

# Hydromorfologiske tiltak til bedring av miljøtilstand i Espedalselva



# Laboratorium for ferskvannøkologi og innlandsfiske (LFI)

I 2018 ble Uni Research en del av NORCE (Norwegian Research Center)

NORCE LFI, Nygårdsgaten 112, 5008 Bergen, Tel: 55 58 22 28

ISSN nr: 2535-6623

NORCE LFI Rapport-nr. 375

**Tittel:** Tiltak til bedring av hydromorfologisk miljøtilstand i Espedalselva.

**Dato:** 11.03.2020

**Forfattere:** Ulrich Pulg, Espen Olsen Espedal

**Bilder:** Forfatterne

**Geografisk område:** Norge

**Finansiering:** Forsand kommune

**Antall sider:** 23

**Emneord:** Vannforskriften, Regulering, Vannkraft, Vannmiljø, Fisk, Bunndyr, Habitat, Vilårsrevisjon

## Sammendrag

Espedalsvassdraget er et svært produktivt habitat for sjøaure og laks. Deler av vassdraget er nesten urørt, har en enestående og særpreget morfologi. Generelt sett finnes det mye skjul og gode habitatforhold for ungfisk av laks og sjøaure. Likevel er det en rekke hydromorfologiske inngrep, deriblant fraføring av vann til Flørli kraftverk, forbygninger, tørrlegging av sideløp og sandutslipp fra sandtak. Det anslås at disse inngrepene samlet kan ha redusert smoltpotensialet i vassdraget med ca. 14 %.

Som følge av vannforskriftsarbeidet og mulig vilårsrevisjon av konsesjon til Flørli kraftverk er det behov for å vurdere og gjennomføre tiltak til sikring og forbedring av vannmiljøet. Det anbefales følgende tiltak dersom økologisk tilstand skal sikres og forhold for sjøaure og laks skal forbedres:

- 1) Bevaring av de resterende gode miljøforholdene (sandfang ved grustak, bevaring av eksisterende sideløp m.m.).
- 2) Vurdering av fiskepassasjer til Røssdalen eller øvre Vindøla
- 3) Vurdering av vannslipp i perioder.
- 4) Utlegging av gytegrus i Espedalselva rett nedenfor Espedalsvatnet og i øvre elv.
- 5) Restaurering/tilkobling av sideløp.
- 6) Justering og vedlikehold av terskler og forbygninger.

Best kost-nytte effekt forventes for etablering av sandfang og bevaring av vassdragshabitatet. Deretter følger grusutlegg, tilkobling av sideløp og justering av terskler og forbygninger.

Pulg, U., Espedal O. E. H. 2020: Hydromorfologiske tiltak til bedring av miljøtilstand i Espedalselva. NORCE LFI rapport 375. Norwegian Research Center LFI, Bergen.

# Innhold

1	Innledning.....	4
2	Hydromorfologiske inngrep.....	5
2.1	Fysiske inngrep.....	5
2.2	Vannføring.....	5
2.3	Samlet hydromorfologisk påvirkning.....	6
3	Muligheter til avbøtende tiltak.....	10
3.1	Vannslipp.....	10
3.2	Sideløp.....	10
3.3	Gyteplasser og gytegrusutlegg.....	12
3.4	Fiskepassasjer.....	12
3.5	Fysiske tiltak i hovedelv ved forbygninger og terskler.....	13
3.6	Beskytte habitatet.....	16
3.7	Sammenstilling.....	18
4	Referanser.....	18
5	Vedlegg.....	20



Figur 1. Espedalselva trekkes frem internasjonalt som eksempel for elver som er formet av istidens breer, skred og fluviale effekter – noe som fører til stor variasjon i morfologi og gir nær ideelle forhold for sjøaure og laks.

# 1 Innledning

Espedalselva kan tilsynelatende virke lite påvirket av menneskelige inngrep. Men selv om det fortsatt finnes store deler som er urørt eller lite påvirket så finnes også endringer og inngrep. Omlag 9 % av nedbørsfeltet er fraført ved Vassleiaregulering til Flørli kraftverk (NEVINA analyse, se vedlegg). En kartlegging utført i 2013 viste at mange sideløp er stengt (Pulg and Skoglund 2014), Figur 3-Figur 6. Nederst i elva finnes forbygninger, erosjonssikring og terskler (Figur 2). Erosjonssikring finnes også i elven rett ovenfor Espedalsvatnet (Garden) og i Vindøla. Dessuten finnes sandutslipp fra sandtakene nedenfor Espedalsvatnet. Disse inngrepene samlet påvirker miljøforholdene i vassdraget og reduserer produksjonspotensial for laks og sjøaure. I det følgende listes mulige avbøtende tiltak som kan bedre økologisk tilstand og forhold for sjøaure og laks.

Grunnet begrensede ressurser var det ikke mulig å gjennomføre en kartlegging med flaskehalsanalyse og diagnose i dette korte notatet. Vurderingen bygger imidlertid på en eksisterende kartlegging fra 2012, andre eksisterende data (litteratur deriblant rapporter om kalkingsovervåking), kjennskap til vassdraget fra gytetelling og internasjonale publikasjoner (Hauer & Pulg 2018, Hauer & Pulg 2020) der Espedalselva trekkes frem som en typisk elv med semi- og ikke-fluviale sedimenter. Vassdraget er preget av glisiale (fra bre) og colluviale (fra skred) avsetninger. Dette fører til stor substratvariasjon, mye skjul og meget produktive gyte- og ungfiskhabitater for sjøaure og laks.

Slike tiltak er aktuelle i kontekst av vanforskriftsarbeidet og en evt. vilkårsrevisjon av Flørli kraftverk (høyt prioritert 1.1. i NVE-rapport 49/2013). Espedalselva er ikke vurdert som sterkt modifisert (SMVF) og her settes derfor god økologisk tilstand som mål.

Andre miljøfaktorer utover hydromorfologi (f.eks. vannkvalitet) er ikke tema i denne rapporten.



Figur 2. Forbygninger og terskler på Helle.

## 2 Hydromorfologiske inngrep

### 2.1 Fysiske inngrep

Forbygninger som erosjonssikring og terskler har relativt lite omfang i Espedalsvassdraget (Pulg et al 2014). De som finnes ligger særlig på Helle, ved Garden og i liten grad også i Vindøla. I tillegg er flere sideløp avstengt fra hovedelven (delvis naturlig tørrfalling). Detaljer finnes i kartleggingen fra 2013. I rapporten vises også til sandutslipp fra grus- og sandtakene langs Espedalselva. Denne forurensingen er det inngrepet med størst skadepotensial siden sanden fyller opp hulrommene i elvebunnen. Espedalselva består i store deler av store glasiale stein som stabiliserer elvebunnen (Hauer and Pulg 2020). Derfor er renseseffekten av flommer begrenset for hulrom som er fylt med sand. Påvirkningen er derfor delvis irreversibel og kan endre det Espedalselven er kjent for – dens enestående rikdom på skjul for ungfisk og med dette evne å produsere smolt.

### 2.2 Vannføring

Nedbørsfeltet til Espedalsåna (opprinnelig 138,8 km<sup>2</sup>) er redusert med ca. 9 %, grunnet fraføring av nedbør fra 12,2 km<sup>2</sup> areal rund Vassleia (H<sub>50</sub> = 868 m, 77 % snaufjell) til Flørli kraftverk ved Lysefjorden. I gjennomsnitt kan nedbørsfeltet som er fraført ha bidratt med 1,35 m<sup>3</sup>/s. Middel vannføring i munning etter fraføring er 11,1 m<sup>3</sup>/s, andel fraført vann på resterende middelvannføring er med dette 12 %. Andelen er høyere enn 9 % arealandel fordi høyfjellsområdet rundt Vassleia er mer nedbørsrik (beregningene basert på NEVINA-nedbørsfeltanalyser se vedlegg). Effekten på den daglige vannføringen vil variere og forskjellen til uregulert tilstand kan ligge relativt sett høyere under snøsmeltingen og flomtopper (som er redusert etter fraføringen) og relativt sett lavere midtvinters når høyfjellsområdene er frossen. Allminnelig lavvannføring er eksempelvis redusert fra 3,15 m<sup>3</sup>/s til 3,0 m<sup>3</sup>/s (5 %).

For å kunne vurdere en presis biologisk effekt av dette er det nødvendig med en nøyaktig oppmåling av vannføring, areal, habitat og fisketettheter. Dette bør baseres på dronebaserte arealmålinger av vanddekt areal kombinert med habitatkartlegging og omfangsrikt prøvefiske. I rammen av dette notatet var dette ressursmessig ikke mulig. I stedet vurderes mulige effekter generelt basert på erfaringer i litteraturen (Brittain 2007; Halleraker and Harby 2006; Forseth and Harby 2013; Pulg et al. 2018).

