som følges med elektrofiske over tre år for å kartlegge effekter av tiltaket, dvs. fisketetthet, - størrelse og artssammensetning. Elektrofiske stasjon 5 brukes som referanse stasjon. Er tiltaket vellykket, bygges to kiler til (Fig. 15, prikkete kiler). De hydrauliske detaljene omkring tiltaket i forhold til lengde og størrelse på kilen, samt steinene i bunnen, er modell beregnet mer i detalj i Vedlegg 2.



Figur 14. Vesentlige strekninger i Vallaråi har bratte elvebredder som gir mindre kantareal og habitat variasjon, se særlig de to elvebreddene i nederste bilde.



Figur 15. Vesentlige strekninger i Vallaråi har bratte, rettlinjede elvebredder som følge av tidligere inngrep. Mer elvekant og strukturell variasjon foreslås skapt ved bygging av motstrøms kiler kombinert med dykkede motstrøms buner.

Steinsettinger ute i elva

Den øvre strekningen av Vallaråi langs E-134 er relativt ensartet (se Kap. 4, Fig. 16) både hydraulisk og mht. substrat. Som et tiltak foreslås derfor at det skapes mer habitat variasjon særlig langs bunnen ved å legge ut en langsgående steinsetting på strekningen. Den kan legges på nedre del av strekningen som er mest dyp og stilleflytende ensartet også på lave vannføringer (Fig. 16). Steinsettingen kan legges fra litt oppstrøms grunnfjell nabbe ved bilverksted og oppover. Den kan være 3-4 m bred og ca. 50 m lang langs midten/mot vestsiden av elva. Det må benyttes grov stein og blokk som begraves ca. 2/3 i substratet for å bli stabile. Steinsettingen må være lav, slik at vesentlige deler ikke tørrlegges på lav restvannføring (Fig. 16). Området har i dag en del finmateriale i form av sand. Tiltaket må overvåkes for å se ev. i hvilken grad den ønskede effekten av steinsettingen reduseres ved elvas naturlige inntransport og avsetning av finmateriale.



Figur 16. På den relativt ensartede øvre strekningen av Vallaråi langs E-134, foreslås det å skape bedre habitater for ørret gjennom å legge uten lav steinsetting nær midtpartiet av elva.

For alle de foreslåtte tiltakene må man påregne et visst ettersyn og vedlikehold. Pga. større flommer og tilhørende massetransport i elva (sand, grus), må det forventes at tiltakene vil kreve vedlikehold med års mellomrom.

Økt vekst for ørret

Tiltak for å øke veksthastighet til ørretungene vil innebære å heve vanntemperaturen i vekstsesongen. Dette kan gjøres ved å tappe overflatevann fra Sundsbarm magasinet i vekstsesongen. Hvorvidt dette er teknisk-økonomisk forsvarlig, må utredes av fagmiljøer med relevant teknisk-økonomisk kompetanse.

7. Litteratur

Armstrong, J.D., Kemp, P.S., Kennedy, G.J.A., Ladle, M. & Milner, N.J. 2003. Habitat requirements of Atlantic salmon and brown trout in rivers and streams. *Fisheries Research* 62, 143-170.

Bremset, G. 2000. Seasonal and diel changes in behaviour, microhabitat use and preferences by young pool-dwelling Atlantic salmon, *Salmo salar*, and brown trout, *Salmo trutta*. *Environmental Biology of Fishes* 59, 163-179.

Duus, P. 2002. Habitatregistrering og forslag til biotopforbedrende tiltak i Vallaråi, Seljord kommune. Masteroppgave ved Institutt for biologi og naturforvaltning, Norges landbrukshøgskole, 61 s.

Elliott JM. 1994. *Quantitative Ecology and the Brown Trout*. Oxford: Oxford University Press.

Elliott JM & Elliott JA. 2010. Temperature requirements of Atlantic salmon *Salmo salar*, brown trout *Salmo trutta* and Arctic charr *Salvelinus alpinus*: predicting the effects of climate change. *Journal of Fish Biology* 77(8): 1793-1817.

Finstad, A. G., J. D. Armstrong & Nislow, K. H. 2011. Freshwater habitat requirements of Atlantic salmon. I: Aas, Ø., Einum, S., Klemetsen, A., Skurdal, J. (eds.) *Atlantic Salmon Ecology*. Chichester: Wiley-Blackwell

Fraser, N.H.C., Metcalfe, N.B. & Thorpe, J.E. 1993. Temperature-dependent switch between diurnal and nocturnal foraging in salmon. *Proceeding of the Royal Society of London Series B* 252, 132-139.

Fraser, N.H.C., Heggenes, J., Metcalfe, N.B. & Thorpe, J.E. 1995. Low summer temperatures cause juvenile Atlantic salmon to become nocturnal. *Canadian Journal of Zoology* 73, 446-451.

Halleraker, J.H., Saltveit, S.J., Harby, A., Arnekleiv, J.V, Fjeldstad, H-P & Kohler, B. 2003. Factors influencing stranding in of wild juvenile brown trout (*Salmo trutta*) during rapid and frequent flow decreases in an artificial stream. *River Research and Applications*, 19: 589-603.

Heggenes J., Krog O.M.W., Lindås O.R., Dokk J.G. & Bremnes T. 1993. Homeostatic behavioural responses in a changing environment: brown trout (*Salmo trutta*) become nocturnal during winter. *Journal of Animal Ecology* 62, 295-308.

Heggenes J., Baglinière J.L. & Cunjak R.A. 1999. Spatial niche variability for young Atlantic salmon (*Salmo salar*) and brown trout (*S. trutta*) in heterogeneous streams. *Ecology of Freshwater Fish* 8, 1-21.

Heggenes, J, Bremseth, G. & Brabrand, Å. 2011. Groundwater, critical habitats, and behaviour of Atlantic salmon, brown trout and Arctic char in streams. NINA Report 654, 32 pp.

Heggenes, J., Bergan, F. & Lydersen, E. 2011. Fiskebiologiske undersøkelser i forbindelse med pålegg om fysiske utbedringer i Vallaråi, Seljord i Telemark. HiT Skrift 4-2011. 48 s.

Holmqvist, E. 2007. Flomberegninger for Flatdøla, 016CC0. Dokument 6-2007, Norges vassdrags- og energidirektorat, Oslo, 24 s.

Kiland, H. 2006. Framlegg til tiltak i Vallaråi, Seljord kommune. Faun rapport 036-2006, Faun Naturforvaltning AS, Fyresdal, 19 s.

Louhi P, Maki-Petays A. & Erkinaro J. 2008. Spawning habitat of Atlantic salmon and brown trout: General criteria and intragravel factors. *River Research and Applications* 24, 330-339.

Metcalf, N. B., Huntingford, F. A. & Thorpe, J. E. 1986. Seasonal-changes in feeding motivation of juvenile Atlantic salmon (*Salmo-salar*). *Canadian Journal of Zoology* 64, 2439-2446.

Milner, N.J., Elliott, J.M., Armstrong, J.D., Gardiner, J., Welton J.S. & Ladle, M. 2002. The natural control of salmon and trout populations in streams. *Fisheries Research* 62, 111-125.

Museth, J., Hesthagen, T., Sandlund, O. T., Thorstad, E. B. & Ugedal, O. 2007. The history of the minnow *Phoxinus phoxinus* (L.) in Norway: from harmless species to pest. *Journal of Fish Biology* 71, 184-195.

Museth, J., Borgstrom, R. & Brittain, J. E. 2010. Diet overlap between introduced European minnow (*Phoxinus phoxinus*) and young brown trout (*Salmo trutta*) in the lake, Øvre Heimdalsvatn: a result of abundant resources or forced niche overlap? *Hydrobiologia* 642, 93-100.

Palm, D., Brannas, Lepori, E. , Nilsson, K. & Stridsman, S 2007. The influence of spawning habitat restoration on juvenile brown trout (*Salmo trutta*) density. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 64: 509-515.

Palmer, M. A., Menninger, H.L. & Berhardt, E. 2010. River restoration, habitat heterogeneity and biodiversity: a failure of theory or practice? *Freshwater Biology* 55: 205-222.

Roni, P, Hanson, K. & Beechie, T. 2008. Global review of the physical and biological effectiveness of stream habitat rehabilitation techniques. *North American Journal of Fisheries Management* 28: 856-890.

Saltveit, S.J., Halleraker, J.H., Arnekleiv, J.V & Harby, A. 2001. Field experiments on stranding in juvenile Atlantic salmon (*Salmo salar*) and brown trout (*Salmo trutta*) during rapid flow decreases caused by hydropeaking. *Regulated Rivers Research and Management*, 17: 609-622.

Soulsby, C., Malcolm, I. A., Tetzlaff, D. & Youngson, A. F. 2009. Seasonal and inter-annual variability in hyporheic water quality revealed by continuous monitoring in a salmon spawning stream. *River Research and Applications* 25: 1304-1319.

Vehanen, T., Huusko, A., Maki-Petays, A., Louhi, P., Mykra, H. & Muotka, T. 2010. Effects of habitat rehabilitation on brown trout (*Salmo trutta*) in boreal forest streams. *Freshwater Biology* 55: 2200-2214.

Wollebæk, J., Thue, R. & Heggenes 2009. Redd site microhabitat selection and quantitative models for wild large brown trout in three contrasting boreal rivers. *North American Journal of Fisheries Management* 28, 1249-1258.

Referanser for metodikk tabeller og vedlegg:

1. Armstrong, J.D., Kemp, P.S., Kennedy, G.J.A., Ladle, M, Milner, N.J. 2003. Habitat requirements of Atlantic salmon and brown trout in rivers and streams. *Fisheries Research* 62, 143-170.
2. Bisson, P.A. & Montgomery, D.R. 1996. Valley segments, stream reaches, and channel units. S. 23-52 I Hauer, F.R. & Lamberti, G.A. (eds.): *Methods in stream ecology*. Academic Press, San Diego, California, 674 s.
3. Cowx, I.G. & Welcomme, R.L. 1998. Rehabilitation of rivers for fish. A study undertaken by the European Inland Fisheries Advisory Commission of FAO. *Fishing News Books*, Blackwell Science, London, 260 s.
4. Hunt, R.L. 1993. Trout stream therapy. The University of Wisconsin Press, Madison, WI, 74 s.
5. Hunter, C.J. 1991. Better trout habitat – A guide to stream restoration and management. Montana Land Reliance, Island press, Washington D.C., 320 s.
6. Newson, M.D., Harper, D.M., Padmore, C.L., Kemp, J.L & Vogel, B. 1998. A cost-effective approach for linking habitats, flow types and species requirements. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems*, 431-446.
7. Padmore, C.L. 1998. The role of physical biotopes in determining the observation status and flow requirements of British rivers. *Aquatic Ecosystem Health and Management* 1, 25-35.
8. Padmore, C.L., M.D. Newson & Charlton, E. 1997. Instream habitat in gravel-bed rivers: Identification and characterization of biotopes. I: Gravel-bed rivers in the environment. *Proceedings of the 4th International Gravel Bed Rivers Conference*, Oregon State University Press.
9. Pont, D, Hugueny, B & Oberdorff, T. 2005. Modelling habitat requirement of European fishes: do species have similar responses to local and regional environmental constraints? *Canadian Journal of fisheries and Aquatic Sciences* 62, 163-173.
10. Slaney, P.A. & Zaldokas, D. 1997. Fish habitat rehabilitation procedures. *Watershed Restoration Technical Circular 9*, Ministry of Environment, Lands and Parks, Vancouver, British Columbia.
11. Woolsey, S., Weber, C. Gonser, T., Hoehn, E., Hostman, M., Junker, B., Roulier, C., Schweizer, S., Tiegs, S., Tockner, K. & Peter, A. 2005. Handbuch für die Erfolgskontrolle bei Fließgewässerrevitalisierungen. Eine Publikation des Rhone-Thur Projektes, EAWAG Kastanienbaum, 111 s.

