

HiT skrift nr 2/2009

# **Rehabilitering av elvehabitat i Tokkeåi, Dalen i Telemark: Tilstand og tiltak**

**Jan Heggenes  
Jostein Sageie  
Jostein Kristiansen**

Høgskolen i Telemark  
Statkraft

**Høgskolen i Telemark  
Porsgrunn 2009**

HiT skrift nr 2/2009  
ISBN 978-82-7206-297-1 (trykt)  
ISBN 978-82-7206-298-8 (elektronisk)  
ISSN 1501-8539 (trykt)  
ISSN 1503-3767 (elektronisk)

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

© Forfatterne/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



## **Rehabilitering av elvehabitat i Tokkeåi, Dalen i Telemark: Tilstand og tiltak**

**Jan Heggenes, Jostein Sageie og Jostein  
Kristiansen**



**Høgskolen i Telemark**



**Porsgrunn 2009**

# Forord

Denne rapporten er et resultat av en henvendelse fra Statkraft Region Øst ved miljøkoordinator Jostein Kristiansen om å gjennomføre et arbeid med å lage en plan for restaureringstiltak i Tokkeåi ved Dalen, Tokke kommune i Telemark. Planen omhandler elvestrekningen fra Nedrebøfoss/innløp Dalåi, ca. 1,5 km nedstrøms undervann Lio kraftverk (ved Rukke bru), og ned til Tokkeåi sitt innløp i Bandak, en strekning på ca. 4,4 km. Foreliggende rapport utdyper og detaljerer nåværende tilstand og kommer med forslag til tiltak i selve elveleiet. Tokkevassdraget er siden utbyggingsperioden fra 1959 og ca. 10 år framover, sterkt berørt av vassdragsutbygging. Elven har i dag en vannføring som hovedsakelig er bestemt av normal driftsvannføring i Lio kraftverk, ca.  $12 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$ , i tillegg til en restvannføring i det naturlige elveleiet. Elven er i betydelig grad kanalisert på aktuelle strekning. Rapporten er basert på feltarbeid og tidligere fiskebiologiske undersøkelser. Tilstandsbeskrivelse og planforlag er i all hovedsak basert på arbeid med digitalisert kartverk, ortofoto og satelittbilder. Den generelle del om tiltak er basert på et tidligere arbeid<sup>6</sup>. Prosjektet og rapporten har vært et nært samarbeid mellom undertegnede som alle takker for samarbeidet.

Bø, 15.12.2008

Jan Heggnes

Jostein Sageie

Jostein Kristiansen

# **Innhold**

## **Sammendrag**

### **1. Bakgrunn**

Reguleringsinngrep

Habitatforhold

Biologiske forhold

Målsettinger

### **2. Metoder**

### **3. Tilstand før tiltak**

3.1 Øvre strekning Huvestadhylen - RV48 bru Dalen sentrum

3.2 Nedre strekning Dalen - Bandak

### **4. Føringer for planarbeidet**

4.1 Veiledende prinsipper for prosess og tiltak

4.2 Målsettinger og føringer for tiltak

### **5. Generelle tiltakstyper**

### **6. Litteratur**

### **7. Forslag til tiltak**

7.1 Øvre strekning Huvestadhylen - RV48 bru Dalen sentrum

7.2 Nedre strekning Dalen - Bandak

## Sammendrag

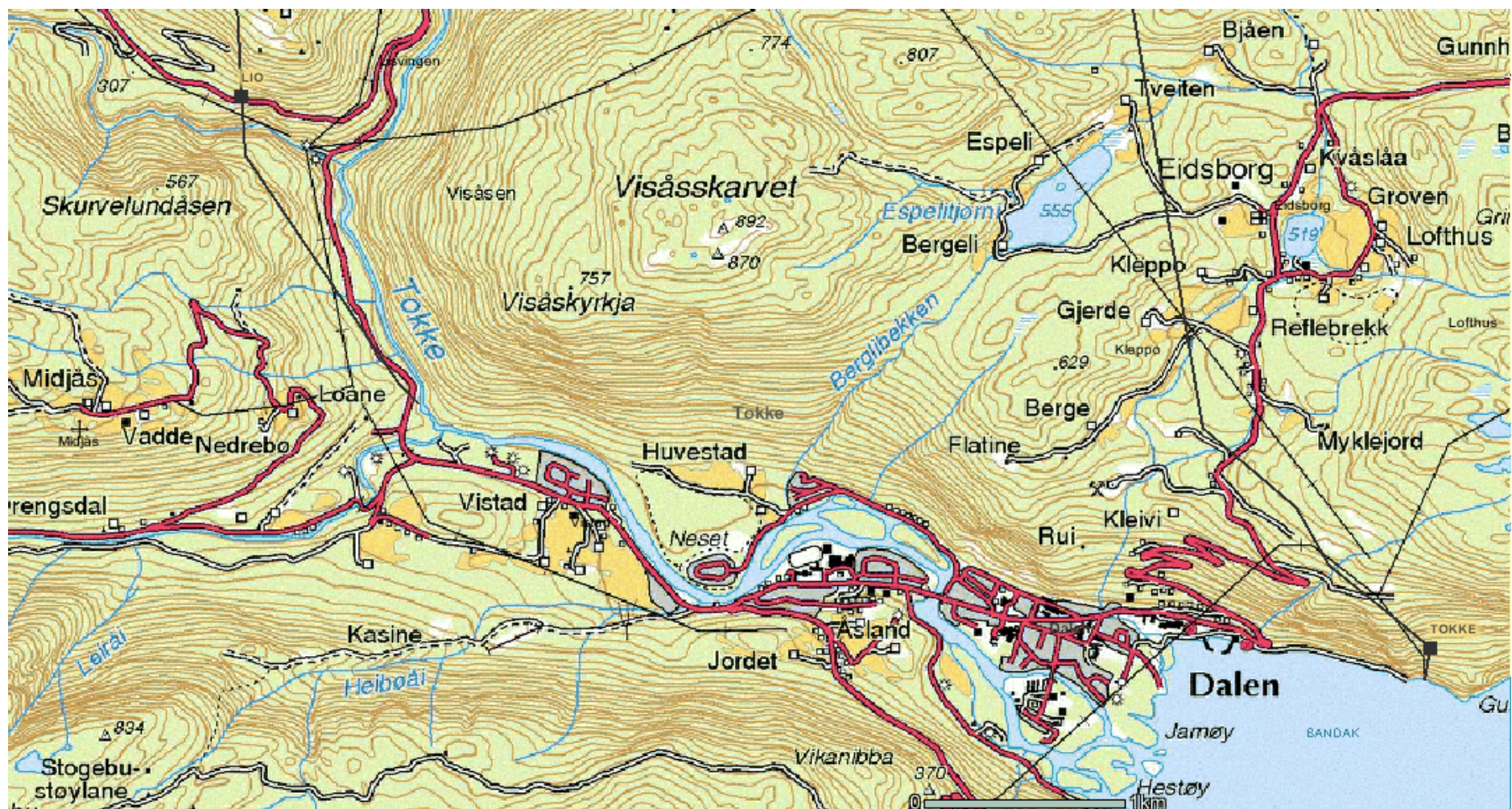
Tokkeåi ved Dalen hadde en naturlig gjennomsnittsvannføring på ca.  $92 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$ , men har etter reguleringsinngrep hovedsakelig på 1960 tallet en median vannføring på  $16\text{-}17 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$ . Denne er bestemt av kjøringen av Lio kraftverk med en normal driftsvannføring omkring  $12 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$  samt en restvannføring på median ca.  $3 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$ . I forbindelse med regulering og flomsikring ble elvestrekningen også delvis forbygd og kanalisert (1960-tallet). I tre omganger (ca. 1961, 1971 og 1984) ble det bygd til sammen 15 terskler på strekningen for å øke habitat variasjonen og forbedre fiskeproduksjonen. Disse inngrepene har hatt konsekvenser for gyte-, oppvekst- og leveforholdene bl.a. for ørret som er den dominerende fiskeart. Tokkeåi har en stasjonær ørretbestand, og er også det viktigste gyte- og oppvekstområdet for ørret i Bandak. En nylig innført art, ørekyte, er i ferd med å etablere seg i elva. På oppdrag fra Statkraft er nåværende habitatforhold systematisk klassifisert (morfodynamisk enhet, mesohabitat, strømtype, substrat, skjul) og kartlagt i felt og deretter digitalisert på kart og ortofoto. Basert på en gjennomgang av kjente typer rehabiliteringstiltak, er aktuelle tiltak foreslått bl.a. under disse forutsetninger: 1) mest mulig naturlignende, 2) rehabiliterer økologisk dynamikk, 3) rekrutterer ørret til Bandak, 4) større stedegen ørret, og 5) sammenheng med omliggende landskap og bygdebilde, 6) øke verdien for friluftsliv (herunder fritidsfiske). Videre er det forutsetninger at 7) hovedstrukturen på den kanaliserte strekning ikke endres vesentlig (sikkerhets/flomhensyn) og 8) dimensjonerende vannføring er nåværende vannføringsregime med mest vanlige vannføringer på ca.  $15\text{-}16 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$  (bestemt av Lio kraftverk) med flommer opp til  $100 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$ . Plan for tiltak er digitalisert og vist på detaljerte ortofoto. Dominerende habitattyper i dag er brede, grunne, ikke-turbulente glidninger og terskeldammer, samt brede og grunne mer turbulente småstryk ved terskler. Viktige typer av tiltak som foreslås er 1) elvebredds'fot' (strømkonsentrator) på stille partier i form av lave stein/grusøyre av lokale masser som også bryter opp en ensformig strandlinje, 2) utgravinger for mer varierte dybdeforhold (jfr. uttak av masser til elvebredds'fot'), 3) utlegging av stein og blokk som skaper mer hydraulisk variasjon, og 4) ombygging av eksisterende terskler mot mer dype blankstryk. Kjente eksisterende gyteområder berøres ikke av tiltakene.

**Emneord:** elv, ørret, regulering, vannføring, habitat, rehabiliteringstiltak

# 1. Bakgrunn

## *Reguleringsinngrep*

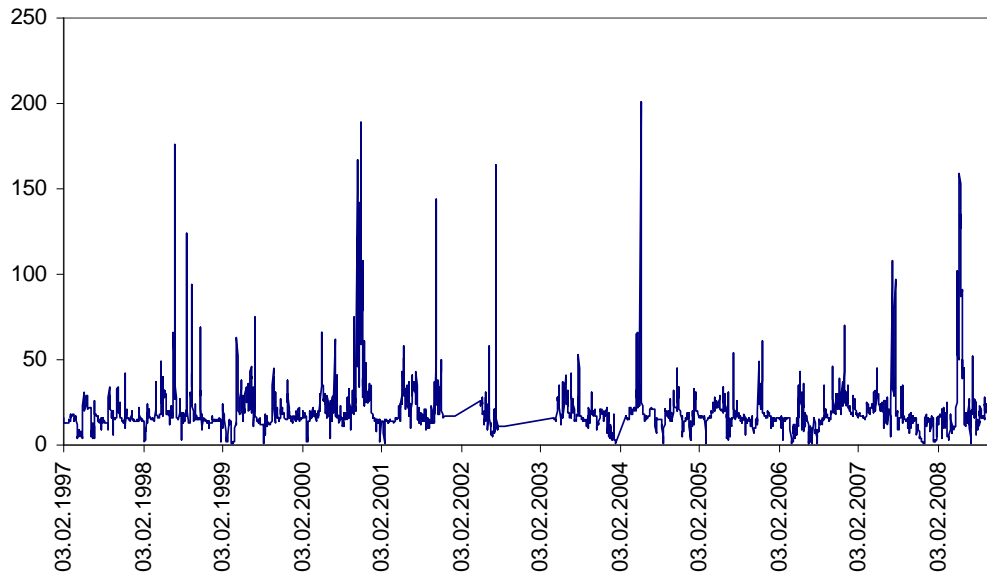
Ubygging av Vinje/Tokkevassdraget startet med bygging av dam i Vinjevatn (ferdig 1961) og en 17 km lang tunnel til Tokke kraftverk (installert effekt 430MW, midlere årsproduksjon 2140GWh, igangsatt 1961) med utløp direkte i Bandak (Fig. 1). Denne utbyggingen reduserte vannføringen i Tokkeåi nedstrøms Vinjevatn til naturlig restvannføring, og endret dermed også levetilstandene for ørret (*Salmo trutta*) som var eneste fiskeart i Tokkeåi. I 1969 ble Lio kraftverk (effekt 40MW, midlere årsproduksjon 225 GWh) ved Rukke bru 4,5 km ovenfor Dalen satt i drift (Fig. 1). Kraftverket regulerer et sidevassdrag til Tokkeåi med hovedmagasin i Byrtevatn, og gir en normal vannføring i Tokkeåi fra Nedrebøfoss (hvor undervann Lio kraftverk kommer ut) til innløp Bandak (ca. 5 km) på ca.  $12 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$ , i tillegg til en mindre naturlig restvannføring på median ca.  $3 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$  (Fig. 2). Det viktigste tilsiget er Dalåi nedstrøms Nedrebøfoss. Naturlig midlere vannføring i Tokkeåi på aktuelle strekning var før regulering ca.  $92 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$ . Reguleringen og kjøringen av Lio kraftverk endrer også vesentlig vannføringen over året. Den gir høyere vintervannføring og lavere flomtopper (Fig. 2), og enkelte irregulære korte perioder med svært lav vannføring pga. revisjoner på kraftverket. Vanlig vannføring er ca.  $16 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$  (Fig. 3). Reguleringsvilkårene er ikke pålagt noen restriksjoner mht. for eksempel minstevannføringer eller manøvrering av Lio kraftverk. Imidlertid praktiserer reguleringsmyndighetene selvpålagte restriksjoner ved at det så langt mulig skal unngås stans i Lio kraftverk i perioden omkring gytetiden for storørret, dvs. 15.9-15.11, og at stoppforløp skal foregå over  $2 \frac{1}{4}$  time (maks. 5MW/30min. for 40-20MW og maks. 5MW/15min. for 20-0MW) for å unngå stranding av fisk.



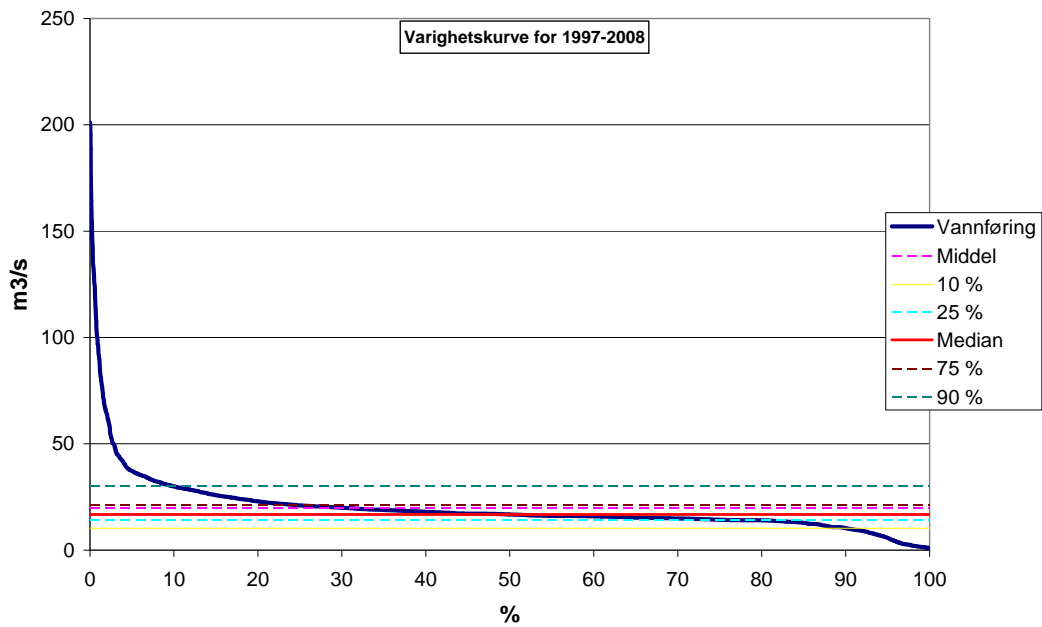
Figur 1. Kart over Tokke elva ved Dalen med Lio og Tokke kraftverk.



Vannføring Tokke v. Elvarheim [m<sup>3</sup>/sek]



Figur 2. Daglige vannføringer i Tokkeåi ved Elvarheim 1997-2008. Middelvannføring =  $19,9 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$  og median vannføring =  $16,8 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$ .



Figur 3. Varighetskurve for daglige vannføringer i Tokkeåi ved Elvarheim 1997-2008.

### *Habitatforhold*

Det fysiske elveleiet på elvestrekningen ved Dalen ble i varierende grad endret ved reguleringene. Vi har i liten grad kunnet finne dokumentasjon på de endringer som er gjort. Det naturlige store elveleiet var formet av en elv med midlere vannføring omkring  $92 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$  og sannsynlige flomtopper opp mot  $700 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$ . Etter regulering fikk elven en normal vannføring på ca.  $15 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$ , dvs. 15-20 % av naturlig. Dette førte til vesentlige endringer i habitatforholdene for fisk, idet elva ble mer ensformig særlig på nedre strekning fra Huvestadhylen og ned til Bandak, en strekning på ca. 3,5 km (Fig. 4). For å bøte på dette, ble det antagelig i 1971-72 (dokumentasjon på anleggsarbeidene mangler) i en periode med svært liten vannføring, gjennomført terskelbygging på aktuelle strekning, vesentlig ved bruk av bulldosere og stedegen masse. En ny omgang med bygging av fem mindre terskler ved Buøy ble gjennomført i 1984 (nedenfor). I alt 15 løsmasseterskler finnes i dag i elva (Fig. 4, 5). I tillegg ble to større terskler av steinblokk bygget dels med tilkjørt stein (Fig. 6) rett oppstrøms Huvestadhylen, trolig i 1961, og primært for å stuve opp vann for å sikre vannforsyning til nærliggende brønner.

Disse tiltakene sammen med reguleringen ga en elv med vannspeil i få, relativt store og brede stille partier, særlig i nedre del av elva. Dette forløpet brytes av noen brede og grunne løsmasseterskler. Dagens tilstand i elva gjenspeiler disse forholdene (Figur 4-6).



*Figur 4. Ortofoto over Tokkeåi fra oppstrøms Huvestadhylen til innløp Bandak med terskler inntegnet (røde tverrstreker)..*



*Figur 5. Eksempler på løsmasseterskler ved Brynjulvsøy (øverst) og sideløp Buøy (nederst).*



*Figur 6. To blokkterskler rett oppstrøms Huvestadhøyen*

I 1984 ble det i forbindelse med anlegging av en sti langs elva, også gjennomført noen mindre habitatforbedrende tiltak i indre løp ved Buøy (Fig. 4, 7). Dette var hovedsakelig vha. bygging av 4 små terskler for å holde vannspeil, samt en hoppestein-terstel (Fig. 8, bygget i 2004) slik at elva kan krysses av gående. Dette har omdannet indre løp til 4 små bassenger, men med en liten (blank)stryk nedstrøms hoppesteinterskelen (Fig. 9; se også Fig. 10). Denne blankstryken har i ettertid vist seg å fungere som et gyteområde (Fig. 9)..



*Figur 7. Terskelbasseng i indre løp Buøy.*

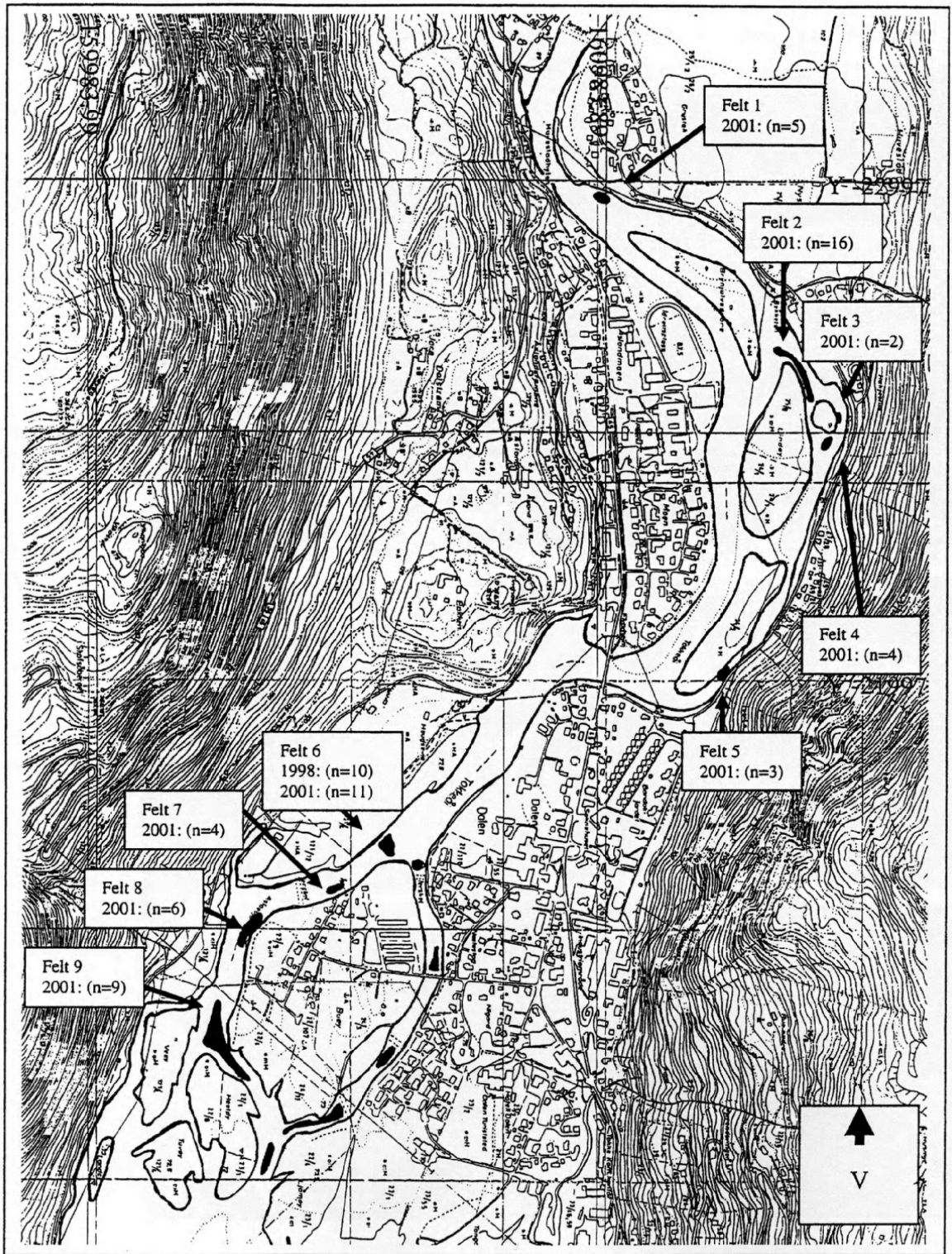


*Figur 8. Hoppstein terskel nederst på indre løp Buøy.*



*Figur 9. Gytegroper på blankstryk nedstrøms hoppstein terskel nederst på indre løp Buøy.*

Gyteørret fra Bandak har i alle år brukt Tokkeåi som et viktig gyte- og oppvekstområde. Antall, størrelse og valg av gyteområder er tidligere relativt godt kartlagt<sup>25,24</sup> (Fig. 10).

