

Oppdragsgiver	Navn Gaus AS	Kontaktperson Åge Melbø
Oppdrag	Nummer og navn 20268 Segalstad Bru -Elveomlegging	Oppdragsleder Lars Staver Eid
Dokument	Nummer 20268-01-3 Utført av Lars Staver Eid	Dato 2024-04-05 Kontrollert av Petter Reinemo

Versjon	Dato	Utført	Kontroll	Beskrivelse
3	05.04.2024	LSE	KL	Lagt til avsnitt 4.2.10 om håndtering av bekker fra nord for tiltaksområdet.
2	22.12.2023	LSE	PR	For bruk
1	24.11.2023	LSE	PR	For gjennomgang med oppdragsgiver

## Elveomlegging Vesleelva ved Segalstad Bru – Tiltaksbeskrivelse for reguleringsplan

### Sammendrag

Structor Lillehammer AS på oppdrag for Gaus AS, arbeider med detaljreguleringsplan for Segalstad Bru. Områdereguleringsplan for Segalstad Bru, Plan-ID 0522 201408 -vedtatt i 2018, inkluderer en omlegging av elva Vesleelva (omtalt som Gausa i tidligere grunnlag og på enkelte kart) over en strekning på rundt 300 m for tilrettelegging for et utvidet næringsareal langs vestsiden av elva.

Denne rapporten konkretiserer prosjektering av geometri og vassdragstekniske løsninger for elveomleggingen. Det er utført hydrauliske beregninger av prosjektert geometri, og det er dokumentert at tiltaket ikke vil gi økt flomulempa for omliggende områder.

Rapporten er utarbeidet parallelt med supplerende utredning av naturverdier utført av Naturrestaurering AS, hvor det er inngående beskrevet avbøtende tiltak og program for oppfølging under utførelse og driftsfase.

## Innhold

<b>1</b>	<b>Innledning</b>	<b>4</b>
1.1	Bakgrunn	4
<b>2</b>	<b>Eksisterende forhold og grunnlagsdata</b>	<b>5</b>
2.1	Grunnlag og tidligere dokumenter	5
2.2	Områderegulering Segalstad Bru	5
2.3	Beskrivelse av vassdraget og eksisterende elveløp	7
2.3.1	Beskrivelse av nedbørfelt	7
2.3.2	Beskrivelse av elveløp	7
2.4	Vernebestemmelser	9
2.5	Grunnforhold	10
2.6	Omliggende område og brukerinteresser	11
2.7	Terrengdata	11
2.8	Teknisk infrastruktur	12
2.9	Flomverdier	13
2.10	Flomfarevurderinger	13
2.11	Konsekvensutredninger Naturmangfold	13
<b>3</b>	<b>Hydraulisk modellering</b>	<b>14</b>
3.1	Metode	14
3.2	Oppsett av modell	14
3.2.1	Terrengmodell og modelloppsett	14
3.2.2	Konstruksjoner	15
3.2.3	Kalibrering og tilpasning av modell	16
3.3	Hydraulisk modellering av eksisterende elveløp	17
3.3.1	Modelleringsresultater	17
3.3.2	Følsomhetsanalyser	18
3.3.3	Klassifisering av hydraulisk modell	18
3.3.4	Sikkerhetspåslag	19
3.4	Modellering av planlagt elveomlegging	21
3.5	Oppfylling parkeringsareal østre del av planområdet	23
<b>4</b>	<b>Beskrivelse av tiltaket og virkninger</b>	<b>24</b>
4.1	Formål og omfang	24
4.2	Teknisk beskrivelse	25
4.2.1	Elvetype – profil elveløp	25
4.2.2	Aktivt elveløp – dypål og variasjon	26
4.2.3	Elveutvidelse	27
4.2.4	Bunnssubstrat	27
4.2.5	Kantvegetasjon	27
4.2.6	Strukturelementer	27

4.2.7	Erosjonssikring.....	28
4.2.8	Kryssing av eksisterende teknisk infrastruktur .....	28
4.2.9	Oppfylling til flomsikkertnivå for industriområde.....	29
4.2.10	Håndtering av bekker på nordsiden av oppfylling .....	30
4.2.11	Heving av flommur forbi meieritomt .....	31
4.3	Utførelse.....	32
4.3.1	Rekkefølge, faseplan for utførelse .....	32
4.3.2	Oppfølging under utførelse .....	32
4.4	Avbøtende tiltak / miljøtiltak (utforming, omfang, krav mv).....	32
4.5	Forvaltning, drift og vedlikehold .....	32
4.5.1	Skjøtselsplan kantvegetasjon .....	32
4.5.2	Tilføring av sedimenter ved behov.....	32
<b>5</b>	<b>Referanser .....</b>	<b>34</b>

# 1 Innledning

## 1.1 Bakgrunn

Structor Lillehammer AS på oppdrag for Gaus AS, arbeider med detaljreguleringsplan for Segalstad Bru. Områdereguleringsplan for Segalstad Bru, Plan-ID 0522 201408 -vedtatt i 2018, inkluderer en omlegging av elva Vesleelva (omtalt som Gausa i tidligere grunnlag og på enkelte kart) over en strekning på rundt 300 m for tilrettelegging for et utvidet næringsareal langs vestsiden av elva.

Skred AS har bistått med konkretisering av tiltaket som ligger til grunn i gjeldende områdereguleringsplan, og supplert tidligere vurderinger utført av Asplan Viak AS.

Det er utført hydrauliske analyser for å fastsette nødvendig geometri av nytt elveløp og dokumentere hvorvidt omliggende områder får økt flomulempe. Premisser for utførelse og oppbygning er beskrevet for bruk på detaljreguleringsnivå.

Dette plandokumentet følger i hovedsak inndeling i NVEs forslag til plandokument for vassdragstiltak, publisert som del av NVEs nettbaserte veileder for sikringstiltak «Sikringshåndboka».

Dokumentet kan leses sammen med «Supplerende utredning for naturverdier for Vesleelva – Segalstad Bru» (Naturrestaurering AS, 2023), som gir en rekke føringer for en god tilpasning og gjennomføring av tiltak med hensyn på naturverdier.

## 2 Eksisterende forhold og grunnlagsdata

### 2.1 Grunnlag og tidligere dokumenter

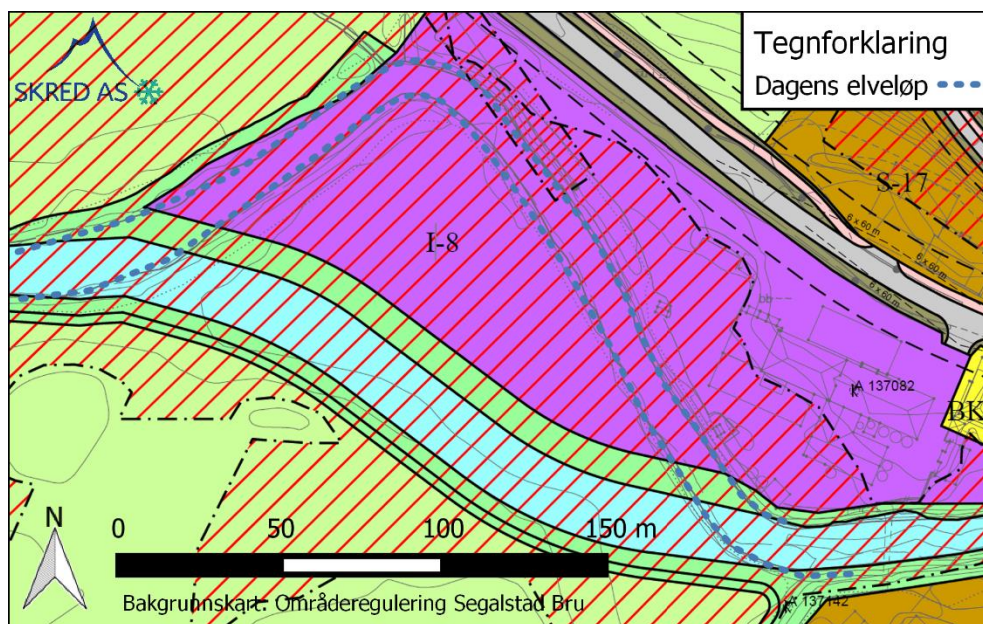
Hydraulisk dimensjonering av elveomleggingen som grunnlag for områdereguleringsplan er utført av Asplan Viak (Asplan Viak AS, 2015a). Samme år ble det utført en konsekvensutredning av naturmiljø for planlagt elveomlegging (Asplan Viak AS, 2015b).

Senere er det tegnet flomfaresoner for området (Asplan Viak AS, 2017). Disse faresonene ligger til grunn i gjeldende områderegulering og i NVE Atlas. Flomfarekartleggingen tar utgangspunkt i den samme flomberegningen og hydrauliske modellen som benyttet i arbeidet med elveomleggingen for områdereguleringsplan.

Som en del av arbeidene med detaljreguleringsplan har det blitt utarbeidet en supplerende utredning for naturverdier (Naturrestaurering AS, 2023) som også angir føringer for utførelse og oppfølging av tiltaket.

### 2.2 Områderegulering Segalstad Bru

Omlegging av Vesleelva ligger inne i vedtatt områdereguleringsplan for Segalstad Bru Plan-ID 0522 201408.



Figur 1: Områderegulering sammenlignet med dagens elveløp

I områdereguleringsplanen er det avsatt en sone på 19 m for utforming av elveløpet. Mot industriområdet i øst er det avsatt en 10 m bred kantsone, og mot jordbruksområdet i vest en sone på 5m. Det er det avsatt en sone på 3m langs vestsiden for en gangvei.