Vedlegg I: Generelt om tiltak

Som en generell bakgrunnsinformasjon, skisseres her på en mest mulig systematisk form, verktøy og teknikker som kan være aktuelle i denne type rehabiliteringsprosjekt (Tabell I, II) (fra Heggenes et al. 2009).

Tabell I. Oversiktlig inndeling av tiltakstyper etter virkemåte^{2,3,5,6,9,10,11}.

Forbedring av avrenningsregimet
Tilbakeføring til naturlig, dynamisk avrenning
Større restvannføring
Redusert tap til grunnvann
Større strukturelt mangfold
Strukturering av elveseng
Strukturering av strandsone
Utvidelse
Reetablere åpent bekkenettverk
Revitalisering av sideløp
Revitalisering av flomområder
Bedre romlig kontinuitet
Fjerne vandringshinder, langsgående nettverk
Naturlig massebalanse
Sanere forbygninger

Tabell II. Egnethet av strukturelle tiltakstyper for ulike prosjektmål^{6,7,8,9,10,11}

	Miljø og økologi									Samfunn	Gjennomføring		
	Prosjektmål												
Type tiltak	morfologisk og hydraulisk mangfold	naurlig massebalanse	naurlig temperaturregime	langsgående nettverk	lateralt nettverk	vertikalt nettverk	naurlig diveristet og tetthet flora	naurlig diveristet og tetthet fauna	fungerende kretsløp	stabil drikkevannsforsyning	høyere rekreasjonsverdi	politisk aksept	Brukermedvirkning
Strukturering av elveseng	x	X				X		X	x		x	x	X
Strukturering av strandsone	x		x	X	x		x	X	x	X	x	x	X
Utvidelse	x	X	x	X	x	X	x	X	x	X	x	x	
Reetablere åpent bekkenettverk	x		x	X	x	X	x	X	x	X	x	x	
Revitalisering av sideløp	x		x	X	x	X	x	X	x	X	x	x	
Fjerne vandringshinder,	x	X		X	x	X		X	x		x	x	X
Sanere forbygninger	x	X		X	x		x	X	x	X	x	x	

Enkelttiltak som kan være aktuelle

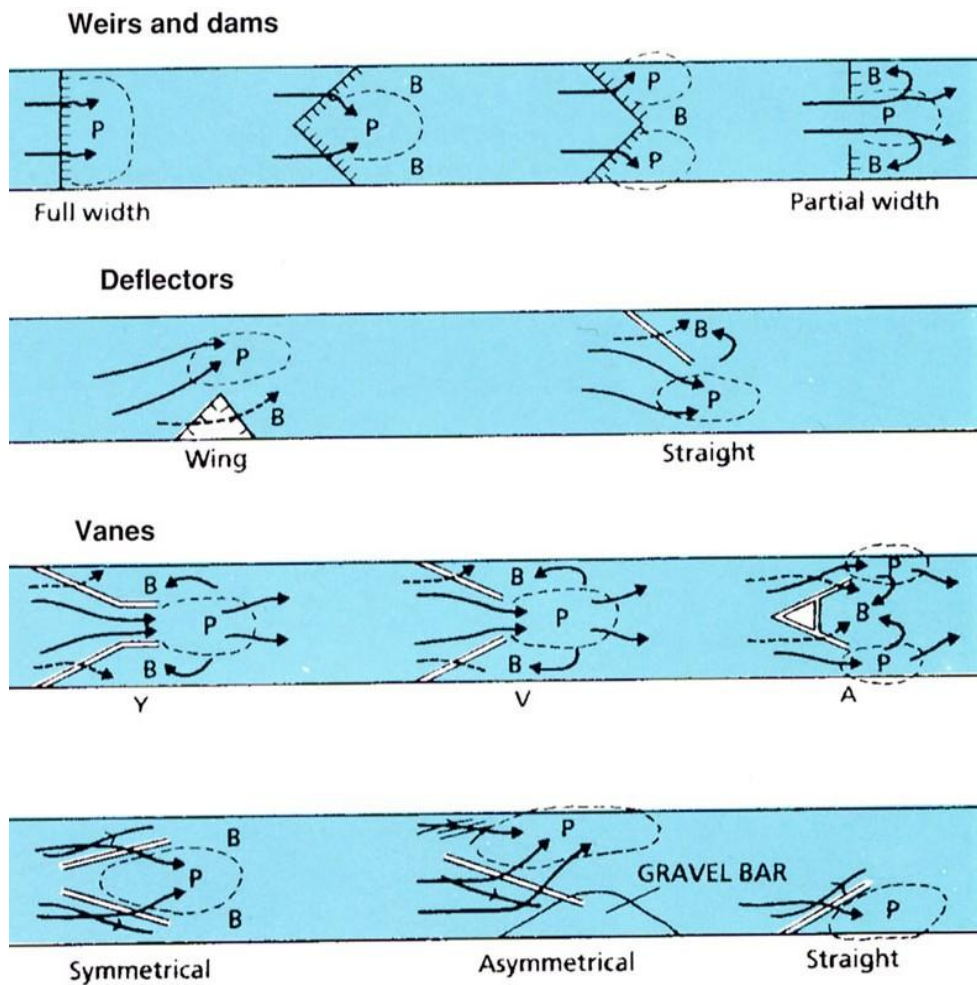
Det skaper en del forvirring at tiltak i ulike kilder delvis og usystematisk har navn etter struktur, materiale og virkemåte (funksjon). Her følges en inndeling primært etter funksjon (vannstrøm, dyp, skjul, vandringer) og sekundært etter type struktur (dammer og terskler, strømbrytere, skjul). Flere typer tiltak vil ha flere funksjoner.

Funksjon: Øke mangfold i strømhastigheter og dyp (lav-profil dammer, se eksempler i Fig. 1)

- høyere strømhastigheter ved struktur overfall/overstrømming
- lavhastighets nisjer oppstrøms og nedstrøms
- fordyper eksisterende kulper
- skaper nye kulper oppstrøms og nedstrøms struktur
- samler (gyte)substrat oppstrøms
- bidrar til å skape (gyte)grusbanker nedstrøms
- hever vannspeilet og vanddekket areal
- fanger finsediment fra tilløpselver
- kan senke vannhastigheter og skape produksjonsarealer
- gir substrat for evertebratproduksjon

og kan plasseres på mange ulike måter med ulike effekter,

- ulike vinkler til elvebredd og hovedstrømretning
- over hele eller deler av elvebredden
- tversover, V-formet nedstrøms eller oppstrøms, eller med ujevn halvsirkelform
- helt eller delvis dykket.

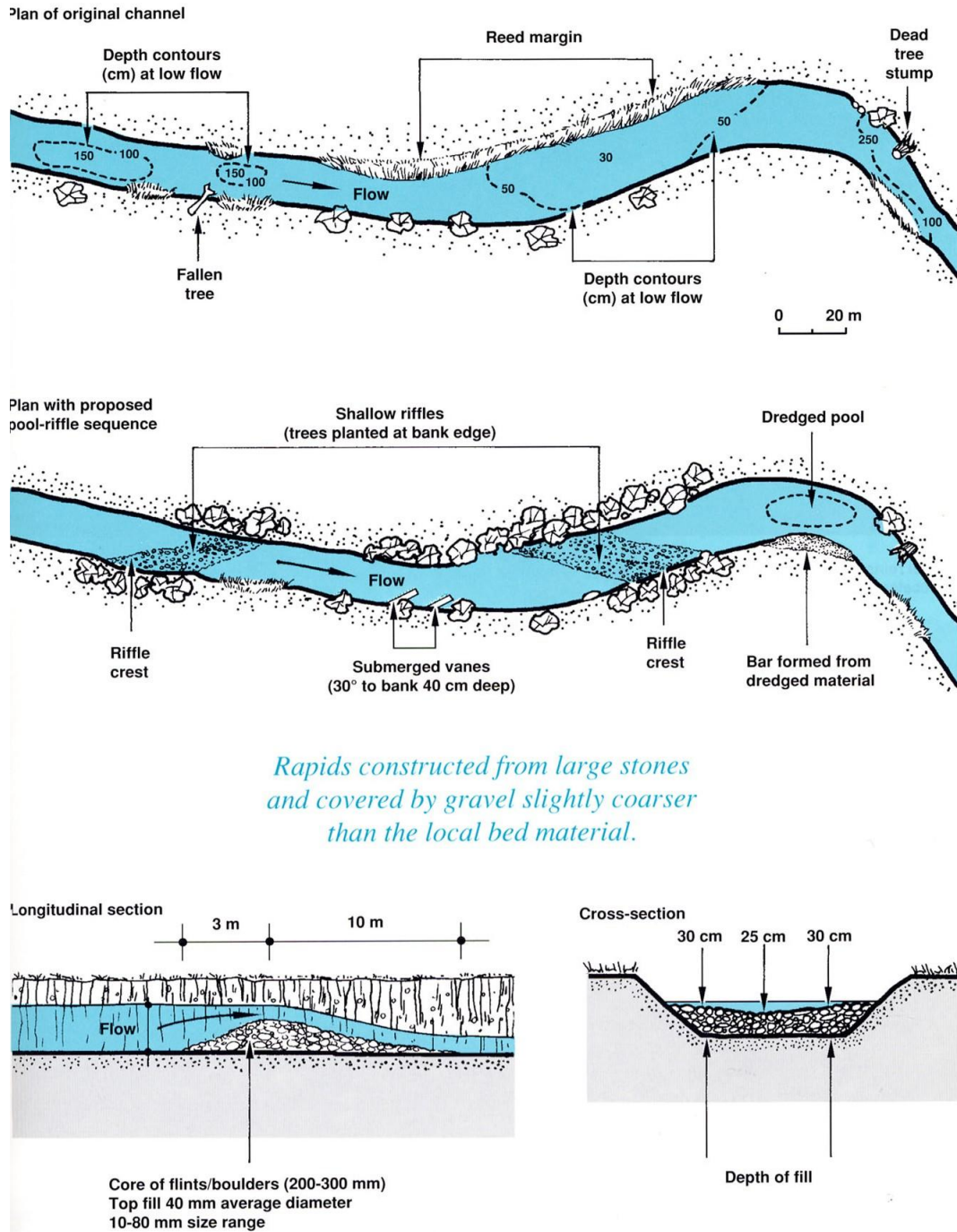


Figur 1. Eksempler på hvordan ulike typer tiltak (terskler, strømbrytere, halvterskler) kan øke mangfoldet i strømhastigheter og dyp ($P = \text{pool}$, $B = \text{banke}$)⁴.

