

Økologisk tilpasset vannføring og miljødesign i regulerte vassdrag

Line E. Sundt-Hansen

Torbjørn Forseth

Hans Petter Fjellstad

NVE Oslo 19.januar 2016

CEDREN

Centre for Environmental Design of Renewable Energy



52
NINA Temahefte

Håndbok for miljødesign i regulerte laksevassdrag

Redaktører:
Torbjørn Forseth og Atle Harby

CEDREN

Centre for Environmental Design of Renewable Energy



Hva er miljødesign?

- Utrede, utvikle og gjennomføre tiltak som bedrer forholdene for laks i regulerte vassdrag, samtidig som man tar hensyn til kraftproduksjon
- Med god kunnskap og tverrfaglig samarbeid er det mulig å finne gode løsninger
- Samarbeid mellom biologer, hydrologer og eksperter på kraftverksdrift



Viktige erkjennelser

- All vassdragsregulering endrer de fysiske forholdene og livsgrunnlaget for fiskebestandene
- Regulering gir samtidig muligheter til å skape miljøforhold som er spesielt gunstige for fisk – dempe negative forsterke positive
- Naturen er også en tøff plass



Kunnskap

- Vi har nå mye kunnskap om flaskehalsene for laks, og kan «designe» regulerte elver slik at de blir bedre for laks



Del 1 – Diagnose

Verktøy (DI-D7)

DATAINNSAMLING OG VERKTØY

- Kartlegging av elveklasser, substrat og skjul
- Kartlegging av forekomst og spredning av gytehabitat
- Sammenheng mellom vanndekt areal og vannføring
- Hydrologisk variasjonsanalyse
- Temperaturdata eller modellering
- Innsamling av bestandsdata
- Beskrivelse av kraftproduksjonssystemet og regulerings effekter

SYSTEMATISERING OG KLASSIFISERING

- Laksebestanden
- Kraftproduksjon

DIAGNOSE

Habitatflaskehalser

- Skjul
- Gyteområder

Hydrologiske flaskehalser

- Vannføring:
 - sommer- og vintervannføring
 - gyte vannstand
 - smoltvannføring
 - 0+ habitat
 - homogenisering av elveløp
 - habitatforringelse
- Vanntemperatur:
 - 0+ vekst
 - smoltalder

Del 2 – Designløsninger

Tiltaksmetodikk (T1-T5)

DESIGNLØSNINGER OG TILTAKSMETODIKK

Habitattiltak

- Skjul
 - rensing av grusbanker
 - etablering av skjul
 - terskjelfjerning og annen restaurering
 - "elv i elv"
- Gytehabitat
 - rensing
 - utlegging av gytegrus

Vannbruk

- Vanntemperatur
 - fleksible tappeløsninger
 - vannmengder i nøkkelperioder
 - ulike vannveier
- Vannføring
 - økt minste vannføring
 - omfordeling
 - gyte vannføring
 - situasjonsavhengige slipp
 - utvidelser

HJELPEVERKTØY

- Byggeløssmetoden
- Vannbank
- Varighetskurver for vannføring
- Prioriteringstabell
- Vannforhandlinger
- Effektestimater for vannbruk
- Effektestimater for habitattiltak



Del I – Diagnose

Verktøy (DI-D7)

DATAINNSAMLING OG VERKTØY

- Kartlegging av elveklasser, substrat og skjul
- Kartlegging av forekomst og spredning av gytehabitat
- Sammenheng mellom vanndekt areal og vannføring
- Hydrologisk variasjonsanalyse
- Temperaturdata eller modellering
- Innsamling av bestandsdata
- Beskrivelse av kraftproduksjonssystemet og regulerings effekter



SYSTEMATISERING OG KLASSIFISERING

- Laksebestanden
- Kraftproduksjon



DIAGNOSE

Habitatflaskehalser

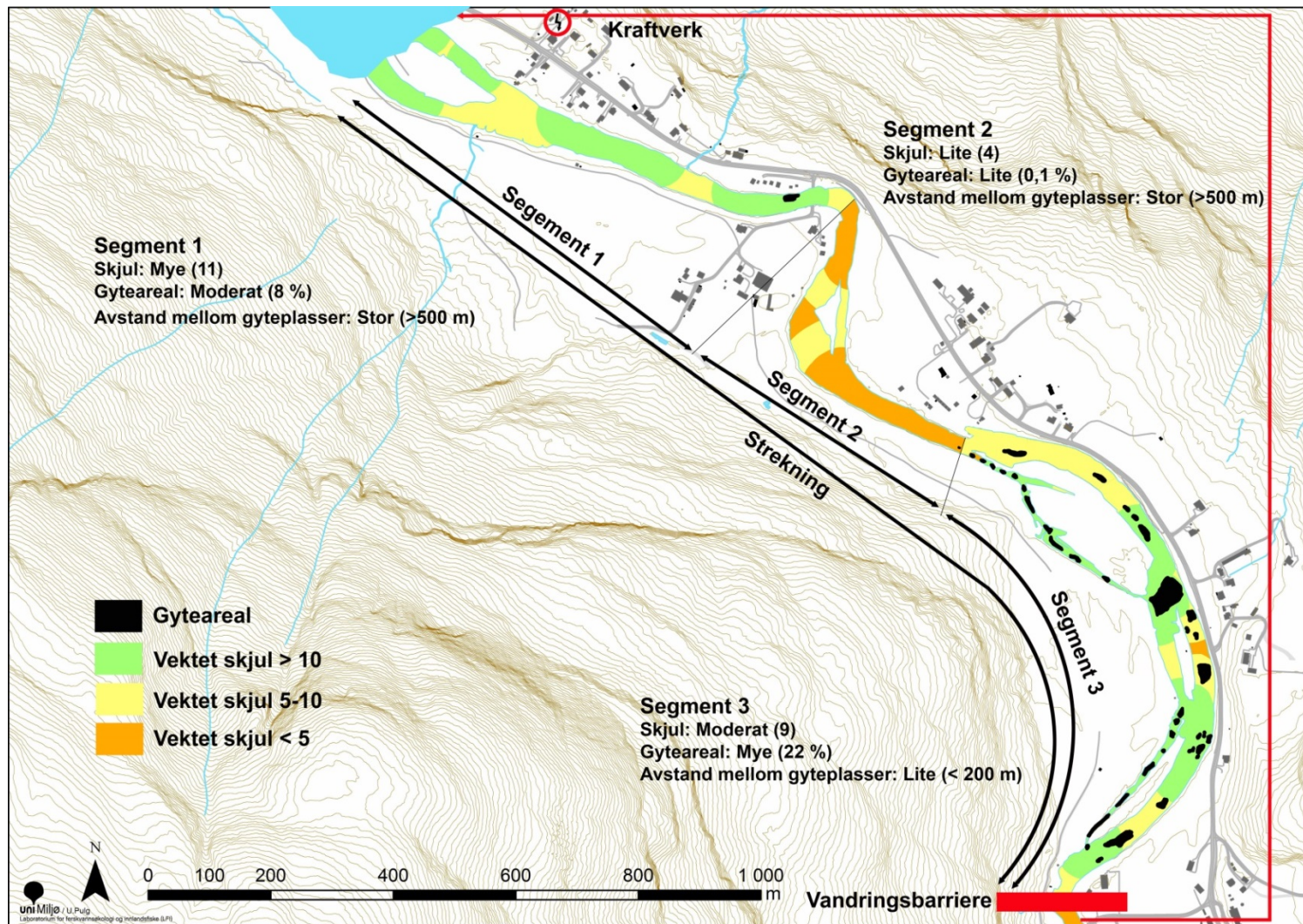
- Skjul
- Gyteområder

Hydrologiske flaskehalser

- Vannføring:
 - sommer- og vintervannføring
 - gytevannstand
 - smoltvannføring
 - 0+ habitat
 - homogenisering av elveløp
 - habitatforringelse
- Vanntemperatur:
 - 0+ vekst
 - smoltalder