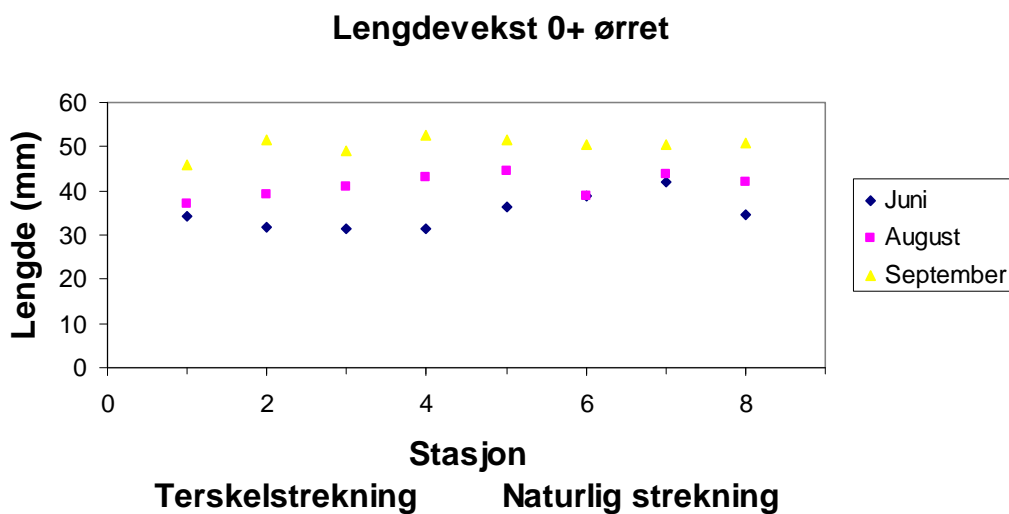


Figur 10. Kart over gyteområder i Tokkeåi<sup>25,24</sup>...



### Biologiske forhold

Disse regulerings- og tiltaksinngrepene har derfor hatt store konsekvenser for Tokkeåi som leveområde for ørret, og har sannsynligvis påvirket bestandsforholdene vesentlig. Det ble dessverre ikke gjennomført biologiske undersøkelser i forkant av reguleringsinngrepene. Derimot er den biologiske tilstanden i Tokkeåi på aktuelle strekning undersøkt i de senere år<sup>24</sup>. Elektrofiske på 8 utvalgte stasjoner fra aktuelle strekning viser at unger av ørret har en noe beskjeden vekst, noe som sannsynligvis skyldes lavere sommervanntemperaturer<sup>12,13</sup> pga. kjøringen av Lio kraftverk. Det er en noe bedre vekst på naturlige strekninger med rennende vann enn på strekninger med terskelbasseng både for årsyngel (Fig. 11, Tab.1; t-test,  $p < 0,05$ ) og 1+ (Fig. 12; naturlig strekning: 84,7 mm; terskelstrekning: 81,6 mm; t-test,  $p < 0,035$ ). Dette til tross for at den nedre terskelstrekningen gjennomgående har noe høyere temperatur enn øvre, mer naturlige strekning

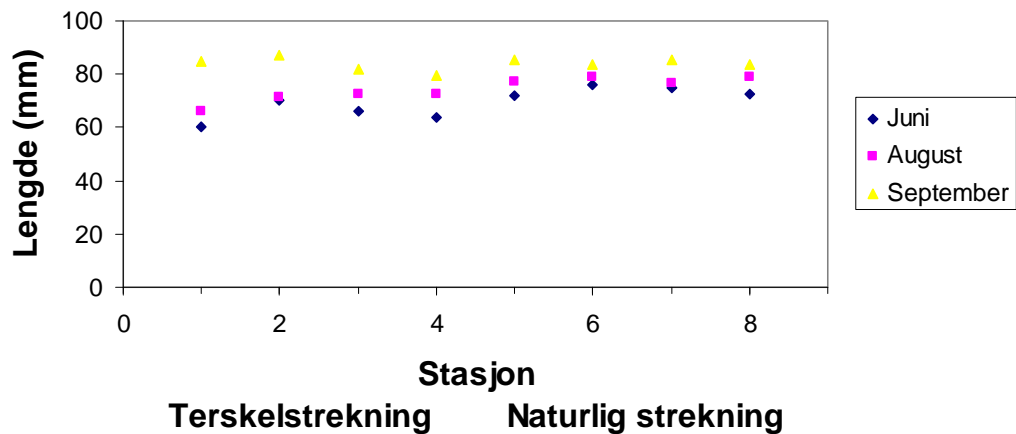


Figur 11. Lengdevekst for 0+ ørret over sommeren 2004 på 8 stasjoner i Tokkeåi ( $n = 681$ )<sup>24</sup>.

Tabell 1. Gjennomsnittslengder for 0+ ørret i juni, august og oktober 2004 på 8 stasjoner i Tokkeåi (n = 681)<sup>24</sup>.

Stasjon	Lengde (med mer $\pm$ SD (min-maks))		
	Juni	August	Oktober
<b>Terskelstrekning</b>			
1	34,2 $\pm$ 5,0 (26-47)	37,0 $\pm$ 3,6 (30-45)	46,0 $\pm$ 5,0 (37-55)
2	31,6 $\pm$ 2,3 (27-37)	39,3 $\pm$ 4,4 (30-48)	51,5 $\pm$ 4,0 (44-58)
3	31,4 $\pm$ 2,3 (28-35)	40,8 $\pm$ 3,5 (31-49)	49,2 $\pm$ 4,8 (41-64)
4	31,3 $\pm$ 3,2 (29-35)	43,0 $\pm$ 3,3 (37-50)	52,6 $\pm$ 5,6 (40-64)
<b>Naturlig strekning</b>			
5	36,5 $\pm$ 0,5 (36-37)	44,3 $\pm$ 1,8 (42-46)	51,6 $\pm$ 5,1 (45-62)
6	39,0 $\pm$ 4,9 (33-45)	39,0 $\pm$ 0,0 (39-39)	50,5 $\pm$ 5,4 (43-59)
7	42,0 $\pm$ 1,0 (41-43)	43,7 $\pm$ 7,6 (37-52)	50,5 $\pm$ 5,6 (40-62)
8	34,5 $\pm$ 1,7 (32-36)	42,0 $\pm$ 5,0 (37-53)	51,0 $\pm$ 4,1 (41-58)

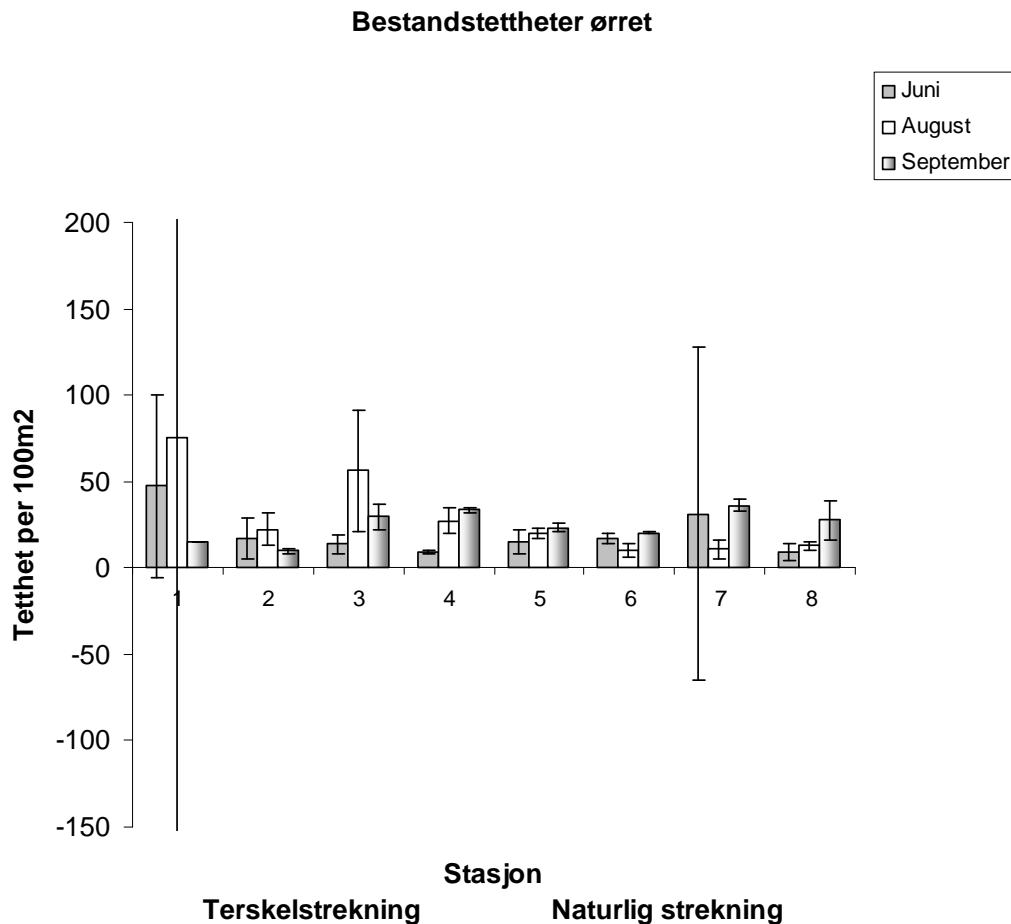
### Lengdevekst 1+ ørret



Figur 12. Lengdevekst for 1+ ørret over sommeren 2004 på 8 stasjoner i Tokkeåi (n = 681)<sup>24</sup>.

Bestandstetthetene viser betydelig variasjon i tid og rom (Fig. 13), noe som for en vesentlig del skyldes lokale habitat-forhold<sup>24</sup>. Dette medfører usikkerhet i estimatene, noe de store konfidensintervallene viser.

Tettheter er i tillegg bare undersøkt gjennom ett år (2004). Dette er et for lite datamateriale å basere noen sikre konklusjoner om bestandstettheter og -variasjoner på.



Figur 13. Bestandstettheter av ørret på 8 stasjoner i Tokkeåi over sesongen 2004<sup>24</sup>.

Tetthetene i Tokkeåi er lavere enn f. eks. i Bøelva<sup>23,7</sup> og Vallaråi<sup>2</sup>, men her er det også betydelig variasjon og ulikheter i arts sammensetning med betydelig innslag av laks

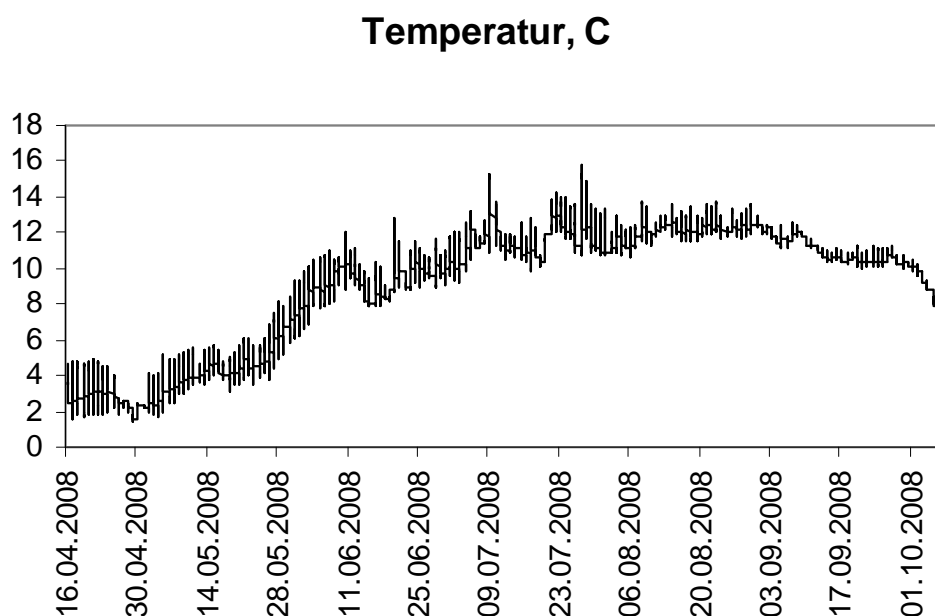
(Bøelva) og især ørekyte. I den regulerte Tinnelva som har en klar dominans av ørret, er tetthetene på de fleste undersøkte stasjoner også noe høyere enn i Tokkeåi<sup>17,21</sup>, men i samme størrelsesorden (Tinnelva: ca. 40-100 fisk per 100m<sup>2</sup>). I øvre deler av Tinnelva<sup>21</sup> er tetthetene sammenlignbare med Tokkeåi.

Det er sannsynligvis lite nedvandring av fisk til Tokkeåi ved Dalen. Restvannføringen er beskjedne, og den ovenforliggende elvestrekning har svært høy gradient og ingen innsjøer. Produksjon av fisk og dermed sannsynlig nedvandring er derfor liten. Til Lio kraftverk tas vannet fra Byrtevatn som har en beskjedne ørretbestand, gjennom en ca. 6,5 km lang dykket (ca. 20m ved HRV=445,6m) tunnel og så gjennom Francisturbin. Det er derfor rimelig å anta at nedvandring og overlevelse denne veien også er beskjedne. Vi har derfor lagt til grunn at vi i undersøkelsesområdet i hovedsak har å gjøre med en stasjonær ørretbestand, en rekrutteringsbestand av ungfisk til Bandak (som vi ikke morfologisk kan skille fra stasjonær ørret), samt på høsten en oppvandring av gyteørret fra Bandak.

Aktuelle strekning brukes også som gyteområde for sik (*Coregonus lavaretus*) fra Bandak, men dette er ikke systematisk undersøkt. Røye (*Salvelinus alpinus*) forekommer naturlig i Bandak, og er også satt ut i flere vann i nedbørfeltet til Tokkeåi, for eksempel i Totak, sannsynligvis i 1920-årene. Røye kan forekomme sporadisk i Tokkeåi, men danner ikke faste bestander. Den er ikke påvist i disse undersøkelsene. Bekkeniøye (*Lampetra fluviatilis*) forekommer også sporadisk. Omkring 1990 ble også ørekyt (*Phoxinus phoxinus*) påvist i Tokkeåi., men forekommer foreløpig nokså sporadisk og fåtallig. Arten er trolig i ekspansjon. Ørekyt er, i motsetning til de andre kjente fiskeartene i Bandak, en potensiell sterk konkurrent til ørret også i rennende vann, hvor den særlig etablerer seg i stillere og varmere habitater.

Kjøringen av Lio kraftverk bestemmer ikke bare vannføringsforholdene på aktuelle strekning, men også temperaturforholdene. Begge deler er vesentlig for ørretproduksjon<sup>12,13</sup>. Temperaturforholdene er tidligere ikke undersøkt, men arbeidet er nå igangsatt. Ettersom Lio kraftverk henter turbinvannet på ned til 18 m dyp i Byrtevatn, er ventelig Tokkeåi i noen grad vintervarm og sommerkald. Temperaturdata for perioden

16 april – 7 oktober 2008 (Fig. 14) viser et forventet mønster med en sommerkald elv og døgnvariasjoner som skyldes naturlig varmestråling ut om natten og inn om dagen.



Figur14. Daglige temperaturer i Tokkeåi ved Elvarheim 16 april – 7 oktober 2008.

### *Målsettinger*

Det planlagte tiltaksarbeid i Tokkeåi skal rehabilitere naturlig økologisk dynamikk. De mer spesifikke målsettingene er 1) å beholde elven som gyte- og oppvekstområde for ørreten i Bandak, og 2) å legge forholdene til rette for å få større stedegen ørret. Dette faller i stor grad sammen med landskapsestetiske og friluftshensyn. Landskapet skal ha et mest mulig naturlig preg og sammenheng. Viktige friluftshensyn er tilkomst muligheter og gangveier, og utøvelse av fritidsfiske i nærmiljøet. Alle tiltak må imidlertid skje innenfor to rammebetingelser, en normal vannføring på ca.  $16 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$  og flomsikringshensyn. Tiltakene skal ikke øke flomfaren vesentlig, samtidig som tiltakene er dimensjonert for å tåle en flom på  $100 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$ . Det er vanskelig å dimensjonere målrettet for større flommer, ettersom vi vet lite om hvordan de påvirker substrat og massetransport

lokalt. Dette vil man vinne erfaring med i etterkant, og ev. supplerende tiltaksarbeid må vurderes ved behov.

Det faglige grunnlaget for forslagene til habitattiltak i Tokkeåi er de tidligere gjennomførte fiskebiologiske undersøkelsene i elva (ovenfor), det feltarbeid som ble gjennomført i 2008 i forbindelse med foreliggende prosjekt (habitatkartlegging, temperaturmålinger), den kunnskap vi har om de krav ørret stiller til sitt oppvekstområde (habitat<sup>9,1,14</sup>), og kunnskap fra undersøkelser omkring vannstandsvariasjoner i regulerte elver<sup>6</sup>. Regulanten har av praktiske hensyn ønsket å dele planen for aktuelle strekning i to del-strekninger, oppstrøms og nedstrøms RV48 bru over Tokkeåi i Dalen sentrum (Fig. 4). Disse er heretter kalt øvre og nedre strekning. Øvre strekning går opp til steinterskel oppstrøms Huvestadhylen. Lengre oppstrøms er det foreløpig ikke aktuelt å gjøre tiltak. Elveleiet i Tokkeåi er på denne delen i all hovedsak urørt av fysiske inngrep direkte i elveleiet (Fig. 15), og viser betydelig mer habitatvariasjon (Fig. 15) enn på nedenforliggende strekninger hvor det planlegges tiltak.



*Figur 15. Strekingen oppstrøms steinterskler er mindre påvirket av inngrep i elveleiet og viser betydelig habitatvariasjon.*

## 2. Metoder

Nåværende tilstand mht. habitatforhold i Tokkeåi ble systematisk kartlagt i felt.

Tilstanden på hele kartlagte strekning er også dokumentert fotografisk (eks. Fig. 5-8).

Feltarbeidet ble gjennomført på vannføringer på 10-11 m<sup>3</sup>s<sup>-1</sup>, dvs. representativt for de mest aktuelle lavere vannføringene bestemt av kjøringen i Lio kraftverk (Fig. 2, 3). En litt lav vannføring ble valgt fordi habitattypene da er noe mer fremtredende og dermed lettere å klassifisere. Det var også planlagt å dokumentere tilstand på lav restvannføring, dvs. 2-3 m<sup>3</sup>s<sup>-1</sup>, men slike forhold inntraff ikke innenfor prosjektperioden.

Habitat tilstand ved en vannføring på 10-13 m<sup>3</sup>s<sup>-1</sup> mht.

- 1) morfodynamisk enhet (Tab. 1),
- 2) mesohabitat (Tab. 1),
- 3) strømtype (Tab. 2),
- 4) substratstørrelse (Tab. 3),
- 5) grad av skjul (0-100% i 10%-klasser; Tab. 4) og
- 6) skjultype (Tab. 4),
- 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 1:1000.

Klassifikasjonsinndelingene framgår av Tab. 2 - 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 2. Klassifisering ved observasjon av morfologiske enheter og mesohabitater ved morfologi og strømtype: forklaring av skjema<sup>1,13,15,16</sup>.

Morfologisk Enhet	Kode	Mesohabitat	Fluvio-morfologiske karakterer for identifisering i felt	Strømtype
1. Utgravd Kulp	1	Evje	Ikke netto nedstrøms strøm. Refleksjoner blir ikke brutt. Fyller (hele) elvbredden	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	Organisk (trær o.l.)	Som ovenfor Hindringen synlig	Nesten ikke merkbar strøm
	8	Bever	Som ovenfor Hindringen synlig	Nesten ikke merkbar strøm
	9	Skred	Som ovenfor Hindringen synlig	Nesten ikke merkbar strøm
	10	Bakvann	Som ovenfor Samløp med hovedelv i en ende. Ofte med vegetasjon	Nesten ikke merkbar strøm
	11	Gammelt løp	Som ovenfor	Nesten ikke merkbar strøm
	12	Terskel (kunstig)	Som ovenfor	Nesten ikke merkbar strøm
3. Ikke-Turbulent	13	Marginalt Dødvann	Lokalisert til elvekantene (ved kanten av blankstryk), svinger eller andre hindringer i elva Strømtype som for kulp, men fyller ikke (hele) elvbredden	Nesten ikke merkbar strøm
	14	Glidning	Uniform, merkbar nedstrøms vannbevegelse er jevn (ingen virvler). Refleksjoner blir forstyrret av turbulente virvler. Jevnt lang-profil med noen horisontale virvler. (Ofte lokalisert oppstrøms stryk og fall.)	Svak og jevn opp mot grenser Til turbulent
	15	Blankstryk, Grunn	Ingen bølger, men klar nedstrøms vannbevegelse med en forstyrret småbrutt overflate	Småbrutt overflate med bølgende lang-profil
	16	Blankstryk, Dyp	Som ovenfor. Dyp, raskt-flytende. Som regel i forbindelse med (hard)stryk.	Småbrutt overflate med bølgende lang-profil



4. Turbulent	17	'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
	18	Småstryk	Turbulent overflate med oppstrøms-vendte små stående bølger som ikke er brutt, over sand til rullesteins substrat. Grunnere enn tilstøtende mesohabitater.	Ubrutte eller små brutte stående bølger
	19	Blokkstryk	Som ovenfor Grovere substrat	Ubrutte eller små brutte stående bølger
	20	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
	21	Hard smalstryk	Som ovenfor, strømmen presset sammen	
	22	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 Chute
5. Trappe- Kulper	23	Kvitstryk/kulp	Blokk organisert i (trappe)trinn tvers over elva	
	24	Overfall	Lavt kurvet overfall i kontakt med substratet – noen ganger som del av trappe-kulp strekninger	Brutt eller ubrutt overflate med profil, chute
6. Vannfall	25	Fritt fall	Vannet faller vertikalt - kan skille seg fra bakveggen til det vertikale objekt	Vertikalt fritt fall

Tabell 3. Beskrivelse av strømtyper som brukes for å identifisere mesohabitater i felt<sup>13,15,16</sup>.

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 hovedsaklig 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 4. Type av substrat og partikkelstørrelse  
klassifisert i felt.

<i>Substrat type</i>	<i>Størrelse mm</i>	<i>Kode</i>
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	31.1-64	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

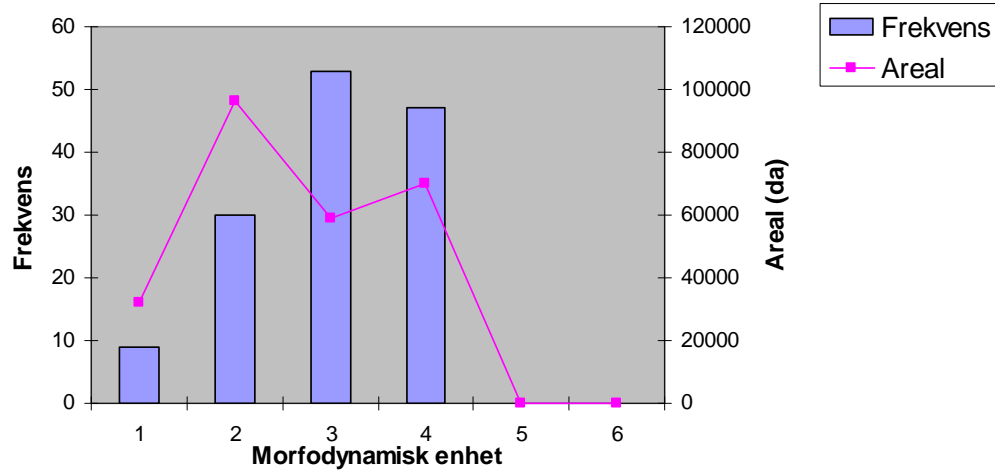
Tabell 5. Typer av skjul og grad av skjul klassifisert i felt.

<u>Skjul type</u>	<u>Kode</u>	<u>Grad</u>	<u>Kode</u>
Subm.-logs, roots	1	0%	0
Subm.-other	2	10%	1
Stone-boulder	3	20%	2
Org.debris-fine	4	30%	3
Subm.-vegetation	5	40%	4
Undercut banks	6	50%	5
Broken surface	7	60%	6
Overhang (specify)	8	70%	7
<u>Surface ice</u>	<u>9</u>	80%	8
		90%	9
		<u>100%</u>	<u>10</u>

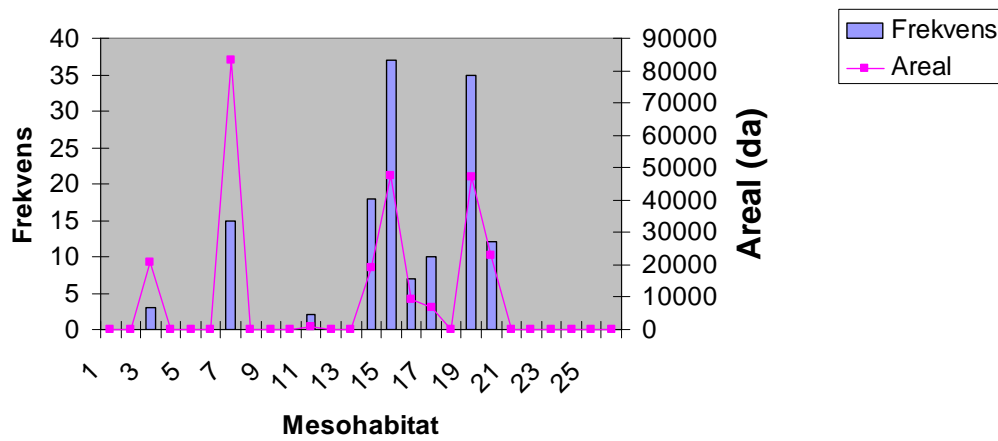
### 3. Tilstand før tiltak

Dagens habitattilstand på aktuelle strekning er karakterisert/dominert av noen få relativt store terskelbassenger (Fig. 16a-d). De mellomliggende elveløp har varierende karakter.