Tiltakstyper:

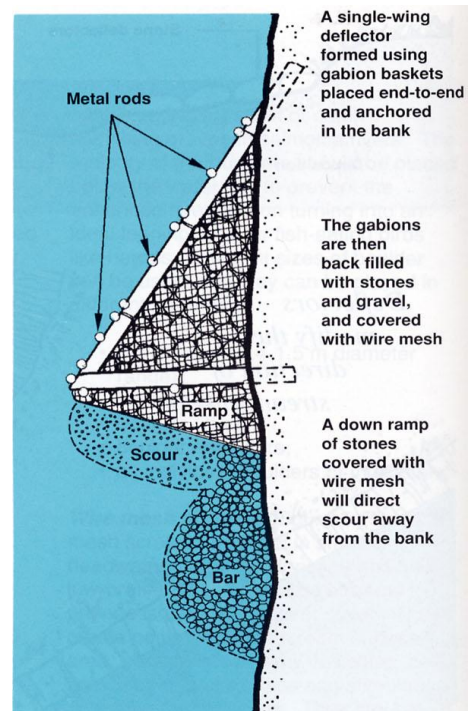
1. Terskler: (1) tradisjonelle Syvdeterskler (både motstrøms, midtstrøms og nedstrøms), (2) celledeterskler, (3) grus/steinrygger (gjenskape stryk og kulper) (Fig. 2)
2. Buner (funksjon: strømvridere, gravere; materiale: stein, tre) (Fig. 3)
3. Strømvriderterskler (= dykkede buner) (funksjon: som ovenfor) (Fig. 3)
4. Trestokker og -røtter (funksjon: strømvridere, gravere, skjul) (Fig. 4)
5. Lunkere (rugger) (funksjon: strømvridere, strømkonsentrator, gravere, skjul; materiale: stein, tre) (Fig. 5)

Recreation of pools and riffles – River Wensum, UK



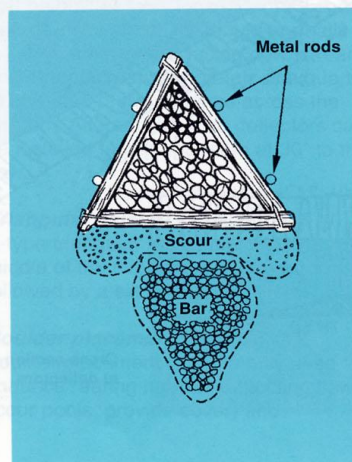
Figur 2. Eksempler fra elven Wensum, Storbritannia, på hvordan terskler i form av grusrygger kan øke mangfoldet i strømhastigheter og dyp³.

Deflectors and vanes are instream structures which are designed to promote bed scouring by developing secondary circulation flow.



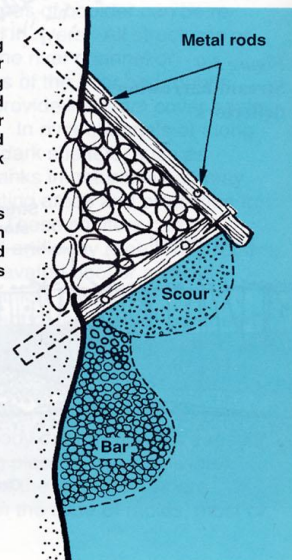
Note: for additional stability wing deflectors and vanes can be held in place by driving in 1 to 1.5 m metal rods as shown in enlarged diagrams

A vane formed using logs spiked together and filled with stones



A single-wing deflector formed using logs spiked together and anchored in the bank

The logs are then back-filled with stones



Figur 3. Eksempler på hvordan ulike buner og strømvriderterskler kan øke mangfoldet i strømhastigheter og dyp³.



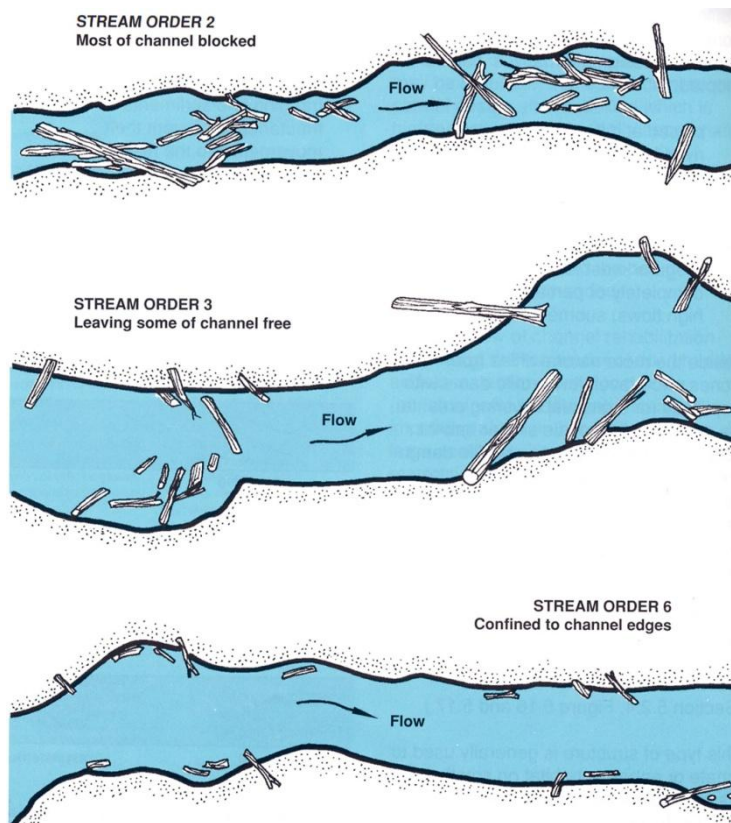
Figur 4. Eksempler på hvordan trestokker og trerøtter kan øke mangfoldet i strømhastigheter og dyp⁴.



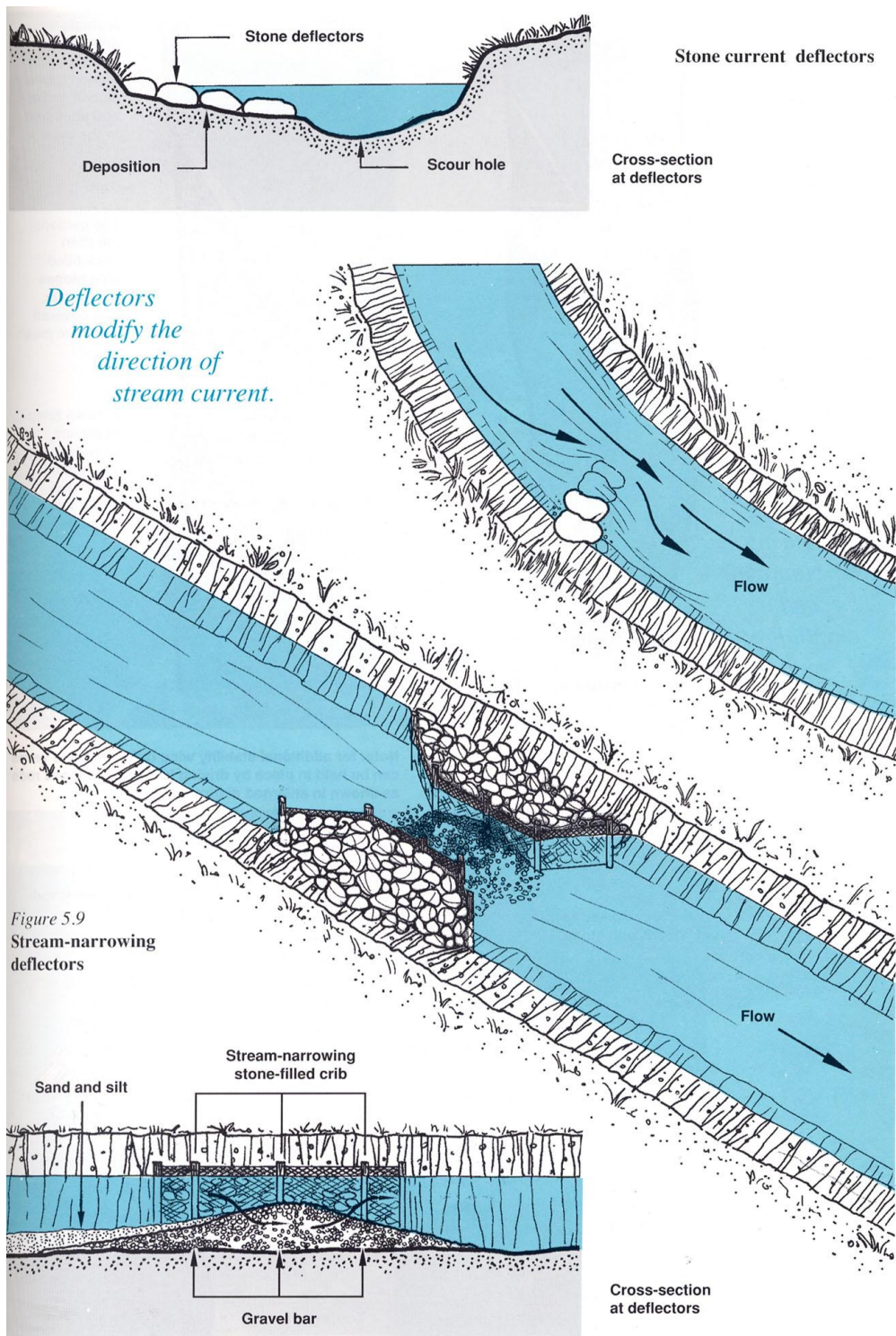
Figur 5. Eksempler på konstruksjon og plassering av en lunke (rugg) i elv⁴.

Funksjon: Øke mangfold i strømretninger (strømbrytere)

6. Buner (funksjon: strømvridere, gravere) (materiale: stein-blokk, trestammer, halv-trestammer) (Fig. 3, 4, 6a,b)
7. Strømvriderterskler (= dykkede buner) (funksjon: som ovenfor) (Fig. 3, 4, 6b)
8. Trestokker og -røtter (funksjon: strømvridere, gravere, skjul, skjul) (Fig. 5, 6a)
9. Lunkere (rugger) (funksjon: strømvridere, strømkonsentrator, gravere, skjul; materiale: stein, tre) (Fig. 5)
10. Strømkonsentrator (funksjon: øke strømhastighet, gravere, skjul; materiale: stein-blokk, trestammer) (Fig. 2, 7, 8)
11. Steingrupper (midtstrøms brytere) (Fig. 8, 9)
12. Øyer (midtstrøms brytere, strømkonsentrator)



Figur 6a. Eksempler på hvordan naturlige (eller kunstige) trestokker fungerer til å lage ulike buner og strømvriderterskler slik at mangfoldet i strømhastigheter og dyp øker^{3,4,9,11}.

