

Gausdal kommune

# ► Flomsikringstiltak langs Dørja

Mulighetsstudie

Oppdragsnr.: 5204617 Dokumentnr.: NO\_515\_FS\_001 Versjon: J02 Dato: 2021-03-25



**Oppdragsgiver:** Gausdal kommune  
**Oppdragsgivers kontaktperson:** Jon Sylte  
**Rådgiver:** Norconsult AS, Vestfjordgaten 4, NO-1338 Sandvika  
**Oppdragsleder:** Daniel Fossberg  
**Fagansvarlig:** Lars Jenssen, Bjørn Joakimsen  
**Andre nøkkelpersoner:** Jo-Morten Høistad

J02	2021-03-25	Endelig utgave	D. Fossberg	L. Jensen B. Joakimsen	A. Søreide
D01	2021-01-19	For gjennomgang av oppdragsgiver	D. Fossberg	L. Jenssen B. Joakimsen	A. Søreide
Versjon	Dato	Beskrivelse	Utarbeidet	Fagkontrollert	Godkjent

Dette dokumentet er utarbeidet av Norconsult AS som del av det oppdraget som dokumentet omhandler. Opphavsretten tilhører Norconsult AS. Dokumentet må bare benyttes til det formål som oppdragsavtalen beskriver, og må ikke kopieres eller gjøres tilgjengelig på annen måte eller i større utstrekning enn formålet tilsier.



## ► Sammen drag

### Bakgrunn

Norconsult er engasjert av Gausdal kommune for å gjennomføre en mulighetsstudie for flomsikringstiltak langs elva Dørja i Gausdal kommune i Innlandet fylke. Kommunen har ved flere anledninger vært utsatt for skadeflommer. Flomhendelsene i 2011 og 2013 viste at elva Dørja fører med seg store mengder løsmasser som legger seg igjen i elvene Jøra og Gausa. Dørdalen består av bratte dalsider på begge sider av elva. Langs dalsidene renner mange mindre bekker der det har vært flere ras- og flomhendelser de siste årene. Kommunen vurderer nå behovet for flomsikringstiltak i og langs Dørja for å redusere faren for flomskader langs den nedre delen av Dørja ved Helleberg, og samtidig for å redusere sedimenttransport videre nedover vassdraget.

### Sedimenttransport

Dørja er en svært masseførende elv. Løsmassene i Dørdalen består hovedsakelig av morenematerialer, som inneholder alt fra leire til stein og blokk. De høye skjærspenningene som opptrer ved flom, kan ikke fanges opp av de dårlig sorterte løsmassene i Dørjas løp, som dermed blir utsatt for erosjon. Dalskråningene er dårlig sikret og flere steder blottlagt for vegetasjon. Erosjon av skråningsfoten og overflateavrenning under flom, fører til ras og flomskred som tilfører elva store mengder løsmasser.

Sedimenttransport fører til en endring av elveprofilen, der masser avsettes i innersvinger, oppstrøms broer og langs strekninger med relativt lav vannhastighet. I verste fall kan slik avsetning føre til at Dørja bryter ut av sitt elveleie og finner nye løp, slik som det skjedde i 2011 og 2013. Dette kan medføre ytterligere erosjon og eventuelt skader på bebyggelse og infrastruktur.

### Flomberegninger

Det er utført flomberegninger for Dørja og Jøra. Nedbørfeltet til Dørja utgjør et areal på om lag 54 km<sup>2</sup> ved samløp med Jøra. Feltet er preget av bratte skråninger og lite sjødekket areal. Vanligvis finner de største flommene sted i mai-juni i forbindelse med snøsmelting, men det kan også forekomme flom som skyldes regnflom. Beregningene viser at kulminasjonsvannføringen for en 200-års flom med 20% klimapåslag er på ca. 57 m<sup>3</sup>/s.

### Vannlinjeberegninger

Det er utført vannlinjeberegning for Dørja. En vannlinjeberegning beregner vannstander langs elva for ulike vannføringer. Beregningene viser at ved vannføring tilsvarende 200-års flom med 20% klimapåslag, vil vannet holde seg innenfor elveløpet, forutsatt at erosjon og avsetning ikke fører til vesentlig endring av elveprofilen. Det er i tillegg utført kapasitetsberegninger for broen tilhørende Vestringsvegen. Resultatene viser at ved en vannføring på ca. 30 m<sup>3</sup>/s overtoppes flomverket på venstre side av elva (sett medstrøms). Selv om det overtopper flomverket renner vannet ikke vekk da det blir oppdemmet av veien. Ved en vannføring på ca. 45 m<sup>3</sup>/s overtoppes flomverket på høyre side av elva. Videre er det utført vannlinjeberegning for en mulig fremtidig situasjon ved etablering av en bunnlastsperre ved Surnflot.

### Naturmiljø

Det er gjennomført en kartlegging av terrestrisk naturmiljø med fokus på viktige og rødlistede naturtyper og fremmede og rødlistede arter. Generelt vurderes mulige plassering av bunnlastsperren ved Surnflot ikke å medføre betydelige negative virkninger på terrestrisk naturmangfold, forutsatt at bunnlastsperren tillater normale svingninger i vannføring, slik at lokale fuktighetsforhold og et visst flomregime opprettholdes for å ivareta naturmiljø nedstrøms. Da det i hovedsak er selve damstedet med tilhørende adkomstveier samt

naturmiljø i flomsone nedstrøms som berøres av tiltaket, vurderes det som hensiktsmessig at damstedet plasseres langt ned i vassdraget. Bare om lag 150-200 m nedstrøms mulig plassering av bunnlastsperren er elvesidene forbygd og uten nevneverdig verdi for terrestrisk naturmangfold. Det ble heller ikke påvist fremmede arter i undersøkelsesområdet.

### Tiltak 1 - Erosjonssikring av elva

Det er sett på ulike tiltak for både flomsikring og reduksjon av sedimenttransport. Flomsikringstiltak inkluderer erosjonssikring av Dørjas elvekanter ved utlegging av stor stein. Totalt er det vurdert at litt over 1 000 m av den befarte elvestrekningen bør erosjonssikres. Dette gjelder hovedsakelig i elvas yttersving, der pågående erosjon kan observeres. På grunn av relativt stor helning i elva (fra 3% nederst til 5% øverst), samt høye flomvannføringer, anbefales det å benytte stein av stor diameter,  $D_{50} = 0,9$  m.

Det er i tillegg anbefalt at flomvollen langs venstre side av Dørja (sett medstrøms) like oppstrøms bro Vestringsvegen heves for å unngå overtopping som skyldes oppstuvning ved broen. Videre er det vurdert å senke elvebunnen forbi broen for å opprettholde elvas evne til å transportere masser ned til og forbi samløp med Jøra. Langs Jøra bør eksisterende flomvoll langs venstre side (sett medstrøms) heves for å unngå overtopping ved høy vannføring i Jøra.

Kostnadsoverslag for sikringsarbeidet er beregnet til om lag **kr 18 millioner**, men dette er meget avhengig av kostnaden ved anskaffelse av stor stein. Bruk av noe mindre steinstørrelse langs strekninger som er mindre «kritisk» (f.eks. langs landbruksområder) og bruk av stein tilgjengelig langs elveløpet kan føre til relativt store besparelser.

### Tiltak 2 - Sikring av rasutsatte dalskråninger

Dørjas dalskråninger består hovedsakelig av løsmasser som ligger på rasvinkel. Flere steder langs den befarte strekningen ligger disse løsmassene blottlagt uten vegetasjonsdekke. Oppsamling av overflatevann i avskjæringsgrøfter langs toppen av dalskråningene vurderes lite tilfredsstillende, og sidebekker mangler erosjonssikring. Ved høy nedbør vil overvann og sidebekkene i dalskråningene medføre et vesentlig bidrag til sedimenttransport i Dørja, via små og store flomskred/ras. For å sikre de rasutsatte dalskråningene anbefales det at både sidebekker og blottlagte løsmasseskråninger sikres. Et forslag til sikring av de rasutsatte skråningene er å montere geonett i kombinasjon med kokosnett, som deretter tilsås for å gjenskape et vegetasjonsdekke. Geonettet må festes til løsmassene ved bruk av jordnagler.

Kostnadsoverslag for sikring av rasutsatte skråninger ved bruk av geonett og jordnagler er beregnet til om lag **kr 16 millioner**. Tiltaket må imidlertid utføres i kombinasjon med erosjonssikring av elvekantene.

### Tiltak 3 – Etablering av bunnlastsperre

Det er i denne studien vurdert å etablere en bunnlastsperre langs Dørja, ved Surnflot, like oppstrøms det bebygde området ved Helleberg. En bunnlastsperre har som funksjon å redusere hastigheten i elva, slik at det avsettes masser i et basseng, som ved et senere tidspunkt kan fjernes og deponeres forsvarlig.

Bunnlastsperren foreslås bygget som en gravitasjonsdam i betong med høyde ca. 12 m og et fast overløp med bredde 15 m. Dammen bygges med en drenasjespalte som dimensjoneres for å avlede tilsiget i elva under normale forhold. Det er kun i kortere perioder, i flomsituasjoner med sedimenttransport i elva, dammen skal danne et sedimenteringsbasseng for avsetning av masser.

En utfordring med valgt plassering ved Surnflot er at det i tillegg må etableres en adkomstvei ned til elva. Kostnadsoverslag for bygging av bunnlastsperren, samt etablering av adkomstveien, er beregnet til om lag **kr 21,7 millioner**, hvorav adkomstveien utgjør ca. kr 6 millioner.



## ► Innhold

<b>1</b>	<b>Innledning</b>	<b>9</b>
1.1	Bakgrunn	9
1.2	Befaringer	10
1.3	Oppdragets hovedmål	10
1.4	Avgrensning av analyseområde	10
1.4.1	<i>Dørja</i>	10
1.4.2	<i>Gryta</i>	10
1.4.3	<i>Jøra</i>	10
<b>2</b>	<b>Eksisterende forhold</b>	<b>12</b>
2.1	Tidligere flommer	12
2.2	Utførte tiltak	12
2.3	Null-tiltak	13
2.4	Hydrologi	14
2.5	Vannlinjeberegning	15
2.5.1	<i>Flom i Jøra</i>	15
2.5.2	<i>Flom i Dørja</i>	16
2.6	Naturrestat	17
2.7	Vernestatus	18
2.8	Kulturminner	18
2.9	Berggrunn og løsmasser	19
2.10	Naturmiljø	19
2.11	Fisk	20
2.12	Fordrøyningstiltak	20
<b>3</b>	<b>Sedimenttransport</b>	<b>21</b>
3.1	Innledning	21
3.2	Sedimentkilder	22
3.2.1	<i>Lateral erosjon langs elvekantene</i>	22
3.2.2	<i>Vertikal erosjon langs elvebunnen</i>	22
3.2.3	<i>Ras og flomskred fra dalskråninger</i>	23
3.2.4	<i>Overflateavrenning</i>	24
3.3	Sedimenttransport og løsmasser	25
3.4	Estimerte volumer fra ulike sedimentkilder	26
3.5	Tiltak for å redusere sedimenttransport	27
<b>4</b>	<b>Tiltak 1 – Erosjonssikring av elva</b>	<b>28</b>
4.1	Innledning	28
4.2	Utforming av erosjonssikring	28

4.3	Beregning av stabil steinstørrelse	29
4.4	Alternativ oppbygging av erosjonssikring	31
4.5	Erosjonssikring av elvebunnen	31
4.5.1	<i>Løsmassetterskler</i>	31
4.5.2	<i>Steinbelter</i>	33
4.6	Opprydding av elveløpet	34
4.7	Heving av flomvoll langs Dørja ved Helleberg	34
4.8	Tiltak ved bro Veststringsvegen	36
4.9	Heving av flomvoll langs Jøra ved Helleberg	38
<b>5</b>	<b>Tiltak 2 – Sikring av rasutsatte dalskråninger</b>	<b>40</b>
5.1	Innledning	40
5.2	Vegetasjonsdekke	41
5.3	Opprydding og erosjonssikring av sidebekker	41
5.4	Erosjonssikring ved bruk av geonett og jordnagler	42
5.5	Bedre drenering av landbruksarealer	44
<b>6</b>	<b>Tiltak 3 – Etablering av bunnlastsperre</b>	<b>46</b>
6.1	Innledning	46
6.2	Plassering	46
6.3	Magasineringsvolum	48
6.4	Utforming	49
6.5	Kommunens ansvar som dameier	51
6.6	Energidreper	51
6.7	Flomavledning	51
6.8	Adkomstvei	53
6.8.1	<i>Valg av trasé</i>	53
6.8.2	<i>Oppbygging</i>	54
6.8.3	<i>Mengder</i>	55
6.9	Avlagring og permanente masseuttak langs Dørja	56
<b>7</b>	<b>Kostnadsoverslag</b>	<b>58</b>
7.1	Generelt	58
7.2	Forutsetninger og usikkerhet	58
7.2.1	<i>Generelt</i>	58
7.2.2	<i>Tiltak 1 – Erosjonssikring av elva</i>	58
7.2.3	<i>Tiltak 2 – Sikring av rasutsatte skråninger</i>	58
7.2.4	<i>Tiltak 3 – Etablering av bunnlastsperre</i>	59
<b>8</b>	<b>Konklusjoner og anbefalinger</b>	<b>60</b>
<b>9</b>	<b>Referanser</b>	<b>62</b>
<b>10</b>	<b>Vedlegg</b>	<b>63</b>

## Oversikt over figurer

Figur 1-1. Oversiktskart med hovedvassdragene i området (kilde: NVE Atlas). .....	9
Figur 1-2. Analyseområde – Nummerering tilsvarer avstand i km langs Dørja fra samløp med Jøra. ....	11
Figur 2-1. Utførte tiltak etter flommen i 2013. ....	13
Figur 2-2. Resultater av vannlinjeberegning for 200-års flom i Jøra og middelflom i Dørja. ....	15
Figur 2-3. Resultater av vannlinjeberegning for en 200-års flom med 20% klimapåslag i Dørja. ....	16
Figur 2-4. Nedre del av naturreservatet langs Dørdalen. ....	17
Figur 2-5. Gausa er vernet for vannkraftutbygging iht. Verneplan II (kilde: NVE Atlas). ....	18
Figur 2-6. Kulturminner i området (kilde: Kulturminnesøk, Direktoratet for kulturminneforvaltning). ....	18
Figur 3-1. Elvekant som er utsatt for lateral erosjon. ....	22
Figur 3-2. Til dels stor stein i elvebunnen tyder på et relativt stabilt dekk sjikt. ....	23
Figur 3-3. Prosessene som fører til ras og flomskred langs Dørdalen. ....	24
Figur 3-4. Tegn på erosjon pga. overflateavrenning. ....	25
Figur 3-5. Bilder fra før og etter flommene i 2011/2013 med Dørjas opprinnelige løp vist i blått. ....	26
Figur 4-1. Oppbygging av erosjonssikring langs utsatte strekninger. ....	29
Figur 4-2. Oppbygging av løsmasseterskler iht. Vassdragshåndboka (NVE, 1998). ....	32
Figur 4-3. Løsmasseterskler langs nedre del av Dørja. ....	32
Figur 4-4. Eksempel på steinbelte ved elva Moksa (NVE/Multiconsult, 2019). ....	33
Figur 4-5. Trær og busker langs Dørja som har blitt transporter og avsatt i forbindelse med flom. ....	34
Figur 4-6. Elvegradient nedre del av Dørja. ....	35
Figur 4-7. Forslag til heving av flomvollen langs østsiden av Dørja, oppstrøms broen. ....	36
Figur 4-8. Prinsippskisse av oppbygging av tørrmur (NVE, 1998). ....	36
Figur 4-9. Senkning av elvebunnen ved bro Vestringsvegen. ....	37
Figur 4-10. Foreslått bunnsenkning for å øke elvegradienten oppstrøms bro Vestringsvegen. ....	37
Figur 4-11. Overtopping av flomvollen langs nordsiden av Jøra ved en 20-års flom. ....	38
Figur 4-12. Topp flomvoll nordsiden av Jøra (rød linje) og beregnet vannstand ved en 200-års flom + 20% (blå linje). ....	39
Figur 5-1. Rasutsatt dalskråning ved km 1,50. ....	40
Figur 5-2. Bekken fra Svartdalen ved samløp med Dørja (tørr ved befaringstidspunkt). ....	42
Figur 5-3. Erosjonssikring av skråning ved bruk av kokosnett i Fåvang, Ringebu kommune. ....	43
Figur 5-4. Landbruksarealer like ved kanten av rasutsatte skråninger ved km 3,0. ....	44
Figur 5-5. Prinsippskisse av avskjæringsgrøft. ....	45
Figur 6-1. Foreslått plassering av bunnlastsperre, ved 422,0 moh. ....	47
Figur 6-2. Tverrprofil av elva ved foreslått plassering av bunnlastsperre. ....	47
Figur 6-3. Magasinivolum mot damhøyde. ....	48
Figur 6-4. Magasinareal ved kote 434 (damhøyde ca. 12 m). ....	49
Figur 6-5. Nødvendig betongvolum for ulike damhøyder. ....	50
Figur 6-6. 3D-modell av bunnlastsperre, gravitasjonsdam av massiv betong. ....	51
Figur 6-7. Ulike traseer for adkomst til mulig bunnlastsperre ved Surnflot. ....	53
Figur 6-8. Lengdeprofil for trasé nr. 62000 på vestsiden av elva. ....	54
Figur 6-9. Oppbygging av veibanen (kilde: Normalen for landbruksveier). ....	55
Figur 6-10. Forslag til uttaksområde like oppstrøms Helleberg (km 0,5 – 0,6). ....	57
Figur 6-11. Forslag til uttaksområde ved Flutua, like nedstrøms samløp med Gryta (km 1,8 - 1,9). ....	57



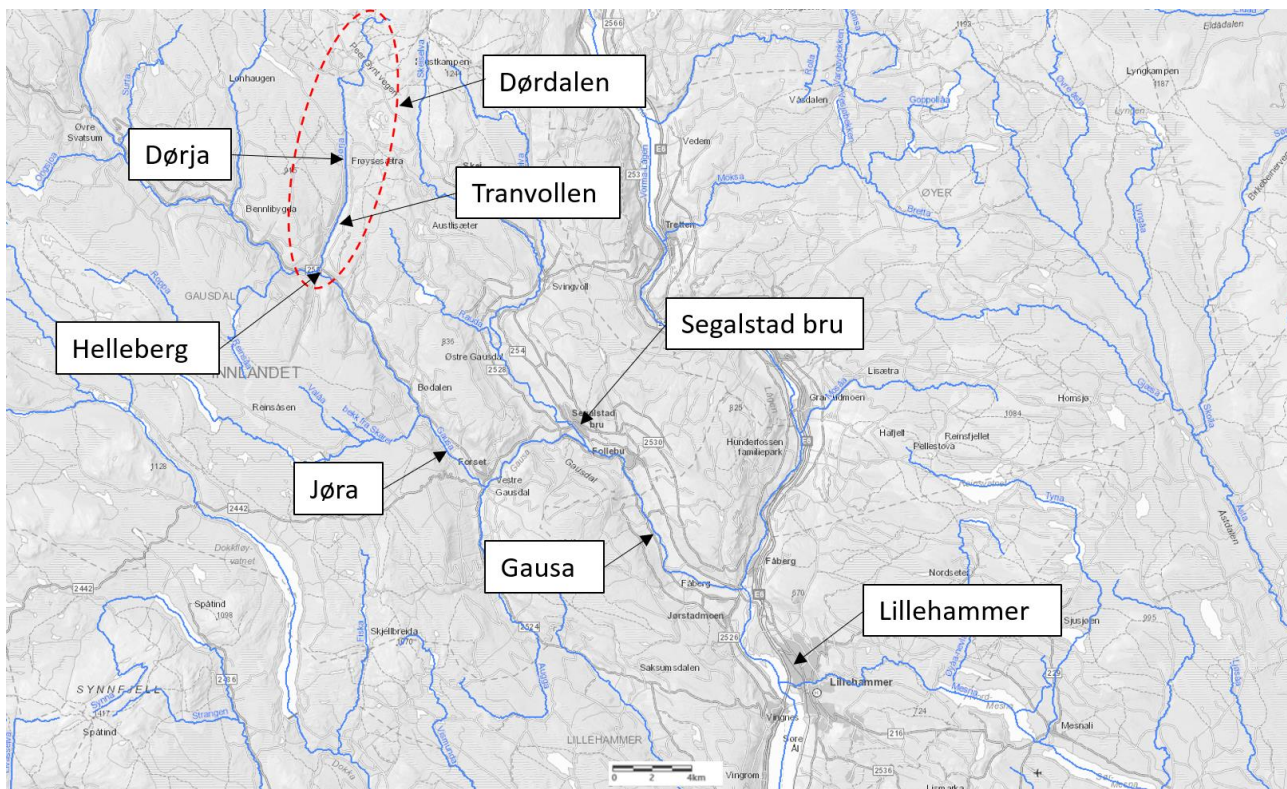
## ► Oversikt over tabeller

Tabell 2-1. Døgn- og kulminasjonsvannføringer for Dørja og Jøra for en 200-års flom inkl. 20% klima. ....	14
Tabell 2-2. Skaleringsfaktorer for bruk til beregning av flommer med ulike gjentaksintervall. ....	14
Tabell 3-1. Estimerte volumer av sedimenttransport for flommene i 2011 og 2013, ifølge Bogen (NVE, 2016). .....	27
Tabell 4-1. Elvestrekninger der elvekanten bør erosjonssikres.....	28
Tabell 4-2. Beregning av stabil steinstørrelse $D_{50}$ for Dørja. ....	30
Tabell 4-3. Steinstørrelse på erosjonssikringen langs Dørja. ....	30
Tabell 4-4. Forslag til heving av flomvoll langs nordsiden av Jøra. ....	39
Tabell 5-1. Rasutsatte skråninger langs elvestrekningen (se også kartoversikt i vedlegg 8). ....	40
Tabell 5-2. Sidebekker som har samløp med Dørja mellom Helleberg og Tranvollen (se oversiktskart i vedlegg 8).....	41
Tabell 6-1. Beregnet vannstandsstigning ved avledning av ulike vannføringer og overløpslengder. ....	53
Tabell 6-2. Ulike traséer for adkomst ned til elva ved Surnflot. ....	54
Tabell 7-1. Kostnadsoverslag foreslåtte tiltak. ....	58
Tabell 8-1. Prioriteringer av tiltakene beskrevet i denne mulighetsstudien. ....	61

# 1 Innledning

## 1.1 Bakgrunn

Gausdal kommune ligger nordvest for Lillehammer i Innlandet fylke, som vist på oversiktskartet i Figur 1-1. Kommunen har store jordbruksareal og mye skog og fjell. Hovedvassdragene er Jøra som renner ut i Gausa som igjen renner ut i Gudbrandsdalslågen. Kommunesenteret ligger i Segalstad Bru. I kommunen bor det til sammen ca. 6 200 innbyggere. Elva Dørja renner sørover langs Dørdalen og munner ut i Jøra ved Helleberg, ca. 20 km fra Segalstad bru.



Figur 1-1. Oversiktskart med hovedvassdragene i området (kilde: NVE Atlas).

Kommunen har ved flere anledninger vært utsatt for skadeflommer. Flomhendelsene i 2011 og 2013 viste at elva Dørja fører med seg store mengder sedimenter som avsettes igjen i elvene Jøra og Gausa. Dørdalen består av bratte dalsider på begge sider av elva. Langs dalsidene renner mange mindre bekker der det har vært flere ras- og flomhendelser de siste årene. Kommunen vurderer nå behovet for flomsikringstiltak i og langs Dørja for å redusere sedimenttransport videre nedover vassdraget.

## 1.2 Befaringer

Som grunnlag for mulighetsstudien ble det i løpet av sommer og høst 2020 utført befaringer og karlegginger av elvestrekningen, fra samløp med Jøra opp til Tranvollen.

Første befaring ble avholdt den 16. juni 2020 sammen med prosjektgruppen. Fra kommunen deltok Jon Sylte og Jo-Morten Høistad, grunneier (Surnflot gård) Erling Surnflot, samt oppdragsleder fra Norconsult Daniel Fossberg og fagansvarlig hydraulikk og flomhydrologi Dr. Ing. Lars Jenssen. Resultatene fra denne befaringen er beskrevet i vedlegg 1.

Andre befaring ble avholdt den 4. september 2020. Under denne befaringen ble det utført el-fiske og vegetasjonskartlegging langs vassdraget. Til stede ved befaringen var Atle Rustadbakken og Annie Ås Hovind fra Norconsult.

## 1.3 Oppdragets hovedmål

Hovedmålet med dette oppdraget og eventuelle forslag til tiltak langs Dørja, er å beskytte bebyggelse og infrastruktur ved Helleberg mot oversvømmelser som vil kunne forårsakes ved flom i Dørja.

Videre er det som del av den regionale planen for Gudbrandsdalslågen (Oppland fylkeskommune, 2018), et generelt mål om å redusere forekomsten av sedimenttransport i Lågens sidevassdrag, deriblant Gausa, Jøra og Dørja.

## 1.4 Avgrensning av analyseområde

### 1.4.1 Dørja

Oppgavebeskrivelsen er å vurdere tiltak for flomsikring og reduksjon av sedimenttransport langs Dørja. Elvestrekningen som er vurdert går fra samløp med Jøra opp til Tranvollen, en strekning på ca. 3,2 km, se Figur 1-2. Videre oppover Dørja, forbi Tranvollen, ligger elva innenfor Dørdalen naturreservat, slik at tiltak i dette området bør unngås så langt dette er mulig.

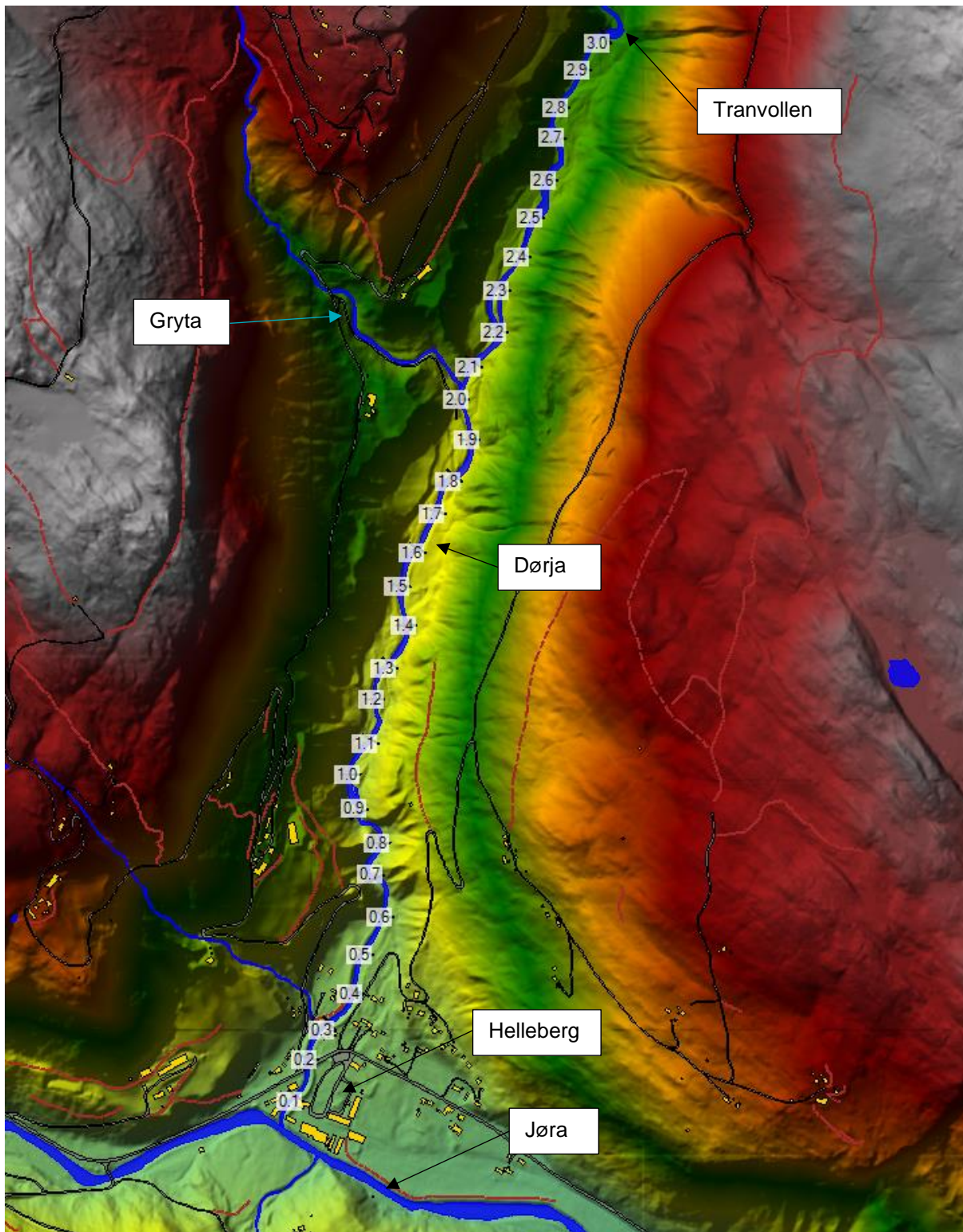
### 1.4.2 Gryta

Nedre del av Gryta fra samløp med Dørja opp til veikryssing ca. 500 m oppstrøms, er også vurdert. Videre oppover Gryta er det også områder som er utsatt for erosjon, og som kan føre til noe sedimenttransport nedover Dørja. Det er imidlertid vurdert lite hensiktsmessig å foreslå tiltak i dette området grunnet store utfordringer knyttet til adkomst langs det bratte elveleiet forbi Snertingdalen.

### 1.4.3 Jøra

Med unntak av heving av flomvullen langs Helleberg, er det er i denne studien ikke vurdert tiltak langs Jøra, som også er en svært masseførende elv. Dørja tilfører mye masser ut i Jøra, slik at tiltak langs Dørja vil kunne føre til mindre sedimenttransport også i Jøra.





Figur 1-2. Analyseområde – Nummerering tilsvarer avstand i km langs Dørja fra samløp med Jøra.

## 2 Eksisterende forhold

### 2.1 Tidligere flommer

Dørdalen har blitt rammet av to store vår- og sommerflommer i senere tid, den første i juni 2011 og deretter kun to år senere, i mai 2013. Begge flommene førte til at Dørja brøt ut av sitt løp og forårsaket betydelig materiell skade på området ved Helleberg, der Dørja møter Jøra.

Under flommen i juni 2011 ble den store vannføringen forårsaket av høy nedbør over lengre tid kombinert med snøsmelting. Det fremgår av NVEs brev til Gausdal kommune datert 18.11.2011 (NVE, 2011);

*«Under pinseflommen i 2011 var det svært stor vannføring i Dørja. som følge av dette begynte elva å grave, og det gikk mange større og mindre ras. Elva skiftet løp flere steder. Den ble sterkt masseførende og store mengder la seg opp på enkelte partier. Elva raserte også noen landbruksarealer. Rasene førte også med seg mye skog som ble liggende i elva. Noe ble ført nedover til det satte seg fast og dannet midlertidige dammer som etter hvert røk. Vann som kommer støtvis kan gjøre store skader lengre nedstrøms, hvor det finnes både boliger og industrianlegg.»*

Ved Helleberg ble det omfattende skader på elvas flomsikring. Vannet tok løp gjennom flomvollen langs venstre bredde og førte til store skader på industrilokalene til Helleberg sag.

Under flommen i mai 2013 var det igjen kraftig nedbør som førte til stor vannføring i Dørja. Dette medførte erosjon og sedimenttransport langs elva. Noe av sikringsanlegget som ble bygget opp i 2011 ble ødelagt, spesielt i området oppstrøms bro Vestringsvegen. Også landbruksarealene som ligger tett på østsiden av elva videre oppover Dørdalen ble rasert under flommene, der elva eroderte og tok nye løp.

### 2.2 Utførte tiltak

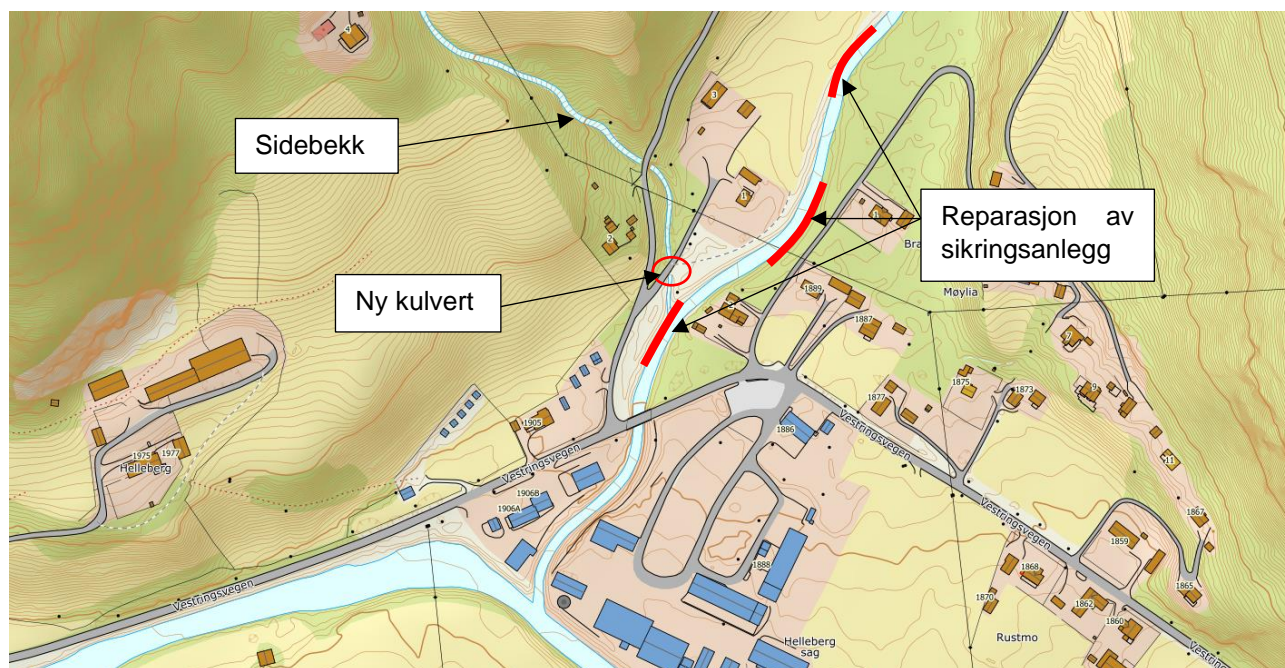
Etter flommen i 2011 ble det utført omfattende flom- og erosjonssikring langs nedre del av Dørja. Her ble det fjernet masser, bygget opp flomvoller, etablert erosjonssikring og bygget flere bunnterskler. Tiltakene ble prosjektert og finansiert av NVE og er beskrevet i notatet «*Flom- og erosjonssikring mot Dørja ved Helleberg*» (NVE, 2011)

Oppstrøms Helleberg ble det ifølge NVE utført opprydding langs elva, der trevirke ble fjernet og elva ble lagt tilbake til sitt opprinnelige løp. Rasutsatte skråninger ble sikret med stein fra elva. Tiltakene var tenkt å være forebyggende ved å hindre skader ved fremtidige flommer.

Det gikk kun to år før deler av sikringsanlegget ble skadet under flommen i 2013. Nye tiltak gikk ut på rensk av elveløp og reparasjon av eksisterende sikringsanlegg. Arbeidene hadde fokus på nedre del av Dørja, de siste 150 – 200 m ned mot samløpet med Jøra.

Sidebekken som har samløp med Dørja like oppstrøms Vestringsvegen ble ryddet opp og erosjonssikret. Eksisterende kulvert med diameter 0,8 m ble erstattet med ny kulvert med diameter 1,2 m, se Figur 2-1.





Figur 2-1. Utførte tiltak etter flommen i 2013.

## 2.3 Null-tiltak

I denne mulighetsstudien vurderes ulike tiltak for flomsikring av elva Dørja. Som et sammenligningsgrunnlag vurderes «0-tiltak» alternativet. Det vil i praksis si å ikke foreta noen form for flomsikringstiltak langs elva slik at det naturlige flomregimet opprettholdes. Dette inkluderer prosesser som erosjon, flomskred, avsetning, oversvømmelse av elvebredder og horisontal forskyvning av elveløp over tid.

Som nevnt har to flommer rammet Dørja med relativt kort mellomrom, først i 2011 og så i 2013. Flommene medførte store økonomiske konsekvenser for grunneiere, næringsdrivende, kommunen og sentrale myndigheter (NVE, Statens vegvesen, Oppland fylkeskommune). Det finnes ingen fullstendig oversikt over alle de økonomiske konsekvensene som kan relateres til flommene, men noen fremkommer i listen nedenfor:

- Skader ved industriområdet Helleberg sag påløp til om lag kr 10M etter flommen i 2011.
- Gausdal kommune har estimert at kostnader etter flommen i 2011 var på over kr 50M for hele kommunen, fordelt på vassdrag (over 30 saker til ca. kr 25M), naturskader (200 saker til ca. kr 25-30M) og kommunal infrastruktur. I tillegg kommer kostnader for Statens vegvesen/fylkeskommunen.
- Gausdal kommune har estimert at kostnader etter flommen i 2013 var på om lag kr 16M for hele kommunen, fordelt på vassdrag (over 50 skader til ca. kr 10M) og kommunal infrastruktur (ca. kr 6M). I tillegg kommer kostnader for naturskader (over 215 skader) og Statens vegvesen/fylkeskommunen. Dørja utgjorde en stor andel av disse kostnadene.

Det er her ikke inkludert kostnader som NVE har hatt i forbindelse med opprydding og flomsikring i etterkant av flommene. Det er heller ikke inkludert kostnader som den enkelte grunneier har hatt i forbindelse med opprydding og tilbakeføring av landbruksarealer langs elva, hovedsakelig gårdsnr./bruksnr. 73/1, 73/2 og 73/3. Det er naturlig at et visst inntektstap kan skrive seg til de raserte landbruksarealene.



Selv om de totale økonomiske konsekvensene etter hver flomepisode i Dørja er vanskelig å kvantifisere, er det rimelig å anta at beløpet strekker seg til titalls millioner kroner, anslagsvis kr 20-30M.

Mangel på registreringer av vannføringer i elva betyr at det er vanskelig å konkludere med sikkerhet om hvilket gjentaksintervall flommene i 2011 og 2013 hadde, og følgelig er det vanskelig å anslå hvor ofte flommer med tilsvarende skadepotensiale vil opptre. Men gitt hyppigheten (to flommer på to år) er det rimelig å anta at gjentaksintervallet er langt lavere enn, for eksempel, en 200-års flom.

## 2.4 Hydrologi

Det er utført flomberegninger for elvene Dørja og Jøra. Bakgrunn og beregningsforutsetninger er beskrevet i vedlegg 2. I det etterfølgende er det kun fremlagt beregningsresultatene.

Ved bruk av de spesifikke flomverdiene beregnet ved bruk av NIFS-formelverk for Dørja og ved hjelp av flomfrekvensanalyse for Jøra, får man resultater som vist i Tabell 2-1. Det fremkommer av tabellen at kulminasjonsvannføringen (momentanverdien) i Dørja for en 200-års flom, inkludert 20% klimapåslag, er 57,4 m<sup>3</sup>/s ved samløp med Jøra.

Elv	Punkt	Feltareal (km <sup>2</sup> )	Q <sub>200</sub> døgnmiddel (m <sup>3</sup> /s)	Q <sub>200</sub> kulminasjon (m <sup>3</sup> /s)
Dørja	Tranvollen	37,1	28,3	39,6
Dørja	Nedstrøms samløp med Gryta	49,9	38,0	53,2
Dørja	Surnflot (mulig damsted)	51,7	39,4	55,2
Dørja	Oppstrøms samløp med Jøra (Helleberg)	53,8	41,0	57,4
Jøra	Oppstrøms samløp med Dørja	376	214,3	264,0
Jøra	Nedstrøms samløp med Dørja <sup>1</sup>	447	254,8	313,9

Tabell 2-1. Døgn- og kulminasjonsvannføringer for Dørja og Jøra for en 200-års flom inkl. 20% klima.

Ved behov for beregning av flomstørrelser med andre gjentaksintervaller benyttes skaleringsfaktorer på 200-års flommen, som vist i Tabell 2-2.

Elv (beregning)	Q <sub>M</sub> / Q <sub>200</sub>	Q <sub>5</sub> / Q <sub>200</sub>	Q <sub>10</sub> / Q <sub>200</sub>	Q <sub>20</sub> / Q <sub>200</sub>	Q <sub>50</sub> / Q <sub>200</sub>	Q <sub>100</sub> / Q <sub>200</sub>	Q <sub>500</sub> / Q <sub>200</sub>	Q <sub>1000</sub> / Q <sub>200</sub>
Dørja (NIFS formelverk)	0,35	0,44	0,53	0,62	0,75	0,87	1,21	1,39
Jøra (frekvensanalyse)	0,36	0,49	0,59	0,69	0,81	0,91	1,12	1,22

Tabell 2-2. Skaleringsfaktorer for bruk til beregning av flommer med ulike gjentaksintervall.