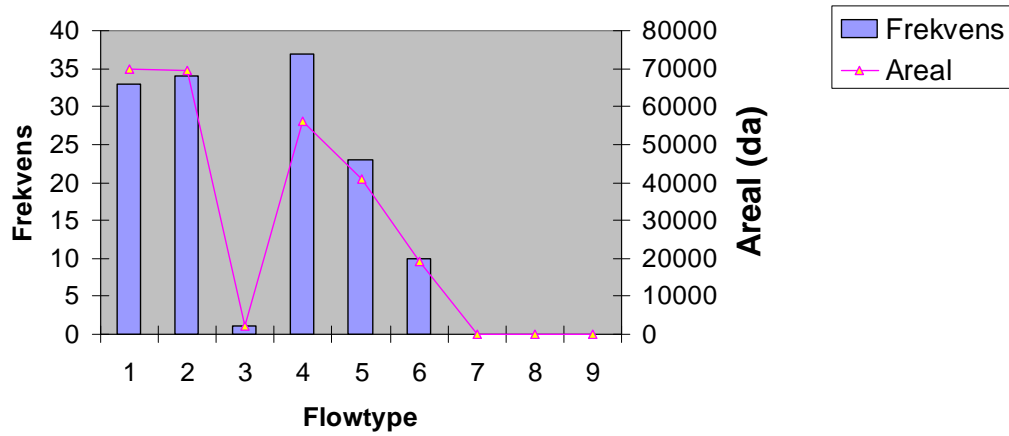
a



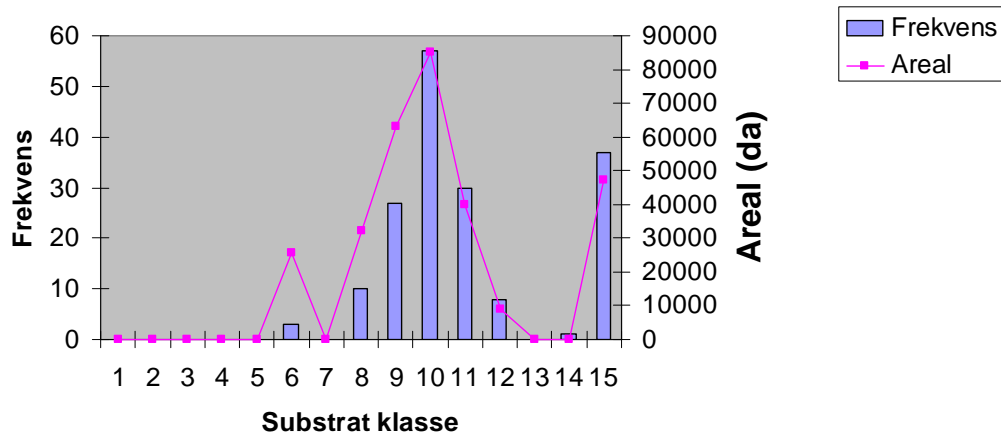
b



c



d



Figur 16. Stolpediagrammer over frekvens (linje) og areal sammensetning (stolper) på undersøgte strekning.

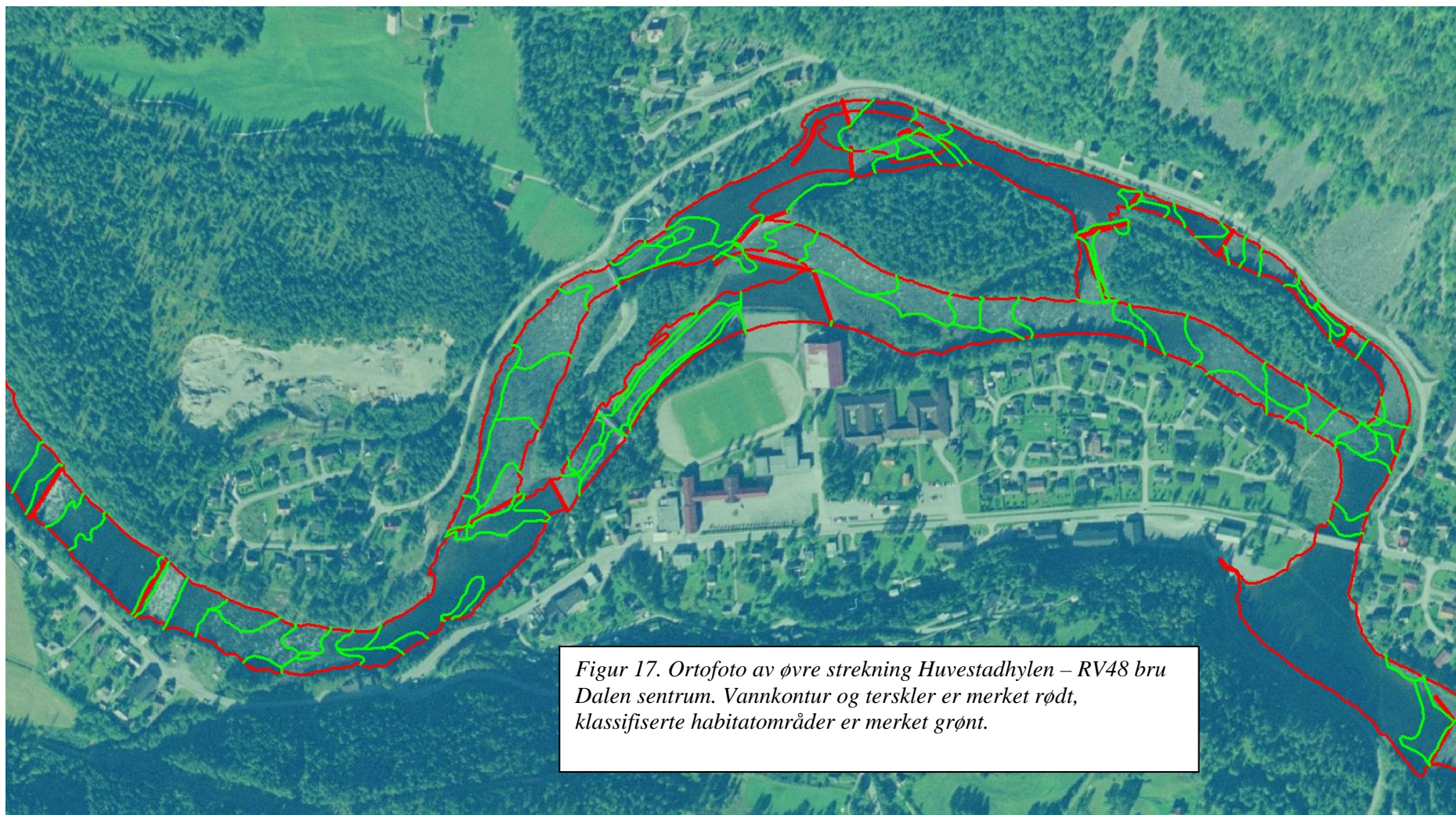
### 3.1. Øvre strekning Huvestadhylen – RV48 bru Dalen sentrum

Den øvre elvestrekningen i Tokkeåi som er aktuell for rehabiliteringstiltak og som omhandles her, er fra Huvestadhylen (nedstrøms steinterskel 2) og 1,5 km ned til RV48 bru i Dalen sentrum (Fig. 17). Oversikt over morfodynamiske enheter, mesohabitatkart, strømtype kart og substrat (Fig. 18a-d) viser betydelige ulikheter mellom delstrekninger.

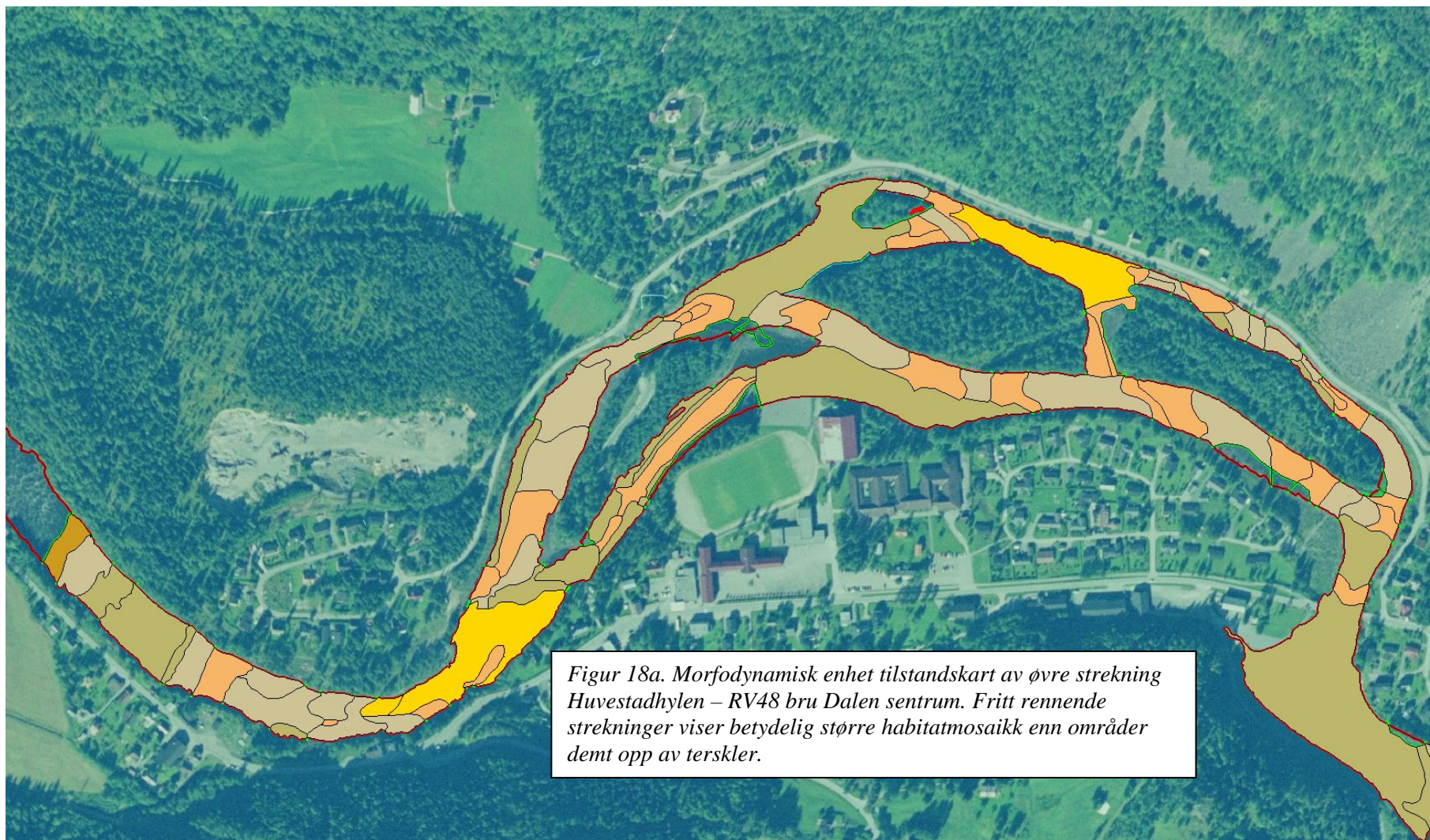
Særlig de små fritt rennende løp som er oppdelt av øyer viser betydelig habitatvariasjon med dagens tilstand. I forhold til øvrige strekninger er det her en småskala mosaikk med relativt gunstige habitater for ørret (se kap. 4). Dette gjelder særlig det nordøstlige løp ved Lindøy. Denne strekningen er det derfor ikke nødvendig å prioritere i en tiltaksplan sammenheng. Derimot er særlig terskelbassengene preget av relativt store monotone områder.

### 3.2. Nedre strekning Dalen-Bandak

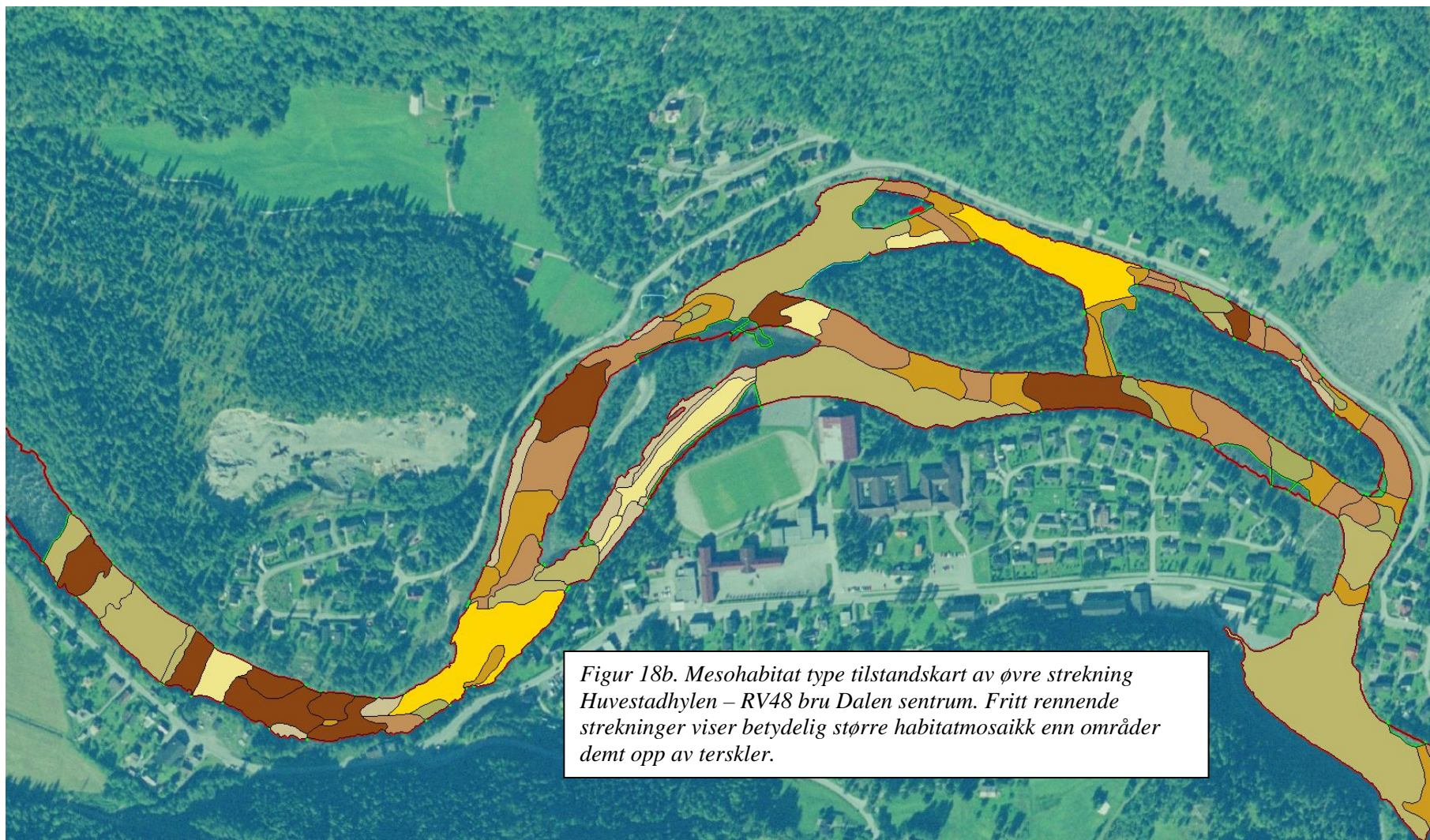
Fra RV48 bru i Dalen sentrum og nedstrøms er Tokkeåi (Fig. 19) sterkt preget av ulike fysiske inngrep, dels kanalisering og sikringsarbeider i forbindelse med regulering og flom, dels av bygging av løsmasse terskler, samt lave forbygninger formet som "elvefot" langs elvebredden på nederste del (Fig. 20). Felles for disse områdene er at elveleiet er bredt og relativt ensartet. Arealene på de ulike homogene mesohabitatene blir derfor store. Arealer som i noen grad er preget av variasjon er knyttet til løpene på øst og vestsiden av Buøy. Hoveddeler av strekningen ellers domineres av store, ensartede terskelbassenger (Fig. 19, 21a-d).

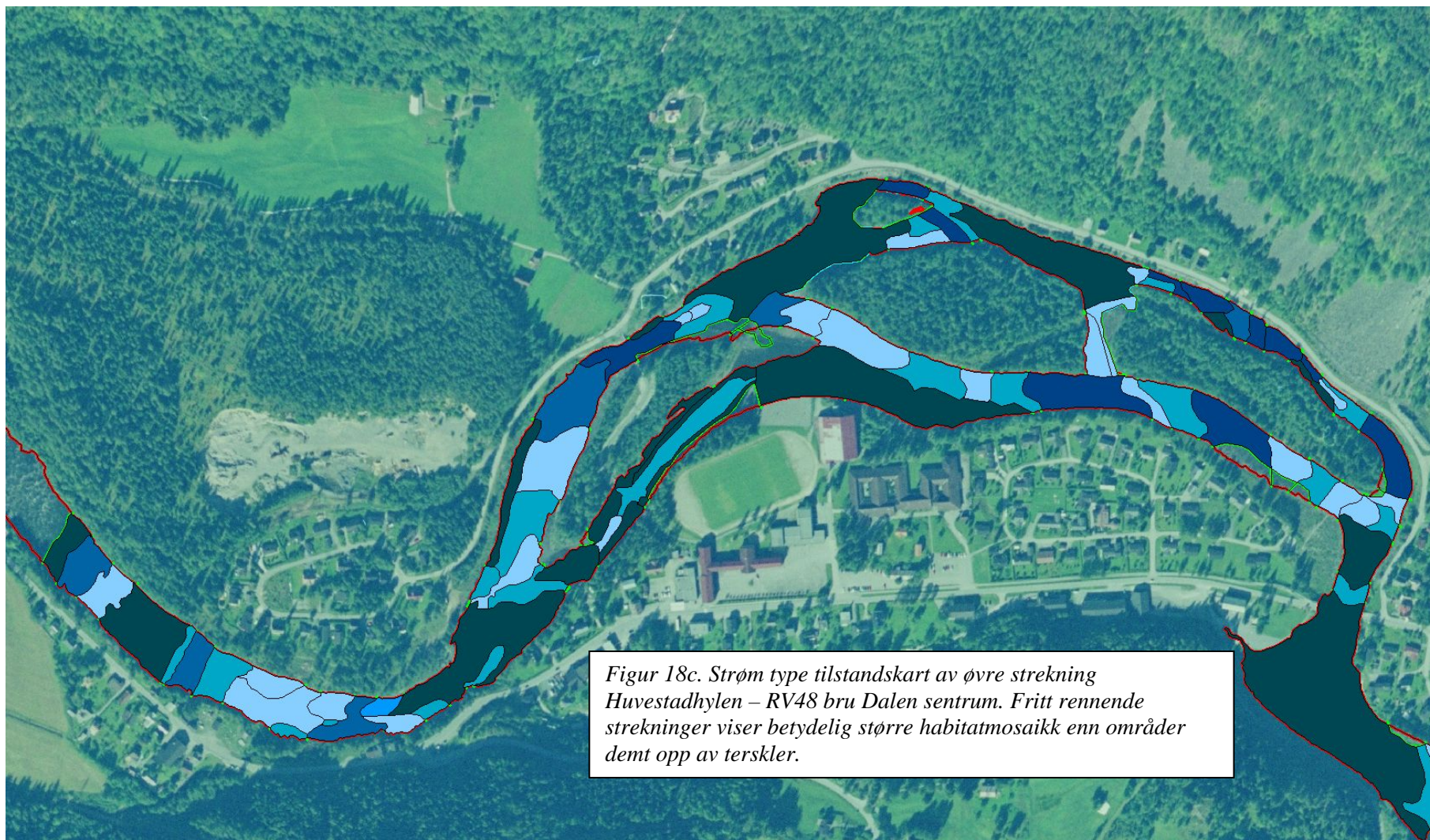


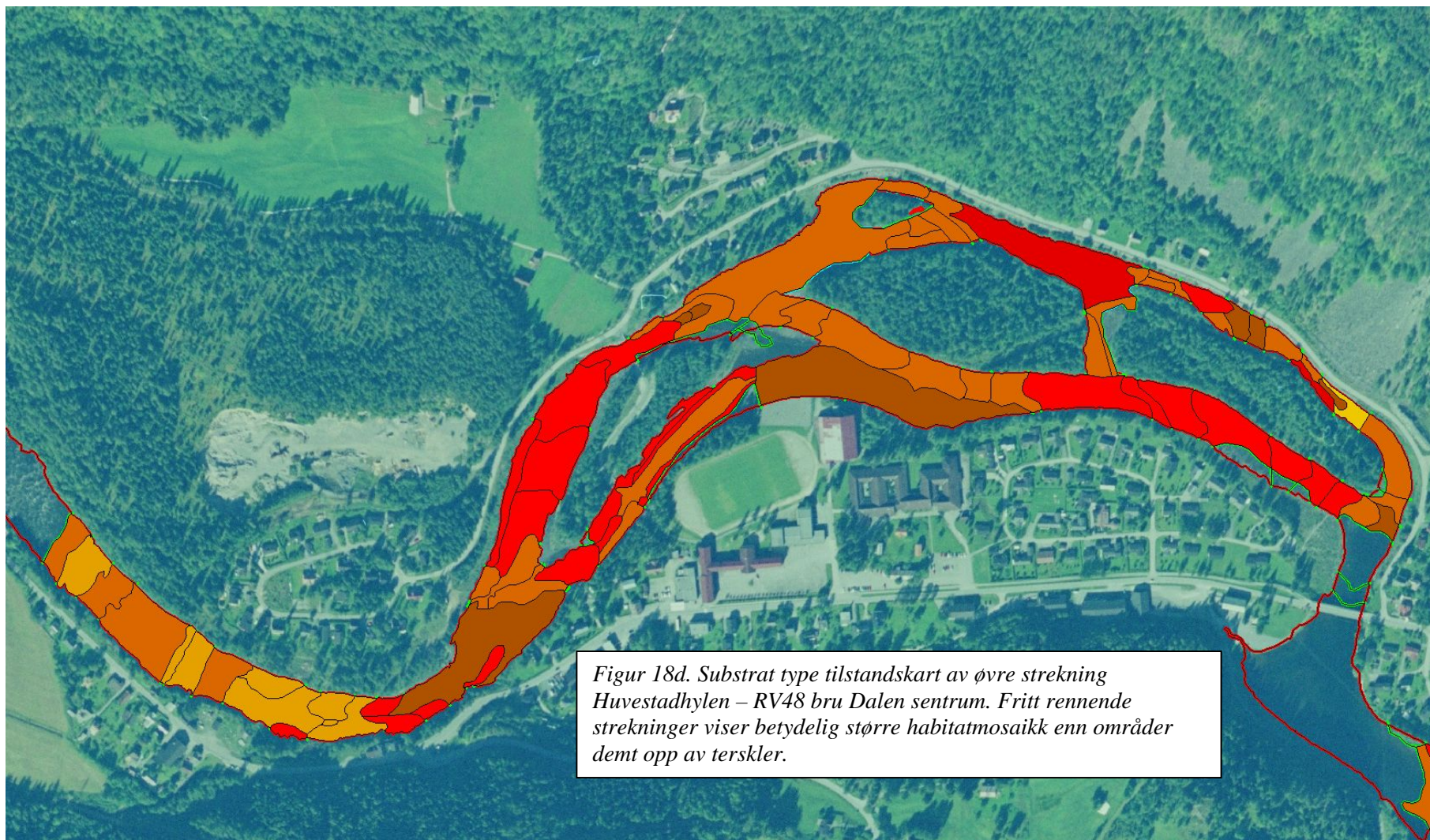
*Figur 17. Ortofoto av øvre strekning Huvestadhøylen – RV48 bru  
Dalen sentrum. Vannkontur og terskler er merket rødt,  
klassifiserte habitatområder er merket grønt.*