Av bestemmelser relevante for elveomleggingen nevnes:

- 3.3.10 sikring mot flom – b- Flomsikring og omlegging av Gausa ved I-8 skal detaljprosjekteres av fagmiljø innen vassdragsteknikk og hudrologi, med

*utgangspunkt i rapporten «Elveomlegging Segalstad Bru» fra Asplan Viak datert 2.11.2015.*

- 7.1 Grøntstrutkur i kansone -Langs elver og større bekker skal eksisterende vegetasjon beholdes i størst mulig grad (vegetasjonsbelte) Kantsonen skal ha minimum 6 m bredde. [...] I forbindelse med omlegging av Gausa, for delstrekning av Gausa ved Q-meieriet, skal kantsonen revegeteres med stedegen vegetasjon. Vegetasjonsbeltet er skissemessig fremstilt i plankartet. Detaljprosjektering vil kunne gi avvik, men bredden forutsettes opprettholdt.
- 7.2 Turdrag Tursti langs Gausa og tursti i nordre del av planområdet.
  - a) Det kan opparbeides en enkel sti for gående og syklende. Stiens bredde skal ikke overstige 2 meter.
- Naturområde i sjø og vassdrag -Det er ikke tillatt med inngrep i vassdragene som reduserer vedien for naturmangfold og friluftsliv.

## 2.3 Beskrivelse av vassdraget og eksisterende elveløp

Vesleelva (Gausa på enkelte kart) ved Segalstad Bru er oppført i Vann-nett med Vannforekomst ID 002-2325-R. Vesleelva og Jøra har samløp ca 1,4 km nedstrøms planområdet, og skifter navn til Gausa nedstrøms samløpet.

### 2.3.1 Beskrivelse av nedbørfelt

Nedbørfeltet til Vesleelva er på 157 km<sup>2</sup>. Feltet drenerer sørover og er i hovedsak dominert av skog med innslag av snaufjell og hyttefelt (Skeikampen/Austlid) i øvre del og jordbruksareal i nedre deler av Gausdal. Feltet er ikke påvirket av regulering. For detaljert beskrivelse av nedbørfelt henvises det til flomfarekartleggingen.

### 2.3.2 Beskrivelse av elveløp

Vesleelva ovenfor Segalstad Bru er kanalisert og steinsatt, med godt etablert kantvegetasjon i et belte mot tilstøtende jordbruksareal. Langs meieribygget og ned mot veibro for Fv255 Vestringveien er det mindre grad av kantvegetasjon. En utdypende beskrivelse av kantvegetasjon og bunnforhold er gitt i (Naturrestaurering AS, 2023).

Elveløpet har en slak gradient på rundt 1-2 promille for hele strekningen. Bredden på elveløpet er rundt 9-12 m, med en elveutvidelse på rundt 18 m i øvre del av strekningen. Figur 2 viser ortofoto av dagens elveløp, Figur 3 og Figur 4 viser foto tatt ved befaring høsten 2022.

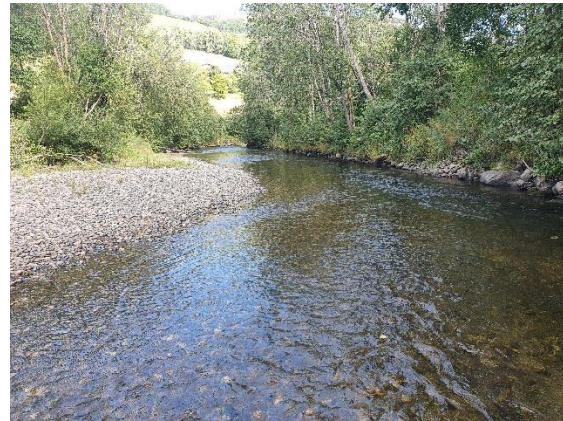
Observasjoner fra flyfoto og befaring tyder på at det er aktiv sedimenttransport og morfodynamikk i elvebunn under flom, selv om mye av elvas tilgang på sedimenter er begrenset av erosjonssikring mot sideerosjon i jordbruksareal.



Figur 2: Dagens elveløp (Norge i Bilder)



*Figur 3: Venstre: Dronefoto over aktuell strekning. Høyre: Nedre del av elveløp nærmest meieritomta.*



*Figur 4: Venstre: Yttersving av eksisterende elveløp. Finsedimentbunn. Høyre: Elveutvidelse i øvre del av området, dynamisk med elvegrus.*



*Figur 5: Venstre: Elvebunn i kanalisert del - kombinasjon av grov sikringsstein og finsediment, Høyre: Elveutvidelse med elvegrus*

En gjennomgang av historiske flyfoto viser at elveløpet i stor grad har hatt nåværende utforming siden 1959, med unntak av en bredere elveutvidelse med dynamisk bunn oppstrøms planlagt elveomlegging. I Kantvegetasjon langs nedre del av strekningen ble i stor grad fjernet ved etablering av en midlertidig vei rundt 2008.





*Figur 6: Flyfoto fra 1599, bred elveutvidelse i øvre del av elva. (Norge i Bilder)*



*Figur 7: Midlertidig omkjøringsvei i 2008 (Norge i Bilder)*

## 2.4 Vernebestemmelser

Hovedvassdraget Gausa er vernet mot kraftutbygging, verneplan ID 002/4, ikraftsatt 30.10.2980. Vernegrnslag: *Vestlig sidevassdrag til Gudbrandsdalslågen i Glomma.* *Vassdraget er sentrale deler av et attraktivt landskap med viddepreget fjellområde, dalsider og dalbunn. Elveløpsformer, geomorfologi og isavsmeltingsformer, botanikk og vannfauna inngår som viktige deler av naturmangfoldet. Viktig for friluftslivet.*

## 2.5 Grunnforhold

Utdrag fra NGUs løsmassekart er vist i Figur 8.



Figur 8: Utdrag fra NGUs løsmassekart

- Gult område: Elve- og bekkeavsetning (Fluvial avsetning)
- Oransje område: Breelvasetning (Glasifluvial avsetning)
- Grønt område: Morenemateriale, sammenhengende dekke, stedvis med stor mektighet

Det er ikke utført grunnundersøkelser i denne planfasen. I NADAG finnes borlogger fra grunnundersøkelser utført av Statens vegvesen i 2006 langs partiet der det ble etablert en midlertidig veg. Det ble her utført dreisondering rundt 3-5 m i løsmasser uten angitt stoppkode.

Rett vest for partiet aktuelt for elveomlegging har det tidligere vært masseuttak, historisk flyfoto er vist i Figur 9.

Hele strekningen som i områdereguleringen er satt av til elveomleggingen er fulldyrka mark. Vi er ikke kjent med oppbygning og lagtykkelse av matjorda her.

## 2.6 Omliggende område og brukerinteresser

Omliggende områder som vil påvirkes av elveomleggingen er primært jordbruksareal på vestsiden av elva, samt næringsarealet på østsiden som ønskes utvidet. Det er ikke bebyggelse innenfor flomfaresonen ved 200-årsflom på vestsiden av elva. På østsiden ligger meieribygget og tilstøtende boligbygg flomutsatt ved 200-årsflom.

Vi har i denne rapporten ikke gått inn på tema som brukerinteresser, naturverdier og kulturminner. Dette beskrives som del av arbeidet med detaljreguleringsplan av Structor Lillehammer. Se også supplerende utredning for naturverdier (Naturrestaurering AS, 2023)

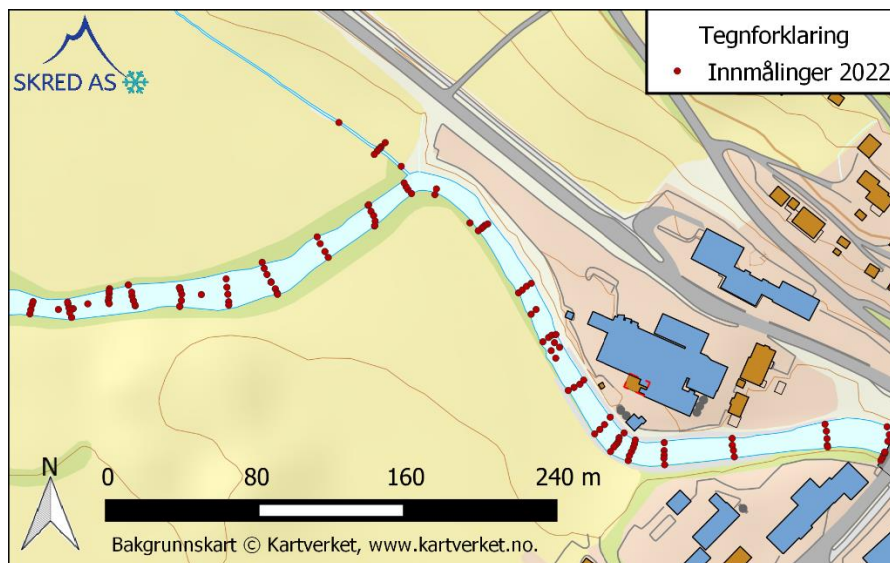


*Figur 9: Tidligere masseuttak vest for planområdet (Norge i Bilder, 1971)*

## 2.7 Terrengdata

Laserdata fra datasettet «Lillehammerregionen 5pkt 2019» er benyttet som terrenggrunnlag, hentet fra hoydedata.no.

Datasettet inkluderer ikke bathymetriske data under vannoverflaten, og vi har utført supplerende innmåling av elvebunn med CPOS GPS i forbindelse med befaringsløp høsten 2022. Innmålte tverrprofiler er vist i Figur 10.

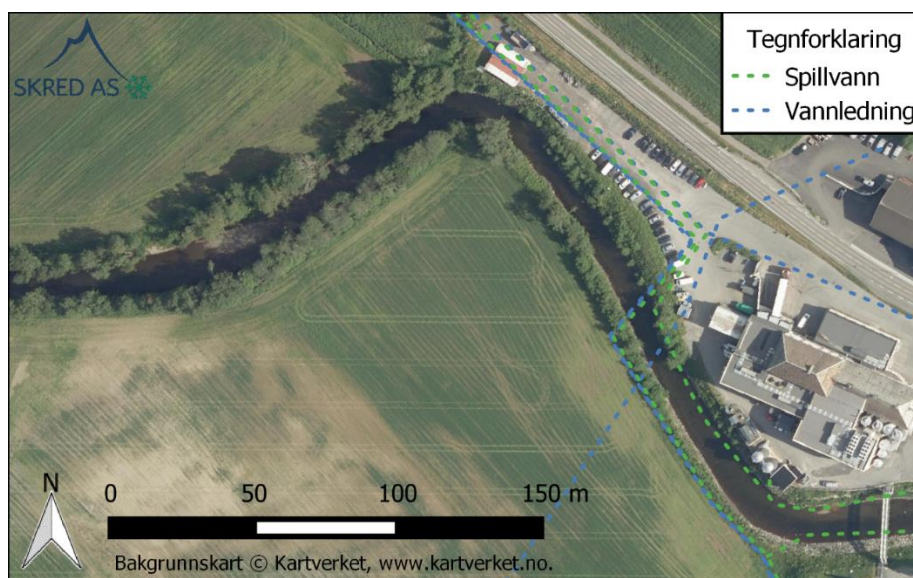


Figur 10: Innmålte tverrprofiler av elvebunn

## 2.8 Teknisk infrastruktur

Structor Lillehammer har fremlagt kart av VA-infrastruktur for aktuelt område. Omleggingen inntegnet i områdereguleringsplanen krysser kommunal spillvannsledning (DN400) og to vannledninger (DN160 og DN200). I tillegg krysser traseen en privat vannledning til Q-Meiereiene, som i dag ligger synlig i elvebunn. Q-meierienes rørbru i nedre del av området vil ikke påvirkes av tiltakene.