<sup>1</sup> Inkluderer også tilsig fra elva Haukåa på høyre side av Jøra

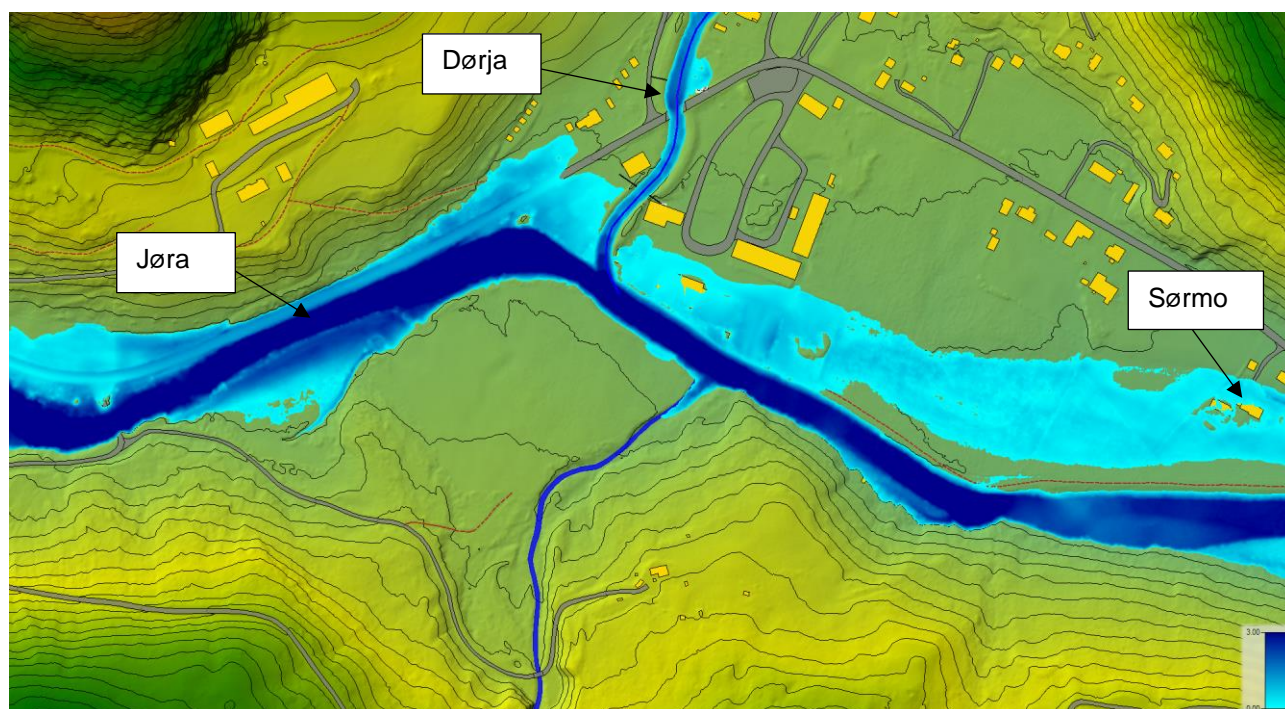
## 2.5 Vannlinjeberegning

Det er utført vannlinjeberegning for både Dørja og Jøra, fra Tranvollen og forbi samløp med Jøra. Bakgrunn og beregningsforutsetningene er beskrevet i vedlegg 3. I det etterfølgende er det kun fremlagt resultater.

### 2.5.1 Flom i Jøra

Flom i Jøra påvirker vannstanden i nedre del av Dørja. Resultatene av vannlinjeberegningen viser at ved en vannføring i Jøra på om lag 220 m<sup>3</sup>/s (tilsvarende en 20-års flom) bryter Jøra ut av breddene sine ved flere punkt langs strekningen. Like oppstrøms samløp med Dørja, der Jøra tar en krapp sving til høyre, vil flomvannføringen føre til oversvømmelse av industribyggene på venstre side av Jøra (sett medstrøms). Nedstrøms samløp med Dørja bryter Jøra over flomverket ved Helleberg. Herfra følger flomvannet et naturlig lavbrekk langs jordet like øst for industriområdet. I ytterste konsekvens, dvs. en 200-års flom, når flomvann bort til boligen ved Sørmo, se Figur 2-2.

Flommene i 2011 og 2013 førte til stor materiell skade ved Helleberg. Det er antatt at skadene oppsto som følge av stor vannføring i Dørja, kombinert med erosjon og sedimentasjon i denne elva. Resultatene av vannlinjeberegningen viser imidlertid at flom i Jøra også kan forårsake oversvømmelse ved Helleberg, uavhengig av vannføringen i Dørja. Det foreslås derfor at flomverket langs Jøra, spesielt i svingen oppstrøms samløp med Dørja, samt like ved Helleberg, heves for å øke sikkerheten mot flomskade fra Jøra. Det henvises til kapittel 0 for nærmere detaljer.



Figur 2-2. Resultater av vannlinjeberegning for 200-års flom i Jøra og middelflom i Dørja.



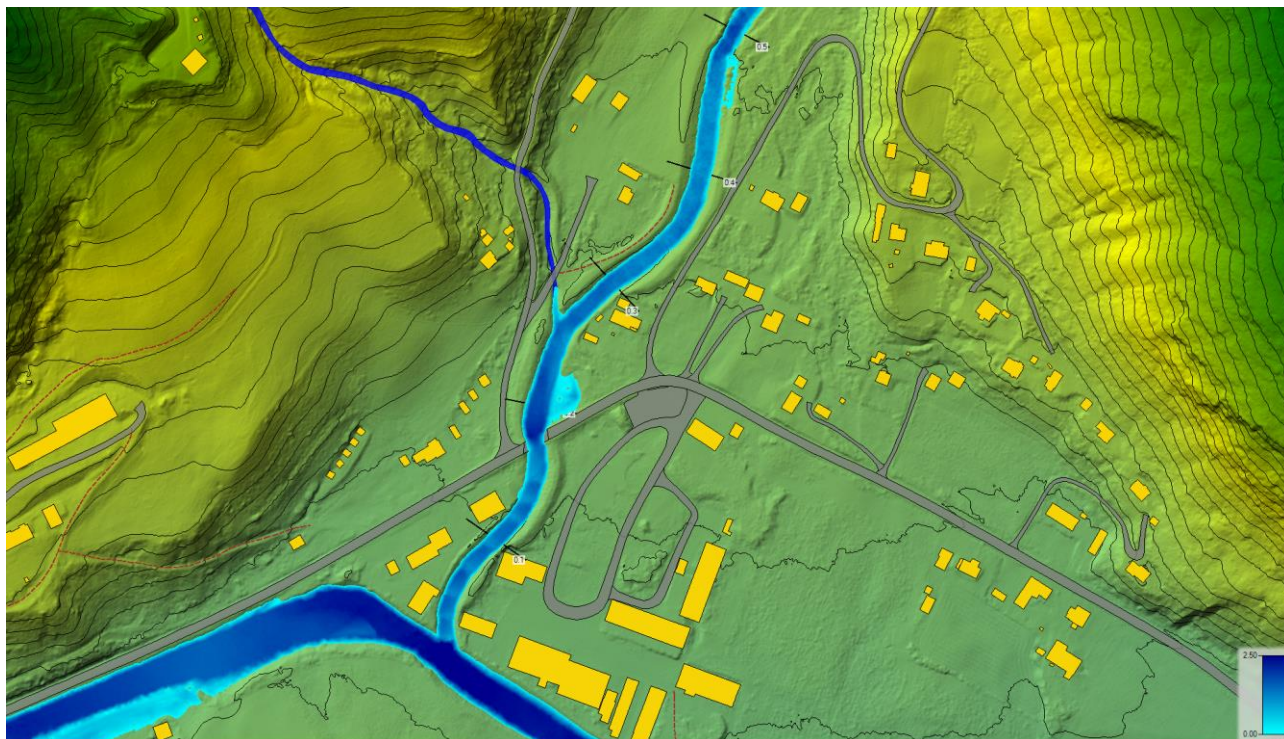
## 2.5.2 Flom i Dørja

Vannlinjeberegningen viser at med vannføring i Dørja tilsvarende 200-års flom med 20% klimapåslag (ca. 57,4 m<sup>3</sup>/s ved samløp med Jøra), holder vannmassene seg stort sett innenfor elveløpet langs strekningen fra Tranvollen ned til Surnflot (mulig plassering av bunnlastsperre), se Figur 2-3. Dette forutsetter at erosjon og avsetning ikke medfører vesentlige endring av elveprofilen. Resultatene viser at vanddybden stort sett er mindre enn 2,0 m og at gjennomsnittlig vannhastighet er ca. 4,5 m/s, men varierer fra ca. 3,0 m/s til over 5,5 m/s flere steder.

Fra Surnflot ned til utløpet i Jøra viser resultatene at den kanaliserte delen har tilstrekkelig kapasitet til å ta unna en 200-års flom med 20% klimapåslag, igjen forutsatt at erosjon og avsetning ikke medfører vesentlig endring av elveprofilen, se Figur 2-3.

Vannlinjeberegningen viser at bro Vestringsvegen fører til noe oppstuvning på oppstrøms side. Ved en vannføring på ca. 30 m<sup>3</sup>/s overtoppes flomverket på østre elvebredde. Selv om det overtopper flomverket renner vannet ikke vekk da det blir oppdemmet av veien. Ved en vannføring på ca. 45 m<sup>3</sup>/s overtoppes flomverket langs vestre elvebredde. For å unngå skade ved bolighuset Møyliabygda 2, anbefales det at flomverket langs østre elvebredde heves. For nærmere detaljer, se kapittel 4.7.

Det er også utført en vannlinjeberegning for en mulig fremtidig situasjon med en bunnlastsperre ved Surnflot (km 0,65). Beregningene viser at drensspalten bør ha en kapasitet på om lag 14 m<sup>3</sup>/s før vannstanden når opp til overløpet på kote 434. For nærmere detaljer, se vedlegg 3.

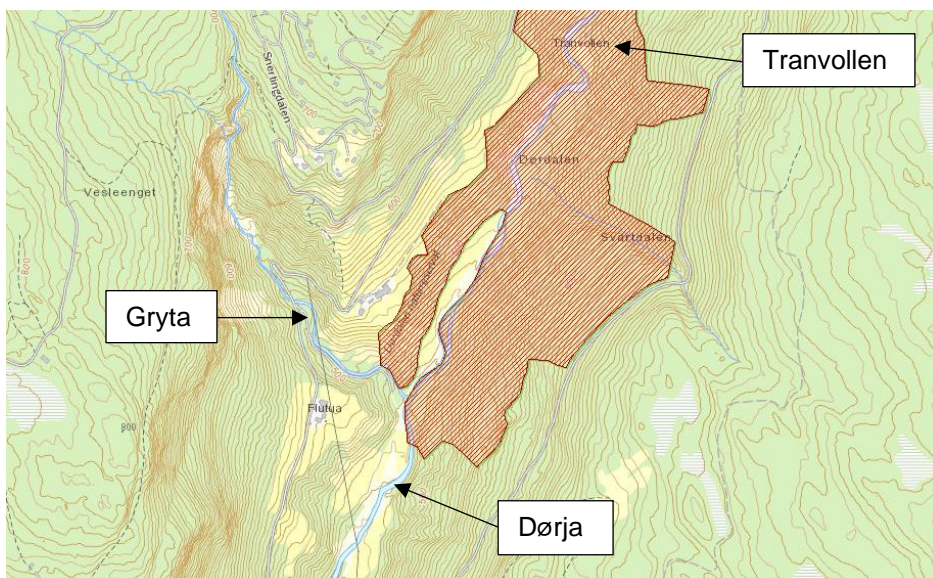


Figur 2-3. Resultater av vannlinjeberegning for en 200-års flom med 20% klimapåslag i Dørja.

## 2.6 Naturresevat

Øvre del av Dørdalen er fastsatt under «*Forskrift om vern av Dørdalen, Gausdal kommune*» (FOR-2016-12-16-1625) som naturresevat. Det fremgår av forskriften at formålet med naturresevatet er å bevare en bekkeløft med gammel og artsrik skog med rike vegetasjonstyper, som har spesiell betydning for biologisk mangfold. Naturresevatet har en variert vegetasjon og et variert artsmangfold. Særlig er forekomsten av bergveggsmiljøer og en sjelden lavflora spesiell. Naturresevatet dekker et totalareal på ca. 2720 dekar, og dets nedre grenser er vist på Figur 2-4.

I naturresevatet skal det ikke foretas noe som forringer verneverdiene angitt i verneformålet. Vernebestemmelser angår vegetasjon, dyreliv og generell bruk mm.. Forskriften åpner derimot for spesifiserte dispensasjonsbestemmelser hva gjelder flomtiltak i §7. k) «Sikkerhetstiltak mot flom i Dørjas nedre deler ved Snertingdalen».

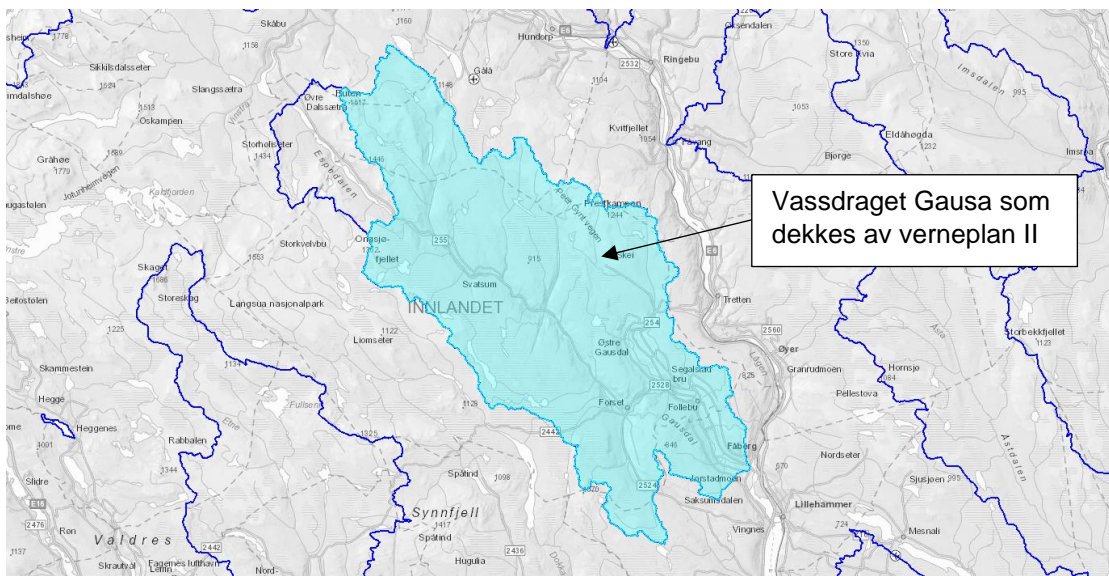


Figur 2-4. Nedre del av naturresevatet langs Dørdalen.



## 2.7 Vernestatus

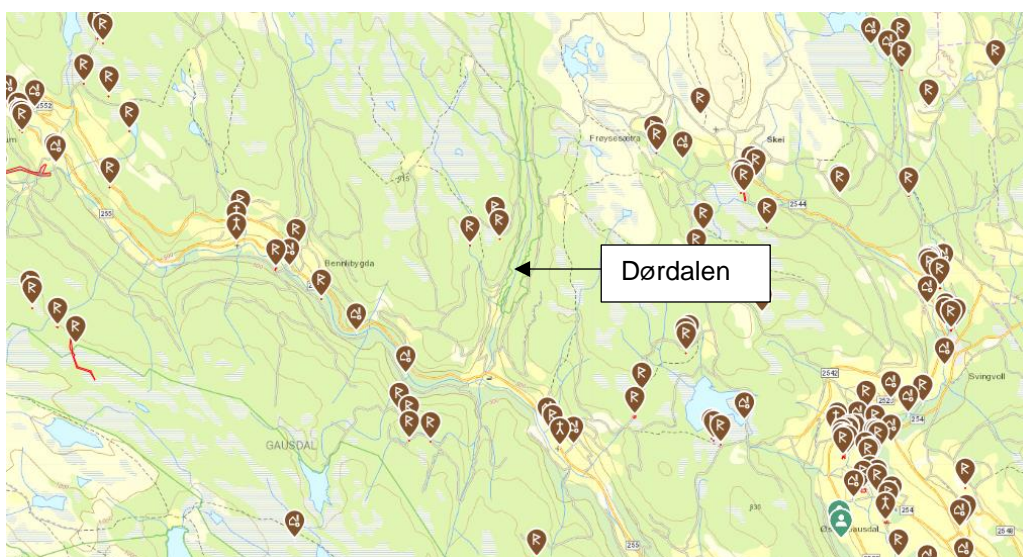
Gausavassdraget, inkludert Dørja, ble i 1980 vernet mot kraftutbygging i Verneplan II for vassdrag, se Figur 2-5.



Figur 2-5. Gausa er vernet for vannkraftutbygging iht. Verneplan II (kilde: NVE Atlas).

## 2.8 Kulturminner

Iht. Kulturminnesøk ([www.kulturminnesok.no](http://www.kulturminnesok.no)) er det ikke registrert kulturminner i nærheten av elva Dørja. Nærmeste kulturminner er registrert ved Skåndalsmyra, ved fjellplatået på vestsiden av dalen.



Figur 2-6. Kulturminner i området (kilde: Kulturminnesøk, Direktoratet for kulturminneforvaltning).

## 2.9 Berggrunn og løsmasser

Det er utarbeidet en ingeniørgeologisk kartstudie som presenterer tilgjengelig grunnlagsmateriale og en overordnet vurdering av lokal geologi. Resultatene av kartstudien er beskrevet i detalj i vedlegg 4.

Ifølge NGUs berggrunnskart er det sandstein og fyllitt ved Surnflot, området for mulig plassering av bunnlastsperren (se kap. 6). Ut ifra bilder fra befaringen er bergarten vurdert å være skifrig med tydelig lagdeling og bergmassen vurdert bestående av sandstein, som stemmer med NGUs berggrunnskart. Lengre oppstrøms renner Dørja på fyllitt ifølge berggrunnskartet. Ved eventuell videre planlegging av damsted på berg anbefales det å utføre ingeniørgeologisk befaring på stedet for vurdering av behov for grunnundersøkelser. Ved ingeniørgeologisk befaring vil nærmere detaljer rundt damforankring (friksjonsvinkel, forankringsbolter etc), stabilitet, vurdering av behov for injeksjon mm. også vurderes. Som nevnt i befaringsnotatet er det usikkerheter knyttet til løsmassetykkelse i elva mellom bergblotninger, noe som påvirker for eksempel betongmengde for damkonstruksjon.

I befaringsnotatet er det beskrevet flere strekninger som er utsatt for erosjon ved flom, og noen strekninger er beskrevet som rasutsatt. Ut ifra bilder tatt fra befaringen er det vurdert at løsmasseskrånninger ligger stort sett på rasvinkel med fot langs elveleiet. Videre erosjon kan undergrave foten til løsmasseskrånningen og medføre utglidning av løsmasser. Videre kan slike løsmasseskrånninger være utsatt for flomskred i forbindelse med ekstremnedbør, som for eksempel skredet ved Follebu i pinsen 2011 og den 22. mai 2013. Det vil si at selv om slike løsmasseskrånninger (med skråningshelning brattere enn 25 grader) plastres langs elvebredden, vil det fortsatt være en risiko for ras ved perioder med ekstremnedbør. For å redusere sannsynlighet for utrasing av løsmasser i elva, kan det være aktuelt med tiltak som ytterligere plastring, redusere skråningshelning eller lignende. I dette tilfellet er det behov for nærmere geotekniske vurderinger knyttet til dette.

Ettersom innledende vurderinger er gjort som en kartstudie, anbefales det at i neste fase av prosjektet bør det utføres en ingeniørgeologisk befaring og kartlegging av området og damstedet, samt skredfarevurdering av sideterreng langs elva. Dette vil tydeliggjøre eventuelle løснеområder/utløpsområder for steinsprang og skred, noe som er viktig for planlegging av eventuelle fremtidige anleggsarbeider i området.

## 2.10 Naturmiljø

Det er gjennomført en kartlegging av terrestrisk naturmiljø med fokus på viktige og rødlistede naturtyper og fremmede og rødlistede arter. Undersøkellesområdet ble avgrenset til området for mulig plassering av bunnlastsperre, tilhørende adkomstveier samt områder tilknyttet elva nedstrøms som kan forventes å berøres av endringer i flomregimet. Resultatet av kartleggingen er beskrevet i detalj i vedlegg 5.

Generelt vurderes den mulige plasseringen av bunnlastsperren ikke å medføre betydelige negative virkninger på terrestrisk naturmangfold. Dette forutsetter at bunnlastsperren tillater normale svingninger i vannføring, slik at lokale fuktighetsforhold og et visst flomregime opprettholdes, og naturmiljøet nedstrøms bevares.

Det vurderes derfor som hensiktsmessig å plassere bunnlastsperren så langt ned i vassdraget som mulig, der terrestrisk naturmangfold er mindre. Bare om lag 150-200 m nedstrøms foreslått plassering av bunnlastsperren er elvesidene forbygd og uten nevneverdig verdi for terrestrisk naturmangfold. Den midtre av de mulige adkomstveiene berører i større grad områder av verdi for naturmangfold, i form av naturlig fremkommet høgstaudekog. Både den sørvestre og den nordøstre mulige adkomstveien går i hovedsak gjennom tilplantet granskog med liten verdi for naturmangfold. Bruk av disse traseene medfører dermed mindre negative virkninger for naturmangfold enn den midtre av de mulige adkomstveiene. Det ble ikke påvist fremmede arter i undersøkelsesområdet.

## 2.11 Fisk

For å kunne vurdere konsekvenser for vannmiljø i vassdraget, er det utført en kartlegging av fisk langs Dørja ved hjelp av el-fiske. Undersøkelsesområdet ble avgrenset til elvearealet langs en strekning fra rett nedstrøms foreslått plassering av bunnlastsperren og opp til ca. 100 m oppstrøms mulig sedimenteringsbasseng. Resultatene av kartleggingen er beskrevet i detalj i vedlegg 6.

El-fiskeresultatene dokumenterer at det er en middels til stor bestand av ørretunger i det planlagte tiltaksområdet i Dørja. Det antas at dette er småvokst, stasjonær ørret som lever hele sitt liv i Dørja, men det kan ikke utelukkes at ørret vandrer opp og ned flere ganger gjennom livet. Det kan heller ikke utelukkes at det er utveksling av ørret mellom Dørja og Jøra lengre nede i dalen. Vandringsmulighet gjennom området må derfor opprettholdes. Forutsatt at bunnlastsperren konstrueres med romslig nok spalte der en følger miljødesignprinsippene om ruhet og konnektivitet ved utforming av konstruksjonen, vurderes ikke selve bunnlastsperren å medføre vesentlig negativ virkning. Den kan sågar kunne være positiv i den grad at den demper skadeflommer framfor normalflommer.

Virkingen av sedimentasjonsbassenget på fisken i elva er vanskelig å forutsi. Det er imidlertid dokumentert at det foregår vellykket gyting i området hvor det er mulig å etablere sedimentasjonsbasseng i dag. For å opprettholde substratkvaliteten her er igjen viktig at spalten i bunnlastsperren ikke hindrer normale spyleflommer som sørger for at finstoff, sand og silt blir vasket ut av grusen som ørreten gyter i. Flomfrekvens og mengde sedimentert substrat påvirker virkingen av dette tiltaket på fisken i elva.

Det er naturlig å anta at en kunstig dam som skal fungere som sedimentasjonsbasseng, vil være et mindre produktivt elvesegment enn en naturlig elvestrekning. Ungfiskregistreringen viser sågar moderate til høye tettheter av ørretunger i det planlagte tiltaksområdet. Mest trolig vil ikke tilsvarende tettheter forekomme i dammen etter utbygging (som følge av ustabil substrat og mulig sedimentering av finstoff). Tiltaket vil derfor medføre redusert ørretproduksjon som følge av redusert kvalitet på gyte- og oppvekstområder over et areal på om lag 1500-2000 m<sup>2</sup>. Tiltaksområdet omfatter imidlertid en begrenset del av Dørja, slik at den totale ørretproduksjonen kun vil påvirkes i mindre negativ grad. Dette er forutsatt at vandringsmulighetene gjennom området opprettholdes og at det finnes tilstrekkelige gyteområder oppstrøms og nedstrøms tiltaksområdet.

## 2.12 Fordrøyningstiltak

For å redusere flomtopper kan det i noen vassdrag være aktuelt å etablere ett eller flere fordrøyningsmagasin. Et fordrøyningsmagasin skal midlertidig ta hånd om en del av vannvolumet fra et nedbørfelt, enten hele eller deler av differansen mellom tilført volum og videreført volum. Bassenget kan være en del av vassdraget, på lik måte som et magasin oppstrøms en dam, eller det kan være et område avgrenset fra vassdraget der flomvann ledes for infiltrasjon.

Bunnlastsperren beskrevet i kapittel 6 vil bidra til å redusere flomtoppen og er i så måte også et eksempel på et fordrøyningstiltak. Som følge av bratte dalsider og generelt lite plass i dalbunnen vurderes det som lite aktuelt å etablere flere fordrøyningstiltak langs Dørja fra Tranvollen og ned til utløpet i Jøra. Lengre oppover i vassdraget renner elva gjennom Dørdalen naturreservat, slik at et inngrep i dette området bør unngås så langt dette er mulig.



## 3 Sedimenttransport

### 3.1 Innledning

Sedimenttransport omfatter partikler som transporteres av elvas vannmasser. Sedimenttransport deles grovt inn i tre undergrupper avhengig av type transportprosess:

- «*Bunntransport*» er transport av løsmateriale langs bunnen av en elv ved at stein og grus ruller og hopper i strømmingen.
- «*Suspensjonstransport*» er små partikler som holdes oppe av strømvirvlene i en elv og som transporteres av elvestrømmen.
- «*Oppløst materiale*» er lett oppløselige kjemiske stoffer som fraktes med vannmassene.

Normalt vil materiale mindre enn 0,2 mm regnes som suspensjonstransport, men for Dørja med høy elvegradient og høy hastighet, kan materiale inntil 2-5 mm regnes som suspensjonstransport. Jim Bogen m.fl. i rapporten «*Gudbrandsdalslågen – Sedimentkilder og sedimenttransport*» (NVE, 2016) har estimert at ca. 58% av sedimenttransporten under flommene i Dørja i 2011 og 2013 var som bunntransport. Det antas derfor at resterende 42% var som suspensjonstransport. Normalt vil man regne en større andel som suspensjonstransport, gjerne inntil 80%.

Selv om suspensjonstransport også forekommer langs Dørja, vil det trolig ikke føre til avlagring ved Helleberg grunnet høye vannhastigheter ned til og forbi, samløp med Jøra. For denne mulighetsstudien er det først og fremst bunntransport som er ønskelig å motvirke, da det er denne type transport som fører til de største flomskadene, gjennom avlagring, bunnheving og forflytning av elveløpet.

Det er kjent at masseførende elver kan skape store flomproblemer. Under flom vil elva transportere vesentlig større mengder løsmasser enn normalt, ettersom erosjon avhenger av blant annet vannhastighet. Der hastigheten er størst, vil elva erodere, og der hastigheten er minst, vil elva sedimentere. Langs strekninger der elva svinger, er hastigheten størst i yttersvinger og minst i innersvinger. Dette fører til erosjon i yttersvinger og avsetning i innersvinger. Over tid tar elva nye løp, som igjen fører til mer erosjon, avsetning og flomproblemer.

Også i områder der elvegradienten reduseres vil masseførende elver føre til avsetning av transporterte masser. Dette er ofte tilfelle ved elvedeltaer, der en bratt elv munner ut i en slakere elv, innsjø eller fjord. På grunn av det flate terrenget er slike deltaer også attraktive for utbygging. Avsetning av løsmasser i disse områdene kan igjen medføre at elva her tar nye løp, og dermed føre til store flomskader. Det er mange eksempler på at dette har skjedd i Norge. Mye omtalt i senere tid er elva Veikleåa som munner ut i Gudbrandsdalslågen ved Kvam, der flommene i 2011 og 2013 førte til store ødeleggelser.

Masseførende elver kan også føre til store flomskader på grunn av oppstuvning foran innsnevring i elveleiet, som for eksempel oppstrøms broer. Oppstuvningen kan føre til at vannhastigheten foran broen reduseres, slik at elva avsetter masser og kapasiteten til broen reduseres. Igjen kan dette føre til at elva tar nye løp og forårsaker skade. Dette var blant annet en av årsakene til de store flomskadene langs Flåmselva høsten 2014 og langs Storelva i Utvik sommeren 2017. Broen tilhørende Vestringsvegen, som krysser Dørja like oppstrøms industriområdet ved Helleberg sag, har potensiale til å føre til oppstuvning ved høy vannføring. Dette kan føre til en reduksjon av elvas hastighet, avsetning av transporterte masser og bunnheving. Ved overtopping av elveforbygningene langs elva vil flomvannet finne nye løp gjennom industriområdet mellom Vestringsvegen og Jøra. Dette kan ha vært en medfølgende årsak til de store flomskadene ved Helleberg sag i 2013.

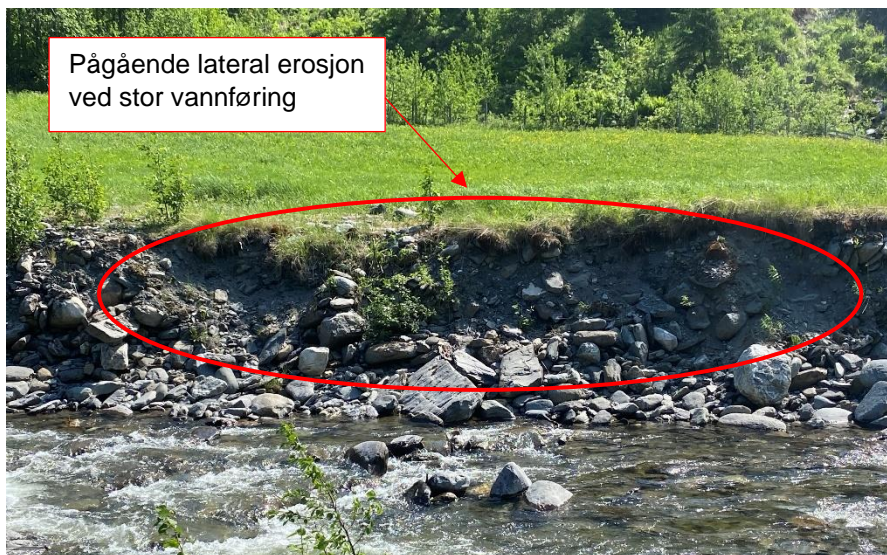
## 3.2 Sedimentkilder

Dørja tilføres sedimenter ved ulike erosjonsprosesser. De viktigste sedimentkildene er beskrevet nedenfor.

### 3.2.1 Lateral erosjon langs elvekantene

Erosjon i elveløpet er i hovedsak bestemt av vannhastigheten og skjærstyrken til løsmassene. Denne type erosjon deles inn i to hovedtyper, lateral (sideveis) og vertikal erosjon. Ved lateral erosjon menes erosjon hovedsakelig langs elvekantene. Elvas vannhastighet er størst i yttersvinger og lavest i innersvinger. Dette fører til en større erosjonspåvirkning i yttersvinger og tendens til sedimentasjon i innersvinger. Erosjon i yttersving og sedimentasjon i innersving fører til en sideveis forflytning av elveløpet over tid.

Det er flere strekninger langs Dørja mellom Tranvollen og Helleberg der pågående lateral erosjon kan observeres, som vist på Figur 3-1.



Figur 3-1. Elvekant som er utsatt for lateral erosjon.

### 3.2.2 Vertikal erosjon langs elvebunnen

Vertikal elveløpserosjon er erosjon langs elvebunnen. Langs elvestrekninger uten kurver er vannhastigheten høyest midt i elveløpet og derfor er også de opptredende skjærkreftene størst her. Vertikal elveløpserosjon kan føre til bunnsenkning. Ved store flommer kan elva begynne å grave seg nedover inntil det er etablert et likevektsprofil eller det dannes et stabilt deksjikt (NVE, 2010). Langs Dørja, mellom Tranvollen og samløpet med Jøra, er elvegradienten relativt jevn, uten tydelige tegn til pågående bunnsenkning. Elvebunnen består av relativt store elvestein som bidrar til å stabilisere grunnen (se Figur 3-2). Selv om det ikke kan utelukkes at det pågår vertikal erosjon også langs Dørja, er det antatt at dette ikke er hovedkilden til sedimenttransport i denne delen av vassdraget.





Figur 3-2. Til dels stor stein i elvebunnen tyder på et relativt stabilt dekk sjikt.

### 3.2.3 Ras og flomskred fra dalskråninger

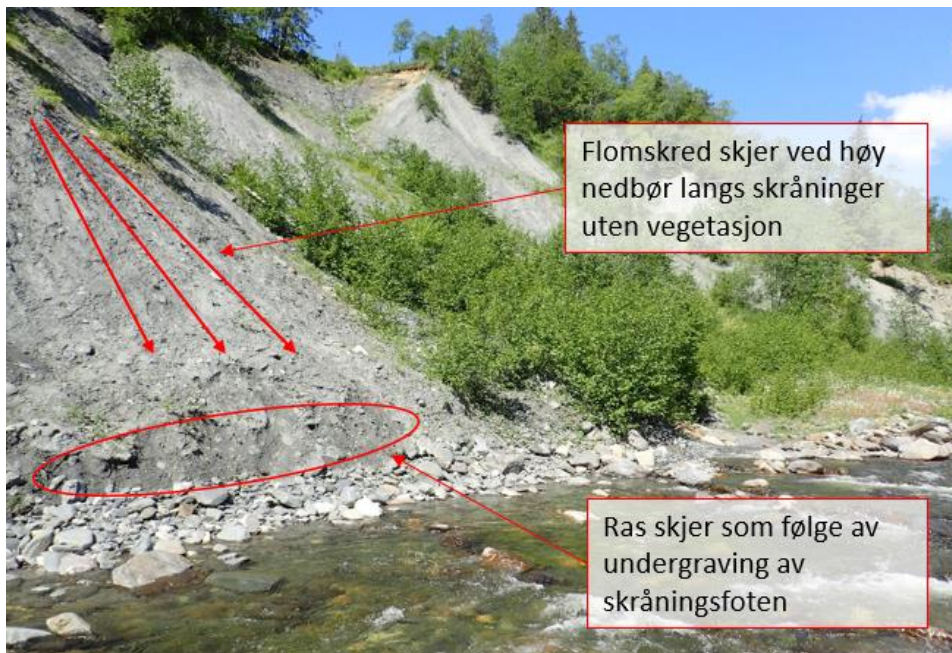
De bratte og rasutsatte dalskråningene langs Dørdalen bidrar med til dels store mengder løsmasser til elva, spesielt i forbindelse med flom. Her kan det skilles mellom to ulike prosesser (se også Figur 3-3):

- Flomskred i forbindelse med høy nedbør
- Ras som utløses av at elva undergraver skråningsfoten

Flomskred utløses ofte i forbindelse med høy nedbørintensitet, der løsmasseskråninger uten vegetasjonsdekke blir vannmettet og ustabile. Bogen (NVE, 2016) noterer at langs Dørja ble det registrert omtrent 25 flomskred under flommene i 2011 og 2013 som sannsynligvis ble utløst på grunn av høy nedbør.

Undergraving av skråningsfoten ved lateral (sideveis) elveerosjon forekommer oftest ved høy vannføring i elva når erosjonsprosessene er mest aktive, men kan også forekomme ved normalvannføring.





Figur 3-3. Prosessene som fører til ras og flomskred langs Dørdalen.

### 3.2.4 Overflateavrenning

Overflateavrenning skjer når nedbørintensiteten overstiger infiltrasjonskapasitet, eller når grunnen er mettet med vann. Nedbøren renner da på overflaten og drar med seg løsmasser ned mot elva. Spesielt utsatt er de store rasutsatte dalskråningene uten vegetasjonsdekke, der nedbøren faller direkte på ukonsolidert rasmateriale som er lett tilgjengelig for erosjon (se Figur 3-4).

Jordbruket kan også bidra til økt overflateavrenning da massene ofte har blitt utsatt for komprimering. Langs Dørja er det flere landbruksarealer hvor det kan forekomme overflateavrenning under intens nedbør. Økt sedimenttransport vil da forekomme hvis avrenningen fra disse områdene ikke føres ned til elva via erosjonssikrede sidebekker.

Bidraget fra overflateavrenning til sedimenttransport langs Dørja er vurdert relativt begrenset sammenlignet med øvrige sedimentkilder som ras og lateral erosjon.



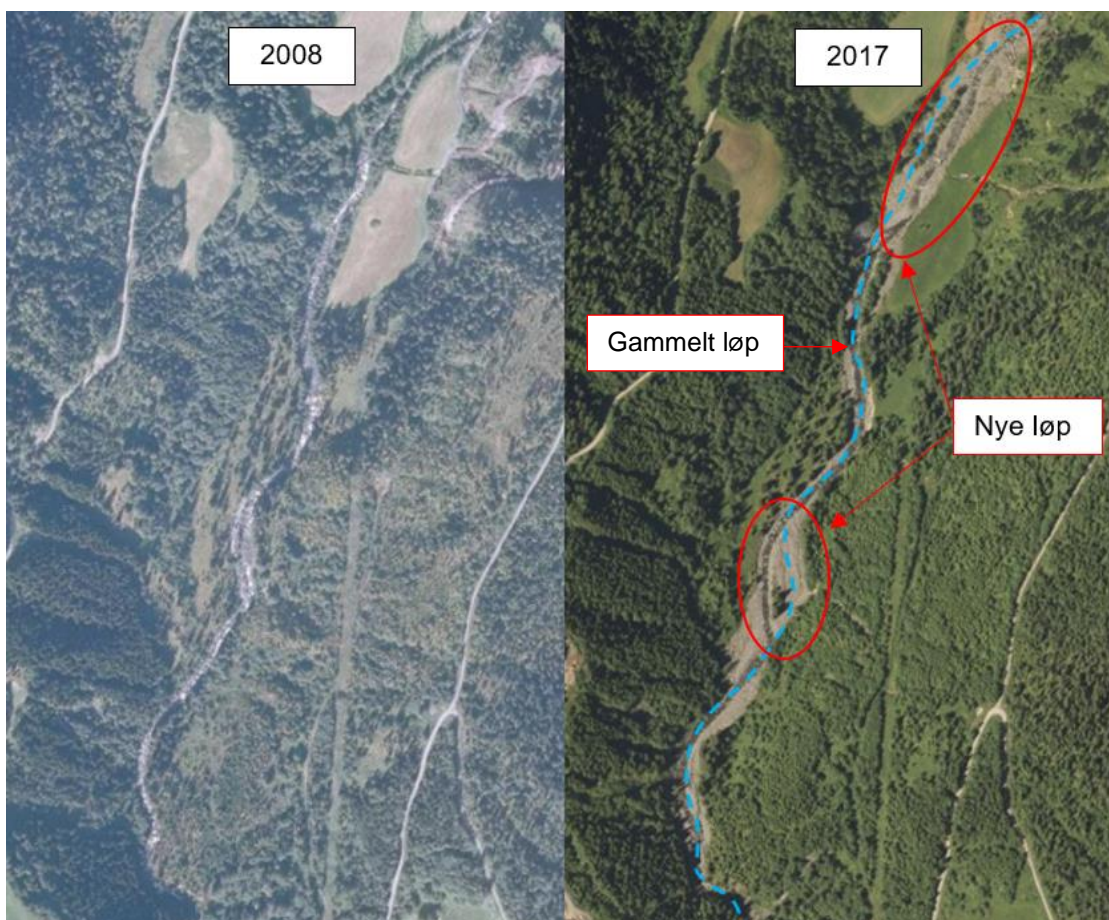
Figur 3-4. Tegn på erosjon pga. overflateavrenning.

### 3.3 Sedimenttransport og løsmasser

Ifølge NGUs løsmassekart består Dørdalen av morenemateriale og elveavsetning. Dette er materiale som er plukket opp, transportert og avsatt av isbreer, vanligvis hardt sammenpakket, dårlig sortert og som inneholder alt fra leire til stein og blokk. Det er kun et fåtall steder der berget er blottlagt langs analysestrekningen, hovedsakelig der elva svinger mellom km 0,65 og km 0,90.