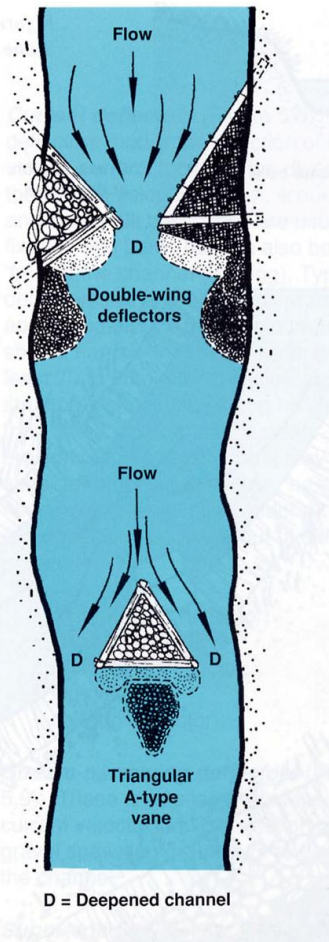


Figur 6b. Eksempler på hvordan stein naturlig eller kunstig fungerer til å lage ulike buner og strømvriderterskler slik at mangfoldet i strømhastigheter og dyp øker^{3,4,9,11}

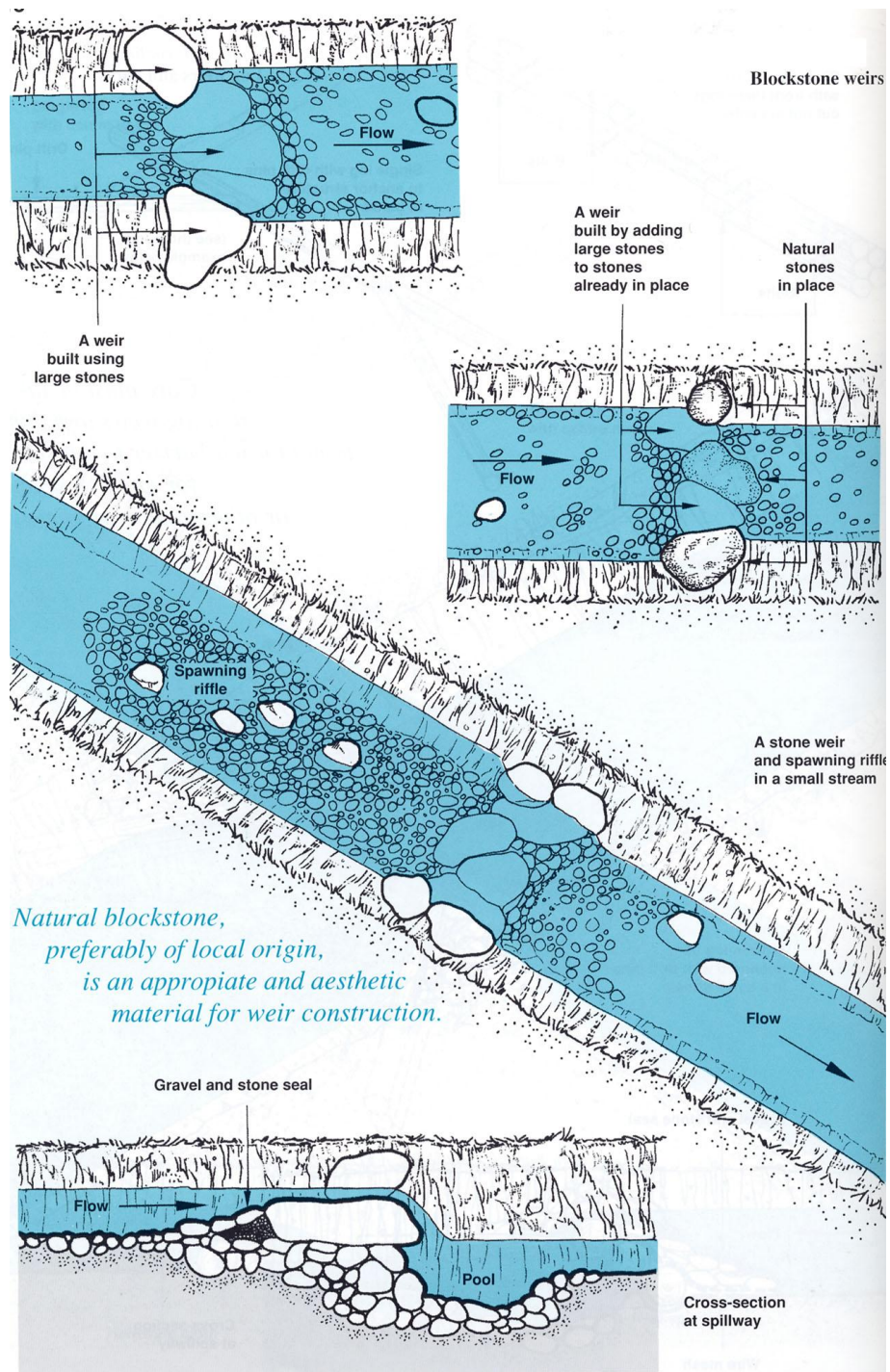


Examples of submersible double-wing deflectors and a triangular vane

Deflectors and vanes are instream structures which are designed to promote bed scouring by developing secondary circulation flow.



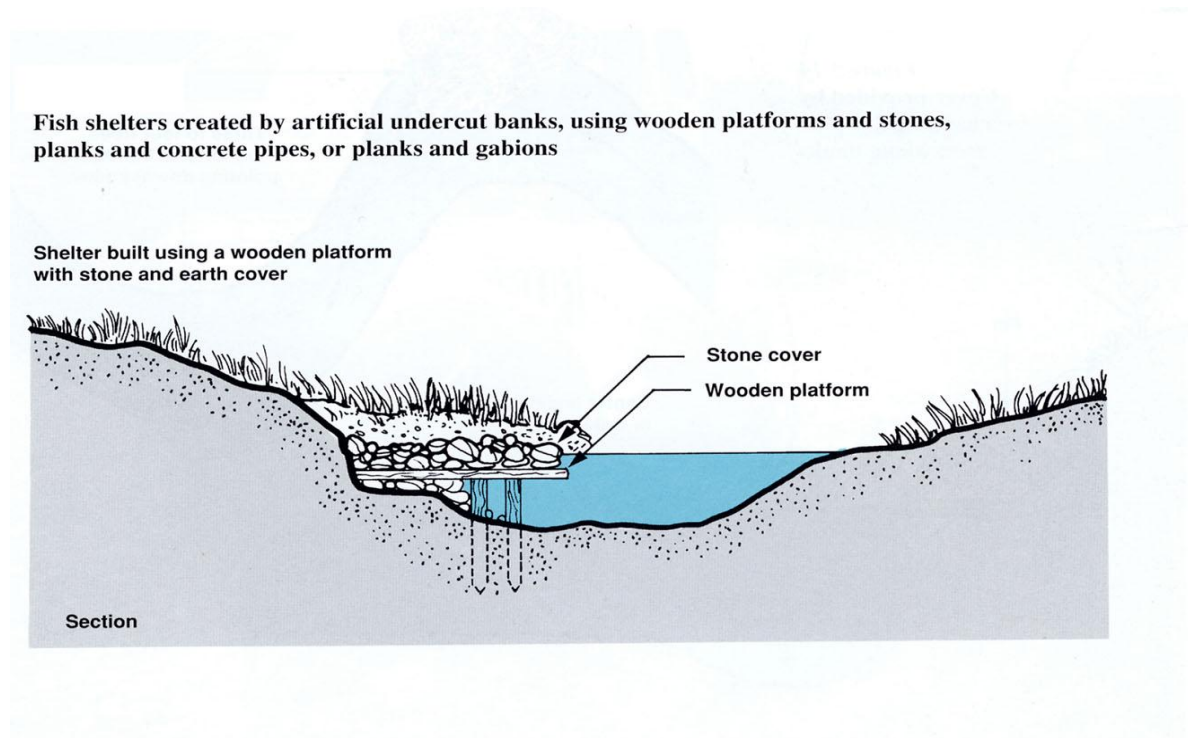
Figur 7. Eksempler på konstruksjon og plassering av en strømkonsentrator i elv^{3,4}.



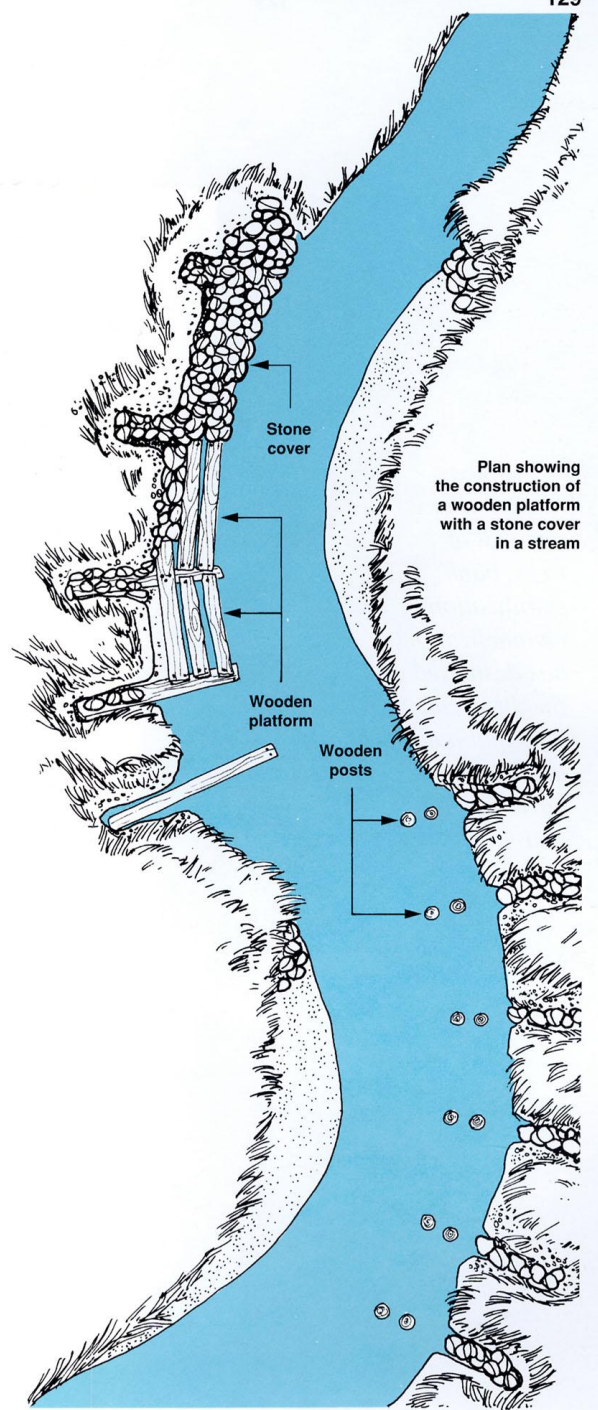
Figur 8. Eksempler på hvordan stein og blokk kan brukes for å lage ulike buner og strømvriderterskler og bryte strømmen, slik at mangfoldet i strømhastigheter og dyp øker³