Vi er ikke kjent med at det ligger strøm, fiber eller annen teknisk infrastruktur av betydning innenfor aktuelt område for omlegging.



Figur 11: Oversikt eks. teknisk infrastruktur

## 2.9 Flomverdier

Det er lagt til grunn flomverdier benyttet i gjeldende flomfarevurdering, der det er beregnet 200-årsflom med og uten klimapåslag. Det er forutsatt at det kun er aktuelt med bebyggelse i sikkerhetsklasse F2 iht. TEK 17 §7-2 for området og at 200-årsflom inkl. klimapåslag vil være dimensjonerende for tiltaket.

Flomverdier fra flomfarevurderingen er gjengitt i Tabell 1.

*Tabell 1: Dimensjonerende flomverdier (kulminasjon) hentet fra flomfarekartleggingen (Asplan Viak AS, 2017)*

Vassdrag	Feltareal [km <sup>2</sup> ]	Klimapåslag [%]	Q <sub>200</sub> [m <sup>3</sup> /s]
Vesleelva ved Segalstad Bru	157	0	154
	157	20 %	185

I rapporten er det ikke angitt noen klassifisering av flomberegningen. Det forutsettes at beregningen vil havne klasse 3. «Brukbart hydrologisk datagrunnlag, men store gradienter i spesifikke flomstørrelser i området».

## 2.10 Flomfarevurderinger

Gjeldende flomfarevurdering er utført av Asplan Viak (2017). Vurderingen bygger på en hydraulisk 1D-modell, med høyder oppgitt i NN2000. Vurderingen er utført før utgivelse av gjeldende NVE-veileder for utredning. (NVE, 2022a)

## 2.11 Konsekvensutredninger Naturmangfold

I forbindelse med områdereguleringsplan ble det utført en konsekvensutredning for naturutredning. (Asplan Viak AS, 2015b).

Som del av arbeidene med detaljreguleringsplan er det utført en supplerende utredning av naturverdier. (Naturrestaurering AS, 2023). Utredningen svarer også ut en vurdering av samlet belastning på vassdraget i lys av andre menneskelige inngrep, samt gir føringer for skadereduserende tiltak, oppfølging og skjøtsel.

## 3 Hydraulisk modellering

### 3.1 Metode

For vurdering av effekten av tiltaket og verifisere eventuell ulempe opp- og nedstrøms er det etablert en hydraulisk modell både av nåsituasjon og planlagt utforming.

Usikkerhetspåslag er vurdert i lys av bestemmelser i ny veileder for utredning av flomfare i reguleringsplan og byggesak. (NVE, 2022a)

I beregning av vannlinje og hydrauliske parametere er programvaren Hec-Ras versjon 6.3.1 benyttet. De viktigste inngangsparameterne til Hec-Ras modellen er geometri (terrengmodell, grid, elvebanker og konstruksjoner), ruhet, grensebetingelser og vannføring. For å best mulig vurdere strømningsforholdene er en 2-dimensjonal-modell vurdert hensiktsmessig.

### 3.2 Oppsett av modell

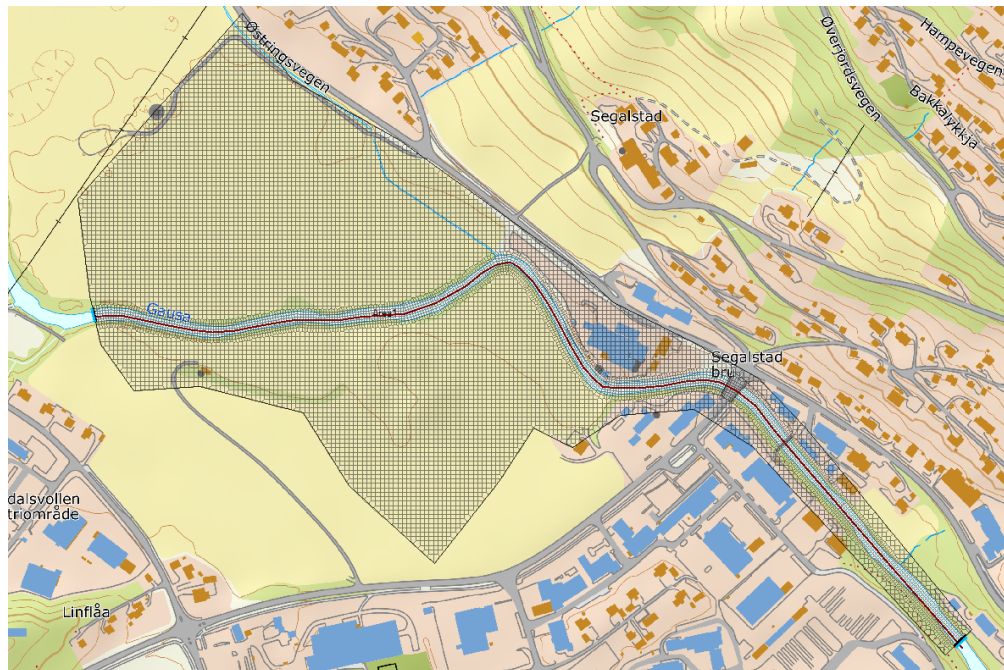
#### 3.2.1 Terrengmodell og modelloppsett

Basert på innmålte tverrprofiler er det generert en egen terrengmodell av elvebunn, som er sydd sammen med laserdata for elvekanter og omliggende områder. Det observeres at innmålte nivå på elvebunn ligger rundt 0,6-0,9 m lavere enn hva som er angitt i figurene fra flomfarevurderingen (Asplan Viak AS, 2017)

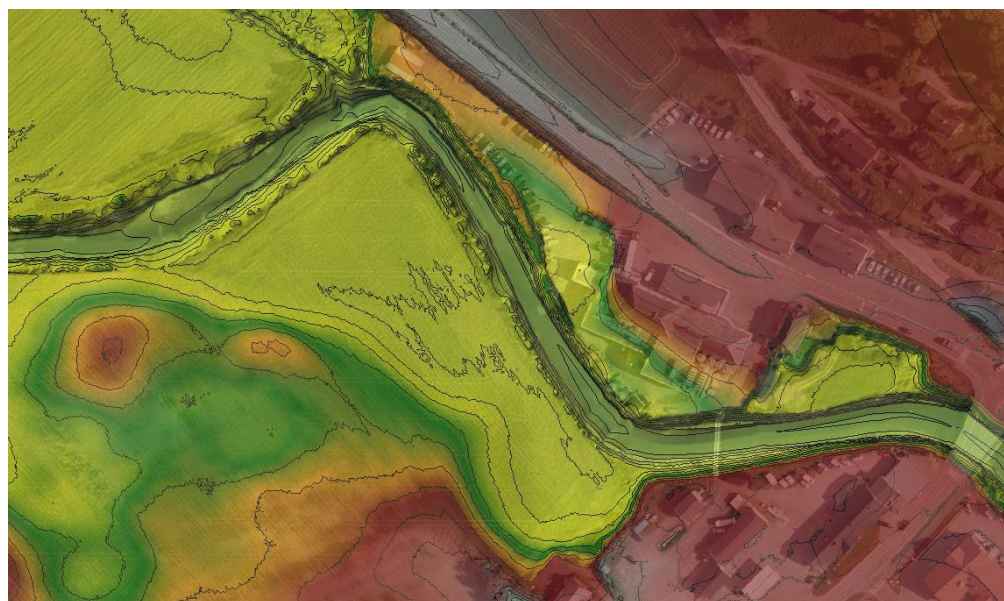
Benyttede parametere i modellen er oppsummert i Tabell 2. Utstrekningen til den hydrauliske modellen er vist på Figur 12. Terrengmodell, benyttet beregningsgrid og plassering av grensebetingelser er illustrert i Figur 12. Ruhetsverdier er valgt tilsvarende som benyttet i flomfarevurderingen.

Tabell 2: Parametere benyttet i Hec-Ras modell for Vesleelva

Parameter	Verdi
Oppløsning på terrengmodell	0,5 x 0,5 m
Oppstrøms grensebetingelse	Normalstrømning Ca 400 m oppstrøms planlagt elveomlegging
Nedstrøms grensebetingelse	Normalstrømning Ca. 400 m nedstrøms Vestringsvegen
Cellestørrelse beregningsgrid	Elveløp: 3x3 m Omliggende områder: 5x5 m
Likningssett	SWE-EM
Tidsskritt	Gitt av courant-number mellom 0,4 og 1,0
Manningstall	Elveløp: 0.04 Kantvegetasjon: 0,1 Jordbruk: 0.03



Figur 12: Illustrasjon av beregningsgrid og plassering av grensebetingelser.