På grunn av den store bunnhelningen i Dørja på ca. 4%, har elva høye vannhastigheter med overkritisk og turbulent strømning og tilsvarende høye opptredende skjærspenninger. De høye skjærspenningene som opptrer ved flom, kan ikke fanges opp av løsmassene i Dørjas løp. Ved slike flomhendelser vil det derfor alltid forekomme betydelig erosjon. I verste fall vil erosjon og avsetning føre til bunnheving og at Dørja bryter ut av sitt elveleie og finner nye løp, slik som skjedde i 2011 og 2013, se Figur 3-5. Dette kan medføre ytterligere erosjon og eventuelt skader på bebyggelse og infrastruktur.





Figur 3-5. Bilder fra før og etter flommene i 2011/2013 med Dørjas opprinnelige løp vist i blått.

### 3.4 Estimerte volumer fra ulike sedimentkilder

Det er generelt svært vanskelig å estimere volumer av sedimenter som transporteres og avsettes under flom. Ved flommene i 2011 og 2013 avsatte Dørja store mengder sedimenter langs elva, og spesielt der elva flater ut ved Helleberg. Om det var mulig å kvantifisere volumet på de avsatte massene hadde dette gitt en pekepinn på omfanget av problemet. Men likevel hadde det vært vanskelig å estimere hvor mye som ble transportert videre nedover vassdraget.

Bogen m.fl. (NVE, 2016) har gjort et forsøk på å beregne sedimentbudsjettet for Dørja ut fra høyoppløselige digitale terrengmodeller, basert på laserdata fra 2010 og 2013/2015. En oppsummering av Bogens konklusjoner for sedimentbudsjett er vist i Tabell 3-1. Totalt ble det tilført ca. 94 000 m<sup>3</sup> materiale til elva fordelt på de to flommene. Av dette er det estimert at ca. 12 500 m<sup>3</sup> ble avlagret langs elva der hastigheten var lavest. Netto volum sedimentbudsjett er dermed estimert til ca. 80 000 m<sup>3</sup>. Det er ikke kjent hvordan dette er fordelt mellom flommen i 2011 og flommen i 2013, men det antas noe mer i 2011 enn i 2013, basert på registrerte flomskader. Likevel, er det rimelig å konkludere at en flom med tilsvarende gjentaksintervall som flommene i 2011 og 2013 har potensiale til å føre til økt massetransport langs Dørja på om lag 40 000 - 50 000 m<sup>3</sup>.



Sedimentkilde	Brutto sedimentbudsjett (m <sup>3</sup> )	Mengde avsatt masser (m <sup>3</sup> )	Netto sedimentbudsjett (m <sup>3</sup> )
Flomskred	15 000	2 500	12 500
Undergraving i sideskråning	34 000	-	34 000
Erosjon i elveløpet	45 000	10 000	35 000
<b>Sum</b>	<b>94 000</b>	<b>12 500</b>	<b>81 500</b>

Tabell 3-1. Estimerte volumer av sedimenttransport for flommene i 2011 og 2013, ifølge Bogen (NVE, 2016).

### 3.5 Tiltak for å redusere sedimenttransport

For å redusere faren for erosjon og sedimenttransport i en elv er det først og fremst viktig å utføre tiltak for å redusere tilførselen av løsmasser ved sedimentkildene. Langs Dørja er hovedkildene til sedimenttransport identifisert som;

- 1) elveløpserosjon, hovedsakelig lateral (sideveis) langs elvekantene,
- 2) ras og flomskred.

Tiltak for å redusere sedimenttransport ved disse områdene er beskrevet i kapittel 4 og kapittel 5.

Selv med tiltak for å redusere forekomsten av erosjon ved sedimentkildene, vil det være praktisk vanskelig og uforholdsmessig dyrt, å forhindre all erosjon og sedimenttransport i elva. Dørja renner gjennom et naturvernreservat der inngrep i og langs elva, bør unngås så langt dette er mulig. Derfor vurderes også tiltak for kontrollert avsetning og uttak av sedimenter, slik at disse ikke skal føre til skadeflommer videre nedover vassdraget. Spesielt er det vurdert å etablere en «bunnlastsperre» ved Surnflot. Dette tiltaket er beskrevet i kapittel 6.

## 4 Tiltak 1 – Erosjonssikring av elva

### 4.1 Innledning

Dørja renner fra Tranvollen til utløpet i Jøra med relativt jevnt fall, varierende fra ca. 5% øverst ved Tranvollen til ca. 3% nederst ved Helleberg. Generelt løper elva forholdsvis rett fra nord til sør, men lokalt svinger elva i mindre og regelmessige kurver hver ca. 100-200 m. I kurvens yttersving kan det observeres pågående lateral erosjon av elvekantene. Bogen (NVE, 2016) anslår at ca. 48% av sedimenttransporten skyldes erosjon i elveløpet (se Tabell 3-1). Dette anses derfor som en av hovedkildene til sedimenttransport i elva, spesielt i forbindelse med flom, og det anbefales derfor at det utføres sikringstiltak av de utsatte elvekantene.

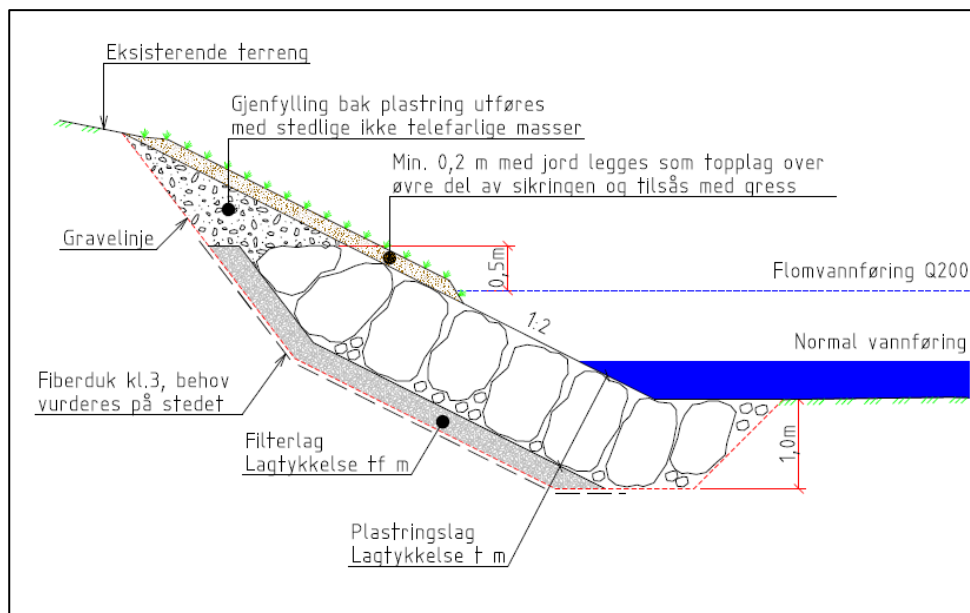
Det er identifisert flere slike utsatte strekninger langs både Dørja og Gryta. Disse er markert på kart (se vedlegg 8) og listet opp i Tabell 4-1. Tabellen viser at det er i sum om lag 1075 m av elvestrekning som bør erosjonssikres.

Elv/bekk	Strekning	Lengde (m)	Side (sett medstrøms)	Type	Kommentar
Dørja	km 0,97 – km 1,04	75	Høyre	Yttersving	
Dørja	km 1,32 – km 1,43	110	Venstre	Yttersving	
Dørja	km 1,50 – km 1,58	80	Høyre	Yttersving	
Dørja	km 1,61 – km 1,75	140	Venstre	Yttersving	
Dørja	km 1,80 – km 1,93	130	Venstre	Yttersving	
Dørja	km 2,48 – km 1,93	60	Venstre	Yttersving	
Dørja	km 2,70 – km 3,00	300	Høyre	Yttersving/rett	Rasutsatt skråning
Gryta	km 0,04 – km 0,12	80	Venstre	Yttersving/rett	Rasutsatt skråning
Svartedalen	km 0,00 – km 0,05	100	Begge	Samløp	
<b>SUM</b>		<b>1075</b>			

Tabell 4-1. Elvestrekninger der elvekanten bør erosjonssikres.

### 4.2 Utforming av erosjonssikring

Det anbefales at de utsatte strekningene erosjonssikres med påføring av et dekklag av stor stein. Utformingen er vist i Figur 4-1 under og tar utgangspunkt i anbefalinger gitt i NVEs «Veileder for dimensjonering av erosjonssikringer av stein» (NVE, 2009).



Figur 4-1. Oppbygging av erosjonssikring langs utsatte strekninger.

Erosjonssikringen bygges opp ved først å grave en grøft for forankring av steinene i en fot. Bunnen i grøften bør ligge ca. 1,0 m under eksisterende bunnivå i elva. For å unngå at massene fra skråningen blandes med tilførte masser kan det benyttes en fiberduk mellom eksisterende terreng og filterlaget. Dette bør imidlertid vurderes på stedet, da fiberduk er unødvendig hvis underlaget består av fluviale masser. Ved behov for duk, foreslås det bruk av en geotekstil med poreåpning  $O_{90} < 0,20$  mm (bruksklasse 3 iht. NorGeoSpec).

Det legges så ut et filterlag/overgangssone av maskinkult 20/120 mm med lagtykkelse min. 250 mm. Deretter etableres erosjonssikringen (plastringslaget) av stor stein. Steinestørrelsen er beregnet under. Steinene skal settes slik at overflaten blir uregelmessig. Ved utlegging må det sørges for god innbyrdes låsing mellom steinene. Tykkelsen på plastringslaget er gitt av  $D_{max}$  (se Tabell 4-3).

Plastringen avsluttes på et nivå tilsvarende en 200-års flomvannstand tillagt et fribord. Det anbefales at fribordet er på minimum 0,5 m.

### 4.3 Beregning av stabil steinstørrelse

Beregning av stabil steinstørrelse er utført vha. Shields formel:

$$D_{50} = \frac{\tau}{0,05g(\rho_s - \rho)}$$

Der:

- $D_{50}$  er midlere steinstørrelse (m)
- $\tau$  er effektiv skjærspenning ( $N/m^2$ )
- $\rho_s$  er tyngdetetthet av stein ( $kg/m^3$ )
- $\rho$  er tyngdetetthet av vann ( $kg/m^3$ )



## Forutsetninger

Følgende forutsetninger er lagt til grunn i beregningene:

- Skjærspenning tatt fra HEC-RAS 2D beregning, der  $\tau_m = 350 \text{ N/m}^2$  flere steder langs elva ved dimensjonere flomvannstand:  $Q_{200} + 20\%$  klimapåslag
- Sideskråning: 1:2
- Skjærspenninger er korrigert for kurver i elva, der det antas en bredde på  $W = 20 \text{ m}$  og radius på  $R = 100 \text{ m}$
- Shields  $C = 0,05$
- Sikkerhetsfaktor  $S_F = 1,1$

Parameter	Symbol	Verdi	Enhet	Kommentar
Skjærspenning	$\tau_m$	350	N/m <sup>2</sup>	Fra HEC-RAS 2D modell
Bredde av elv	W	20	m	
Radius av kurve	R	100	m	
R/W		5	-	
Korreksjon for kurve	$\tau/\tau_m$	1,5	-	Fra Figur 15 i «Veileder for dimensjonering av erosjonssikringer av stein» (NVE, 2009)
Effektiv skjærspenning	$\tau$	525	N/m <sup>2</sup>	
Tetthet av stein	$\rho_s$	2 600	kg/m <sup>3</sup>	
Korreksjon for sideskråning	$C_\theta$	1,2		Fra Figur 60 i «Veileder for dimensjonering av erosjonssikringer av stein» (NVE, 2009)
D <sub>50</sub> (initial)	$D_{50}^{**}$	0,67	m	
D <sub>50</sub> (korreksjon for sideskråning)	$D_{50}^*$	0,80	m	
Sikkerhetsfaktor	$S_F$	1,1		
D <sub>50</sub> (inkl. sikkerhetsfaktor)	$D_{50}$	0,9	m	

Tabell 4-2. Beregning av stabil steinstørrelse  $D_{50}$  for Dørja.

Der ikke annet er spesielt angitt skal steinmaterialet som brukes i erosjonssikringen, inkludert filteret, oppfylle følgende krav:

- Knust berg (bruddstein) med god styrke og bestandig mot nedbryting.
- Formen skal være kubisk, forholdet mellom bredde og tykkelse skal være mindre enn 3.
- Materialet skal ikke inneholde miljøfarlige stoffer.

## Resultat

Beregningen av stabil steinstørrelse gir  $D_{50} = 0,90 \text{ m}$ . For å unngå å måtte bruke plastringsstein med altfor stor dimensjon anbefales det bruk av ensgradert stein, der forholdet  $D_{85}/D_{15} = 1,5$ . Dette gir verdier for nødvendig steinstørrelse som vist i Tabell 4-3.

	D <sub>15</sub>	D <sub>30</sub>	D <sub>50</sub>	D <sub>85</sub>	D <sub>max</sub>
Dimensjon (m)	0,7	0,8	0,9	1,1	1,3

Tabell 4-3. Steinstørrelse på erosjonssikringen langs Dørja.

#### 4.4 Alternativ oppbygging av erosjonssikring

I kapittel 4.3 er det beregnet en stabil steinstørrelse for utforming av erosjonssikring langs elva der det tas hensyn til de største opptredende skjærspenningene ved en vannføring tilsvarende en 200-års flom med 20% klimapåslag. Utforming og steinstørrelse er å anse som den «anbefalte beste løsningen» som vil gi en robust og varig flomsikring for selv de største flommene. Kostnadene forbundet med denne løsningen er imidlertid meget høy (se kapittel 7), hovedsakelig på grunn av anskaffelsen av stor plastringsstein.

Det finnes rimeligere løsninger for utforming av erosjonssikringen. Fremfor å benytte ett sjikt med stein  $D_{50} = 0,9$  m, kan det vurderes å benytte to sjikt med stein  $D_{50} = 0,5 - 0,7$  m. Hvis i tillegg en stor andel av steinvolumet kan hentes fra elva og elvebreddene, vil dette redusere kostnadene ytterligere. Selv om utformingen ikke er like robust som løsningen beskrevet i de foregående kapitler, vil den likevel være akseptabel langs strekninger der skadepotensialet er mindre, for eksempel langs landbruksområder.

#### 4.5 Erosjonssikring av elvebunnen

Hvor mye av sedimenttransporten i Dørja som skyldes de ulike erosjonsprosessene som elveløpserosjon, ras og flomskred er anslått av Bogen (NVE, 2016). Erosjon i elveløpet, inkludert bunnerosjon, utgjør en betydelig del av sedimenttilførselen. Dørjas jevne gradient fra Tranvollen til Helleberg er likevel et tegn på at det sannsynligvis ikke pågår bunnsenkning til utstrakt grad langs analysestrekningen. I tillegg består elvebunnen av relativt stor elvestein som danner et beskyttende dekk sjikt for de ellers erosjonsutsatte morenemassene under.

Selv om bunnsenkning ikke forekommer, kan bunnerosjon skje som følge av at løsmasser til stadighet blir tilført og avsatt langs elvebunnen etter hvert som vannføringen stiger og faller. Ved meget store flomepisoder kan også de relativt store steinene bli forflyttet, som avdekker løsmassene under.

Bunnerosjon og bunnsenkning kan forhindres ved hjelp av bunnsikring på tvers av elva. Tradisjonelt blir det etablert terskler av stor stein, betong eller tre, som bidrar til å stabilisere grunnen og kontrollere vannhastigheten. Oppstrøms terskelen blir hastigheten redusert på bekostning av økt fall over en kortere strekning nedstrøms.

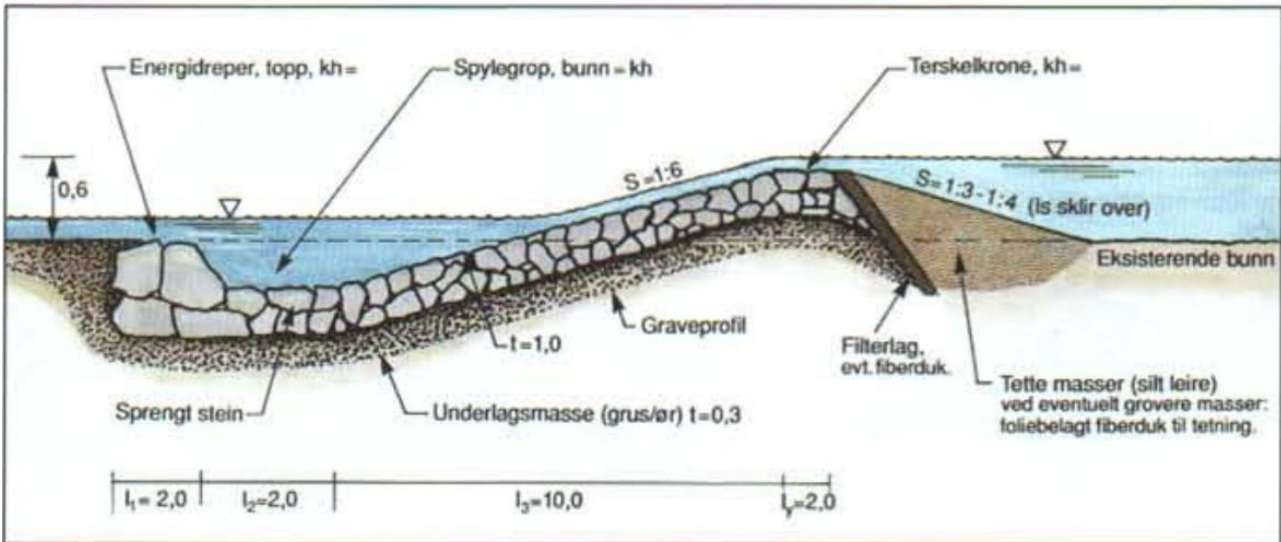
Det finnes ulike typer terskler avhengig av byggemateriale, funksjon og utforming. Mest aktuelt for Dørja er likevel tradisjonelle løsmasseterskler eller steinbelter.

##### 4.5.1 Løsmasseterskler

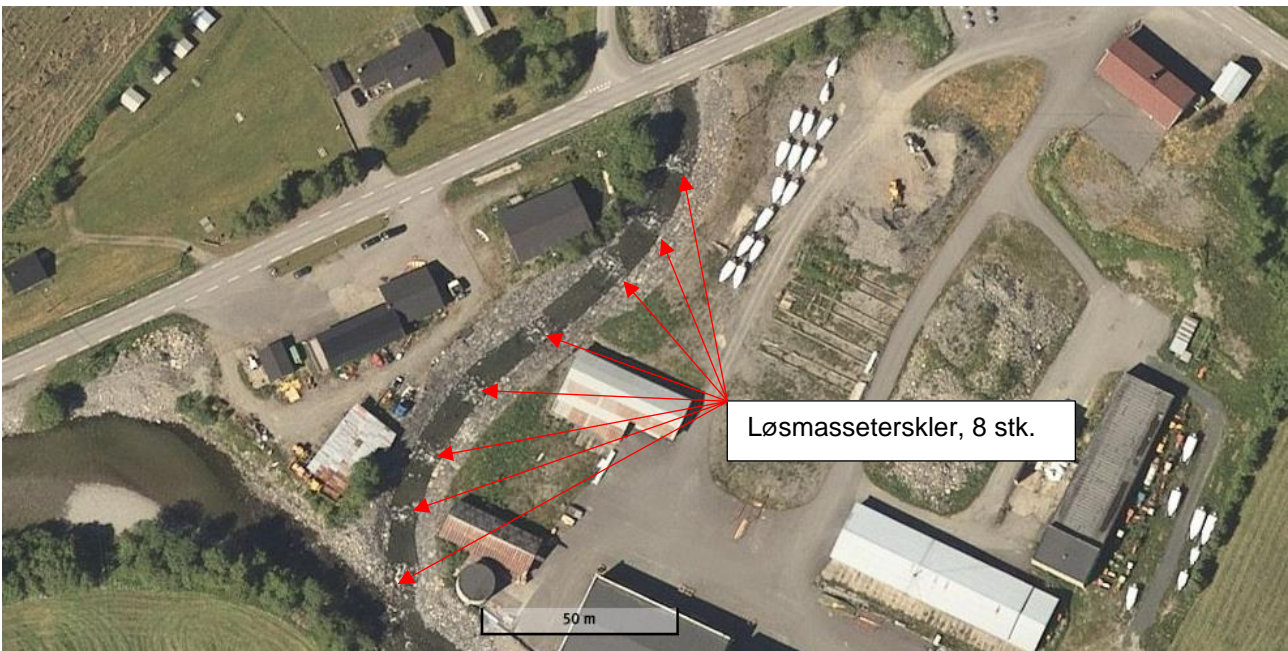
Løsmasseterskler bygges vanligvis som en plastring av ensgradert grov stein lagt i forbant med filterlag. Nedstrøms side bygges normalt med en helning på 1:6, se Figur 4-2 fra «Vassdragshåndboka» (NVE, 1998). I spesielle tilfeller kan den være både brattere og slakere. Terskler som skal heve vannspeilet oppstrøms, må ofte anlegges med tette masser på oppstrøms side. Det er allerede etablert 8 slike løsmasseterskler langs nedre del av Dørja, bro Vestringsvegen ned til samløpet med Jøra, som vist på Figur 4-3. Avstand mellom tersklene er fra 15 til 25 m.

Av miljømessige hensyn anbefales det av Miljødirektoratet i «Tiltakshåndbok for bedre fysisk vannmiljø» (LFI, 2018), at man unngår oppbygging av barrierer som terskler der andre, mer naturlige løsninger kan velges i stedet.

I kapittel 6.9 er det vurdert tiltak for etablering av områder for permanente masseuttak. Som del av slike tiltak bør det i tillegg etableres en eller flere løsmasseterskler nedstrøms uttaksområdet. Ut over dette, er det ikke vurdert hensiktsmessig å etablere flere terskler langs Dørja. Avhengig av endelig løsning for sikringstiltak som velges for Dørja, kan det i stedet vurderes å etablere enkelte steinbelter oppover elva. Dette er beskrevet i det etterfølgende.



Figur 4-2. Oppbygging av løsmasseterskler iht. Vassdragshåndboka (NVE, 1998).



Figur 4-3. Løsmasseterskler langs nedre del av Dørja.



#### 4.5.2 Steinbelter

Steinbelter er en enklere variant av den tradisjonelle løsmasseterskelen. Steinbelter er store stein lagt i korte striper på tvers av elva, gjerne gravet ned i elvebunnen for ikke å skape erosjon eller oppstuvning. Ofte legges det flere belter i serie over en større strekning, og utformes enten som ordnet steinlag eller plastring. Ved oppbygging av flere slike steinbelter, vil bunnen fortsatt kunne senke seg noe mellom beltene, men over en lengre strekning vil beltene hindre en generell senkning og dermed hindre at bunnerosjon får et skadelig omfang. Fordelen med steinbelter er bla. at elva får en mer naturlig form, samt at det er en rimeligere løsning sammenlignet med tradisjonelle løsmasseterskler.

Steinbelter kan lokalt føre til noe høyere vannstand oppstrøms. Det må derfor tas hensyn til elvas hydrauliske kapasitet ved valg av plassering. For Dørja må det i tillegg gjøres en helheltid vurdering basert på øvrige tiltak langs elva. Det vil være naturlig å etablere steinbelter like oppstrøms området som skal sikres, i dette tilfelle Helleberg. Hvis det velges å etablere en bunnlastsperre ved Surnflot, vil behov for steinbelter utgå. Eksakt antall og plassering av steinbelter må derfor vurderes nærmere i forbindelse med detaljprosjektering, men på generelt grunnlag anbefales plassering ut ifra følgende prinsipper:

- Der elva har tilstrekkelig hydraulisk kapasitet slik at lokal oppstuvning ikke medfører overtopping av elvebreddene.
- Langs strekninger der det er tegn på at bunnsenkning forekommer. Dette kan for eksempel være langs strekninger der steinstørrelsen av dekk sjiktet i elvebunnen er mindre enn ellers for elva.
- Generelt langs rettløpsstrekninger der elva ikke svinger, og der hastigheten er størst midt i elva.

Steinene må ha en slik størrelse og vekt at de ikke kan forskyves under flom. Det anbefales derfor å bruke stein med et volum som tilfredsstillende  $V > 1,0 \text{ m}^3$ .



Figur 4-4. Eksempel på steinbelte ved elva Moksa (NVE/Multiconsult, 2019).

#### 4.6 Opprydding av elveløpet

Etter hver flomepisode vil det ofte bli avsatt masser, trær og busker som har blitt løsrevet og transportert nedover vanndraget. Store mengder løsmasser og trær vil føre til lokal oppstuvning og reduserer dermed elvas hydrauliske kapasitet. Dette kan igjen føre til at elva tar nye løp og at effekten av tidligere utførte sikringsarbeider blir kompromittert. Det er derfor viktig at kommunen og grunneiere innfører rutiner for å jevnlig foreta oppryddingsarbeid av elveløpet ved fjerning av avsatte masser og løsrevne trær og busker slik at man gjenskaper et strømningsmønster i elva som reduserer potensialet for nye skader.

Befaring av elveløpet viste at det er avsatt trær og busker flere steder langs elva (se Figur 4-5). Adkomst til elveløpet er imidlertid en utfordring langs Dørja, og dette vanskeliggjør rutinemessig opprydding etter flom. I forbindelse med øvrige sikringstiltak som planlegges langs elva, bør det samtidig vurderes å etablere faringer langs elvebreddene for enklere adkomst til elva. Det vurderes mest hensiktsmessig å forlenge eksisterende traktorvei/adkomstvei ved samløp med Gryta, både i oppstrøms og nedstrøms retning.

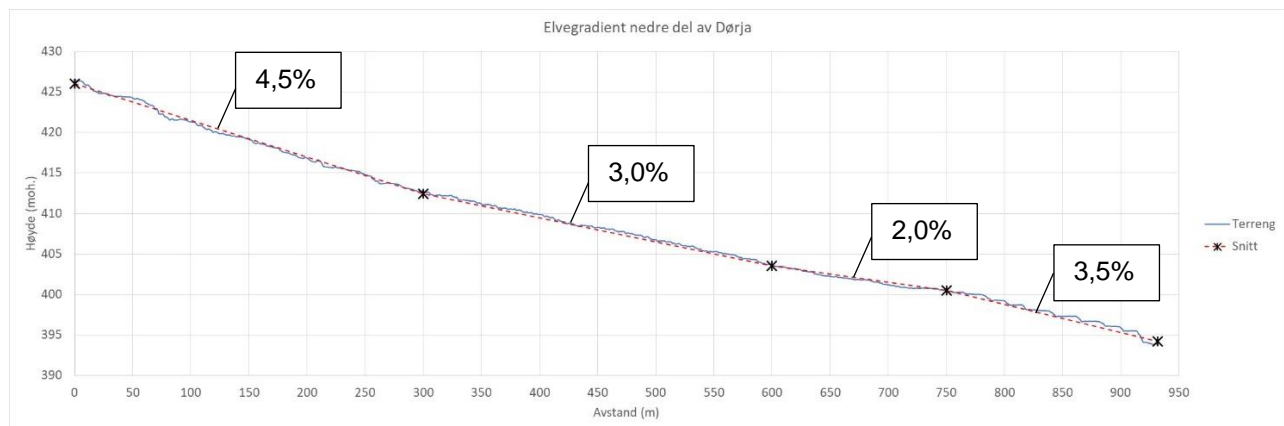


Figur 4-5. Trær og busker langs Dørja som har blitt transporter og avsatt i forbindelse med flom.

#### 4.7 Heving av flomvoll langs Dørja ved Helleberg

Resultatene av vannlinjeberegningen viser at vannstanden langs nedre del av Dørja (fra km 0,6 ned til samløp med Jøra) ikke overstiger nivået på forbygningene på hver side av elva. Det forutsettes imidlertid at erosjon og avsetning ikke medfører vesentlig endring av elveprofilen. Avsetning av masser kan føre til bunnheving og dermed vannstandsøkning og eventuelt overtopping av flomvollene. Avsetning av masser er i stor grad avhengig av vannhastigheten, som igjen er avhengig av elvas gradient. Elvegradienten langs nedre del av Dørja er vist på Figur 4-6. Gradienten varierer fra ca. 3,5% like oppstrøms Helleberg til ca. 2,0% like oppstrøms broen ved Veststringsvegen. Nedstrøms broen øker elvegradienten til 3,5%.





Figur 4-6. Elvegradient nedre del av Dørja.

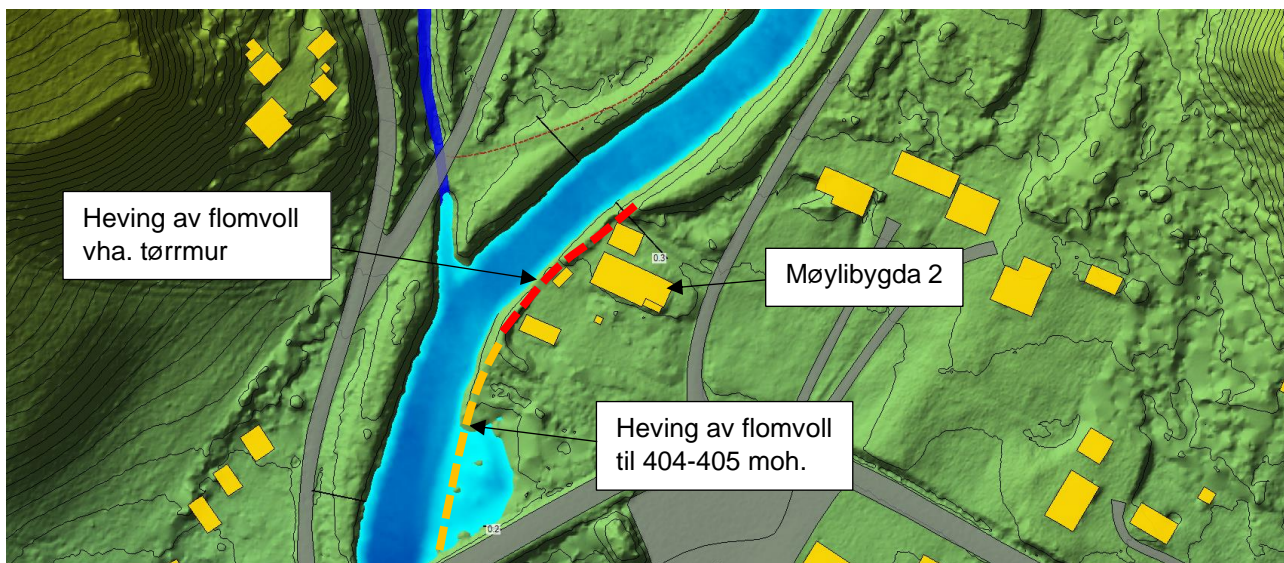
Basert på elvegradient alene, er det vurdert sannsynlig at Dørja vil avsette masser i dette området. Situasjonen kan forverres ytterligere om oppstuvning oppstrøms broen fører til reduksjon av vannhastigheten.

Forbygningen langs Dørja er oppbygget ved hjelp av «flatplastring», dvs. at steinens største og flate side legges parallelt med elvekantene. Dette er til forskjell fra vanlig «damplastring», der steinens lengste akse legges normalt på skråningen. Denne type utførelse skaper en jevn overflate med lav ruhet. Langs nedre del av Dørjas er dette en klar fordel, da den lave ruheten vil bidra til å øke hastigheten og dermed opprettholde elvas evne til sedimenttransport forbi Helleberg.

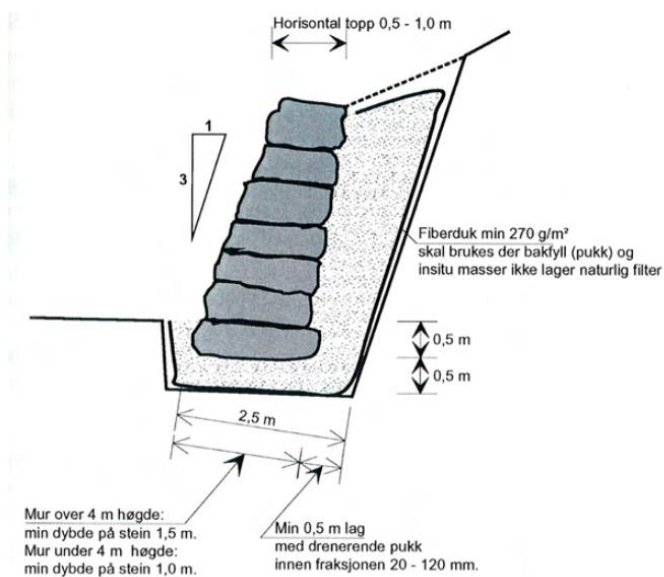
Mest utsatt er østsiden av elva, fra broen og ca. 100 m oppstrøms, som vist på Figur 4-7. Her er toppen av flomvollen langs østsiden av elva et godt stykke lavere enn på vestsiden. For å beskytte bolighuset (adresse Møylibygda 2) anbefales det å heve flomvollen langs denne strekningen med ca. 1 m til kote 405 øverst og til kote 404 ved broen. Da det er begrenset med plass mellom bygningene og elva, anbefales det at deler av erosjonssikringen bygges opp ved hjelp av tørrmuring med skråningshelning 3:1, se prinsippskisse fra Vassdragshåndbok (NVE, 1998) i Figur 4-8.

Tiltaket har en estimert kostnadsramme på om lag kr 650 000 (eks. rigg og drift, usikkerhet og byggherrekostnader).





Figur 4-7. Forslag til heving av flomvollen langs østsiden av Dørja, oppstrøms broen.



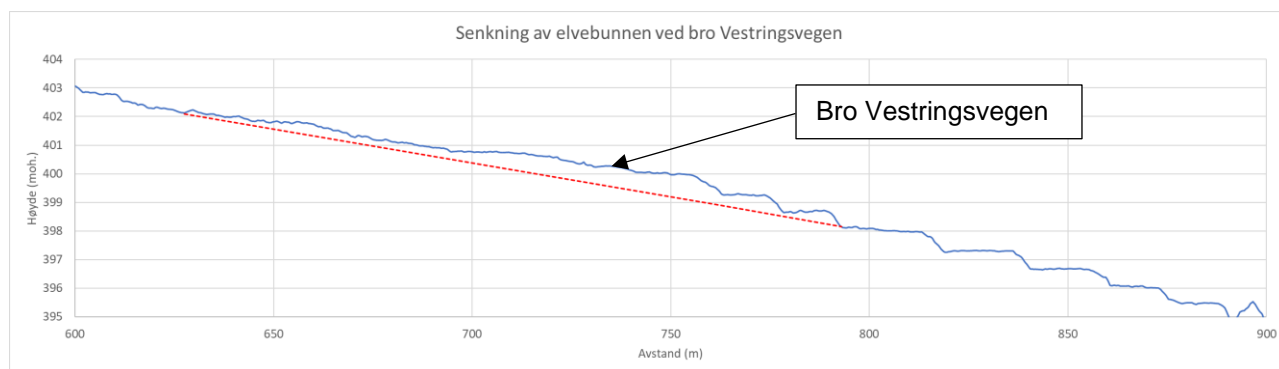
Figur 4-8. Prinsippskisse av oppbygging av tørrmur (NVE, 1998).

#### 4.8 Tiltak ved bro Vestringsvegen

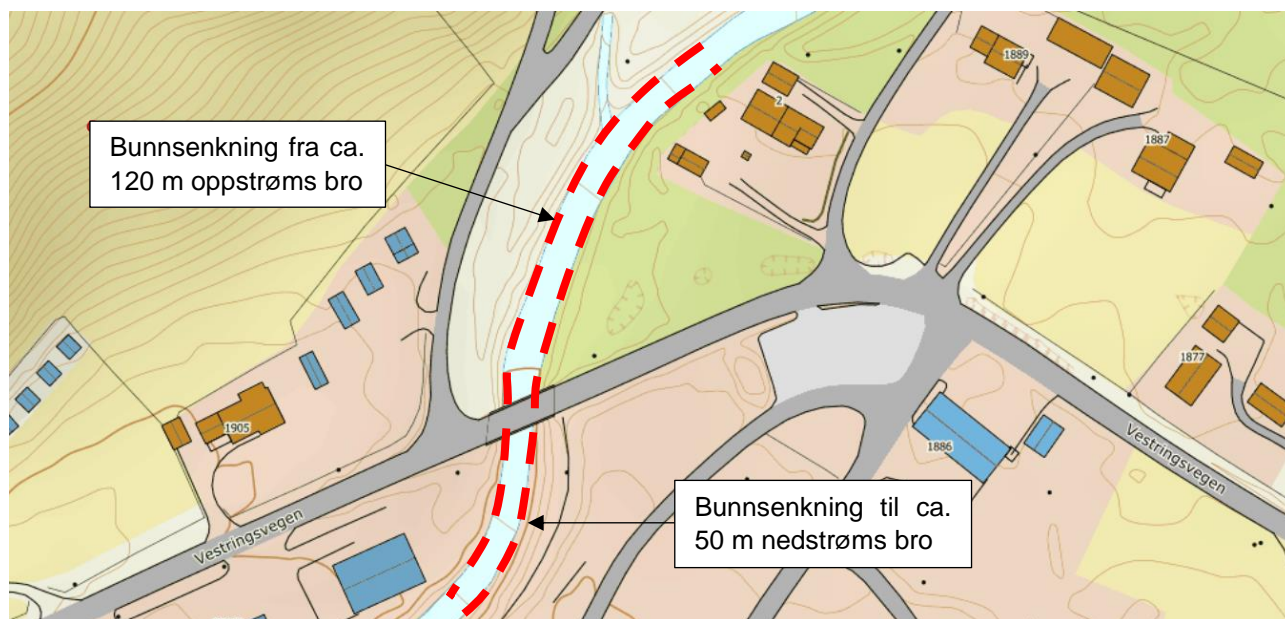
Som nevnt i kapittel 4.7, reduseres elvegradienten fra 3% til 2% fra omtrent 150 m oppstrøms bro Vestringsvegen. Dette er noe lavere enn gjennomsnittet for hele analyseområdet, som er ca. 4%. Nedstrøms broen øker gradienten til 3,5% før Dørja munner ut i Jøra. Innsnevringen ved broen kombinert med lavere helning i elva oppstrøms, øker faren for at Dørja avsetter masser i dette området. Dette kan føre til bunnheving, økt vannstandsstigning og dermed økt fare for flomskade ved Helleberg.

For å motvirke faren for oppstuvning og avlagring av masser oppstrøms broen, er det foreslått å senke elvebunnen oppstrøms broen med inntil 1,0 m for å oppnå ca. 3% fall gjennom hele området, slik som vist på Figur 4-9 og Figur 4-10. Dette vil redusere faren for at Dørja bryter ut av elveløpet som kan medføre flomskade ved Helleberg sag og boligen med adresse Møylibygda 2.

Tiltaket har en estimert kostnadsramme på om lag kr 300 000 (eks. rigg og drift, usikkerhet og byggherrekostnader).



Figur 4-9. Senkning av elvebunnen ved bro Vestringsvegen.



Figur 4-10. Foreslått bunnsenkning for å øke elvegradienten oppstrøms bro Vestringsvegen.

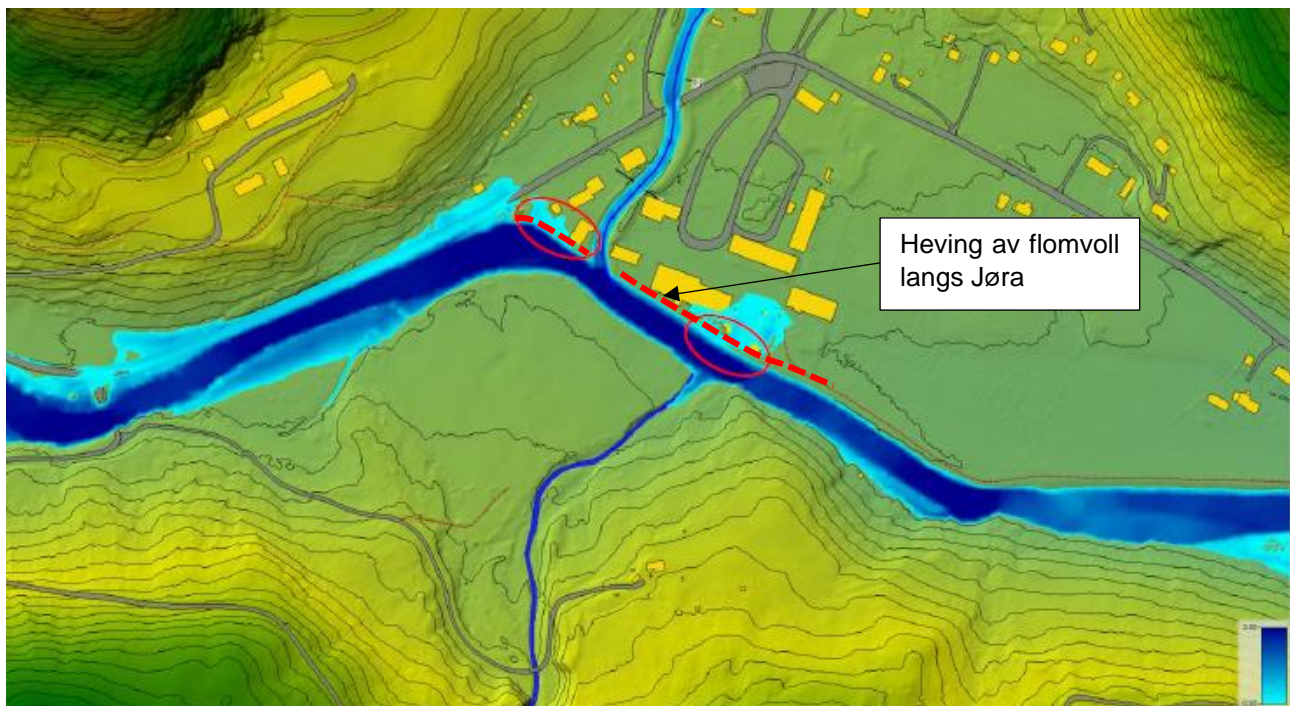


#### 4.9 Heving av flomvoll langs Jøra ved Helleberg

Resultater av vannlinjeberegningen viser at allerede ved en vannføring tilsvarende en 20-års flom på ca. 220 m<sup>3</sup>/s vil flomvollen langs nordsiden av Jøra bli overtoppet som vist på Figur 4-11. Ved en 200-års flom blir store deler av Helleberg oversvømt på grunn av høy vannstand i Jøra.