Funksjon: Øke skjul i elv og elvekanter

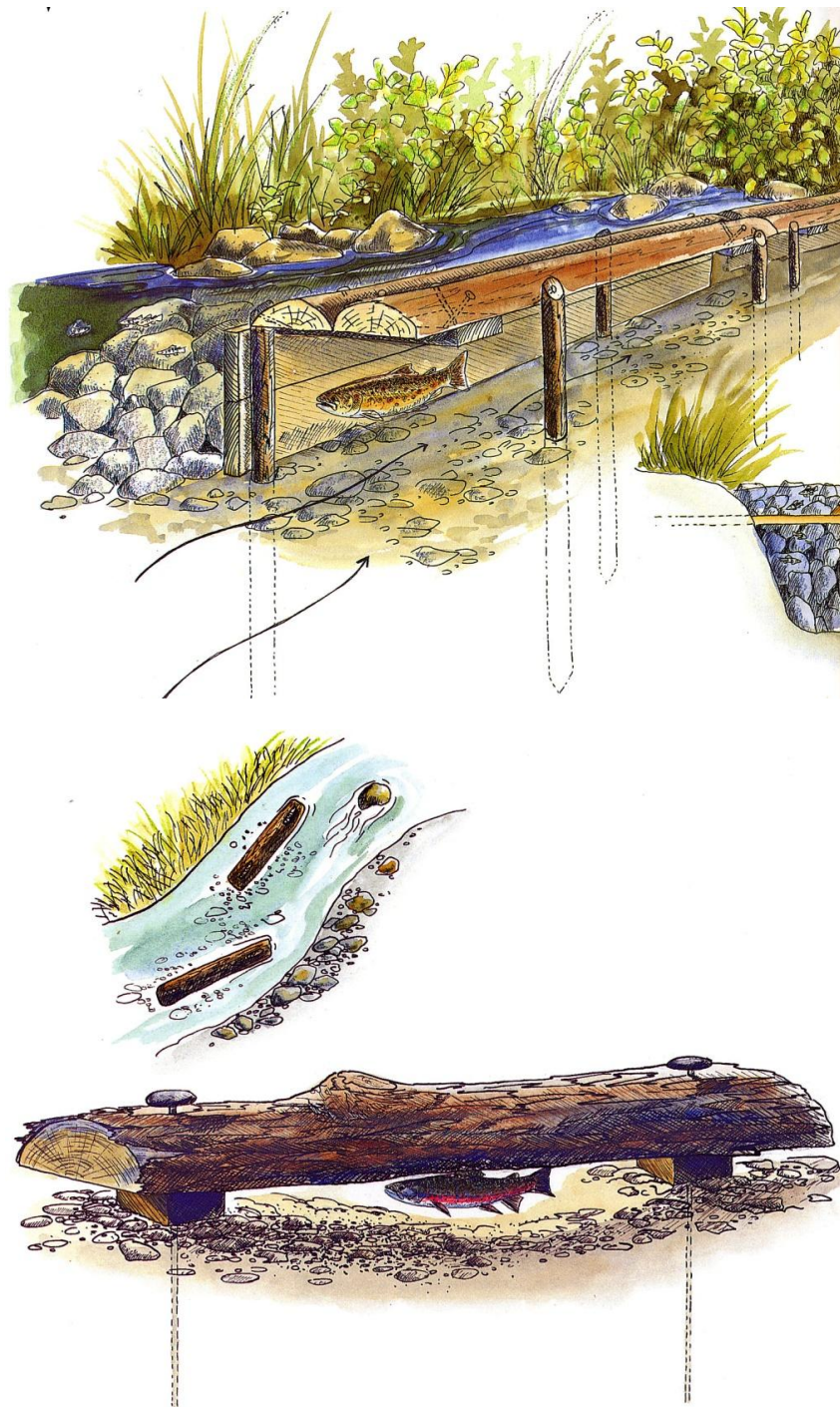
13. Riprap kanting med fot (funksjon: skjul, erosjonshinder, strømvridning; materiale: stein-blokk størrelse avgjørende) (Fig. 1)
14. Halv-stokker (min. 30 cm brede) (funksjon: skjul, strømbryter) (Fig. 2)
15. Helstokker (funksjon: kantstrømvridere, midtstrøm brytere, skjul)
16. Buskbunter (funksjon: skjul, strømbrytere, sedimentfangere; lav gradient)
17. Overbygd kantskjul (diverse utforminger; lav gradient) (Fig. 5, 10, 12)
18. K-dam (funksjon: vannvolum, strømkonsentrator, overfallsgraving, skjul) (Fig. 3)
19. Kile-dam (funksjon: vannvolum, strømkonsentrator, overfallsgraving, skjul) (Fig. 3, 7)
20. Kantskjul V-stokk, gjerne kombinert med motstående kantstrømvrider (Fig. 3)
21. Strømkonsentrator (se ovenfor)
22. (Stokk)terskel med revetment



Figur 10. Eksempel på hvordan stein sammen med trestokker kan brukes for å øke muligheter for skjul, hindre erosjon og også vri strømmen³



Figur 11. Eksempler på hvordan stein og blokk sammen med trestokker kan brukes for å øke muligheter for skjul og også bryte strømmen³



Figur 12. Eksempler på hvordan stokker kan brukes for å skape skjul og endre strømbildet i elv⁴.



Figur 13. Eksempel på konstruksjon og plassering av en K-dam med nedstrøms skjul⁴.

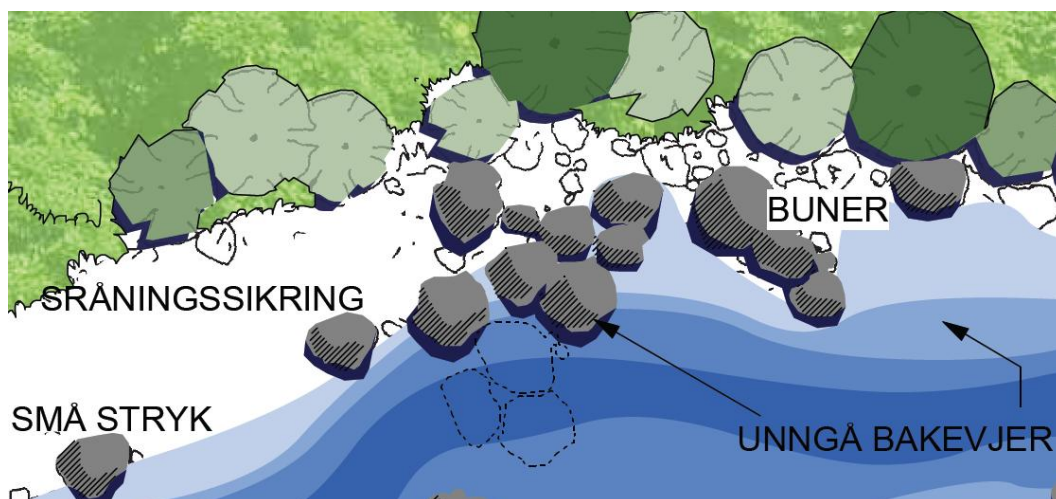
Annet

23. Åpne sideløp og tilførselsbekker
24. Restrukturere/nedbygge forbygninger (strukturere strandsone)
25. Fjerne vandringshinder
26. Gytegrus
27. Sedimentfangere

Vedlegg 2: Kiler: Prinsippskisse og hydrodynamisk modellering

Denne tiltaksplanen foreslår et noe utradisjonelt tiltak, å bygge fem motstrøms kiler inne i eksisterende elveforbygning på elvens vestside. Kilene vil skape mer elvebreddshabitat og gi mer variert elvebreddshabitat, både funksjonelt og visuelt. Slike områder er viktige oppvekstarealer for ørret. Samtidig vil de ikke innebære noe innsnevring av elvetverrsnittet, men tvert imot utvide det. Dette er viktig sett fra et flomsikrings- og el-produksjonsmessig ståsted.

Ettersom ørekyte også forekommer i elva, må kilene utformes med strømhastighet og dyp slik at ørret favoriseres framfor ørekyte. Kilene bør derfor legges motstrøms, være relativt lange og slake, ha en relativt slak inngangsvinkel og noe sterkere utgangsvinkel, og ikke gå så langt inn at det skapes bakevjer og stillestående vann. Kilene kombineres med en undervanns bune som bidrar til å gi mer strøm inn i kilen (Fig. 1).



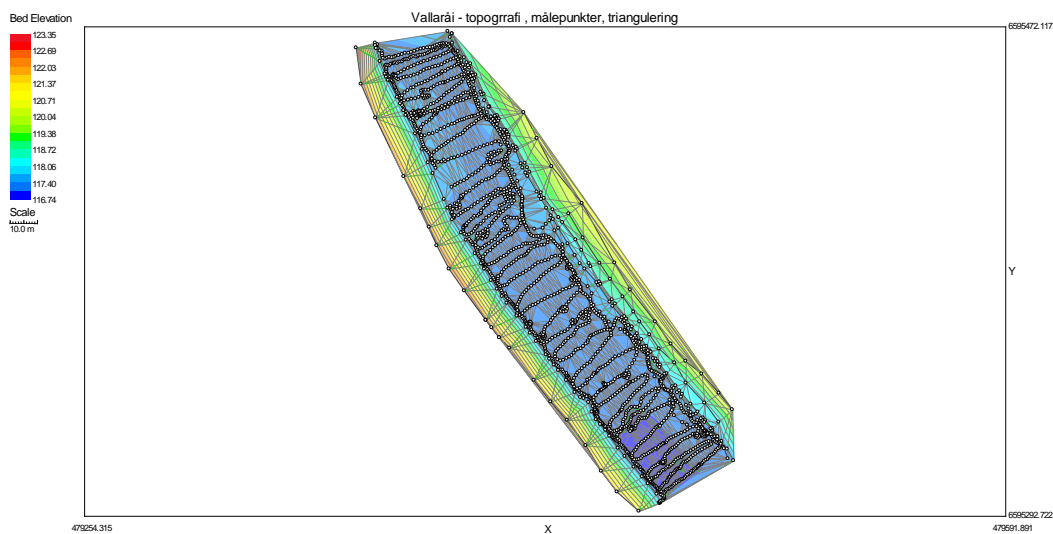
Figur 1. Prinsippskisse for en kile med dykket bune. Steinstørrelse og plassering må tilpasses lokale forhold. I Vallaråi må kilens innerkant være jevnere en skissen viser for å unngå oppstuvning av vann. Tegning: Roland Heibl.