Diagnosen på egnet romlig skala



Diagnoseverktøy i tabellform

Tabell 1. Et system for samlet klassifisering av gytehabitat basert på gytearealets størrelse (innenfor hvert segment) og spredning (gjennomsnittlig avstand mellom gytehabitat, på tvers av segmenter). Grenseverdiene for lite, moderat og mye gytehabitat er foreløpige, og kan bli justert når det foreligger flere erfaringstall fra norske vassdrag.

		Menge av gytehabitat som % av elveareal		
		Lite (<1 %)	Moderat (1-10 %)	Mye (>10 %)
Avstand mellom gytehabitat (på tvers av segment)	Stor (>500 m)	Lite	Lite	Moderat
	Moderat (200-500 m)	Lite	Moderat	Mye
	Liten (<200 m)	Moderat	Mye	Mye

Tabell 2. Et system for klassifisering av skjultilgang (D2) og beregning av veid (med dybden på skjul innenfor hver elvesegment).

Skjultilgang (antall v)	
Lite	Moderat
<5	5-10

Tabell 4. Klassifisering av elvesegmentets produksjon (gult er moderat produktivt og grønt er høyproduktivt) ut fra forekomst og fordeling av gytehabitat og skjul. Begrensende habitatfaktor er Gyte= gytehabitat, Skjul=skjultilgang, eller Begge=både skjul og gytehabitat. Ingen begrensende faktor betyr at hverken skjul eller gytehabitat er viktige begrensende faktorer.

		Gytehabitat		
		Lite	Moderat	Mye
Skjul	Lite (<5)	Begge	Skjul	Skjul
	Moderat (5-10)	Gyte	Begge	Skjul
	Mye (>10)	Gyte	Gyte	Ingen

Tabell 6. Klassifisering av hvor stor betydning vannføring har for fiskeproduksjonen, ut fra hvor mye vanndekt areal endres når vannføringen endres, innenfor relevant

Endring i vanndekt areal som funksjon av vannføring
Slak sammenheng som gir små endringer
Moderat bratt sammenheng
Bratt sammenheng som gir store endringer

Tabell 5. Eksempel på klassifisering av produktivitet (blått=lav, gult=moderat og grønt=høy) på elvesegmentnivå (500-1000 m lange) og den viktigste habitatflaskehalsen i segmentene.

Segment	Produktivitet	Habitatflaskehals
1	Lav	Skjul
2	Lav	Skjul
3	Moderat	Gytehabitat
4	Lav	Skjul

Tabell 7. Et system for å klassifisere (ut fra prosentvis endring i median ukemiddel minste vannføring) om og i hvilken grad endring i laveste ukemiddel vannføring fra uregulert til regulert tilstand om sommeren og vinteren representerer en flaskehals for laksebestanden. Dersom reguleringen har økt minste vannføringen er dette antatt å ha positiv effekt på laksebestanden. Denne tabellen gjelder for vassdrag med naturlig lav vintervannføring, og kan reverseres (bytte sommer og vinter) for lavlandsvassdrag i Sør-Norge der sommervannføringen er mer kritisk.

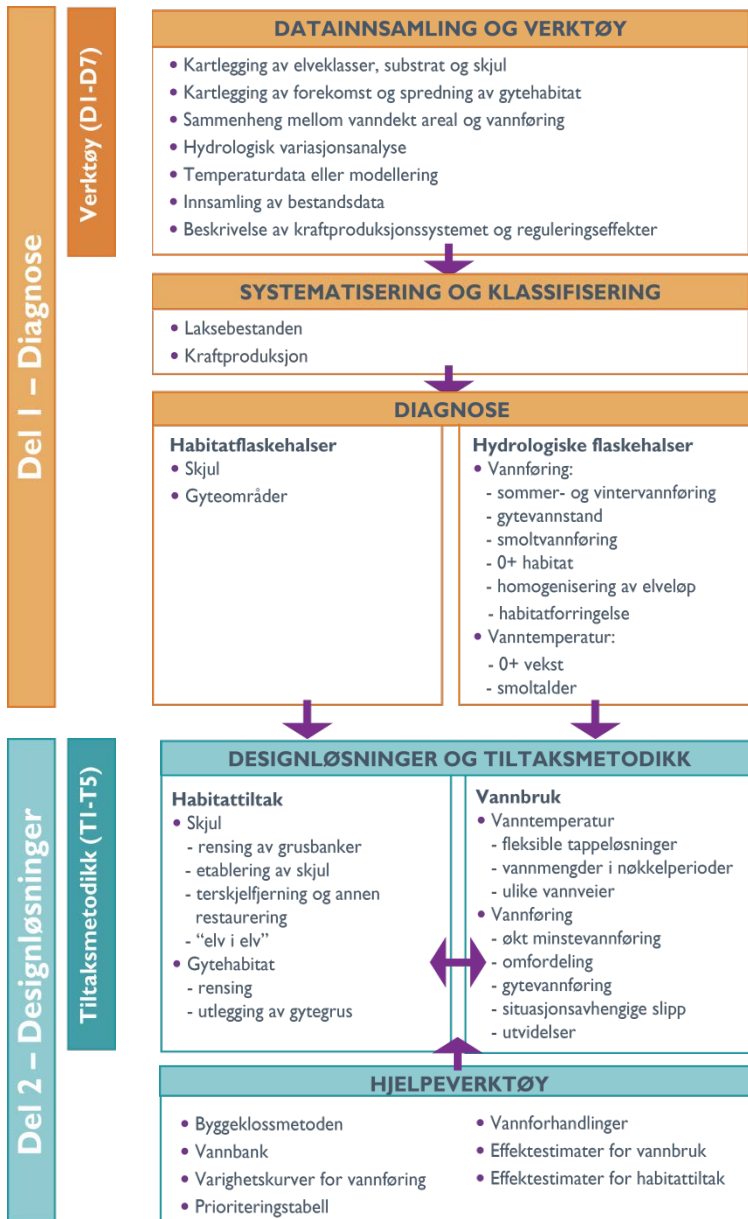
Sesong	Endring i laveste ukemiddel	Bestandseffekt
Sommer	Økt	Positiv effekt
	Redusert < 20 %	Ingen flaskehals
	Redusert 20-40 %	Svak flaskehals
	Redusert 41-60 %	Moderat flaskehals
	Redusert > 60 %	Sterk flaskehals
Vinter	Økt	Positiv effekt
	Redusert < 10 %	Ingen flaskehals
	Redusert 10-30 %	Svak flaskehals
	Redusert 31-50 %	Moderat flaskehals
	Redusert > 50 %	Sterk flaskehals