Figur 13: Terrengmodell av eksisterende utforming

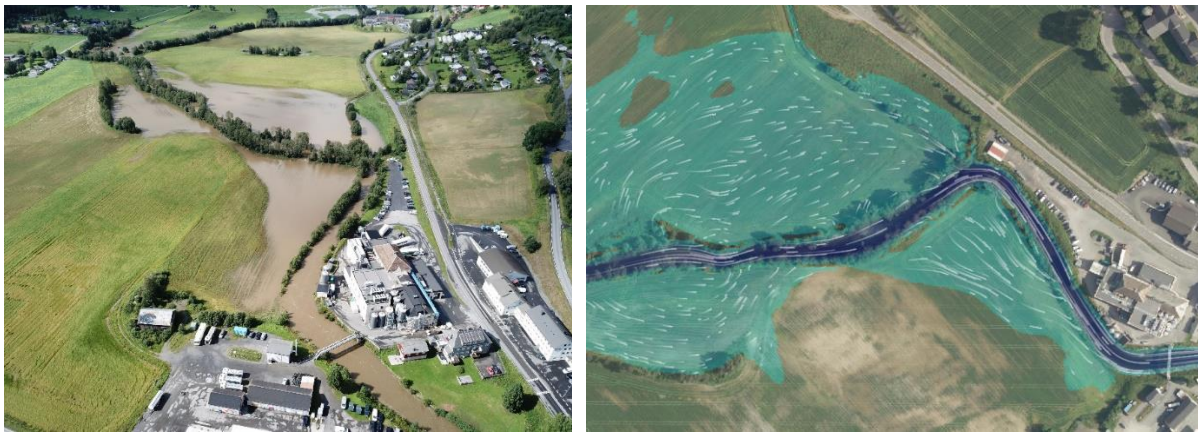
### 3.2.2 Konstruksjoner

Det er to konstruksjoner som krysser elveløpet innenfor modellområdet. En rørbru for prosessanlegget knyttet til meieritomta, samt veibrua Vestringveien. Begge bruene ligger så høyt at de ikke vil påvirke vannlinja, og de er ikke lagt inn i modellen. Elveløpet under Bru Vestringveien er interpolert fra innmålinger ved befarig.

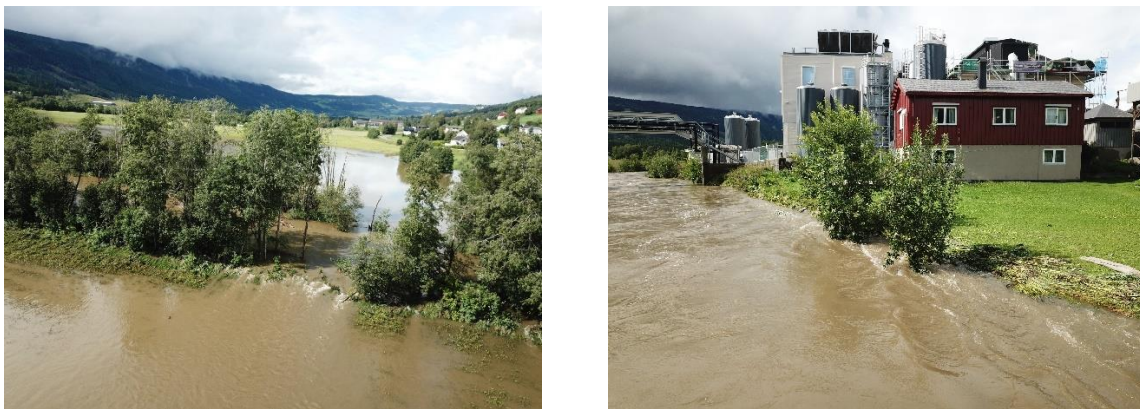
### 3.2.3 Kalibrering og tilpasning av modell

Det foreligger ikke vannføringsmålinger og innmålinger fra kjente flomhendelser som kan benyttes til kalibrering.

9. august 2023 var vi innom og fotograferte området på nedadgående vannføring (merk: ikke ved flomtopp) etter ekstremværet «Hans». I figuren under har vi sammenlignet observasjonene med en simulering med gradvis økende vannføring i elva. Modellen virker å gi godt samsvar mellom oversvømmelser ut av hovedløpet, vannstand på omliggende jordbruksområde og langs kanal forbi meieritomta.



Figur 14: Observert flom høst 2023 sammenlignet med hydraulisk modell ved 65 m<sup>3</sup>/s.



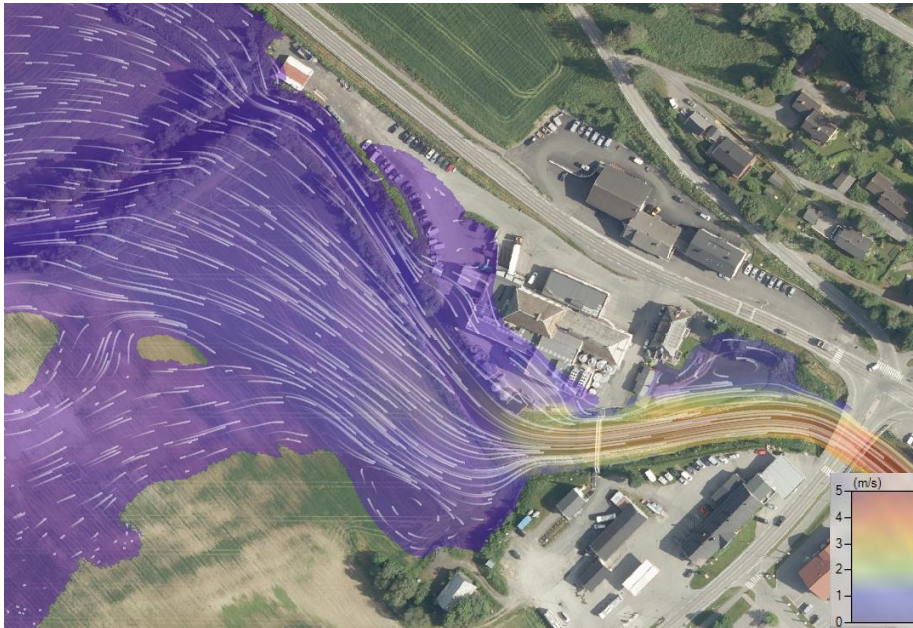
Figur 15: Foto av området i etterkant av «Hans», tatt 9.8.2023 kl. 13:30.



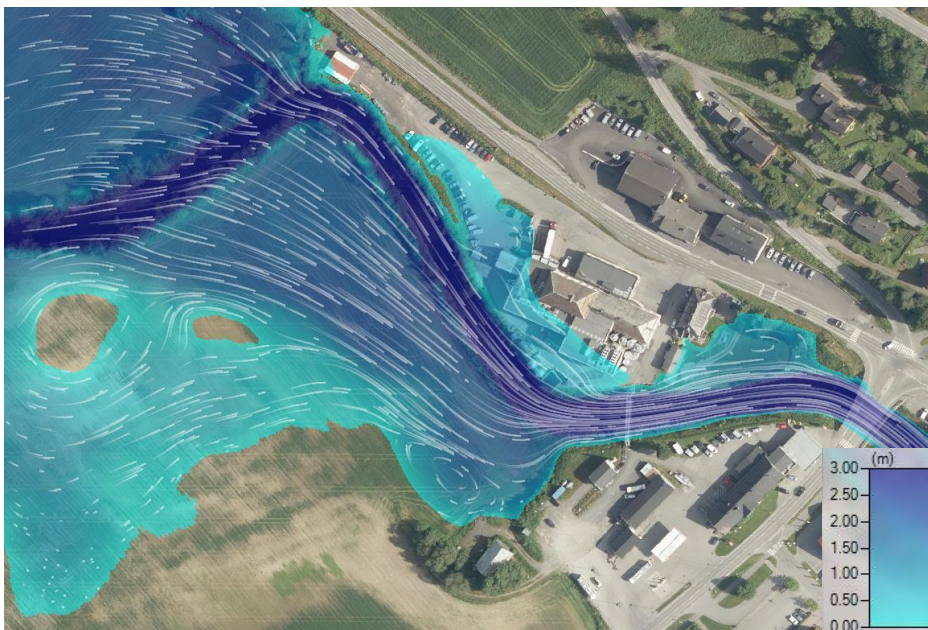
### 3.3 Hydraulisk modellering av eksisterende elveløp

#### 3.3.1 Modelleringsresultater

Hastighetsplot og strømningsdybder fra beregning av dimensjonerende flom ( $185 \text{ m}^3/\text{s}$ ) for dagens elveløp er vist i Figur 16 og Figur 17 under. Beregningen viser oppstuvning og lave strømningshastigheter oppstrøms kanaliseringen forbi meieritomta, og en akselerasjon av vannet i kanalen ned mot Vestringveien. Jordbruksområdet aktuelt for elveomleggingen står omtrent 2,0-2,5 m under vann.



Figur 16: Hastighetsfordeling ved 200-årsflom inkl. klimapåslag for dagens elveløp. Hastigheter i m/s.



Figur 17: Vanndybde ved 200-årsflom inkl. klimapåslag for dagens elveløp. (i elveløpet ligger vannstanden over skalaen, på mellom 4-5 m)

Vi observerer at modelleringen gir godt samsvar med modellert vannlinje i rapport fra Asplan Viak (2015a).

### 3.3.2 Følsomhetsanalyser

Det er utført følsomhetsanalyser av den hydrauliske modellen, for å få et inntrykk av hvor følsom den er for variasjon av ulike parametere. Følgende er vurdert:

- Økning i vannføring med 20 %
- Økning i ruhet med 20 %

Tabell 3: Resultater følsomhetsanalyse

Profil	Hvor	Endret vannlinje 20% økt vannføring	Endret vannlinje 20% økt ruhet
17	Elveutvidelse	+ 36 cm	+16 cm
18	90° sving i elveløp	+ 37 cm	+16 cm
19	Kryssing vannledning	+37 cm	+15 cm
20	Q-meieriet v/sving i kanal	+ 36 cm	+ 16 cm
21	Ca. 23 m oppstrøms Vestringvegen	+ 38 cm	+ 23 cm
22	Ca. 85 m oppstrøms Vestringvegen	+44 cm	+25 cm

Av de utførte analysene er det økt vannføring som gir størst utslag på vannstand. Langs partiet for elveutvidelsen ligger økningen i vannlinje på rundt 35-40 cm.

### 3.3.3 Klassifisering av hydraulisk modell

Den hydrauliske modellen klassifiseres iht. tabell 10-1 i (NVE, 2022a). Veilederen angir at modellen kan justeres en klasse opp eller ned basert på en skjønnsmessig vurdering.

Tabell 10-1 Klassifisering av hydraulisk modell.

