

Vossovassdraget – flomrisikohåndtering og naturbaserte løsninger

Pulg, U., Stranzl, S. **NORCE LFI Bergen**. ulrich.pulg@uni.no, Hauer, Christoph **BOKU/Hauer Consulting**



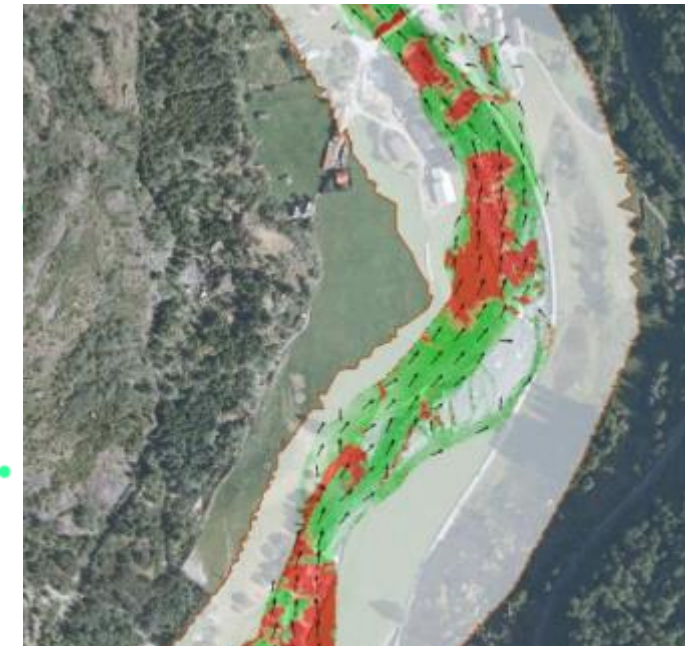
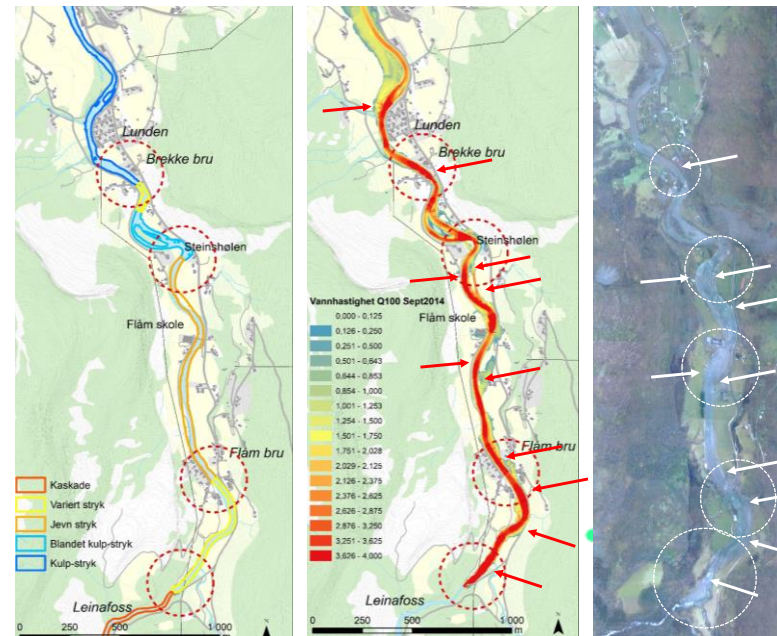
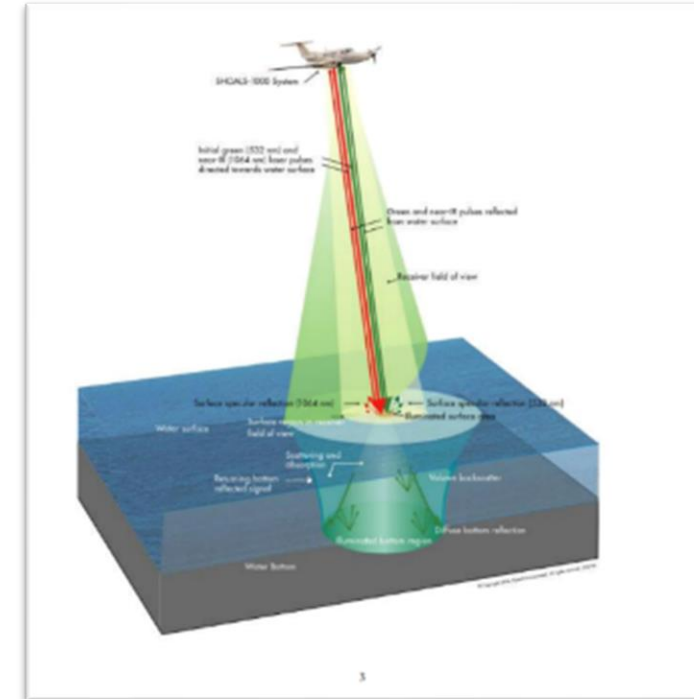
Bakgrunn

NORCE

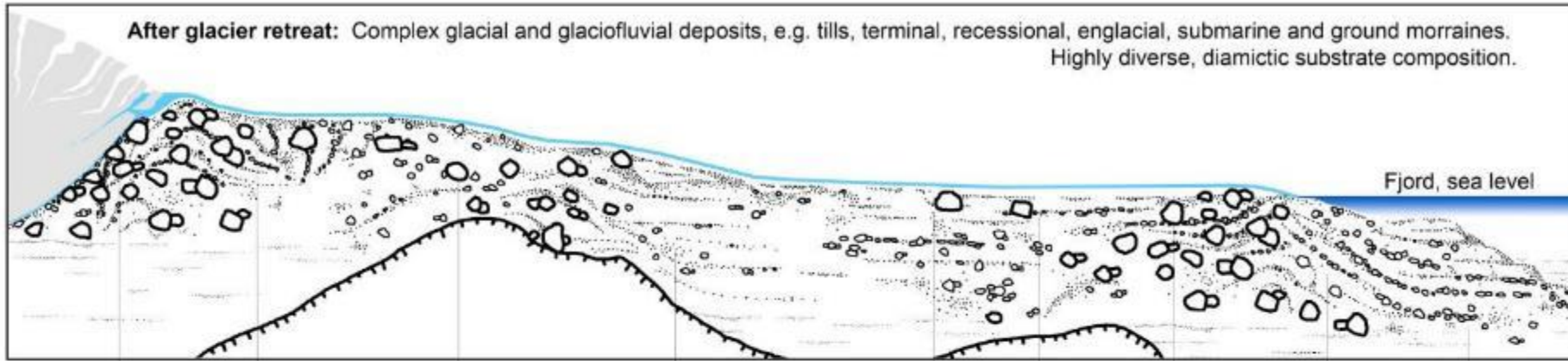


Nye metoder og data:

- Mer presis risikoforståelse og bedre tiltak
- Bedre inngangsdata (Multibeamscanning, ALB - Grønn laser bathymetri)
- Elvetynologi
- Sedimentregime
- Naturbaserte løsninger
- Elverestraurering



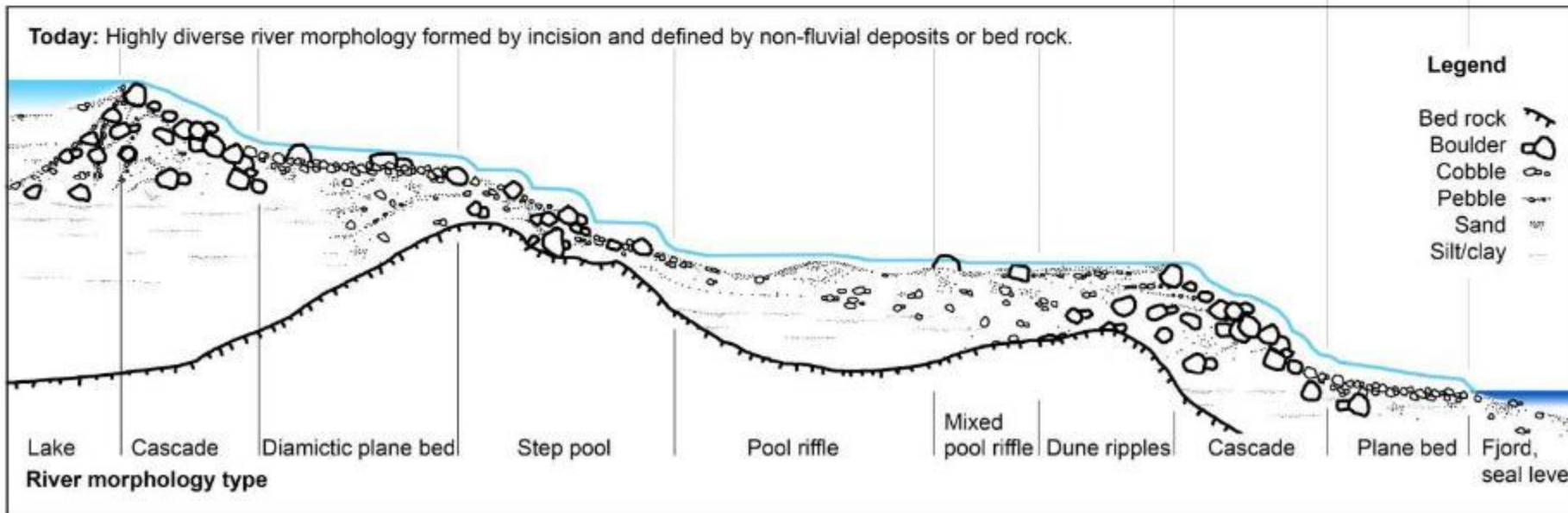
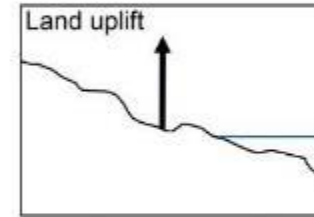
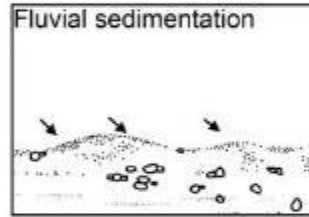
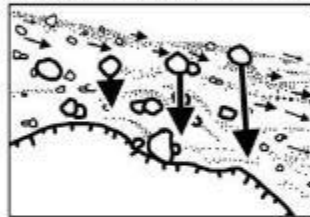
Hauer et al (2021) CRITICAL FLOWS IN SEMI-ALLUVIAL CHANNELS DURING EXTRAORDINARILY HIGH DISCHARGES: IMPLICATIONS FOR FLOOD RISK MANAGEMENT



Geomorphological processes:

→ Fluvial incision and erosion of small particles.