Det er sannsynlig at fraføringen har negativ effekt på naturmangfold, fiskeproduksjon og fiske. Effekten er sannsynligvis særlig til stede i Fossjuvet og øvre Espedalselva i Røssdalen, der fossesprøytsonen og elvens vannføring trolig ble sterkt forandret. Målt ved innløp av Røssdalsvatnet er 22 % av nedbørsfeltet fraført, eller 30 % av dagens resterende middelvannføring (4,38 m<sup>3</sup>/s, basert på NEVINA analyser se vedlegg). Basert på elvemorfologien i Røssdalen med store kolluviale blokker, må det regnes med at vanddekt areal og konnektivitet er redusert. Med større og hyppigere flommer kan fisk ha kommet oftere opp i øvre vassdraget og brukt elven ovenfor Røssdalsvatnet som habitat. Ut i fra helningen beregnet på data fra høydedata.no er elven i Røssdalen bratt men potensiell overkommelig for laks ved høy vannføring (0,07 grensen settes vanligvis ved 0,1 (Pulg et al. 2018)). Flyfoto indikerer høy ruhet noe som betraktes om gunstig for passerbarhet men også porøse masser der vannet siger inn. Det kreves derfor høy vannføring for å skape en passerbar elv. Ved gunstige forhold kan elven ha vært passerbar til Indredalen og foten til Fossjuvet. Dette er 3,3 km mer enn dagens anadrom strekning

kartlagt av Pulg & Skoglund 2014, derav 2,7 km elv og 0,6 km innsjø. Med en gjennomsnittlig bredde på 10 m hadde dette gitt et elveareal på 27.000 m<sup>2</sup> (ca. 7 % av anadrom areal kartlagt av Pulg & Skoglund 2014). Dette er også 5 km mer enn det som er lagt til grunn i lakseregisteret. Habitatkvaliteten er delvis dårlig siden elven er meget bratt og grovsteinet men strekningene ved Røssdalsvatnet og Indrvatnet er flatere og disse samt selve vannene fremstår som potensielt produktive leveområder og refugier i lavvannsperioder, ca. 15.000 m<sup>2</sup>.

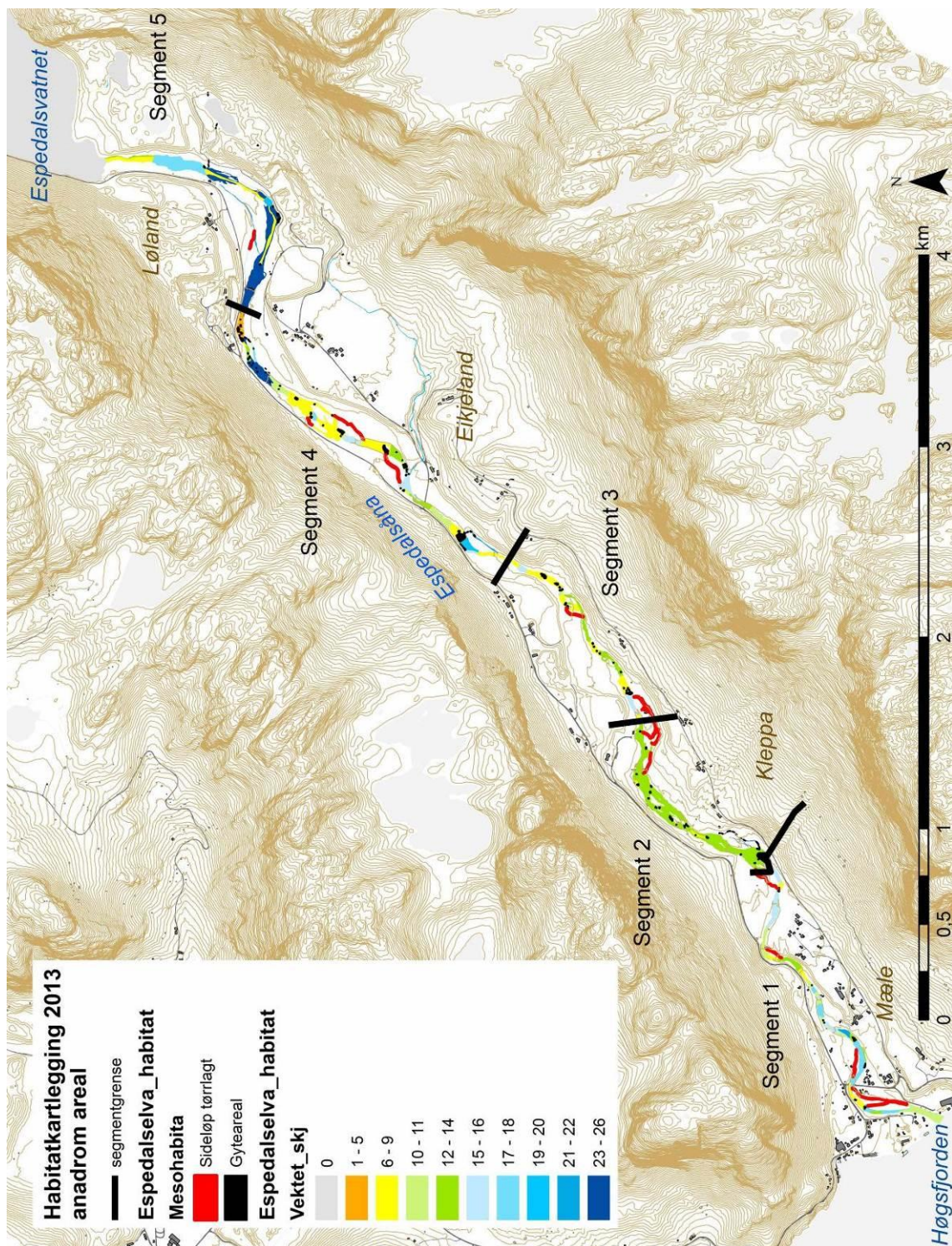
Også i elven nedenfor Røssdalsvannet kan konnektivitet være redusert og dette gjelder særlig de bratte strykpartiene nedenfor Berghølen og i Åkroken ved lave vannføringer. Men den effekten er mindre enn øverst i Røssdalen siden andel redusert vann er mindre (12%-20%) og helningen slakkere (5 % i kvitstrykene). I denne delen av elven forventes en større effekt av redusert bredde og med dette habitatareal. Til dette må det etableres et forhold mellom vanddekt areal og vannføring som er avhengig av vassdragets morfologi. Basert på lignende vassdrag kan det konkluderes at redusert areal vil være mindre enn redusert vannføring grunnet logaritmisk sammenheng mellom disse to faktorer. Dersom det legges til grunn samme forhold som i Vassbygdelva som ligner morfologisk og der det finnes detaljerte droneoppmålinger ( $y = 18.623\ln(x) + 49.48$ ,  $R^2 = 0.9813$ ; skalert med faktor 2.8) så vil reduksjon av middel vannføring fra 12.5 til 11.1 m<sup>3</sup>/s tilsvare 2.2 % redusert areal. Reduksjon i alminnelig lavvannføring fra 3,15 m<sup>3</sup>/s til 3,0 m<sup>3</sup>/s vil tilsvare 1.2 % redusert areal. Det understrekes at en slik sammenligning bare kan brukes for å anslå en størrelsesorden, ikke et nøyaktig tall siden det er topografiske forskjeller mellom vassdragene.