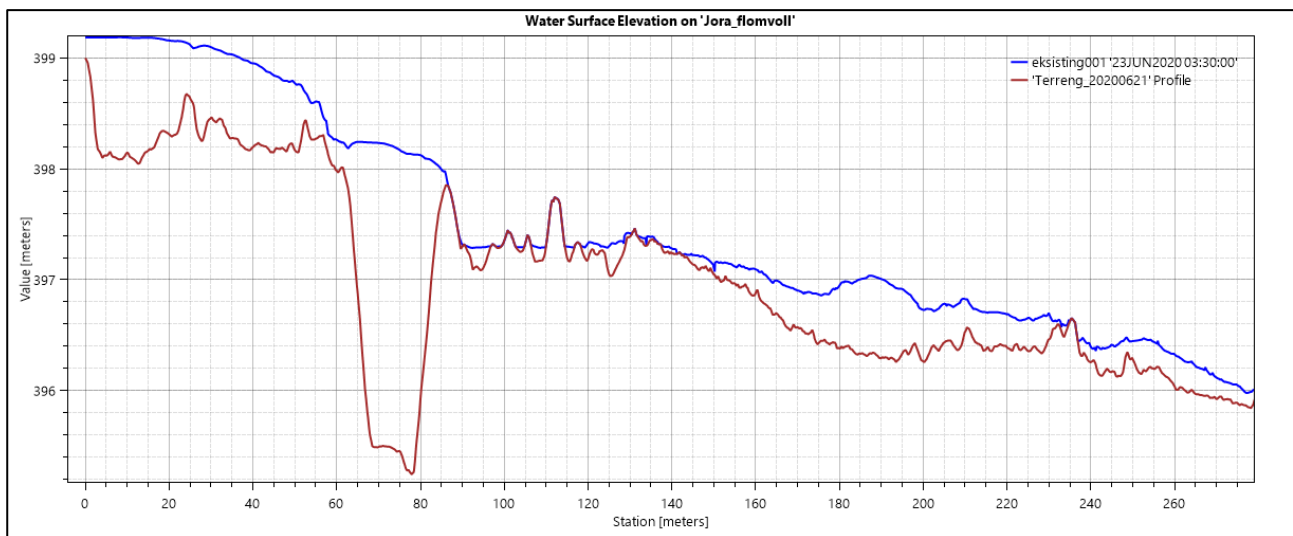
For å sikre Helleberg mot flomskade forårsaket av høy vannføring i Jøra anbefales det å heve flomvollen langs nordsiden av Jøra i en strekning på ca. 280 m, fra punktet der Jøra svinger til høyre, til ca. 60 m nedstrøms industribygget ved Helleberg sag, som vist på Figur 4-11. Et lengdesnitt av toppen av flomvollen sammen med beregnet vannstand ved en 200-års flom er vist på Figur 4-12, mens Tabell 4-4 viser forslag til heving av flomvollen.

Tiltaket har en estimert kostnadsramme på om lag kr 1,1 mill. (eks. rigg og drift, usikkerhet og byggherrekostnader).



Figur 4-11. Overtopping av flomvollen langs nordsiden av Jøra ved en 20-års flom.





Figur 4-12. Topp flovvoll nordsiden av Jøra (rød linje) og beregnet vannstand ved en 200-års flom + 20% (blå linje).

Samløp med Dørja	PeInr. (avstand fra sving)	Vannstand Q <sub>200</sub> + 20% (moh.)	Høyde eks. flovvoll (moh.)	Anbefalt høyde etter heving (moh.)	Heving (m)
Oppstrøms	0-20	399,2	398,2	399,7	1,5
Oppstrøms	20-40	399,1	398,4	399,6	1,2
Oppstrøms	40-60	398,8	398,2	399,3	1,1
Dørja	60-85	398,2			
Nedstrøms	85-100	397,3	397,3	397,8	0,5
Nedstrøms	100-120	397,3	397,3	397,8	0,5
Nedstrøms	120-140	397,3	397,3	397,8	0,5
Nedstrøms	140-160	397,2	397,0	397,7	0,7
Nedstrøms	160-180	397,0	396,6	397,5	0,9
Nedstrøms	180-200	396,9	396,4	397,4	1,0
Nedstrøms	200-220	396,7	396,4	397,2	0,8
Nedstrøms	220-240	396,6	396,4	397,1	0,7
Nedstrøms	240-260	396,4	396,1	396,9	0,8

Tabell 4-4. Forslag til heving av flovvoll langs nordsiden av Jøra.

## 5 Tiltak 2 – Sikring av rasutsatte dalskråninger

### 5.1 Innledning

Under befaringen ble det observert flere rasutsatte dalskråninger innenfor analyseområdet der sannsynligheten for flomskred anses som stor. Disse er identifiserbare ved lite, eller ingen, vegetasjonsdekke og stor skråningshelning. En oversikt over de mest rasutsatte dalskråninger er vist i Tabell 5-1, mens et eksempel på en slik skråning ved km 1,50 er vist på Figur 5-1.

Ved de rasutsatte dalskråningene vil høy nedbør kunne utløse større eller mindre flomskred, som har potensiale til å tilføre store mengder løsmasser til elva og dermed øker sedimenttransport under flom. Bogen (NVE, 2016) estimerte at flomskred tilførte Dørja om lag 15 000 m<sup>3</sup> løsmasser under flommene i 2011 og 2013. De rasutsatte skråningene er påvirket av erosjon både i foten som følge av elvas eroderende effekt og fra overflatevann i form av regnskyl. Ved slike partier vil det ikke være tilstrekkelig med å utføre sikringstiltak kun i elveløpet, da rasskråningen fortsetter langt over dette nivå.

Elv	Strekning	Lengde (m)	Side (sett medstrøms)	Helning (°)	Estimert areal (m <sup>2</sup> )
Dørja	km 0,96 – km 0,94	80	Høyre	33	2 050
Dørja	km 1,50 – km 1,57	70	Høyre	39	2 100
Dørja	km 2,70 – km 2,97	270	Høyre	34	22 000
Gryta	km 0,02 – km 0,10	80	Venstre	38	1 700

Tabell 5-1. Rasutsatte skråninger langs elvestrekningen (se også kartoversikt i vedlegg 8).



Figur 5-1. Rasutsatt dalskråning ved km 1,50.

## 5.2 Vegetasjonsdekke

Et godt etablert vegetasjonsdekke med et tett nettverk av røtter kan bidra til å stabilisere rasutsatte skråninger og dermed redusere fare for erosjon og sedimenttransport. Ved nyetablering av vegetasjon er skråninger imidlertid utsatt for erosjonsfare i de første årene siden vegetasjonsutvikling tar tid. I slike tilfeller kan skråningene beskyttes ytterligere ved bruk av geonett (se kapittel 5.4) eller en erosjonshud av stein (avhengig av gradient og hydromorfologi). Den nederste delen av skråningen bør imidlertid sikres med stor stein, som beskrevet i kapittel 4. For å unngå forurensning i vassdraget må gjødsling, sprøyting eller generell jordbearbeiding utføres med stor forsiktighet.

Eksisterende vegetasjon bør regelmessig vurderes i forhold til alder, størrelse og stabilitet. Der det er etablert erosjonssikring av stor stein (plastring) er det generelt ikke ønsket at det vokser gamle trær siden de kan veltes med røtter av storm og flom, og på denne måten rive hull i plastringen. Planting av trær rett bak plastringen er imidlertid mulig i de fleste tilfeller, delvis også etablering og skjøtsel av kantvegetasjon med unge trær og busker på plastring.

## 5.3 Opprydding og erosjonssikring av sidebekker

Dørja får tilsig fra dalsidene i form av overvann og fra mindre eller større sidebekker. Den største av disse er Gryta. Ved befaringstidspunkt var det kun observert vann i Gryta. Øvrige sidebekker var tørre, og det var til dels vanskelig å observere bekkeløpene på grunn av mye vegetasjon. Ved høy nedbør vil overvann igjen kunne føre til stor vannføring i sidebekkene, som medfører økt fare for flomskred, erosjon og sedimenttransport. Det anbefales derfor at de største sidebekkene ryddes for skog, kanaliseres og erosjonssikres med stein.

Basert på en kartstudie vha. karttjenesten Scalgo, er det listet opp mulige bekkeløp mellom Helleberg og Tranvollen.

Samløp med Dørja	Side (sett medstrøms)	Feltareal (km <sup>2</sup> )	Kommentar
km 0,25	Høyre	1,1	Kjølset
km 1,02	Venstre	1,26	Overført tilsig fra sidevassdrag via skogsbilvei
km 1,24	Høyre	0,2	Overført tilsig fra sidevassdrag vei skogsbilvei
km 2,05	Høyre	10,7	Gryta
km 2,33	Høyre	0,99	
km 2,37	Venstre	0,11	
km 2,65	Venstre	0,77	Svartdalen, se Figur 5-2
km 2,85	Venstre	0,35	
km 3,04	Venstre	0,08	
km 3,10	Høyre	0,04	
km 3,25	Høyre	0,07	

Tabell 5-2. Sidebekker som har samløp med Dørja mellom Helleberg og Tranvollen (se oversiktskart i vedlegg 8).

Et eksempel på en sidebekk som bør kanaliseres og erosjonssikres, er bekken fra Svartdalen som møter Dørja ved km 2,65. Samløpet med Dørja er dårlig definert, som vist på Figur 5-2. Feltarealet er på om lag 0,77 km<sup>2</sup>. Ved høy nedbør kan det forventes en vannføring i bekken på over 1 m<sup>3</sup>/s. En slik vannføring vil føre til mye erosjon og økt sedimenttransport nedover Dørja. Det anbefales at ca. 100 m av bekken graves ut i en bredde på om lag 3-4 m og erosjonssikres med stein med diameter  $d > 0,5$  m. Dette tiltaket (kun Svartdalen) har en estimert kostnadsramme på om lag kr 300 000 (eks. rigg og drift, usikkerhet og byggherrekostnader).





Figur 5-2. Bekken fra Svartdalen ved samløp med Dørja (tørr ved befaringstidspunkt).

#### 5.4 Erosjonssikring ved bruk av geonett og jordnagler

For å erosjonssikre bratte skråninger langs elver og veier kan det benyttes ulike erosjonssikringsprodukter som geomatter, geonett, steinsprangnett, kokosnett eller hempnett m.m. Disse produktene har til felles at de beskytter skråningen i den kritiske fasen før et vegetasjonsdekke er etablert, og samtidig bidrar til rask vekst, og i noen tilfeller, permanent armering av en slik vegetasjon.

Norconsult har vært i kontakt med Geosyntia AS, en ledende leverandør av geomatter og andre erosjonssikringsprodukter i Norge ([www.geosyntia.no](http://www.geosyntia.no)). I samarbeid med Dobloug Entreprenør AS ([www.doblougentreprenor.no](http://www.doblougentreprenor.no)) har Geosyntia levert produkter til flere prosjekter der hensikten er å hindre erosjon i skråninger og bidra til rask vekst av vegetasjonsdekke. Et tilsvarende prosjekt ble nylig gjennomført i Fåvang, Ringebu kommune, se Figur 5-3. Her er skråningen først ryddet og planert, før et kokosnett er festet til skråningen ved bruk av jordnagler/jordstag. Etter et par år vil vegetasjonen få godt feste.



Figur 5-3. Erosjonssikring av skråning ved bruk av kokosnett i Fåvang, Ringebu kommune.

Geosyntia AS har sett på bilder fra befaringen av dalskråningene ved Dørja og foreslår en løsning med en kombinasjon av kokosnett og geonett, forankret med jordstag i topp og med stålkramper ( $1/m^2$ ) i skråningen. Kombinasjonen av kokosnett og geonett bidrar til økt styrke i forhold til regnskyll, samt gi gode vekstvilkår.

Kokosnettet består av 100 % organisk cellulosefiber som har en naturlig motstandsdyktighet, og tåler derfor jord og vann i 4-5 år før den går i oppløsning. Matter av kokos kan vannabsorbere opptil 130% av materialets tørre vekt. Dette er en viktig egenskap i nedbørsrike perioder, for å unngå at vannet får anledning til å erodere jordmassene.

Geonetten er et sterkt, åpent erosjonssikringsnett i syntetisk fiber, beregnet på nyetablerte skråninger. Netten holder jordsmonnet på plass under regnskyll, beskytter gressfrøet mot vær og vind, og gir en "d«ivhuseffekt" » den første og kritiske fasen av vegetasjonsetableringen

Etter ferdig utlegging sprøytesås skråningen med ønsket vegetasjonsblanding eller man kan gjødsle og overlate resten til lokal frøspredning. Da er man sikker på at skråningen får lokal tilhørighet til landskapet.

Øvrige hensyn som bør vurderes ved bruk av geonett/kokosnett:

- Skråningsflaten bør jevnes før påføring av geonett/kokosnett for å oppnå god kontakt mellom underliggende terreng og nettene slik at man hindrer at overflatevann fører til erosjon mellom terrenget og nettet.
- Netten bør forankres i en avskjærende grøft i topp, som leder overflatevann til erosjonssikrede grøfter eller steinrenner.
- Nedre del av skråningen mot elveløpet erosjonssikres ved hjelp av tradisjonell plastring (se kapittel 4).

Det anbefales at denne løsningen videreføres til detaljprosjektering. På bakgrunn av innledende undersøkelser er det beregnet følgende mengder:

- Kokosnett og geonett: 15 000 m<sup>2</sup>



- Jordstag: ca. 1 000 stk.
- Stålkramper: ca. 15 000 stk.
- Arbeid: ca. 1 000 timer

På grunn av utfordringer med adkomst langs de bratte dalskråningene langs Dørja, anbefales det å begrense arealet som sikres med kokosnett til de nederste ca. 20 m av skråningen.

## 5.5 Bedre drenering av landbruksarealer

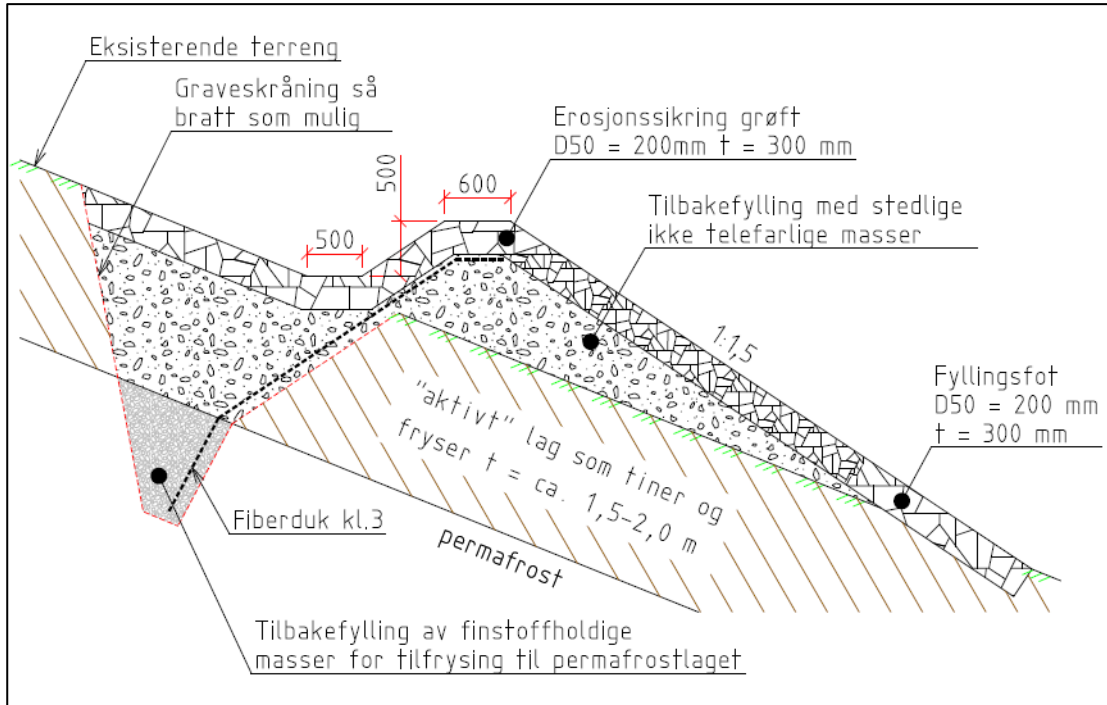
Langs Dørja er det opparbeidet landbruksarealer hovedsakelig langs høyre side av elva sett medstrøms. Noen av disse arealene ligger langs toppen av rasutsatte skråninger, slik som vist på Figur 5-4 ved Tranvollen (km 3,0). Flyfoto fra 50-tallet viser imidlertid at utnyttelse av disse arealene ikke har endret seg i særlig grad på flere tiår. Likevel vurderes det sannsynlig at jordbruksarealer som ligger i umiddelbar nærhet av rasutsatte skråninger kan bidra til å svekke skåningens stabilitet. Dette begrunnes med at avrenning fra jordbruksarealer er generelt høyere enn avrenning fra skogsarealer, slik at ved høy nedbør vil dette føre til raskere overflateavrenning på de rasutsatte skråningene.

Det er i forbindelse med dette prosjektet ikke mulig å fastslå om denne effekten har stor betydning. Det anbefales likevel på generelt grunnlag at avskjæringsgrøfter etableres langs utsiden av jordekantene for å hindre at overflatevann renner ukontrollert ned gjennom de rasutsatte skråningene. I stedet bør overflatevannet ledes til lavbrekk i terrenget og derfra ledes kontrollert ned til elva via erosjonssikrede sidebekker. En prinsippsskisse av slike avskjæringsgrøfter er vist på Figur 5-5.



Figur 5-4. Landbruksarealer like ved kanten av rasutsatte skråninger ved km 3,0.





Figur 5-5. Prinsippskisse av avskjæringsgrøft.

## 6 Tiltak 3 – Etablering av bunnlastsperre

### 6.1 Innledning

Prinsippet ved en bunnlastsperre er å redusere hastigheten i elva, slik at det avsettes masser i et basseng, som ved et senere tidspunkt kan fjernes og deponeres forsvarlig. Ved å avsette masser fra elva under flom på en kontrollert måte kan man redusere risikoen for at massene avsettes ved bebygde strøk og dermed føre til skade som følge av økt vannstand.

Bunnlastsperren skal ikke ha funksjon som en tradisjonell dam i den forstand at den permanent skal demme opp et magasin. Den bygges med en drenasjespalte som dimensjoneres for å avlede tilsiget i elva under normale forhold. Det er kun i kortere perioder, i flomsituasjoner med sedimenttransport i elva, bunnlastsperren skal danne et sedimenteringsbasseng for avsetning av masser.

For at bunnlastsperren skal fungere optimalt over tid, må magasinet oppstrøms tømmes etter hver flomsesong. Det er derfor viktig at det etableres adkomstvei til oppstrøms side av bunnlastsperren. Se kapittel 6.8 for nærmere beskrivelse av mulig adkomstvei.

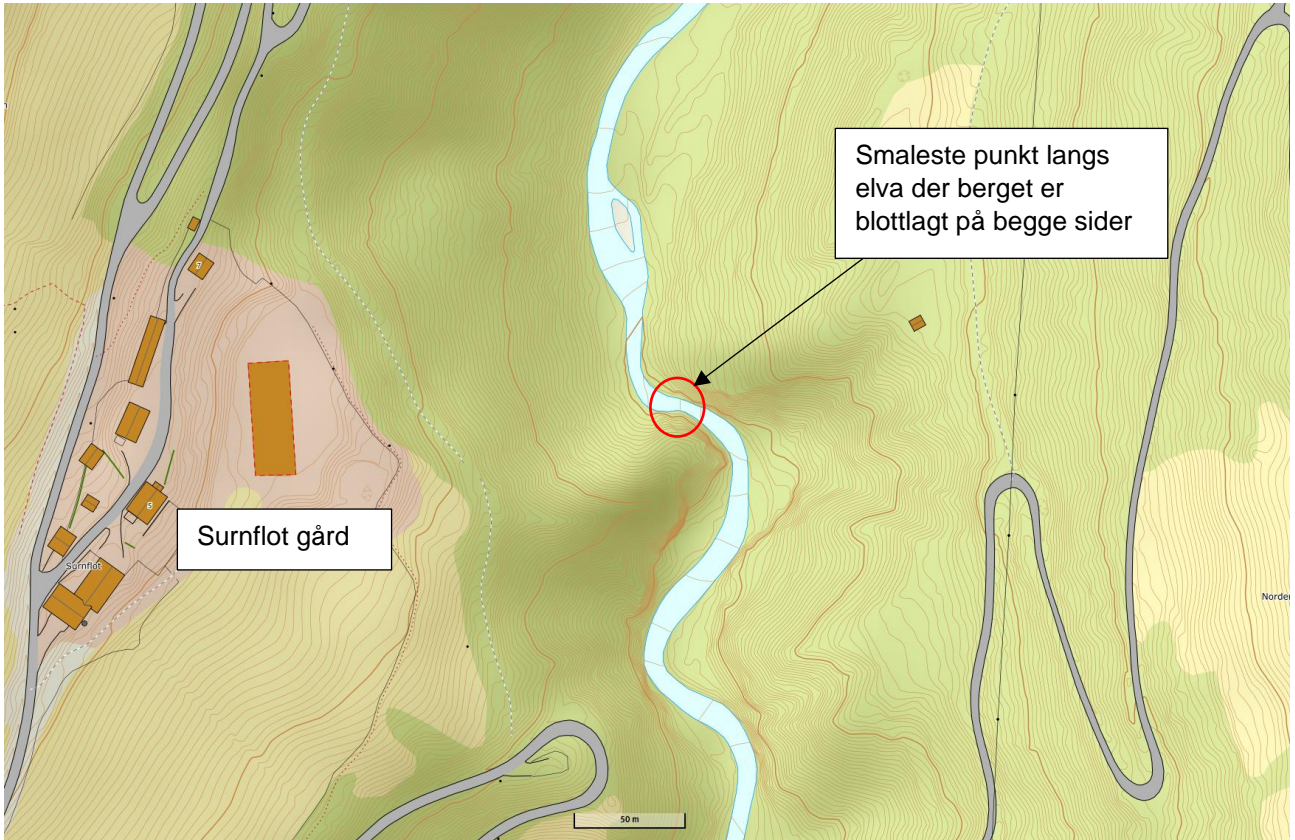
### 6.2 Plassering

Generelt bør bunnlastsperren plasseres i nærheten av det bebygde området man ønsker å sikre, slik at man unngår at elva drar med seg nye sedimenter mellom bunnlastsperren og bebyggelse. Videre bør bunnlastsperren plasseres slik at man oppnår størst mulig magasinering i forhold til størrelse på damkonstruksjonen. Dette fordrer gjerne områder der elva oppstrøms for valgt damsted er bredere og helningen slakere. Samtidig er det viktig å velge en plassering som vil gi kortest mulig damlengde og mulighet for fundamentering på fjell.

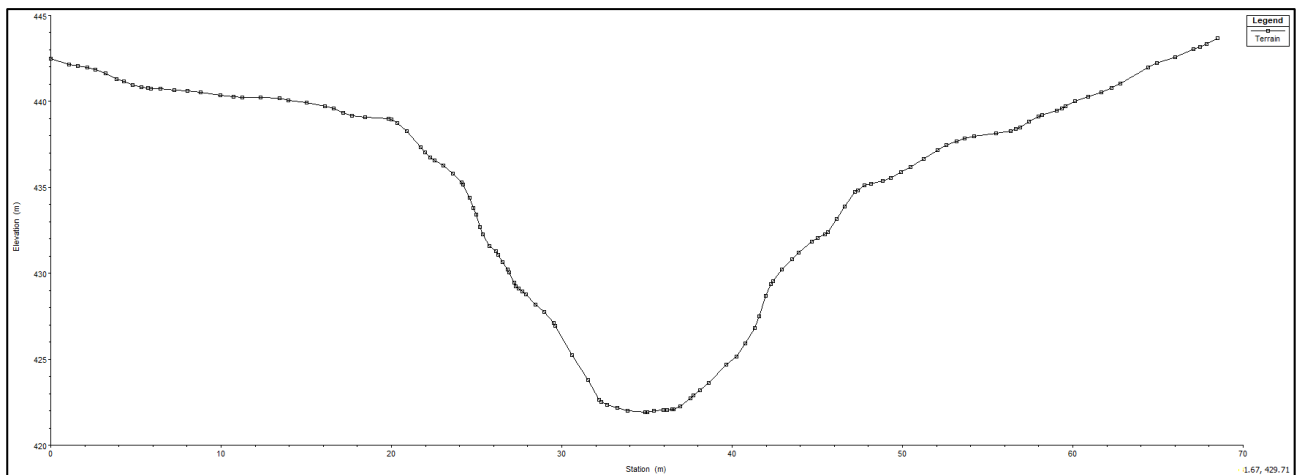
Det er sett på ulike alternativer for plassering av en bunnlastsperre langs Dørja. I tidligfase ble området like nedstrøms samløpet med Gryta vurdert. Området har den fordel at det allerede er opparbeidet veiadkomst ned til elva. I tillegg er dalføret relativt bredt slik at magasineringsvolum i forhold til damhøyde burde være stor. Ulempen med plasseringen er at det ikke ble observert bergblotninger langs elva under befaringen. Avstand til fjell antas dermed å være på flere meter, kanskje titalls meter, slik at bunnlastsperren ville med stor sannsynlighet måtte fundamenteres på løsmasser. Fra et damkonstruksjons-perspektiv er det ønskelig å unngå fundamentering på løsmasser grunnet utfordringer med damstabilitet, fundamentets bæreevne og mulige lekkasjer under dammen. Videre hadde en plassering i dette området lagt beslag på landbruksarealer langs vestsiden av elva. Plasseringen er dermed ikke vurdert videre.

Ved Surnflot gård, mellom km 0,8 og km 0,9, ble det observert bergblotninger på begge sider av elva under befaringen. Dette muliggjør fundamentering av bunnlastsperren i sin helhet på fjell. I tillegg er den umiddelbare nærheten til Helleberg en stor fordel i forhold til bunnlastsperrens evne til å holde tilbake masser og sikre bebyggelse under flom. Ulempen med plasseringen er at elva er relativt bratt og dalføret smalt, slik at man må etablere en høy dam for å sikre tilstrekkelig magasineringsvolum. I tillegg må det etableres veiadkomst til damstedet som medfører ekstra kostnader.

Gitt at området er det eneste stedet langs elva med bergblotninger er det likevel valgt å gå videre med denne plasseringen. Det smaleste punktet er ved km 0,86, se Figur 6-1. Laveste punkt i elva ved dette området er ca. 422,0 moh. Et tverrprofil av elva er vist på Figur 6-2.



Figur 6-1. Foreslått plassering av bunnlastsperre, ved 422,0 moh.



Figur 6-2. Tverrprofil av elva ved foreslått plassering av bunnlastsperre.

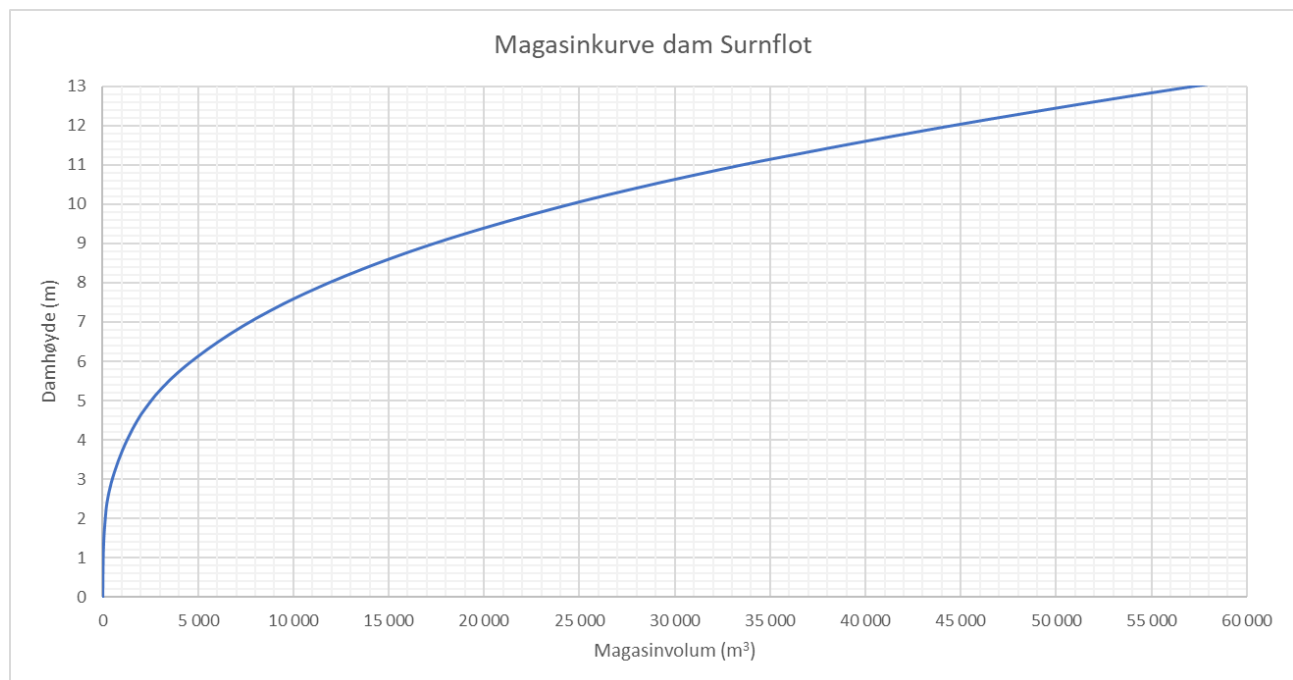


### 6.3 Magasineringsvolum

Basert på terrengmodell for området er det utført en beregning av magasinivolum mot damhøyde ved etablering av en bunnlastsperre ved Surnflot. Terrengmodellen er laget etter en flyskanning utført i 2019 med punkttetthet på 2 pkt/m<sup>2</sup>. Figur 6-3 viser beregnet magasinivolum for ulike damhøyder.

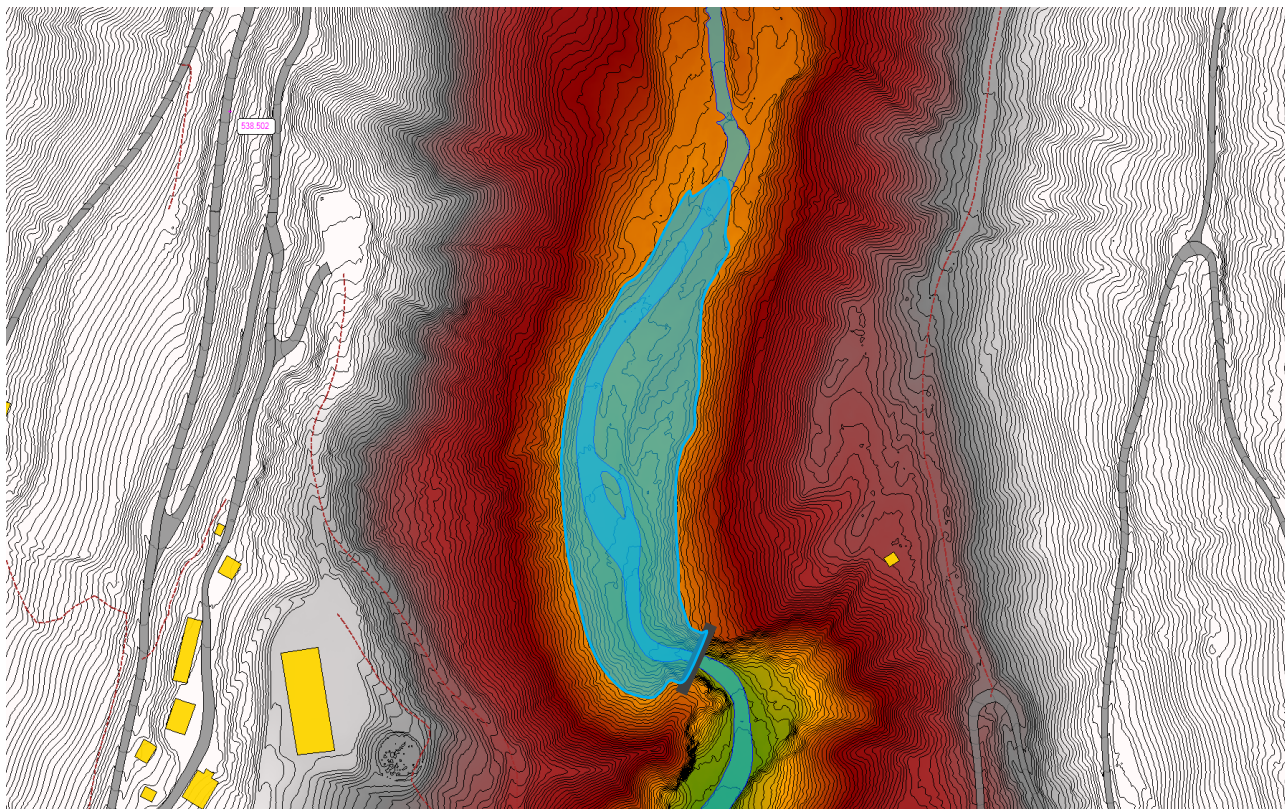
Som det fremgår av figuren, vil man kun oppnå et relativt beskjedent magasinivolum for damhøyder under ~10 m, mens ved damhøyder over 10 m øker magasinivolumet betraktelig. Damhøyde på 11 m gir et volum på ca. 34 000 m<sup>3</sup>, og damhøyde på 12 m gir et volum på ca. 45 000 m<sup>3</sup>.

Bogen m.fl. (NVE, 2016) har estimert et netto sedimentbudsjett på ca. 80 000 m<sup>3</sup> fordelt på de to flommene i 2011 og 2013. Basert på dette anses det som tilstrekkelig om magasinet har et volum på ca. 40 000 m<sup>3</sup>.



Figur 6-3. Magasinivolum mot damhøyde.

Figur 6-4 viser magasinarealet som blir vanndekt hvis det etableres en 12 m høy bunnlastsperre med krone på 434 moh.



Figur 6-4. Magasinareal ved kote 434 (damhøyde ca. 12 m)

## 6.4 Utforming

Utforming av klassifiserte dammer i Norge reguleres av Damsikkerhetsforskriften, utgitt av OED i jan. 2010. Krav i forskriften og tilhørende retningslinjer og veiledere må danne grunnlag for den design og utforming som velges for bunnlastsperren.

I Norge er regelverket derimot laget for mer tradisjonelle regulerings- og inntaksdammer ifm. kraftproduksjon og drikkevannsforsyning der magasin vannstanden holdes høyt gjennom året. For bunnlastsperren vil vannstanden stige bare i svært korte perioder mens Dørja er i flom, og sannsynligvis vil det gå år mellom hver gang vannstanden i bunnlastsperrene når overløpets nivå.

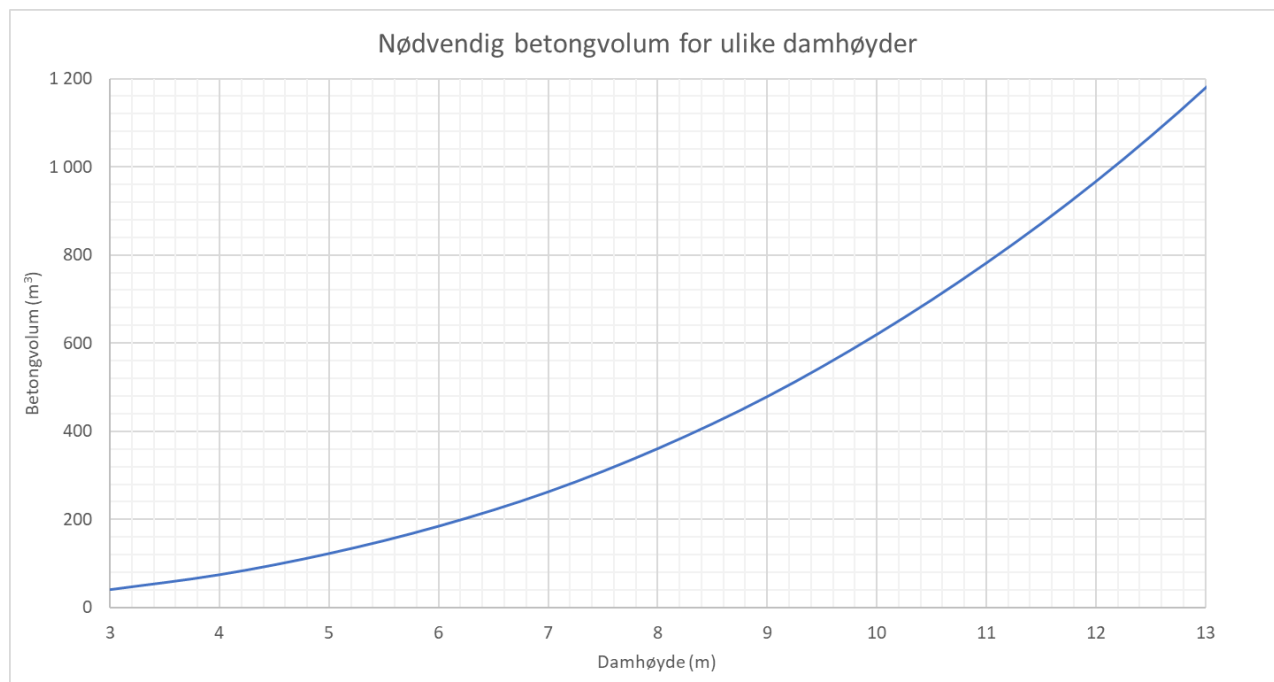
Den damtypen som lettest tilfredsstillende NVEs gjeldende krav til damkonstruksjoner av denne størrelse og funksjon er en gravitasjonsdam av massiv betong. Det er en enkel konstruksjon som er svært robust. Damtypen må fundamenteres på fjell, og bygges med så stort tverrsnitt at den er stabil på egen vekt.

Gravitasjonsdammer har som oftest tilnærmet vertikal oppstrøms side og for større dammer vil nedstrøms skråning ha helning ca. 1:0,8–1:0,9. Bunnlastsperren har som funksjon å holde tilbake store mengder løsmasser, noe som vil øke belastningen mot dammens oppstrøms side. Det må derfor forutsettes at det kan bygge seg opp sedimenter til nivå med overløpet på dammen i en flomsituasjon.

Det er sett på nødvendig betongvolum og damlengde for ulike damhøyder, se Figur 6-5. I beregningen tas det utgangspunkt i en vertikal oppstrøms side og helning 1:1 på nedstrøms side. En damhøyde på ca. 11 m vil

kreve ca. 800 m<sup>3</sup> betong, mens en damhøyde på 12 m vil kreve ca. 1000 m<sup>3</sup> betong. Kronelengden for en 12 m høy dam er ca. 25 m.

Tverrsnittet som er benyttet til kostnadsestimat har damhøyde på ca. 12 m.



Figur 6-5. Nødvendig betongvolum for ulike damhøyder.

Drensspalten er plassert mot dammens vederlag og foreslås å ha en bredde på 600 mm. Drensspalten er ført fra fjellfundamentet opp til nivå med dammens overløp. Eventuell overtopping av dammen ved ulykkesflom innebærer ingen fare for dammens sikkerhet siden dammen fundamenteres på fast fjell.