↓ Vertical incision of large particles.



Hvordan er våre elver bygget opp?

Hauer & Pulg 2018: The non-fluvial nature of Western Norwegian rivers. Catena 171.

Kontekst og målsettinger

- Hydrologi

Scenario 0: The flood from 2014 distributed in the sub-drainages.

Scenario 1: Q200 + 40% distributed in the sub-drainages with the same distribution as the 2014 flood.

Scenario 2: Major flood in Raundalselvi, corresponding to minor ones in other sub-drainages.

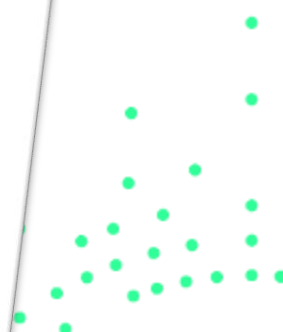
Scenario 3: Major flood in Strandaelvi, corresponding to minor ones in other sub-drainages.

Scenario 4: Major flood in the local sub-drainage of Vangsvatnet, corresponding to minor ones in other sub-drainages.

Scenario 5: Major flood in the local sub-drainage of Evangervatnet, corresponding to minor ones in other sub-drainages.

Sted	Scenario 0	Scenario 1	Scenario 2	Scenario 3	Scenario 4	Scenario 5
Strandaelvi	321	639	403	639	464	352
Raundalselvi	782	1176	1176	810	596	453
Bulken	812	1096	1096	1096	1096	648
Vassenden	1429	1708	1708	1708	1708	1710
Straume		2221	2221	2221	2221	2233

Tabell 2-2: Flomverdiene i delfeltene ved de ulike scenariene for flomfordeling.



Miljø inkluderes sentralt

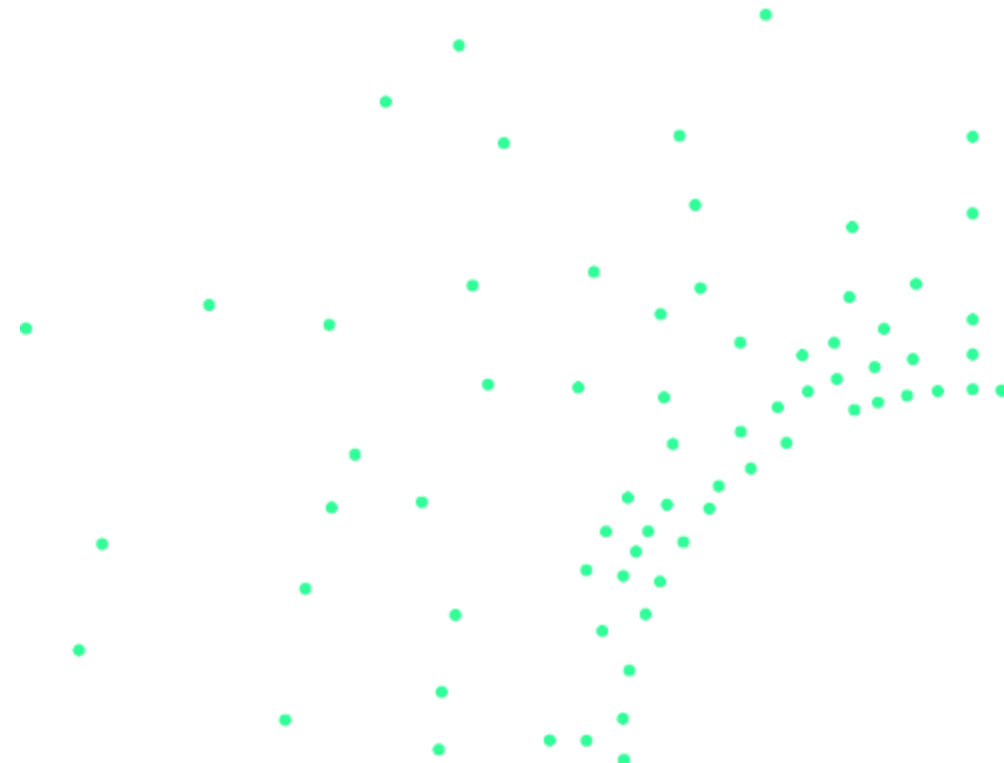
Verneformål:

«...Store verneverdier både for vilt- og fiskeinteresser, friluftsliv, kulturminner og naturvitenskap»

St.prp. nr 89 1984-85

Geologi og morfologi, deltaområder, særlig i Strandaelvi, Laks og røye nevnes men også ferskvannsfisk ellers, fuglelivet, botanikk.

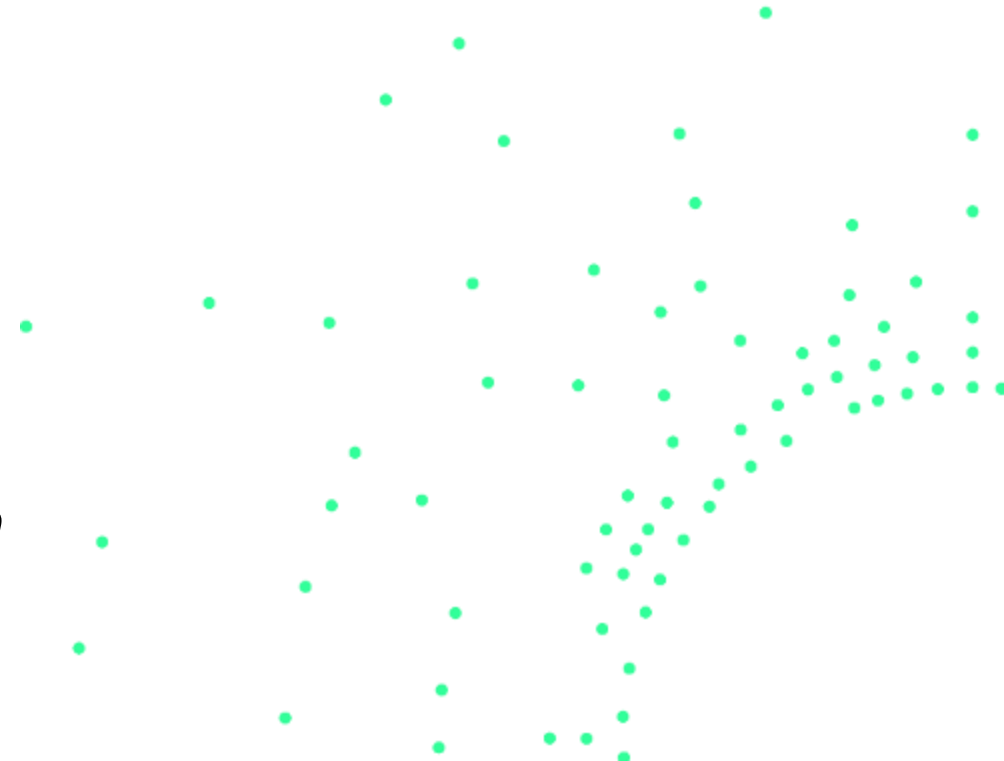
*Status som nasjonal laksevassdrag.
Redningsaksjon Vossolaks*



Miljømål :

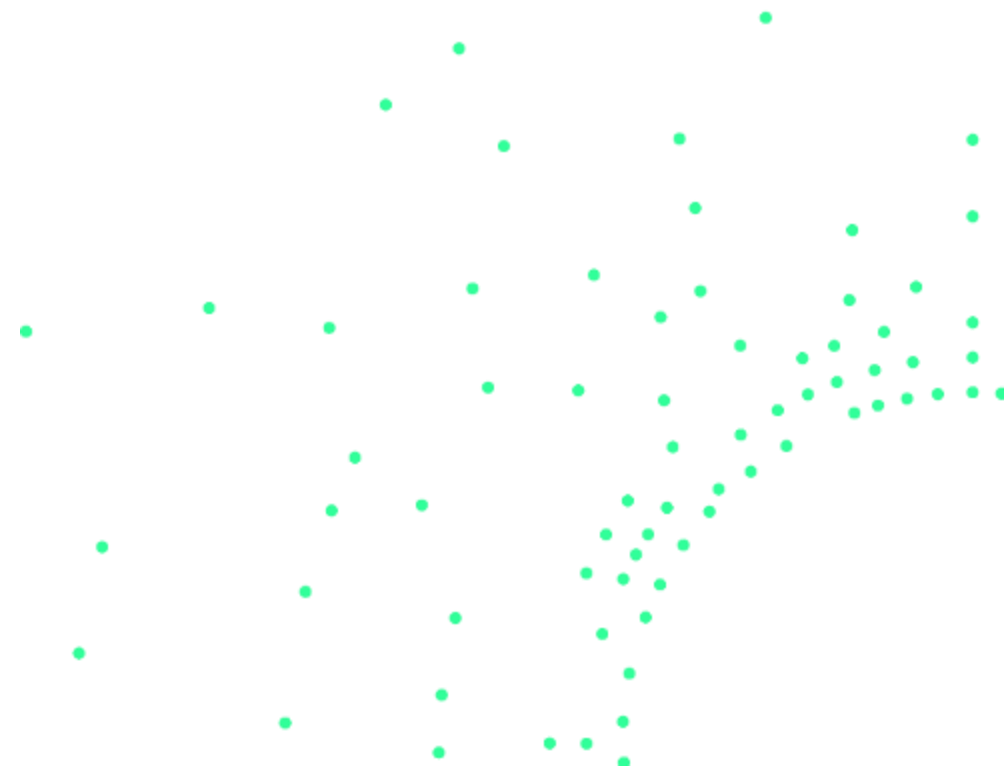
- *Vannforskriften og vannressursloven, god økologisk tilstand*
- *EU taksonomi for vannkraft*
- *Kvalitetsnorm villaks*
- *Naturmangfoldloven*
- *Redningsaksjon Vossolaks*

Flommer er viktig for å sikre vassdragsnaturen og oppnåelse av verneformål.