## 2.3 Samlet hydromorfologisk påvirkning

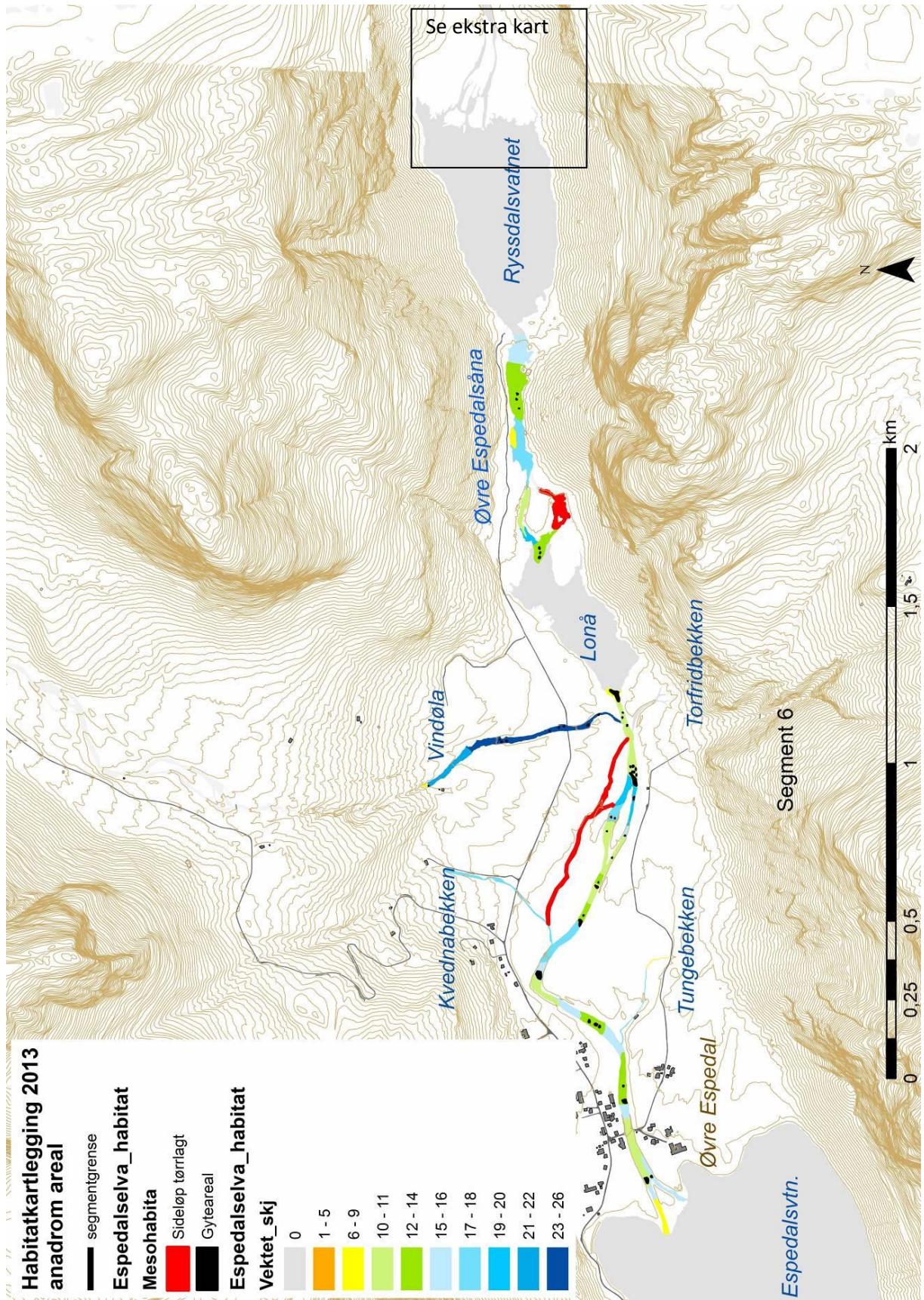
Dersom det legges til grunn en høy relativ smoltproduksjon på 10-15 smolt /100 m<sup>2</sup> grunnet elvas gode habitatforhold (Ugedal et al. 2014) og 370.000 m<sup>2</sup> habitat med gjennomsnittlig vektet skjul på 14 kan det forventes et smoltpotensial i dagens elv på 37.000-56.000, i middel 46.000. Smoltpotensial gir uttrykk for den mulige forventete smoltproduksjonen per år basert på hydromorfologiske forhold og brukes til sammenligning av tiltakseffekter. Den reelle smoltproduksjonen forutsetter en rekke andre faktorer deriblant innsig av gytefisk, vannkvalitet og underliggende store årsvariasjoner. 46.000 smolt/år (både aure og laks) betraktes som utgangspunkt for smoltpotensialet i de følgende vurderinger.

Forutsatt at vannføring har redusert tilgjengelighet i Røssdalen (ca. 7 %) og redusert areal i elva nedenfor (ca. 2%) så vil anadrom elveareal og med dette smoltproduksjon i gjennomsnitt være redusert med 9 %. Dessuten må det forventes at redusert vannføring har ført til en økt risiko i ekstremisituasjoner som for eksempel i ekstrem tørke og varme når høye temperaturer og lite vann kan føre til dødelighet hos ungfisk og gytefisk. Dette er særdeles relevant med tanke på klimaendringer som kan føre til hyppigere tørke om sommeren. Forbygninger som erosjonssikring og terskler har som tidligere nevnt lite omfang i Espedalsvassdraget, men forekommer særlig på Helle, i deler av øvre Espedalselva ved Garden og i Vindøla. I tillegg er flere sideløp avstengt fra hovedelven (delvis naturlig tørrfalling). Basert på kartleggingen til Pulg et al. (2014) anslås denne effekten samlet til ca. 5 % av smoltpotensialet. Sandutslippene kan allerede ha ført til redusert smoltproduksjon lokalt, men fortsatt er omfanget lite. Skadepotensialet er imidlertid stort og hvis utviklingen fortsetter må det regnes med potensielt store negative effekter på smoltproduksjon.

Med gitte forutsetninger og vurderinger anslås at smoltpotensialet er redusert med opptil 14 % (ca. 6400 smolt) grunnet hydromorfologiske endringer. Ved 2,5 til 5 % sjøoverlevelse betyr dette 160-320 færre voksne villaks per år.

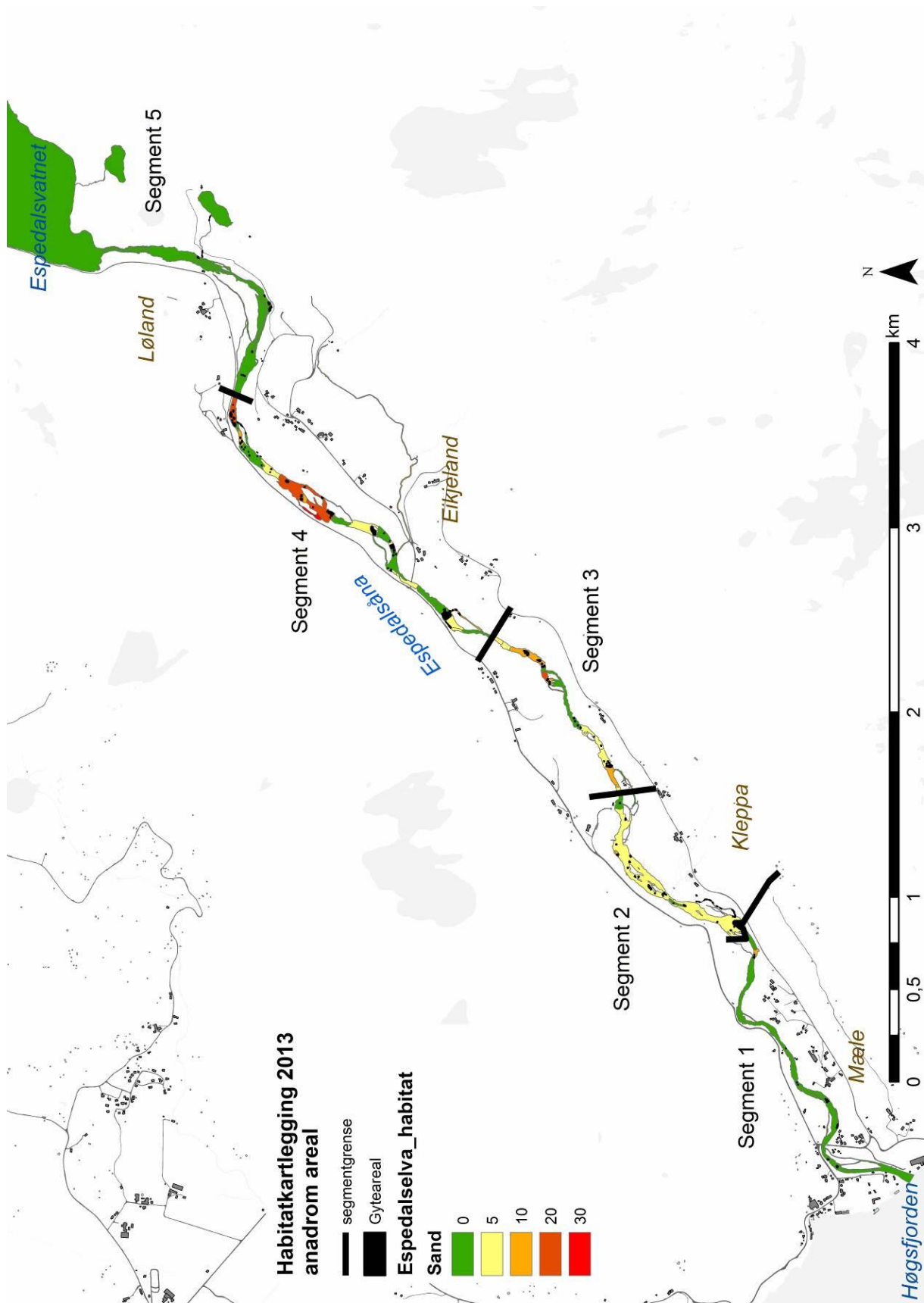


Figur 3. Kart over Espedalsånas anadrome del nedenfor Espedalsvatnet (fra Pulg & Skoglund 2014).



Figur 4. Kart over Espedalsånas anadrome del ovenfor Espedalsvatnet (fra Pulg & Skoglund 2014).