Samlet diagnosetabell

[illegible]

Diagnose for kraftproduksjon

[illegible]

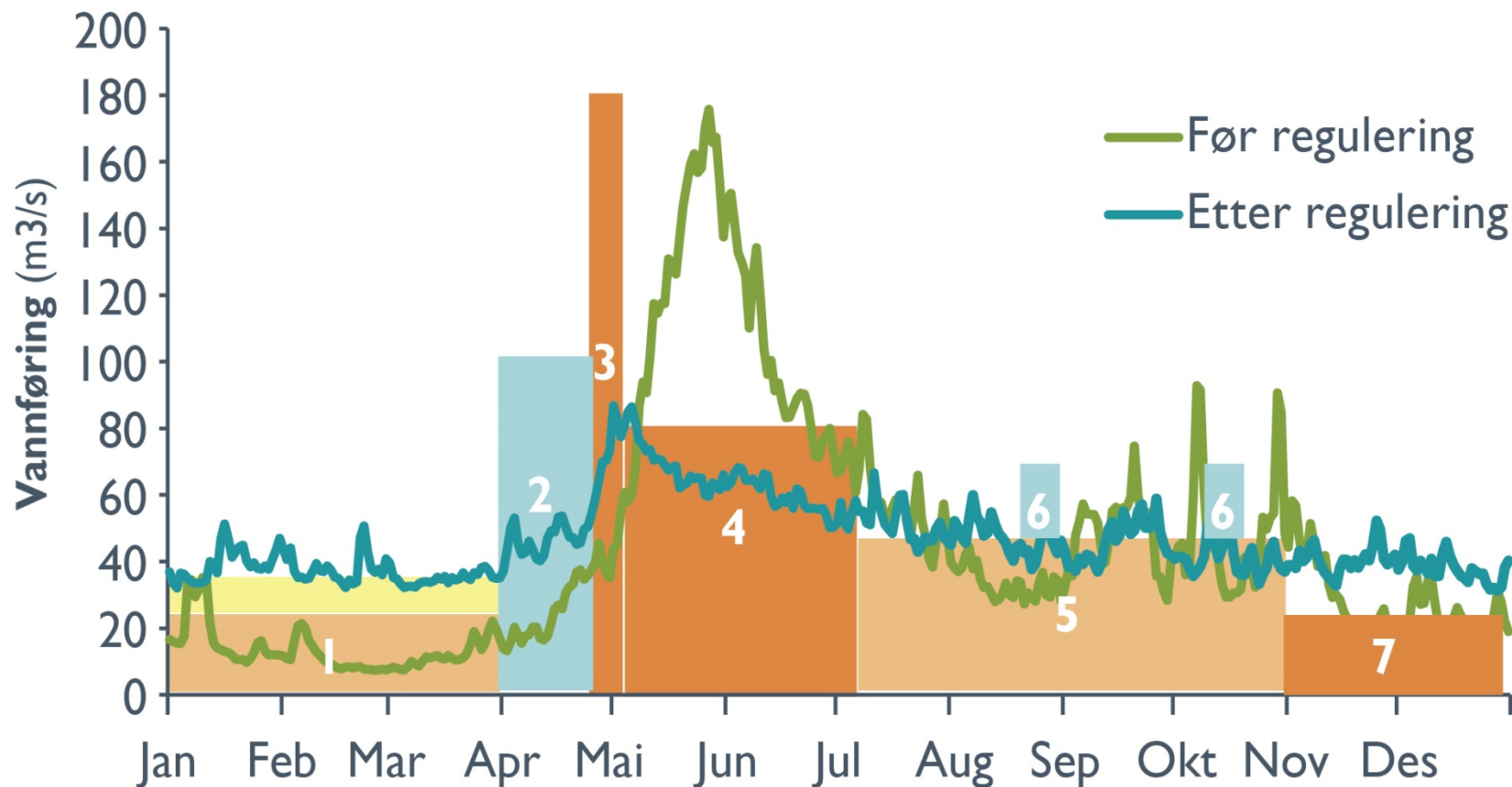


Designløsninger

I noen tilfeller vil vannbruk være viktigst og i andre tilfeller vil habitattiltak være viktigere – ofte vil kombinasjoner være riktig og nødvendig