Flomrisikohåndtering

- *Plan- og bygningsloven*
- *Tek 17*
- *Naturskadeerstatning*
- *Beredskap*
- *Organisatoriske tiltak?*



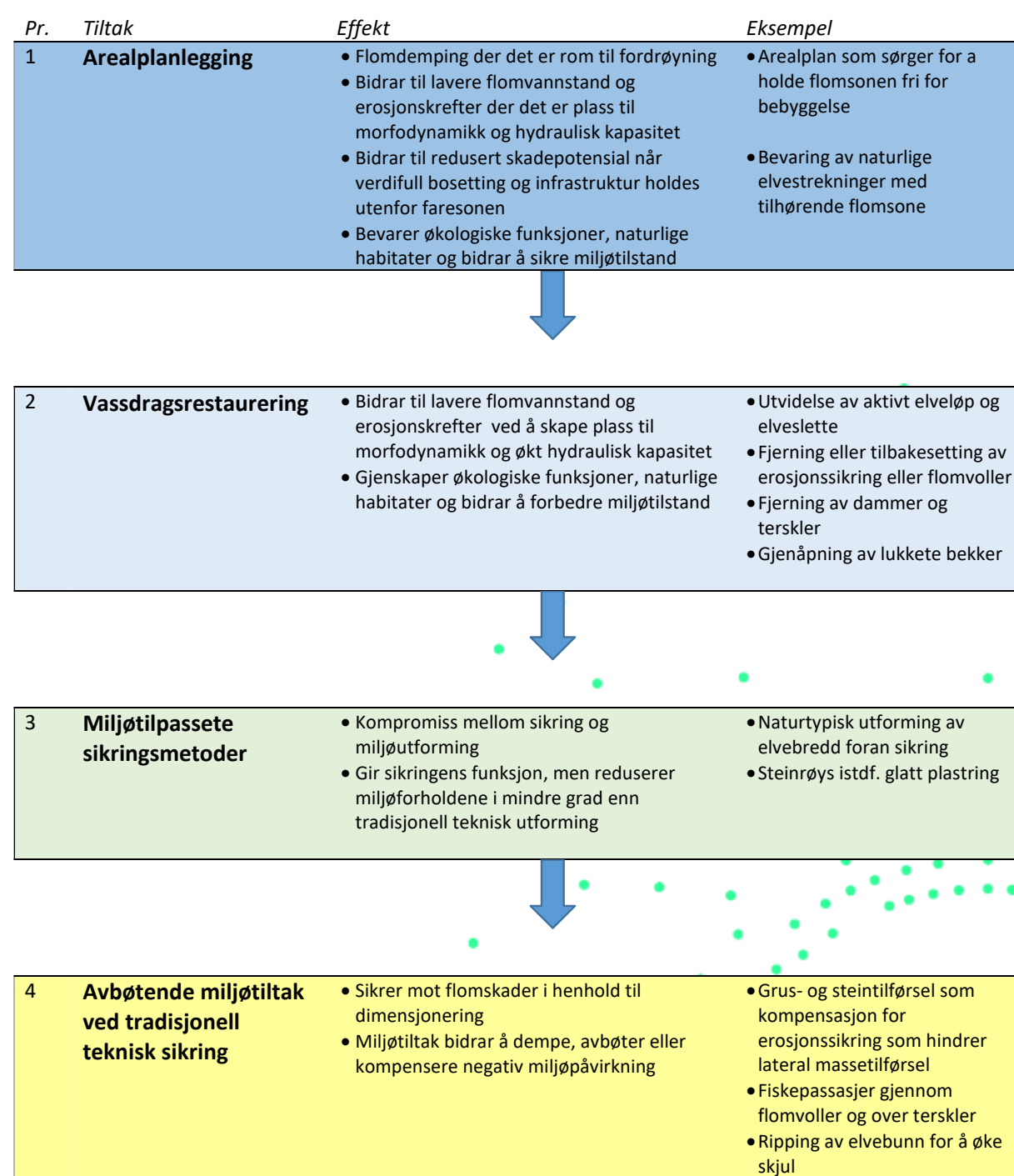
Naturbasert flomrisikohåndtering i vassdrag

Viktige premisser for Vossovassdraget:

- Vannet forblir innenfor vassdraget
- Bare inngrep der det var lignende inngrep fra før.
- Verneformål skal nås

Fra Flom og Miljø-rapporten LFI-458

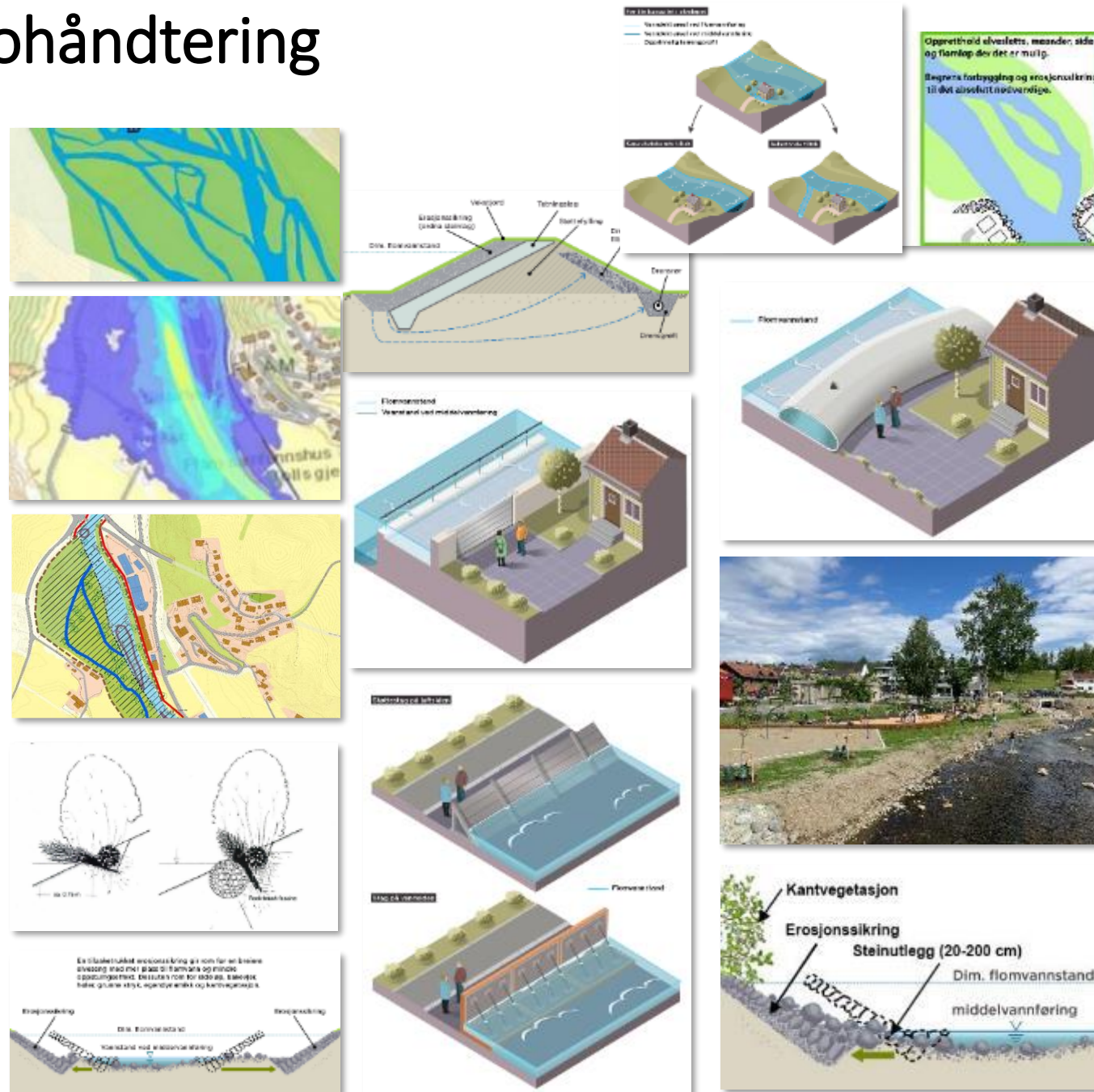
Lenke: <https://hdl.handle.net/11250/3043550>



Stor verktøykasse for flomrisikohåndtering

- Arealplanlegging
- Vassdragsrestaurering
- Våtmarksrestaurering
- Miljøtilpasset sikring
- Flomvoll – dike
- Flommur
- Mobil flomsikring
- Sedimentforvaltning
- Fordrøyning i elveslette
- Fordrøyning i innsjøer og våtmark
- Fordrøyning i magasiner, forhåndstapping
- Avlastning ved omløp
 - Flomtunnell
 - Flomløp
- Pumpestasjoner

Sikringshåndboka & Pulg mfl. 2022



Organisatoriske tiltak ?