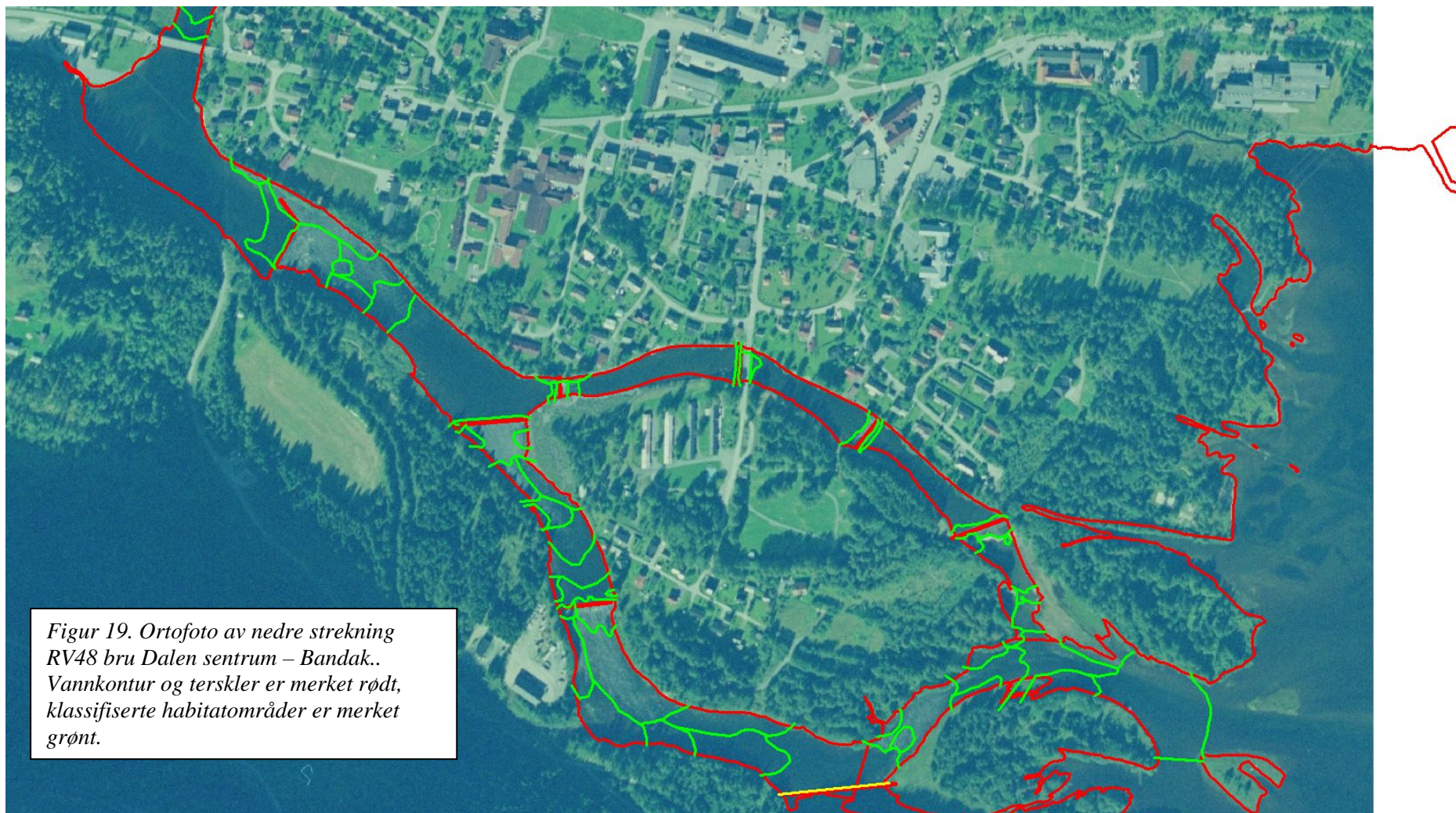








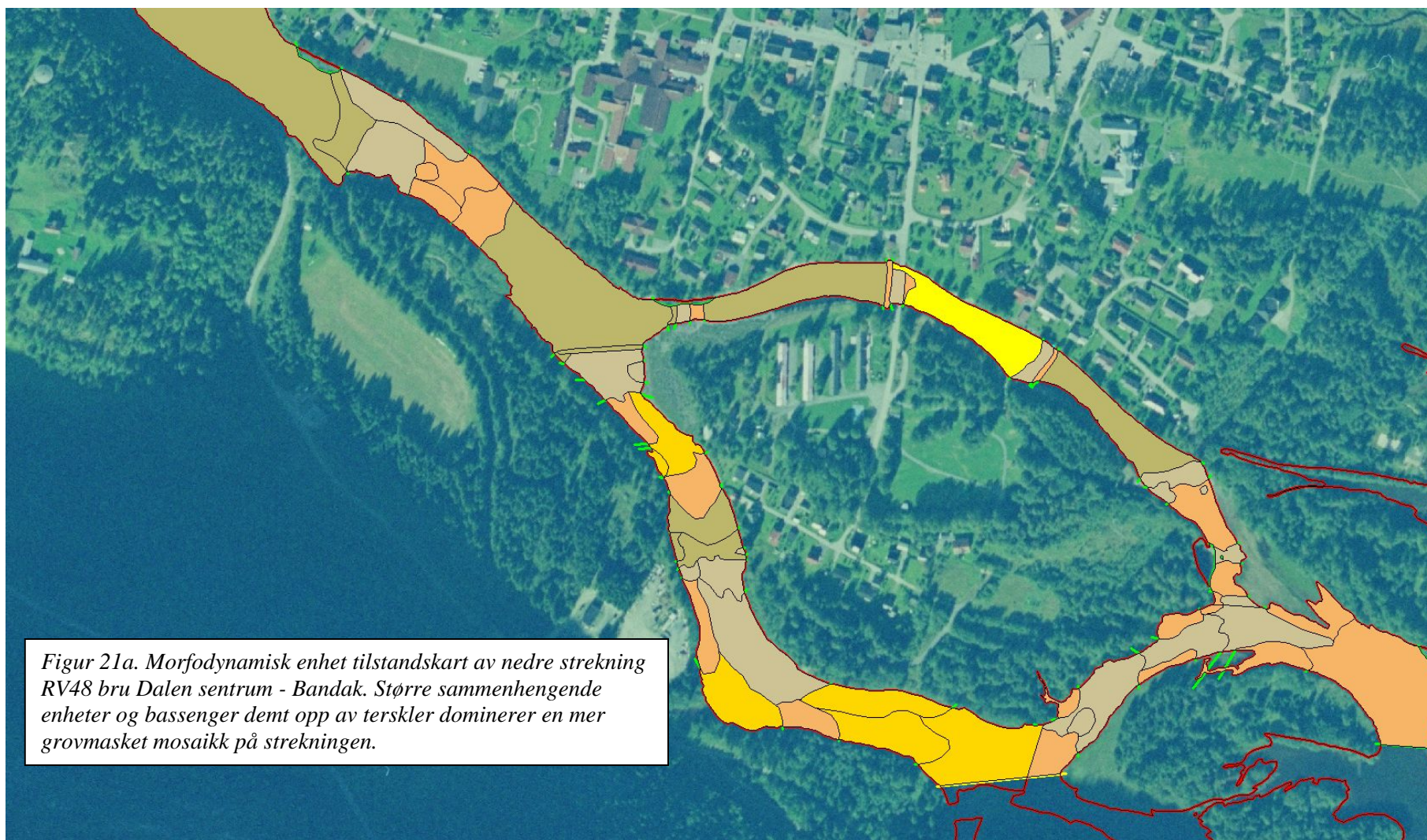


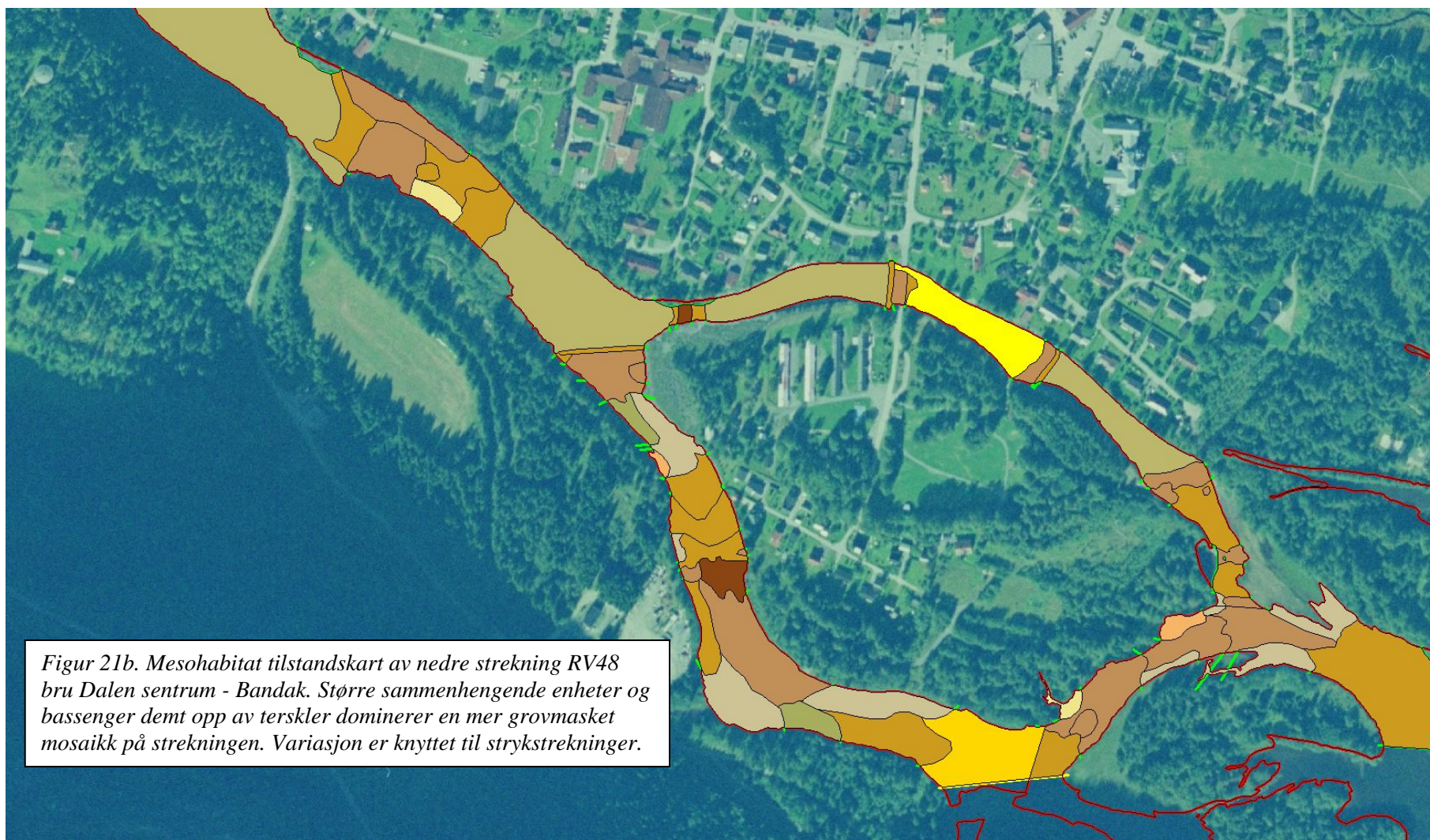


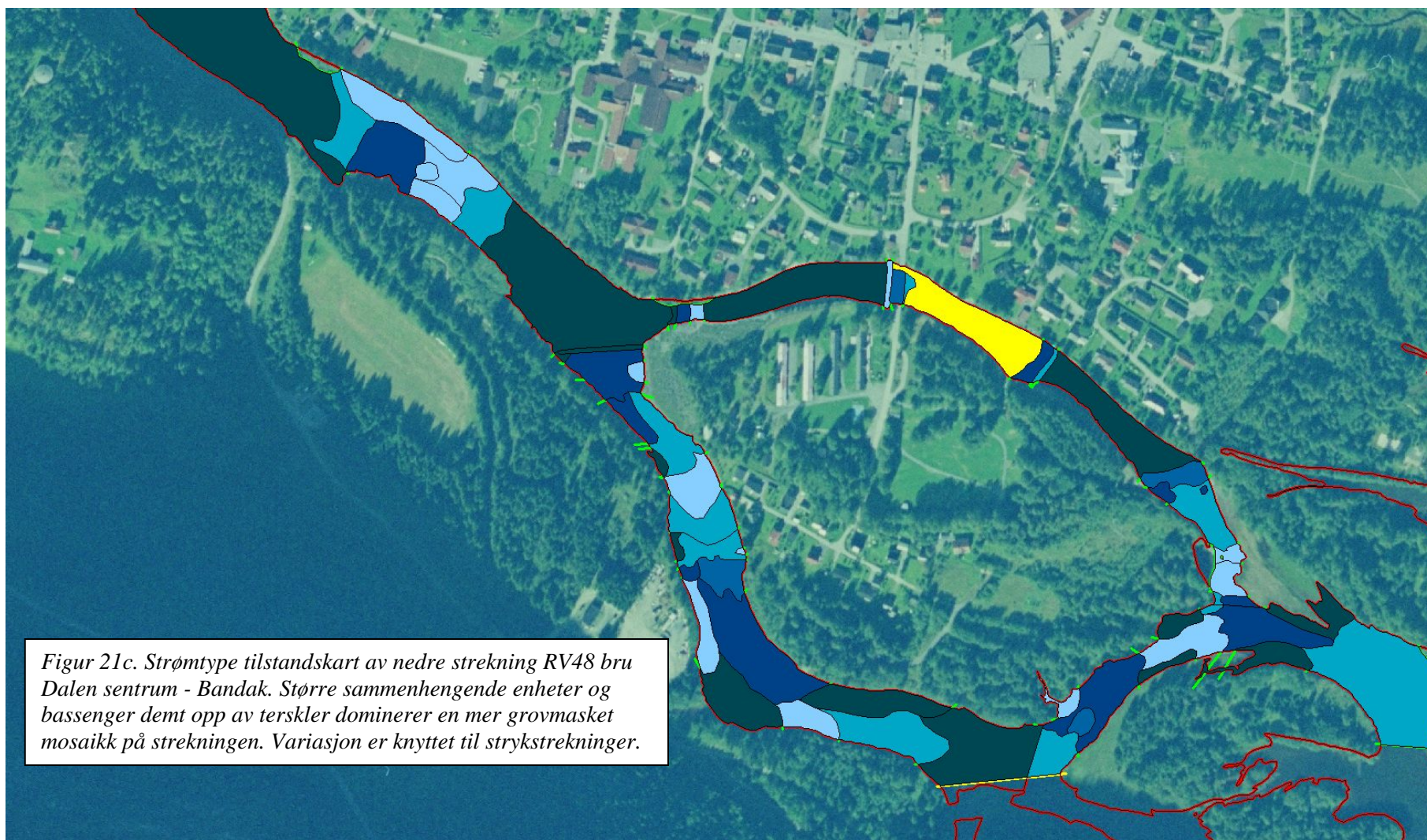
*Figur 19. Ortofoto av nedre strekning  
RV48 bru Dalen sentrum – Bandak..  
Vannkontur og terskler er merket rødt,  
klassifiserte habitatområder er merket  
grønt.*



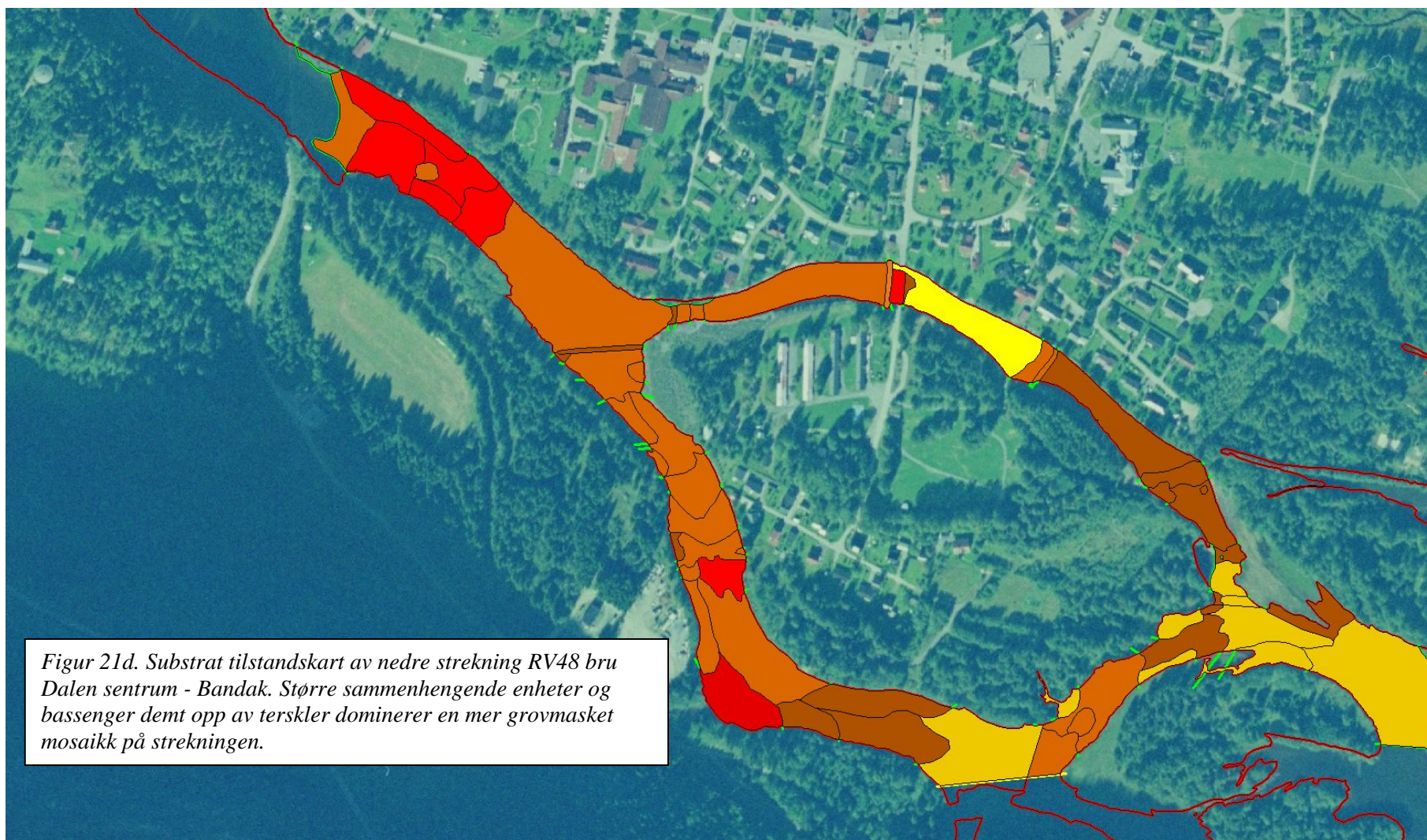
*Fig. 20. Lave "elvfot" terskler bygd langs Tokkeelva ved Buøy.*











## 4. Generelle føringer for planarbeidet

### 4.1. Veiledende prinsipper for prosess og tiltak

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

1. Gjør biologiske forundersøkelser flere ganger og gjennom året.
2. Finn ev. biologisk begrensende faktorer i prioritert rekkefølge.
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.
7. Gjør etterundersøkelser for å evaluerer effekter av tiltak.
8. Kontrollér tiltakene jevnlig mht. stabilitet og ev. skader.

#### *Biologi*

Vedr. 1 og 2: Fiskebiologiske undersøkelser ble ikke gjennomført i forbindelse med den opprinnelig reguleringen. I de senere år er det gjennomført undersøkelser av gyting av ørret i elva, både mht. antall større gytefisk (større eller lik ca. 1kg), antall og lokalisering av gytegroper, valg av gyteområder, og tidsrom for gyteaktivitet<sup>25,24</sup>. For ørret er også lokale vandringer undersøkt gjennom radiomerkningsstudier<sup>24</sup>, og tetthet av fisk på elva er systematisk undersøkt vha. elektrofiske<sup>24</sup>. Data fra disse undersøkelsene er lagt til grunn i planprosessen. Det er så langt ikke gjort egne biologiske undersøkelser i forbindelse med restaureringsprosjektet i Tokkeåi.

### *Formål*

Vedr. 3: Formål med tiltakene ble bestemt av oppdragsgiver og detaljert gjennom planprosessen (nedenfor).

### *Tiltak og plan*

Vedr. 4-5: Nødvendige og aktuelle tiltak med plangjennomføring er hovedinnholdet i foreliggende rapport.

### *Oppfølging*

Vedr. 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 begrensende 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, nærområder (landskap, nedbørfelt) og bruk (friluftsliv, fiske).

## 4.2 Målsettinger og føringer for tiltak

Elveløpet i Tokkeåi ved Dalen sentrum ble modifisert på 1960-tallet i forbindelse med reguleringsutbyggingen (forbygd og kanalisert) primært for å sikre mot flom. Disse inngrepene gjorde elva kunstig ensartet, og var negative for biologisk mangfold og produksjon. På 1970 og 80-tallet ble det bygd til sammen 15 terskler for å holde et vannspeil og legge forholdene noe bedre til rette for biologisk produksjon. Regulanten ønsker å gjøre mer systematiske og omfattende tiltak til beste for biologisk mangfold og produksjon.

De generelle målsettinger med habitat rehabilitering er å gjenskape mest mulig naturlig funksjonelle habitater og et sammenhengende biologisk nettverk mellom disse habitatene. En slik rehabiliteringsprosess krever<sup>3,4,5,10,11,13,20,22,26</sup>:

- 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 begrensende faktorer,
- å kjenne sammenheng og samspill med elvekanter, nærområder (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 konkrete målsettingene med tiltaksplanen i Tokkeåi er i prioritert rekkefølge:

1. Gjenskape mest mulig naturlige biologiske funksjoner med vekt på ørret, både mht. å få større ørret for lokalt sportsfiske i elv og sikre rekruttering til Bandak.
2. Få god visuell landskapsestetikk.
3. Øke verdien for fiske og friluftsliv.

Viktige føringer for tiltak i akvatisk habitat er:

1. Aktuelle elvestrekning kan ikke endre hovedstruktur pga. flomsikring, dvs. tersklene beholdes der de er, det tillates bare begrenset grad av oppstuvning, men det kan tillates når det samtidig graves dypere, forbygninger/buner kan og bør vegeteres.
2. Det dimensjoneres for vanlige vannføringer (normal driftsvannføring fra Lio kraftverk) på  $12-13 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$ , og maksimum vannføring uten skade  $100 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$ ,
3. Eksisterende gyteområder skal ikke forringes.
4. Indre løp ved Buøy skal beholdes som det er.

## 5. Tiltakstyper

Her skisseres på en mest mulig systematisk form, verktøy og teknikker som kan være aktuelle i denne type restaureringsprosjekt (Tabell 6, 7).

Tabell 6. Oversiktlig inndeling av tiltakstyper etter virkemåte<sup>26,2,11,18</sup>.

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

Tabell 7. Egnethet av strukturelle tiltakstyper for ulike prosjektmål<sup>4,10,11,12,17,26</sup>

	Miljø og økologi									Samfunn	Gjennomføring		
	Prosjektmål												
Type tiltak	morfologisk og hydraulisk mangfold	naturlig massebalanse	naturlig temperaturregime	langsgående nettverk	lateralt nettverk	vertikalt nettverk	naturlig diveristet og tetthet flora	naturlig diveristet og tetthet fauna	fungerende kretsløp	stabil drikkevannforsyning	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.