Klasse	Klassifiseringskriterier
A	Modellen er kalibrert for en vannføring tilsvarende en 20-årsflom eller større, og avviket mellom de beregnede og observerte vannstandene er i hovedsak mindre enn 10 cm.
B	Modellen er kalibrert for en vannføring tilsvarende en 20-årsflom eller større, og avviket mellom de beregnede og observerte vannstandene er i hovedsak mellom 10 og 30 cm.
C	Modellen er kalibrert for en vannføring som er mindre enn en 20-årsflom, og avviket mellom de beregnede og observerte vannstandene er i hovedsak inntil 30 cm.
D	Modellen er tilpasset mot en målt vannlinje, og følsomhetsanalysen viser at endringer i vannstanden er tilnærmet 30 cm eller lavere.
E	Følsomhetsanalysen viser at endringer i vannstanden er større enn 30 cm. Eventuelt er modellen ikke tilpasset mot en målt vannlinje.

Det foreligger ikke kalibreringsdata med kjent vannføring, men modellen er vurdert visuelt mot en observert mindre flomstørrelse. Følsomhetsanalysen gir endringer rundt 35 cm for aktuelt område.

Modellen er bygget opp på gode terrengdata (laserdata og manuell innmåling av elvebunn). Strømningsforholdene vurderes å være forutsigbare, og styres i stor grad av oppstuvning i fremkant av kanalen ned mot Vestringvegen. Elveløpet her er tydelig definert, med lite potensiale for endringer.

Samlet vurderes modellen til klasse D.

### 3.3.4 Sikkerhetspåslag

Valg av sikkerhetspåslag skal basere seg på en skjønnsmessig vurdering. I NVE (2022b) anbefales det som grunnlag for valg av sikkerhetspåslag å ta utgangspunkt i en metodikk der man estimerer en økt vannstandssigning basert på en økt vannmengde gitt av klassifiseringen til flomberegningen og den hydrauliske modellen. Metoden forutsetter at det ikke er gjort konservative valg under utredningen. For Vesleelva er et prosentvis påslag på vannføringen som grunnlag for vurdering av sikkerhet påslag funnet til 40 % som vist i Tabell 4.

Tabell 4: Grunnlag for å vurdere sikkerhetspåslag som prosentvis påslag på vannføring.

Klassifisering av hydraulisk modell	Klasse E	40 %	45 %	50 %	60 %
	Klasse D	20 %	30 %	40 %	50 %
	Klasse C	15 %	20 %	30 %	40 %
	Klasse B	10 %	15 %	20 %	30 %
	Klasse A	5 %	10 %	15 %	25 %
		Klasse 1	Klasse 2	Klasse 3	Klasse 4/5

Klassifisering av flomberegning

En oversikt over beregnede flomvannstater, inklusive usikkerhetspåslag er angitt i

Tabell 5: Beregnede flomvannstander ved 200-årsflom inkl. klimapåslag.

Profil	Hvor	Beregnet flomvannstand 2015, (1D)	Ny beregnet flomvannstand (2D)	Tillagt +40% økt vannføring	
17	Elveutvidelse	230,78	230,82	+70 cm	231,52
18	90° sving i elveløp	230,74	230,79	+72 cm	231,51
19	Kryssing vannledning	230,70	230,74	+74 cm	231,48
20	Q-meieriet v/sving kanal	230,62	230,54	+78 cm	231,32
21	Ca. 23 m oppstrøms Vestringvegen	229,8	229,95	+ 75 cm	230,70
22	Ca. 85 m oppstrøms Vestringvegen	229,97	229,81	+ 79 cm	230,60

Endelig sikkerhetspåslag settes basert på en skjønnsmessig vurdering av resultatene fra analysen med økt vannføring, samt vurdering av andre usikkerhetsfaktorer i vassdraget som for eksempel massetransport, fare for bunnheving og tilstopping av konstruksjoner.

I flomfarevurdering (Asplan Viak AS, 2017) og rapport som ligger til grunn for områderegeringsplan for tiltaket (Asplan Viak AS, 2015a) er det argumentert for et usikkerhetspåslag på 0,5 m.

På grunnlag av at det er oversiktlige strømningsforhold og liten sannsynlighet for bunnheving i profilet som definerer flomvannstanden eller tilstopping av bruløp vurderer vi at gjeldende anbefaling om 0,5 m usikkerhetspåslag fortsatt står seg i lys av nye beregninger.

Våre hydrauliske beregninger underbygger dermed grunnlaget i (Asplan Viak AS, 2015a) for videre arbeid.

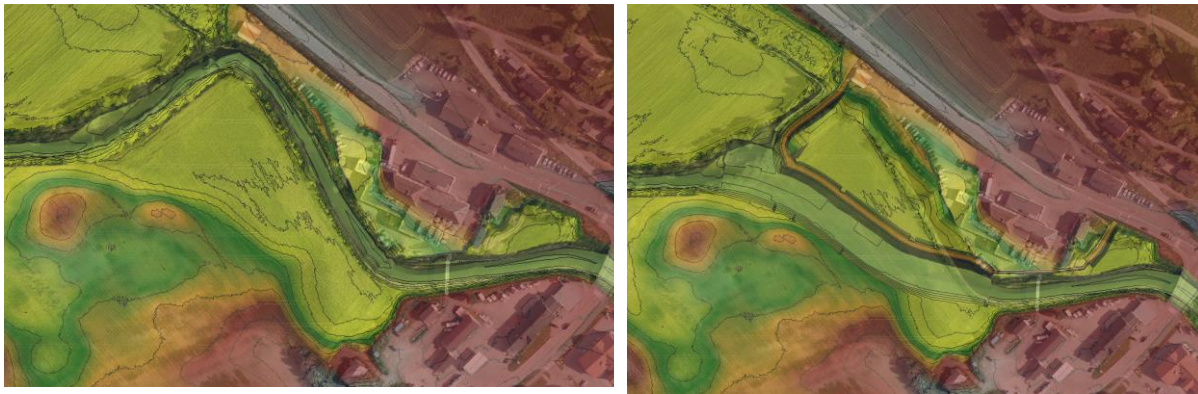
### 3.4 Modellering av planlagt elveomlegging

Den hydrauliske modellen er benyttet for å definere nødvendig tverrsnitt av elveomleggingen.

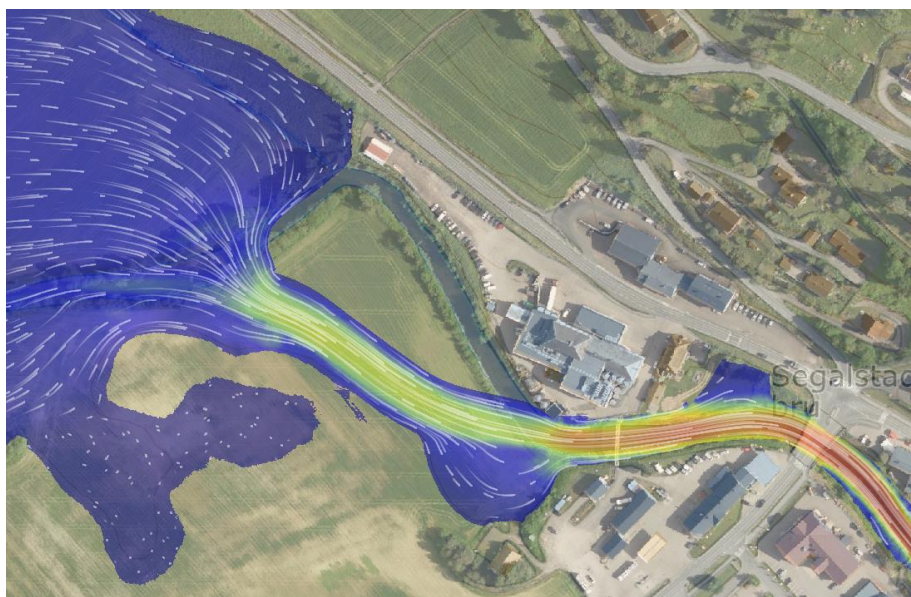
Følgende problemstillinger er vurdert:

- Økt flomvannstand oppstrøms tiltaket grunnet oppfylling innenfor flomsonen
- Økt flomvannføring og vannhastighet nedstrøms som følge av redusert fordrøyningsvolum
- Definisjon av flomsikker høyde langs tiltaket
- Vannhastigheter for utforming av elveløp og erosjonssikring

Innenfor sonen avsatt i områdereguleringen er det prosjektert en geometri av utgraving for elveløp og dypløp, og ved iterasjon mellom terrengmodellering og hydraulisk modell definert opp et nødvendig tverrsnitt for at ikke tiltaket skal gi omliggende områder økt flomulempe.



Figur 18: Terrengmodell omlegging elveløp



Figur 19: Simulerte strømningshastigheter for elveomlegging ved 200-årsflom inkl. klimapåslag

### Konklusjoner:

- Det er behov for å benytte hele sonebredden avsatt i områdereguleringen for ikke å gi oppstrøms område økt flomulempe.
- Det er behov for relativt bratte sideskrånninger for kantvegetasjonen (1:1,5-1:2) for å gjøre det totale tverrsnittet tilstrekkelig stort og hindre økt flomulempe.
- Forutsatt ruhetsverdi på nytt elveløp med strukturelementer som forutsatt i (Asplan Viak AS, 2015a) på  $n=0,067$  gir en estimert økt oppstrøms flomvannstand ved 200-årsflom inkl. klimapåslag på 10-15 cm. Ved forutsetning om ruhetsverdi  $n=0,033$  observeres ingen økning i flomvannstanden.

En ruhet på  $n=0,067$  vurderes svært konservativt for et fremtidig elveløp tillagt strukturelementer og variasjon, sett i lys av at elveløpet under dimensjonerende flom står under rundt 4,5 m vann.