- Arealplanlegging
- Vassdragsrestaurering
- Våtmarksrestaurering
- Miljøtilpasset sikring
- Flomvoll – dike
- Flommur
- ~~Mobil flomsikring~~
- Sedimentforvaltning
- Fordrøyning i elveslette
- Fordrøyning i innsjøer og våtmark
- ~~Fordrøyning i magasiner, forhåndstapping~~
- Avlastning ved omløp
 - Flomtunnell
 - Flomløp
- ~~Pumpestasjoner~~

Sikringshåndboka & Pulg mfl. 2022



Eksempel på elverestaurering som flomsikring

- Gran kommune
- Grunnerverv + arealbruksendring
- 6 bygninger fjernet
- Flomsone brukes som elvepark
- Stor stas for folk OG miljø



Viktige virkemidler:



1. Flomdemping – hydrologi: Flomtoppen blir mindre
2. Flomvannshåndtering – hydraulikk: flomtopp passer gjennom med minst mulig skalde

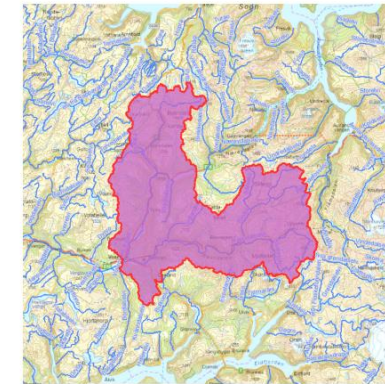
Vossovassdraget



Vossovassdragets nedbørsfelt

Vossevangen

- Dyrket mark 3 %
- Myr 3 %
- Skog 32 %
- Innsjø 4 %
- Snaufjell 54 %
- Urban 0.3 %
- 90 % over 404 moh
- 50 % over 961 moh



Norges vassdrags- og energidirektorat

Kartbåkgunn: Statens Kartverk
Kartdatum: EUREF89 WGS84
Projeksjon: UTM 33N
Beregning: 31259 E 6750993 N

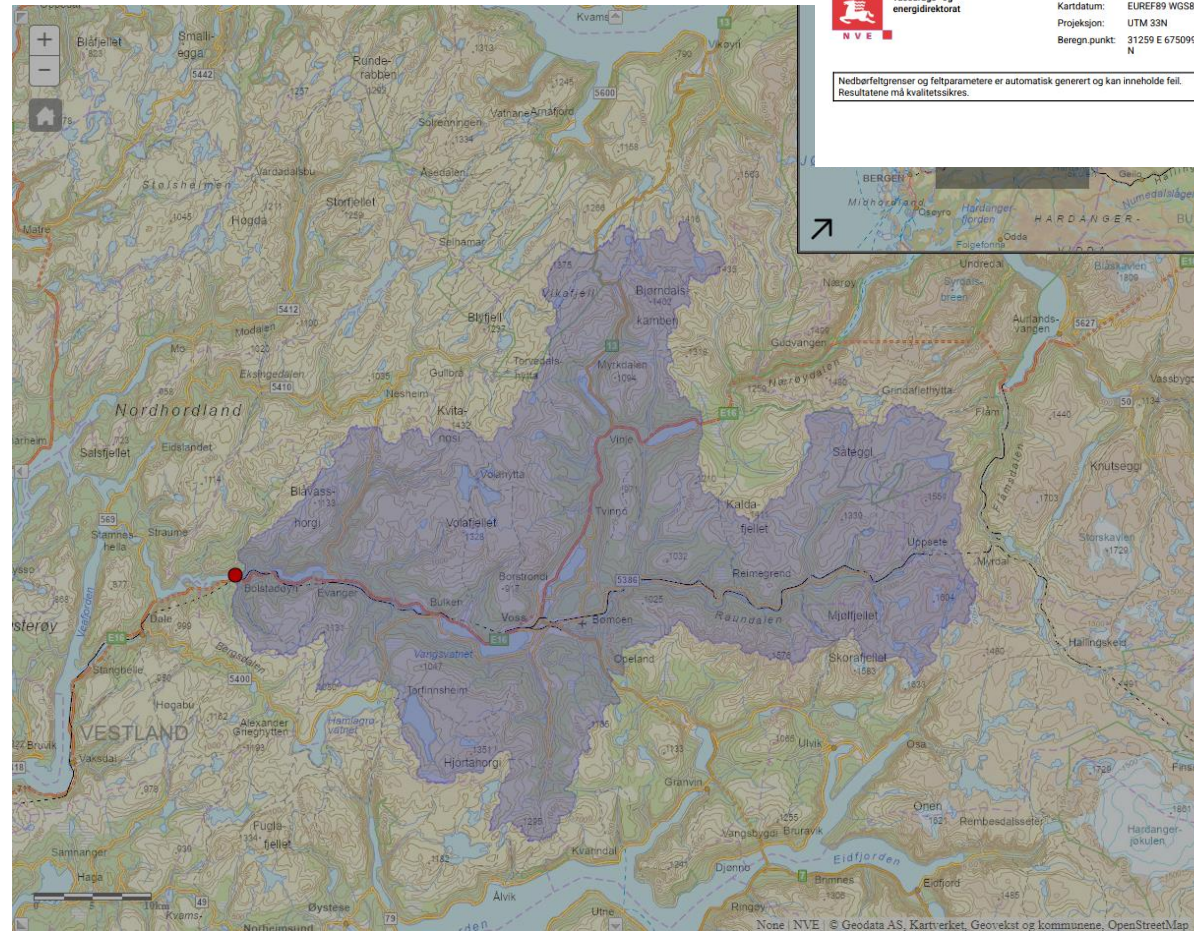
Nedbørfeltgrenser og feltparametere er automatisk generert og kan inneholde feil. Resultatene må kvalitetssikres.

Nedbørfeltparametere

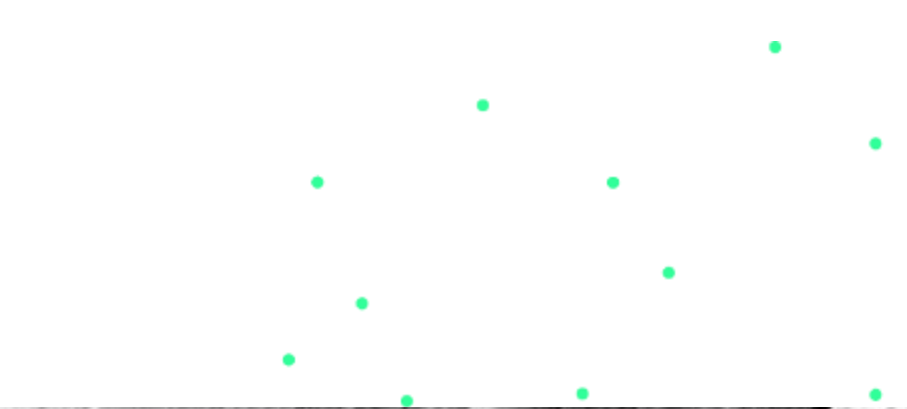
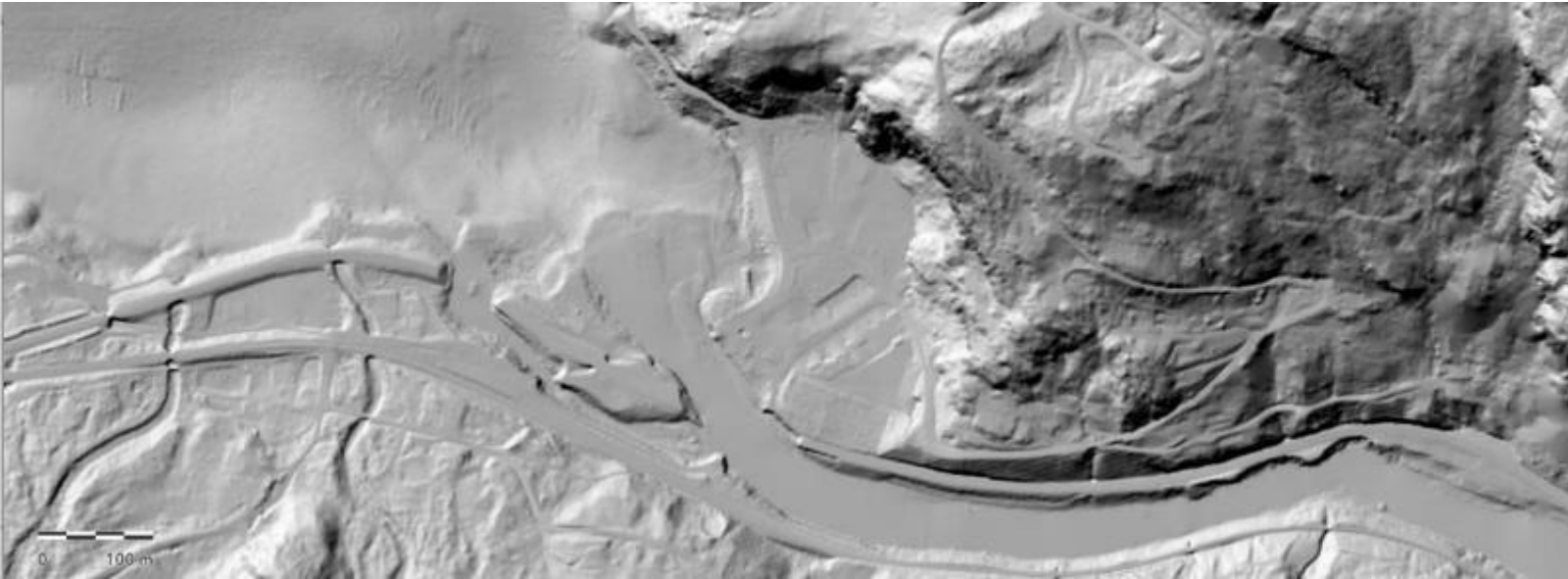
Vassdragsnr.: 062.F0
Kommune.: Voss
Fylke.: Vestland
Vassdrag.: Vossovassdraget