Rett vannbruk til rett tid



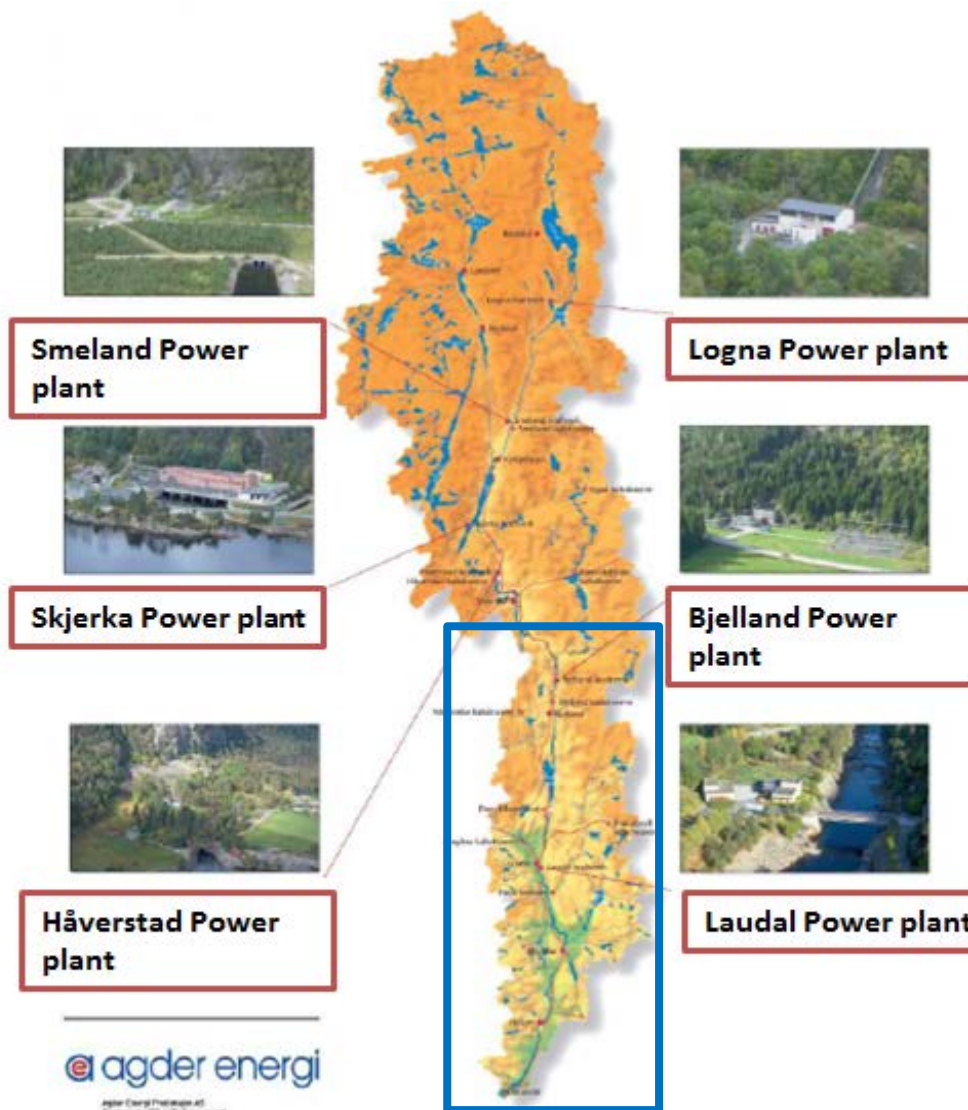


Miljødesign Mandalselva

Miljødesign Mandalselva

- Et fireårig prosjekt for å optimalisere forholdet mellom laks og kraft i Mandalselva
- **Idé:**
 - Definere dristige mål både for lakseproduksjon og kraftproduksjon i Mandalselva og utrede hvordan målene kan nås gjennom en *helhetlig* miljødesign
- **Visjon**
 - Mer laks og mer kraft i Mandalselva

1. Introduksjon - vassdrag



Anadrom strekning: 48 km

Laudal kraftverk
Konsesjon: 1977
I drift: 1981



Del I – Diagnose

Verktøy (DI-D7)

DATAINNSAMLING OG VERKTØY

- Kartlegging av elveklasser, substrat og skjul
- Kartlegging av forekomst og spredning av gytehabitat
- Sammenheng mellom vanndekt areal og vannføring
- Hydrologisk variasjonsanalyse
- Temperaturdata eller modellering
- Innsamling av bestandsdata
- Beskrivelse av kraftproduksjonssystemet og regulerings effekter



SYSTEMATISERING OG KLASSIFISERING

- Laksebestanden
- Kraftproduksjon



DIAGNOSE

Habitatflaskehalser

- Skjul
- Gyteområder

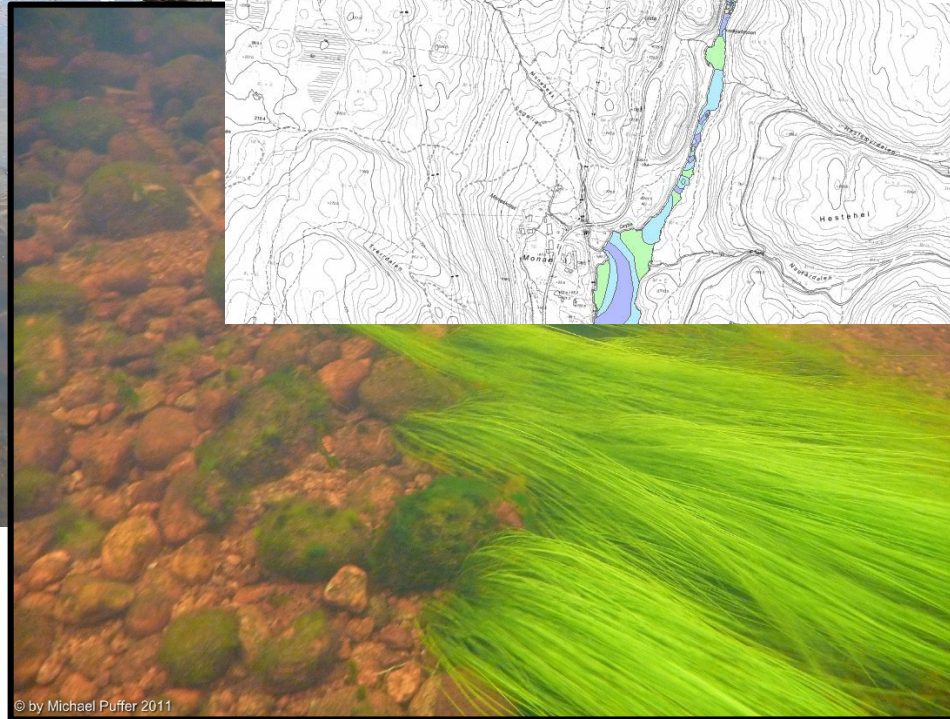
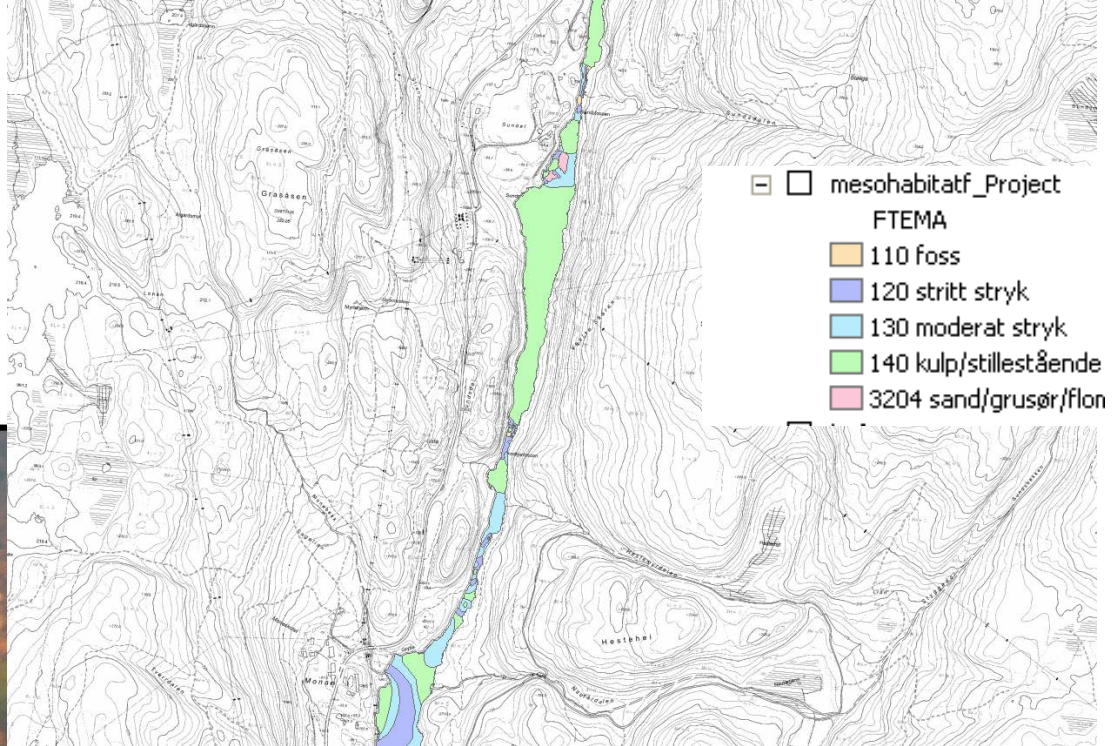
Hydrologiske flaskehalser