Figur 5. Sandandel [%] i sedimentet. På bekkene og i høler fra og med Kjærshølen og nedover har det samlet seg mest sand. Så avtar sandandelen mot Kleppa. Ved Mæle er sandandelen lav igjen (fra Pulg & Skoglund 2014).

## 3 Muligheter til avbøtende tiltak

For å avbøte negative effekter av hydromorfologiske påvirkninger er det prinsipielt to muligheter:

1. Slipp av vann i perioder og
2. Fysiske habitattiltak og fiskepassasjer. I Espedalsvassdraget er det særlig relevant med permanent tilkobling av flere sideløp, gytegrusutlegg, fiskepassasjer og sikring mot sandutslipp.

Kostandsanslagene er basert på (Pulg et al. 2020) og gjelder anleggskostnader. Summene kan reduseres gravis ved bruk av dugnad og egeninnsats.

### 3.1 Vannslipp

Muligheter for vannslipp bør utredes nærmere. Vassleia brukes som magasin med variabel vannstand og det er usikkert om det er teknisk mulig å slippe vann der til enhver tid med dagens utforming av damanlegg. Dersom forutsetningene skapes vil vannslipp kunne brukes som kompensasjon for tapt areal i lavvannsperioder, eller for å øke flomtopper i Røssdalen for å bedre tilgjengeligheten av øvre Espedalselva for fisk. Avhengig av mengde vann kan deler eller hele tapet av smoltproduksjon (opptil 4100, 9 %) kompenseres og risikoen ved ekstremvær minimeres.

Kostnader for vannslipp vil være store grunnet stor fallhøyde i Flørli kraftverk (741-780 m), men kostnader avhenger av mengde vann og tidsrom med slipp. Kortvarige slip for å avverge risiko i ekstremvær (sommertørke) kan derfor ha et gunstig kost-nytte forhold.

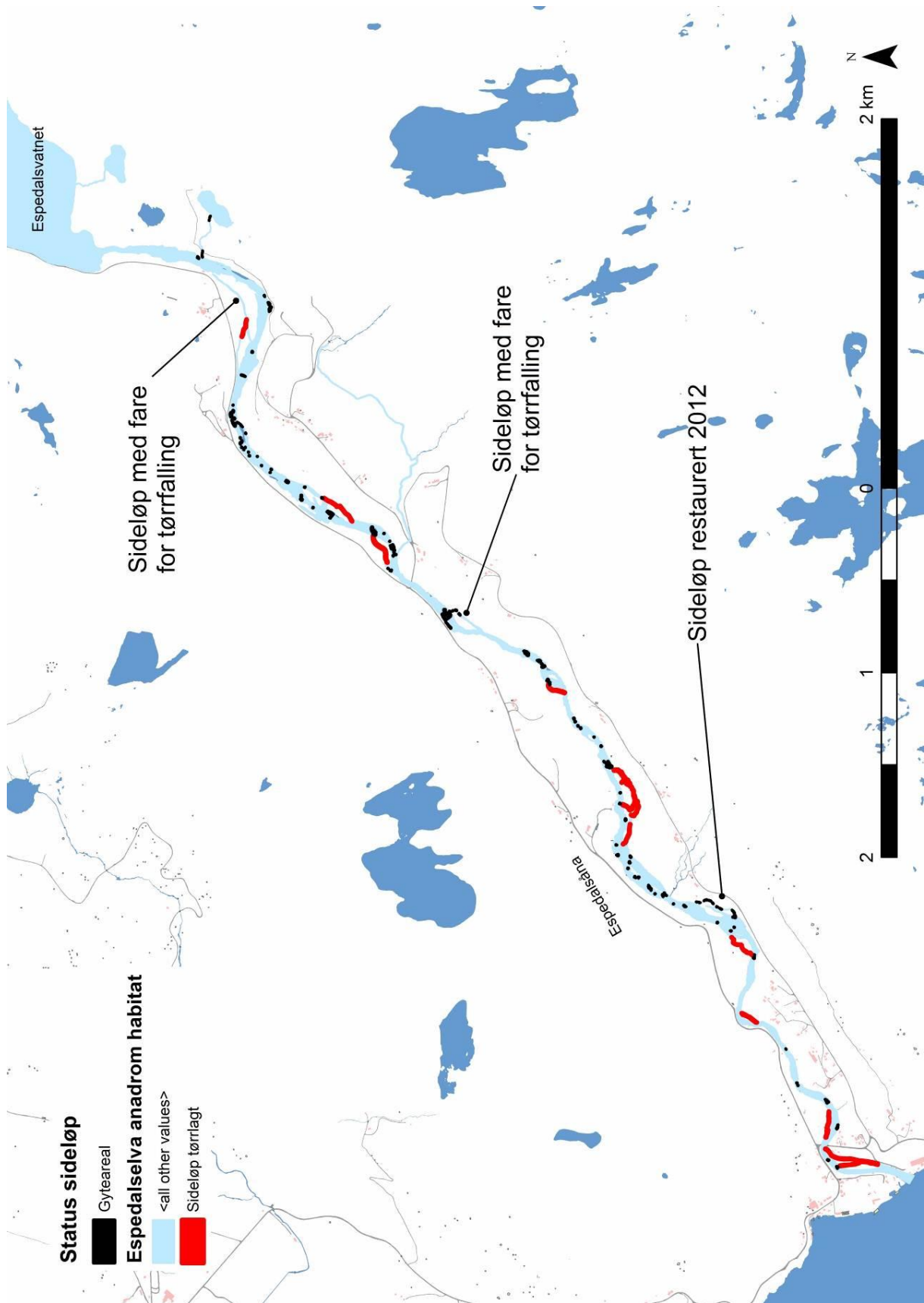
Supplerende eller alternativt kan det vurderes en rekke fysiske tiltak som kan ha like stor effekt på smoltproduksjon som vannslipp.

### 3.2 Sideløp

Espedalselva har utviklet en morfologi som gir rom for mange sideløp. Vassdraget er preget av varierte stryk på diamiktiske sedimenter som delvis dekker mer enn 100 m bredde i dalbunnen. Her renner elven bred og grunt over en stor bredde skilt av store steinblokker eller øyer som sådan danner flere løp. Det er en flytende overgang til elvesletten rund og også her finnes sideløp: Disse faller delvis tørr ved lav vannstand av naturlige grunner (flomløp) eller er stengt av mennesker for å holde beiteland eller eng tørr. Å sikre permanent vannstand i disse sideløpene vil gi økte produksjonsforhold for laks og særlig sjøaure siden disse løpene er skjul- og næringsrike og har høyere produksjonspotensial per areal enn hovedløpet (Pulg & Skoglund 2014).

Å sikre eksisterende og tilkoble tørrlagte sideløp er i høyeste grad aktuelle å bli gjennomført i fremtiden og er kostnadseffektive siden løpene allerede finnes. Det som trengs er i hovedsak å sikre vannføring ved å grave en grøft, bygge et inntak eller legge et rør til hovedelven samt mindre justeringer i løpene (utlegging av gytegrus o.l.).

Potensialet ved tilkobling av alle mulige sideløp (10 i Figur 6 + 3 i øvre elv, samlet 13) er anslått til 1000-3000 smolt (2-6 %). Kostnadene er relativt lave siden bekkeløpene allerede finnes. Kostnader for grøfting, et inntak eller et rør anslås på 50.000-100.000 NOK per bekk. For alle 10 bekker regnes 750.000 NOK. (Pulg et al. 2020). I tillegg kommer vedlikehold av inntakene.



Figur 6. Kart over potensial for sikring og tilkobling av sideløp nedenfor Espedalvatnet (fra Pulg & Skoglund 2014)

### 3.3 Gyteplasser og gytegrusutlegg

I kartleggingen (Pulg & Skoglund 2014) understrekes at gytegrusen er jevnt fordelt i vassdraget utenom i øvre Espedalselva og rett nedenfor Espedalsvatnet. Dette har mest sannsynlig naturlige årsaker. Øvre deler av øvre Espedalsåna (ofv. Espedalsvannet) samt øvre deler av nedre Espedalsåna (ndf. vannet) har lite gytegrus fordi det mangler grustilførsel fra siden eller ovenfor. Grusen tilføres vanligvis gradvis lateralt (fra siden) fra glasifluviale avsetninger i Espedalsvassdraget. En bedre fordeling av gyteplasser kan bidra til økt fiskeproduksjon i de to områdene – noe som kan betraktes som et avbøtende tiltak for andre inngrep i vassdraget. Arbeidet er beskrevet i 2014 og delvis gjennomført, først og fremst i øvre deler av nedre Espedalselva. Her gjenstår bare gyteplassen i utosen av Espedalsvatnet. Grusutleggene fra de siste årene var vellykket med flere titalls gytefisk og gytegroper på de nyetablerer gyteplasser fra første høsten. Grusen har dessuten tålt flere store flommer. I utosen og i øvre Espedalsåna er det imidlertid fortsatt potensial for gytegrusutlegg, dessuten i Vindøla og i sideløp.