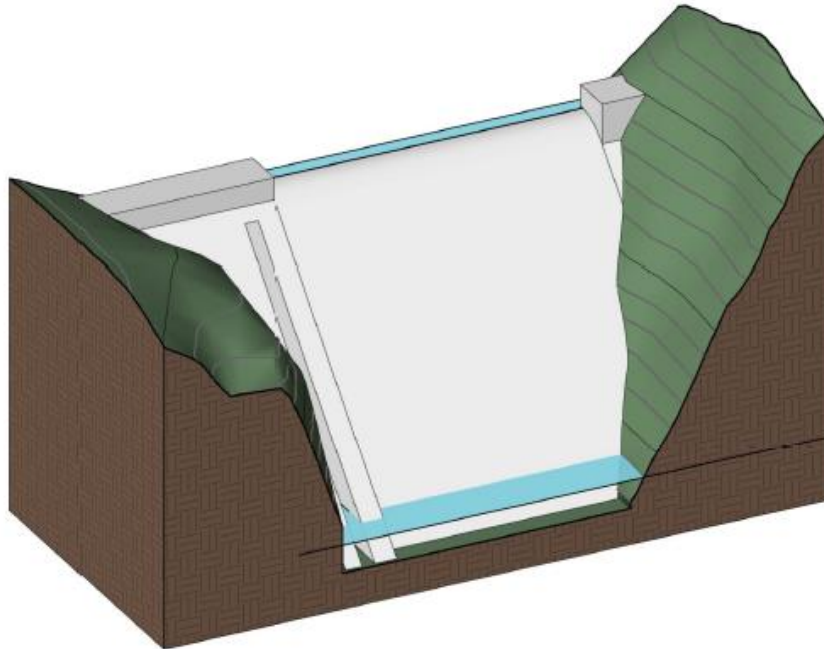
Når adkomstveien er etablert og fundamentet er preparert er byggingen av dammen ukomplisert. Det er store betongvolum som skal støpes, men forskalingsarealet er forholdsvis lite sammenlignet med volumet. Det samme gjelder omfanget av armering. Generelt benyttes bare overflatearmering for å unngå riss og oppsprekking.

Under byggeperioden er betongdammer generelt robuste mtp. oversvømmelse av byggegrop osv. Konsekvensen av en oversvømmelse vil ikke være annet enn en stopp i byggearbeidene inntil flommen avtar. Deretter venter kun en rengjøring av forskaling før arbeidet kan fortsette igjen.

Ulempene ved en slik dam er få, sett bort fra at et stort betongvolum i seg selv er en betydelig kostnadsdriver. Hvorvidt en betongdam skiller seg negativt eller positivt fra andre dammer mht. utseende er ikke vurdert.

Et bilde fra 3D-modellen av bunnlastsperren er vist på Figur 6-6. Detaljerte tegninger er gitt i vedlegg 9.





Figur 6-6. 3D-modell av bunnlastsperre, gravitasjonsdam av massiv betong.

## 6.5 Kommunens ansvar som dameier

Etablering av en bunnlastsperre ved Surnflot pålegger Gausdal kommune et ansvar som dameier for planlegging, bygging og drift av klassifiserte vassdragskonstruksjoner i henhold til Damsikkerhetsforskriften. Krav til planlegging og bygging er håndtert i forskriftens §§ 5-1, 5-2, 6-1 og 6-2 og nærmere beskrevet i veilederen «Planlegging og bygging» (NVE, 2012). Krav til drift av vassdragsanlegg er håndtert i forskriftens §7 og nærmere beskrevet i relaterte veiledere, inkludert «Overvåkning av vassdragsanlegg» (NVE, 2019) og «Revurdering av vassdragsanlegg» (NVE, 2018). Blant annet skal dameier ha en kvalifisert vassdragsteknisk ansvarlig (VTA) og det skal opprettes et tilsynsprogram som tilfredsstillers tabell 7-2 i forskriften.

## 6.6 Energidreper

Nedstrøms bunnlastsperren må det etableres en energidreper for å omdanne energien i det strømmende vannet over damkrona. En energidreper har typisk form som et basseng, der både sider og bunn er bygget opp av plastret stor stein. Fugene kan evt. fylles med betong.

## 6.7 Flomavledning

For klassifiserte dammer iht. NVEs regelverk, skal dimensjonerende flom settes lik 500-årsflom for dammer i klasse 1 og 1000-årsflom for dammer i klasse 2-4. Dammer skal utformes slik at de kan avlede dimensjonerende flom via flomløpet. For betongdammer kan det tillates overtopping av damkrona i en ulykkessituasjon.

Selve overløpet bør få hydraulisk utforming, dvs. tilnærmet standard overløpsprofil iht. NVEs «Retningslinjer for flomløp» (NVE, 2005). For bunnlastsperren ved Dørja forutsettes det at overløpskoeffisienten er  $C = 2,1 \text{ m}^{1/2}/\text{s}$ . I en flomsituasjon antas det at drens-slissen tettes med løsmasser slik at det hele flommen må avledes via overløpet. Det er beregnet vannstandsstigning for kulminasjonsvannføringene  $Q_{200}$ ,  $Q_{500}$  og  $Q_{1000}$  ved ulike overløpslengder i Tabell 6-1. Gitt at den totale damlengden er ca. 25 m for en 12 m høy dam, er det begrensninger på hvor langt overløpet kan bli. Ved en overløpslengde på 15 m må det påregnes en vannstandsstigning på minst 1,6-1,8 m ved avledning av dimensjonerende flom.

Overløpslengde (m)	Flomstigning (m)		
	$Q_{200} = 55,2 \text{ m}^3/\text{s}$	$Q_{500} = 66,8 \text{ m}^3/\text{s}$	$Q_{1000} = 76,7 \text{ m}^3/\text{s}$
10	1,90	2,16	2,37
15	1,45	1,65	1,81
20	1,20	1,36	1,49

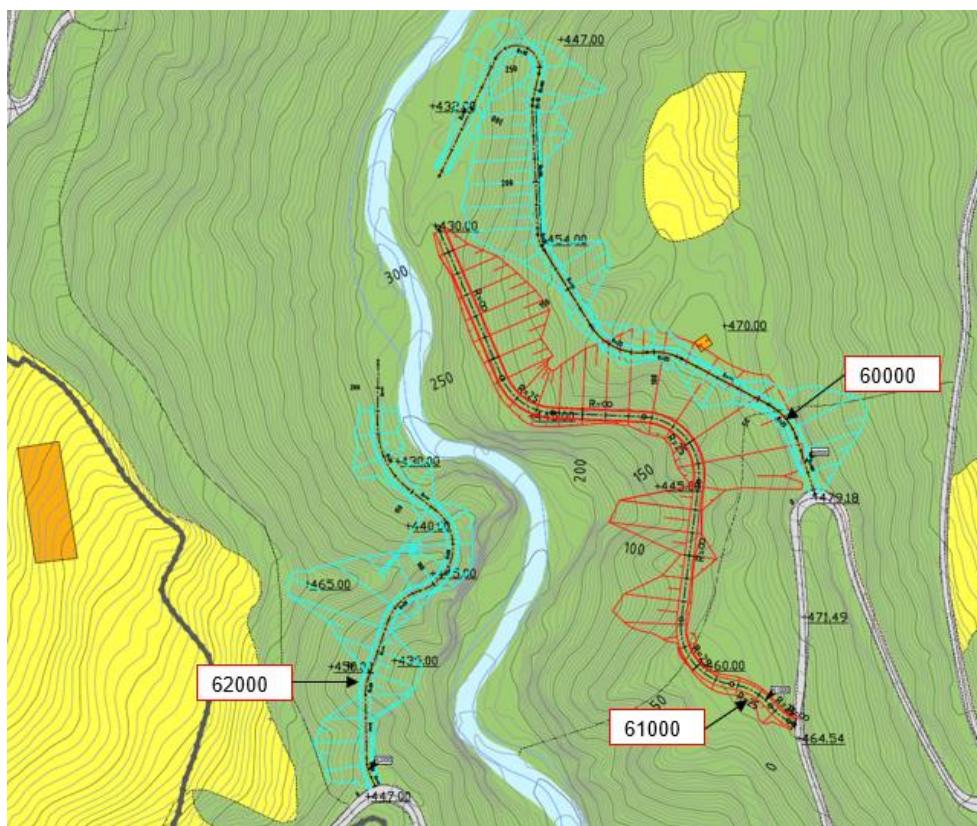
Tabell 6-1. Beregnet vannstandsstigning ved avledning av ulike vannføringer og overløpslengder.

## 6.8 Adkomstvei

### 6.8.1 Valg av trasé

Veiadkomst til en mulig bunnlastsperre er avgjørende både i forbindelse med bygging, drift og vedlikehold av damkonstruksjonen, men også i forbindelse med jevnlig tømning av de avsatte massene i magasinet. Den valgte plasseringen av bunnlastsperren ved Surnflot (km 0,86) er i dag ikke tilgjengelig ved bruk av eksisterende veier. Ved bygging av bunnlastsperren vil det derfor være nødvendig å etablere en ny adkomstvei ned til elva i dette området.

Det er sett på tre ulike traséer for etablering av en ny vei. Disse er vist på Figur 6-7. De to første traséene (kalt nr. 60000 og 61000) går langs østsiden av elva mens den siste (nr. 62000) går langs vestsiden av elva.



Figur 6-7. Ulike traséer for adkomst til mulig bunnlastsperre ved Surnflot.

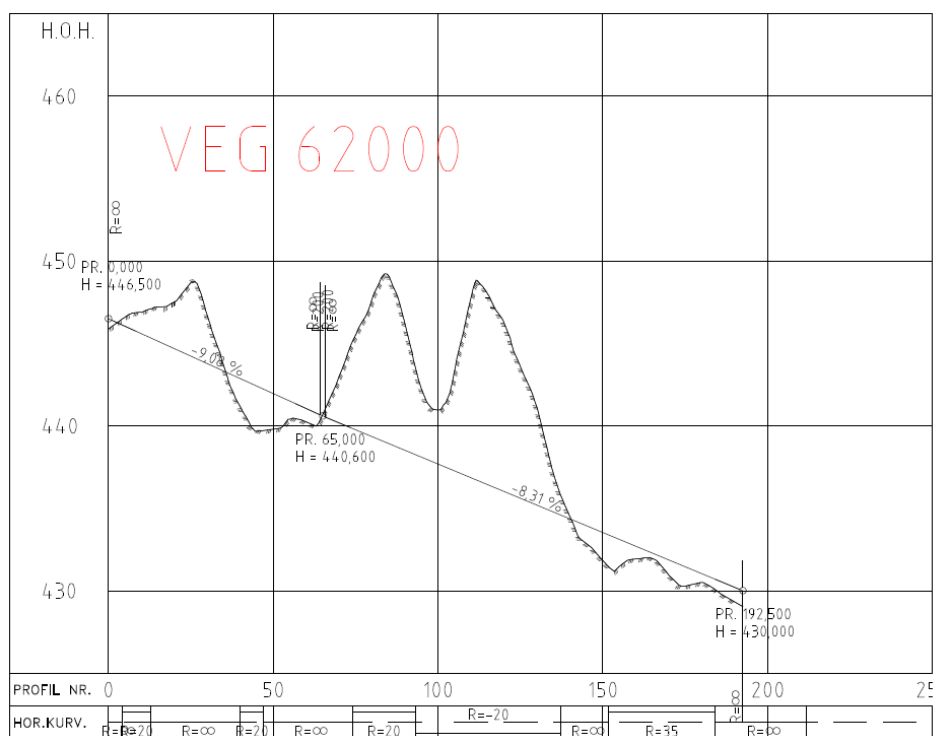


Lengde og helning på de ulike traséene er gitt i Tabell 6-2. Som det fremgår av tabellen, har traséen på vestsiden av elva (nr. 62000) både kortest lengde og minst stigning. Det vurderes også sannsynlig at deler av veien kan fundamenteres på fjell, da det antas at det går en fjellrygg ned mot elva i dette området. Dette må imidlertid bekreftes ved utførelse av geotekniske undersøkelser (sonderboring eller fjellkontrollboring) i forbindelse med en eventuell detaljprosjektering. Likevel, på nåværende tidspunkt, anses traséen på vestsiden av elva som den foretrukne.

Trasé nr	Side av elv	Start ved kote	Lengde	Stigning
60000	Øst	479,18	330,0 m	-14,24 %
61000	Øst	464,54	313,0 m	-11,34 %
62000	Vest	446,50	192,5 m	-9,08 % og -8,31 %

Tabell 6-2. Ulike traséer for adkomst ned til elva ved Surnflot.

Lengdeprofilen for veitrasé nr. 62000 er vist på Figur 6-8. Valg av denne traséen innebærer delvis store skjæringer gjennom det som antas er en fjellrygg mellom profil nr. 70 og 130. Det må derfor påregnes sprengningsarbeid. For optimalisering må linje tilpasses i både horisontal- og vertikalplanet.



Figur 6-8. Lengdeprofil for trasé nr. 62000 på vestsiden av elva.

### 6.8.2 Oppbygging

Det forutsettes at veien bygges som en «sommerbilvei for tømmerbil uten henger», dvs. i henhold til veiklasse 5 i «Normaler for landbruksveier med byggebeskrivelse» (Landbruk- og matdepartementet, 2013). Veien bygges med minimum veibredde på 4,0 m og for å tåle en dimensjonerende aksellast på 10 tonn. Det forutsettes at skråningshelninger ikke bygges brattere enn 1;1,5.

Overbygningen skal bestå av filterlag, forsterkningslag, bærelag og slitelag, som vist på Figur 6-9.

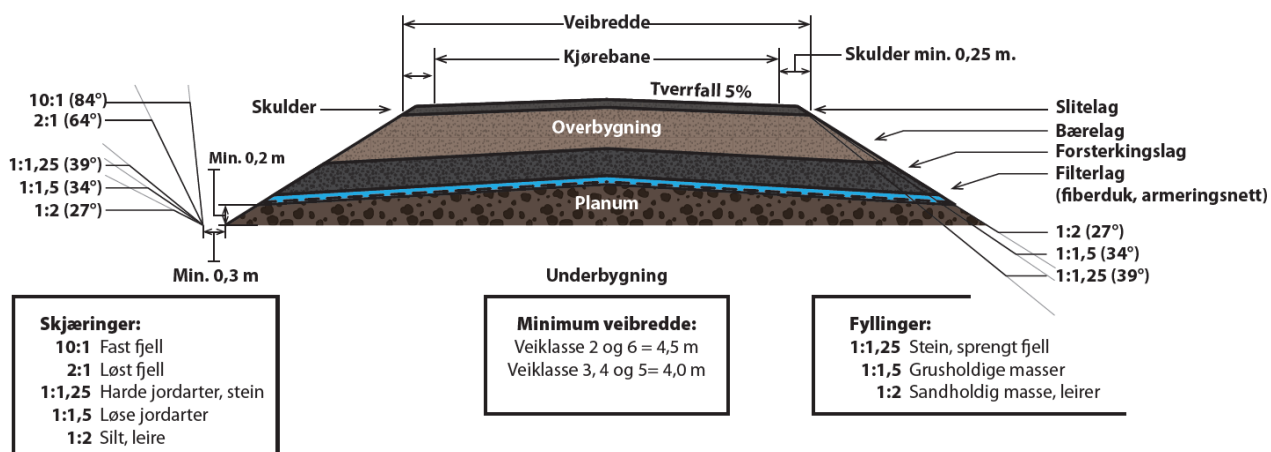
**Filterlag:** Kan bestå av fiberduk som tilfredsstiller NorGeoSpec.

**Forsterkningslag:** Godt drenerende og ikke-telefarlige materialer.

**Bærelag:** Velgradert materiale med god stabilitet og bæreevne.

**Slitelag:** Minimum 10 cm tykt ferdig komprimert. Fortrinnsvis bestående av knust masse.

Det henvises til «Normalen» (Landbruk- og matdepartementet, 2013) for nærmere beskrivelser og grenseverdier for kornfordeling av materialene i de ulike lagene.



Figur 6-9. Oppbygging av veibanen (kilde: Normalen for landbruksveier).

### 6.8.3 Mengder

For valgt trasé er det beregnet følgende mengder:

- Avskoging: ca. 5 000 m<sup>2</sup>
- Sprengning: ca. 3 000 m<sup>3</sup>
- Avgroving masser: ca. 7 500 m<sup>3</sup>

Tilkjøpte masser:

- Slitelag: ca. 80 m<sup>3</sup>
- Bærelag/forsterkningslag: ca. 350 m<sup>3</sup>
- Fiberduk: 1 200 m<sup>2</sup>

## 6.9 Avlagring og permanente masseuttak langs Dørja

Som et rimeligere alternativ til etablering av en bunnlastsperre er det vurdert etablering av ett eller flere permanente masseuttaksområder langs Dørja. Hensikten er å fjerne masser som naturlig avsettes langs elva i forkant av flomsesongen, slik at elva har større kapasitet til å avlagre masser under flom. Hvis slike uttak også kombineres med kommersiell drift, kan dette gi grunneiere en økonomisk gevinst og dermed redusere den økonomiske byrden for offentligheten. Det antas også at kostnadene forbundet med etablering av masseuttaksområder er relativt små sammenlignet med etablering av en bunnlastsperre.

Slike tiltak utføres regelmessig langs andre elver som også er utsatt for stor massetransport. Et eksempel er langs Frya i Ringebu kommune. Tidligere var det vanlig med uttak av masser fra elvevifta, der Frya møter Gudbrandsdalslågen. I senere år har fokus på de negative miljøkonsekvensene av slike masseuttak fra elvevifter redusert omfanget.

For at et masseuttak skal ha tilstrekkelig flomreduserende effekt, bør følgende kriterier oppnås:

- Størrelsen – Uttaksområdet må ha tilstrekkelig størrelse for å kunne avlagre så stort volum sedimenter som mulig. For Dørja er det estimert at netto sedimentbudsjett under flom er ca. på lag 40 000 m<sup>3</sup>.
- Elvegradient – For at elva skal avlagre masser må elvegradienten gjennom uttaksområdet reduseres i forhold til gjennomsnittlig helning i elva.
- Terskel – Det bør etableres en eller flere løsmasseterskler nedstrøms uttaksområdet slik at vannhastigheten gjennom området reduseres. Terskelene må utformes for fiskevandring og bør ikke overstige 2,0 m.
- Oppstrøms områder – Det må påses at nærliggende områder ikke negativt påvirkes av en heving av vannstanden i en flomsituasjon.
- Nedstrøms området – Det må påses at økt vannhastighet nedstrøms terskel ikke negativt påvirker strømningsforhold eller eksisterende forbygninger.

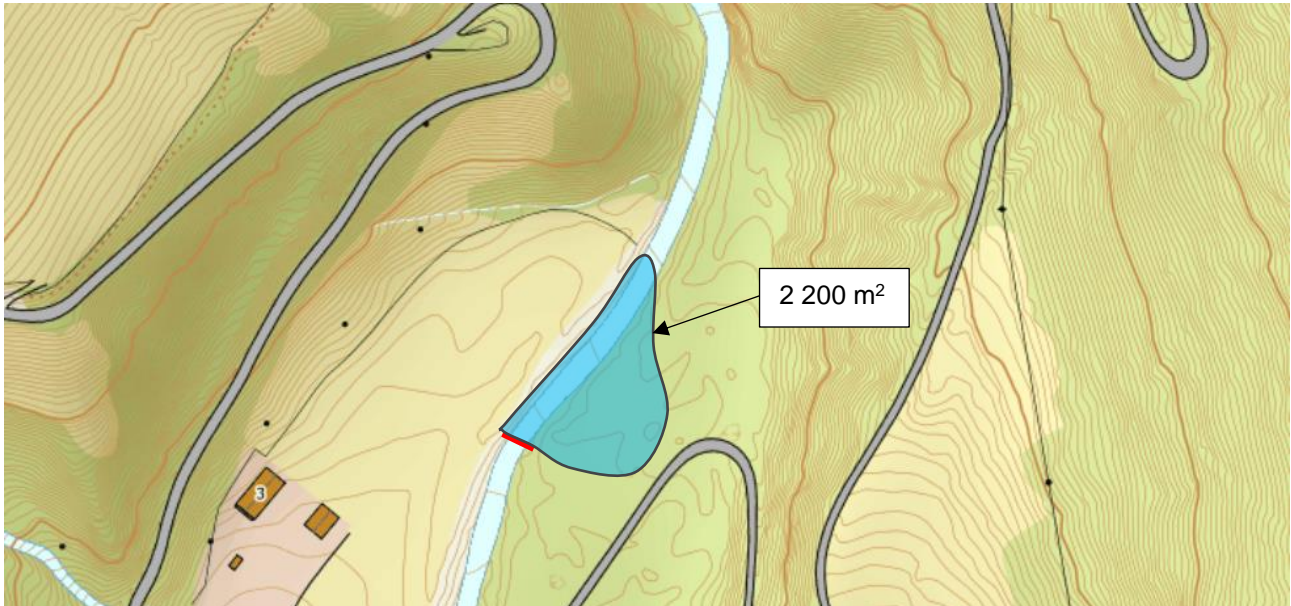
I tillegg må det være veiadkomst til uttaksområdet slik at «magasinet» kan jevnlig tømmes på en trygg måte.

Med hensyn på veiadkomst og tilgjengelig areal vurderes kun to lokaliteter langs Dørja som mulige uttaksområder. Det nederste er like oppstrøms Helleberg, mellom km 0,5 og km 0,6 (se Figur 6-10). Det øverste er ved Flutua, like nedstrøms samløp med Gryta, mellom km 1,8 og km 1,9 (se Figur 6-11).

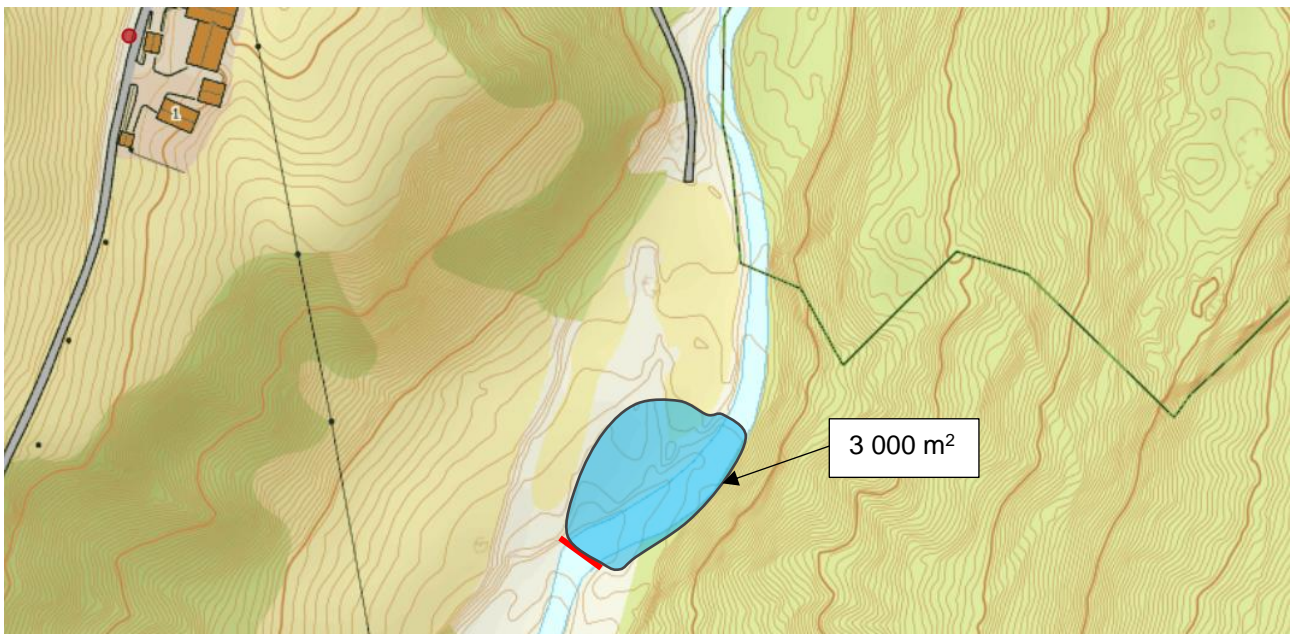
Begrensninger i forhold til størrelsen på uttaksområdene er gitt av høyden på tersklene. For å unngå klassifisering iht. Damsikkerhetsforskriften bør høyden ikke overstige 2,0 m. På grunn av den høye elvegradienten (ca. 3% ved Helleberg og over 4% ved Flutua) er arealet meget begrenset. Det kan eventuelt etableres en serie terskler for å øke størrelsen på uttaksområdet. Maksimalt uttaket per terskel/uttaksområde er sannsynligvis i størrelsesorden 2 000 – 3 000 m<sup>3</sup>. Beskrivelse og prinsippsskisse som viser oppbygging av en løsmasseterskel er gitt i kapittel 4.5.1.

Sammenlignet med et estimert sedimentbudsjett på 40 000 m<sup>3</sup> per flomepisode, vil slike permanente masseuttak isolert sett kun ha begrenset flomreduserende effekt. Likevel fremstår tiltakene som et rimelig alternativ til etablering av en bunnlastsperre, og sammen med øvrige flomsikringstiltak, kan bidra til å øke flomsikkerheten ved Helleberg. I så måte anbefales det at tiltakene vurderes videre i samråd med grunneiere og myndigheter.





Figur 6-10. Forslag til uttaksområde like oppstrøms Helleberg (km 0,5 – 0,6).



Figur 6-11. Forslag til uttaksområde ved Flutua, like nedstrøms samløp med Gryta (km 1,8 - 1,9).

## 7 Kostnadsoverslag

### 7.1 Generelt

Det er utarbeidet kostnadsoverslag for tiltakene beskrevet i denne rapporten. En oversikt er gitt i Tabell 7-1, mens detaljerte kostnadsoverslag er gitt i vedlegg 7.

Tiltak	Beskrivelse	Kostnad (eks. MVA)
1	Erosjonssikring av elva	kr 18 100 000
2	Sikring av rasutsatte skråninger	kr 15 960 000
3	Etablering av bunnlastsperre, inkl. adkomstvei	kr 21 750 000

Tabell 7-1. Kostnadsoverslag foreslåtte tiltak.

### 7.2 Forutsetninger og usikkerhet

#### 7.2.1 Generelt

Enhetsprisene som er oppgitt i vedlagte kostnadsoverslag er basert på erfaringstall fra sammenlignbare oppdrag der Norconsult har utført prosjekteringen. Det er viktig å understreke at det er stor variasjon i enhetsprisene fra prosjekt til prosjekt og fra entreprenør til entreprenør. Mengder er basert på anslag fra tidligfase-prosjektering. Både enhetspriser og mengder er dermed usikre, og representerer resultater som bør betraktes som et svært grove overslag. I tillegg vil poster som «rigg og drift» og «uforutsett» medføre stor usikkerhet.

#### 7.2.2 Tiltak 1 – Erosjonssikring av elva

Det forutsettes at utformingen av erosjonssikringen av elvekantene bygges opp som vist i kapittel 4.2, der det benyttes plastringsstein med diameter  $D_{50} = 0,9$  m.

Det er konservativt valgt å benytte 750 kr/m<sup>3</sup> pga. ukjent levering- og transport kostnader. Dette er i øvre grense av erfaringspriser for tilsvarende prosjekter med rehabilitering av steinfyllingsdammer og erosjonssikring. Skulle det vise seg at stor steinblokk kan fremskaffes fra lokalt steinbrudd, vil dette kunne føre til besparelser.

Bruk av plastringsstein med diameter  $D_{50} = 0,9$  m er å anse som den «anbefalte beste løsningen». Ved detaljprosjektering, kan alternative løsninger vurderes, som for eksempel bruk av stein tilgjengelig langs elva og noe mindre steinstørrelse. Dette vil gi ytterligere besparelser.

Videre er det forutsatt bruk av fiberduk mellom eksisterende terreng og filterlaget. Dette må vurderes på stedet og kan eventuelt fjernes hvis underliggende terreng består av fluviale masser.

Det er ikke medregnet kostnader for etablering av steinbelter. Dette involverer kun lokal graving i elveløpet og, hvis utført sammen med andre tiltak, vil ha relativt marginal tilleggskostnad. Det anbefales derfor at det utføres som regningsarbeider.

#### 7.2.3 Tiltak 2 – Sikring av rasutsatte skråninger

For sikring av rasutsatte skråninger er de oppgitte enhetsprisene basert på innspill fra GeoSyntia Norge, samt entreprenørfirma Dobloug Entreprenør AS. Priser for levering av materialer (geonett, kokosnett, jordnagler etc.) anses dermed som relativt sikre. Det er imidlertid knyttet stor usikkerhet til utjevning av skråninger, etablering av interne faringer (anleggsveier) og selve utførelsen av rassikringen. Her må det påregnes stor usikkerhet.

#### **7.2.4 Tiltak 3 – Etablering av bunnlastsperre**

Kostnadsoverslagene for bunnlastsperren, inkludert etablering av anleggsveien ned til damstedet, er basert på tidligfase prosjektering. Det bør som et minimum utføres geotekniske og geologiske undersøkelser som grunnlag for videre prosjektering. Resultatene av dette arbeidet vil bidra til å konkretisere den tekniske løsningen og dermed de estimerte kostnadene.

Det er ikke medregnet kostnader for etablering av permanente masseuttak langs elva som beskrevet i kapittel 6.9. Det er ikke vurdert nødvendig med dette tiltaket hvis det etableres en bunnlastsperre ved Surnflot.



## 8 Konklusjoner og anbefalinger

Dørja er en svært masseførende elv som løper gjennom bratt terreng bestående av dårlig sortert morene materiale med rasutsatt dalskråninger på hver side av elva. Skråningene ligger stort sett på rasvinkel og er dårlig sikret mot avrenning og erosjon. Flommene i juni 2011 og mai 2013 medførte store materielle skader, spesielt ved Helleberg, der Dørja munner ut i Jøra. Årsaken til de store skadene var at Dørja ved flere steder langs elva brøt ut av sitt elveleie og fant nye løp gjennom bebygde strøk. En medvirkende faktor var at sedimenter som ble erodert og transportert lengre oppe i vanndraget ble avsatt ved elvemunningen, noe som førte til lokal heving av elvebunnen og dermed overtopping av elvekantene.

Selv om det har blitt utført flomsikringstiltak lengre nede i vassdraget ved kanalisering og erosjonssikring av elveløpet, vil fremtidige flommer fortsatt kunne forårsake skade på grunn av faren for at sedimenter avsettes under flom. Det bør derfor vurderes tiltak for å redusere sedimenttransport. I denne mulighetsstudien er det vurdert både tiltak for å redusere forekomsten av sedimenttransport, i tillegg til tiltak for å redusere skadepotensialet av sedimenttransport når det først oppstår.

For å redusere forekomsten av sedimenttransport er det foreslått tiltak både langs elva, og tiltak i dalskråningene. Hovedsakelig ved å erosjonssikre elvekantene, ved å sikre blottlagte løsmasseskråninger, etablere avskjæringsgrøfter og erosjonssikre sidebekker. Det er noe usikkerhet knyttet til hvor mye av sedimenttransporten som stammer fra ras og flomskred i dalskråningene og hvor mye som skyldes erosjon langs elva. Disse prosessene påvirker uansett hverandre; ras og skred fra dalskråningene tilfører elva sedimenter som igjen fører til økt erosjon, og økt erosjon i elva undergraver dalskråningene slik at disse blir ustabile og øker faren for ras.

Tiltak for erosjonssikring av elva er estimert til å koste om lag kr 18 millioner, mens tiltak for sikring av dalskråningene er estimert til å koste om lag kr 16 millioner. Det er imidlertid forutsatt at sikring av dalskråningene uansett utføres i kombinasjon med sikring av elva. Dermed blir den totale kostnaden for sikring av dalskråningene på om lag kr 34 millioner.

Av størst kost-nytte vurderes erosjonssikring av elva. Dette har både den laveste kostnadsrammen, og sannsynligvis den høyeste gevinsten i forhold til reduksjon av sedimenttransport. Anskaffelsen av stor steinblokk,  $D_{50} > 0,9$  m utgjør en stor del av kostnaden. Hvis det er mulig å anskaffe stor blokk hos lokalt steinbrudd kan dette utgjøre store besparelser. Hvis erosjonssikringen av hovedelva kombineres med sikring av sidebekkene (etablering av avskjæringsgrøfter og erosjonssikring av nedløp), vil dette bidra til å redusere fare for flomskred i dalskråningene.

Det viktigste tiltaket for å redusere skadepotensialet ved sedimenttransport er etablering av en bunnlastsperre ved Surnflot. Bunnlastsperren har som hensikt å sikre at sedimenter avsettes på en kontrollert måte, og dermed unngå at de forårsaker flomskade videre nedover vassdraget. Bunnlastsperren bygges som en tradisjonell betongdam med en 600 mm bred drenasjespalte for avledning av normalvannføring i elva, uten at det bygges opp et magasin bak dammen. Ved flom overstiges kapasiteten til drenasjespalten og vannstanden stiger, vannhastigheten reduseres og elva avsetter sedimenter. Disse kan trygt fjernes ved et senere tidspunkt.

En 12 m høy bunnlastsperre er estimert å koste om lag kr 21,7 millioner. Dette inkluderer også prosjektering, etablering av adkomstveien og energidreper nedstrøms bunnlastsperren. Betongvolumet er beregnet til ca. 1000 m<sup>3</sup>, mens det er beregnet til 800 m<sup>2</sup> forskaling og 24 tonn armering. Damhøyde på 11 m (krone på 433 moh.) medfører en kostnadsreduksjon på kr 1,7 mill. og damhøyde på 10 m medfører en kostnadsreduksjon på kr 2,9 millioner. Magasinvolumet for en 12 m høy dam er beregnet til ca. 45 000 m<sup>3</sup>. Dette reduseres med henholdsvis 24% og 47% for på 11 m og 10 m. Estimer utført av NVE etter flommene i 2011 og 2013 viser at ca. 80 000 m<sup>3</sup> (netto) sedimenter ble transportert nedover Dørja fordelt på de to flommene. Ut fra dette, vurderes en damhøyde på 11-12 m å gi tilstrekkelig magasinivolum.

Basert på ovenstående diskusjon av kost-nytte er det gjort en skjønnsmessig prioritering av tiltakene beskrevet i denne mulighetsstudien. Denne prioriteringen er vist i tabellen under.

Tiltaksområde	Beskrivelse	Referanse	Prioritet
Erosjonssikring av elva	Erosjonssikring av elvekanter langs foten av rasutsatte skråninger	kap. 4.2	1
Erosjonssikring av elva	Erosjonssikring av elvekanter generelt	kap. 4.2	2
Erosjonssikring av elva	Etablering av steinbelter	kap. 4.5.2	3
Erosjonssikring av elva	Opprydding av elveløpet (trær, busker)	kap. 4.6	1
Erosjonssikring av elva	Heving av flomvoll langs Dørja ved Helleberg	kap. 4.7	2
Erosjonssikring av elva	Tiltak ved bro Vestringsvegen	kap. 4.8	3
Erosjonssikring av elva	Heving av flomvoll langs Jøra	kap. 0	1
Sikring av dalskråninger	Opprydding og erosjonssikring av sidebekker	kap. 5.3	1
Sikring av dalskråninger	Erosjonssikring av dalskråninger ved bruk av geonett og kokosnett	kap. 5.4	3
Sikring av dalskråninger	Bedre drenering av landbruksarealer	kap. 5.5	1
Bunnlastsperre	Etablering av bunnlastsperre ved Surnflot	kap. 6	2
Bunnlastsperre	Avlagring av permanente masseuttak langs Dørja	Kap. 6.9	3

Tabell 8-1. Prioriteringer av tiltakene beskrevet i denne mulighetsstudien.

## 9 Referanser

- Landbruk- og matdepartementet. (2013). *Normaler for landbruksveier - med byggebeskrivelse*.
- LFI. (2018). *Tiltakshåndbok for bedre fysisk vannmiljø: God praksis ved miljøforberedende tiltak i elver og bekker, LFI-Rapport nr. 296, M-1051, Norwegian Research Centre, Laboratorium for ferskvannøkologi og innlandsfiske*.
- m.fl., H. E. (2020). *Vigga*. Hentet fra <https://www.vigga.no/debatt/2020/05/22/%E2%80%93Flomsikring-m%C3%A5-bygge-p%C3%A5-kunnskap-21895281.ece>.
- NVE. (1998). *Vassdragshåndboka - håndbok i forbygningsteknikk og vassdragsmiljø*. Trondheim: Tapir.
- NVE. (2005). *Retningslinjer for flomløp, til §§ 4-6 og 4-13 i forskrift om sikkerhet og tilsyn*. Oslo: NVE.
- NVE. (2009). *Veileder for dimensjonering av erosjonssikringer av stein, Rapport 4/2009*.
- NVE. (2010). *Nedre Otta kraftverk, Konsekvenser av utbyggingsplaner - erosjon og sedimenttransport, Oppdragsrapport serie A nr. 1 2010*.
- NVE. (2011). *Opprensning i Dørja, Pinseflommen 2011, brev datert 18.11.2011*.
- NVE. (2011). *Tiltak i vassdrag, Flom- og erosjonssikring mot Dørja ved Helleberg, Flomskadeplan*.
- NVE. (2012). *Planlegging og bygging, veileder til damsikkerhetsforskriften*.
- NVE. (2013). *Tiltak i vassdrag, Flom- og erosjonssikring mot Dørja ved Helleberg, Flomskadeplan*.
- NVE. (2016). *Gudbrandsdalslågen, Sedimentkilder og sedimenttransport, Som bakgrunn for tiltak i forvaltningsplanen, Rapport 89/2016*.
- NVE. (2018). *Revurdering av vassdragsanlegg, veileder til damsikkerhetsforskriften*.
- NVE. (2019). *Overvåkning av vassdragsanlegg, veileder til damsikkerhetsforskriften*.
- NVE/Multiconsult. (2019). *Tretten flomverk (VV 8940), Øyer kommune, Nr 17/2019*.
- Oppland fylkeskommune. (2017). *Veiledning og råd for planlegging og gjennomføring av tiltak for å redusere flom- og skredskader, - Regional plan for Gudbrandsdalslågen med sidevassdrag*.
- Oppland fylkeskommune. (2018). *Lågenplanen, Regional plan for Gudbrandsdalslågen med sidevassdrag, Tiltak for å redusere flom- og skredskader*.



## 10 Vedlegg

1. Notat: Befaringsnotat ifm. mulighetsstudie Dørja 16.06.2020, Norconsult AS, juni 2020.
2. Notat: Flomberegninger for Dørja og Jøra, Norconsult AS, november 2020.
3. Notat: Vannlinjeberegning for Dørja, Norconsult AS, november 2020.
4. Notat: Ingeniørgeologisk vurdering, Norconsult AS, august 2020.
5. Notat: Kartlegging av naturmiljø langs Dørja, Norconsult AS, august 2020.
6. Notat: Fisk, desember
7. Kostnadsoverslag
8. Tegning: Oversiktskart som viser foreslåtte tiltak
9. Tegning: Bunnlastsperre ved Surnflot

# Vedlegg 1

Notat: Befaringsnotat ifm. mulighetsstudie Dørja  
16.06.2020, Norconsult AS, juni 2020.

Oppdragsgiver: **Gausdal kommune**  
Oppdragsnr.: **5204617** Dokumentnr.: **bn\_01**

**Til:** Jon Sylte  
**Fra:** Daniel Fossberg  
**Dato:** 2020-07-08

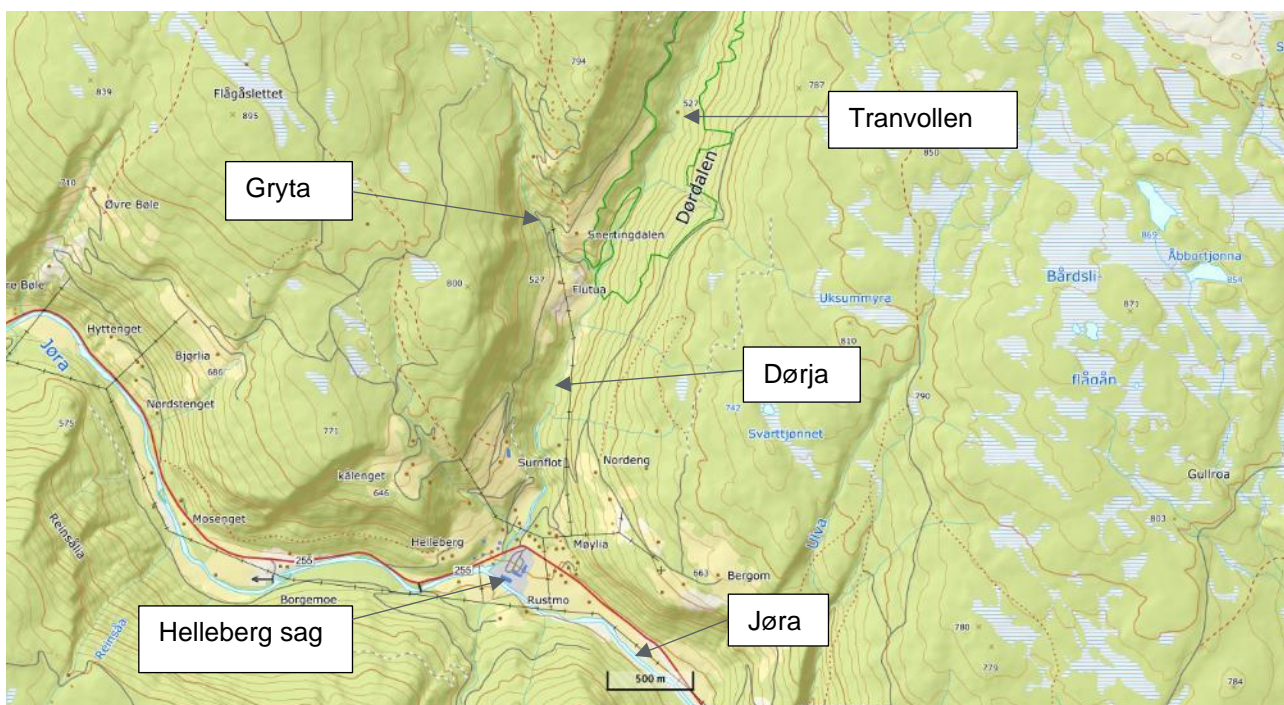
## ► Befaringsnotat ifm. mulighetsstudie Dørja 16.06.2020

Dato: 16.06.2020

Til stede: Jon Sylte (Gausdal kommune), Jo-Morten Høistad (Gausdal kommune), Erling Surnflødt (grunneier 74/1), Lars Jensen (Norconsult) og Daniel Fossberg (Norconsult).