- Vannføring:
 - sommer- og vintervannføring
 - gytevanstand
 - smoltvannføring
 - 0+ habitat
 - homogenisering av elveløp
 - habitatforringelse
- Vanntemperatur:
 - 0+ vekst
 - smoltalder

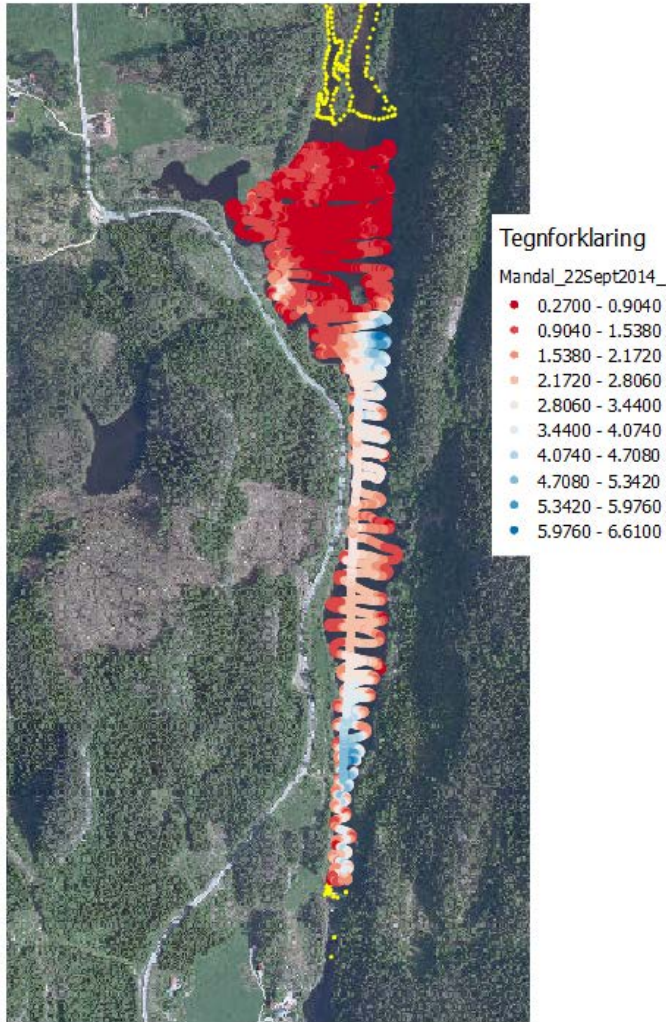


Kartlegging

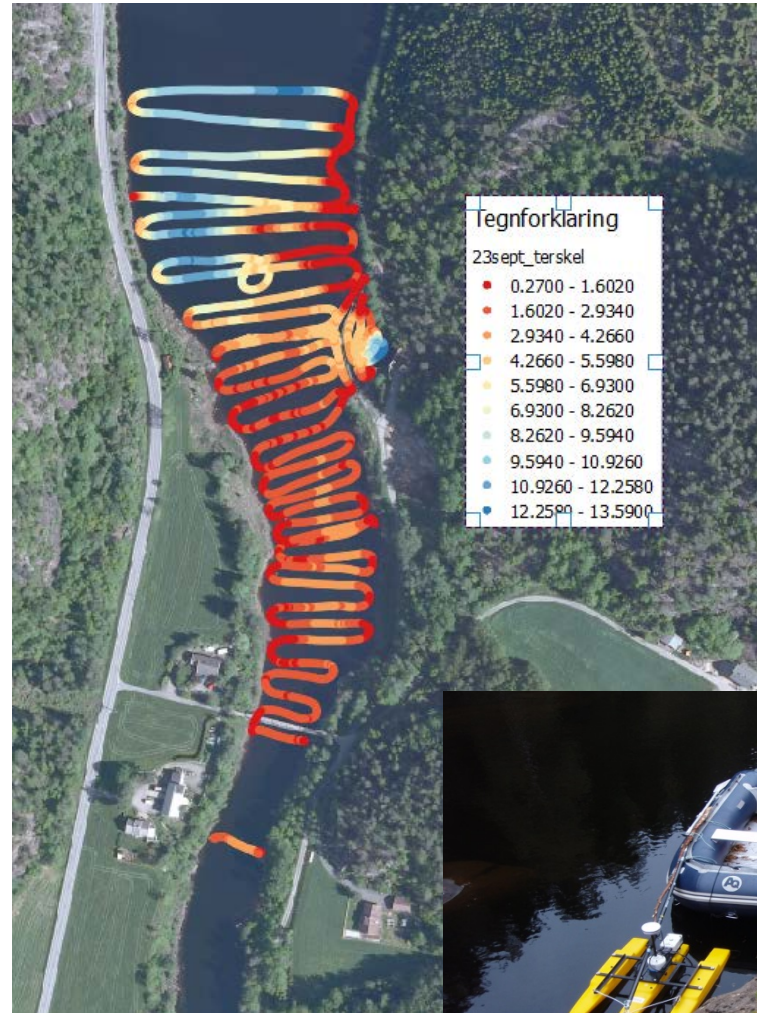
Elveklasser, skjul, substrat



Innsamling av topografiske data:



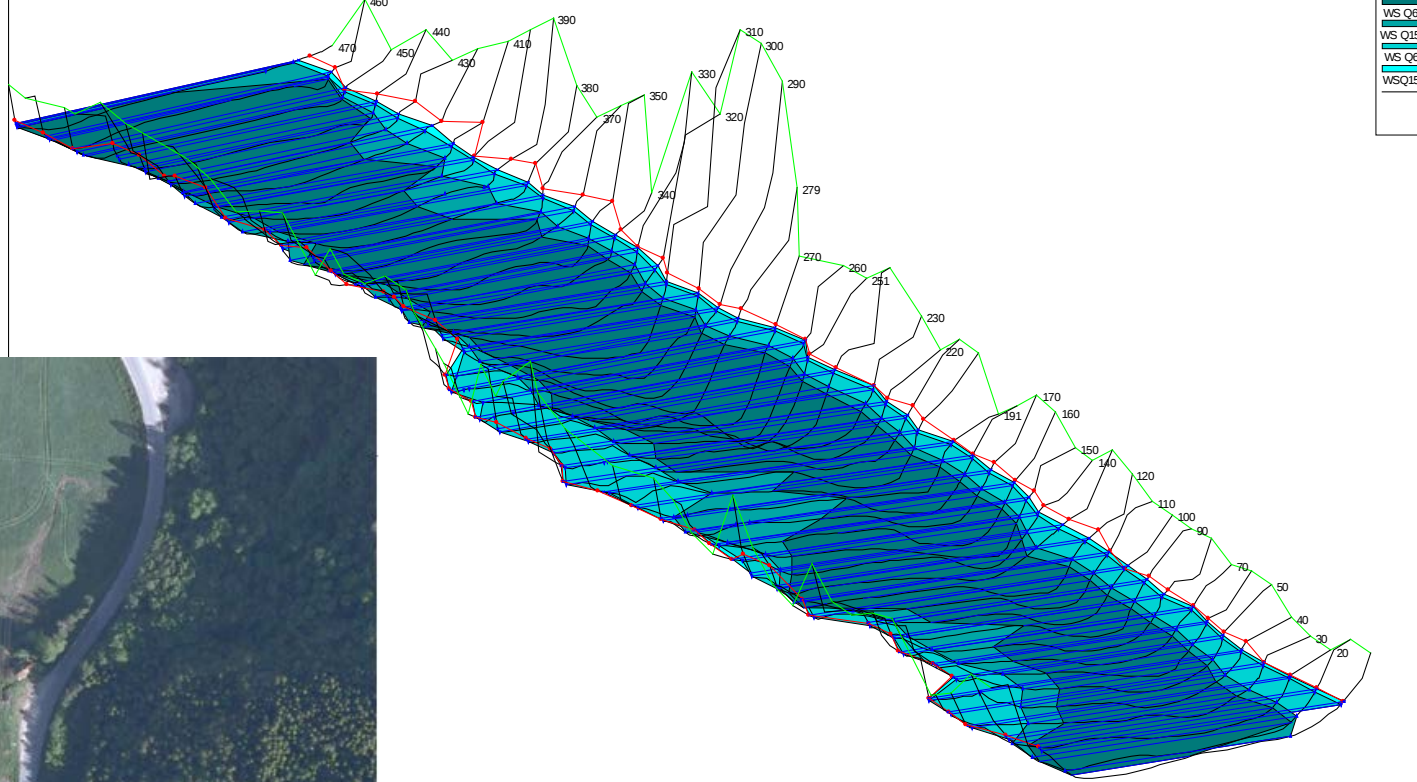
10200 points



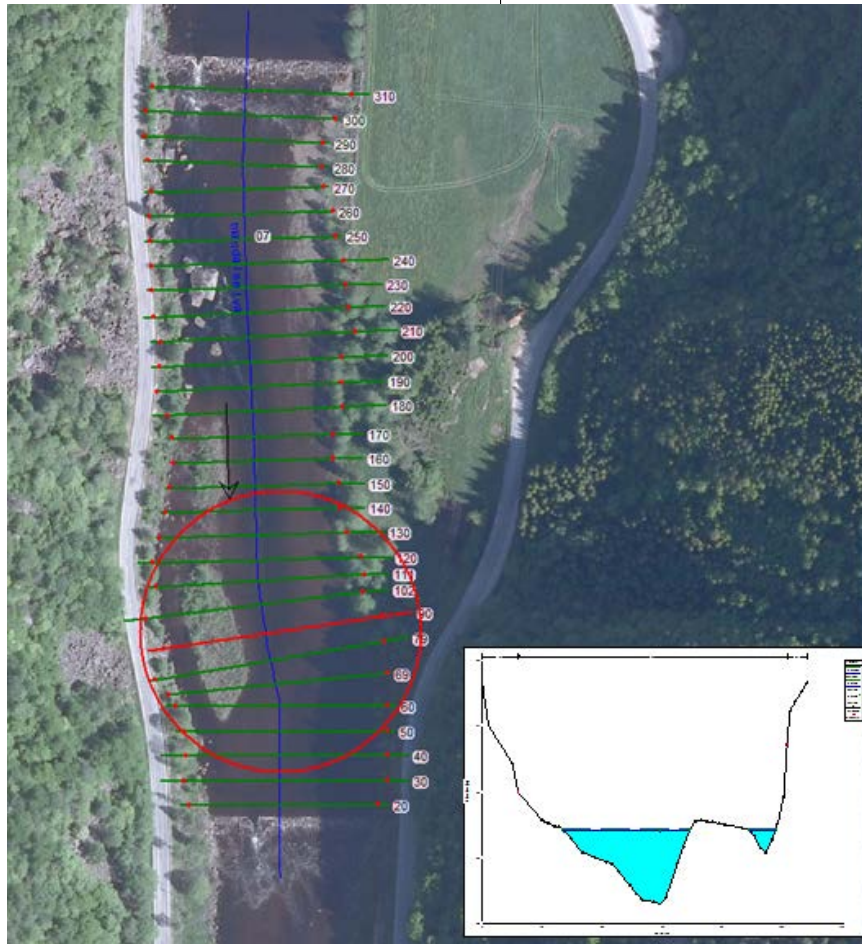
Mannflå



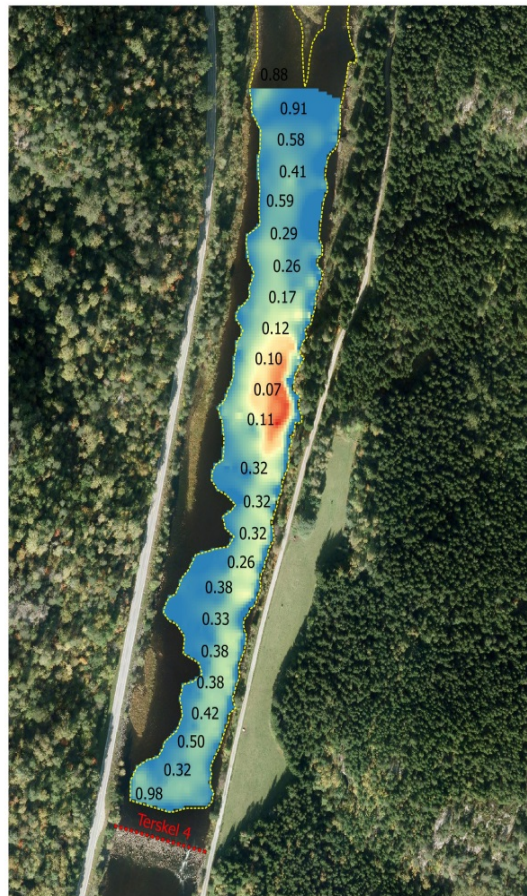
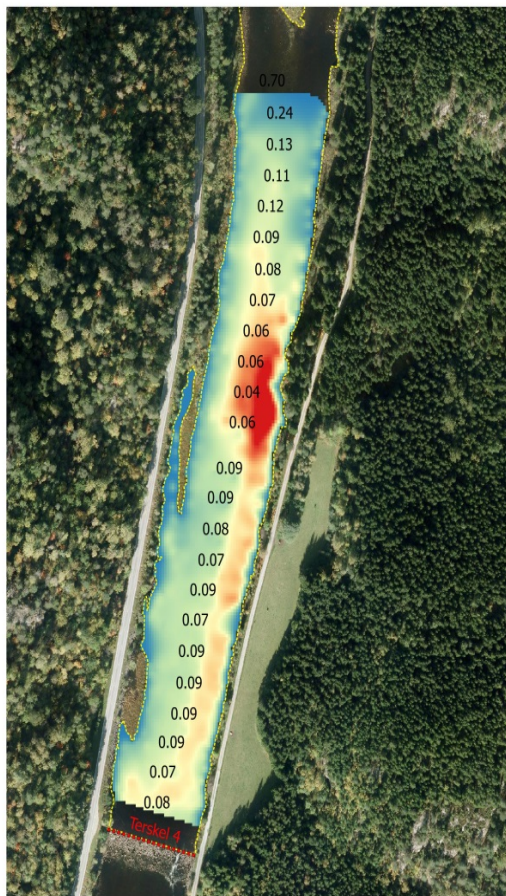
Hydraulisk modellering