Ved gjennomføring av alle grusutlegg forventes at smoltpotensialet kan økes med 1000-2500 smolt (2-5 %). For de resterende grusutleggene bør det vurderes helikoptertransport grunnet vanskelig tilkomst. Kostander anslås til 200-300.000 NOK.

### 3.4 Fiskepassasjer

Redusert konnektivitet i Røssdalen kan kompenseres med fiskepassasjer på kritiske steder. Det som foreslås er moderate endringer av terrenget ved sprenging av blokker eller støpning av trinn enkelte steder. Utfordringen er imidlertid at området er vanskelig tilgjengelig samt at vannet delvis siger i bakken og at deler av elven tørrfaller. Denne effekten er forsterket av at vann er fraført. Det er altså trolig bare deler av de 27.000 m<sup>2</sup> som kan realiseres som habitat i dag, og vandringsveien i Røssdalen vil være vanskelig å sikre uten økt vannføring.

Alternativt kan det vurderes å bygge fiskepassasje fra Svarthølen til øvre Vindøla, der det fortsatt er naturlig vannføring. Dette vil kunne gi et gyte- og ungfiskhabitat på ca. 7000 m lengde ca. 10 m bredde (70.000 m<sup>2</sup>). Helningen er 0.035 med varierte stryk noe som kan gi et middels til høyt smoltpotensial (5-10 smolt 100 m<sup>2</sup>, samlet 3500-7000 smolt, 8-15 %). En viktig forutsetning er at fossestryket ovenfor Svarthølen er passerbar for nedvandrende fisk, noe som trolig er tilfelle i de fleste fosser men dette bør utredes og kartlegges.

Fossestryket mellom nedre og øvre Vindøla er ca. 500 m lang og har en høydeforskjell på 100 m. Det regnes med et behov for seks enkelpassasjer (kulpetrapper, ca. 80 hm) med flatere strekninger innimellom (ca. 20 hm). Terrenget er krevende og hvis vi legger tallene fra kostnadssammenstillingen i Pulg et al 2020 til grunn så kan vi forvente at det trengs en trapp med minst 250 l/s og relative enhetskostnader på 400.000 NOK/høydemeter. Ved 80 høydemeter som må overvinnes gir dette et grovt anslag på 32 MNOK. Med 2 egg/m<sup>2</sup> vil øvre Vindøla gi høy rekruttering. Dette tilsvarer 140.000 rogn eller ca. 100 kg hofisk. Ved 5 kg gjennomsnittsvekt vil det tilsvare 20 hoer + 20 hanner (+ 10-20 sjøaure).

Alternativt kan områdene i øvre Vindøla og Røssdalen brukes til rognplanting (så lenge det er tillat av myndigheter) eller til å sette ut stamfisk som kan fanges i et stamfiske i områder med mye gytefisk og etter 5-6 år også i nedre Vindøla/Svarthølen. Også dette må i så fall avklares med myndighetene og det gjelder å vurdere en rekke miljø- og forvaltningsrelaterte hensyn ved en slik utvidelse av anadrom

strekning. For å fange stamfisk, genteste de, eventuelt mellomlagre de, transportere de opp og overvåke suksessen (el-fiske) anslås 250.000 NOK per år.

### 3.5 Fysiske tiltak i hovedelv ved forbygninger og terskler

Naturtypiske elvebredder med varierende substratsammensetning og kantvegetasjon bør bevares. Erosjonssikring bør fjernes der den ikke er nødvendig for å gi rom til naturlig elveutvikling og tilførsel av grus og stein fra siden. Der det trengs erosjonssikring bør den utformes mer miljøvennlig med naturtypisk elvebredde med kantvegetasjon – ikke glatte vegger og plastring. Eksempler finnes i (Pulg et al. 2018) og i Figur 9 .

Terskelbassenger fylles opp etter hvert og terskler låser elvebunnen ovenfor. Hulrom mellom stein fylles av sand og gyteplasser forsvinner. I de tersklede områder i nedre Espedalselva (Helle og Gabekk) telles knapt gytefisk om høsten. Vi foreslår å løse opp tersklene og legge ut steinene slik at det dannes naturtypiske hølere og stryk. En illustrasjon er vist nedenfor se Figur 7 og Figur 8. Dersom tersklene på Helle utformes som hølene og stryk ved «Stolpehølen» vil strekningen gi mer attraktive standplasser for fisk og med dette en bedre fordeling av gytefisk - men også bedre gyte- og oppveksthabitat samt bedre vandringsforhold ved lave vannføringer. Dette er særdeles viktig for å få fisk raskest mulig i elven og vekk fra sjøen der det finnes et langt mindre kontrollert fiskeforvaltning på blandete bestander uten kvoter. Dessuten er fisken svært utsatt for lakselus i sjøen og kan unnvike tidligere hvis den kan gå opp oftere. Sjøaure vil dessuten kunne bruke dypålen og hølene til avlusning.

Til dette arbeid trengs det en gravemaskin og dumper(e). Løsmasser fjernes i dypålene og det etableres en tydelig og variert dypål. Massene kan delvis brukes på stedet til å bedre gytebrekk og ungfiskhabitat. Egnethet til det må vurderes under arbeidet når massene kan sjekkes. Delvis må massen fjernes og kan brukes til habitattiltak oppstrøms og i sidebekker. Slike arbeider bør foregå i september og begynnelsen av oktober før gytasesongen og når ungfisk ikke er gravd ned i substratet.

Samlet forventes en mulig økning av smoltpotensialet med 1000-1500 (2-3 %) dersom tiltakene gjennomføres. Kostandene er lave, det regnes med ca. 50.000 NOK per terskel. Ved 6 terskler (alle fem på Helle og en på Gabekk) 300.000 NOK (eks. mva.). Behov for massetransport vil være avhengig av løsmassenes kvalitet og anslås til 50-150.000 NOK. Steinutlegg ved erosjonssikring kan gjennomføres for 50-100.000 NOK eks. mva.



Figur 7. Det anbefales vedlikehold av terskelbassenger og omforming av terskler slik at det igjen utformes naturtypiske hølere og stryk. På bildene er dette vist for tersklene på Helle (venstre) som bør utformes som på bildet til høyre (Stolpehølen) 500 m ovenfor. Det samme gjelder terskel på Gabekk.



Figur 8. Skisse over tiltakene ved terkslene på Helle og Gabekk. Det etableres et mer naturlig løp med dypål som gjør det mulig for fisk å vandre opp også ved lave vannføringer. Stein og grusutlegg bidrar til bedre gyte og oppvekstforhold.



Figur 9. Tradisjonell erosjonssikring med glatt plastring (øvre bilde) og tilbaketrukket erosjonssikring med mer naturtypiske elvebredder (nedre bilde Flåm 2017 – kantvegetasjon mangler fortsatt).