Vær: Sol og ca. 25°C

Strekning befart: Dørja fra samløp med Jøra ved Helleberg sag til Tranvollen, samt Gryta fra samløp med Dørja til veikryssing ved Snertingdalen.



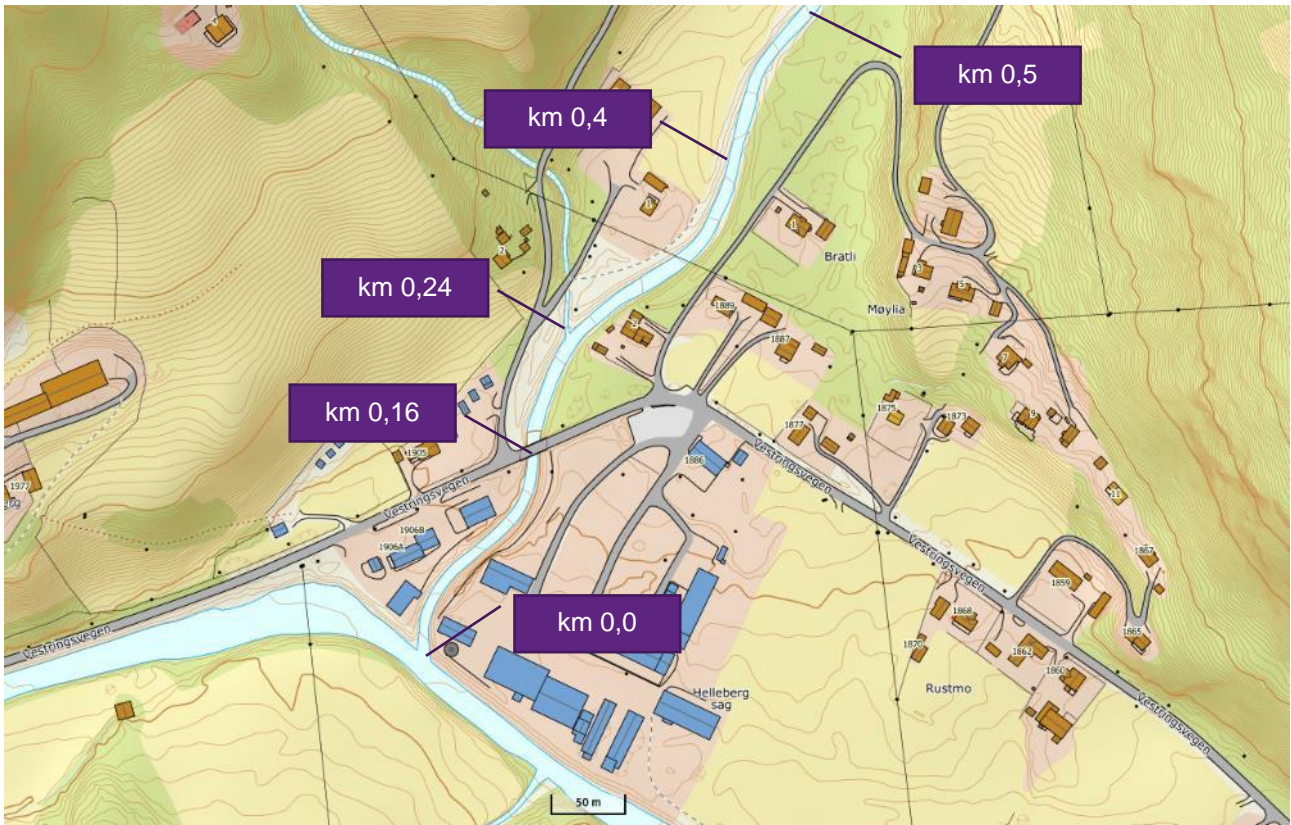
Figur 1. Oversiktskart over elvestrekninge som ble befart.



## Beskrivelse av elvestrekning

Dette notatet beskriver elva Dørja fra nedstrøms ende ved samløp med Jøra opp til Tranvollan ved km 3,2. Deretter elva Gryta fra samløp med Dørja opp til veikryssingen ved Snerthingdalen ved km 0,47.

### Fra Helleberg sag km 0,0 til km 0,5



Figur 2. Fra Helleberg sag ved samløp med Jøra km 0,0 til km 0,5.

Nedre del av Dørja har blitt kanalisert og erosjonssikret etter flommene i 2011 og 2013. Erosjonssikringen er utført på en slik måte at steinens største flate ligger parallelt med skråningen, dermed dannes en jevn overflate. Fugene er tettet med mindre sprengstein. Det er i tillegg utført bunnsikring av elva langs strekningen. Bunnsikringen er beskrevet i NVEs notat «Flom- og erosjonssikring mot Dørja ved Helleberg» datert 05.12.2011. Ifølge dette notatet skulle det etableres 5 bunnsikringer i dette området. Ifølge flyfoto ser det ut som det i stedet ble etablert 8 bunnsikringer.



# Notat

Oppdragsgiver: **Gausdal kommune**

Oppdragsnr.: **5204617** Dokumentnr.: **bn\_01**



Figur 3. Venstre: Jøra like nedstrøms samløp; høyre: nedre del av Dørja ved Helleberg sag, kanalisert og erosjonssikret.



Figur 4. Venstre: km 0,16 bruene tilhørende Vestringsvegen; høyre: km 0,24 samløp med bekken fra Surnflot/Kjølset.



Figur 5. Venstre: inntak ved veikryssing km 0,035; høyre: Stikkrenne under veikryssing ved km 0,115.

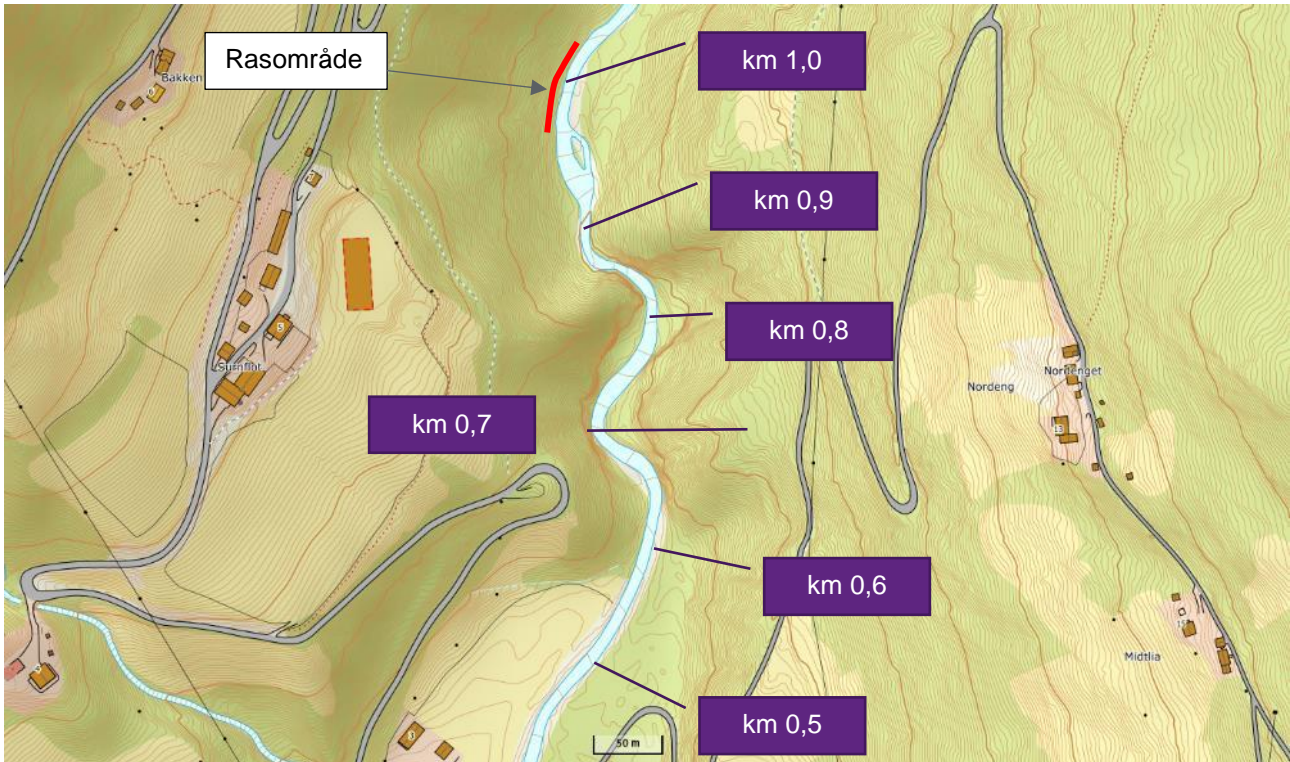
Vestringsvegen krysser elva ved km 0,16. Lysåpningen under bruen ble målt ved befaringsnotat til  $b=8,9$  m og  $h=2,55$  m. Avstand mellom underkant bru og veidekke er 0,4 m.

Elva får ved 0,24 km tilsig fra vest via en bekk fra Surnflot/Kjølset. Bekken har et mindre nedbørfeltareal på om lag  $1,1$  km<sup>2</sup>. Nedre del av bekken krysses av flere lokale veier. Dimensjon av stikkrenne ved km 0,035 (målt fra samløp med Dørja) ble målt til diameter 1,1 m og lengde 12 m (betongrør) mens dimensjoner av stikkrenne ved km 0,015 ble målt til diameter 1,8 m og lengde 8 m (korrugert stålrør).

Kanalisering og erosjonssikring av elva avsluttes ca. ved km 0,6.

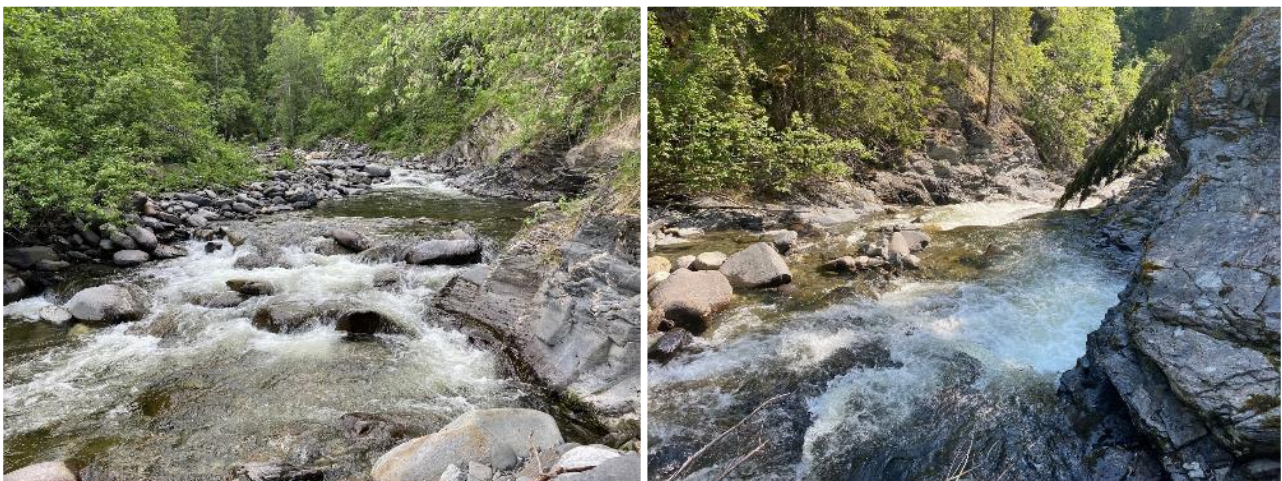


## Fra km 0,5 til km 1,0, inkl. mulig damsted



Figur 6. Strekningen ved Surnflot, som inkluderer mulig damsted.

Fra ca. km 0,5 får elva et mer naturlig preg. Elva svinger gjennom et område som er preget av meget bratte skråninger. I dette området er det også observert fjell i dagen langs begge elvebredder. Det antas også at det er fjell under elvebunnen, selv om dette var vanskelig å bekrefte ved befarings. Ved km 1,0 er det en strekning med lengde ca. 40 m på vestsiden av elva som er utsatt for erosjon (se Figur 9).



Figur 7. Venstre: km 0,6 km sett motstrøms; høyre: km 0,9 km sett medstrøms.





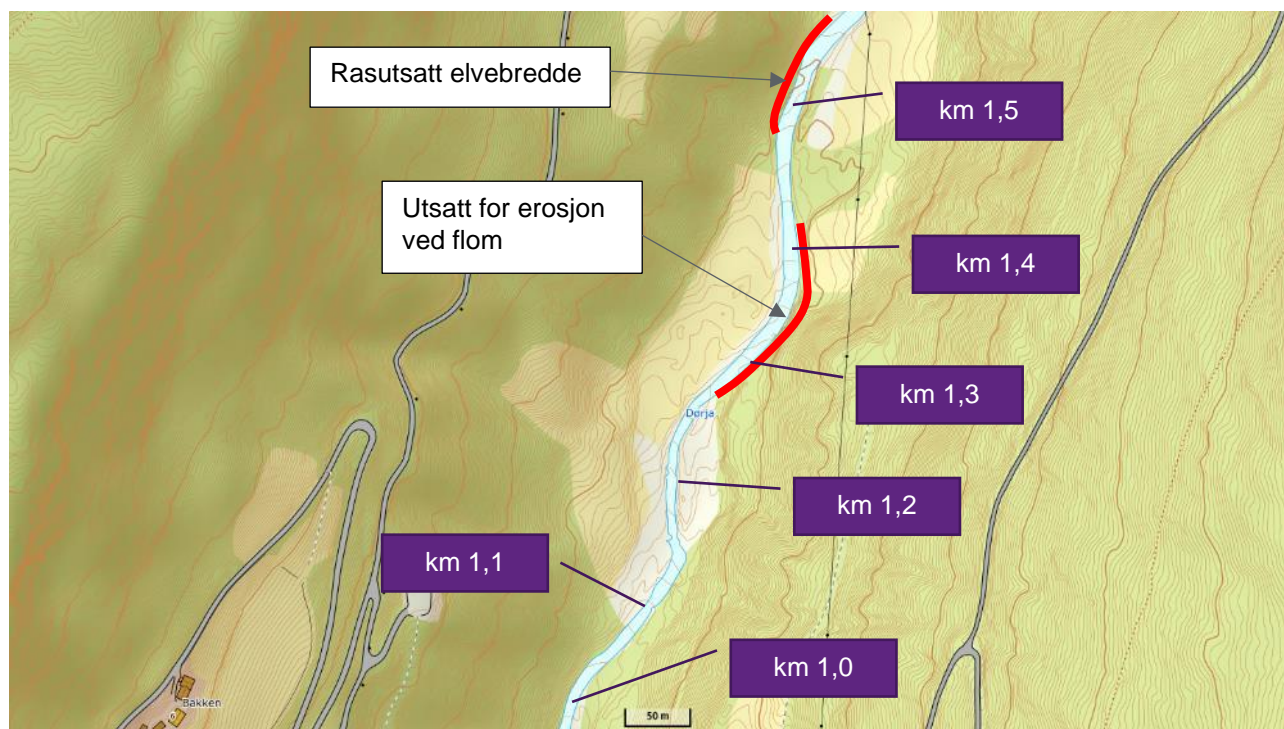
*Figur 8. Venstre: km 0,9 elva ved mulig damsted sett motstrøms; høyre: Utsikt ned mot elva fra vei ned fra Surnflot gård.*



*Figur 9. Venstre/høyre: km 1,0 rasutsatt parti langs vestsiden av elva.*



## Fra km 1,0 til km 1,5



Fra ca. km 1,1 åpner dalføret seg ut og elva løper gjennom et område som er preget av mye løsmasser. Langs elva er det avsatt relativt store mengder runde elvestein. Elva har i dette området sannsynligvis tatt nye løp i forbindelse med flom. Det er noe rester fra sikringsarbeider utført etter flommen i 2011. Langs yttersvingen mellom km 1,3 og km 1,4 er det tegn på erosjon ved stor vannføring. Det ligger mye trær og kvister som under flom kan føre til tilstopping og økt vannstand.



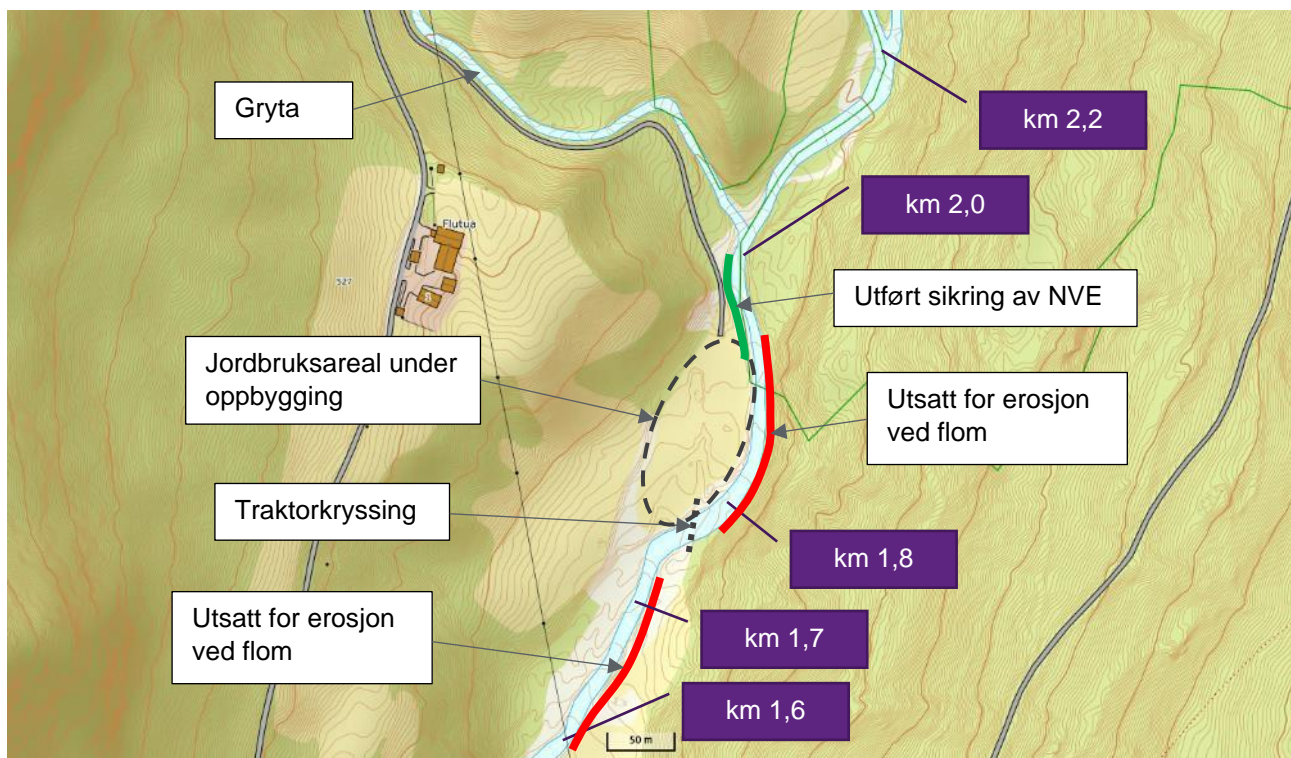
Figur 10. Venstre: km 1,1 sett motstrøms; høyre: km 1,35 langs yttersving





Figur 11. Venstre: km 1,35 viser mye avsatt trær og kvister; høyre: km 1,5 ved starten på jordbruksområder langs østsiden av elva.

## Fra km 1,5 til km 2,2



Figur 12. Fra km 1,6 til samløp med Gryta og videre opp til km 2,2.

Mellom km 1,5 og km 1,6, langs vestsiden av elva er elvebredden meget rasutsatt langs ca. 70-80 m av yttersvingen (se Figur 13). Mellom km 1,6 og km 1,75 langs jordene på østsiden av elva, er elvekantene også utsatt for erosjon, lengde ca. 150 m. Dette er igjen tilfellet mellom km 1,8 og 1,95. Fra ca. km 1,95 og opp til samløp med Gryta (ca. 50 m) har det blitt utført flomsikringstiltak av NVE etter flommen i 2013, spesielt langs veien på vestsiden av elva. Det er ingen tegn til skade på sikringen langs strekningen.





Figur 13. Venstre: km 1,5 yttersving på vestsiden av elva, ca. 40 m nedstrøms høyspentlinje krysser elv. Viser rasutsatt elvebredde; høyre: km 1,7 langs vestbredden, der elva har tatt nytt løp i forbindelse med flom (se f.eks. Norgebilder).



Figur 14. Venstre: km 1,7 østre elvebredde langs jordbruksarealene er også utsatt for erosjon; høyre: km 1,75 ved svingen.



# Notat

Oppdragsgiver: **Gausdal kommune**

Oppdragsnr.: **5204617** Dokumentnr.: **bn\_01**

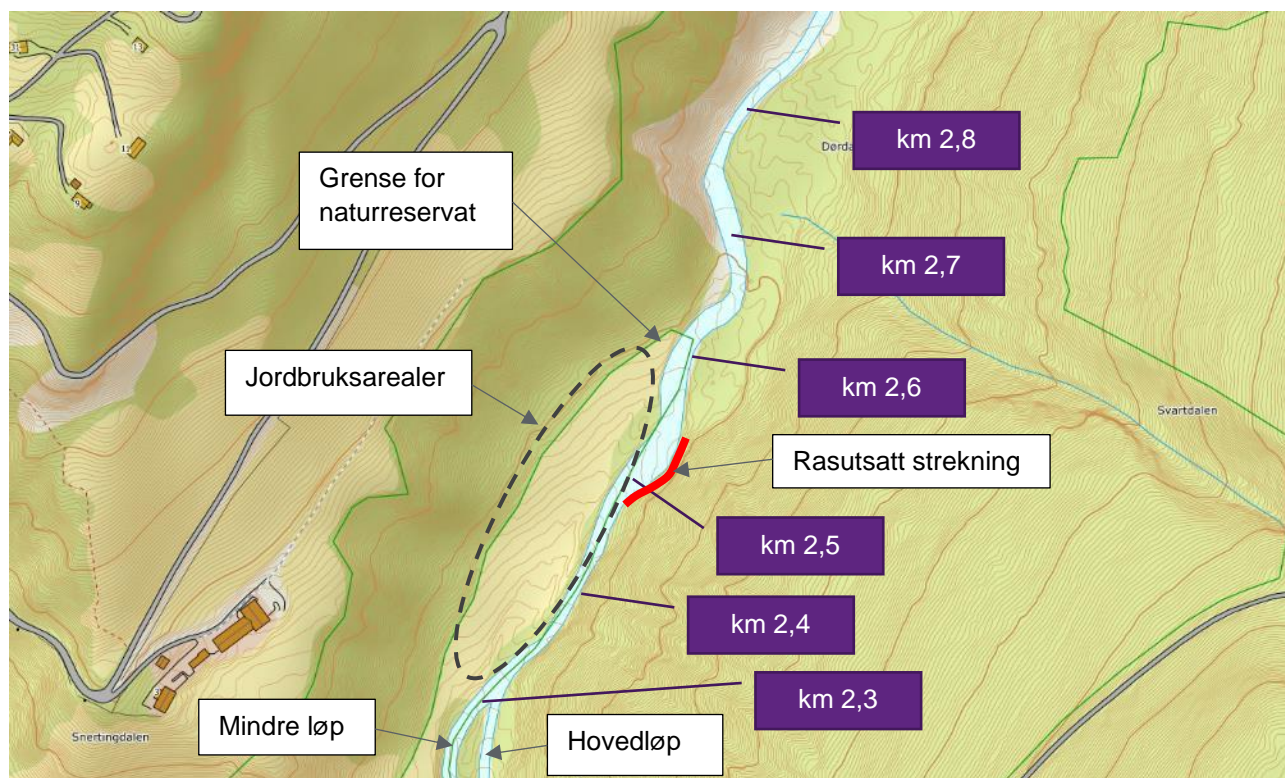


Figur 15. Venstre: km 1,78 nedsenket elvekanter for kryssing av elv med traktor; høyre: jordbruksareal langs vestsiden av elva.



Figur 16. km 1,9 langs yttersving på østsiden av elva like nedstrøms starten på naturreservat; høyre: km 1,95 fra dette punkt og opp til samløp med Gryta er Dørja erosjonssikret i yttersvingen (vestsiden).



**Fra km 2,3 til km 2,8**

Figur 17. Elvestrekningen fra km 2,3 til km 2,8.

Ved km 2,25 deler elva seg i to løp. Hovedløpet er østre løp. Det var lite vannføring i vestre løp ved befaring. Østsiden av elva ligger innenfor naturreservatet, mens deler av vestsiden ligger på utsiden av naturreservatet. Her er det i stedet opparbeidet jordbruksområde opp til km 2,6. Langs jordet er utført erosjonssikring ved bruk av stedlige masser (stor rund elvestein). På østsiden av elva i naturreservatet ved km 2,5 er det et rasutsatt parti i yttersvingen, lengde ca. 50 m.





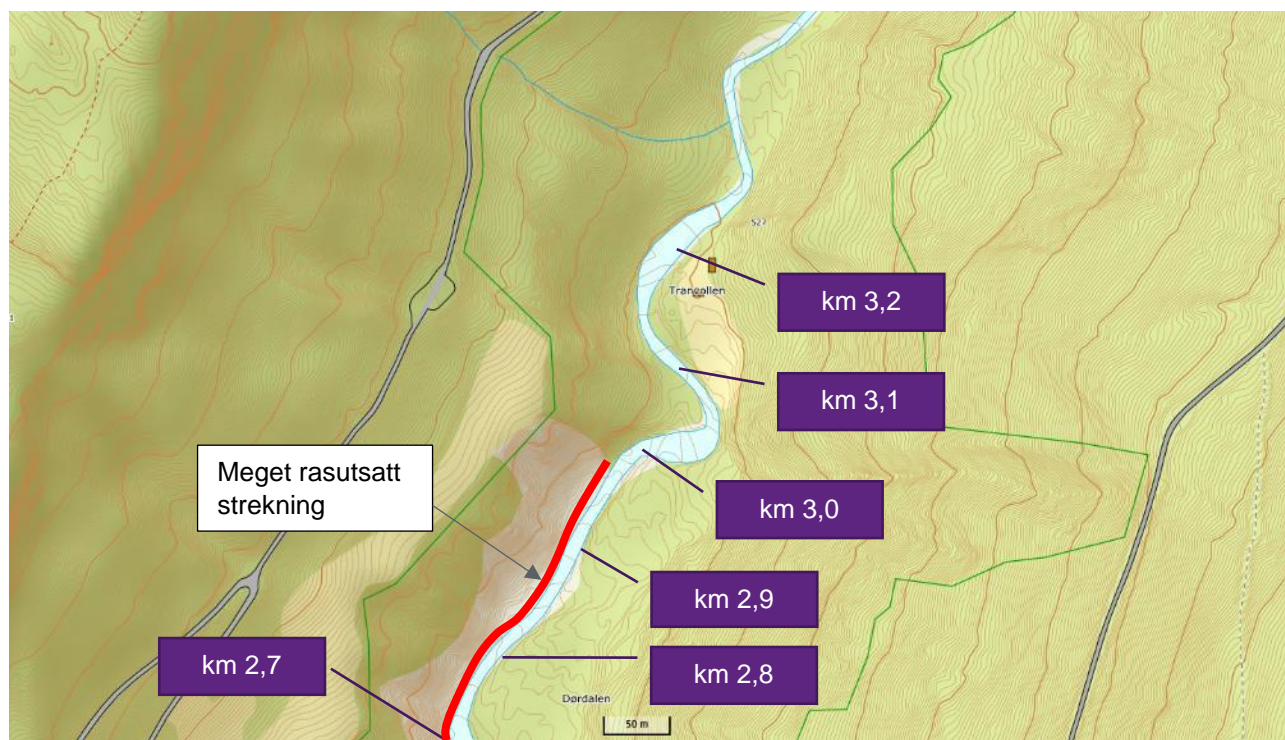
*Figur 18. Venstre: km 2,25 langs vestre løp (hovedløp er lengst til høyre), sett motstrøms; høyre: km 2,45 sett motstrøms (naturresevatet er langs østre elvebredde) med erosjonssikring langs jordet på vestsiden.*



*Figur 19. Venstre: km 2,5 rasutsatt strekning lengde ca. 50 m østsiden; høyre: samme område, sett medstrøms.*



## Fra km 2,7 til km 3,2 (Tranvollen)



Figur 20. Strekning fra km 2,7 til km 3,2 (Tranvollen).

Den øverste delen av Dørja som ble befart inkluderer en strekning på om lag 250 m med meget rasutsatt skråning langs vestsiden av elva fra km 2,7 til km 2,95. Begge sider av elva ligger innenfor naturreservat.



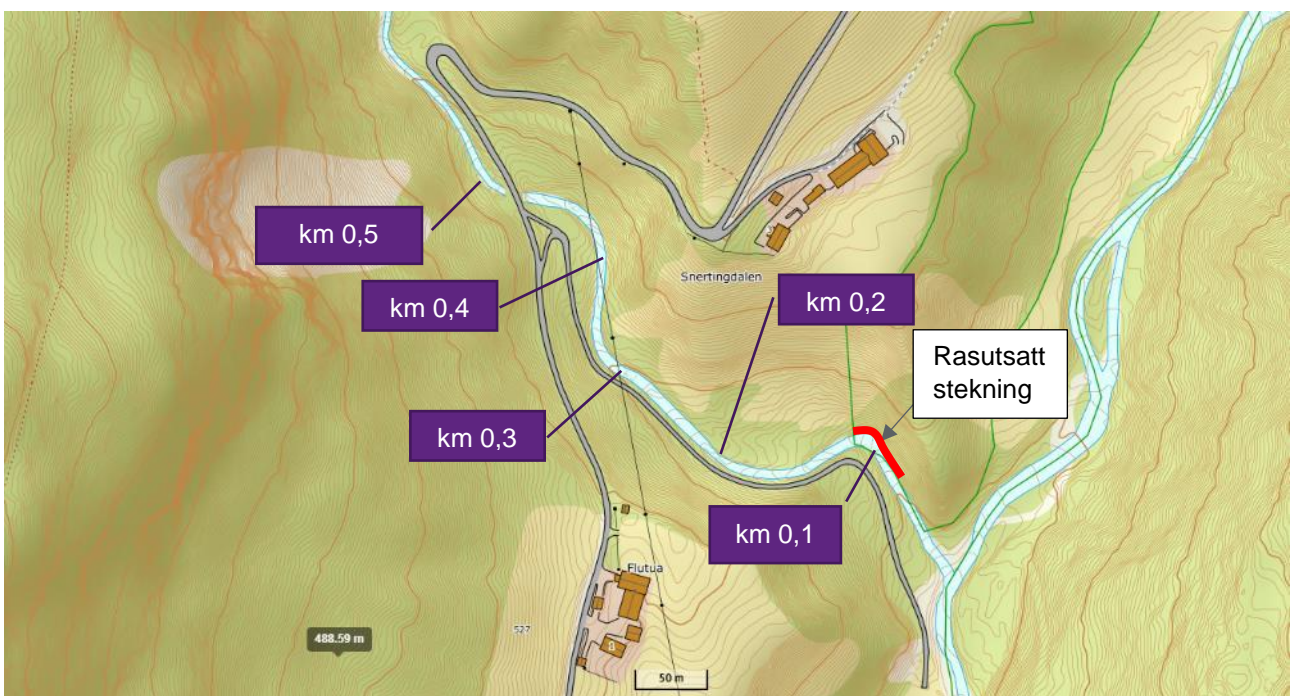
Figur 21. Venstre: km 2,7 like nedstrøms rasutsatt strekning sett motstrøms; høyre: km 2,9 ved øvre del av rasutsatt strekning, sett medstrøms.





Figur 22. Venstre: Nærbilde av skråning tyder på at det ofte går mindre ras ved høy nedbør; høyre: massene består av hovedsakelig av morenemateriale, alt fra leire til større blokk / elvestein.

## Gryta fra samløp med Dørja til oppstrøms elvekryssing km 0,5



Figur 23. Elva Gryta fra samløp med Dørja opp til km 0,5 like oppstrøms elvekryssing.

Nedre del av elva Gryta er preget av stor helning og bratte skråninger på hver side. Elvebunnen og elvekantene består av stor rund elvestein. Nordsiden av elva ved km 0,1 er rasutsatt i ytersvingen. Elva krysses av veien Snertingdalen ved km 0,47. Elvekryssingen består av en fylling med stikkrenne av korrugert metall, diameter ca. 3,0 m og lengde ca. 10 m.

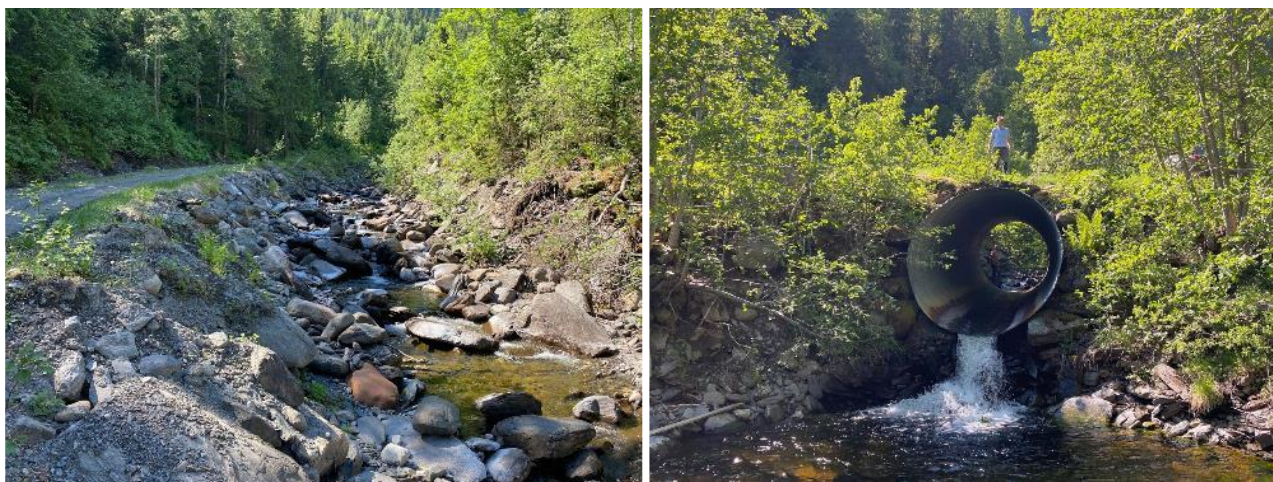


Oppdragsgiver: **Gausdal kommune**

Oppdragsnr.: **5204617** Dokumentnr.: **bn\_01**



Figur 24. Venstre: km 0,15 langs Gryta sett motstrøms; høyre: km 0,15 sett medstrøms, viser rasutsatt område på nordsiden ved km 0,1.



Figur 25. Venstre: km 0,2 langs Snertingdalen sett motstrøms; høyre: stikkrenne under Snertingalen ved km 0,47.

D02	2020-07-08	Justert tekst etter innspill fra oppdragsgiver	D. Fossberg		
D01	2020-06-29	For bruk	D. Fossberg	L. Jenssen	D. Fossberg
<b>Versjon</b>	<b>Dato</b>	<b>Beskrivelse</b>	<b>Utarbeidet</b>	<b>Fagkontrollert</b>	<b>Godkjent</b>

Dette dokumentet er utarbeidet av Norconsult AS som del av det oppdraget som dokumentet omhandler. Opphavsretten tilhører Norconsult AS. Dokumentet må bare benyttes til det formål som oppdragsavtalen beskriver, og må ikke kopieres eller gjøres tilgjengelig på annen måte eller i større utstrekning enn formålet tilsier.

## Vedlegg 2

Notat: Flomberegninger for Dørja og Jøra,  
Norconsult AS, november 2020.



Oppdragsgiver: **Gausdal kommune**

Oppdragsnr.: **5204617** Dokumentnr.: **NO\_515\_FB\_001**

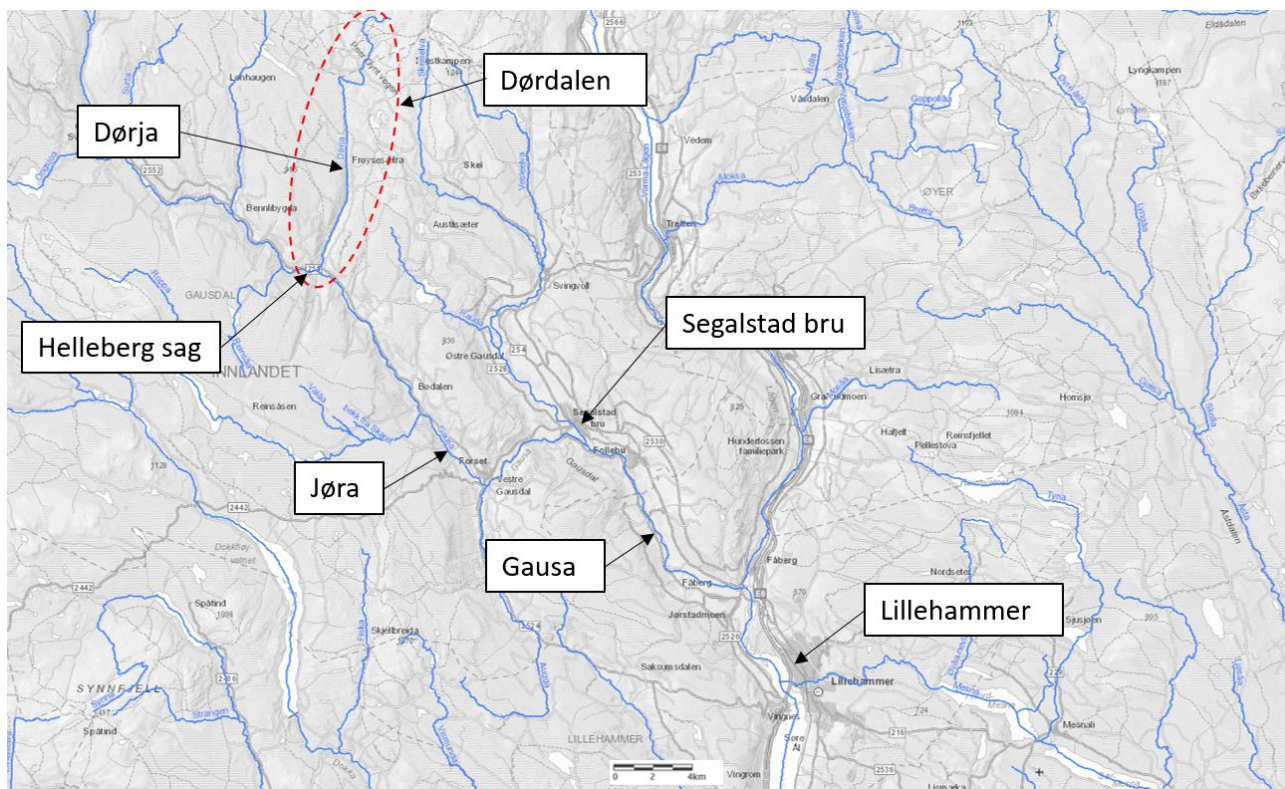
**Til:** Gausdal kommune v/Jon Sylte  
**Fra:** Norconsult AS v/Daniel Fossberg  
**Dato:** 2020-11-18

## ► Flomberegninger for Dørja og Jøra

### Innledning

Gausdal kommune har engasjert Norconsult AS til å utføre en mulighetsstudie for flomsikringstiltak og masseavlagringsbasseng langs elva Dørja i Gausdal kommune, Innlandet fylke. Som ledd i dette arbeidet skal det utarbeides en hydraulisk modell (vannlinjemodell) for Dørja fra Tranvollan ned til samtløp med Jøra. Grunnlaget for vannlinjemodellen skal være vannføringen ved en 200-års flom der det også skal tas hensyn til mulige konsekvenser av klimaendringer. I tillegg skal det beregnes en vannstand i Jøra, for bruk i den hydrauliske modellen som nedre grensebetingelse. I denne rapporten er det beregnet flomvannføringer for ulike gjentaksintervaller for både Dørja og Jøra.