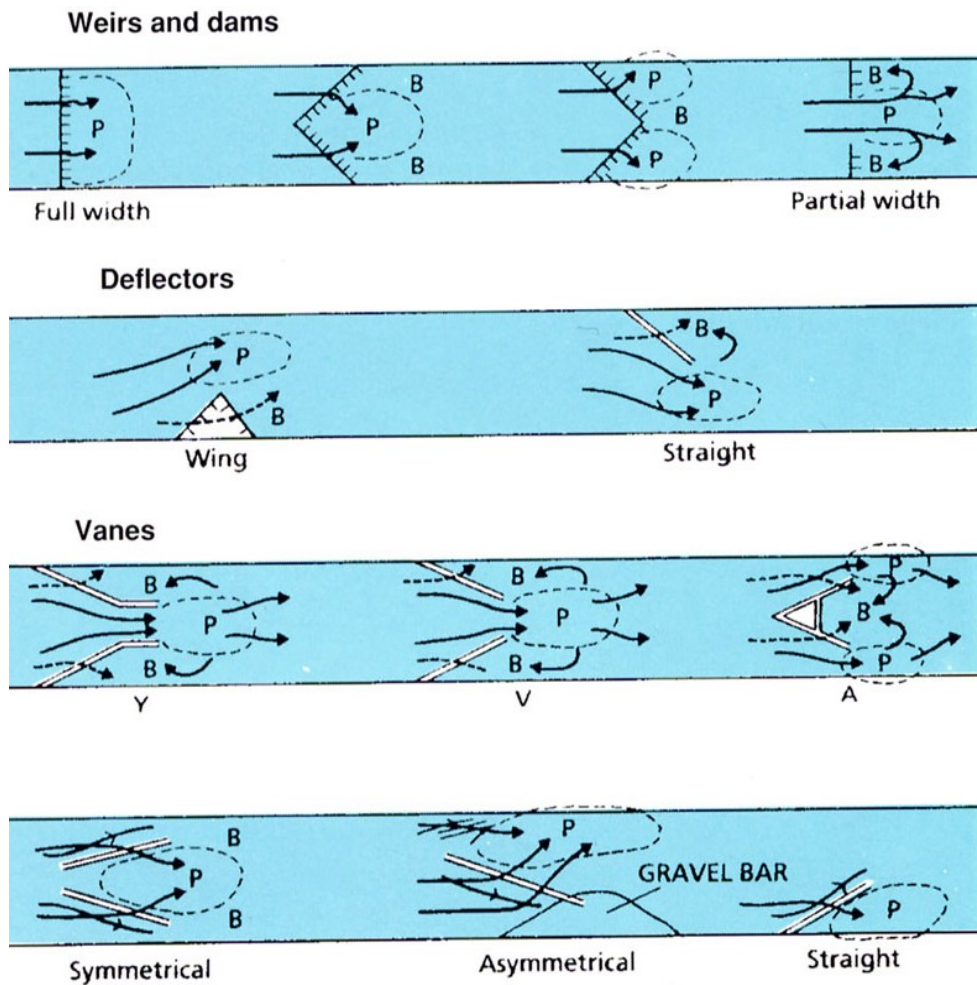
*Funksjon: Øke mangfold i strømhastigheter og dyp (lav-profil dammer, se eksempler i Fig. 22)*

- 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 produksjonsrealer
- gir substrat for evertebratproduksjon

og kan plasseres på mange ulike måter med ulike effekter (Fig.19),

- 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.



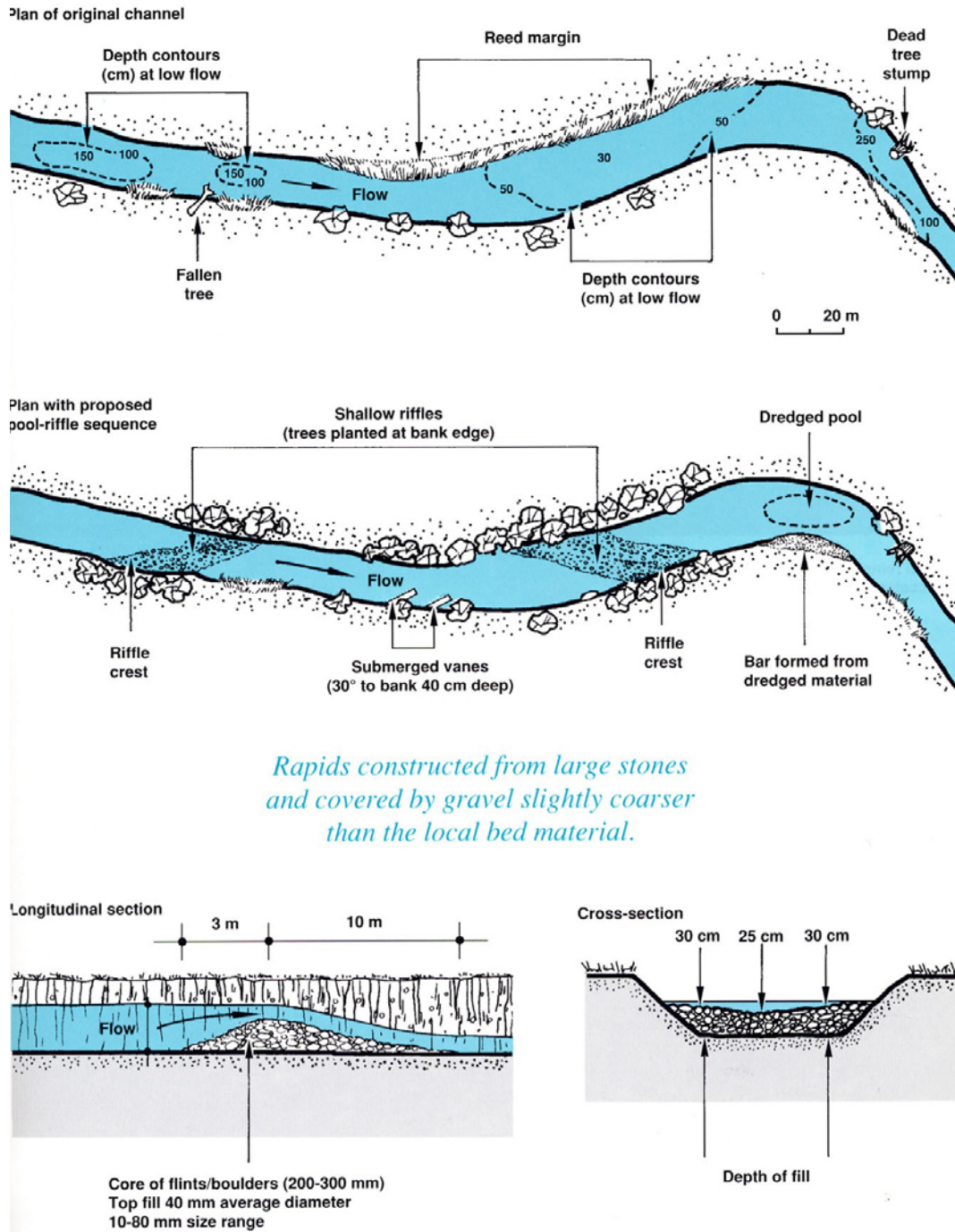


Figur 22. Eksempler på hvordan ulike typer tiltak (terskler, strømbrytere, halvterskler) kan øke mangfoldet i strømhastigheter og dyp ( $P = \text{pool}$ ,  $B = \text{banke}$ )<sup>4</sup>.

#### Tiltakstyper:

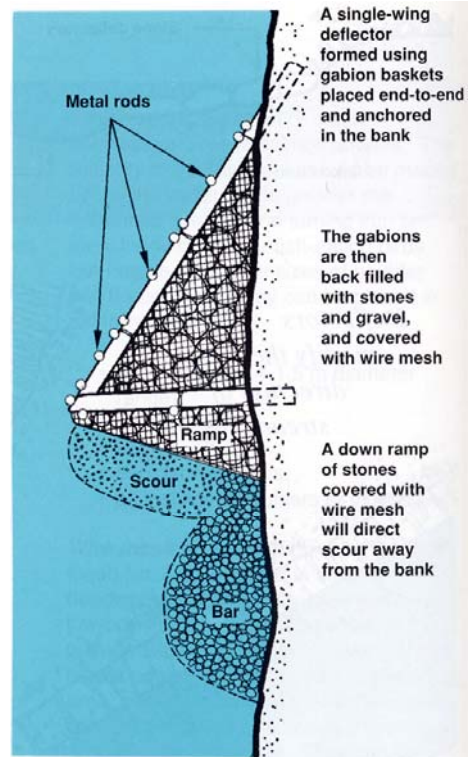
1. Terskler: (1) tradisjonelle Syvdeterskler (både motstrøms, midtstrøms og nedstrøms), (2) celleterskler, (3) grus/steinrygger (gjenskape stryk og kulper) (Fig. 23)
2. Buner (funksjon: strømvridere, gravere; materiale: stein, tre) (Fig. 24)
3. Strømvriderterskler (= dykkede buner) (funksjon: som ovenfor) (Fig. 24)
4. Trestokker og -røtter (funksjon: strømvridere, gravere, skjul) (Fig. 25)
5. Lunkere (rugger) (funksjon: strømvridere, strømkonsentrator, gravere, skjul; materiale: stein, tre) (Fig. 26)

Recreation of pools and riffles – River Wensum, UK



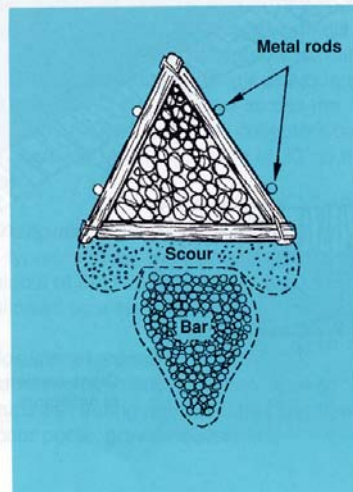
Figur 23. Eksempler fra elven Wensum, Storbritannia, på hvordan terskler i form av grusrygger kan øke mangfoldet i strømhastigheter og dyp<sup>4</sup>.

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



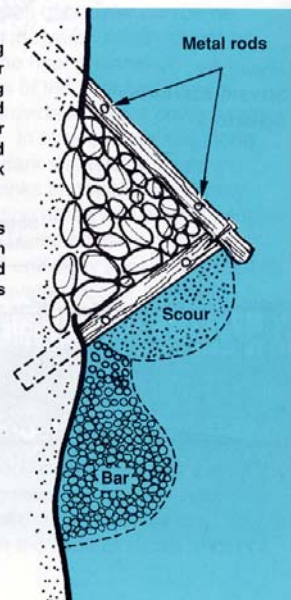
Note: for additional stability wing deflectors and vanes can be held in place by driving in 1 to 1.5 m metal rods as shown in enlarged diagrams

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

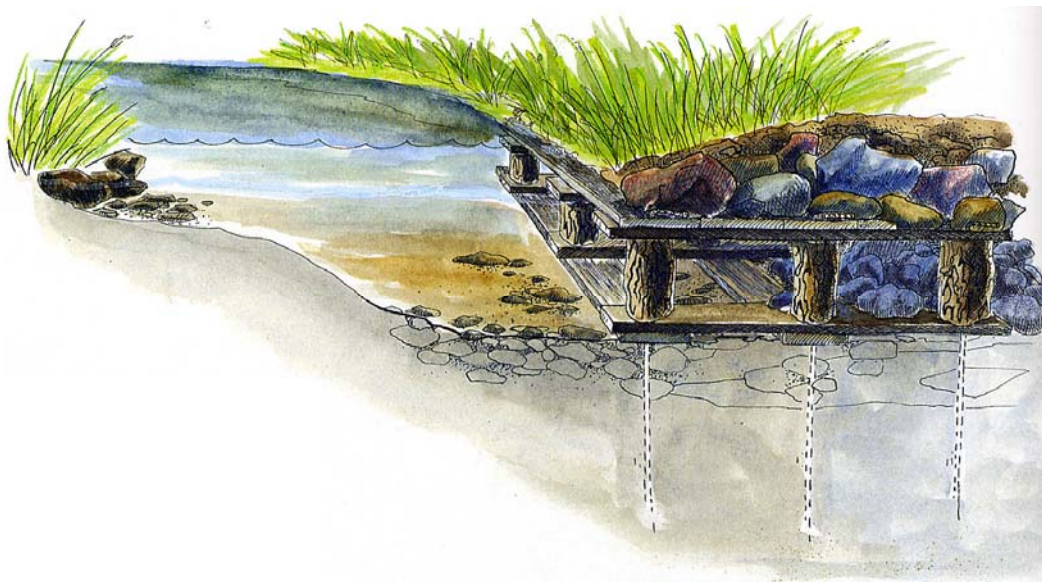
The logs are then back-filled with stones



Figur 24. Eksempler på hvordan ulike buner og strømvriderterskler kan øke mangfoldet i strømhastigheter og dyp<sup>4</sup>.



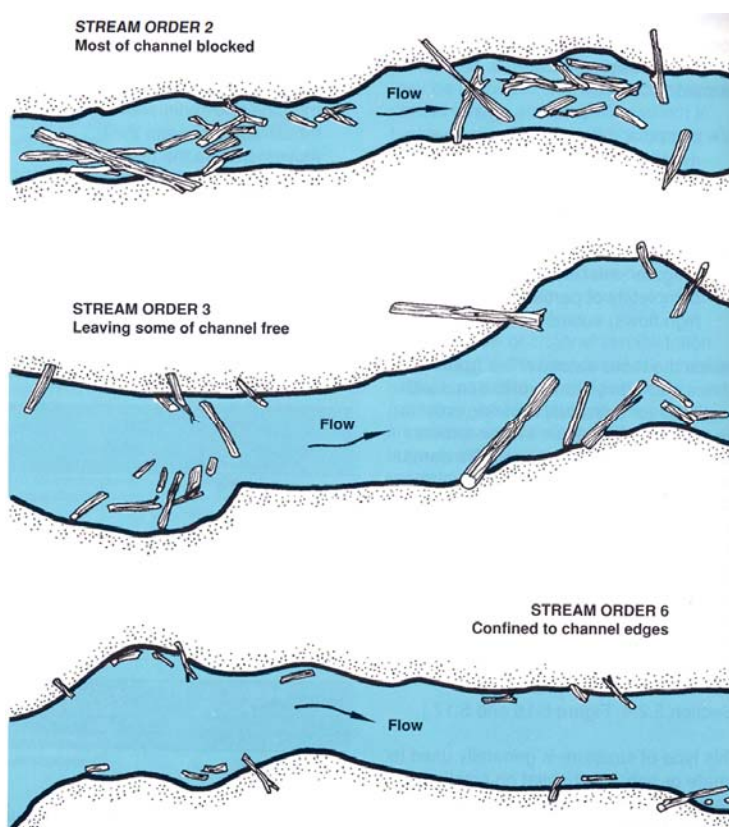
Figur 25. Eksempler på hvordan trestokker og trerøtter kan øke mangfoldet i strømhastigheter og dyp<sup>10</sup>.



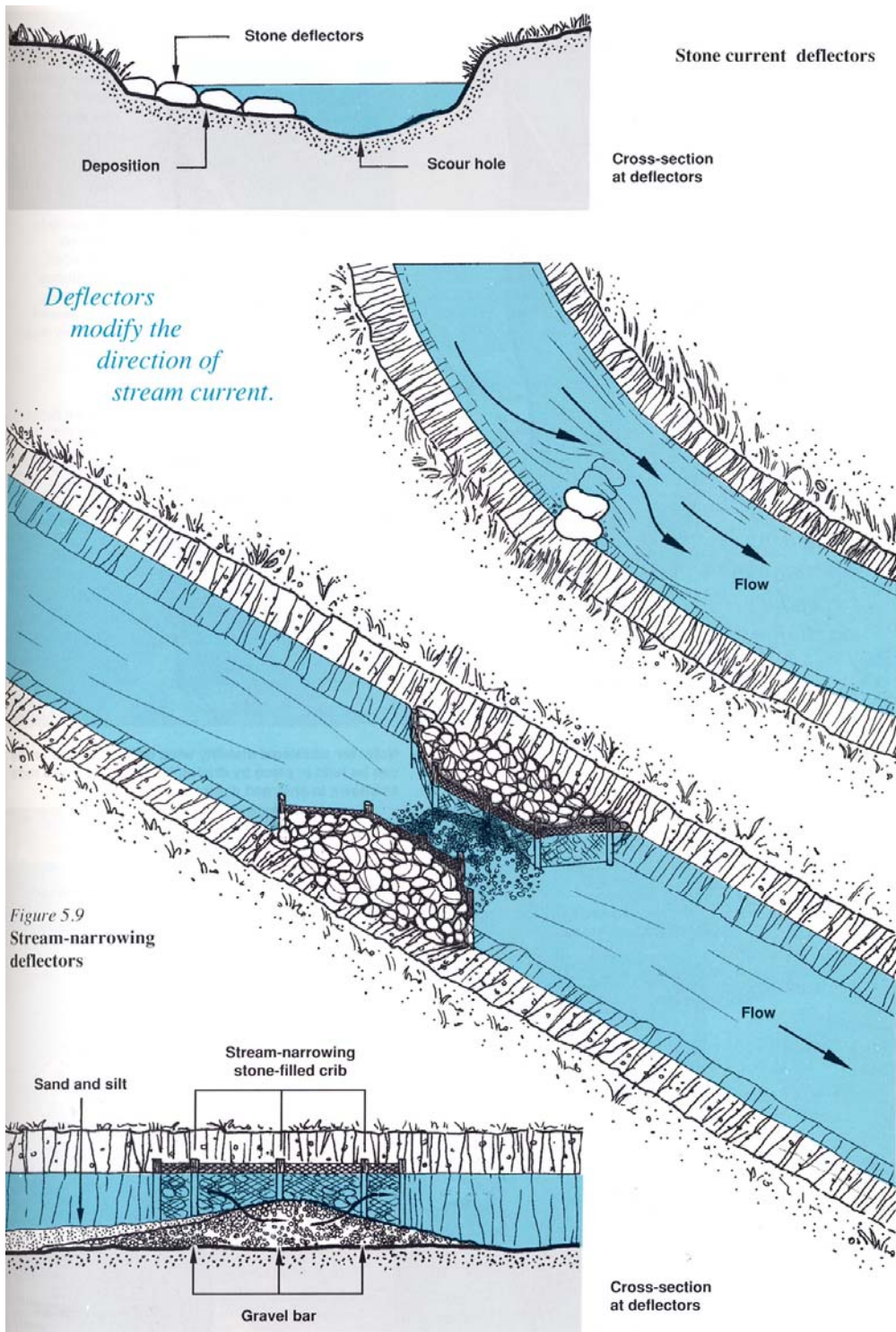
Figur 26. Eksempler på konstruksjon og plassering av en lunger (rugg) i elv<sup>10</sup>.

*Funksjon: Øke mangfold i strømretninger (strømbrytere)*

6. Buner (funksjon: strømvridere, gravere) (materiale: stein-blokk, trestammer, halv-trestammer) (Fig. 24, 25, 27a,b)
7. Strømvriderterskler (= dykkede buner) (funksjon: som ovenfor) (Fig. 24, 25, 27b)
8. Trestokker og -røtter (funksjon: strømvridere, gravere, skjul, skjul) (Fig. 26, 27a)
9. Lunkere (rugger) (funksjon: strømvridere, strømkonsentrator, gravere, skjul; materiale: stein, tre) (Fig. 26)
10. Strømkonsentrator (funksjon: øke strømhastighet, gravere, skjul; materiale: stein-blokk, trestammer) (Fig. 23, 28, 29)
11. Steingrupper (midtstrøms brytere) (Fig. 29, 30)
12. Øyer (midtstrøms brytere, strømkonsentrator)



*Figur 27a. Eksempler på hvordan naturlige (eller kunstige) trestokker fungerer til å lage ulike buner og strømvriderterskler slik at mangfoldet i strømhastigheter og dyp øker<sup>4</sup>.*

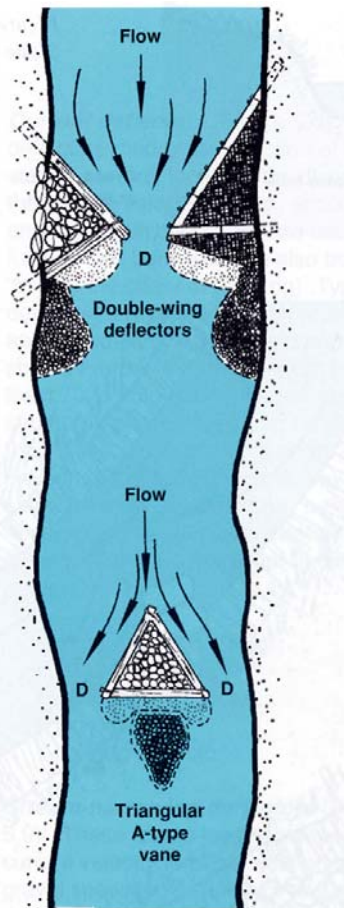


Figur 27b. Eksempler på hvordan stein naturlig eller kunstig fungerer til å lage ulike buner og strømvriderterskler slik at mangfoldet i strømhastigheter og dyp øker<sup>4</sup>



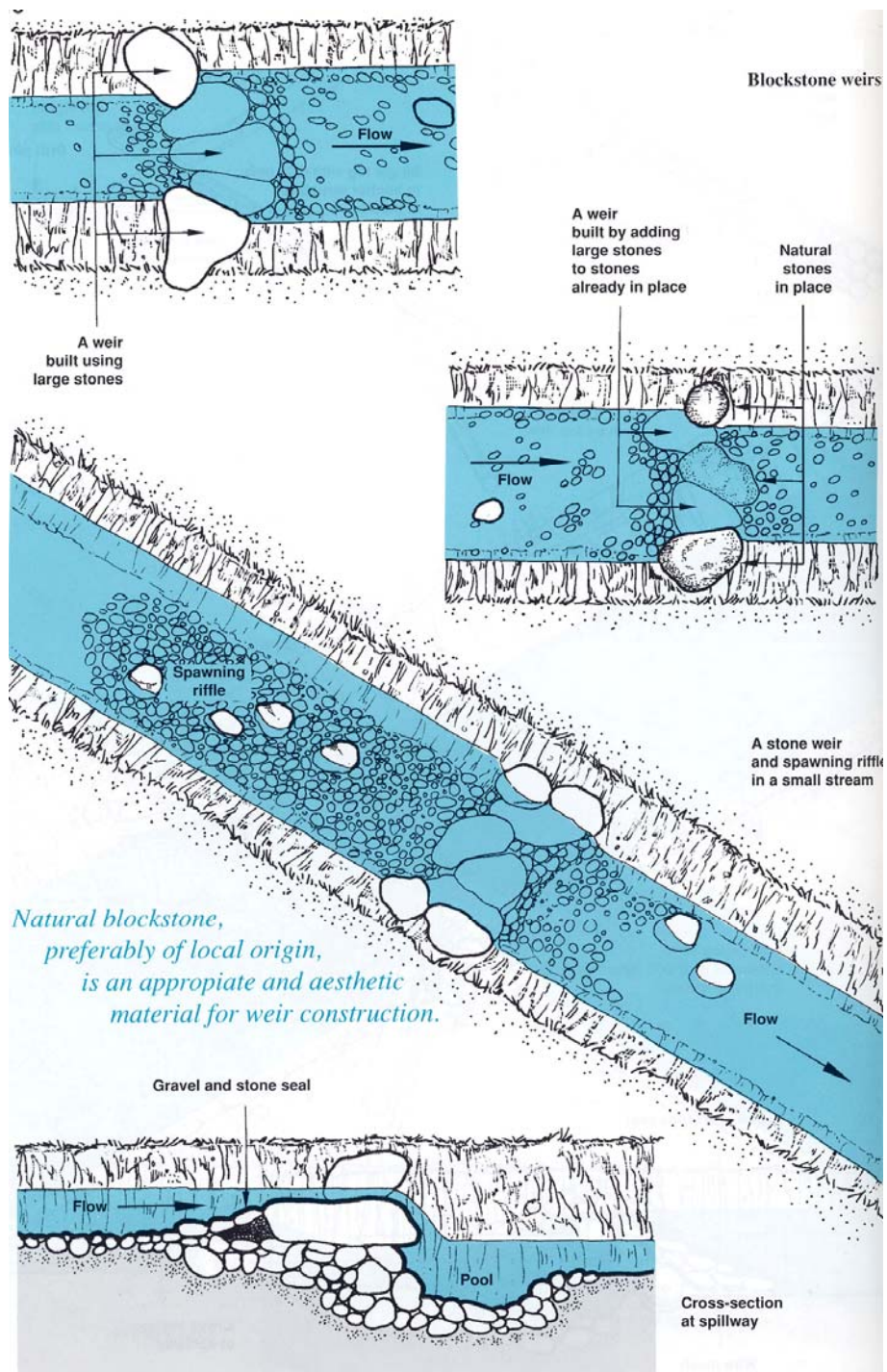
Examples of submersible double-wing deflectors and a triangular vane