Ut fra en skjønsmessig vurdering, ble det antatt at kilene bør være 5-6 m lange, med inngangsvinkel på anslagsvis 30° og utgangsvinkel ca. 60°, og gå ca. 2 m inn i elvebredden. Bunnen til kilen bør ligge på samme nivå som bunnen i det eksisterende kanaliserte elveleie, slik at kilene ikke tørregges på lave restvannføringer (Fig. 1).

Med dette som utgangspunkt, ønsket oppdragsgiver at det ble gjort hydrodynamiske simuleringer for å se om en slik utformet kile ville ha strøm, spesielt på 'normal' restvannføring. Bruk av 2 og 3 dimensjonale hydrodynamiske modeller er velegnet for å vurdere virkninger av endringer i elvegeometri på vannstrømmen (Fjeldstad et al 2011,

Alfredsen et al 2004). Alle modelltilpassinger og simuleringer er gjort vha. det 2-dimesjonale modelleringsprogrammet River2D versjon 0.95a (Steffler et al. 2010)

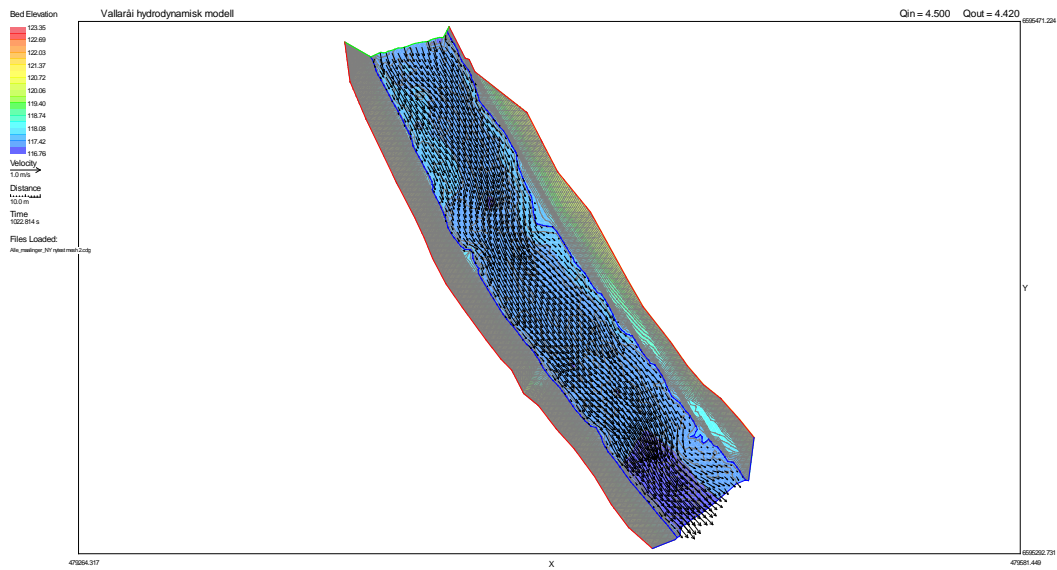
Topografiske grunnlagsdata ble innsamlet i felt 04.06.2012 vha. avanserte GPS målinger (Topcom GRS1 med CEPOS korreksjonstjenester levert av Statens kartverk, målemetode i hovedsak kontinuerlig måling med et punkt hvert 2 sekund) i 1908 punkter (Fig. 1) på vannføring $4,5-4,8 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$ (Kildal, pers. med.). Denne vannføringen er representativ for restvannføringer. I ekstreme tørreperioder vil vannføringen kunne være lavere, ned mot $3 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$. River2D benytter triangulering for å beregne kontinuerlig topografi ut fra målte punktdata (Fig. 2, Steffler og Blackburn 2002).



Figur 2. Topografiske data (x, y, z posisjon) ble innsamlet i 1908 punkter over aktuelle elvestrekning i Vallaråi.

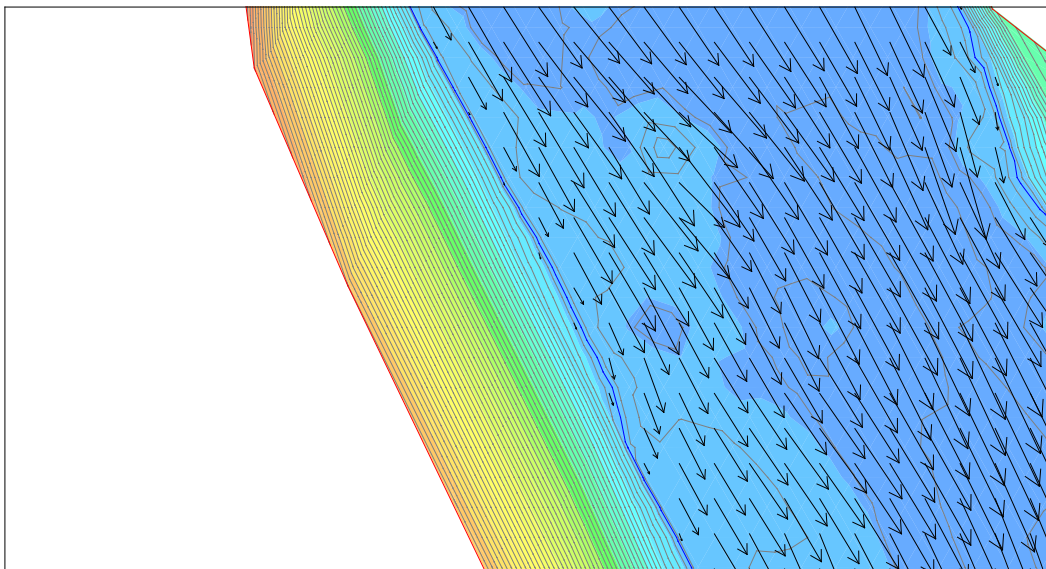
Alle topografiske punkter ble hentet inn i delprogrammet River2D_Bed for tilrettelegging av data og triangulering. Deretter ble data videre bearbeidet i delprogrammet River2D_Mesh. Ettersom strekningen er hydrodynamisk relativt ensartet, ble det benyttet 'Uniform fill' av triangler med relativt stor oppløsning ('spacing' = 2), og modellen ble klargjort for hydrodynamisk modellering i River2D.

Hydrodynamisk 'steady state' modellering med innmålte topografi og grensebetingelser (vannføring inn $4,8 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$, vannlinje ut 117,36 moh, grensepunkter default=1000) er vist for hele strekningen i Fig. 3 hvor pilene viser strømstyrke og -retning.



Figur 3. Hydrodynamisk simulerte strømningsforhold på aktuelle elvestrekning i Vallaråi. Pilene viser strømstyrke og –retning.

Fig. 4 viser i et detaljbilde langs elvebredden førsituasjonen hvor en kile er planlagt (jfr. Fig. 5). Det er betydelig og jevn strøm helt inn mot elvebredden pga. den jevnt forbygde elvekanten.

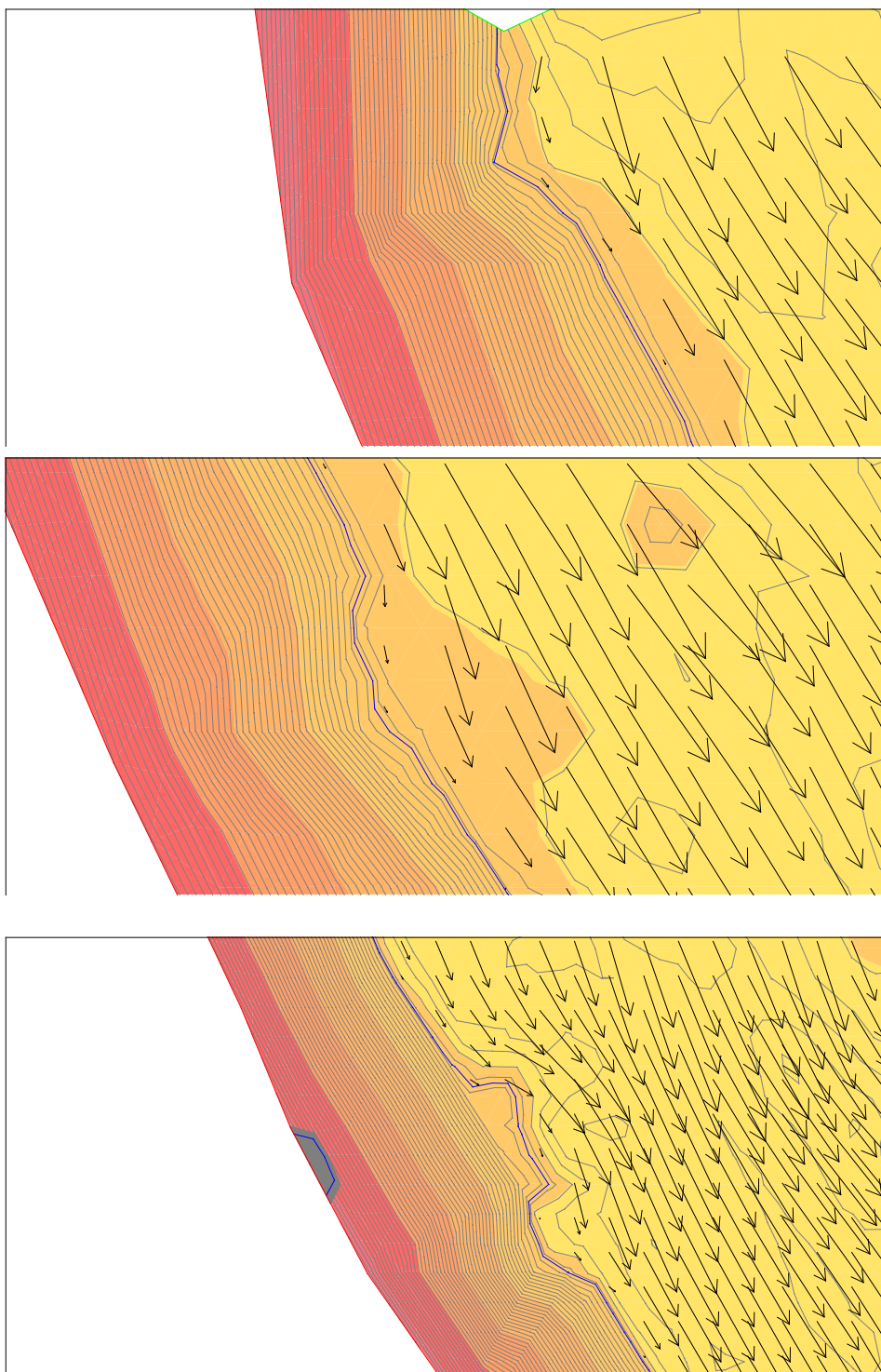


Figur 4. Detalj av hydrodynamisk simulerte strømningsforhold på aktuelle elvestrekning i Vallaråi. Pilene viser strømstyrke og –retning.