En oversikt over vassdragene er gitt på Figur 1.



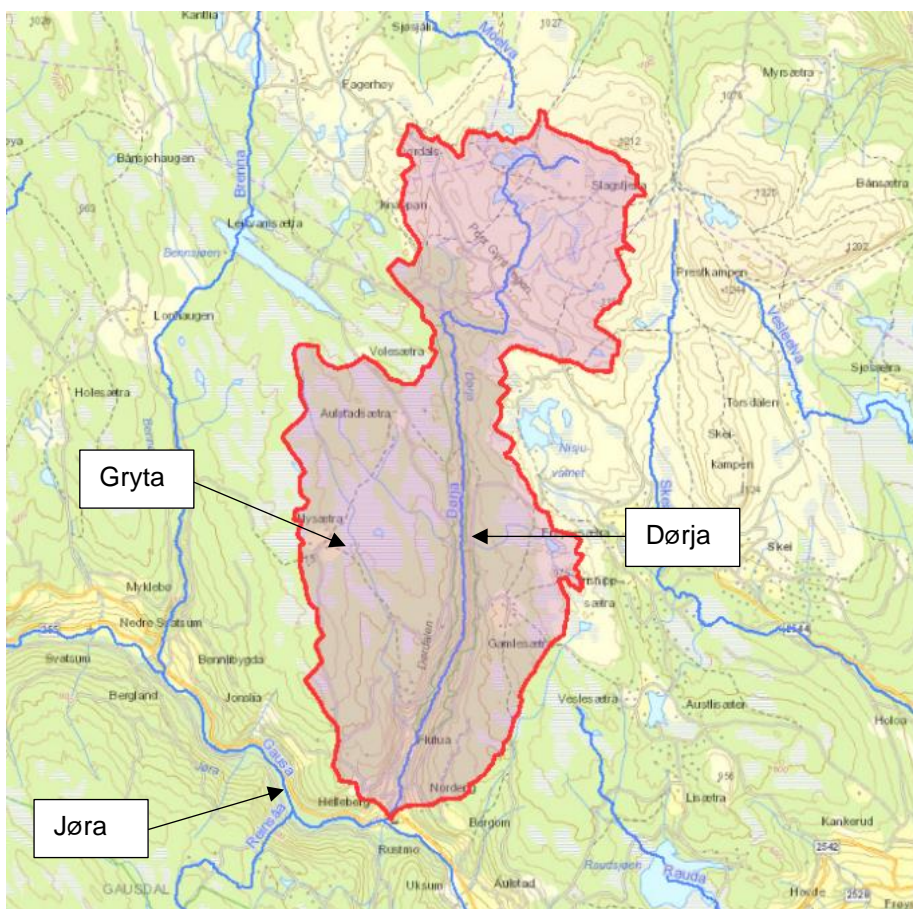
Figur 1. Oversikt over hovedvassdragene i området (kilde: NVE Atlas).

## Feltbeskrivelse

### Dørja

Elva Dørja renner i retning nord - sør og har et nedbørfeltareal på 54 km<sup>2</sup> like oppstrøms samløp med Jøra (se Figur 2). Feltet grenser mot Moelva i nord, Brenna i vest og Skeiselva i øst og strekker opp til 1200 moh. lengst mot nord. Feltet er preget av bratte skråninger og lite sjødekket areal. Vanligvis finner de største flommene sted i mai-juni i forbindelse med snøsmelting, men det kan også forekomme flom som skyldes regnflom.

Feltparametere for Dørja er vist i Tabell 1.



Figur 2. Nedbørfeltet til Dørja oppstrøms samløp med Jøra (kilde: NVE Nevina).

Areal (km <sup>2</sup> )	H <sub>MIN</sub> /H <sub>50</sub> /H <sub>MAX</sub> (moh.)	Avrenning, Q <sub>N</sub> (l/s*km <sup>2</sup> )	Effektiv sjø, A <sub>SE</sub> (%)	Feltlengde (km)	Elvelengde (km)	Helning (°)	Snaufjell (%)
54	404/894/1206	17,0	0,03	14,0	17,9	8,6	17,2

Tabell 1. Feltparametere for Dørja oppstrøms samløp med Jøra (kilde: NVE Nevina).



Oppdragsgiver: **Gausdal kommune**

Oppdragsnr.: **5204617** Dokumentnr.: **NO\_515\_FB\_001**

## Jøra

Elva Jøra renner i retning nord – sørøst og har et nedbørfelt på 376 km<sup>2</sup> like oppstrøms samløp med Dørja, som øker til 447 km<sup>2</sup> like nedstrøms (se Figur 3). Like ved samløpet får Jøra tilsig fra sørsiden av Gausdal fra elva Haukåa. Feltet til Jøra grenser mot Vinstra i nord og vest (inkl. Espedalsvatnet), mot Dokka og tilhørende sidevassdrag i sør og mot Vorma-Lågen i øst.

Feltparametere for Jøra er vist i Tabell 2.



Figur 3. Nedbørfeltet til Jøra nedstrøms samløp med Dørja (kilde: NVE Nevina).

Areal (km <sup>2</sup> )	H <sub>MIN</sub> /H <sub>50</sub> /H <sub>MAX</sub> (moh.)	Avrenning, Q <sub>N</sub> (l/s*km <sup>2</sup> )	Effektiv sjø, A <sub>SE</sub> (%)	Feltlengde (km)	Elvelengde (km)	Helning (°)	Snaufjell (%)
447	392/907/1513	17,4	0,09	32,9	43,5	8,2	13,4

Tabell 2. Feltparametere for Jøra nedstrøms samløp med Dørja (kilde: NVE Nevina).



## Flomfrekvensanalyse

Det er gjort et forsøk på å finne nærliggende vannføringsstasjoner fra uregulerte felt med sammenlignbare feltkarakteristikker som Dørja og Jøra. Det finnes dessverre ingen vannføringsstasjoner i Dørja-feltet og heller ikke i Jøra-feltet. Lengre nedstrøms, langs Gausa, ligger vannføringsstasjon 2.28 Aulestad. Denne stasjonen har vannføringsmålinger helt tilbake til 1929 og er lite påvirket av regulering. Feltarealet til 2.28 Aulestad er på ca. 870 km<sup>2</sup>, slik at det vanskeliggjør direkte bruk i beregning av flommer for Dørja. Det gir imidlertid en god representasjon av vannføringsforholdene i Jøra, som utgjør ca. halvparten av feltarealet til vannføringsstasjonen.

De øvrige to vannføringsstasjonene ligger noe lengre unna. Vannføringsstasjon 2.415 Espedalsvatn ligger i Espa-vassdraget som renner ut i Vinstra og deretter ut i Vorma-Lågen. Avstand fra Dørja til Espedalsvatn er ca. 30 km i nord-vestlig retning. Vannføringsstasjon 2.276 Furusjøen ligger øverst i elva Frya, som renner ut i Lågen i Ringebu kommune. Avstand fra Dørja til Furusjøen er ca. 57 km i nordlig retning.

Feltparametere for de tre vannføringsstasjonene er vist i tabellen under.

Nr.	Stasjonsnavn	Areal (km <sup>2</sup> )	Periode	Antall år data	H <sub>MIN</sub> /H <sub>50</sub> /H <sub>MAX</sub> (moh.)	Avrenning QN (l/s*km <sup>2</sup> )	A <sub>SE</sub> (%)
2.28	Aulestad	870	1929-2019	91	199/850/1513	17,2	0,05
2.415	Espedalsvatn	94,4	1976-2019	37	721/1055/1449	20,8	4,83
2.276	Furusjøen	66,9	1964-1988	25	852/1037/1661	14,9	8,01

Tabell 3. Feltparametere og tilgjengelig data fra utvalgte vannføringsstasjoner.

Resultater fra frekvensanalyse (Gumbel-fordeling) på døgnmiddelflommer er vist i tabellen under. En grafisk fremstilling av frekvensanalysene og ulike fordelingsfunksjoner er gitt i vedlegg.

Nr.	Stasjonsnavn	Q <sub>M</sub> (l/s*km <sup>2</sup> )	Q <sub>5</sub> (l/s*km <sup>2</sup> )	Q <sub>10</sub> (l/s*km <sup>2</sup> )	Q <sub>20</sub> (l/s*km <sup>2</sup> )	Q <sub>50</sub> (l/s*km <sup>2</sup> )	Q <sub>100</sub> (l/s*km <sup>2</sup> )	Q <sub>200</sub> (l/s*km <sup>2</sup> )	Q <sub>500</sub> (l/s*km <sup>2</sup> )
2.28	Aulestad	202	272	328	382	452	505	557	626
2.415	Espedalsvatn	181	252	310	365	437	490	544	614
2.276	Furusjøen	153	218	271	322	388	437	486	551

Tabell 4. Resultater fra flomfrekvensanalyse (døgnmiddelflommer) for utvalgte vannføringsstasjoner.

De spesifikke flomstørrelsene for en 200-års flom varierer fra ca. 490 l/s\*km<sup>2</sup> ved 2.276 Furusjøen til ca. 560 l/s\*km<sup>2</sup> ved 2.28 Aulestad. For Dørja, som har lavere effektiv sjøprosent sammenlignet med Espedalsvatn og Furusjøen, samt vesentlig mindre feltareal sammenlignet med Aulestad, kan det konkluderes med at den spesifikke flomstørrelsen bør ligge noe høyere enn resultatene for de tre vannføringsstasjonene presentert i tabellen over tilsier.

## NVEs formelverk for små uregulerte felt

Ved å benytte NVEs Nevina-applikasjon er det beregnet spesifikke flomstørrelser for Dørja basert på NVEs «Regional flomfrekvensanalyse (RFFA-2018)», samt NIFS formelverk fra 2015. Detaljerte resultater er funnet i vedlegg. En oversikt over resultatene er vist i tabellen under. Resultatene ved bruk av NIFS-formelverk er nedskalert fra kulminasjonsverdier til døgnmiddelveidier ved bruk av forholdstallet  $Q_{mom}/Q_{døgn} = 1,4$  (se avsnitt 0). Metoden er kun ment for bruk til beregning av flommer for nedbørfelt som har et areal på inntil 50 km<sup>2</sup>, og er derfor ikke brukt for å beregne flommer i Jøra.

Elv	Q <sub>M</sub> (l/s*km <sup>2</sup> )	Q <sub>5</sub> (l/s*km <sup>2</sup> )	Q <sub>10</sub> (l/s*km <sup>2</sup> )	Q <sub>20</sub> (l/s*km <sup>2</sup> )	Q <sub>50</sub> (l/s*km <sup>2</sup> )	Q <sub>100</sub> (l/s*km <sup>2</sup> )	Q <sub>200</sub> (l/s*km <sup>2</sup> )	Q <sub>500</sub> (l/s*km <sup>2</sup> )
RFFA-2018	208	249	294	336	394	439	483	543
NIFS-formelverk	222	281	335	392	477	551	635	766

Tabell 5. Resultater for Dørja ved bruk av RFFA-2018 og NIFS-formelverk (døgnmiddelflom).

### Observerte flommer

Det finnes ingen registrerte flomvannføringer for Dørja eller Jøra i det aktuelle området.

### Endelig valg av flomstørrelse

For Dørja velges det å legge til grunn resultatene ved bruk av NIFS-formelverk. Dette gav en spesifikk flomstørrelse for en 200-års flom på 635 l/s\*km<sup>2</sup>. Resultatene fra RFFA-2018 vurderes for lave sett i forhold til resultatene fra flomfrekvensanalyser på nærliggende vannføringsstasjoner.

For Jøra velges det å benytte resultatene fra flomfrekvensanalysen for vannføringsstasjon 2.28 Aulestad som gav en spesifikk flomstørrelse for en 200-års flom på 557 l/s\*km<sup>2</sup>. Feltet til Aulestad er omtrent dobbelt så stort som feltet til Jøra ved samløp med Dørja, men samtidig har feltet til Aulestad noe lavere effektiv sjøprosent. Det velges likevel å oppjustere noe den spesifikke flomstørrelsen for Jøra, til 570 l/s\*km<sup>2</sup>.

### Kulminasjonsverdi

I [1] er det fremlagt ligninger som uttrykker en sammenheng mellom forholdet  $Q_{\text{mom}}/Q_{\text{døgn}}$  og feltparametere for vår og høstsesong. For vårflokker er formelen:

$$Q_{\text{mom}}/Q_{\text{døgn}} = 1,72 - 0,17 * \log A - 0,125 * A_{\text{SE}}^{0,5}$$

Hvor A er feltareal (km<sup>2</sup>) og A<sub>SE</sub> er effektiv sjøprosent (%). Formelen gav et forholdstall på 1,40 for Dørja og 1,23 for Jøra.

### Mulige konsekvenser av klimaendringer

Iht. [1] anbefales det å ta hensyn til klimafremskrivninger i beregning av flomstørrelser. Endringer i klima er behandlet i NVEs rapport «Klimaendringer og framtidige flommer i Norge» utgitt i 2016 [2]. Generelt er det ventet at flommer som forårsakes av regn kommer til å øke, mens snøsmelteflommer i de større vassdragene vil avta. Ekstremnedbøren er ventet å øke i hele landet.

Iht. [2] er det for dette området ikke ventet noen økning i flomstørrelser i et fremtidig klima. I felt mindre enn 100 km<sup>2</sup> anbefales det likevel at man regner med en økning av flommer med 20 %. For Dørja legges til grunn denne anbefalingen og de beregnede flommene økes derfor med 20 %. Dette gir en spesifikk flomstørrelse for Dørja for en 200-års flom på 635 + 20 % = 760 l/s\*km<sup>2</sup>.

For Jøra, som har et feltareal på over 100 km<sup>2</sup>, er det valgt ingen økning av flomstørrelser som følge av mulige klimaendringer.

## Usikkerhet

Det vil alltid være en del usikkerhet knyttet til frekvensanalyser på flomvannføringer. Det foreligger heller ikke observasjoner av vannføring fra Dørja- eller Jøra-vassdraget. Den nærmeste vannføringsstasjonen ligger ved Segalstad Bru (2.28 Aulestad) og dets feltareal er vesentlig større enn Dørja, men også dobbelt så stort som Jøra. Likevel er det relativt god overensstemmelse mellom resultatene ved bruk av de ulike metodene; regional flomfrekvensanalyse (RFFA-2018), NIFS-formelverk og frekvensanalyser på nærliggende vannføringsstasjoner, slik at usikkerheten antas å være relativt begrenset.

## Resultater

Ved bruk av de spesifikke flomverdiene beregnet ved bruk av NIFS-formelverk for Dørja og ved hjelp av flomfrekvensanalyse for Jøra, får man resultater som vist i tabellen under.

Elv	Punkt	Feltareal (km <sup>2</sup> )	Q <sub>200</sub> døgnmiddel (m <sup>3</sup> /s)	Q <sub>200</sub> kulminasjon (m <sup>3</sup> /s)
Dørja	Tranvollen	37,1	28,3	39,6
Dørja	Nedstrøms samløp med Gryta	49,9	38,0	53,2
Dørja	Surnflot (mulig damsted)	51,7	39,4	55,2
Dørja	Oppstrøms samløp med Jøra (Helleberg sag)	53,8	41,0	57,4
Jøra	Oppstrøms samløp med Dørja	376	214,3	264,0
Jøra	Nedstrøms samløp med Dørja	447	254,8	313,9

Tabell 6. Døgn- og kulminasjonsvannføringer for Dørja og Jøra for en 200-års flom (inkl. klimafremskrivning).

Ved behov for beregning av flomstørrelser med andre gjentakintervaller benyttes følgende skaleringsfaktorer på 200-års flommen.

Elv (beregning)	Q <sub>M</sub> / Q <sub>200</sub>	Q <sub>5</sub> / Q <sub>200</sub>	Q <sub>10</sub> / Q <sub>200</sub>	Q <sub>20</sub> / Q <sub>200</sub>	Q <sub>50</sub> / Q <sub>200</sub>	Q <sub>100</sub> / Q <sub>200</sub>	Q <sub>500</sub> / Q <sub>200</sub>
Dørja (NIFS formelverk)	0,35	0,44	0,53	0,62	0,75	0,87	1,21
Jøra (2.28 Aulestad)	0,36	0,49	0,59	0,69	0,81	0,91	1,12

Tabell 7. Skaleringsfaktorer for bruk til beregning av flommer med ulike gjentakintervall.



Oppdragsgiver: **Gausdal kommune**

Oppdragsnr.: **5204617** Dokumentnr.: **NO\_515\_FB\_001**

## 1 Referanser

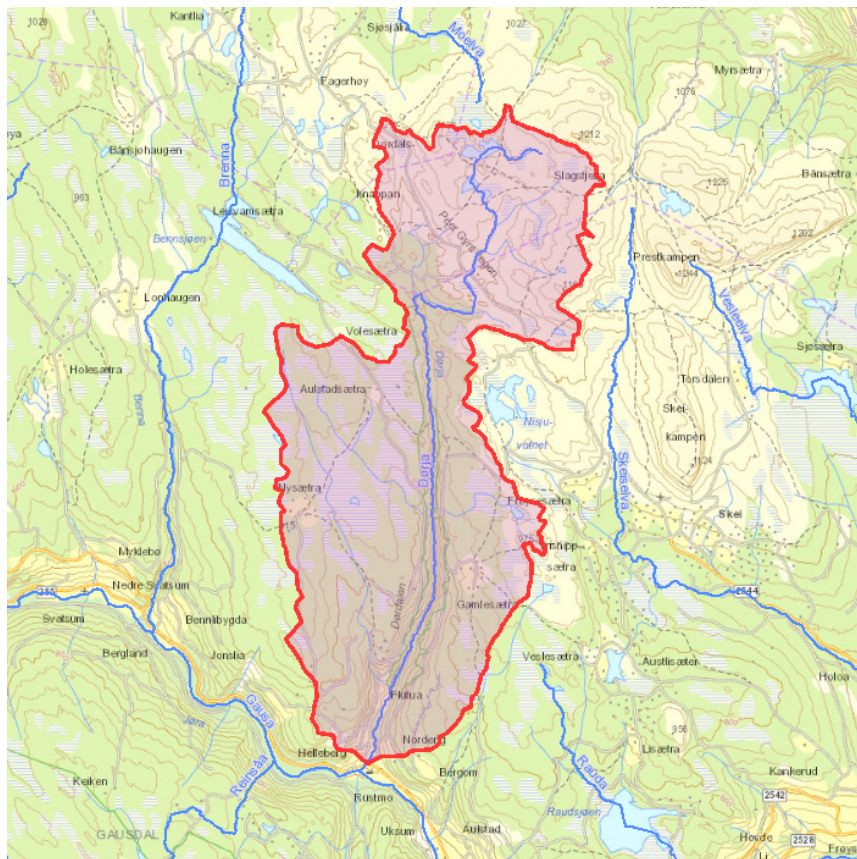
- [1]. NVE (2011). *Retningslinjer for flomberegninger*. Rapport 4-2011.
- [2]. NVE (2016). *Klimaendringer og framtidige flommer i Norge*. Rapport 81-2016.
- [3]. NVE (2015): *Nasjonalt formelverk for flomberegning i små nedbørfelt*. Rapport 13-2015
- [4]. NVE (2005). *Retningslinjer for flomløp*.

## 2 Vedlegg

- a) Utskrift fra NVE Nevina for Dørja og Jøra
- b) Frekvensanalyser

E01	2020-11-18	For bruk	D. Fossberg	L. Jenssen	A. Søreide
Versjon	Dato	Beskrivelse	Utarbeidet	Fagkontrollert	Godkjent

Dette dokumentet er utarbeidet av Norconsult AS som del av det oppdraget som dokumentet omhandler. Opphavsretten tilhører Norconsult AS. Dokumentet må bare benyttes til det formål som oppdragsavtalen beskriver, og må ikke kopieres eller gjøres tilgjengelig på annen måte eller i større utstrekning enn formålet tilsier.



Kartbakgrunn: Statens Kartverk  
 Kartdatum: EUREF89 WGS84  
 Prosjeksjon: UTM 33N  
 Beregn.punkt: 230658 E  
 6805558 N

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

# Nedbørfeltparametere

Vassdragsnr.: 002.DDDZ  
 Kommune.: Gausdal  
 Fylke.: Innlandet  
 Vassdrag.: Dørja

## Feltparametere

Areal (A)	53.8	km <sup>2</sup>
Effektiv sjø (A <sub>SE</sub> )	0.03	%
Elvleengde (E <sub>L</sub> )	17.9	km
Elvegradient (E <sub>G</sub> )	38.9	m/km
Elvegradient <sub>1085</sub> (E <sub>G,1085</sub> )	42.3	m/km
Helning	8.6	°
Dreneringstetthet (D <sub>T</sub> )	1.3	km <sup>-1</sup>
Feltlengde (F <sub>L</sub> )	14.0	km

## Arealklasse

Bre (A <sub>BRE</sub> )	0	%
Dyrket mark (A <sub>JORD</sub> )	2.1	%
Myr (A <sub>MYR</sub> )	15.1	%
Leire (A <sub>LEIRE</sub> )	0	%
Skog (A <sub>SKOG</sub> )	52.5	%
Sjø (A <sub>SJO</sub> )	1.1	%
Snaufjell (A <sub>SF</sub> )	17.2	%
Urban (A <sub>U</sub> )	0.0	%
Uklassifisert areal (A <sub>REST</sub> )	12.0	%

## Hypsografisk kurve

Høyde <sub>MIN</sub>	404	m
Høyde <sub>10</sub>	734	m
Høyde <sub>20</sub>	805	m
Høyde <sub>30</sub>	844	m
Høyde <sub>40</sub>	868	m
Høyde <sub>50</sub>	894	m
Høyde <sub>60</sub>	916	m
Høyde <sub>70</sub>	961	m
Høyde <sub>80</sub>	1032	m
Høyde <sub>90</sub>	1082	m
Høyde <sub>MAX</sub>	1206	m

## Klima- /hydrologiske parametere

Avrenning 1961-90 (Q <sub>N</sub> )	17	l/s*km <sup>2</sup>
Sommernedbør	362	mm
Vinternedbør	301	mm
Årstemperatur	-0.8	°C
Sommertemperatur	6.9	°C
Vintertemperatur	-6.2	°C

# Regional flomberegning

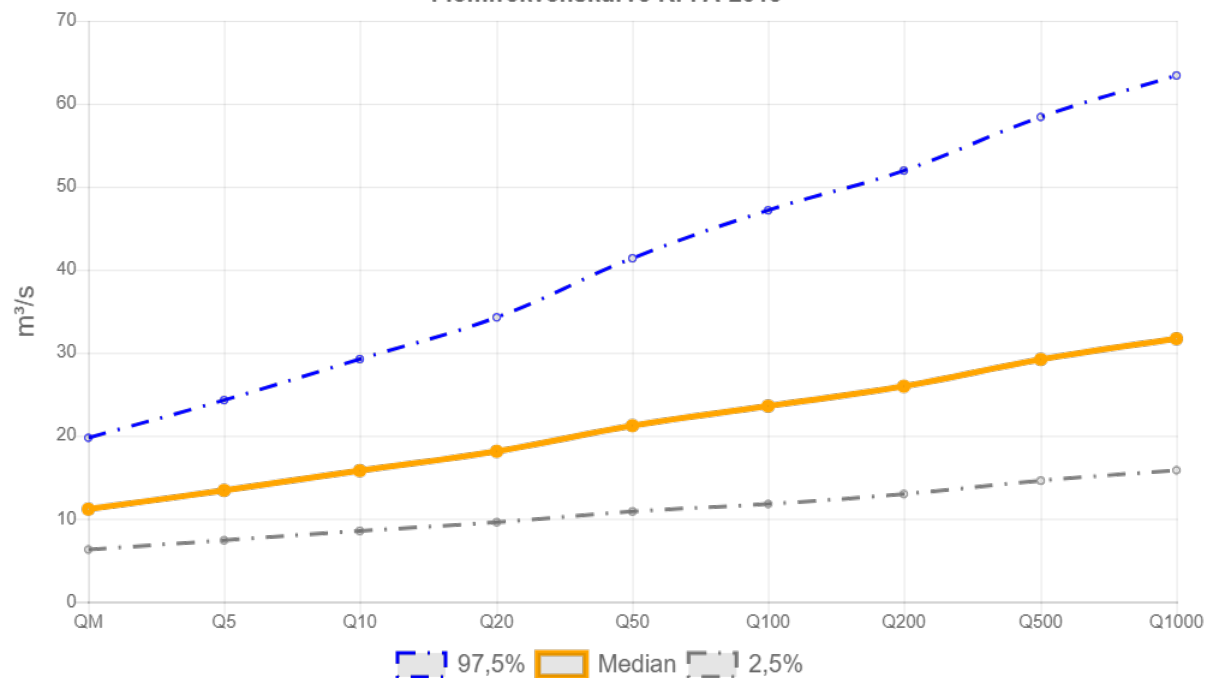
**Vassdragsnr.:** 002.DDDZ  
**Kommune.:** Gausdal  
**Fylke.:** Innlandet  
**Vassdrag.:** Dørja  
**Nedbørfeltareal:** 53.8 km<sup>2</sup>

Flomestimer er beregnet basert på «Regional flomfrekvensanalyse (RFFA-2018)». Om nedbørfeltet er mindre enn 60 km<sup>2</sup>, er det alternativt beregnet kulminasjonsflommer basert på NIFS-formelverk (2015).

Anbefalinger om klimapåslag er gitt i NVE rapport nr. 81-2016 og klimaprofiler for fylker (se [www.klimaservicesenter.no](http://www.klimaservicesenter.no)).

Hvordan bruke resultatene fra rapporten, se her.

Flomfrekvenskurve RFFA-2018



## RFFA-2018

Tidsoppløsning	Døgn	-
Indeksflom (QM): Medianflom	208	l/s*km <sup>2</sup>
Klimapåslag	20	%
Kulminasjonsfaktor	1.3	-

## NIFS-2015

Tidsoppløsning	Kulminasjon	-
Indeksflom (QM): Middelflom	312	l/s*km <sup>2</sup>
Klimapåslag	40	%

## Annet

Tilløpsflom	Nei	-
-------------	-----	---

## RFFA-2018 (døgnmiddel)

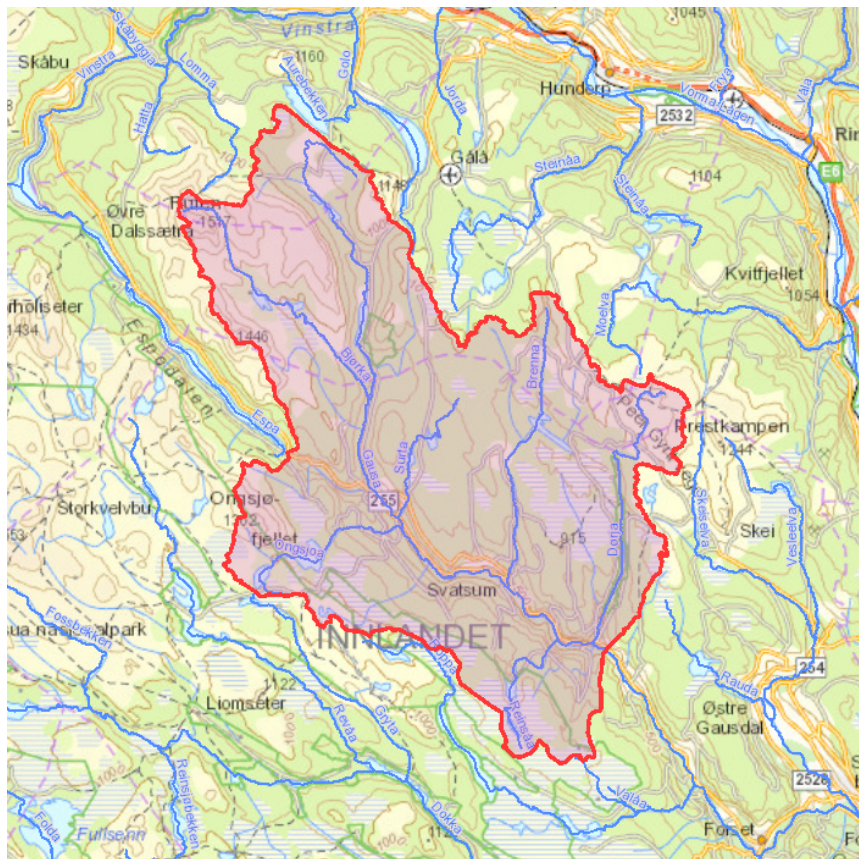
	Q <sub>M</sub>	Q <sub>5</sub>	Q <sub>10</sub>	Q <sub>20</sub>	Q <sub>50</sub>	Q <sub>100</sub>	Q <sub>200</sub>	Q <sub>500</sub>	Q <sub>1000</sub>	Q <sub>200-klima</sub>
Flomfrekvensfaktor (QM / QT)	1	1.20	1.42	1.62	1.90	2.11	2.33	2.62	2.84	-
Flomverdier, m <sup>3</sup> /s	11.2	13.4	15.8	18.1	21.2	23.6	26.0	29.2	31.7	31.2
Flom usikkerhet (97,5%), m <sup>3</sup> /s	19.8	24.3	29.2	34.3	41.4	47.2	52.0	58.4	63.4	-
Flom usikkerhet (2,5%), m <sup>3</sup> /s	6.3	7.4	8.5	9.6	10.9	11.8	13.0	14.6	15.9	-

## NIFS (kulminasjon)

	Q <sub>M</sub>	Q <sub>5</sub>	Q <sub>10</sub>	Q <sub>20</sub>	Q <sub>50</sub>	Q <sub>100</sub>	Q <sub>200</sub>	Q <sub>500</sub>	Q <sub>1000</sub>	Q <sub>200-klima</sub>
Flomfrekvensfaktor (QM / QT)	1	1.26	1.50	1.76	2.14	2.48	2.86	3.44	3.96	-
Flomverdier, m <sup>3</sup> /s	16.8	21.2	25.3	29.6	36.0	41.6	48.0	57.9	66.5	67.2
Flom usikkerhet (97,5%), m <sup>3</sup> /s	29.8	38.4	46.7	55.9	70.2	83.3	96.0	116	133	-
Flom usikkerhet (2,5%), m <sup>3</sup> /s	9.5	11.7	13.7	15.6	18.5	20.8	24.0	28.9	33.3	-

Flomverdier er automatisk generert og kan inneholde feil. Resultatene må kvalitetssikres. Verdiene kan ikke benyttes direkte, men må sammenlignes med andre metoder, sammenligningsstasjoner og/eller egne data.





Norges  
vassdrags- og  
energidirektorat

Kartbakgrunn: Statens Kartverk  
Kartdatum: EUREF89 WGS84  
Projeksjon: UTM 33N  
Beregn.punkt: 231257 E  
6805022 N

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

# Nedbørfeltparametere

Vassdragsnr.: 002.DDD0  
Kommune.: Gausdal  
Fylke.: Innlandet  
Vassdrag.: Gausa

## Feltparametere

Areal (A)	447	km <sup>2</sup>
Effektiv sjø (A <sub>SE</sub> )	0.09	%
Elvleengde (E <sub>L</sub> )	43.5	km
Elvegradient (E <sub>G</sub> )	12.9	m/km
Elvegradient <sub>1085</sub> (E <sub>G,1085</sub> )	12.0	m/km
Helning	8.2	°
Dreneringstetthet (D <sub>T</sub> )	1.2	km <sup>-1</sup>
Feltlengde (F <sub>L</sub> )	32.9	km

## Arealklasse

Bre (A <sub>BRE</sub> )	0	%
Dyrket mark (A <sub>JORD</sub> )	2.9	%
Myr (A <sub>MYR</sub> )	12.9	%
Leire (A <sub>LEIRE</sub> )	0	%
Skog (A <sub>SKOG</sub> )	58.3	%
Sjø (A <sub>SJO</sub> )	2.5	%
Snaufjell (A <sub>SF</sub> )	13.4	%
Urban (A <sub>U</sub> )	0.0	%
Uklassifisert areal (A <sub>REST</sub> )	9.8	%

## Hypsografisk kurve

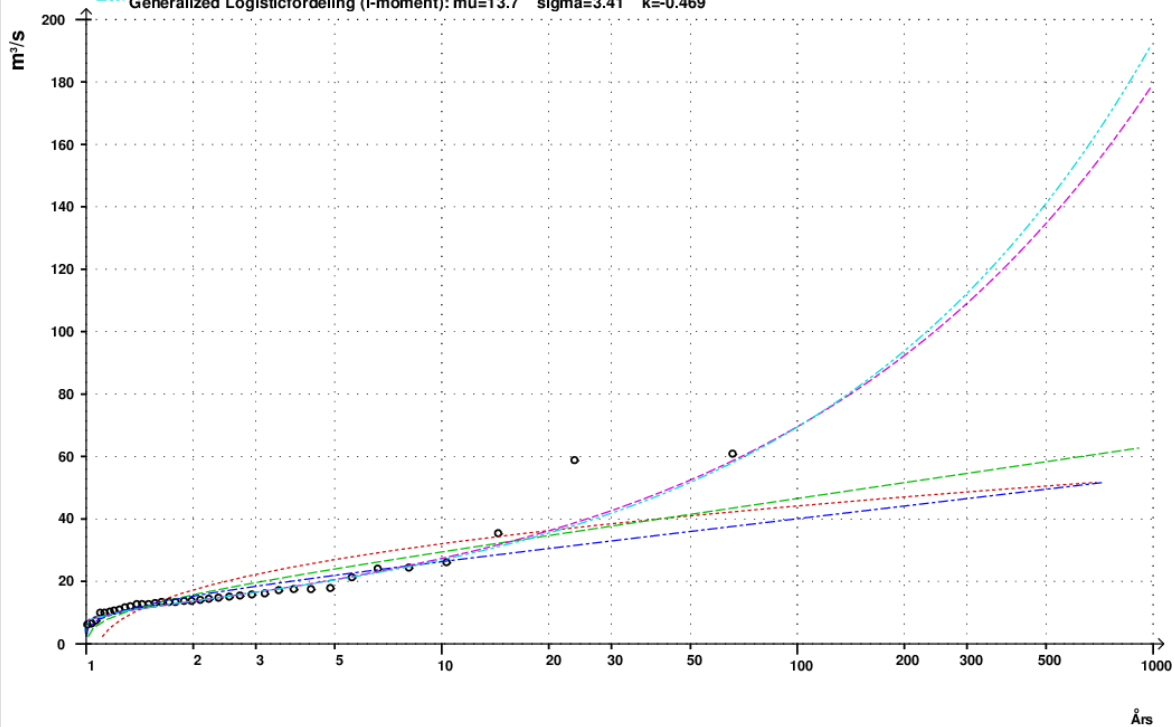
Høyde <sub>MIN</sub>	392	m
Høyde <sub>10</sub>	714	m
Høyde <sub>20</sub>	801	m
Høyde <sub>30</sub>	845	m
Høyde <sub>40</sub>	880	m
Høyde <sub>50</sub>	907	m
Høyde <sub>60</sub>	936	m
Høyde <sub>70</sub>	967	m
Høyde <sub>80</sub>	1011	m
Høyde <sub>90</sub>	1099	m
Høyde <sub>MAX</sub>	1513	m

## Klima- /hydrologiske parametere

Avrenning 1961-90 (Q <sub>N</sub> )	17.4	l/s*km <sup>2</sup>
Sommernedbør	359	mm
Vinternedbør	285	mm
Årstemperatur	-0.8	°C
Sommertemperatur	7.0	°C
Vintertemperatur	-6.4	°C

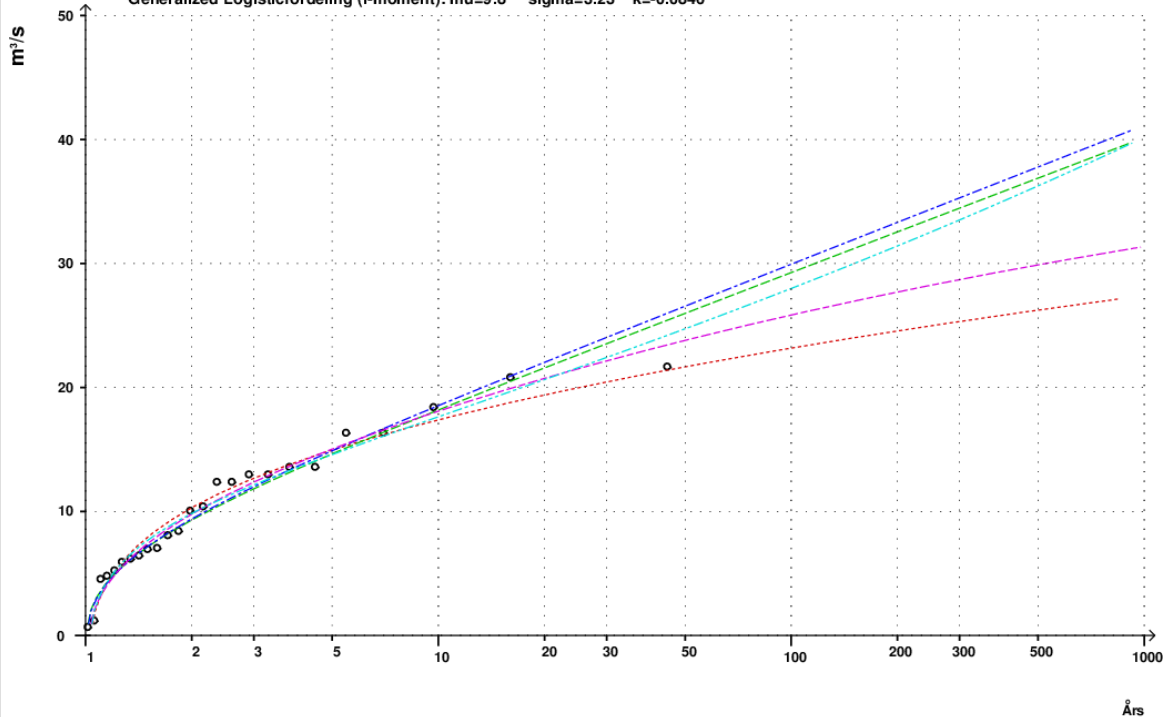
### Maksimumsanalyse

- 2.415.0.1001.1 (Vannføring) Espedalsvatn 1976-2019-utvalg HYDAG Døgn
- Normalfordeling (moment):  $\mu=17.2$   $sd=11.6$
- Gumbel (l-moment):  $\text{alfa}=7.29$   $u=13$
- Gumbel (max lik):  $\text{alfa}=5.85$   $+0.19$   $u=13.1$   $+0.62$
- GEV (l-moment):  $\mu=12$   $s=4.09$   $ksi=0.419$
- Generalized Logisticfordeling (l-moment):  $\mu=13.7$   $\text{sigma}=3.41$   $k=-0.469$



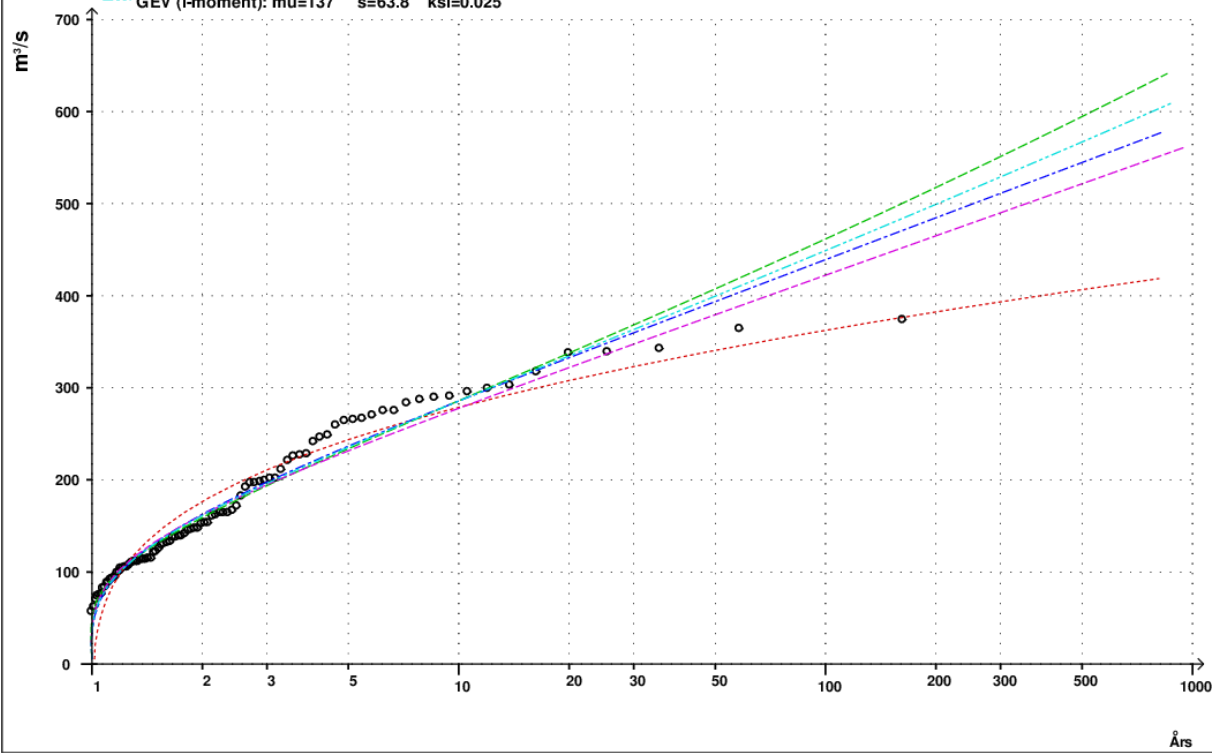
### Maksimumsanalyse

- 2.276.0.1001.1 (Vannføring) Furusjøen 1964-1988 HYDAG Døgn
- Normalfordeling (moment):  $\mu=10.3$   $sd=5.55$
- Gumbel (l-moment):  $\text{alfa}=4.72$   $u=7.54$
- Gumbel (max lik):  $\text{alfa}=4.85$   $+0.13$   $u=7.58$   $+0.66$
- GEV (l-moment):  $\mu=7.85$   $s=5.28$   $ksi=-0.138$
- Generalized Logisticfordeling (l-moment):  $\mu=9.8$   $\text{sigma}=3.23$   $k=-0.0846$



### Maksimumsanalyse

- 2.28.0.1001.0 (Vannføring) Aulestad 1929-2019 HYDAG Døgn
- Normalfordeling (moment):  $\mu=176$   $sd=80.1$
- Lognormalfordeling (moment):  $f(x) = l\mu=5.07$   $ls=0.459$
- Gumbel (l-moment):  $\alpha=65.4$   $u=138$
- Gumbel (max lik):  $\alpha=61.5$   $+0.42$   $u=139$   $+0$
- GEV (l-moment):  $\mu=137$   $s=63.8$   $k=0.025$





## Vedlegg 3

Notat: Vannlinjeberegning for Dørja, Norconsult AS, november 2020.