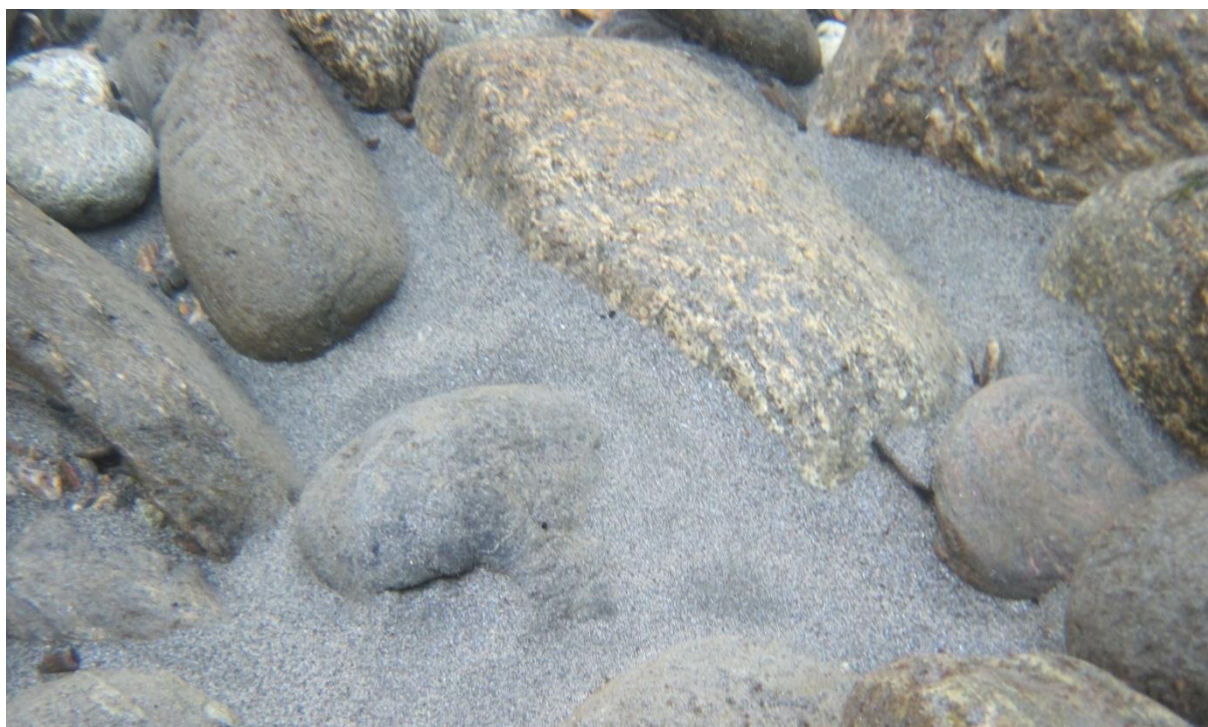
## 3.6 Beskytte habitatet

Espedalsåna blir fremtrukket internasjonalt som enestående vassdrag med svært høy substratvariasjon og skjulrikdom (vektet skjul = 14), noe som gir et stort produksjonspotensial for laks og sjøaure (Hauer and Pulg 2020, 2018; Pulg et al. 2018). Både substratsammensetning, men også sideløp og helningen samt at det er få fysiske inngrep gjør vassdraget nærmest ideelt for produksjon av sjøaure og laks. Ikke minst derfor er det mye å tape i Espedalselva, dersom miljøforhold forverres.

Et av de viktigste tiltakene for å sikre vassdragets miljøtilstand er derfor å unngå nye inngrep, for eksempel ytterlige vannuttak, fyllinger, kanalisering, erosjonssikring, fjerning av kantvegetasjon, innsnevring, tørrlegging av sideløp ol.. Særlig utslipp av finsediment fra sand- og grustak og andre åpne arealer har blitt fremhevet som trusselfaktor med stort skadepotensiale (Pulg & Skoglund 2014). Det anslås at halvparten av dagens smoltspotensial kan gå tapt hvis sandutslippene fortsetter over tid.

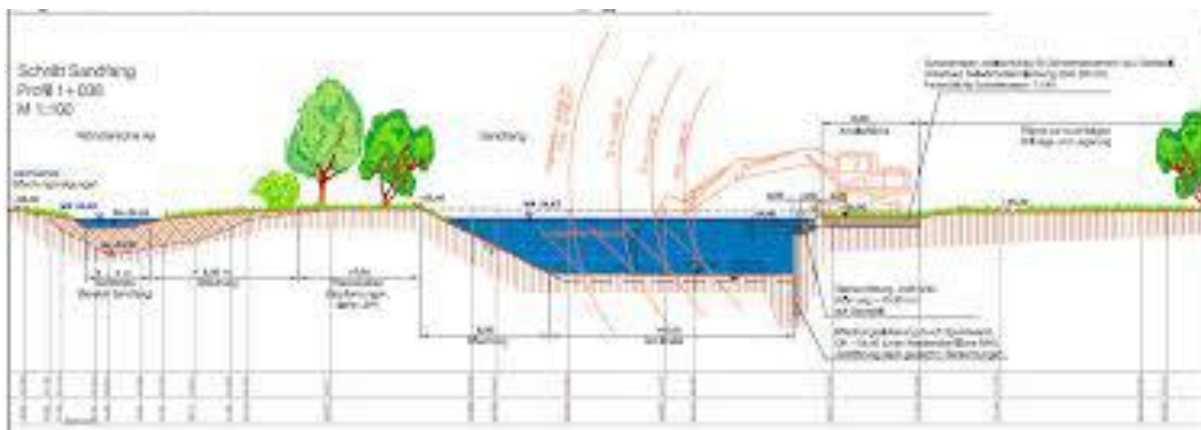
Utslipp av sand samt andre finsedimenter og forurensing bør derfor stoppes og unngås i fremtiden. Alle sandtak bør utrustes med tilstrekkelig dimensjonerte sandfang i vannveier og raskest mulig revegeteres. I Figur 11 og Figur 12 er det vist eksempler. Mere detaljer finnes i kap. 6.3.7 i Pulg et al. (2018). Alle åpne arealer i sandtak bør revegeteres så snart som mulig slik at erosjon på disse arealene unngås. Revegetering kan akseleres med såing av stedegen vegetasjon (gress og planting av trær).

Slike tiltak er i tråd med vannforskriftens forverringsforbud av økologisk tilstand og kan forankres i en rekke kommunale forvaltningsverktøy og forskrifter, deriblant reguleringsplaner. For sandfang og oppfølging regnes 400.000 NOK, i tillegg kommer vedlikehold og drift av sandfangene. Resten koster ingenting så lenge inngrep unngås.

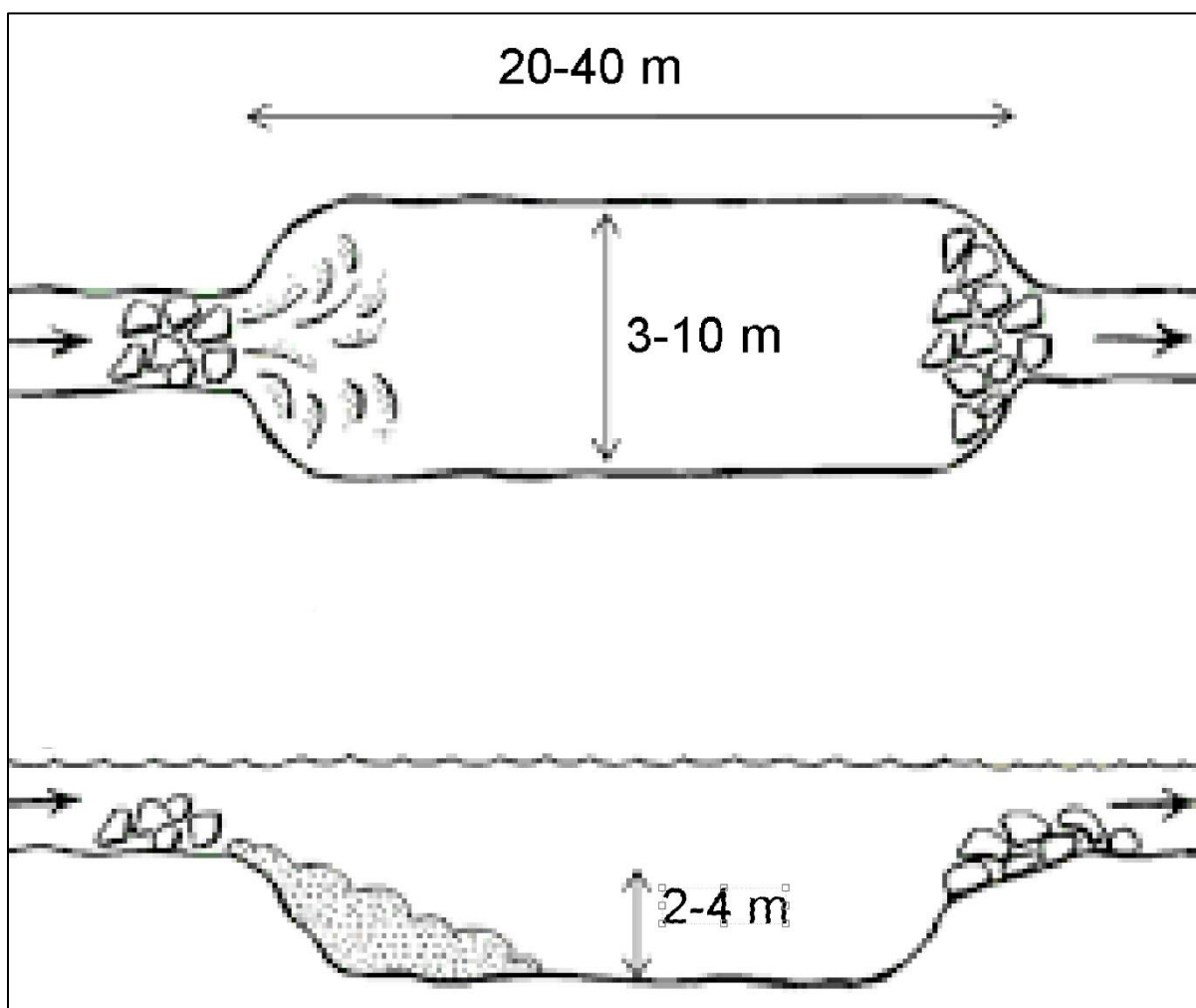


Figur 10. Høy finsedimentandel gir lite skjul for ungfisk og dårlige gyteforhold





Figur 11. Prinsipp tegninger sandfang i tverrprofil (fra fiskepleje.dk). Viktig at hele sandfang er tilgjengelig og kan tømmes med gravemaskin etter flommer.