Feltparametere		Hypsografisk kurve	
Areal (A)	901 km ²	Høyde _{MIN}	45 m
Effektivt sjø (A _{EFF})	0.3 %	Høyde ₁₀	405 m
Elveengde (E _L)	52.1 km	Høyde ₂₀	629 m
Elvegradient (E _G)	23 m/km	Høyde ₃₀	764 m
Elvegradient ₁₀₀₀ (E _{G,1000})	22.5 m/km	Høyde ₄₀	869 m
Helning	15.8 °	Høyde ₅₀	961 m
Dreneringstetthet (D _T)	2.7 km ⁻¹	Høyde ₆₀	1058 m
Feltlengde (F _L)	40.8 km	Høyde ₇₀	1129 m
		Høyde ₈₀	1215 m
		Høyde ₉₀	1339 m
		Høyde _{MAX}	1603 m

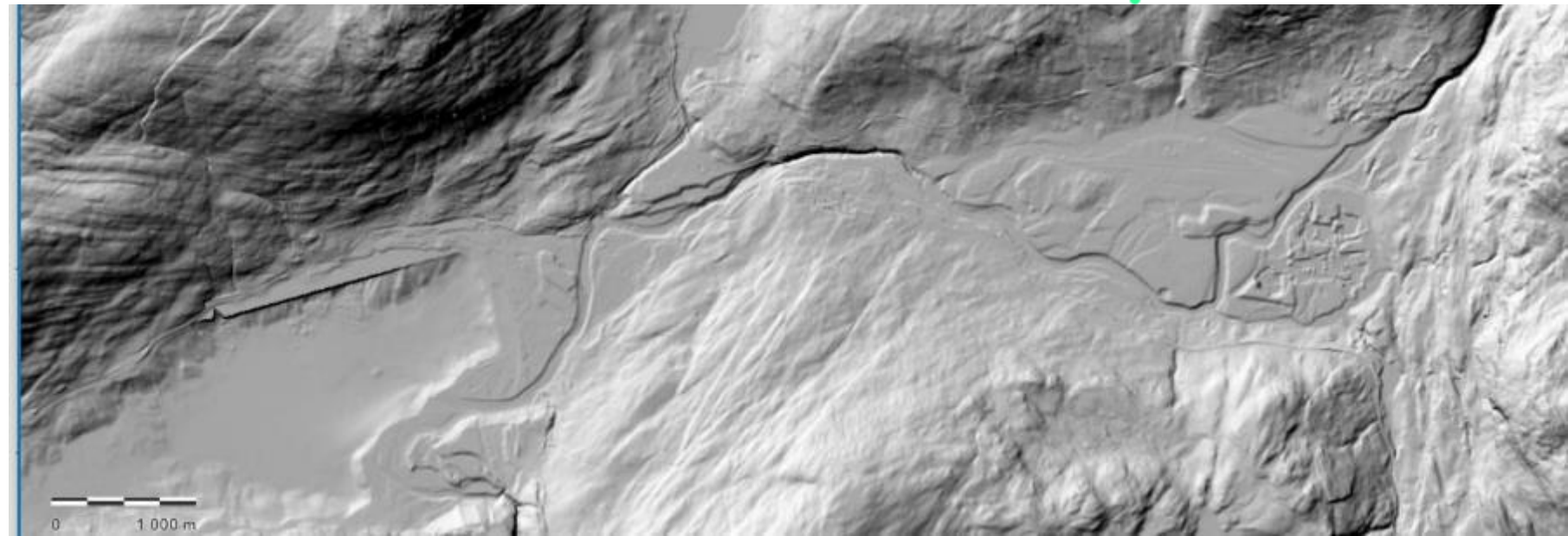
Arealklasse		Klima- /hydrologiske parametere (1991-2020)	
Bre (A _{BRE})	0.3 %	Årlig middellavrenning (Q _{AV})	66.6 l/s*km ²
Dyrket mark (A _{JORD})	2.9 %	Årlig middellavrenning	2101 mm
Myr (A _{MYR})	2.9 %	Usikkerhet middellavrenning	2.7 %
Leire (A _{LEIRE})	0 %	Nedbør juni - august	429 mm
Skog (A _{SKOG})	32.1 %	Nedbør desember - februar	792 mm
Sjø (A _{SJØ})	3.9 %	Årstemperatur	0.8 °C
Snaufjell (A _{SJ})	54.4 %	Sommertemperatur	8.9 °C
Urban (A _U)	0.3 %	Vintertemperatur	-5.1 °C
Uklassifisert areal (A _{REST})	3.2 %		



Naturlig utvikling – hva skjer hvis...?