*Deflectors and vanes are in-stream structures which are designed to promote bed scouring by developing secondary circulation flow.*



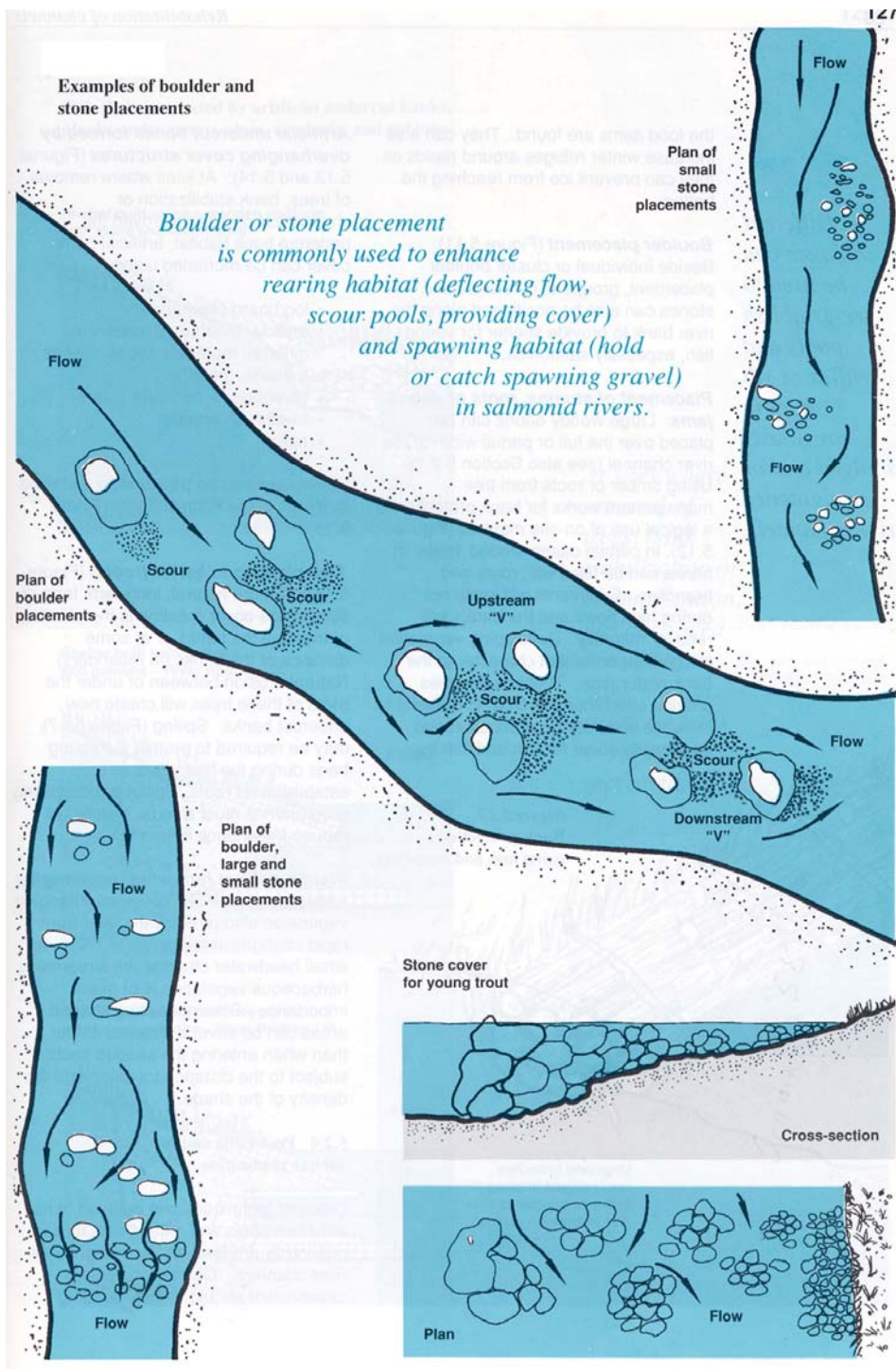
D = Deepened channel

Figur 28. Eksempler på konstruksjon og plassering av en strømkonsentrator i elv<sup>4,11</sup>.



Figur 29. 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 øker<sup>4</sup>

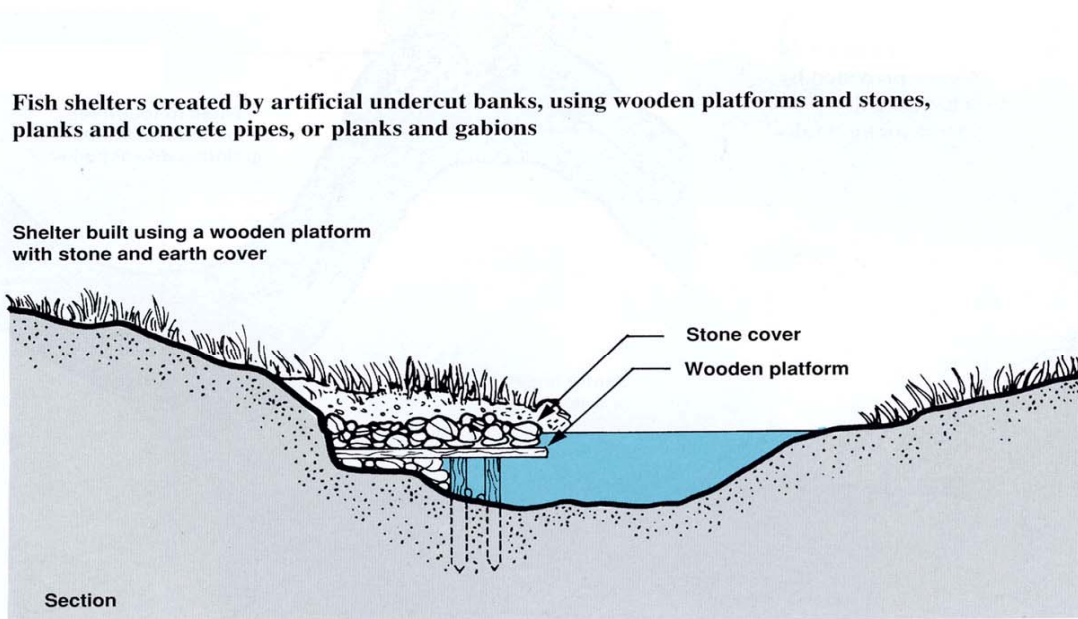




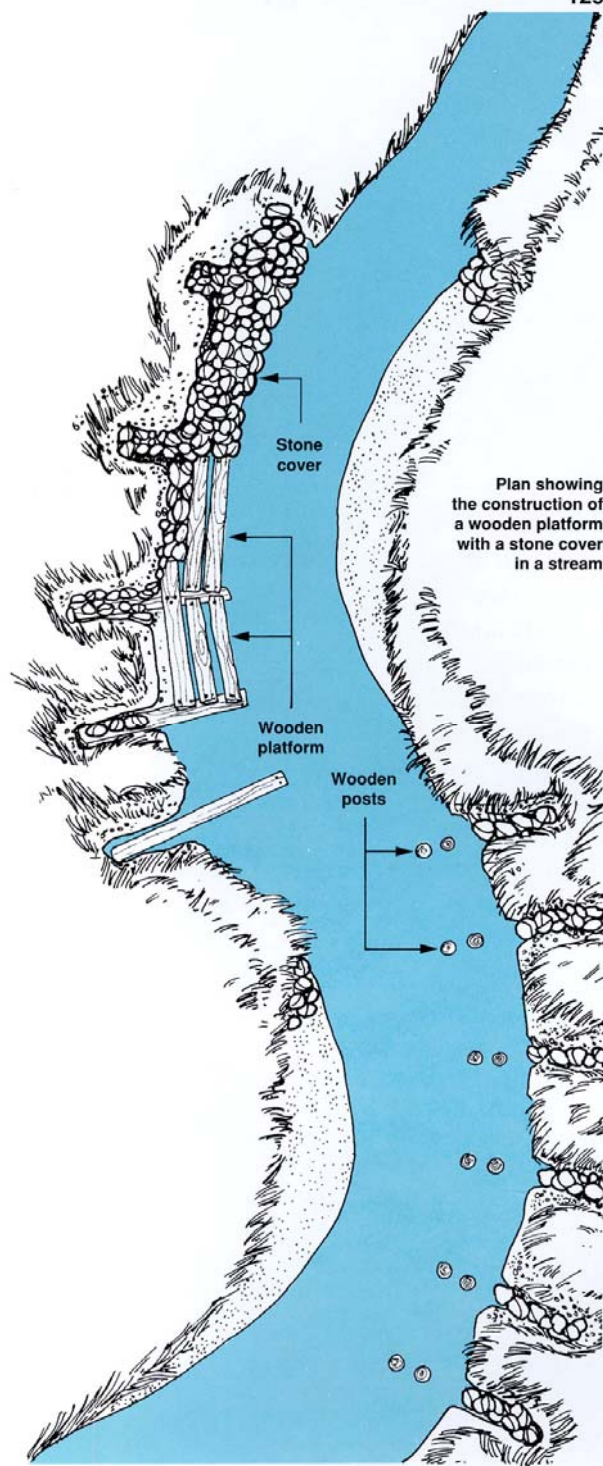
Figur 30. Eksempler på hvordan stein og blokk kan brukes for å lage ulike midtstrøms brytere for å øke mangfoldet i strømhastigheter og dyp<sup>4</sup>

*Funksjon: Øke skjul i elv og elvekanter*

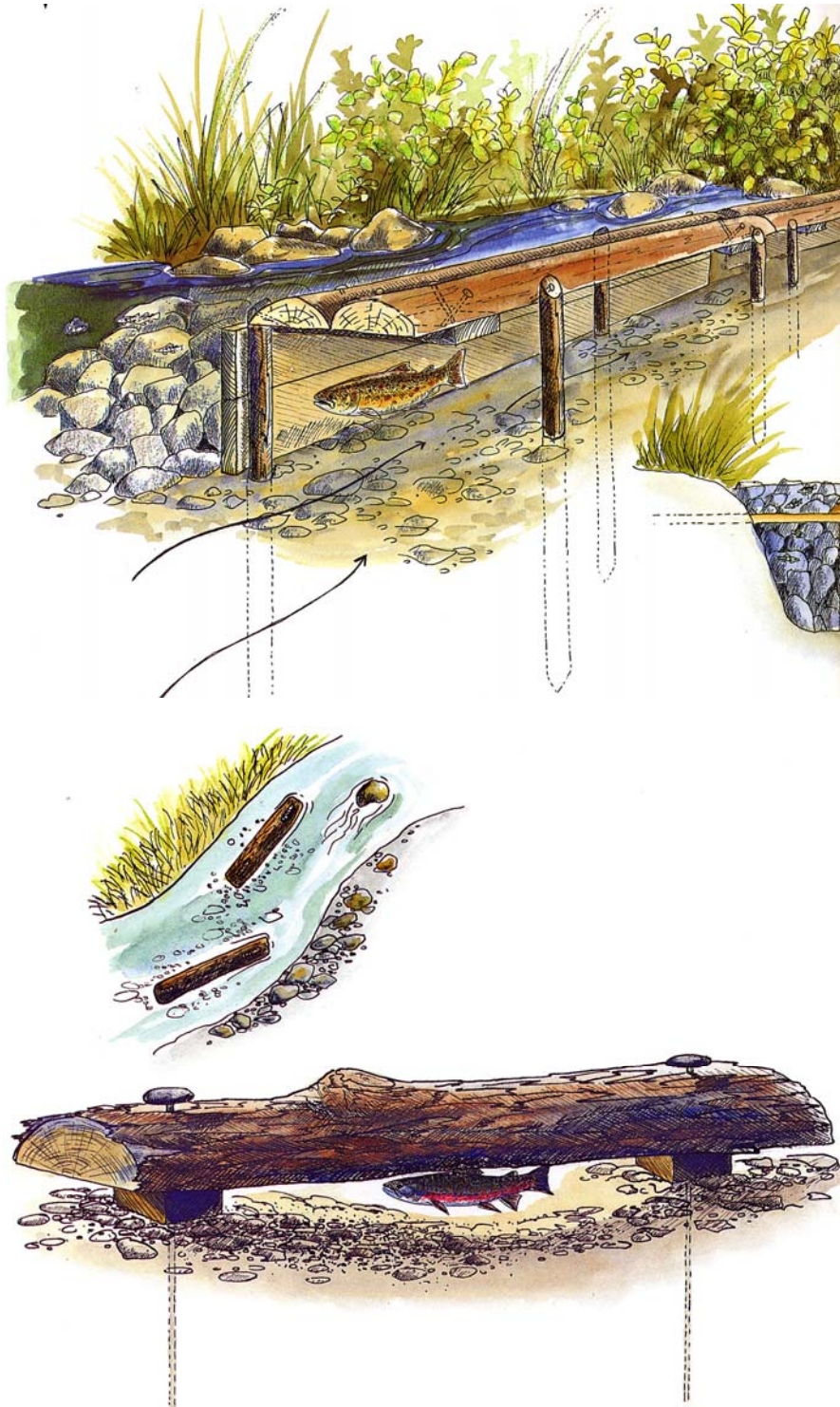
13. Riprap kanting med fot (funksjon: skjul, erosjonshinder, strømvridning; materiale: stein-blokk størrelse avgjørende) (Fig. 22)
14. Halv-stokker (min. 30 cm brede) (funksjon: skjul, strømbryter) (Fig. 23)
15. Helstokker (funksjon: kantstrømvridere, midtstrøm brytere, skjul)
16. Buskbunter (funksjon: skjul, strømbrytere, sedimentfangere; lav gradient)
17. Overbygd kantskjul (diverse utforminger; lav gradient) (Fig. 26, 31, 33)
18. K-dam (funksjon: vannvolum, strømkonsentrator, overfallsgraving, skjul) (Fig. 24)
19. Kile-dam (funksjon: vannvolum, strømkonsentrator, overfallsgraving, skjul) (Fig. 24, 28)
20. Kantskjul V-stokk, gjerne kombinert med motstående kantstrømvrider (Fig. 24)
21. Strømkonsentrator (se ovenfor)
22. (Stokk)terskel med revetment



*Figur 31. Eksempel på hvordan stein sammen med trestokker kan brukes for å øke muligheter for skjul, hindre erosjon og også vri strømmen<sup>4</sup>*



Figur 32. Eksempler på hvordan stein og blokk sammen med trestokker kan brukes for å øke muligheter for skjul og også bryte strømmen<sup>4</sup>



Figur 33. Eksempler på hvordan stokker kan brukes for å skape skjul og endre strømbildet i elv<sup>10</sup>.



Figur 34. Eksempel på konstruksjon og plassering av en K-dam med nedenstrøms skjul<sup>10</sup>.

#### Annet

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

## 6. Litteratur

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. Bahnson, C., Plaza, C., Sigvaldsen, K. og Martinex, L. 2008. Study of the population density of *Salmo trutta* in a Norwegian river influenced by hydropower production. Oppgave i emne 4311, INHM, Høgskolen i Telemark-AF, Bø i Telemark, 25 s.
3. 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.
4. 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.
5. Eie, J.A., Brittain, J.E. & Eie, J.A. 1995. Biotopjusteringstiltak i vassdrag. *Kraft og Miljø* 21, Norges Vassdrags- og Energiverk, Oslo, 79 s.
6. Flodmark, L.E.W., Forseth, T., L'Abée-Lund, J.H. og Vøllestad, L.A. 2006. behaviour and growth of juvenile brown trout exposed to fluctuating flow. *Ecology of Freshwater Fish* 15, 57-65.
7. Halari, M., Olsen, A. og Sydtveit, J. 2005. Habitat, density and nutrition of fish in Bøelva, Oppgave i emne 4311, INHM, Høgskolen i Telemark-AF, Bø i Telemark.
8. Heggenes, J. & Sageie, J. 2007. Rehabilitering av Måna elv, Tinn i telemark: Tilstand og tiltak. *HiT-skrift 6/2006*, Høgskolen i Telemark, Bø, 73 s.
9. Heggenes, J., Baglinière, J.L. and Cunjak, E. 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.

10. Hunt, R.L. 1993. Trout stream therapy. The University of Wisconsin Press, Madison, WI, 74 s.
11. Hunter, C.J. 1991. Better trout habitat – A guide to stream restoration and management. Montana Land Reliance, Island press, Washington D.C., 320 s.
12. Jensen, A. J. 1990. Growth of young migratory brown trout *Salmo trutta* correlated with water temperature in Norwegian rivers. *Journal of Animal Ecology*, 59, 603-614.
13. Jensen, A. J., Forseth, T. og Johnsen, B. O. 2000. Latitudinal variation in growth of young brown trout *Salmo trutta*. *Journal of Animal ecology*, 69, 1010-1020.
14. Klemetsen, A., Amundsen, P-A, Dempson, J.B., Jonsson, B., Jonsson, N., O'Connell, M.F., Mortensen, E. 2003. Atlantic salmon *Salmo salar* L., brown trout *Salmo trutta* L. and Arctic charr *Salvelinus alpinus* (L.): a review of aspects of their life histories. *Ecology of Freshwater Fish* 12, 1-59.
15. Museth, J, Borgstrom, R, Brittain, JE, Herberg, I & Naalsund, C. 2002. Introduction of the European minnow into a subalpine lake: habitat use and long-term changes in population dynamics. *Journal of Fish Biology*, 60, 1308-1321.
16. 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.
17. Notodden Jeger og Fiskeforening 2008. Undersøkelser av rekruttering til ørret i Tinnelva ved Tinfos, Telemark, høsten 2007. Rapport, Notodden Jeger og Fiskeforening, Notodden.
18. 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.
19. 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 4<sup>th</sup> International Gravel Bed Rivers Conference*, Oregon State University Press.

20. 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.
21. Saltveit, S. J. og Heggenes, J. 1994. Flytting av Tinnosdammen. Effekter på fisk og utførelsen av fisket i Tinnelva, Telemark. Rapport Laboratorium for ferskvannøkologi og innlandsfiske (LFI) 149, Universitetet i Oslo, Oslo, 52 s.
22. Slaney, P.A. & Zaldokas, D. 1997. Fish habitat rehabilitation procedures. Watershed Restoration Technical Circular 9, Ministry of Environment, Lands and Parks, Vancouver, British Columbia.
23. Solhøi, H. 1992. Tettheten av laks og ørret i Bøelva og Heddøla. Rapport 12/92, Fylkesmannen i Telemark, Miljøvern avdelingen, Skien.
24. Tranmæl, E. og Midttun, L. 2005. Vandrings- og bestandsundersøkelser av ørret (*Salmo trutta*) i et sterkt reulert elveøkosystem i Telemark. Mastergradsoppgave, Høgskolen i Telemark, Avdeling for allmenne fag, Bø, 80 s. + vedlegg.
25. Wollebæk, J, Thue, R., og Heggenes, J. 2003. Valg av gyteplasser og karakterisering av gytegroper til storørret på elv – kvantitativ modellering av gytehabitat. Rapport Laboratorium for ferskvannøkologi og innlandsfiske (LFI) 224, Universitetet i Oslo, Oslo, 49 s.
26. 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.



## 7. Forslag til tiltak

Her presenteres oversiktlig kart og tabell over foreslåtte tiltak. Mer generelle sammenheng og begrunnelser for forslagene er gitt foran. Et mål er å få en dypere mer konsentrert elv med rom for større fisk. Den detaljerte utforming av enkelt-tiltakene kommenteres av plasshensyn ikke her, dette må også i stor grad vurderes løpende under den praktiske utførelse av tiltakene. Et gjennomgående trekk er at det i stor grad foreslås bruk av lokale masser. Ved å ta ut lokale masser fra midtpartiene av elva skapes dypområder, samtidig som disse massene brukes til å bygge ”elvetof” og buner langs land for å konsentrere elveløpet stedvis. Disse lokale massene består sjelden av stor stein og er derfor ikke nødvendigvis stabile. Det må derfor påregnes at en del av tiltakene må vedlikeholdes med ujevne mellomrom. De tidligere løsmasseterskler som nær alle er bygget med lokale masser, har vist seg å være overraskende stabile.

### 7.1 Øvre strekning Huvestadhylen-RV48 bru Dalen sentrum

Huvestadhylen øverst på strekningen er en naturlig, stor kulp som bør forbli naturlig. Det foreslås derfor ingen tiltak her (Fig. 35).



Figur 35. Innløp mot Huvestadhylen sett nedstrøms.

Imidlertid er innløpet til hølen preget av mye stor blokk over et jevnt tverrprofil. Dette medfører at det elven særlig på lave vannføringer er splittet opp i mange små lommer uten et klart definert dypere elveløp. Det foreslås derfor at en del blokk flyttes lokalt slik at den nå svakt definerte djupålen forsterkes for å gi oppholdssteder og vandringsvei også for større fisk ved lite vann (Fig. 36, 37).



*Figur 36. Innløp Huvestadhylen på normal lavvannføring (ca.  $14\text{m}^3\text{s}^{-1}$ ) og ekstrem lavvannføring ( $2\text{-}3\text{m}^3\text{s}^{-1}$ ).*

UTSNITT NR. 9



Figur 37. Foreslåtte tiltakk oppstrøms Huvestadhylen. En mer markert dypål bør utformes (se Fig. 36).

Vannspeilet i Huvestadhylen er nå bestemt av to løsmasseterskler som begge er brede og grunne pga. svært jevn profil (Fig. 38). Vannspeil bør beholdes på nåværende nivå. Overløp på de to tersklene og elven nedstrøms (Fig. 39-40) bør bygges om for å gi mer markert, dypere løp særlig på lav vannføring. Elvefot og buner bygges langs land ved å ta lokale masser fra hovedstrømmen for derved også å skape dypområder (Fig 41-42).



*Figur 38. Terskler på ut Huvestadhylen på normal lavvannføring (ca.  $14\text{m}^3\text{s}^{-1}$ ) og ekstrem lavvannføring ( $2\text{-}3\text{m}^3\text{s}^{-1}$ ).*

Ved flytting av lokale masser bør imidlertid all større stein/blokk bli liggende der de er.