WS Q6
WS Q15
WS Q6
WSQ15
WSQ15

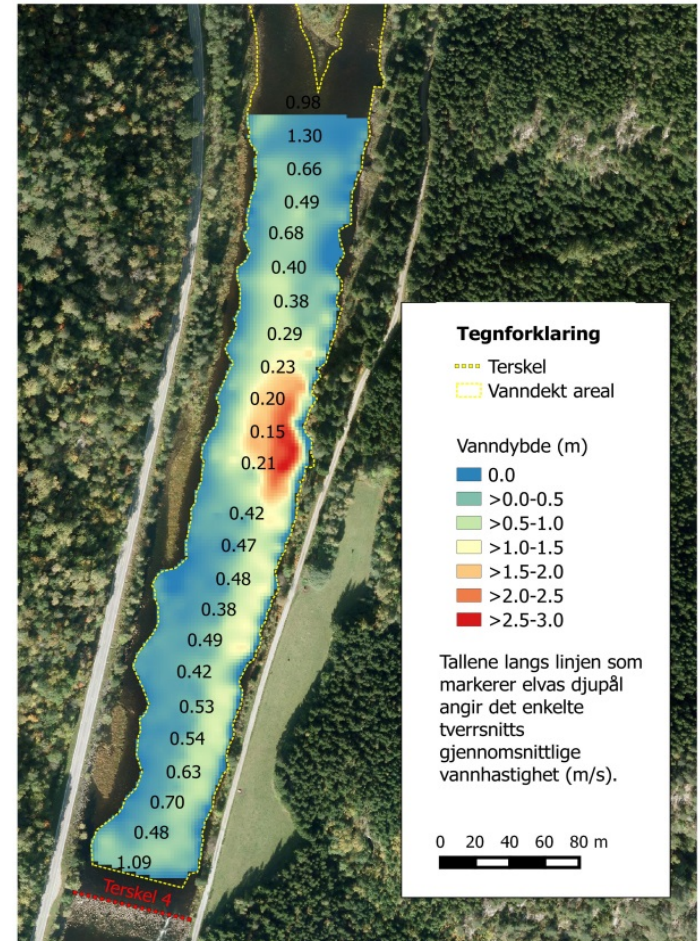


Vanndekket areal

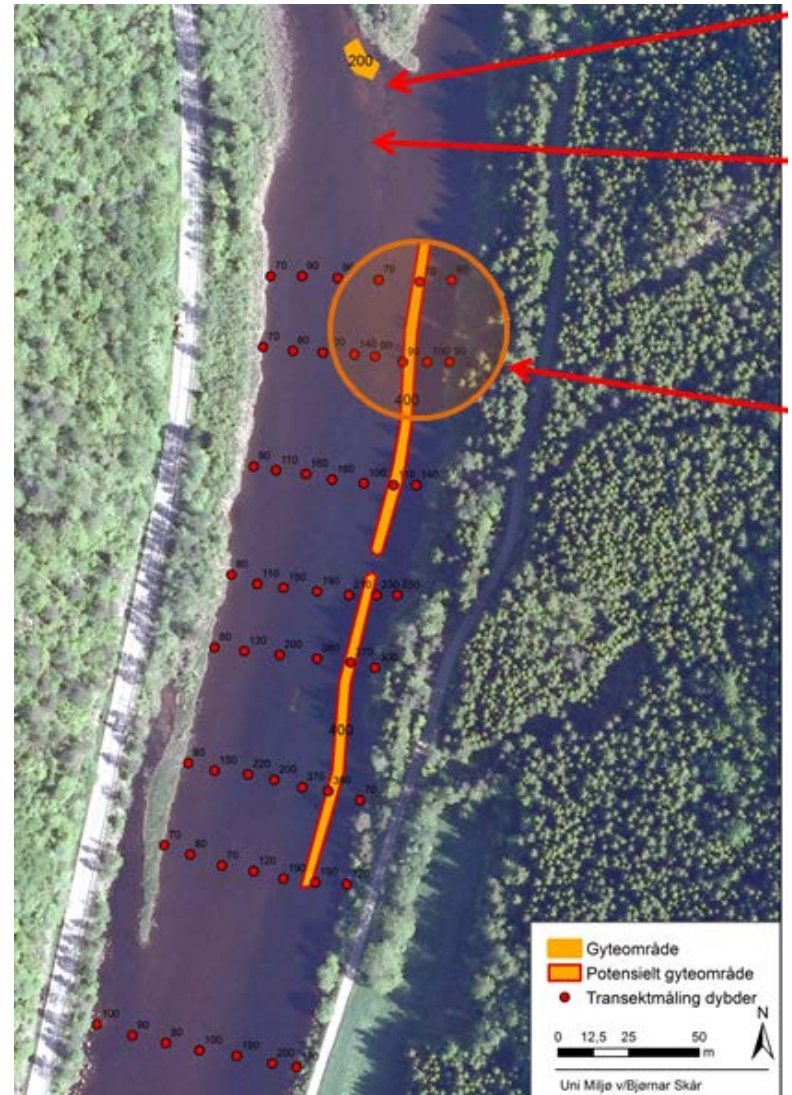
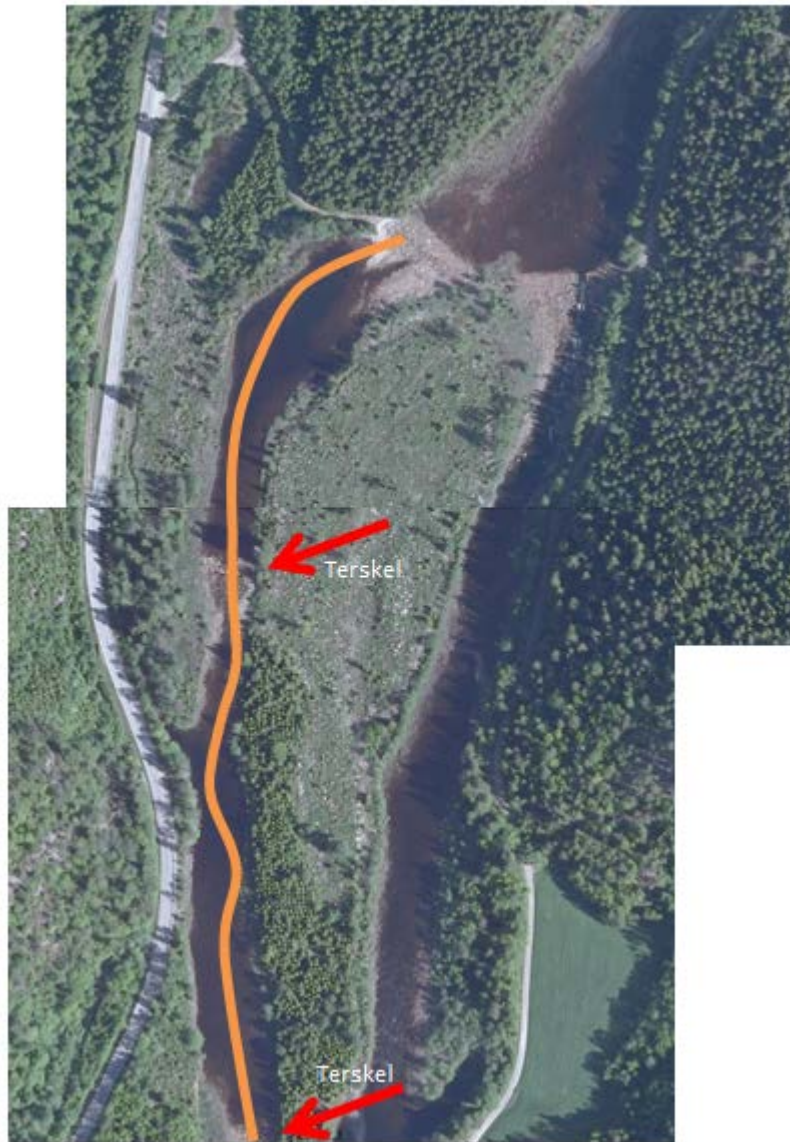