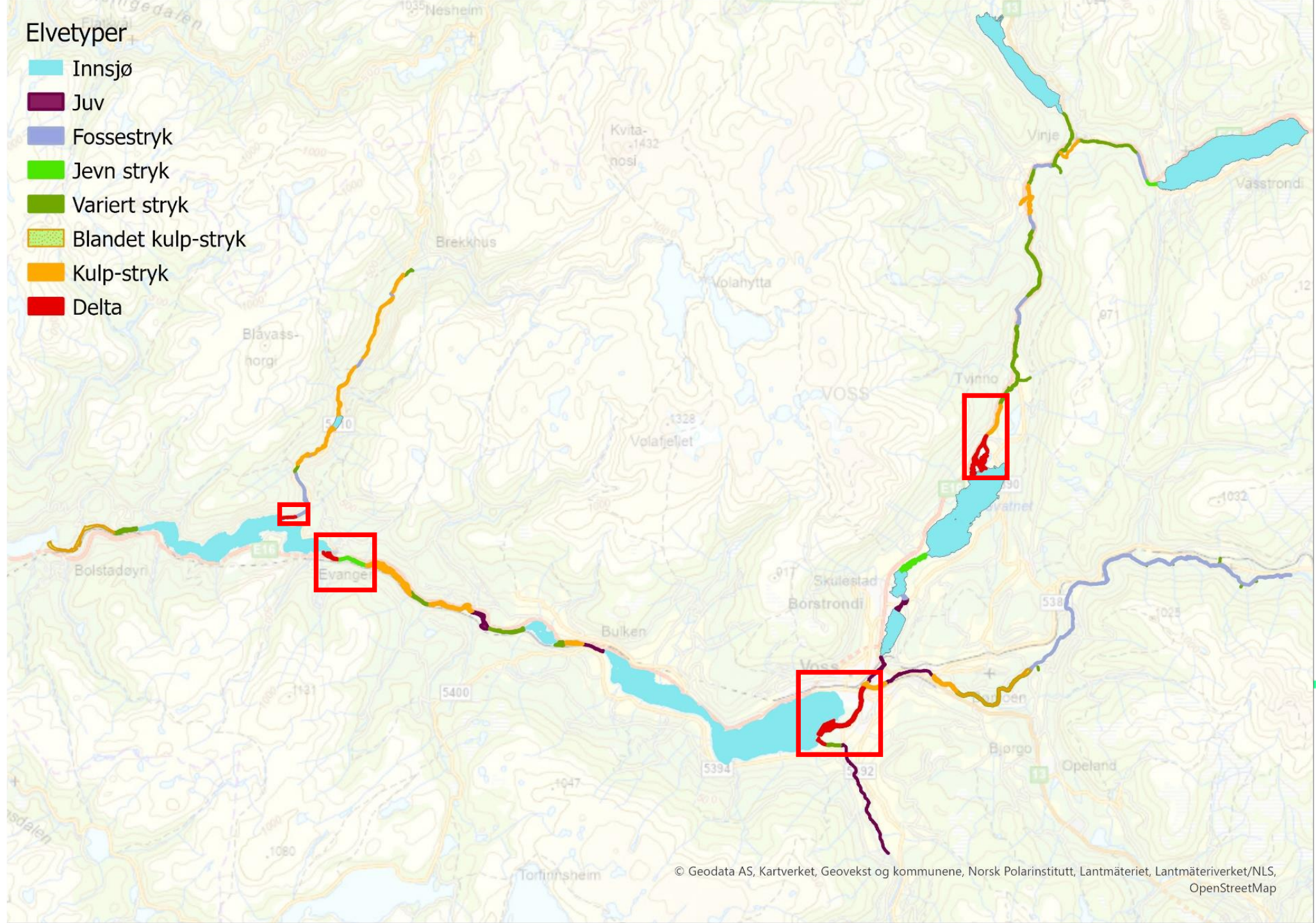


- LIDAR
- Historiske flyfoto
- Terrengform
- Løsmasser og geomorfologi



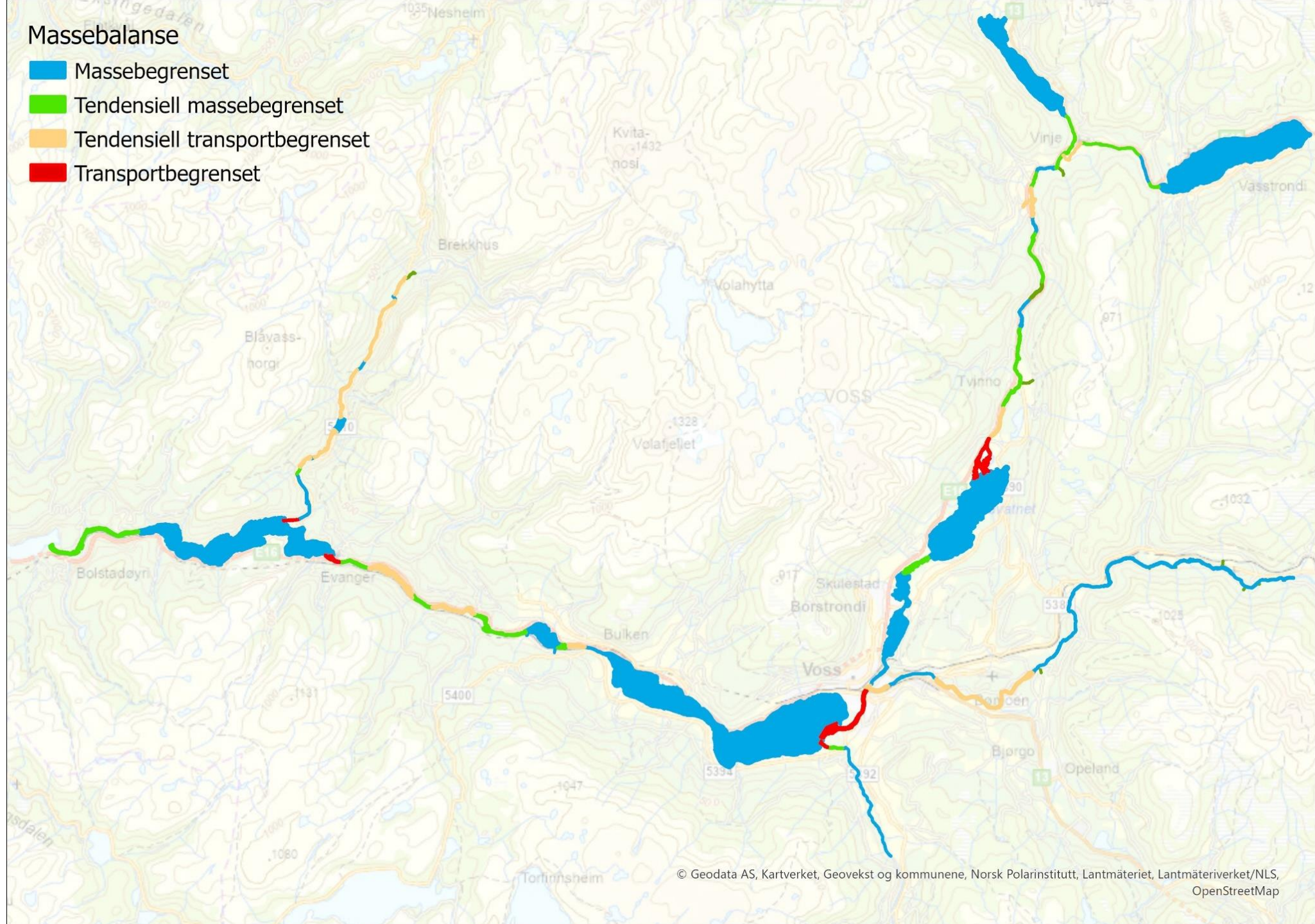
Elvetyper

- Innsjø
- Juv
- Fossestryk
- Jevn stryk
- Variert stryk
- Blandet kulp-stryk
- Kulp-stryk
- Delta



Massebalanse

- █ Massebegrenset
- █ Tendensiell massebegrenset
- █ Tendensiell transportbegrenset
- █ Transportbegrenset

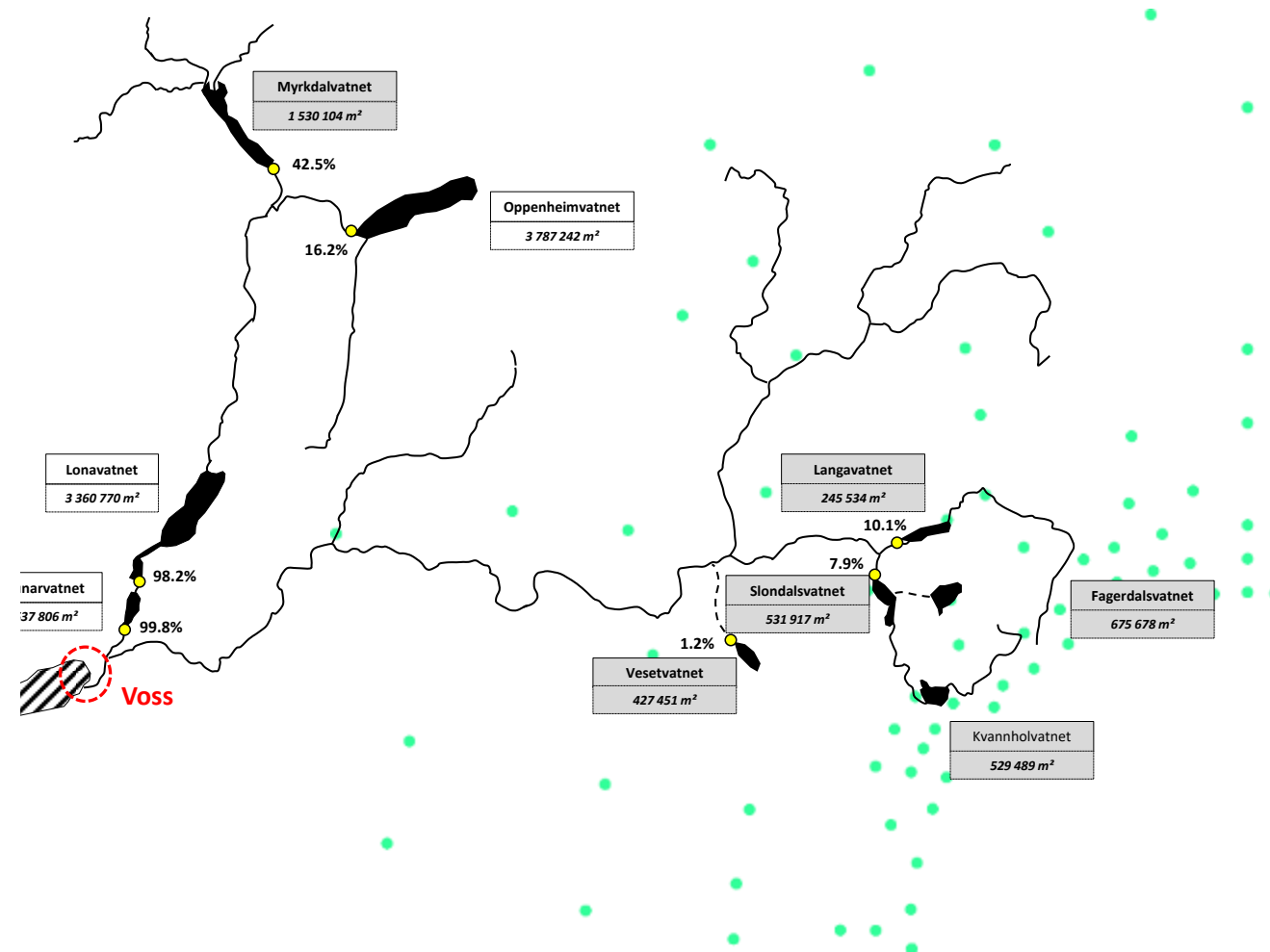


Flomdempingspotensial i innsjøer og magasiner



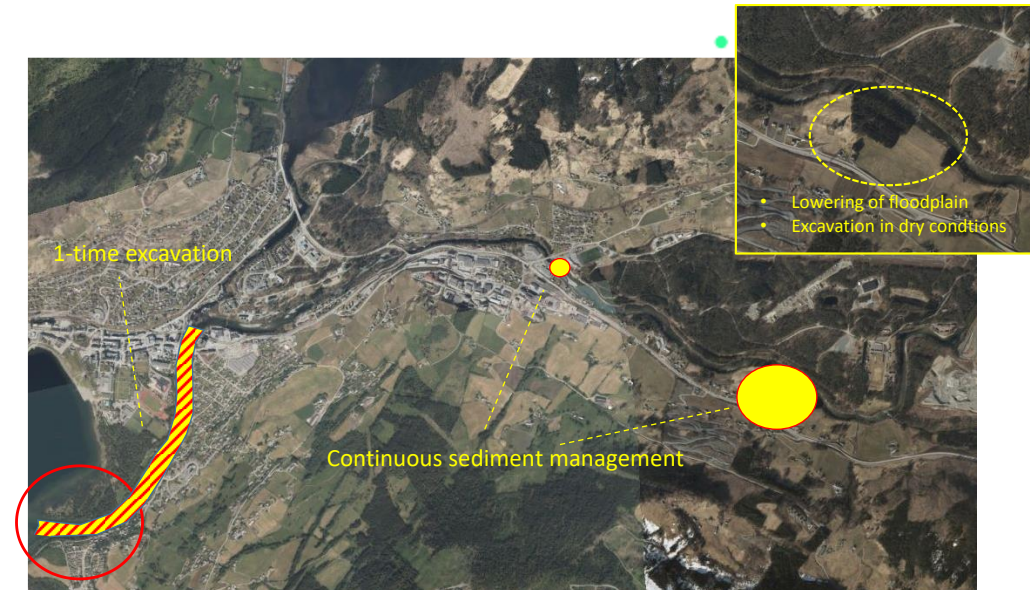
- Lite å hente i Raundalen
- Potensial i Strandadalen og Teigdalen
- Litt i Torfinno
- Krever nye tappe/utløpsarrangementer

Delfelt		Areal ved HRV	Magasinvolum	HRV--LRV
Oppheimsvatnet	Strandaelvi	3.85 km ²	2.8 Mill. m ³	1.2 m
<u>Volavatn</u>	Teigdalselva	2.36 km ²	56.6 Mill. m ³	32 m
Piksvatn	Teigdalselva	1.65 km ²	12.7 Mill. m ³	12 m
<u>Torfinnsvatnet</u>	Normalvann overført til <u>Bergdalsvassdraget</u> , flomoverløp kan nå Vosso	6.52 km ²	177 Mill. m ³	35 m



Sedimentforvaltning

- Viktig på sikt fordi elvevifter øker nivå
- Stor potensial for miljøskader, dersom man ikke tar hensyn
- Senkning av nedre Vosso ovf. Vangsvatnet kan gi en begrenset effekt opptil 1 m og ved 800 m³/s
- Sedimentforvaltning ved gitte steder og tidsrom foreslås
- Viktig med gode miljøtiltak.
- Eksempler fra Nausta og Flåm
- Må detaljeres og testes for flere vannføringer