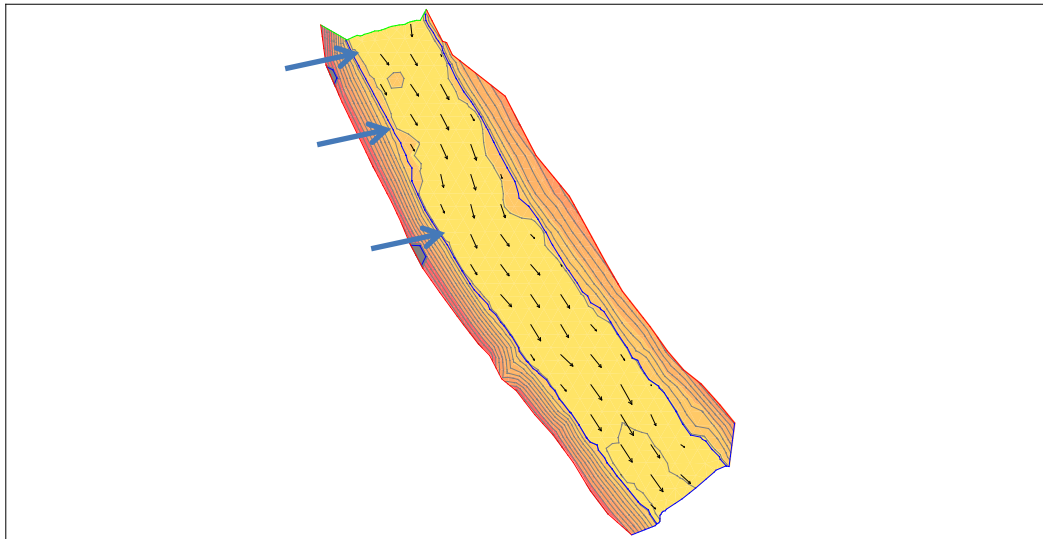
Topografien i modellen ble deretter endret ved å legge inn tre litt forskjellige kiler og på tre steder med litt ulik oppstrøms elvekant langs eksisterende elvebredd (Fig. 4).

Den øverste kilen ble lagt inn med omtrentlige mål ca. 5 m lange, ca. 2 m inn i elvebredden og hhv ca. 30° vinkel oppstrøms og 60° nedstrøms. Disse målene ble modifisert noe av den lokale topografien i modellen slik Fig. 5 øverst viser. Modelleringen viser likevel at en slik type kile vil ha en langsgående vannstrøm selv på restvannføring. En lengre og åpnere kile (Fig. 5 midten), dvs. både med inngang og utgang på ca. 30°, vil rimeligvis ha noe sterkere strøm, men vil da også i mindre grad gi økt kantareal og representere et variasjonselement i elvekanten. Fig. 5 nederst viser at en medstrøms kile vil skape bakevjer og stillestående partier som vil favorisere ørekyte.

For å forsterke vannstrømmen i kilen, bør dett inn mot hver kile legges en dykket grunn terskel (bune, ca. 3-5 m lang, ca. 1m bred)) av større enkeltstein (stikkende 10-20 cm opp over bunnivået) som forankres 2/3 ned i substratet for å stabiliseres (jfr. Fig. 1). Slike buner vil også i seg selv gi skjul- og oppholdsområder for fisk.



Figur 5. Detaljer av hydrodynamisk simulerte strømningsforhold på aktuelle elvestrekning i Vallaråi. Pilene viser strømstyrke og -retning.



Figur 6. Omtrentlig plassering av kiler på den hydrodynamisk simulerte elvestrekning i Vallaråi. Pilene viser strømstyrke og -retning

Det foreslås at det i første omgang bygges 3 kiler/buner på den øvre halvdel av modellerte strekning (Fig. 6). Disse bør følges opp med elektrofiskeundersøkelser for å kontrollere effekt av tiltaken. Dersom tiltaket er vellykket, bør det lages 2 kiler til på nedre del av strekningen.

Litteratur:

Alfredsen, K., Borsanyi, P. Harby, A., Fjeldstad, H-P, og Wersland, S-E. 2004. Application of habitat modeling in river rehabilitation and artificial habitat design. *Hydroécologie Appliquée* 14, 105-117.

Fjeldstad, H-P, Barlaup, B.T., Stickler, M., Gabrielsen, S-E og Alfredsen, K. 2011. Removal of weirs and the influence on physical habitat for salmonids in a Norwegian river. *River Research and Applications* 2011.

Steffler, P. Ghanem, A., Blackburn, J. og Yang, Z. 2010. River 2D. University of Alberta, Department of Fisheries and Oceans Canada og United States Geological Survey. <http://www.river2d.ualberta.ca/>

Steffler, P. og Blackburn, J. 2002. River 2D – Two-dimensional depth averaged model of river hydrodynamics and fish habitat. Introduction to depth averaged modeling and user's manual. University of Alberta, 119 s.

HiT skrift / HiT Publication

Jan Heggenes, Frode Bergan, Espen Lydersen & Jostein Sageie: Rehabilitering av elvehabitat i Vallaråi, Seljord i Telemark: Forslag til tiltak. 72 s. (HiT-skrift 10/2012)

Jan Heggenes, Jostein Sageie, Evie C. Kvisberglien, Bjørn Loland & Signe Stoll: Biologiske forutsetninger for produksjon av laks- og sjøørret i Farris og Siljanelva opp til Lakssjø. 62 s. (HiT-skrift 9/2012)

Jan Heggenes: Forslag til tiltak for å bedre elvehabitat i Mykleelva, Siljan i Telemark. 108 s. (HiT-skrift 8/2012)

Leif Kastdalen & Arne W. Hjeltnes: Vegetasjonskartlegging med satellittdata. 66 s. (HiT-skrift 7/2012)

Inger Hanssen-Bauer: Klima i det 21. århundre i sydøstlige Norge med fokus på kystområdene. 46 s. (HiT-skrift 6/2012)

Jan Ove Tangen: “wGolfens helseregnskap”. Skisse til en samfunnsøkonomisk analyse av golfens helseeffekter. 50 s. (HiT-skrift 5/2012)

Howard Parker & Frank Rosell: Beaver Management in Norway - A Review of Recent Literature and Current Problems. 62 s. (HiT Publication 4/2012)

Jan Heggenes: Konsekvenser av utslipp av kjølevann i dam Dale, Måna elv, Tinn i Telemark. 21 s. (HiT-skrift 3/2012)

Ellinor Young: På sporet av adopsjon. 47 s. (HiT-skrift 2/2012)

Nanna Løkka og Geir Vestheim (red.): KulturRikets Tilstand 2011. 73 s. (HiT-skrift 1/2012)

Inger M. Oellingrath, Martin V. Svendsen, Ingunn Fjørtoft og Ingebjørg Hestetun: Kostholds- og måltidsmønster, fysisk aktivitet og vektutvikling hos barn i grunnskolen i Telemark. 32 s. HiT-skrift 5/2011.

Jan Heggenes, Frode Bergan og Espen Lydersen: Fiskebiologiske undersøkelser i forbindelse med pålegg om fysiske utbedringer i Vallaråi, Seljord i Telemark. 43 s. (HiT-skrift 4/2011)

Nils E. Sørgaard: Pariteter og stabiliseringspolitikk. 87 s. (HiT-skrift 3/2011)

Jens Wollebæk, Knut H. Røed og Jan Heggenes: Genetisk struktur hos ørret i Mjøsa. 48 s. (HiT-skrift 2/2011)

Per Mangset og Kjærsti Skjeldal (red.): KulturRikets Tilstand 2010. 83 s. (HiT-skrift 1/2011)

Astrid Gundersen og Ellinor Young: Barnevernsarbeideres erfaringer med mødre som har intellektuelle funksjonshemninger. 43 s. (HiT-skrift 5/2010)

Niklas Kreander, Vivien Beattie & Ken McPhail: Charity Ethical Investment in Norway. 46 s. (HiT Publication 4/2010)

Espen Lydersen, Anne Trasti og Jostein Sageie: Tilførsler av næringsstoffer, metaller og andre miljøgifter til grenlandsfjordene 2008. 74 s. (HiT-skrift 3/2010)

Per Mangset og Espen S. Matheussen (red.): KulturRikets Tilstand 2009. 93 s. (HiT-skrift 2/2010)

Ragnar Prestholdt: Fotomotivundersøkelsen i Vrådal og Tinn 2008. 48 s., 1 cd (HiT-skrift 1/2010)

Kirsten Palm og Hein Lindquist: Læring i en flerspråklig skole. Tospråklig opplæring på barnetrinnet – et eksempel på en organiseringsmodell. 60 s. (HiT-skrift 3/2009)

- Jan Heggenes, Jostein Sageie og Jostein Kristiansen:** Rehabilitering av elvehabitat i Tokkeåi, Dalen i Telemark: Tilstand og tiltak. 85 s. (HiT-skrift 2/2009)
- Sigrun Hvalvik:** ”Skal vi dele en historie”? Personlige erfaringer som inntak til forståelse i eldreomsorgen. 20 s. (HiT-skrift 1/2009)
- Inger M. Oellingrath, Martin V. Svendsen, Michael Reinboth:** Kostholds- og måltidsmønster, fysisk aktivitet og vektutvikling hos barn i grunnskolen i Telemark, del 1, 4. klassetrinn. 26 s. (HiT-skrift 4/2008)
- Anne Svånaug Haugan, Niels Kayser Nielsen og Peter Stadius (red.):** Musikk og nasjonalisme i Norden. 162 s. (HiT-skrift 3/2008)
- Niklas Kreander, Vivien Beattie & Ken McPhail:** Charity ethical investment: Policy practice and disclosure. 49 s. (HiT Publication 2/2008)
- Ragnar Prestholdt:** Fotomotivundersøkelsen på Geilo, Hovden og i Rauland 2007. 54 s., 1 cd (HiT-skrift 1/2008)
- Anne Aasmundsen, Per Isaksen og Ragnar Prestholdt:** Reiselivsundersøking i Setesdal 2006. 47 s., vedlegg. (HiT-skrift 1/2007)
- Jan Heggenes og Jostein Sageie:** Rehabilitering av Måna, Tinn i Telemark: Tilstand og tiltak. 73 s. (HiT-skrift 6/2006)
- Nils Per Hovland:** Bygg nettverk – stå på! En studie av entreprenørielle prosesser i Buskerud, Telemark og Vestfold. 45 s. (HiT-skrift 5/2006)
- Sigrun Hvalvik og Ellinor Young:** ”Et sted hvor hun kan finne seg til rette og bo...”. Om ugifte mødre og fødehjem i Telemark i perioden 1916-1965. 36 s. (HiT-skrift 4/2006)
- Halvor Kleppen:** Etikette i golf. 71 s. (HiT-skrift 3/2006)
- Arne Hjeltnes:** Kartlegging av habitater til hjort i deler av 4 kommuner i Telemark. Utprøving av objektbasert klassifikasjon på Landsat 5 satellittdata. 35 s., 1 kart. (HiT-skrift 2/2006)
- Arne Hjeltnes:** Høyoppløselige bilder som grunnlag for overvåking av endringer i fjellvegetasjon. Skisse til nytt registreringssystem. 47 s. (HiT-skrift 1/2006)
- Ole Martin Høystad:** Tempo og paradoks i mentalitetshistoriske endringer. Undset-Elias-Foucault. 40 s. (HiT-skrift 7/2005)
- Ole Martin Høystad:** Hjertet i hjernen. Det biologiske grunnlaget for kjenslene. 49 s. (HiT-skrift 6/2005)
- Else Marie Halvorsen:** Forskning gjennom skapende arbeid? 61 s. (HiT-skrift 5/2005)
- Synne Kleiven:** Overvåking av Prestevju rensepark. Sluttrapport 2002-2004. 15 s., vedlegg. (HiT-skrift 4/2005)
- Anne Aasmundsen, Per Isaksen og Ragnar Prestholdt:** Reiselivsundersøking i Setesdal 2004. 48 s. (HiT-skrift 3/2005)
- Bjørn Egeland, Norvald Fimreite and Olav Rosef:** Liver element profiles of red deer with special reference to copper, and biological implications. 32 s. (HiT Publication 2/2005)
- Arne Lande, Kjell Lande og Torstein Lauvdal (2005):** Fiskeundersøking i 4 kalka vatn på Gråhei, Bygland kommune, Aust-Agder. 22 s. (HiT-skrift 1/2005)
- Oddvar Hollup:** Educational policies, reforms and the role of teachers unions in Mauritius. 37 s. (HiT Publication 8/2004)