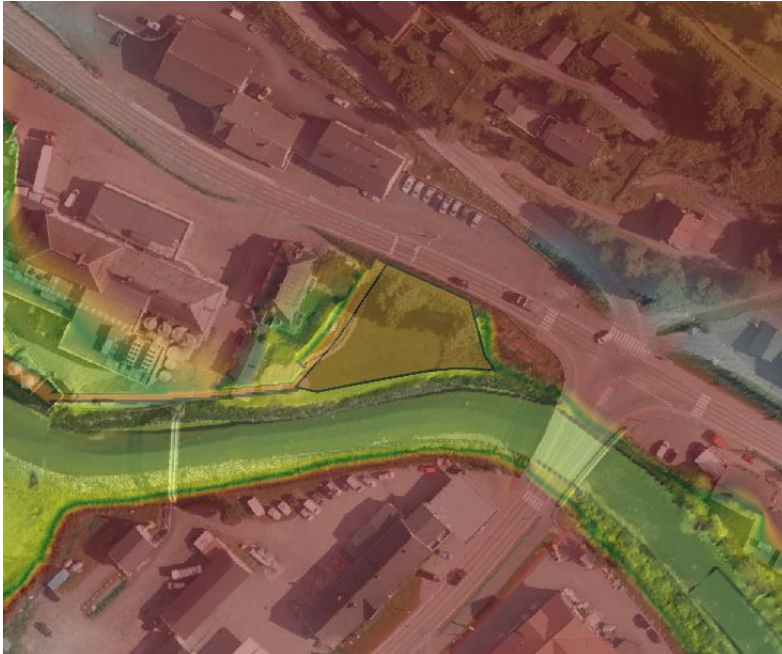
Den reelle ruheten vil nok ligge et sted i mellom 0,067 og 0,033, med en beregningsmessig liten økning i flomvannstand ved 200-årsflom.

I lys av usikkerhet er vår vurdering er at det er bedre å ha en liten beregningsmessig økning i forventet flomvannstand over oppstrøms jordbruksareal enn å potensielt øke flomvannføringen nedstrøms ved økning av kapasitet og redusert fordrøyning.

I kanalen videre ned mot brua observeres ingen endringer i vannlinje eller strømningshastighet

### 3.5 Oppfylling parkeringsareal østre del av planområdet

Oppdragsgiver ønsker å fylle opp et flomutsatt areal i østre del av planområdet til bruk til parkering. Det er utført simuleringer for å verifisere hvorvidt en oppfylling her vil kunne påvirke oppstrøms vannlinje negativt. Modellert oppfylling er vist i Figur 20.



Figur 20: Oppfylling for parkeringsareal vurdert i den hydrauliske modellen

Oppfylling er i modellen lagt 2,0 m fra dagens elvekant. Simuleringene viser at oppfyllingen ikke har negativ innvirkning på flomforholdene for omliggende områder.

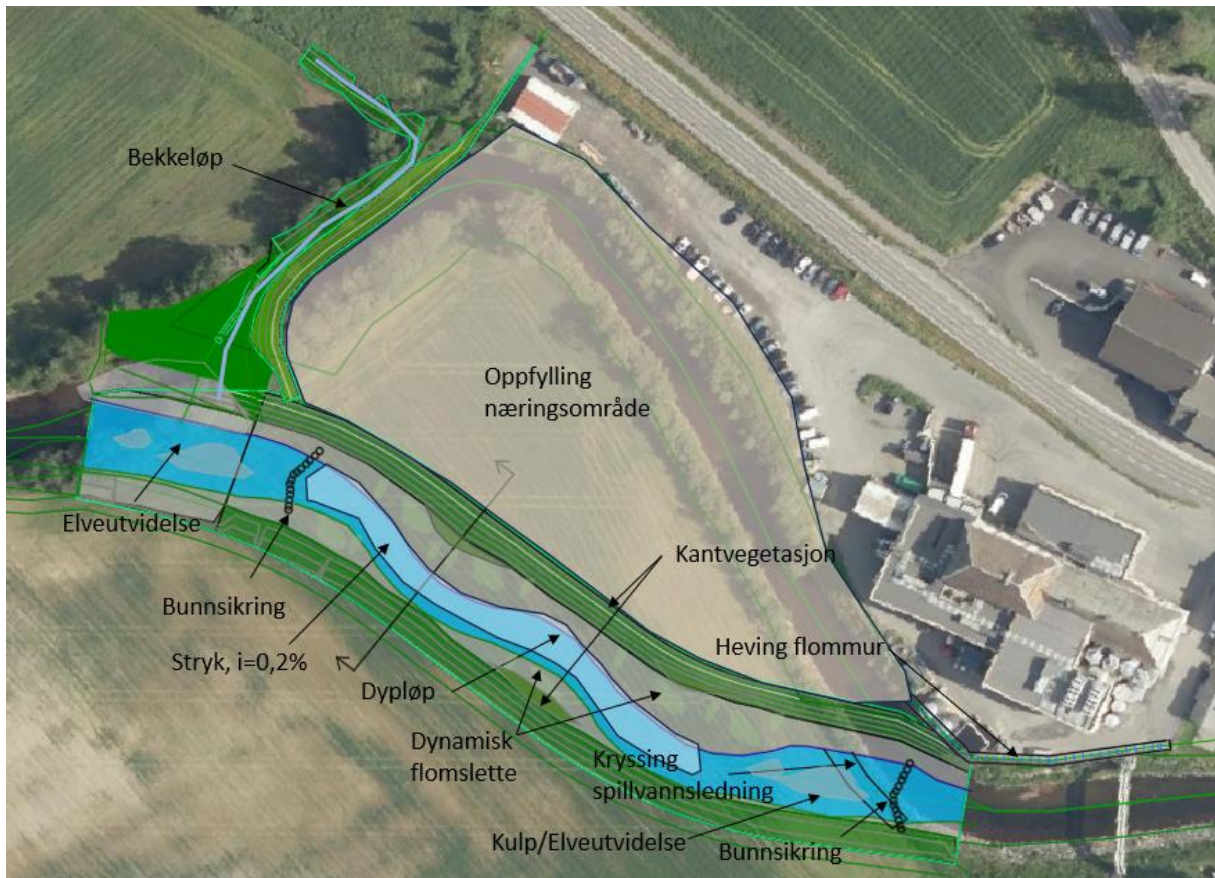
Langs oppfyllingen ligger flomsikkert nivå for 200-års flom tillagt klimapåslag inkludert 0,5 m usikkerhetspåslag på kote +230,5. Dette tilsvarer sikkerhetsklasse F2 iht. TEK 17§7-2. Sikkerhetskrav for parkeringsareal vil være lavere, og det kan være aktuelt å anlegge parkeringsareal på et lavere nivå.

## 4 Beskrivelse av tiltaket og virkninger

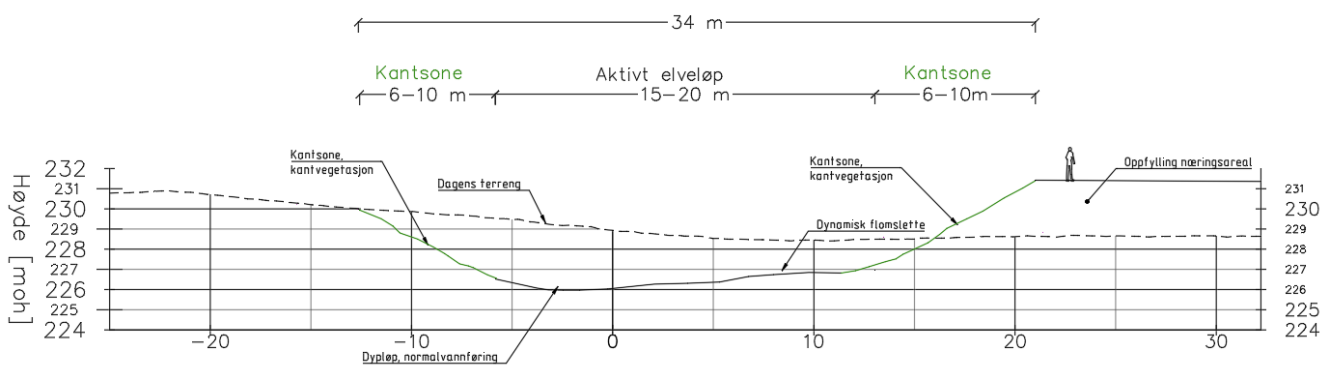
### 4.1 Formål og omfang

På grunnlag av de hydrauliske modelleringene beskrevet i avsnitt 3.4 er det prosjektert opp en geometri for elveomleggingen.

Omfang av omleggingen er vist i Figur 21 og et normalprofil i Figur 22. Beskrivelse av de ulike delene av tiltaket er beskrevet i etterfølgende avsnitt.



Figur 21: Oversikt elveomlegging Vesleelva



Figur 22: Normalprofil omlagt elveløp



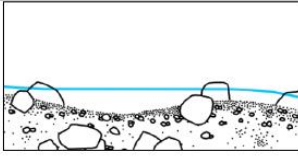

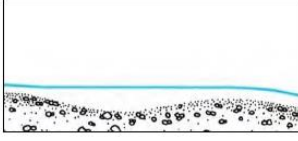

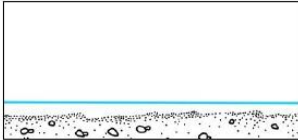

## 4.2 Teknisk beskrivelse

### 4.2.1 Elvetype – profil elveløp

Dagens elveløp er sterkt kanalisert med liten variasjon. Aktuelle karakteristiske elvetyper for en mer naturnær tilstand vurderes på grunnlag av tabell i (NORCE, 2022) , se Figur 23.

Vesleelva har svært lite fall langs den aktuelle strekningen, i snitt mellom 1-2‰.