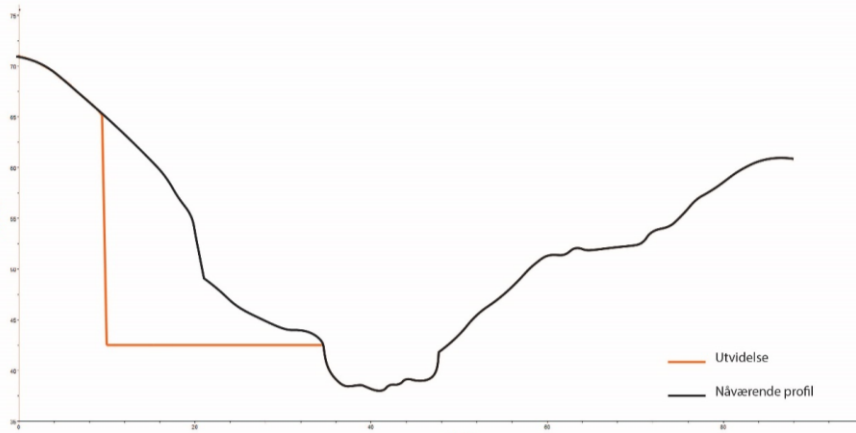


Justering av utløp Vangsvatnet - Lilandsosen



- Utvidelse av juv + klappeluke
- Senkning av flomvannstand + forhåndstapping
- Viktig for vassdragsmiljøet – bl.a. gyteplass
- Bør utformes slik at mye av det tapte laksehabitatet kan restaureres og forbedres.

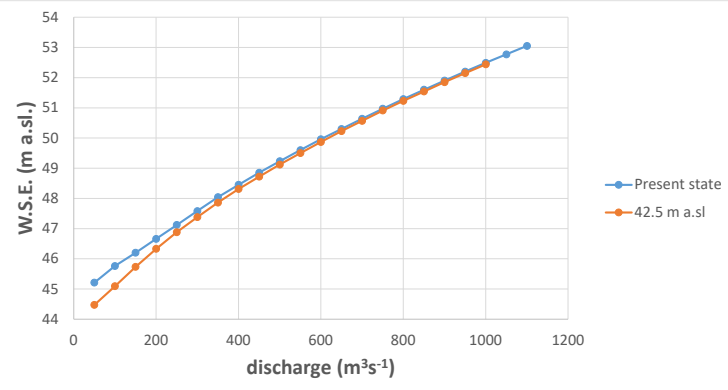




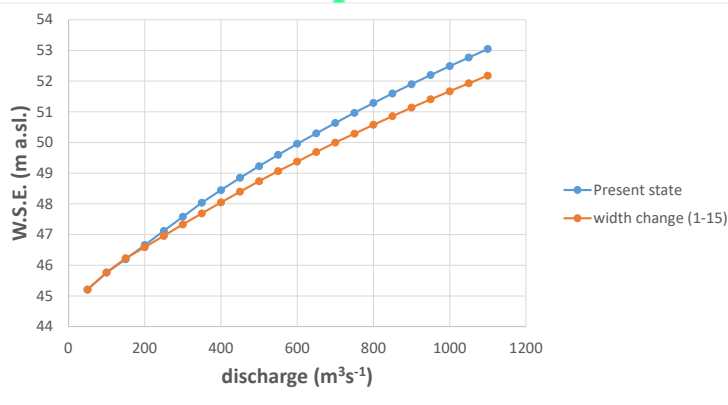
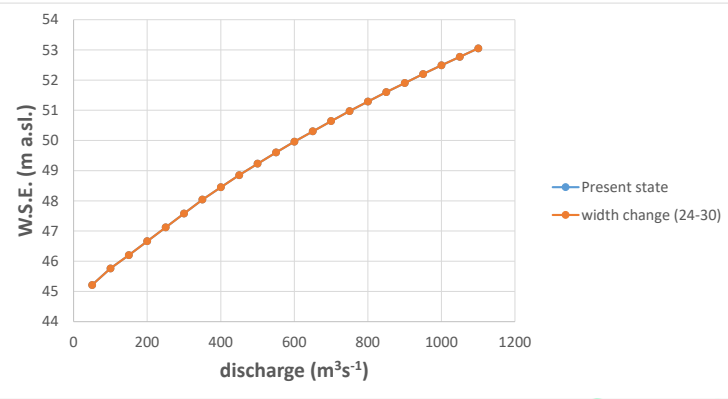
Figur 1. Representativ profil av utløp (Profil 4) uten (svart linje) og med utvidelse (brun linje).



Figur 2. Juvet nedenfor Lilandsosen april 2024



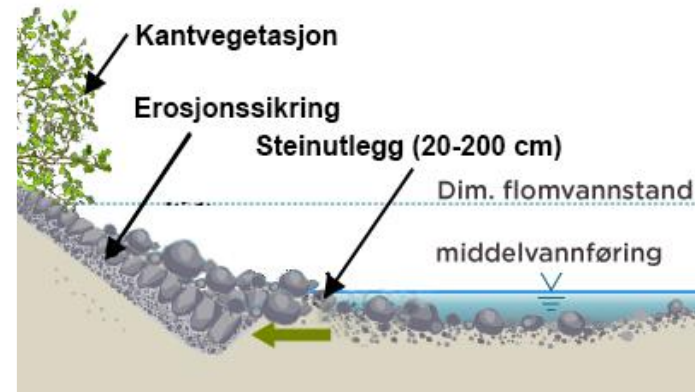
Figur 1. Vannstands-vannføringskurve ved utløp av Vangsvatnet for nåværende tilstand og med senkning av utløpsterskel til kote 42.5 moh.



Figur 1. Vannstands-vannføringskurve ved utløp av Vangsvatnet for nåværende tilstand og utvidelse av juvet nedenfor utløpet (pluss 10-12 m bredde, profil 1-15 og 24-30, ingen senkning av utløpsterskel).

Lokale sikringstiltak

- Undersøkelser om undergrunn og sigevann pågår
- Mulig med naturbaserte løsninger
- Mulig med mobil flomsikring



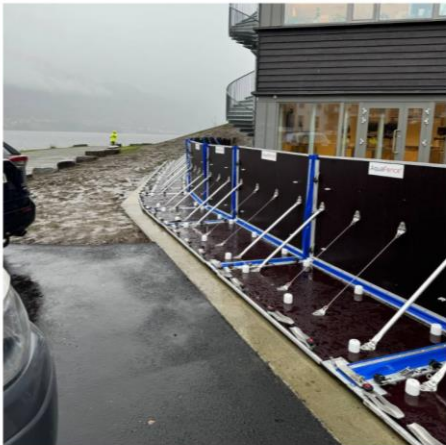
Eksempler for løsninger som er aktuell for lokale sikringstiltak. Til venstre utforming av naturtypisk elvebredd foran sikringsfoten, til høyre flommur med delvis mobile elementer

Lokal flomsikring

- Eksempler for naturbaserte løsninger
- Eksempler for mobile løsninger

Lei av å bli rammet av flom etter flom – nå har Voss tatt grep

Kommunen har brukt millioner på ny flomsikring. Ekstremværet Jakob ble den første testen.



[Kristine Ramberg Assen](#)

Journalist

[Jakob Høegeland Blom](#)

Journalist

[Milana Knežević](#)

Journalist

[Geord Johanne Braastad](#)

Fotograf

Vi rapporterer fra Voss

Publisert 4. nov kl. 20:56

Oppdatert 11. nov kl. 11:09

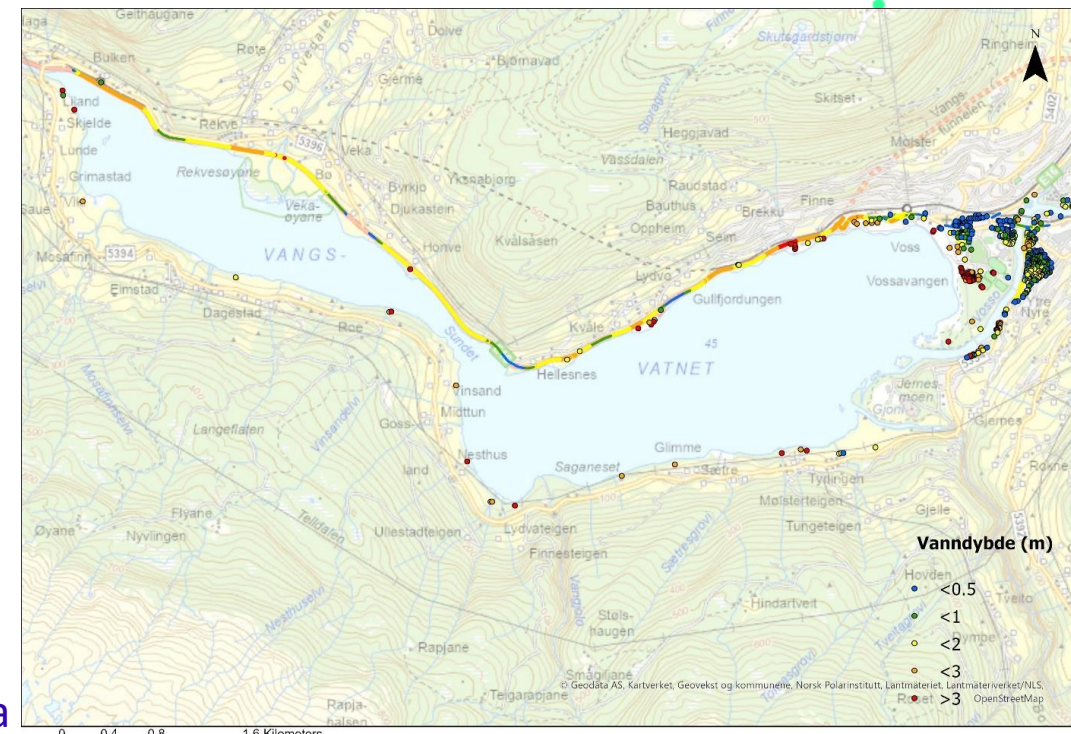


NORSK OPPFINNELSE: Voss herad forventer større flommer i fremtiden. Nå forbereder de seg med nye flomgjerdjer.
FOTO: REIDAR GILBRAKKEN