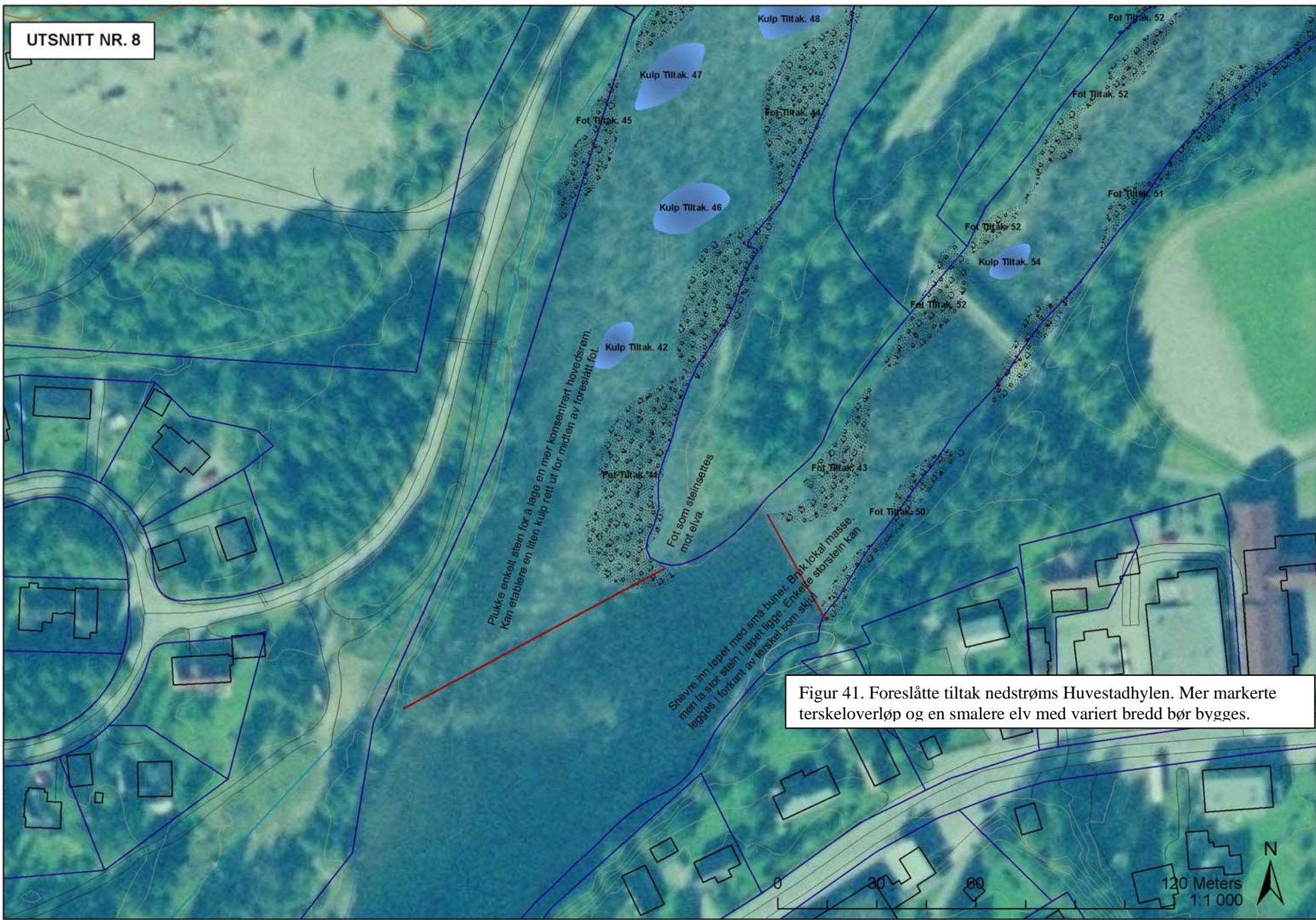
*Figur 39. Tokkeåi østre løp sett oppstrøms mot terskel på utløp Huvestadhylen på normal lavvannføring (ca.  $14\text{m}^3\text{s}^{-1}$ ) og ekstrem lavvannføring ( $2\text{-}3\text{m}^3\text{s}^{-1}$ ).*



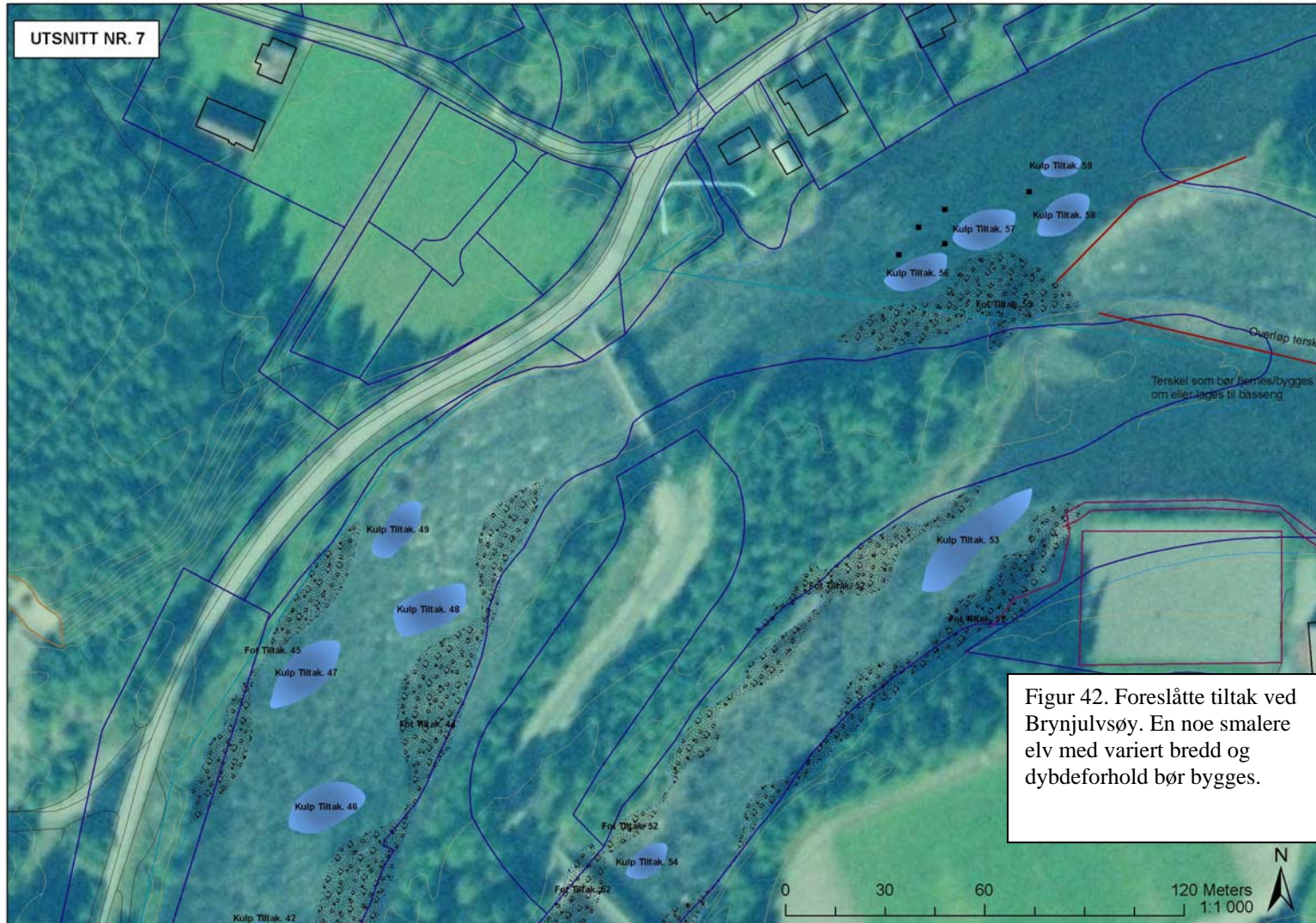
*Figur 40. Tokkeåi vestre løp sett oppstrøms mot terskel på utløp Huvestadhylen på normal lavvannføring (ca.  $14\text{m}^3\text{s}^{-1}$ ).*

Elveløpet på begge sider av Brynjulvsøy, men særlig det østre løpet, bør konsentreres noe og lages dypere. En mer variert strandlinje skapes ved å lage flere elvefoter på strekningene. Øvre ende av Brynjulvsøy forlenges/breddes for å snevre inn terskelen. Østre del av terskelen har en gunstig forløp som den ligger med en del grov stein/blokk og en nedstrøms blankstryk/kulp. Dette beholdes som det er i dag. |

UTSNITT NR. 8



Figur 41. Foreslåtte tiltak nedstrøms Huvestadhylen. Mer markerte terskeloverløp og en smalere elv med variert bredd bør bygges.



Figur 42. Foreslåtte tiltak ved Brynjulvsøy. En noe smalere elv med variert bredde og dybdeforhold bør bygges.



Nåværende terskel ved idrettsbanen er verken estetisk tiltalende eller biologisk særlig funksjonell (Fig. 43). Det er uklart hva hensikten med utformingen av denne terskelen har vært, kanskje å skape et basseng for bading. Terskelen bør ut ifra biologiske hensyn fjernes eller ev. ombygges med et mer variert og markert overløp og gjøres mye mindre lineær (Fig. 42, 44). Dagens overløp er uheldig (grunt) og tar vann fra hovedelva.



*Figur 43. Terskel nedstrøms idrettsbanen.*

Ved Lindøy foreslås terskeloverløpene i østre løp gjort mer varierte ved utlegging av grovere blokk (Fig. 44 øverst) og forsterking av en liten øy i midtløpet (Fig. 44 nederst, 43). Dette løpet er ellers rimelig variert, og det foreslås ingen tiltak nå. Habitatforholdene kan imidlertid gjøre mer gunstige for større fisk ved forsterke variasjonen, særlig ved å grave ut mer markerte dypområder. Disse har trolig blitt fylt igjen av løsmasstransport i senere år.



*Figur 44. Terskler øverst ved Lindøy, østre løp.*

Det vestre løpet har et relativt jevnt og jevnt bredt stryk-forløp (Fig. 45), men med lite dypområder. Nedre del har et flatere lengdeprofil. Terskelen øverst bør tilføres noen større helst topp-flate blokk for å skape mer substrat- og hydraulisk variasjon. Terskelen kan også strekkes ut noe nedstrøms for å utnytte fallet til en lengre (blank)stryk. Forholdene videre nedstrøms kan forbedres ved å forsterke den nåværende semi-naturlige habitat variasjon gjennom å forsterke kulper og grave dypområdene dypere. Utgravde masser brukes til å lage buner og elvefot på stedet (Fig. 46, 47) for å gi en noe mer variert strandlinje. Et særlig tiltak vil være å heve et svært grunt parti nedstrøms terskelbasseng ved idrettsbanen og rundt en liten øy her (Fig. 47, 48). Partiet tørrlegges i perioder og kan fungere som felle for småfisk. Det tar dessuten vann fra hovedløpet, og har liten estetisk funksjon ettersom det ikke dannes noe vannspeil. Vannet sildrer mellom steiner.



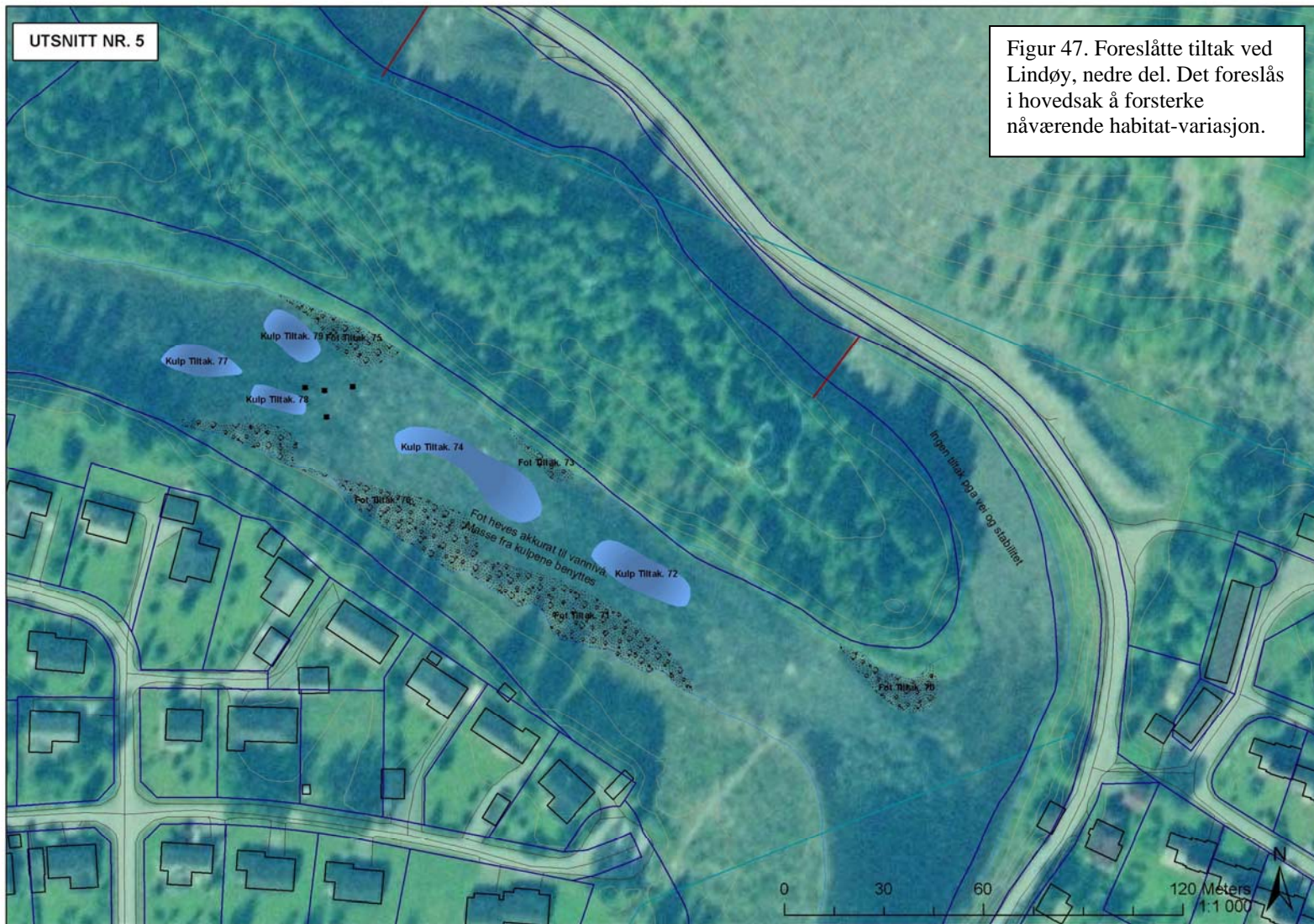
*Figur 45. Tokkeåi vestre løp sett nedstrøms ved Lindøy.*



Figur 46. Foreslåtte tiltak ved Lindøy, øvre del. Det foreslås i hovedsak å forsterke nåværende habitat-variasjon.

UTSNITT NR. 5

Figur 47. Foreslåtte tiltak ved Lindøy, nedre del. Det foreslås i hovedsak å forsterke nåværende habitat-variasjon.





Figur 48. Grunt parti kan tørrlegges nedstrøms terskelbasseng ved idrettsbanen.

## 7.2 Nedre strekning Dalen - Bandak

Ved brua/Fredheim er elva innsjøliggende; stor, dyp, bred og stilleflytende (Fig. 49). Det er neppe realistisk å forslå tiltak på denne del av elva. Ned mot terskelen grunnes elva opp. Dette ensartede men grunnere partiet kan brytes opp ved å lage elvebreddsfoot på begge sider, og ta massene fra elva for å også lage mer variert bunnstruktur (Fig. 51).

Overløpet på terskelen gir i dag en jevn, grunn og bred stryk (Fig. 50). Et mer markert overløp og dypere stryk vil gi bedre vandingsmuligheter og oppholdssteder for større fisk. Elvefoot bør ha en høyde tilsvarende ca.  $13\text{m}^3\text{s}^{-1}$ . Djupålen legges langs nåværende svake djupål. Buner vil variere strandlinjen og gi bedre tilkomst for fritidsbruk.

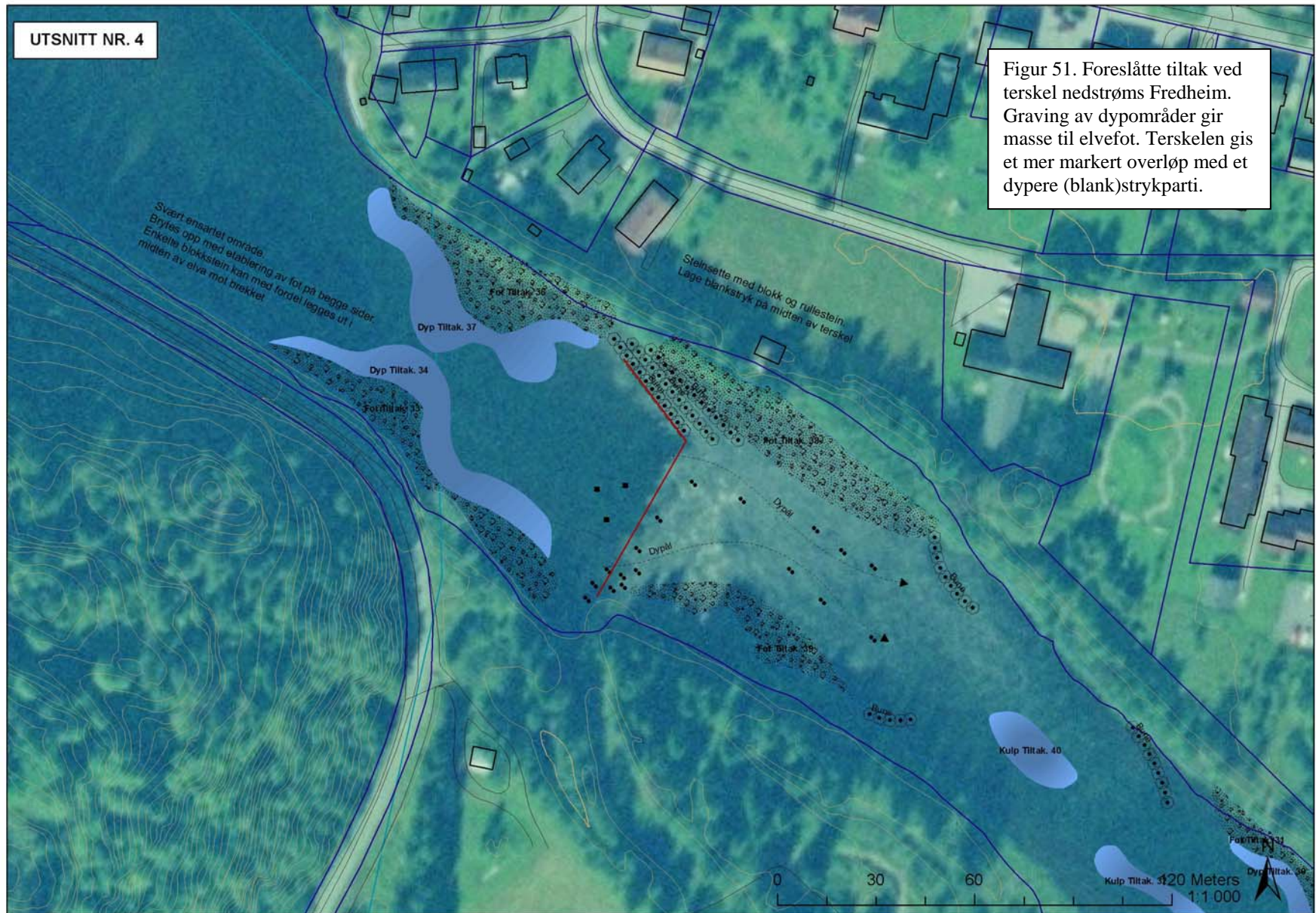


*Figur 49. Bredt og stilleflytende parti oppstrøms mot Fredheim.*



*Figur 50. Bredt og grunt overløp ved terskel nedstrøms Fredheim.*

UTSNITT NR. 4



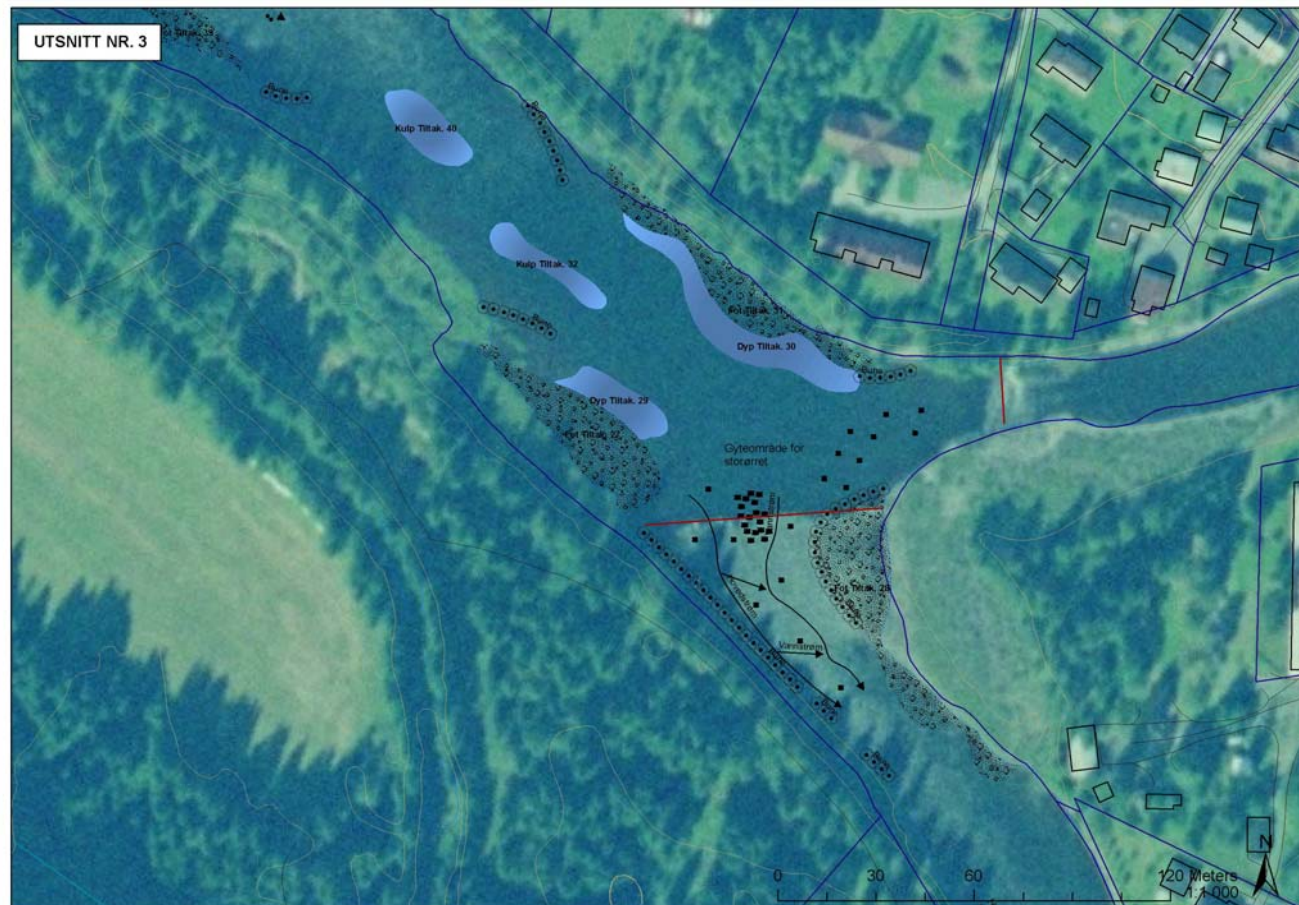
Figur 51. Foreslåtte tiltak ved terskel nedstrøms Fredheim. Graving av dypområder gir masse til elvefot. Terskelen gis et mer markert overløp med et dypere (blank)strykparti.



Ned mot terskelen oppstrøms Buøy har Tokkeåi et nær tilsvarende forløp som mot terskelen nedstrøms Fredheim (Fig. 52), og nokså tilsvarende tiltak foreslås (Fig. 53). Imidlertid bør området rett oppstrøms terskelen forbli urørt, fordi det i dag fungerer som et gyteområde for (stor)ørret (Fig. 10, 52).



*Figur 52. Bredt og grunt overløp ved terskel oppstrøms Buøy.*



Figur 53. Foreslåtte tiltak ved terskel oppstrøm Buøy. Graving av dypområder gir masse til elvefot. Terskelen gis et mer markert overløp med et dypere (blank)strykparti.

Terskelen oppstrøm Buøy har et relativt gunstig lengdeprofil, men bør konsentreres og brytes opp med blokk, gjerne med flat topp, slik at overløpet blir dypere og bestående av flere små blankstryker (Fig. 54).