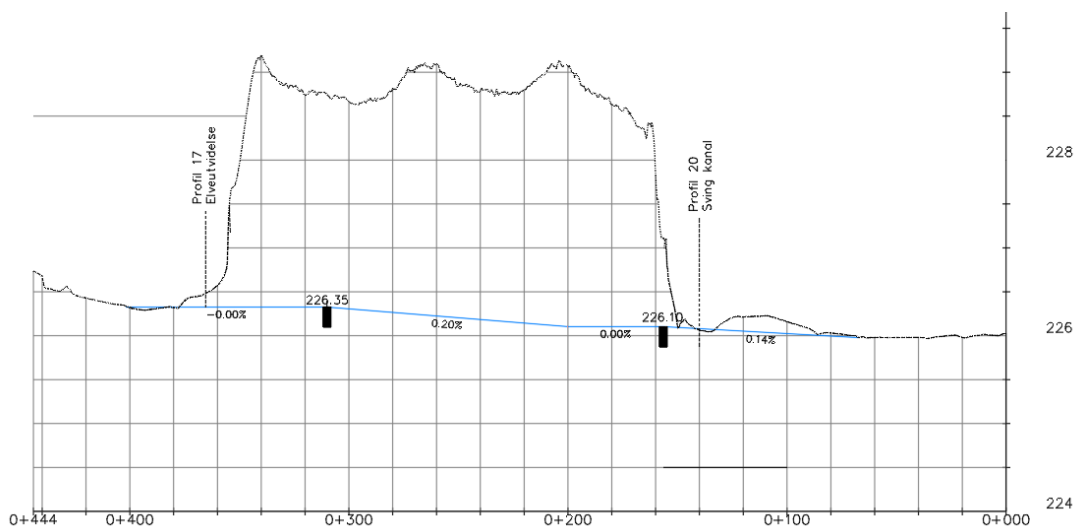
Basert på historiske flyfoto (se Figur 6) har vi vurdert det ønskelig å tilrettelegge for en blandet kulp-stryk karakteristikk, som gir variasjon i strømningsforhold. Vi ønsker å bevare/retablere elveutvidelsen i oppstrøms ende av tiltaket, for å gi størst mulig grad av variasjon og morfodynamikk.

		<b>Blandet kulp-stryk type</b> Typisk gradient: 0,001-0,015 Dominerende substrat: grus med innslag av rullestein og blokker Typisk kulplengde 5-7 ganger elvebredde
		<b>Kulp-stryk type</b> Typisk gradient: 0,001-0,015 Dominerende substrat: grus Typisk kulplengde 5-7 ganger elvebredde
		<b>Finsediment type</b> Typisk gradient: < 0,001-0,005 Dominerende substrat: fangrus (< 0,8 cm), sand eller finere Typisk kulplengde 5-7 ganger elvebredde

Figur 23: Prinsipper aktuelle elvetyper (NORCE, 2022)

For å oppnå denne variasjonen er vurdert hensiktsmessig å fiksere minimum sålenivå ved to lokasjoner (ved utlegging av større steinstørrelse i bunn på tvers av elveløpet), og konsentrere fallet mellom disse «tersklene». Stensettingen anlegges med tilsvarende tverrprofil som øvrige deler (med et markert dypløp), og anlegges i flukt med omliggende elvebunn. De vil altså ikke fremstå som noen vandringshinder.

For øvrige deler av elvebunn gis elva frihet til å definere et naturlig og variert profil. Planlagt bunnprofil er vist i Figur 24. Over tid kan elva tenkes å avsette et bunn-nivå som ligger noe høyere enn tersklene, uten at dette forventes å påvirke kapasitet nevneverdig. .



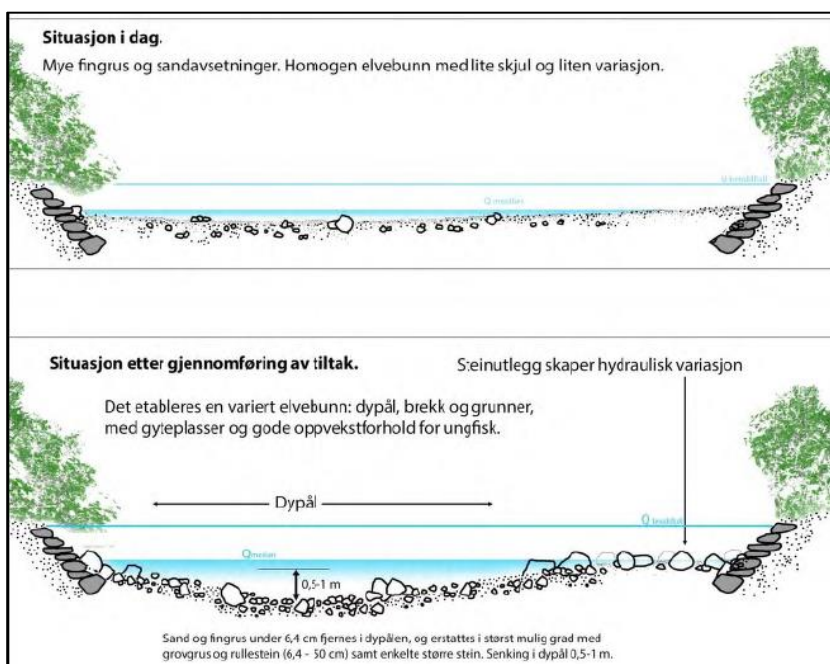
Figur 24: Bunnprofil elveomlegging (lengdesnitt langs nytt elveløpi Figur 21)

#### 4.2.2 Aktivt elveløp – dypål og variasjon

De hydrauliske beregningene viser at det er behov for å benytte størst mulig del av området avsatt i områdereguleringen til aktivt elveløp.

For å unngå at en økt bredde gir for lave strømningshastigheter og avsetning av finstoff som tetter hulrom i bunnsstrat tilrettelegges det for en dypål med konsentrert strømming ved lavere vannføringer. Omliggende elveløp ligger med 0,5-1,0 m overhøyde over dypål.

Det tilrettelegges for elveform av typen «alternerende banker», der dypålen varierer fra side til side i tverrsnittet. Elva vil i forbindelse med større flommer på sikt definere sitt eget strømningsmønster.



Figur 25: Prinsipp for konsentrasjon av dypløp innenfor aktivt elveløp (NORCE, 2018)

### 4.2.3 Elveutvidelse

Ved reetablering av elveutvidelsen i oppstrøms ende av planområdet slik den kan observeres på eldre ortofoto vil elva, gitt tilgang på transportert materiale, under større flommer igjen kunne avsette naturlige morfodynamiske strukturer som gir verdifull variasjon for fisk og bunndyr.



*Figur 26: Illustrasjon tilrettelagt elveutvidelse (her i større skala) visualisert i forbindelse med revitalisering av elva Minster i Sveits (Basler & Hofmann AG).*

### 4.2.4 Bunnssubstrat

Det aktive elveløpet dekkes med naturlig bunnssubstrat. Noe substrat kan hentes fra eksisterende elveløp, men en hovedandel må tilføres.

Lokasjon for uttak av bunnssubstrat er ikke avklart i detalj i denne fasen. Ideelt finnes lokasjon(er) fra samme vassdrag, det kan også være aktuelt med uttak av grus fra fluviale avsetninger i området utenfor dagens elveløp.

Det tilrettelegges for rundt 300 m<sup>2</sup> gyteareal, spredt på 2-4 områder, som anbefalt i (Naturrestaurering AS, 2023).

### 4.2.5 Kantvegetasjon

Langs begge sider av elva avsettes et belte for etablering av kantvegetasjon. Sonen vil ha en minimumsbredde på 6 meter, men med noe variasjon både i bredde og i fall. Det etterstrebes så rask etablering av kantvegetasjon som mulig, ved overføring av intakte planter fra eksisterende elveløp.

### 4.2.6 Strukturelementer

Langs elvekant legges det inn strukturelementer som rotvelter, som gir variasjon og skjul for fisk. I elveløpet (dypløp og omliggende elveløp) legges en variasjon av større steinblokker som gir skjule- og hvileplasser.

#### 4.2.7 Erosjonssikring

Grunnet lave strømningshastigheter og slak gradient er det begrenset behov for erosjonssikring. Største vannhastigheter i den hydrauliske modellen for elveomleggingen ligger på rundt 2,0 m/s.

Erosjonssikring mot jordbruksareal anlegges med naturbaserte løsninger, fremfor sikring med stein.

Mot næringsareal legges erosjonssikring med stein, tilbaketrukket/overfylt av naturlig vegetasjon. Dimensjonering av stein for erosjonssikringslag er angitt i (Asplan Viak AS, 2015a)

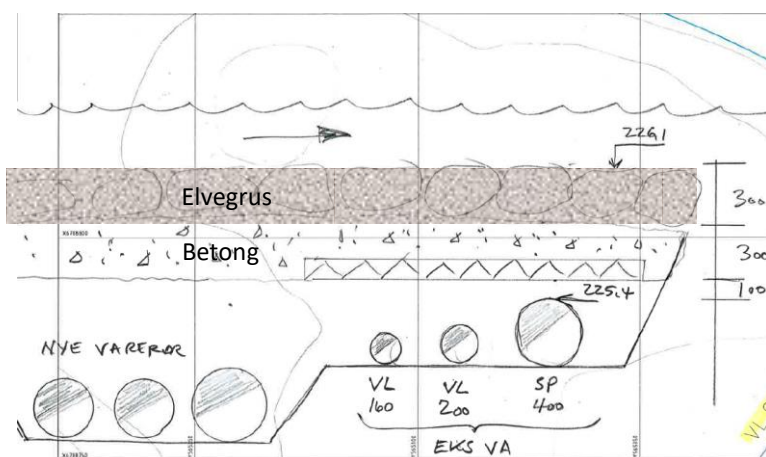
Tabell 6: Dimensjoner erosjonssikring med stein (Asplan Viak AS, 2015a)

Fra profil	Til profil	Dimensjonerende Steinstørrelse [m]					Tykkelse [m]
		D <sub>30</sub>	D <sub>50</sub>	D <sub>15</sub>	D <sub>85</sub>	D <sub>maks</sub>	
2	7	0,10	0,15	0,13	0,25	0,30	0,30

#### 4.2.8 Kryssing av eksisterende teknisk infrastruktur

Elveomleggingen krysser trase for kommunale vann- og spillvansledninger. OK ledninger ligger her på rundt kote +225,4, mens prosjektert elvebunn for omleggingen kun vil komme på kote +226,1 (i dypløp). Kommunen ønsker at det i forbindelse med kryssingen legges nye varerør for senere bruk.

Løsning for kryssing er vurdert i samråd med Structor Lillehammer. Eksisterende rør dekkes med 100mm isolasjonsplater og 300mm påstøp av betong. Over dette vil det da ligge rundt 300 mm elvegrus i dypløpet. En fiksering av sålenivået rett på nedsiden av kryssingen vil sikre mot utspyling av elvegrusen.



Figur 27: Kryssing eks. teknisk infrastruktur (prinsippskisse fra Structor Lillehammer).