Lokale sikringstiltak og flytting av de mest utsatte bygninger

- Omfang av sikringsbehov og beredskap kan reduseres når den mest utsatte bebyggelsen flyttes
- Kan flyttes opp (heving) eller utenfor flomsone
- Kan gjøres over tid ved å regulere og tilby tryggere arealer til ny- eller gjenoppbygging
- Frivillig ordning



Vanndyp ved bygninger 200 års flom + klima

Sammendrag – vi anbefaler en kombinasjon av løsninger

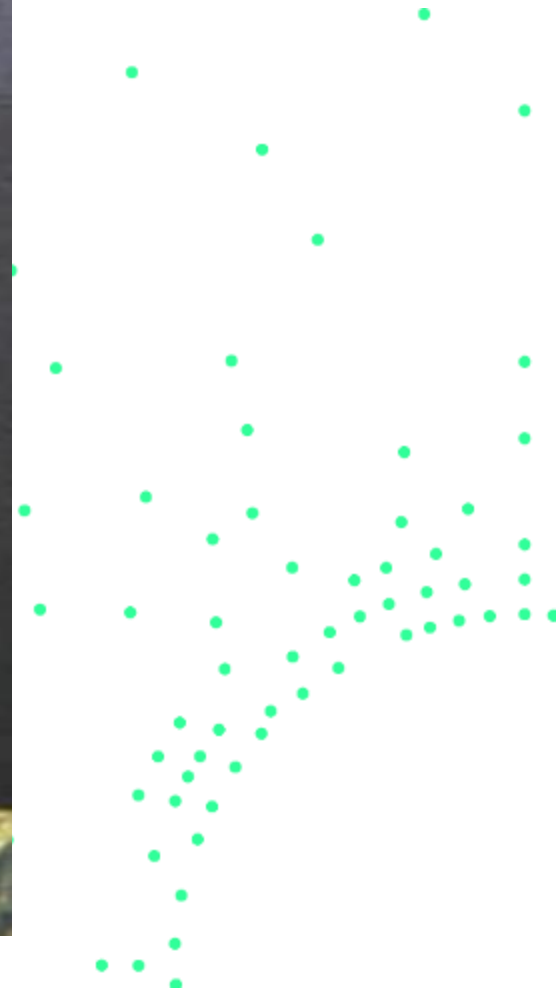
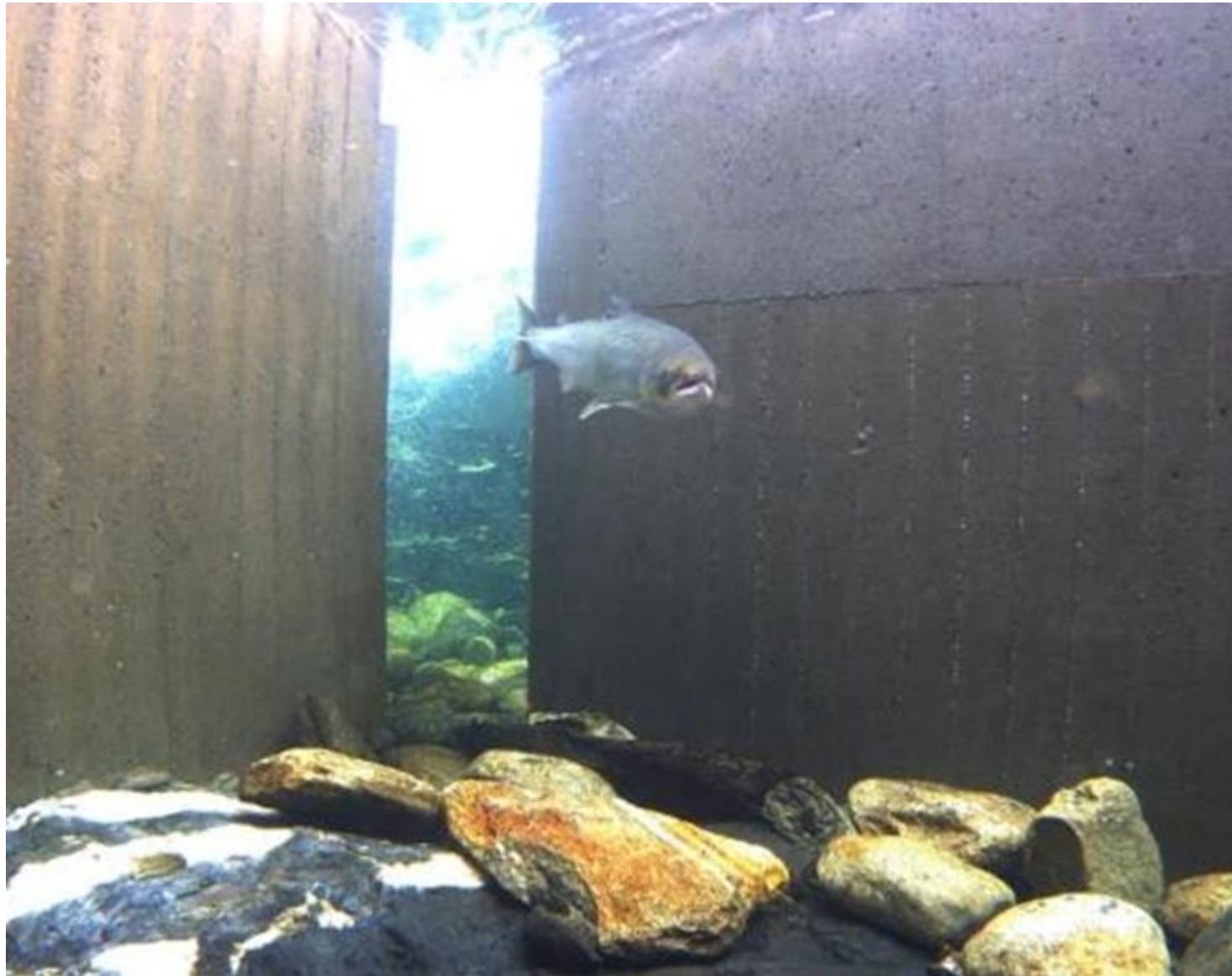
1. Arealplanlegging – mer hensyn til vassdrag og flomsoner
2. Sedimentforvaltning – med miljøtiltak
3. Økt bruk av flomdempingspotensial i innsjøer og magasiner
4. Utvidelse Vangsvatnet Lilandsosen – med miljøtiltak
5. Lokal sikringstiltak inkludert naturbaserte og mobile løsninger
6. Flytting av de mest utsatte bygninger vil redusere omfangsbehov for 2-5

Videre undersøkelser, detaljering og modellering av flere scenarier er nødvendig. Godkjenning av organisatoriske tiltak vil være en forutsetning.

Takk for oppmerksomheten!



Vill Vossolaks i
øvre enden av
fisketrapp i
Palmafossen



Hvorfor så mange tekniske inngrep ?

- Fordi dempingspotensialet i myr og skog er svært begrenset grunnet vannmetning ved ekstremflom, nedbørsfeltets topografi og naturtyper (høyfjell og stor helning) + klima – men mulig i innsjøer
- Nye inngrep bare der det er lignende inngrep fra før. Anledningen skal brukes for å rydde opp i gamle synder. Det planlegges med omfangsrike avbøtende miljøtiltak og naturrestaurering

Vangsvatnet vart senka på ein lite miljøvenleg måte i 1992, noko som vert sagt har fått store konsekvensar for Vossolaksen. Voss Jeger og Fiskarlag stiller dette spørsmålet: Kan inngrepet du foreslår i Lilandsosen erstattast med ein kort sidetunnel mellom Liland og Seimsvatnet, med luke for førehandstapping ut av Vangsvatnet? For å skjerma det Nasjonale Laksevasdraget for nye dramatiske skadeverknader.

Ja en slik tunnel kan tenkes . Men en slik tunnel vil også ha miljøpåvirking og forbedrer ikke dagens inngrep. Vår forslag er å bruke anledningen å rydde opp i gamle synder, restaurere mer av gyteplassen og elveløpet og sikre fiskevandring.

Utløpet vil se ut som et naturlig stryk med luke ved siden.

- Vil tiltaket i Lilandsosen vil føra til at vatnet kjem fortare ned til Evanger?
- Våre modeller viser at vannføring og hastighet vil være det ca. samme som i dag. Hovedgrunn er at vannstand i Vangsvatn vil være lavere. Det fører til lavere trykk og derfor er verdiene ikke økt, til tross for bredere avløp.

- NVE har også publisert ein rapport som viser kor viktig skog er for å dempa flaumar. Kor mykje vil det ha å seie for Vossovassdraget?
- Korleis vil evt nedbygging av eksisterande naturområde påverke flaumsituasjonen (til dømes flathogst, nye bustadfelt, hyttefelt, vegar)?
- Skog (32%) demper vannføring i forhold til snaufjell (54%) og den effekten er inkludert ved flombergeningene som igjen er basert på ekte målinger. Hadde de 32 % av nedbørsfelt vært urbant eller snaufjell hadde flomtoppene nok vært enda større
- Potensial for mer skog er imidlertid begrenset. Skog og myr er ofte vannmettet i ekstremflomsituasjoner, derfor må vi regne med forliggende flomverdier
- Nedbygging særlig innsnevring av elv og flomsone, vil kunne øke flomskadepotensiale og vi anbefaler derfor mer hensyn i arealplanlegging. Effekten er imidlertid avhengig av skala, beliggenhet og andel i nedbørsfelt. En liten endring endrer lite, men summen av endringer totalt sett kan være stor.