6 m³/s med og uten terskel

15 m³/s uten



Gyteområder



Diagnose strekning for strekning

[illegible]

Del 2 – Designløsninger

Tiltaksmetodikk (T1-T5)

DESIGNLØSNINGER OG TILTAKSMETODIKK

Habitattiltak

- Skjul
 - rensing av grusbanker
 - etablering av skjul
 - terskjelfjerning og annen restaurering
 - “elv i elv”
- Gytehabitat
 - rensing
 - utlegging av gytegrus

Vannbruk

- Vanntemperatur
 - fleksible tappeløsninger
 - vannmengder i nøkkelperioder
 - ulike vannveier
- Vannføring
 - økt minstevannføring
 - omfordeling
 - gytevannføring
 - situasjonsavhengige slipp
 - utvidelser



HJELPEVERKTØY

- Byggeklussmetoden
- Vannbank
- Varighetskurver for vannføring
- Prioriteringstabell
- Vannforhandlinger
- Effektestimater for vannbruk
- Effektestimater for habitattiltak

Designløsninger

- Smoltproduksjonen som oppnås med prøvereglementet kan oppnås med mindre vannslipp
- Habitatforbedrende tiltak alene kan øke smoltproduksjonen tilsvarende vannslippet i prøvereglementet
- Kraftproduksjon økes med 12.5 GWh

Designløsninger

- Terskelfjerning + øke antall gyteområder i samme anleggsfase



(april 2015)

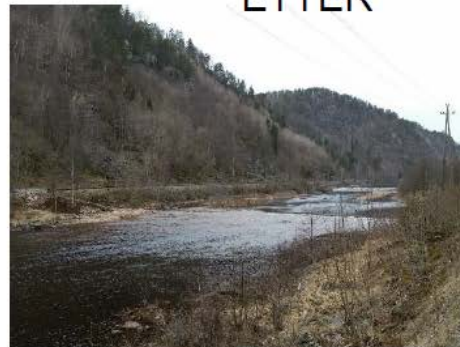
FØR



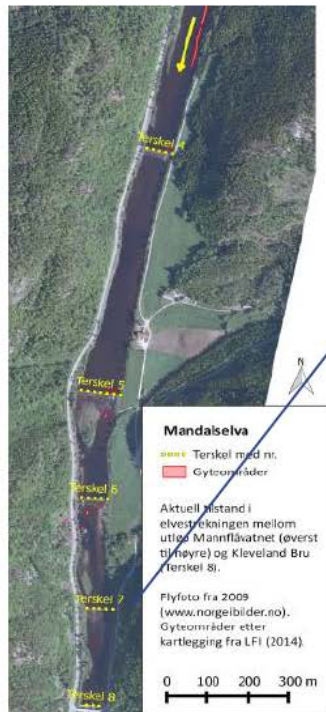
UNDER



ETTER



ETTER



Kilde: Fjellstad et al. 2014

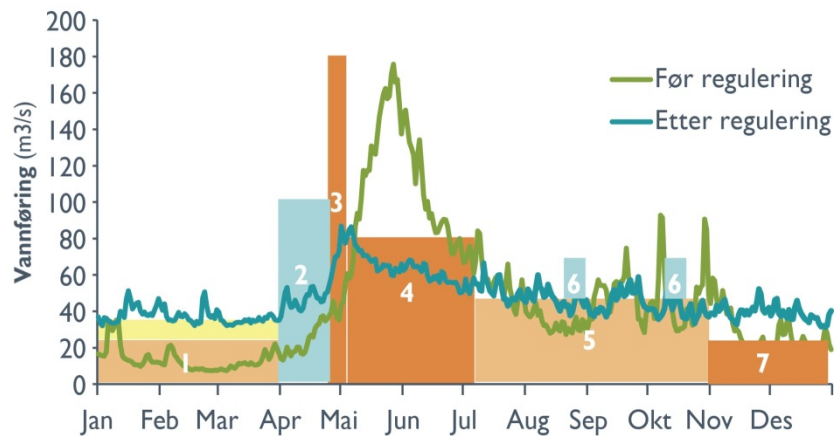
Foto: Agder Energi

Foto: Facebook Upper Mandal River

Redusere behov for minstevannføring
→ Øke kraftproduksjonen

Habitatforbedring:
Terskelfjerning + øke antall gyteområder
→ Øke lakseproduksjonen





Vannbruk



Habitattiltak



Kraftproduksjon



Miljødesign



www.cedren.no

Contact: line.sundt-hansen@nina.no



NATURHISTORISK MUSEUM
UNIVERSITETET I OSLO



A wide river flows through a lush, green forested landscape. The water is dark and reflects the sky. Numerous light-colored rocks are scattered throughout the river, creating small rapids and eddies. The banks are covered in dense evergreen and deciduous trees. In the background, a forested hill rises under a blue sky with a few clouds.

I dag: $1.5 \text{ m}^3/\text{s}$ vinter og $3 \text{ m}^3/\text{s}$ sommer
NVE: $6 \text{ m}^3/\text{s}$ vinter og $8\text{-}25 \text{ m}^3/\text{s}$ sommer