#### 4.2.9 Oppfylling til flomsikkertnivå for industriområde

Flomsikker kote for industriområdet er på 231,0-231,5 inkludert 0,5 m usikkerhetspåslag, som lagt til grunn i (Asplan Viak AS, 2015a)

Oppdragsgiver har vurdert det som ønskelig å fylle opp hele området til flomsikkert nivå fremfor å anlegge en flomvoll langs ytterkant av arealet. Man kan da utnytte en større andel av arealet, og unngår å etablere nødoverløp og pumpeanlegg for lekkasjehåndtering. Selve løsningen for elveomleggingen påvirkes ikke av om det velges en voll-løsning eller fylling.

I reguleringsplan angis bestemmelse om oppfylling til flomsikker kote før utvikling av området.

#### 4.2.10 Håndtering av bekker på nordsiden av oppfylling

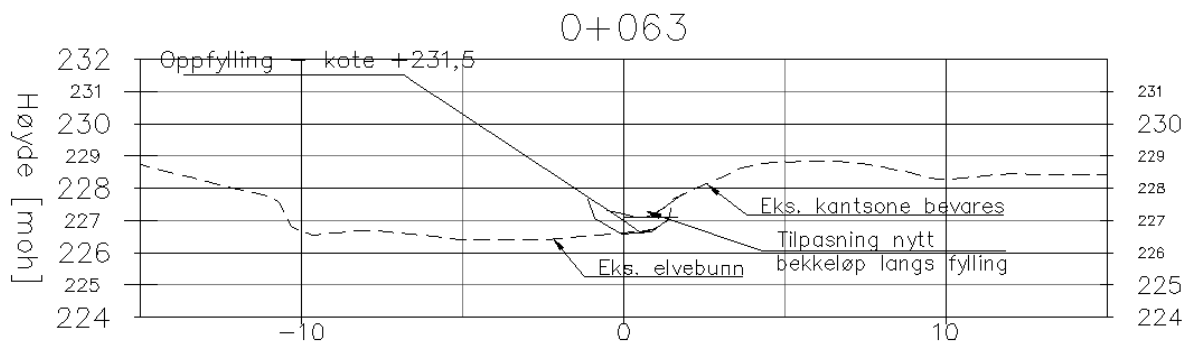
Det renner i dag to mindre bekker/drensgrøfter ut i Vesleelva i området som vil fylles opp. Disse vil begge avledes langs nordsiden av prosjektert oppfylling. Det etableres nytt bekkeløp ned til det nye, omlagte elveløpet. Dette legges langs den eksisterende kantsonen for Vesleelva. Det er tilstrekkelig fall for å gjennomføre oppsamling av bekkene, samt lede de mot den nye elveomleggingen.

De nye bekkeløpene tilpasses med elvegrus. Eksisterende kantsone bevares i størst mulig grad. Fyllingsfot steinsettes i bunn, dekkes med vekstmasser og det reetableres kantvegetasjon i nedre del av fyllingen.

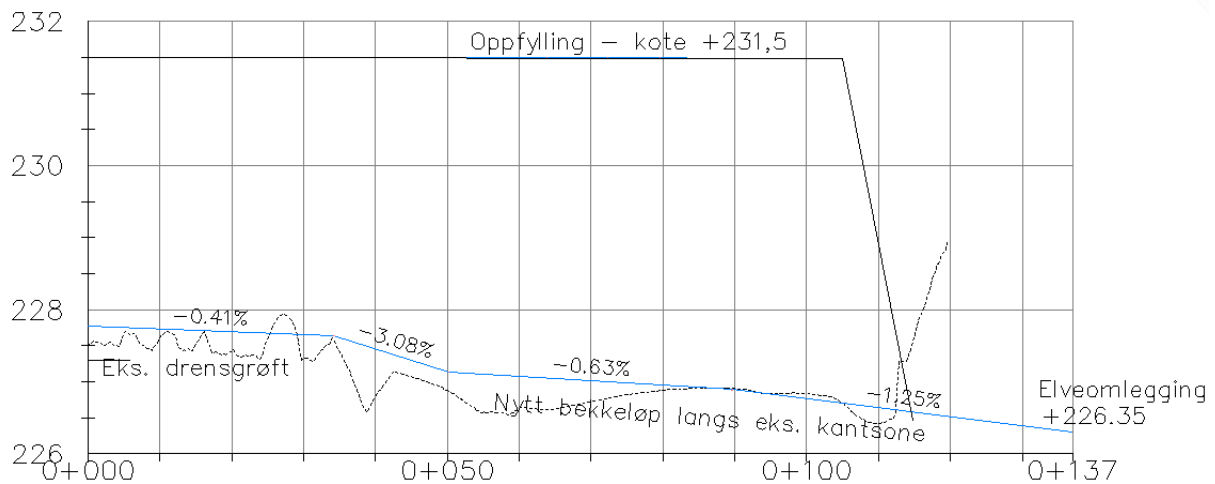
Oversiktskart over bekkene er vist i Figur 28, tverrprofil er vist i Figur 29. Lengdeprofil langs drensrøfta som kommer fra nord-vest og ut til elveomleggingen er vist i Figur 30.



*Figur 28: Avledning bekker langs nordside av oppfylling. Bekkene er markert i blått, og oppfylling i grønt. Profil 63 markert med rød snittpil.*



Figur 29: Tverrprofil for avslutning av oppfylling mot nord. Nytt bekkeløp etableres langs eksisterende kantsone for Vesleelva



Figur 30: Lengdeprofil langs bekk på nordside av fylling ut mot elveomlegging (10x høydeoverdrivelse)

#### 4.2.11 Heving av flommur forbi meieritomt

Søndre del av dagens meieribygget er i dag flomutsatt. Bygget og omliggende arealer skal videreføres, og vil ikke kunne heves til flomsikkert nivå.

Eksisterende flommur langs sørsiden meieribygget må heves til flomsikkert nivå inkludert sikkerhetsmargin, og anlegges med overgang mot arealet som heves. På innsiden av flommuren må det sikres drenering av lokalt overvann, selv under ekstreme flommer.

Nærmere detaljering vil avklare om dette vil kreve en overvannspumpe med tilbakeslagsventil, eller om det kan anlegges fri drenering til der vannlinja i elva under flom ligger tilstrekkelig lavt.

## 4.3 Utførelse

### 4.3.1 Rekkefølge, faseplan for utførelse

Overordnet faseplan for utførelse vil følge hovedtrekkene under:

1. Avgravning og mellomlagring og reetablering berørt matjord (til annen lokasjon)
2. Utgravning nytt elveløp (tørt),
3. Utlekking erosjonssikring, strukturelementer, bunnsstrat og etablering av stedegen kantvegetasjon
4. Ferdigstilling nedstrøms overgang mot elveløp
5. Gradvis åpning oppstrøms overgang mot eks. elveløp, påslipp av vann. Overføring strandet fisk.
6. Igjenfylling gammelt elveløp.
7. Opparbeidelse næringsområde, etablering av flomvoller.

### 4.3.2 Oppfølging under utførelse

Det vil være viktig med en tett oppfølging under anleggsperioden.

(Naturrestaurering AS, 2023) anbefaler utarbeidelse av et miljøovervåkningsprogram for anleggsperioden, som ivaretar fisk og naturmiljø, inklusive instrumentering og oppfølging av fagpersonell innenfor økologi og vann. Det henvises til anbefalinger og forutsetninger her.

## 4.4 Avbøtende tiltak / miljøtiltak (utforming, omfang, krav mv)

Det henvises til detaljerte føringer for utførelse av tiltak i (Naturrestaurering AS, 2023).

Oppsummert anbefales følgende viktigste forslag til avbøtende tiltak under utførelse

- unngå eller minimalisere avrenning under anleggsperioden
- gjennomføre habitatforbedrende tiltak i vannløpet og elvebunnen
- rask revegetering av kantsonen (også av tresjikt) med vegeterte erosjonsmatter, pluggplanter, busker og trær med stedegne arter og varierende størrelse,
- god oppfølging og skjøtsel av både fysiske habitater i nytt elveløp, og kantsoner de første årene.

Det må også etableres en egen matjordplan for håndtering av berørt matjord som må relokiseres.

## 4.5 Forvaltning, drift og vedlikehold

Tiltaket vil være avhengig av en oppfølging i en periode etter utførelse for å sikre at ønsket funksjon oppnås. Planlagt FDV må ansvarsbelegges for å sikre oppfølging.

### 4.5.1 Skjøtselsplan kantvegetasjon

Det er utarbeidet en skjøtselsplan for kantvegetasjon med forslag til oppfølging, se (Naturrestaurering AS, 2023).

### 4.5.2 Tilføring av sedimenter ved behov

Utviklingen av et dynamisk elveløp fordrer tilgang på transportert materiale i elva under flommer.



Som del av oppfølging av tiltaket de første årene bør det vurderes om det skal tilføres ekstra sediment i overkant av elveomleggingen, for å gi elva ekstra materiale tilgjengelig for transport for forming av naturlige former.



*Figur 31: Eksempel på utlegging av eroderbart grusmateriale i Lærdalselva (NORCE, 2022)*

## 5 Referanser

- Asplan Viak AS. (2015a). *Elveomlegging Segalstad Bru - Flom og hydrauliske beregninger. Utgave 2.*
- Asplan Viak AS. (2015b). *Elveomlegging Segalstad Bru - Konsekvensutredning av naturmiljø.*
- Asplan Viak AS. (2017). *Flomsonekartlegging 200-årsflom, Gausa.*
- Naturrestauring AS. (2023). *Supplerende utredning for naturverdier Vesleelva - Segalstad Bru.*
- NORCE. (2018). *Tiltakshåndbok for bedre fysisk vannmiljø.*
- NORCE. (2022). *Flom og miljø i et endret klima -innovative metoder for restaurering og bedre miljøtilstand.*
- NVE. (2022a). *3/2022 Sikkerhet mot flom - Utredning av flomfare i reguleringsplan og byggesak.*
- NVE. (2022b). *Veileder 03/2022 - Sikkerhet mot flom.*
- NVE. (2023). *Sikringshåndboka - Modul F2.301 Flomvoll - Prosjektering.*