- Bjørn Kristoffersen:** Introduksjon til databaseprogrammering med Java. 33 s. (HiT-skrift 7/2004)
- Inger M. Oellingrath:** Kosthold, kroppslig selvbylde og spiseproblemer blant ungdom i Porsgrunn. 45 s. (HiT-skrift 6/2004)
- Svein Roald Moen:** Knud Lyne Rahbeks Dansk Læsebog og Exempelsamling til de forandrede lærde Skolers Brug. 491 s. (HiT-skrift 5/2004)
- Tangen, Jan Ove, red.** Kyststien – tre perspektiver. 27 s. (HiT-skrift 3/2004)
- Jan Ove Tangen:** Idrettsanlegg og anleggsbrukere-tause forventninger og taus kunnskap. 59 s. (HiT-skrift 2/2004)
- Greta Hekneby: Fonologisk bevissthet og lesing. 43 s. (HiT-skrift 1/2004)
- Ingunn Fjørtoft og Tone Reiten:** Barn og unges relasjoner til natur og friluftsliv. 83 s. (HiT-skrift 10/2003)
- Else Marie Halvorsen:** Teachers' understanding of culture and of transference of culture. 40 s. (HiT-skrift 9/2003)
- P.G. Rathnasiri and Magnar Ottøy:** Oxygen transfer and transport resistance across Silicone tubular membranes. 31 s. (HiT Publication 8/2003)
- Else Marie Halvorsen:** Den estetiske dimensjonen og kunstfeltet - ulike tilnærmingar. 17 s. (HiT-skrift 7/2003)
- Else Marie Halvorsen:** Estetisk erfaring. En fenomenologisk tilnærming i Roman Ingardens perspektiv. 12 s. (HiT-skrift 6/2003)
- Steinar Kjosavik:** Fra forming til kunst og håndverk, fagutvikling og skolepolitikk 1974-1997. 48 s. (HiT-skrift 5/2003)
- Olav Solberg, Herleik Baklid, Peter Fjågesund, red.:** Tekst og tradisjon. M. B. Landstad 1802-2002. 106 s. (HiT-skrift 4/2003)
- Ella Melbye:** Hovedfagsoppgaver i forming Notodden 1976-1999. Faglig innhold sett i lys av det å forme. 129 s. 1 CD-rom. (HiT-skrift 3/2003)
- Olav Rosef m.fl.:** Escherichia coli-bakterien som alle har –men som noen blir syke av – en oversikt. 22 s. (HiT-skrift 2/2003)
- Olav Rosef m.fl.:** Forekomsten av *E.coli* O157 ("hamburgerbakterien") hos storfe i Telemark og i kjøttdeig fra Trøndelag (2003) 25 s. (HiT-skrift 1/2003)
- Roy Istad:** Oppretting av polygon. 24 s. (HiT-skrift 3/2002)
- Ella Melbye, red.:** Hovedfagsstudium i forming 25 år. 81 s. (HiT-skrift 2/2002)
- Olav Rosef m.fl.:** Hjorten (*Cervus elaphus atlanticus*) i Telemark. 29 s. (HiT-skrift 1/2001)
- Else Marie Halvorsen:** Kulturforståelse hos lærere i Telemark anno 2000. 51 s. (HiT-skrift 4/2000)
- Norvald Fimreite, Bjarne Nenseter and Bjørn Steen:** Cadmium concentrations in limed and partly reacidified lakes in Telemark, Norway. 16 s. (HiT-skrift 3/2000)
- Tåle Bjørnvold:** Minimering av omstillingstider ved produksjon av høvellast. 65 s. (HiT-skrift 2/2000)

Sunil R. de Silva, ed.: International Symposium. Reliable Flow of Particulate Solids III Proceedings. 11- 13. August 1999, Porsgrunn, Norway. Vol. 1-2 (HiT-skrift 1/2000)

HiT notat / HiT Working Paper

Jan Heggenes: Konsekvenser av nytt sideløp til båthavn ved kanal undervann Mel kraftstasjon, Måna elv, Tinn i Telemark. 22 s. (HiT-notat 1/2012)

Heidi Haukelien: I velferdsstatens randsone. Evaluering av Boteam, Porsgrunn. 75 s. (HiT-notat 3/2008)

Olav Tangvald-Pedersen , red.: ”Å komme seg”. Pasientformulert rehabilitering. 50 s. (HiT-notat 2/2008)

Jan Heggenes: Tinfos I – kanalisering av undervannet, fiskebiologiske vurderinger. 14 s. (HiT-notat 1/2008)

Olav Dalland og Kjersti Røsvik: Fra intensjon til realitet og tilbake til intensjonen igjen. Evaluering av fleksibelt bachelorstudium i sykepleie. 77 s. (HiT-notat 3/2007)

Per Gunnar Disch m.fl.: Feltarbeid på nett. En oppsummering av erfaringer fra feltarbeid på fleksibel sykepleierutdanning kull 2002. 11 s. (HiT-notat 2/2007)

Per Gunnar Disch og Anne K. Malme, red.: Selvevaluering av fleksibelt bachelorstudium i sykepleie. Fra intensjon til realitet. 77 s. (HiT-notat 1/2007)

Sidsel Beate Kløverød: Tap av verdighet i møte med offentlig forvaltning. 135 s. (HiT-notat 2/2004)

Roy M. Istad : Tettere studentoppfølging? Undervegsrapport fra et HiT-internt prosjekt. 15 s.(HiT-notat 1/2004)

Eli Thorbergesen m.fl.:”Kunnskapens tre har røtter...” Praksisfortellinger fra barnehagen. En FOU-rapport. 42 s. (HiT-notat 5/2003)

Per Arne Åsheim , ed.: Science didactic. Challenges in a period of time with focus on learning processes and new technology. 54 s. (HiT Working Paper 4/2003)

Roald Kommedal and Rune Bakke: Modeling Pseudomonas aeruginosa biofilm detachment. 29 s. (HiT Working Paper 3/2003)

Elisabeth Aase: Ledelse i undervisningssykehjem. 27 s., vedlegg. (HiT-notat 2/2003)

Jan Heggenes og Knut H. Røed: Genetisk undersøkelse av stamfisk av ørret fra Måna, Tinnsjø. 10 s. (HiT-notat 1/2003)

Erik Halvorsen, red.: Bruk av Hypermedia og Web-basert informasjon i naturfagundervisningen. Presentasjon og kritisk analyse. 69 s. (HiT-notat 2/2002)

Harald Klempe: Overvåking av grunnvannsforurensning fra Revdalen kommunale avfallsfylling, Bø i Telemark. Årsrapport 2000. 24 s. (HiT-notat 1/2002)

Jan Ove Tangen: Kompetanse og kompetansebehov i norske golfklubber. 12 s. (HiT-notat 6/2001)

Øyvind Risa: Evaluering av Musikk 1. 5 vektall. Desember 2000. Høgskolen i Telemark, Allmennlærerutdanninga på Notodden. 39 s. (HiT-notat 5/2001)

Harald Klempe: Overvåking av grunnvannsforurensning fra Revdalen kommunale avfallsfylling, Bø i Telemark. Årsrapport 1999. 22 s. (HiT-notat 4/2001)

Harald Klempe: Overvåking av grunnvannsforurensning fra Revdalen kommunale avfallsfylling, Bø i Telemark. Årsrapport 1998. 22 s. (HiT-notat 3/2001)

Sigrun Hvalvik: Tolking av historisk tekst – et hermeneutisk perspektiv. Et vitenskapsteoretisk essay. 28 s. (HiT-notat 2/2001)

Sigrun Hvalvik: Georg Henrik von Wright. Explanation of the human action : an analysis of von Wright's assumptions from the perspective of theory development in nursing history. 27 s. (HiT-notat 1/2001)

Arne Lande og Ralph Stålberg, red.: Bruken av Hardangervidda – ressurser, potensiale, konflikter. Bø i Telemark 8.-9. april 1999. Seminarrapport. 57 s. (HiT-notat 3/2000)

Nils Per Hovland: Studentar i oppdrag: ein rapport som oppsummerer utført arbeid og røynsler frå prosjektet "Nyskaping som samarbeidsprosess mellom SMB og HiT", 1998-2000. 24 s. (HiT-notat 2/2000)

Jan Heggnes : Undersøkelser av gyteplasser til ørret i Tinnelvas utløp fra Tinnsjø (Tinnoset), Notodden i Telemark, 1998. 7 s. (HiT-notat 1/2000)

HiT-skrift og HiT-notat kan bestilles fra Høgskolen i Telemark, kopisenteret i Bø:
e-post: kopi-bo@hit.no, tlf. +47 35952834

HiT Publications and HiT Working Papers can be ordered from the Copy Centre,
Telemark University College, Bø Campus:
email: kopi-bo@hit.no, tel.: +47 35952834

De fleste HiT-skrift og HiT-notat finnes elektronisk i TEORA -Telemark Open Research Archive
<http://teora.hit.no/>

You will find most of the HiT Publications and HiT Working Papers in full-text in TEORA -
Telemark Open Research Archive <http://teora.hit.no/>