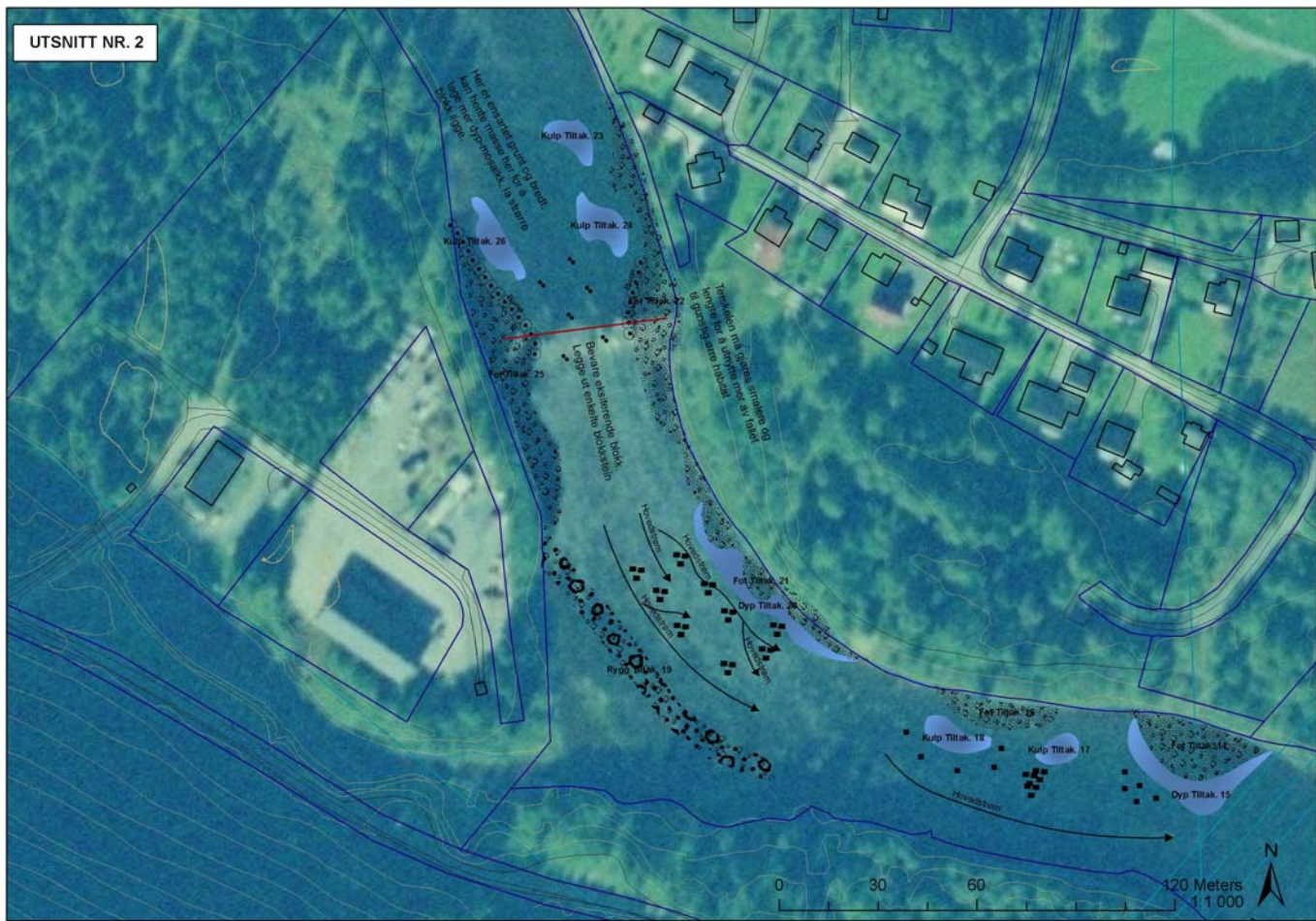


*Figur 54. Terskel Buøy på normal (ca.  $14\text{m}^3\text{s}^{-1}$ ) og ekstrem lavvannføring ( $2\text{-}3\text{m}^3\text{s}^{-1}$ ).*

Den neste terskelen ved Buøy (Fig. 55) bør gjøres smalere og lengre for å utnytte mer av fallet til gunstig habitat for ørret og gi bedre vandringsvei ved lite vann (Fig. 56).



*Figur 55. Andre terskel ved Buøy på normal (ca.  $14\text{m}^3\text{s}^{-1}$ ) og ekstrem lavvannføring ( $2\text{-}3\text{m}^3\text{s}^{-1}$ ).*



Figur 56. Foreslåtte tiltak ved terskel oppstrøm Buøy. Graving av dypområder gir masse til elvefot og buner. Terskelen konsentreres og forlenges for å gi et dypere blankstrykparti brutt av blokk.

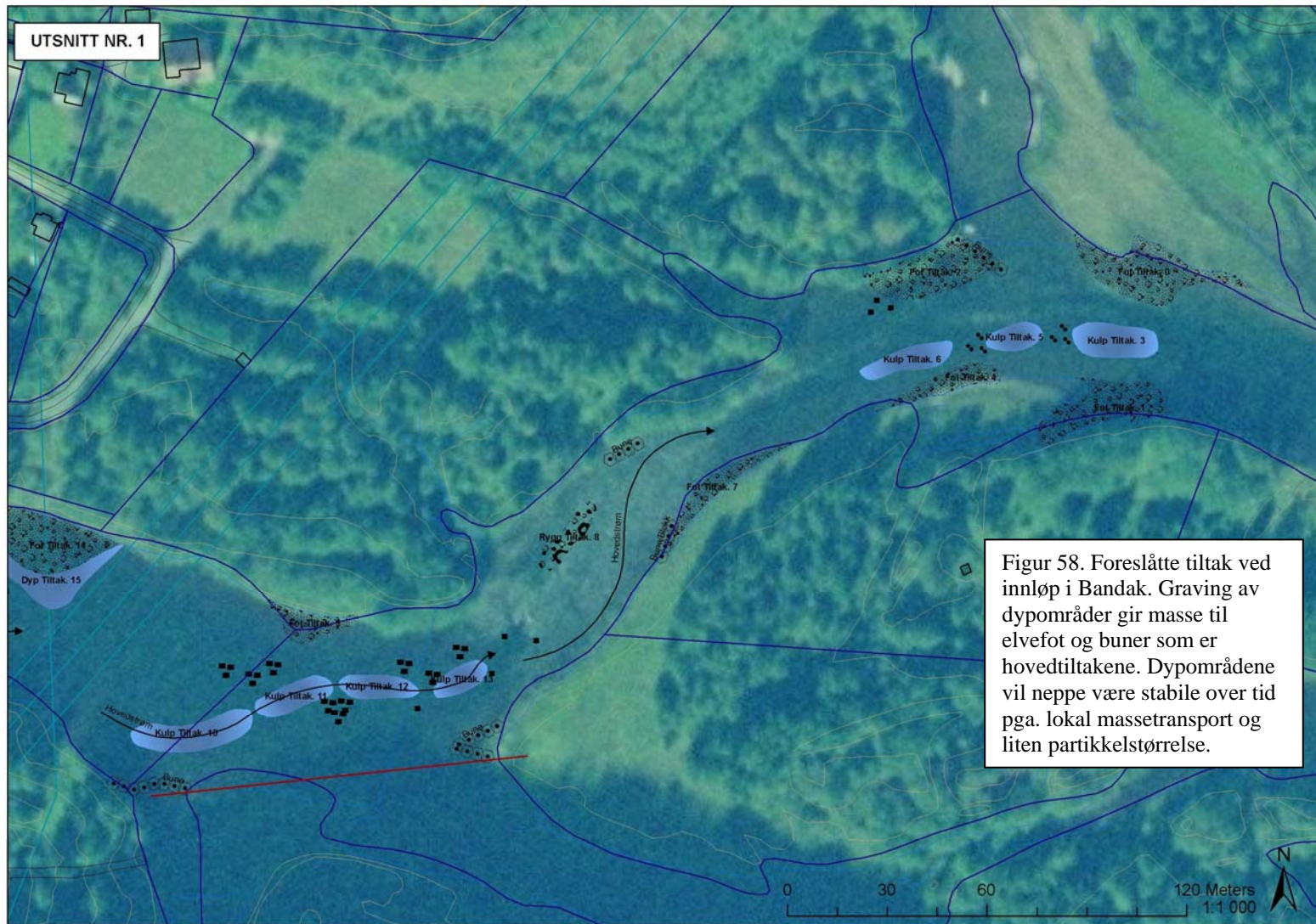
Elvepartiet nedstrøms terskelen er i dag relativt ensartet. Gjennom å grave dypområder og bruke de lokale massene til å gi en mindre lineær strandlinje, kan det skapes mer habitatvariasjon for ørret og mer opplevelsesvariasjon og letter tilkomst for fritidsbrukerne.

Den nederste del av Tokkeåi mot Bandak har et mer variert semi-naturlig forløp, med vandringsvei og oppholdssteder også på lav vannføring (Fig. 57). Det er også sannsynlig at på denne delen av elva vil tiltak ha en noe mer kortvarig biologisk effekt pga. relativt liten partikkelstørrelse og dermed raskere gjenfylling/oppfylling av de variasjonselementer, særlig dyp, som ønskes skapt. Derfor vil tiltakene her trolig kreve mer vedlikehold enn lenger opp i elva. Tiltak langs standsonen vil imidlertid være mer stabile og er derfor prioritert i denne planen (Fig. 58).

Til slutt: Det er avgjørende viktig at når tiltak i Tokkeåi er gjennomført, må dette følges opp av etter undersøkelser for å evaluere effektene av tiltakene. Dette er også viktig for overførbarheten av erfaringer fra Tokkeåi til andre vassdrag.



*Figur 57. Tokkeåi ved utløp i Bandak (sett oppstrøms) på normal lavvannføring (ca.  $14\text{m}^3\text{s}^{-1}$ ) og ekstrem lavvannføring ( $2\text{-}3\text{m}^3\text{s}^{-1}$ ).*





VEDLEGG. Tiltaksliste

Type Nr tiltak -	Kommentar
0 Fot	På nedre strekning tiltak 0-13: Det er på denne delen vi sannsynligvis vil ha minst varig biologisk effekt av tiltak. Det kan bli vanskelig å opprettholde en mer varig variert bunnmosaikk her pga. relativt liten substrat partikkelstørrelse, slik at dyp lettere fylles igjen. Det som iallfall bør gjøres, er å utvide nåværende
1 Fot	412 elvefot som foreslått her. Det vil gi noe smalere
2 Fot	elv på normalvannføringer og dermed litt mer hastighet og dyp. Svake
3 Kulp	418 innsnevringar vha. blokk vil også gi en mer stabil djupål. Samtidig er denne delen av elva slik den ligger ikke så verst mht. habitat, men 234 for ensartet, særlig nedre del.
4 Fot	Alle elvefot bør ligge ca. 10cm over vannspeilet ved normalvannføring ca 13m <sup>3</sup> /s. Lokal masse tas ut fra midtparti for å lage kulp og flyttes mot breidd til å lage fot. Viktig at fot ikke fungerer som strandingsfelle ved ev. utfall.
5 Kulp	112
6 Kulp	169
7 Fot	183 Krever bare litt heving
8 Rygg	142 Eksisterende rygg heves 10-20 cm
9 Fot	168 Eksisterende liten grunn øyr heves og utvides vha. lokale masser.
10 Kulp	Masse brukes i elvefot. I dag ingen terskel mot sør slik kartet viser, derimot en grunn øyr/fot som må være lagt opp ved tidligere tiltak. Den kan ev. heves litt 291 slik at den når nivå 13m <sup>3</sup> /s.
11 Kulp	Sør for nye kulper er i dag en jevn glide som bør brytes opp og gjøres mer mosaikk-preget (ta masser ut av kulper, lage fot, legge ut blokk) med en markert 168 djupål. Her kan det også lages flere gyteplasser, men det bør avvantes. Det er foreløpig
12 Kulp	146 ingen lokal rekrutteringssvikt
13 Kulp	111
14 Fot	501 Masser taes utenfor fr kulp
15 Dyp	323 Massene benyttes til fot
16 Fot	260 Massene fra kulper benyttes til fot
17 Kulp	89
18 Kulp	137
19 Rygg	Grunn rygg i dag hvor enkeltstein stikker opp. Bør heves til 13m <sup>3</sup> nivå for å unngå lekkasje ut i bakevje. (Er lite glad for denne bakevjen, men kan lite gjøres 765 ved.)
20 Dyp	285
21 Fot	I dag en ca 2m bred rullesteinsskulder her, bør heves til litt over 13m <sup>3</sup> /s nivå ved å grave opp stein fra elva i forkant. Jevn stryk i elvas midtparti bør brytes 380 opp ved utlegging av noen blokk.
22 Fot	997
23 Kulp	121
24 Kulp	177
25 Fot	784
26 Kulp	174
27 Fot	Terskelen nedsrøms er bra på lengde, men må konsentreres og brytes opp m mer blokk, slik at det blir dypere og flere små blankstryk. Hovedstrøm i dag på 896 sørvestsiden, bør smales enda mer ved å heve på Buøysiden.
28 Fot	1071 Lokale rullesteinsøyrrer forsterkes. Øvre del mot terskel bør også heves til fot. . Terskelbasseng ved tiltak 29-40: Svært ensartet og stilleflytende som må brytes opp så langt mulig med elvefot og fordypninger. Buner vil i tillegg gi lettere
29 Dyp	309 tilkomst for fiskere og mer varierte landskapslinjer.
30 Dyp	719
31 Fot	792
32 Kulp	267

VEDLEGG. Tiltaksliste

33 Fot	926	Parti oppstrøms terskel svært stille og ensartet. Brytes opp så langt mulig vha. elvefot på begge sider og dypål (hvor masse hentes). Utlegging av stein vil ha
34 Dyp	966	mindre hensikt.
35 Fot	0	
36 Fot	1047	
37 Dyp	1044	Justere eksisterende terkel opp til fot ved 13m <sup>3</sup> /s for å konsentrere hovedstrømmen. Terskelen er i dag for bred og grunn. Hovedstrømmen bygges
38 Fot	1423	om til en dypere blankstryk styrt av enkeltblokker. På denne siden er stryken bra med grovere stein, kan ligge, men mot
39 Fot	631	elvbredden bør terskelen justeres opp til fot ved nivå 13m <sup>3</sup> /s.
40 Kulp	341	
41 Fot	1165	Steinsettes. Øvre del av stryken er fin og bør ligge, kulp i nedkant kan forsterkes.
		Tiltak 42-49: Bredt og grunt hele veien, litt hastighet m grov stein/blokk. Bra i dag, men kan konsentreres lett v bruk av lokale masser, men det bør ikke
42 Kulp	112	senkes mer enn ca 50cm for å unngå terskellignende basseng.
43 Fot	417	Steinsettes
44 Fot	1889	Steinsettes
45 Fot	750	Steinsettes
46 Kulp	248	0,5 meter dyp
47 Kulp	249	0,5 meter dyp
48 Kulp	233	0,5 meter dyp
49 Kulp	148	0,5 meter dyp
50 Fot	387	Steinsettes
		Steinsettes. Her nede er lva i dag brei og grunn; ta mass fra sentral djupål og legg fot på sidene. Veiledning on site nødvendig herfra og oppstrøms pga små
51 Fot	1492	men viktige tiltak.
		Steinsettes. Fra gangbru og nedstrøms er elva naturlig gunstig (dyp, hastigheter, mosaikk). Hovedsak å få en mer markert djupål. Bør det flyttes forsiktig på
52 Fot	1414	mindre stein (la de store i løpet ligge!) for å lage mer djupål og legges på sidene.
53 Kulp	358	Djupål. Øysiden trenger mer rullestein (10-30cm heving).
54 Kulp	89	1 m. Kan lages en større kulp her under bru. Lag fot ved å hente lokale masser for å lage mer dyp mosaikk. Overløp i sør
55 Fot	1015	mot terskel tettes.
56 Kulp	144	
57 Kulp	173	
		Terskel nedstrøms bør tilføres noen størr, flate blokk for variasjon, samt
58 Kulp	142	strekkes ut nedstrøms for å utnytte fallet til en lengre (blank)stryk.
59 Kulp	66	
		Vegetasjon allerede etablert. Problematisk med 2 løsmasseterskler som begge er dratt godt ut i lengderetningen, men med ensartet tverrprofil og jevnt
60 Øy	144	rullsteinsubstrat. Bør styre strømmen mot øvre løp som har best habitat. Strekning 61-68: I dag en nokså jevn og jevnbred stryk uten naturlige strukturere som kan styre tiltak. Et indre sideløp bak øy mot sør tettes. Hovedløpet omdannes til mer (~50%) trappekulper vha. utgraving av lokale masser som
61 Kulp	676	brukes til elvefot/buner.
62 Kulp	263	Det kan i noen grad favorisere ørekyte, men også større ørret.
63 Kulp	414	
64 Kulp	208	
65 Kulp	161	
66 Kulp	204	
67 Fot	3413	
68 Fot	1345	

## VEDLEGG. Tiltaksliste

69 Fot	333	
70 Fot	243	Elveinnstryken er fin som den er, og konsentreres naturlig mot øya. Dette forsterkes med forsiktig oppbygging av nesten eksisterende fot.
71 Fot	782	Elva er i dag svært grunn langs bredden her. Kan trolig forsterkes bare ved å senke djupålen litt (tiltak 72), men ev. kan overskuddsmasse legges her.
72 Kulp	299	Hele partiet 72-77 er ganske gunstig habitat som det er i dag, men noe flatere enn partiet oppstrøms. Bør bare forsiktig forsterkes for å skape em litt mer marker djupål med blankstryk til glide
73 Fot	77	
74 Kulp	469	Samle midtpartiet til en djupere blankstryk.
75 Fot	236	
76 Fot	777	Elva er grunnest på denne siden og heves derfor ca. 20cm her.
77 Kulp	166	den grunne blankstryken på 77-79 fordypes og snevres noe.
78 Kulp	100	
79 Kulp	165	

## HiT skrift / HiT Publication

**Jan Heggenes, Jostein Sageie og Jostein Kristiansen:** Rehabilitering av elvehabitat i Tokkeåi, Dalen i Telemark: Tilstand og tiltak (HiT-skrift 2/2009). 85 s.

**Sigrun Hvalvik:** ”Skal vi dele en historie”? Personlige erfaringer som inntak til forståelse i eldreomsorgen. (HiT-skrift 1/2009). 20 s.

**Inger M. Oellingrath, Martin V. Svendsen, Michael Reinboth:** Kostholds- og måltidsmønster, fysisk aktivitet og vektutvikling hos barn i grunnskolen i Telemark, del 1, 4. klasseserier. (HiT-skrift 4/2008). 26 s.

**Anne Svånaug Haugan, Niels Kayser Nielsen og Peter Stadius (red.):** Musikk og nasjonalisme i Norden. (HiT-skrift 3/2008). 162 s.

**Niklas Kreander, Vivien Beattie & Ken McPhail:** Charity ethical investment: Policy practice and disclosure. (HiT Publication 2/2008). 49 s.

**Ragnar Prestholdt:** Fotomotivundersøkelsen på Geilo, Hovden og i Rauland 2007. (HiT-skrift 1/2008). 54 s., 1 cd

**Anne Aasmundsen, Per Isaksen og Ragnar Prestholdt:** Reiselivsundersøking i Setesdal 2006. (HiT-skrift 1/2007). 47 s., vedlegg.

**Jan Heggenes og Jostein Sageie:** Rehabilitering av Måna, Tinn i Telemark: Tilstand og tiltak (HiT-skrift 6/2006). 73 s.

**Nils Per Hovland:** Bygg nettverk – stå på! En studie av entreprenørielle prosesser i Buskerud, Telemark og Vestfold. (HiT-skrift 5/2006). 45 s.

**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. (HiT-skrift 4/2006). 36 s.

**Halvor Kleppen:** Etikette i golf. (HiT-skrift 3/2006). 71 s.

**Arne Hjeltnes:** Kartlegging av habitater til hjort i deler av 4 kommuner i Telemark. Utprøving av objektbasert klassifikasjon på Landsat 5 satellittdata. (HiT-skrift 2/2006). 35 s., 1 kart.

**Arne Hjeltnes:** Høyoppløselige bilder som grunnlag for overvåking av endringer i fjellvegetasjon. Skisse til nytt registreringssystem. (HiT-skrift 1/2006). 47 s.

**Ole Martin Høystad:** Tempo og paradoks i MENTALITETSHISTORISKE ENDRINGAR. 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 rensesepark. 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** (2004): Educational policies, reforms and the role of teachers unions in Mauritius. 37 s. (HiT Publication 8/2004)

**Bjørn Kristoffersen** (2004): Introduksjon til databaseprogrammering med Java. 33 s. (HiT-skrift7/2004)

**Inger M. Oellingrath** (2004): Kosthold, kroppslig selvbilde og spiseproblemer blant ungdom i Porsgrunn. 45 s. (HiT-skrift 6/2004)

**Svein Roald Moen** (2004): Knud Lyne Rahbeks Dansk Læsebog og Exempelsamling til de forandrede lærde Skolers Brug. 491 s. (HiT-skrift 5/2004)

**Tangen, Jan Ove, red.** (2004) Kyststien – tre perspektiver. 27 s. (HiT-skrift 3/2004)

**Jan Ove Tangen** (2004): Idrettsanlegg og anleggsbrukere-tause forventninger og taus kunnskap. 59 s. (HiT-skrift 2/2004)

**Greta Hekneby** (2004): Fonologisk bevissthet og lesing. 43 s. (HiT-skrift 1/2004)

**Ingunn Fjørtoft og Tone Reiten** (2003): Barn og unges relasjoner til natur og friluftsliv. 83 s. (HiT-skrift 10/2003)

**Else Marie Halvorsen** (2003): Teachers' understanding of culture and of transference of culture. 40 s. (HiT-skrift 9/2003)

**P.G. Rathnasiri and Magnar Ottøy** (2003): Oxygen transfer and transport resistance across Silicone tubular membranes. 31 s. (HiT Publication 8/2003)

**Else Marie Halvorsen** (2003): Den estetiske dimensjonen og kunstfeltet - ulike tilnærminger. 17 s. (HiT-skrift 7/2003)

**Else Marie Halvorsen** (2003): Estetisk erfaring. En fenomenologisk tilnærming i Roman Ingardens perspektiv. 12 s. (HiT-skrift 6/2003)

**Steinar Kjosavik** (2003): Fra forming til kunst og håndverk, fagutvikling og skolepolitikk 1974-1997. 48 s. (HiT-skrift 5/2003)

**Olav Solberg, Herleik Baklid, Peter Fjågesund, red.** (2003): Tekst og tradisjon. M. B. Landstad 1802-2002. 106 s. (HiT-skrift 4/2003)

**Ella Melbye** (2003): 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.** (2003): Escherichia coli-bakterien som alle har –men som noen blir syke av – en oversikt. 22 s. (HiT-skrift 2/2003)

**Olav Rosef m.fl.** (2003) Forekomsten av *E.coli* O157 ("hamburgerbakterien") hos storfe i Telemark og i kjøttdeig fra Trøndelag (2003) 25 s. (HiT-skrift 1/2003)

**Roy Istad** (2002): Oppretting av polygon. 24 s. (HiT-skrift 3/2002)

**Ella Melbye, red.** (2002): Hovedfagsstudium i forming 25 år. 81 s. (HiT-skrift 2/2002)

**Olav Rosef m.fl.**(2001) : Hjorten (*Cervus elaphus atlanticus*) i Telemark. 29 s. (HiT-skrift 1/2001)

**Else Marie Halvorsen** (2000): Kulturforståelse hos lærere i Telemark anno 2000. 51 s. (HiT-skrift 4/2000)

**Norvald Fimreite, Bjarne Nenseter and Bjørn Steen** (2000) : Cadmium concentrations in limed and partly reacidified lakes in Telemark, Norway. 16 s. (HiT-skrift 3/2000)

**Tåle Bjørnvold** (2000) : Minimering av omstillingstider ved produksjon av høvellast. 65 s. (HiT-skrift 2/2000)

**Sunil R. de Silva , ed.** (2000): 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

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

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

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

**Olav Dalland og Kjersti Røsvik** (2007) 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.** (2007) 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.** (2007) Selvevaluering av fleksibelt bachelorstudium i sykepleie. Fra intensjon til realitet. 77 s. (HiT-notat 1/2007)

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

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

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

**Per Arne Åsheim , ed.** (2003) : 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** (2003):Modeling *Pseudomonas aeruginosa* biofilm detachment. 29 s. (HiT Working Paper 3/2003)

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

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

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

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

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

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

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

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

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

**Sigrun Hvalvik** (2001): 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.** (2000): Bruken av Hardangervidda – ressurser, potensiale, konflikter. Bø i Telemark 8.-9. april 1999. Seminarrapport. 57 s. (HiT-notat 3/2000)

**Nils Per Hovland** (2000): Studenter 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 Heggenes** (2000): Undersøkelser av gyteplasser til ørret i Tinnelvas utløp fra Tinnosjø (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](mailto: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](mailto: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/dspace/>

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/dspace/>