Figur 12. Prinsippskisse sandfang fra fiskepleie.dk. Dimensjonene må tilpasses forholdene. Viktig er at sandfangen dimensjoneres etter overvannføringen ved sterkregn. Dette baseres på nedbørsfeltets areal og sterkregndata. Vannet må bremses under 0,3 m/s i flommer for å kunne sette av sand og finsediment.

## 3.7 Sammenstilling

I tabellen under er tiltakene fra kap. 3 sammenstilt og rangert etter forventet effekt på samlet smoltpotensial.

Tiltak	Smoltpotensial*	Ca. Kostnad /innsats NOK eks.mva. uten dugnad	
1	Bevaring av dagens vassdragshabitat	Sikrer ca. 46.000	Unngå nye inngrep
2	Sandfang ved sand- og grustak	Sikrer opptil ca. 23.000	400.000
3	Fiskepassasje Vindøla	+ 7.000	> 30.000.000
4	Vannslipp	+ 4.000	Må utredes men trolig høy
5	Tilkobling 10 sideløp	+ 3.000	750.000
6	Grusutlegg	+ 2.500	300.000
7	Justering av terskler og forbygninger	+ 1.500	500.000

\*Smoltpotensial gir uttrykk for den mulige forventete smoltproduksjonen per år basert på hydromorfologiske forhold og brukes til sammenligning av tiltakseffekter. Den reelle smoltproduksjonen forutsetter en rekke andre faktorer deriblant innsig av gytefisk, vannkvalitet og underliggende store årsvariasjoner.

## 4 Referanser

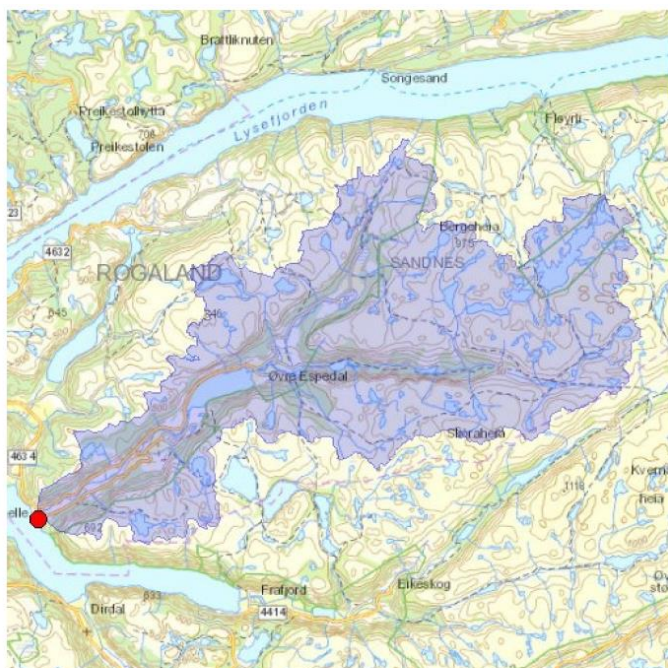
- Brittain, John E. 2007. "FoU-programmet Miljøbasert vannføring fase I 2001-2005. Sluttrapport." In *Rapport 1/2007 Miljøbasert Vannføring*, edited by Norges vassdrags- og energidirektorat. Oslo.
- Forseth, T., and A Harby. 2013. "Håndbok for miljødesign i regulerte laksevassdrag." In *NINA Temahefte 52*. Trondheim.
- Halleraker, J. H., and A. Harby. 2006. "Internasjonale metoder for å bestemme miljøbasert vannføring - hvilke egner seg for norske forhold." In *Rapport 9/2006 Miljøbasert Vannføring*, edited by Norges vassdrags- og energidirektorat. Oslo: SINTEF.
- Hauer, Christoph, and Ulrich Pulg. 2018. 'The non-fluvial nature of Western Norwegian rivers and the implications for channel patterns and sediment composition', *CATENA*, 171: 83-98.
- . 2020. 'Buried and forgotten—The non-fluvial characteristics of postglacial rivers', *River Research and Applications*, <https://doi.org/10.1002/rra.3596>: 1-5.
- Pulg, U., B. T. Barlaup, H. Skoglund, G. Velle, S. E. Gabrielsen, S. Stranzl, E. O. Espedal, G. B. Lehmann, T. Wiers, B. Skår, E. Normann, H.-P. Fjeldstad, and F. Kroglund. 2018. 'Tiltakshåndbok for bedre fysisk vannmiljø: God praksis ved miljøforbedrende tiltak i elver og bekker', *NORCE LFI Technical Report 269*. Norce Bergen.
- Pulg, U., and H. Skoglund. 2014. "Habitatkartlegging Espedalsvassdraget " In *Uni Research LFI rapport 44*.
- Pulg, U., S. Stranzl, E.O. Espedal, S-E. Gabrielsen, C. Postler, O. Ugedal., G.J. Jensås, G. Bremset, H-P. Fjeldstad, and K. Alfredsen. 2020. "Effektivitet og kost-nytte forhold av miljøtiltak i vassdrag." *NORCE LF-rapport 367*.
- Ugedal, Ola, Frode Kroglund, Bjørn Barlaup, and Anders Lamberg. 2014. "Smolt – en kunnskapsoppsummering." In *Technical Report M136-2014*, edited by Miljødirektoratet. Trondheim.



Figur 13. Sjøaurer på gyteplass i Lonå 2014

# 5 Vedlegg

Nedbørsfeltanalyse Espedalselva (www.nevina.nve.no)



Norges vassdrags- og energidirektorat

Kartbakgrunn: Statens Kartverk

Kartdatum: EUREF89 WGS84

Projeksjon: UTM 33N

Nedbørsfeltgrenser, feltparametere og vannføringsindekser er automatisk generert og kan inneholde feil. Resultatene må kvalitetssikres.

## Lavvannskart

Vassdragsnr.: 030.4A  
 Kommune: Sandnes  
 Fylke: Rogaland  
 Vassdrag: Espedalsåna

### Feltparametere

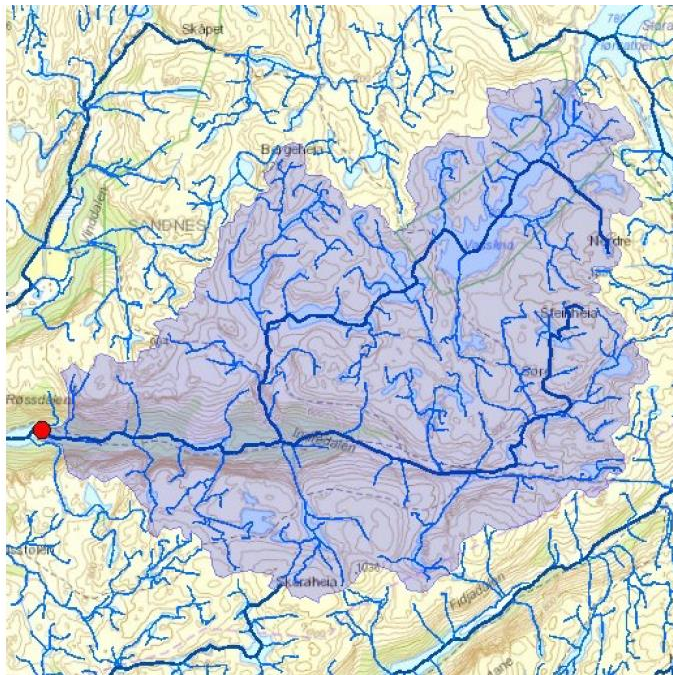
Areal (A)	138,8 km <sup>2</sup>
Effektiv sjø (S <sub>eff</sub> )	1,4 %
Elvelengde (E <sub>L</sub> )	28,0 km
Elvegradient (E <sub>G</sub> )	35,3 m/km
Elvegradient <sub>1085</sub> (G <sub>1085</sub> )	28,9 m/km
Feltlengde(F <sub>L</sub> )	23,7 km
Middelvannføring (61-90)	89,8 l/(s*km <sup>2</sup> )
Alminnelig lavvannføring	22,8 l/(s*km <sup>2</sup> )
5-persentil (hele året)	29,3 l/(s*km <sup>2</sup> )
5-persentil (1/5-30/9)	7,8 l/(s*km <sup>2</sup> )
5-persentil (1/10-30/4)	26,6 l/(s*km <sup>2</sup> )
Base flow	35,0 l/(s*km <sup>2</sup> )
BFI	0,4
<b>Klima</b>	
Klimaregion	Sor
Årsnedbør	2139 mm
Sommernedbør	776 mm
Vinternedbør	1363 mm
Årstemperatur	4,3 °C
Sommertemperatur	8,8 °C
Vintertemperatur	1,1 °C
Temperatur Juli	10,4 °C
Temperatur August	10,7 °C
H <sub>min</sub>	1 moh.
H <sub>10</sub>	210 moh.
H <sub>20</sub>	403 moh.
H <sub>30</sub>	562 moh.
H <sub>40</sub>	653 moh.
H <sub>50</sub>	706 moh.
H <sub>60</sub>	759 moh.
H <sub>70</sub>	812 moh.
H <sub>80</sub>	847 moh.
H <sub>90</sub>	892 moh.
H <sub>max</sub>	1054 moh.
Bre	0,0 %
Dyrket mark	1,8 %
Myr	0,7 %
Sjø	9,0 %
Skog	15,9 %
Snaufjell	61,6 %
Urban	0,2 %

1) Verdien er editert

Det er generelt stor usikkerhet i beregninger av lavvannsindekser. Resultatene bør verifiseres mot egne observasjoner eller sammenlignbare målestasjoner.

I nedbørsfelt med høy breprosent eller stor innsjøprosent vil tørrværsavrenning (baseflow) ha store bidrag fra disse lagringsmagasinene.

## Nedbørsfeltanalyse ovenfor Røssdalsvatnet



Norges  
vassdrags- og  
energidirektorat

Kartbakgrunn: Statens Kartverk

Kartdatum: EUREF89 WGS84

Projeksjon: UTM 33N

Nedbørsfeltgrenser, feltparametere og vannføringsindekser er automatisk generert og kan inneholde feil. Resultatene må kvalitetssikres.

### Lavvannskart

Vassdragsnr.: 030.4C22  
Kommune: Sandnes  
Fylke: Rogaland  
Vassdrag: Espedalsåna

Vannføringsindeks, se merknader

Middelvannføring (61-90)	103,6 l/(s*km <sup>2</sup> )
Alminnelig lavvannføring	l/(s*km <sup>2</sup> )
5-persentil (hele året)	l/(s*km <sup>2</sup> )
5-persentil (1/5-30/9)	l/(s*km <sup>2</sup> )
5-persentil (1/10-30/4)	l/(s*km <sup>2</sup> )
Base flow	0,0 l/(s*km <sup>2</sup> )
BFI	

### Klima

Klimaregion	Sor
Årsnedbør	2362 mm
Sommernedbør	846 mm
Vinternedbør	1516 mm
Årstemperatur	3,4 °C
Sommertemperatur	7,9 °C
Vintertemperatur	0,2 °C
Temperatur Juli	9,4 °C
Temperatur August	9,9 °C

### Feltparametere

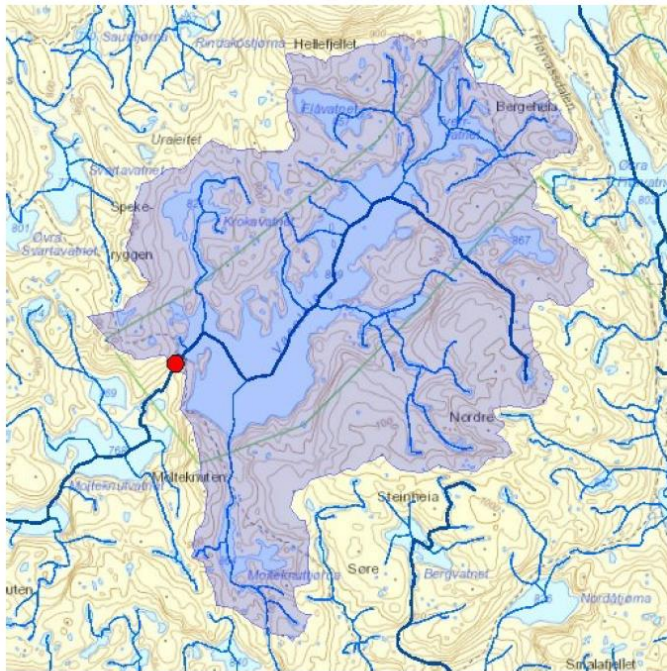
Areal (A)	55,3 km <sup>2</sup>
Effektiv sjø (S <sub>eff</sub> )	1,7 %
Elvelengde (E <sub>L</sub> )	13,4 km
Elvegradient (E <sub>G</sub> )	64,1 m/km
Elvegradient <sub>1085</sub> (G <sub>1085</sub> )	67,5 m/km
Feltlengde(F <sub>L</sub> )	11,3 km
H <sub>min</sub>	132 moh.
H <sub>10</sub>	584 moh.
H <sub>20</sub>	722 moh.
H <sub>30</sub>	780 moh.
H <sub>40</sub>	812 moh.
H <sub>50</sub>	833 moh.
H <sub>60</sub>	855 moh.
H <sub>70</sub>	875 moh.
H <sub>80</sub>	900 moh.
H <sub>90</sub>	939 moh.
H <sub>max</sub>	1054 moh.
Bre	0,0 %
Dyrket mark	0,0 %
Myr	0,2 %
Sjø	11,7 %
Skog	5,5 %
Snaufjell	78,1 %
Urban	0,0 %

1) Verdien er editert

Det er generelt stor usikkerhet i beregninger av lavvannsindekser. Resultatene bør verifiseres mot egne observasjoner eller sammenlignbare målestasjoner.

I nedbørsfelt med høy brøprosent eller stor innsjøprosent vil tørrværsavrenning (baseflow) ha store bidrag fra disse lagringsmagasinene.

## Nedbørsfeltanalyse areal fraført til Flørli kraftverk



Norges  
vassdrags- og  
energidirektorat

NVE

Kartbakgrunn: Statens Kartverk

Kartdatum: EUREF89 WGS84

Projeksjon: UTM 33N

Nedbørsfeltgrenser, feltparametere og vannføringsindekser er automatisk generert og kan inneholde feil. Resultatene må kvalitetssikres.

### Lavvannskart

Vassdragsnr.: 030.4CA  
Kommune: Sandnes  
Fylke: Rogaland  
Vassdrag: Fossåa

Vannføringsindeks, se merknader

Middelvannføring (61-90) 110,7 l/(s\*km<sup>2</sup>)  
Alminnelig lavvannføring 1/(s\*km<sup>2</sup>)  
5-persentil (hele året) 1/(s\*km<sup>2</sup>)  
5-persentil (1/5-30/9) 1/(s\*km<sup>2</sup>)  
5-persentil (1/10-30/4) 1/(s\*km<sup>2</sup>)  
Base flow 0,0 l/(s\*km<sup>2</sup>)  
BFI

#### Klima

Klimaregion	Sor	H <sub>min</sub>	794 moh.
Årsnedbør	2330 mm	H <sub>10</sub>	812 moh.
Sommernedbør	824 mm	H <sub>20</sub>	817 moh.
Vinternedbør	1506 mm	H <sub>30</sub>	832 moh.
Årstemperatur	2,7 °C	H <sub>40</sub>	856 moh.
Sommertemperatur	7,2 °C	H <sub>50</sub>	868 moh.
Vintertemperatur	-0,5 °C	H <sub>60</sub>	884 moh.
Temperatur Juli	8,8 °C	H <sub>70</sub>	901 moh.
Temperatur August	9,4 °C	H <sub>80</sub>	928 moh.
		H <sub>90</sub>	975 moh.
		H <sub>max</sub>	1054 moh.
		Bre	0,0 %
		Dyrket mark	0,0 %
		Myr	0,1 %
		Sjø	23,3 %
		Skog	0,0 %
		Snaufjell	76,5 %
		Urban	0,0 %

1) Verdien er editert

Det er generelt stor usikkerhet i beregninger av lavvannsindekser. Resultatene bør verifiseres mot egne observasjoner eller sammenlignbare målestasjoner.

I nedbørsfelt med høy breprosent eller stor innsjøprosent vil tørrværsavrenning (baseflow) ha store bidrag fra disse lagringsmagasinene.

© nevina.nve.no



## Laboratorium for ferskvannsekologi og innlandsfiske (LFI)

LFI ble opprettet ved Universitet i Bergen i 1969, og er nå en seksjon ved Norwegian Research Centre (NORCE). LFI gjennomfører forskning, overvåking, tiltak og utredninger innen ferskvannsekologi. Vi har spesiell kompetanse på laksefisk (laks, sjøaure, innlandsaure) og bunndyr, og på hvilke miljøbetingelser som skal være til stede for at disse artene skal ha livskraftige bestander. Sentrale tema er:

- Bestandsregulerende faktorer
- Gytebiologi hos laksefisk
- Biologisk mangfold basert på bunndyrsamfunn i ferskvann
- Effekter av vassdragsreguleringer
- Effekter av fiskeoppdrett, lakselus og rømming
- Forsuring og kalking
- Habitattanalyser
- Vassdragsrestaurering
- Miljødesign og habitattiltak
- Effekter av klimaendringer
- Fiskepassasjer
- Gassovermetning