Oppdragsgiver: **Gausdal kommune**

Oppdragsnr.: **5204617** Dokumentnr.: **NO\_515\_HY\_001**

**Til:** Gausdal kommune v/Jon Sylte  
**Fra:** Norconsult AS v/Daniel Fossberg  
**Dato** 2020-11-05

## ► Vannlinjeberegning for Dørja

### Innledning

Gausdal kommune har engasjert Norconsult AS til å utføre en mulighetsstudie for flomsikringstiltak og masseavlagringsbasseng langs elva Dørja i Gausdal kommune, Innlandet fylke. Som ledd i dette arbeidet er det utarbeidet en hydraulisk modell (vannlinjemodell) for Dørja fra Tranvollen ned til samtløp med Jøra. Denne rapporten beskriver forutsetningene, inngangsparameterne og resultatene av vannlinjeberegningen for Dørja. Det er det utarbeidet en 2D hydraulisk modell for eksisterende situasjon for å verifisere i detalj om elveleie har tilstrekkelig kapasitet. Det er også utarbeidet en 1D hydraulisk modell for en mulig fremtidig situasjon med en bunnlastsperre etablert ved Surnflot. I tillegg er det utarbeidet en 1D hydraulisk modell for beregning av kapasiteten til broen ved Vestringsvegen.

### Vannlinjeberegning

#### Innledning

Vannlinjeberegning er å beregne vannstanden langs elva (vannlinjen) for en gitt vannføring. For å kunne utføre en vannlinjeberegning er det behov for:

- Et hydraulisk simuleringsprogram for å gjøre beregningene
- En beskrivelse av elvas geometri (inkludert kulverter, broer etc.), enten ved bruk av tverrprofiler (1-dimensjonal modell) eller ved bruk av en terrengmodell (2-dimensjonal modell).
- Opplysninger om elvas ruhet (strømningsmotstand), som kan tas fra tabeller, formler eller ved å kalibrere mot målte vannstander.
- Grensebetingelser i oppstrøms og nedstrøms ende av beregningsstrekningen. I oppstrøms ende brukes normalt vannføringen (tilstrømmende vann) som grensebetingelse.

#### Tilrettelegging for beregninger

##### Programvare

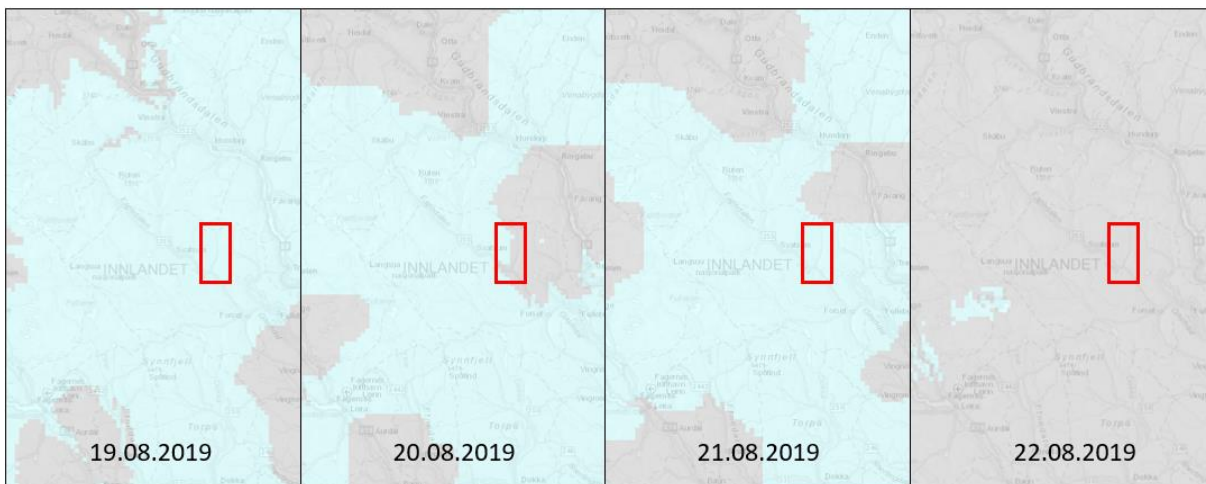
Det er benyttet simuleringsprogrammet HEC-RAS 5.0.7 fra US Army Corps of Engineers for å beregne vannstander langs elvestrekningen. Simuleringene er satt opp som en todimensjonal modell. Programmet løser de tidsavhengige ikke-lineære kontinuitet- og bevegelsesmengde-ligningene ved numeriske metoder på et todimensjonalt topografisk rutenett (grid). I en todimensjonal modell legges det ikke inn profiler da det er hele terrengmodellen som danner grunnlag for beregningene. Det er ofte fordelaktig å benytte todimensjonale beregninger når det kreves høy nøyaktighet og når det er tvil om hvor flomvannet vil renne.

Beregningene tar ikke hensyn til erosjon eller avlagring av masse, men forutsetter at elveløpet ikke endrer form. Utarbeidelse av en vannlinjemodell som også tar hensyn til erosjon og avlagring langs vassdraget er utenfor omfanget av dette prosjektet. Resultatene fra slike beregninger er i tillegg ofte beheftet med stor usikkerhet.

### Digitale kartdata

Det er lastet ned en terrengmodell (geoTIFF) fra [www.hoydedata.no](http://www.hoydedata.no) for Dørja. Terrengmodellen er basert på laserskanning av området utført den 23.08.2019 av Terratec AS (punkttetthet på 2 pkt/m<sup>2</sup>). Ifølge [www.senorge.no](http://www.senorge.no) var det < 10 mm nedbør i de fire dagene forut for laserskanningen (se Figur 1). NVEs målestasjon 2.28 Aulestad registrerte den 23.08.2019 en vannføring på ca. 20 m<sup>3</sup>/s, som tilsvarer en spesifikk avrenning på ca. 23 l/skm<sup>2</sup> for hele feltet. Ved å anta samme avrenning for Dørja og Jøra, tilsvarer dette en vannføring hhv. 1,2 m<sup>3</sup>/s og 8,6 m<sup>3</sup>/s. Vi forutsetter dermed at terrengmodellen gir en relativt god geometrisk representasjon av Dørjas batymetri (terreng under vannoverflaten), og en brukbar, men konservativ, representasjon av Jøras batymetri.

Terrengmodellen har en oppløsning på 0,5 m (Euref89 UTM32 NN2000) og anses å ha relativt god nøyaktighet. Samtidig påpekes det at elva løper gjennom områder der terrenget er preget av mye vegetasjon. Dette kan påvirke kvaliteten av laserdataene og dermed nøyaktigheten av terrengmodellen.



Figur 1. Nedbør de fire døgnene i forkant av laserskanning ([senorge.no](http://senorge.no)).

### Ruhet

Det finnes dessverre ingen registreringer for vannstander og vannføring langs elva som kan benyttes ved kalibrering av modellen.

Nedre del av Dørja, fra samløp med Jøra opp til ca. km 0,60, er kanalisert, der breddene er «flatplastret», dvs. oppbygde av stor stein med flat side ut, slik at man får en jevn overflate, se Figur 2. Bunnen består av elvestein av varierende størrelse. I dette området er det valgt å benytte en ruhet på  $n = 0,03$ .

Videre oppover Dørja består elva hovedsakelig av rund elvestein med varierende størrelse fra pukk til blokk, se Figur 3. I dette området er det valgt å benytte en ruhet på  $n = 0,04$ .





Figur 2. Nedre del av Dørja.



Figur 3. Øvre del av Dørja

## Grensebetingelse

Flom i Jøra påvirker vannstanden i nedre del av Dørja. Det er derfor utført beregninger for følgende alternativer:

- 200-års flom i både Dørja og Jøra
- 200-års flom i Dørja og middelflom i Jøra

Modellen er forlenget ca. 1,5 km nedstrøms samløpet mellom Dørja og Jøra, slik at vannstanden her ikke skal påvirke resultatene i Dørja. Nedstrøms grensebetingelse for modellen er satt til «normal dybde» i Jøra.



## Vannføring

Modellen er kjørt ved ulike vannføringer fra middelflom ( $Q_M$ ) opp til en 200-års flom med klimapåslag ( $Q_{200} + 20\%$ ), både i Dørja og i Jøra.

## **Beregningsresultater**

### Flom i både Dørja og Jøra

Flom i Jøra påvirker vannstanden i nedre del av Dørja. Resultatene av vannlinjeberegningen viser at ved en vannføring i Jøra på om lag  $150 \text{ m}^3/\text{s}$  (tilsvarende en 5-års flom) vil vannstanden nå opp til veibanen ved Vestringsvegen, ca. 300 m oppstrøms samløp med Dørja, se Figur 4.

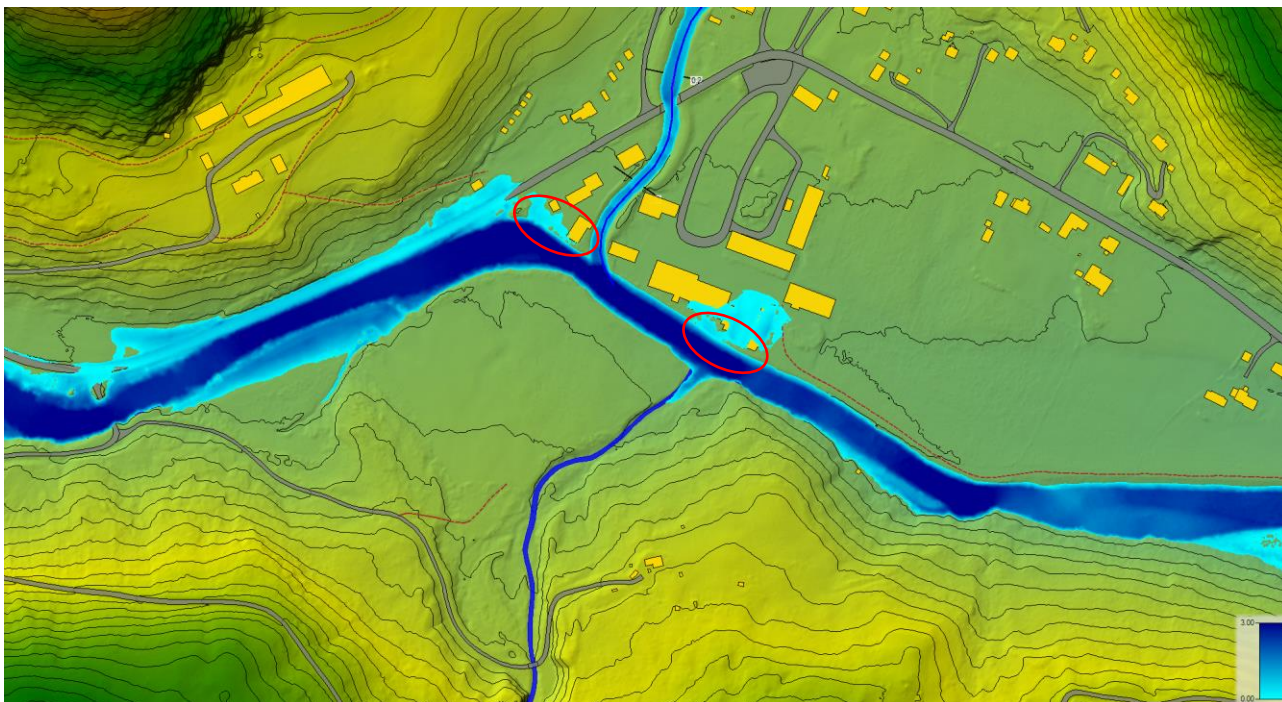
Når vannføringen øker til ca.  $220 \text{ m}^3/\text{s}$  (tilsvarende en 20-års flom) viser resultatene av vannlinjeberegningen at Jøra bryter breddene sine ved flere punkt langs strekningen. Like oppstrøms samløp med Dørja der Jøra tar en bratt sving til høyre, fører flommen til oversvømmelse av industribyggene på høyre side av Dørja (sett medstrøms), se Figur 5. Nedstrøms samløp med Dørja bryter elva over flomverket ved Helleberg sag. Herfra følger flomvannet et naturlig lavbrekk langs jordet like øst for industriområdet og i ytterste konsekvens, dvs. en 200-års flom, fører flomvann bort til boligen ved Sørmo (Vestringsvegen 1842), se Figur 6.

Flommene i 2011 og 2013 førte til stor materiell skade ved Helleberg sag. Det er antatt at skadene var som følge av stor vannføring i Dørja, kombinert med erosjon, sedimenttransport og avsetning i denne elva. Resultatene av vannlinjeberegningen viser derimot at flom i Jøra også kan forårsake skade ved Helleberg sag, uavhengig av vannføringen i Dørja. Det foreslås derfor at flomverket langs Jøra, spesielt i svingen oppstrøms samløp med Dørja, samt like ved Helleberg sag, heves for å øke sikkerheten mot flomskade fra Jøra.

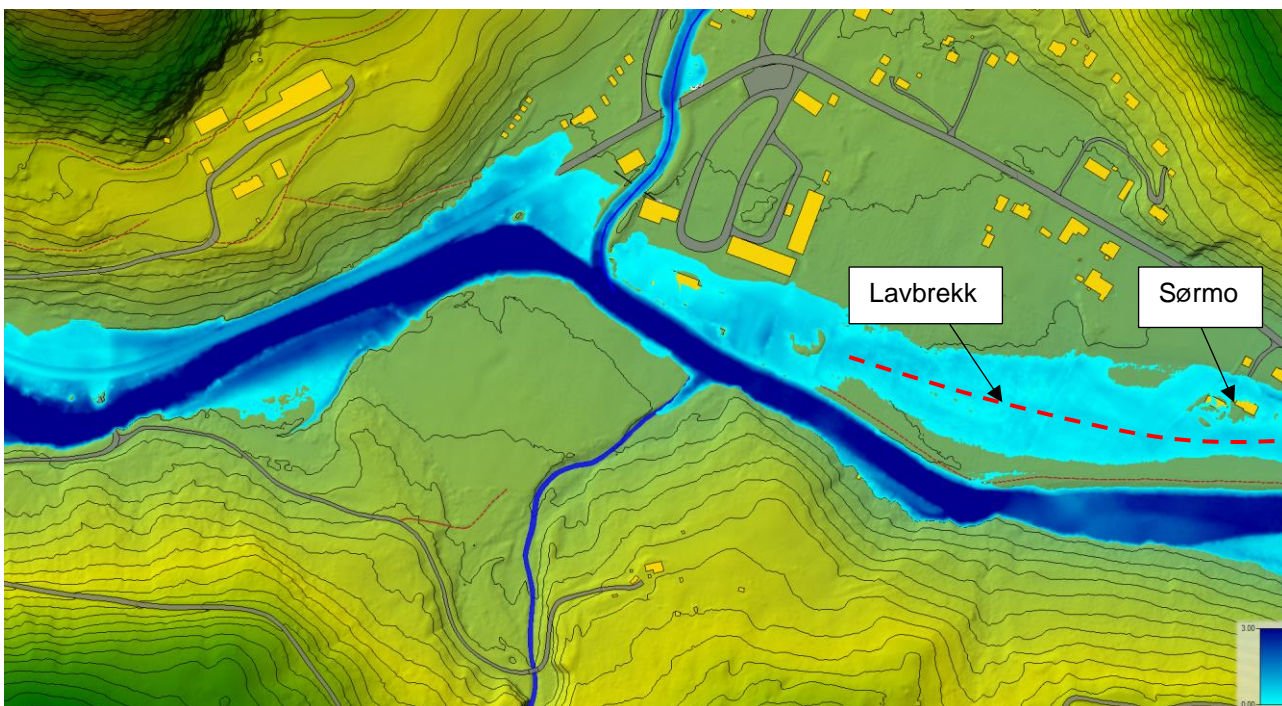


Figur 4. Resultater av vannlinjeberegning for en 5-års flom i Jøra ( $Q_{JØRA} = 154 \text{ m}^3/\text{s}$ ).





Figur 5. Resultater av vannlinjeberegning for en 20-års flom i Jøra ( $Q_{JØRA} = 217 \text{ m}^3/\text{s}$ ).



Figur 6. Resultater av vannlinjeberegning for en 200-års med 20% klimapåslag flom i Jøra ( $Q_{JØRA} = 314 \text{ m}^3/\text{s}$ ).



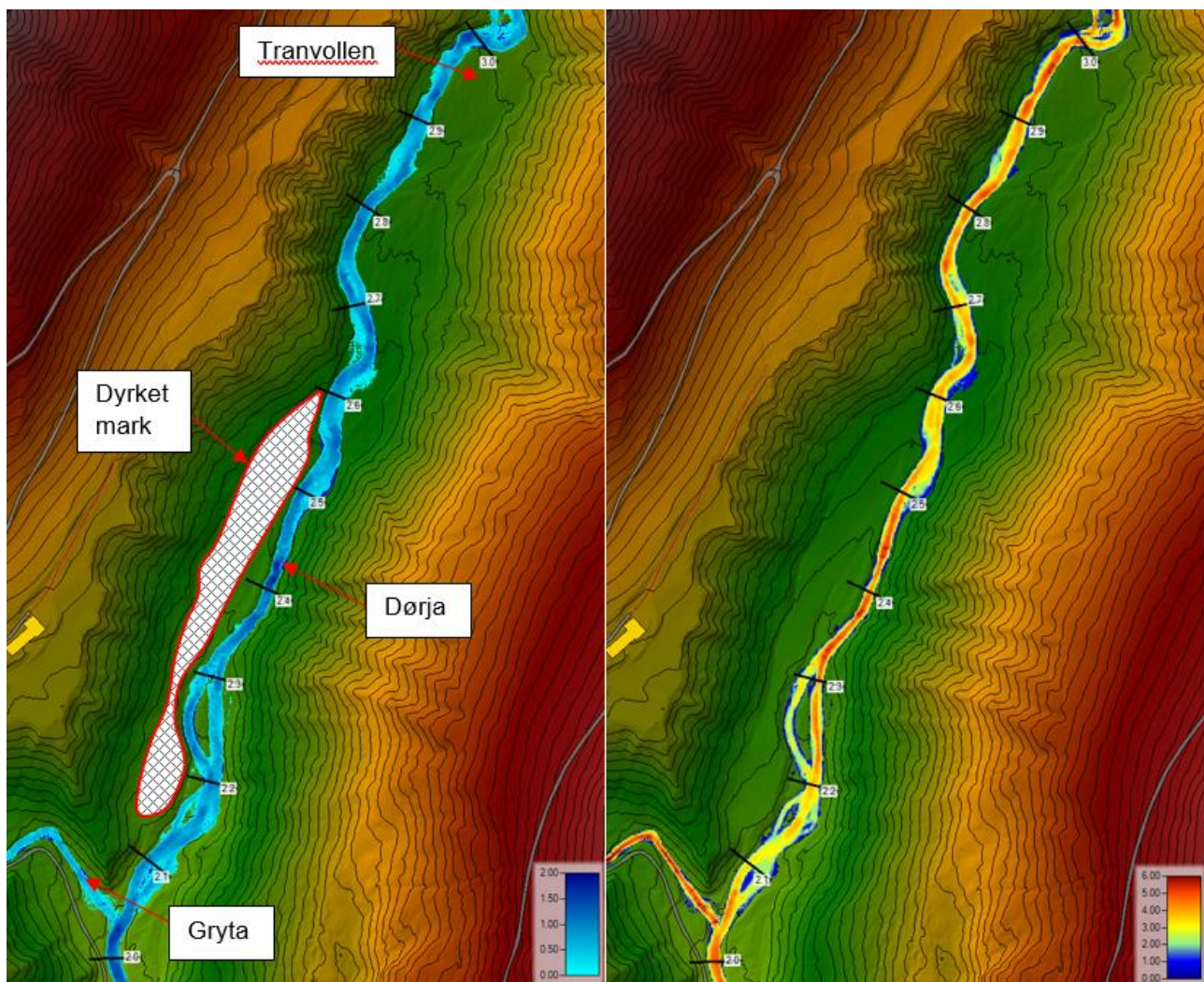
## Flom i Dørja og middelflom i Jøra

### Fra Tranvollen (km 3,00) til samløp med Gryta (km 2,00)

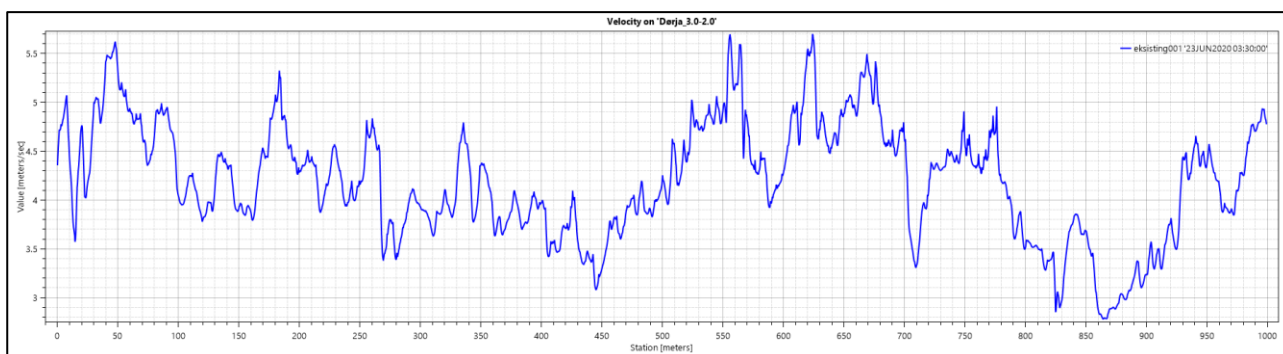
Resultatene fra vannlinjeberegningen for dybde og vannhastighet langs øvre del av beregningsstrekningen, fra km 3,00 ved Tranvollen ned til km 2,00 ved samløp med Gryta, er vist på Figur 7. Det er ingen bebyggelse langs strekningen og dermed ingen fare for skade på infrastruktur. Vestre elvebredde, mellom km 2,60 og km 2,10, består av landbruksarealer, hovedsakelig eng i form av dyrket mark.

Vannlinjeberegningen viser at sikringstiltakene som er utført langs denne strekningen skal være tilstrekkelig for å holde vannmassene i elveløpet, forutsatt at erosjon og/eller avsetning ikke fører til vesentlige endringer av elveprofilen.

Det fremgår av figuren at vanddybden ved en 200-års flom er stort sett under 2,00 m for hele strekningen og at vannhastigheten er på over 5 m/s flere steder. En figur som viser vannhastighet (målt midt i elva) for hele strekningen er vist på Figur 8. Gjennomsnittlig hastighet er på ca. 4,2 m/s, med en maksimal hastighet på 5,7 m/s. Modellen viser videre at maksimal vannhastighet i Gryta er noe høyere, på om lag 7 m/s.



Figur 7. Resultater for dybde og hastighet for en 200-års flom med klimapåslag langs Dørja fra km 3,00 til km 2,00.



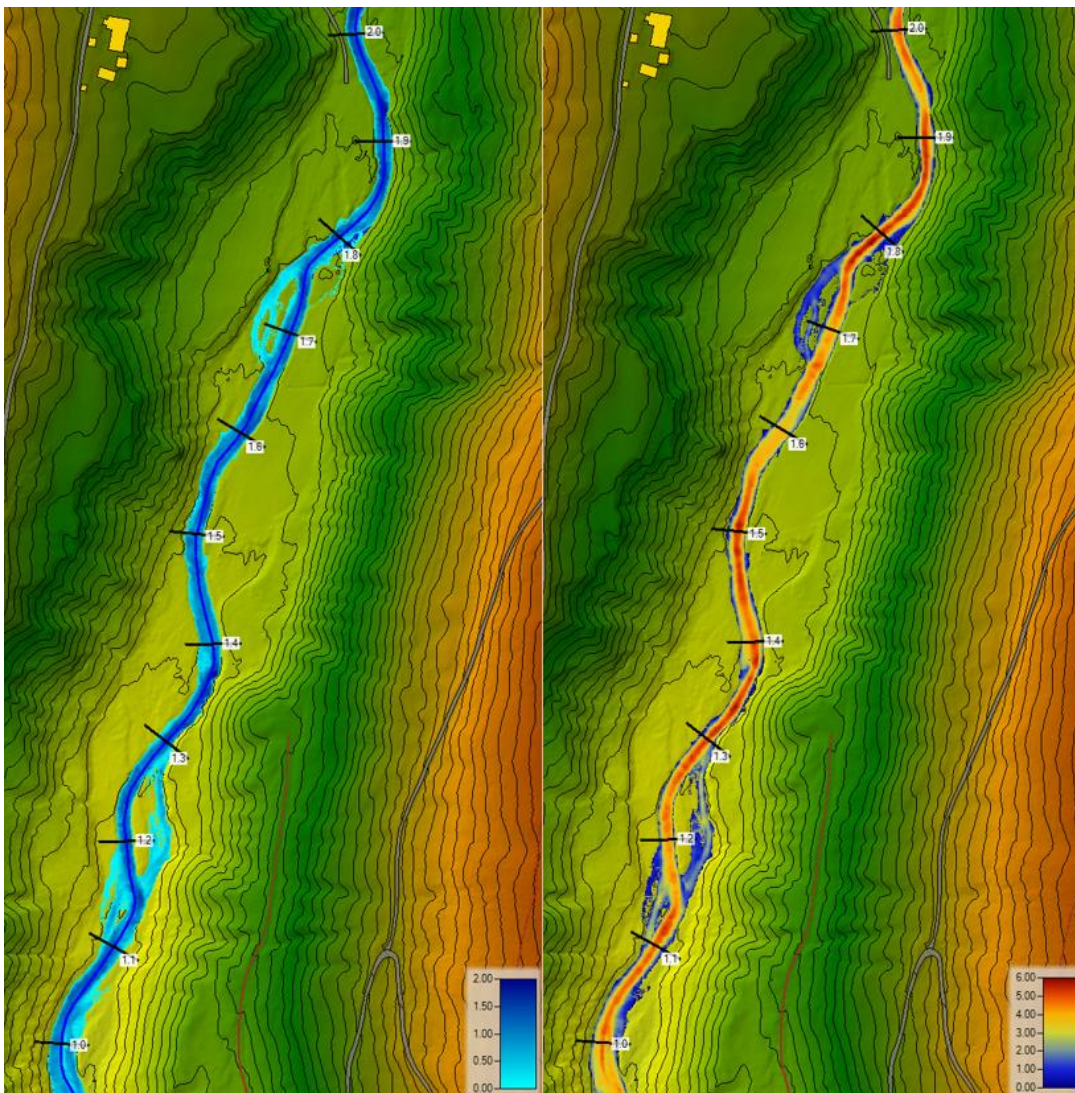
Figur 8. Vannhastighet ved en 200-års flom med 20% klimapåslag langs Dørja fra km 2,00 til km 1,00.

### *Fra samløp med Gryta (km 2,00) til km 1,00*

Resultater for vanddybde og vannhastighet for en 200-års flom med 20% klimapåslag langs Dørja mellom km 2,00 og km 1,00 er vist på Figur 9. Landbruksarealene langs vestre elvebredde mellom km 1,90 og km 1,70 er ifølge modellen, ikke berørt av flomvannføringen, forutsatt at erosjon og avsetning ikke fører til vesentlig endring av elveprofilen. Det samme gjelder landbruksarealene langs østre elvebredde mellom km 1,70 og km 1,50.

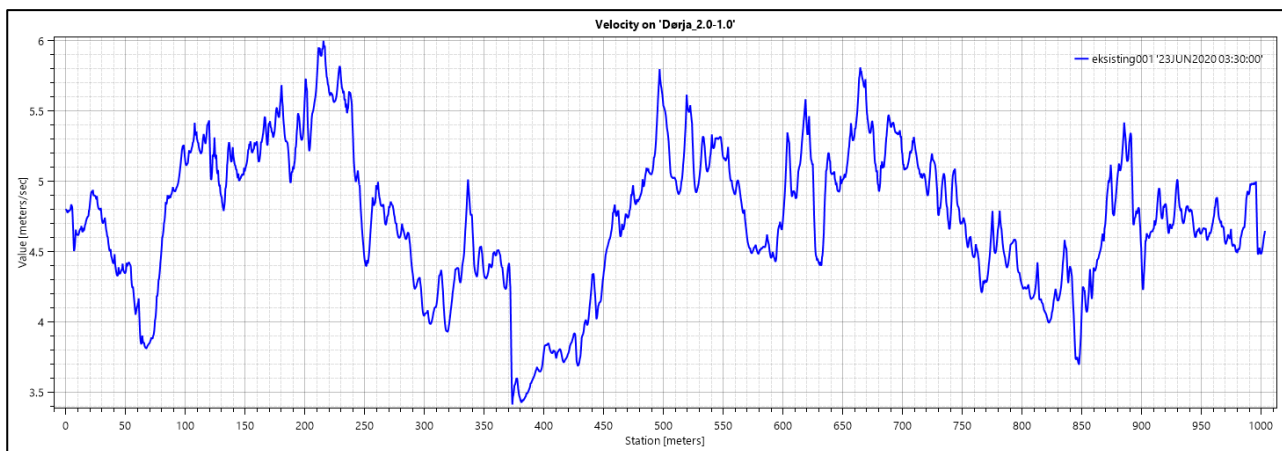
Variasjon i vannhastighet langs strekningen er vist på Figur 10 og det fremkommer av figuren at hastigheten varierer relativt lite, fra ca. 3,5 m/s til ca. 6,0 m/s, med en gjennomsnittlig hastighet er på 4,7 m/s. Det at hastigheten varierer lite langs strekningen betyr at prosessene som er involvert i massetransport, dvs. erosjon og avsetning er relativt konstant langs vassdraget. Bortsett fra erosjon i yttersvinger og avsetning i innersvinger, vil elva transportere massene som er suspendert med seg nedover vassdraget. Det finnes ingen naturlige steder der hastigheten faller så pass mye at det vil bli avsatt store volumer.





Figur 9. Resultater for dybde og hastighet for en 200-års flom med 20 % klimapåslag langs Dørja fra km 2,00 til km 1,00.





Figur 10. Vannhastighet ved en 200-års flom med 20% klimapåslag langs Dørja fra km 2,00 til km 1,00.

#### *Fra km 1,00 til samløp med Jøra*

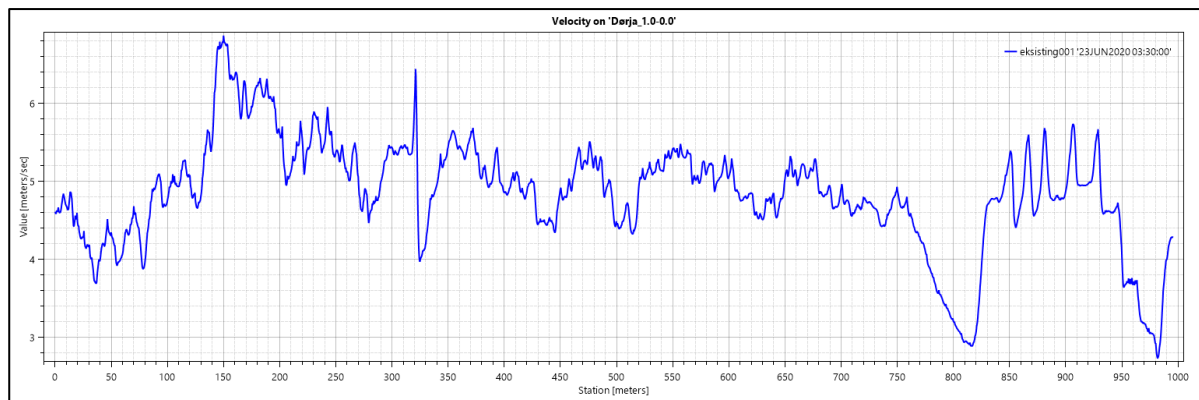
Resultater for vanndybde og vannhastighet for en 200-års flom med 20% klimapåslag langs Dørja mellom km 1,00 og samløp med Jøra (km 0,00) er vist på Figur 11.

Resultatene viser at den kanaliserte delen av Dørja skal ha tilstrekkelig kapasitet til å ta unna en 200-års flom med 20 % klimapåslag, forutsatt at erosjon og avsetning ikke medfører vesentlig endring av elveprofilen.

Variasjon i vannhastighet langs strekningen er vist på Figur 12. Hastigheten varierer fra minimum 2,7 m/s til maksimum 6,8 m/s med en gjennomsnittlig hastighet på 4,85 m/s.



Figur 11. Resultater for dybde og hastighet for en 200-års flom med 20% klimapåslag langs Dørja fra km 1,00 til km 0,00.



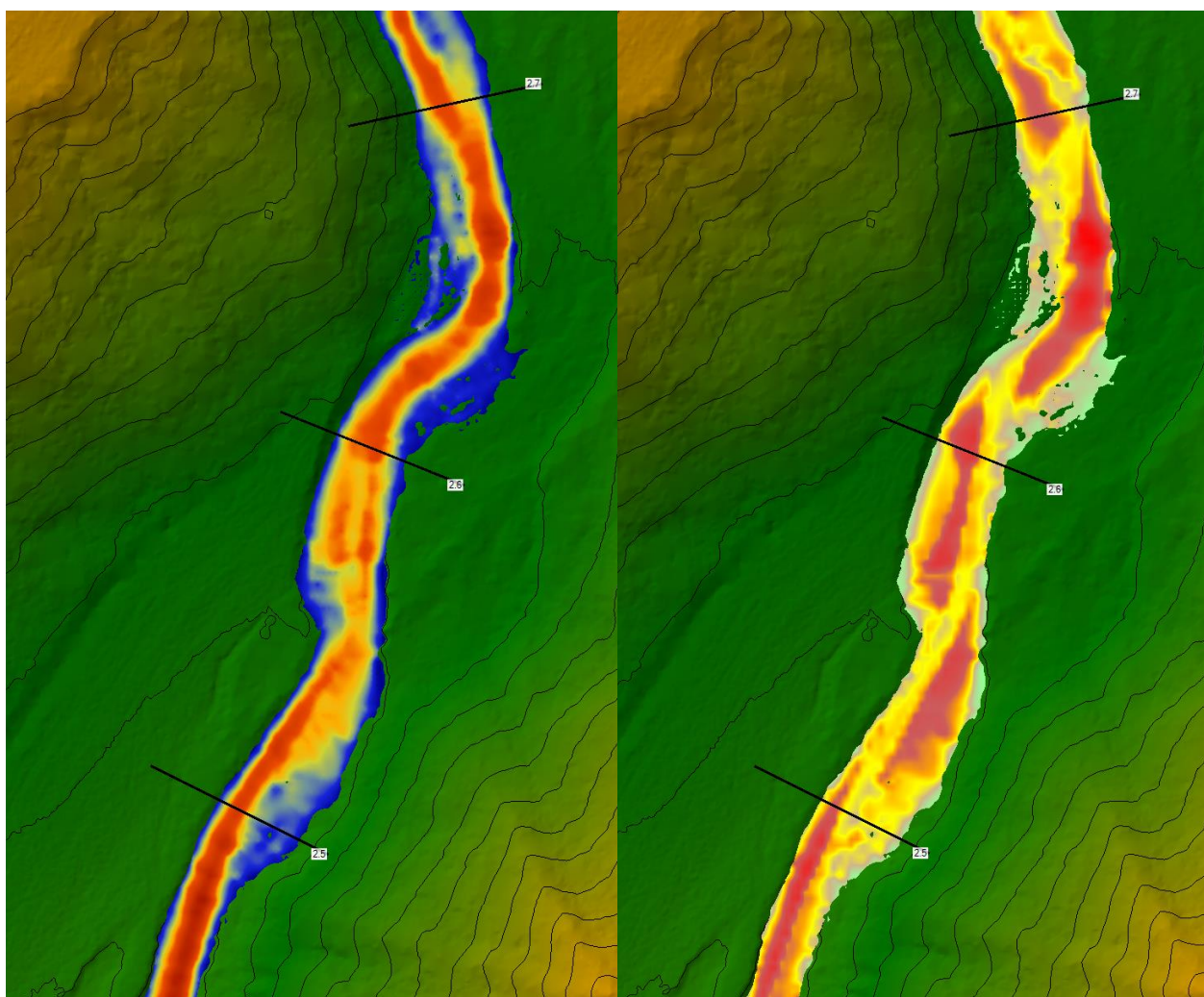
Figur 12. Vannhastighet ved en 200-års flom med 20 % klimapåslag langs Dørja fra km 1,00 til samløp med Jøra.



### Skjærspenninger

Vannlinjemodellen beregner opptredende skjærspenninger langs elva. Sammenlignet med kun vannhastighet, gir et skjærspenning-diagram et mer nyansert bilde av hvor i elveløpet de største pålastningene finner sted. Et eksempel fra Dørja mellom km 2,50 og km 2,70 er vist på Figur 13. Selv om det er relativt god overenstemmelse mellom vannhastighet og skjærspenning når elva løper rett, ser man større forskjeller i kurvene. Her er opptredende skjærspenninger generelt høyere i ytersvingene. Generelt ligger skjærspenningene på mellom 200 N/m<sup>2</sup> og 400 N/m<sup>2</sup> langs analysestrekningen, men det er også registrert enkeltverdier på over 700 N/m<sup>2</sup>.

Opptredende skjærspenninger brukes ved beregning av stabil steinstørrelse av erosjonssikringen.



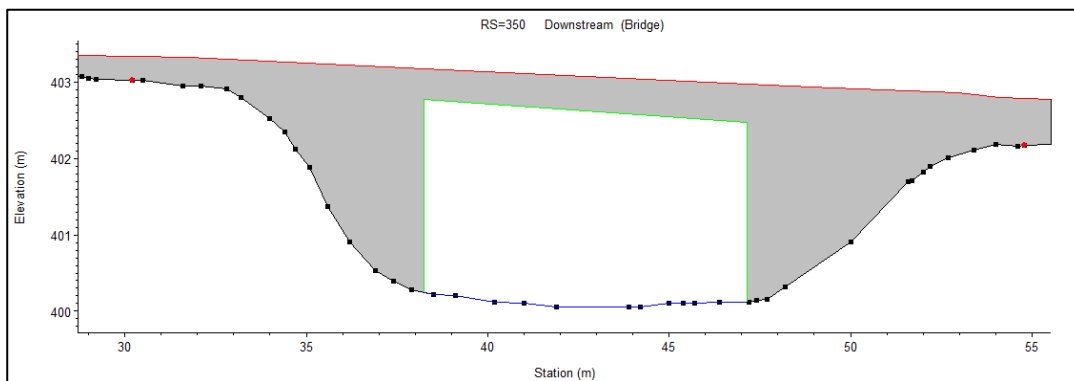
Figur 13. Vannhastighet og opptredende skjærspenninger.



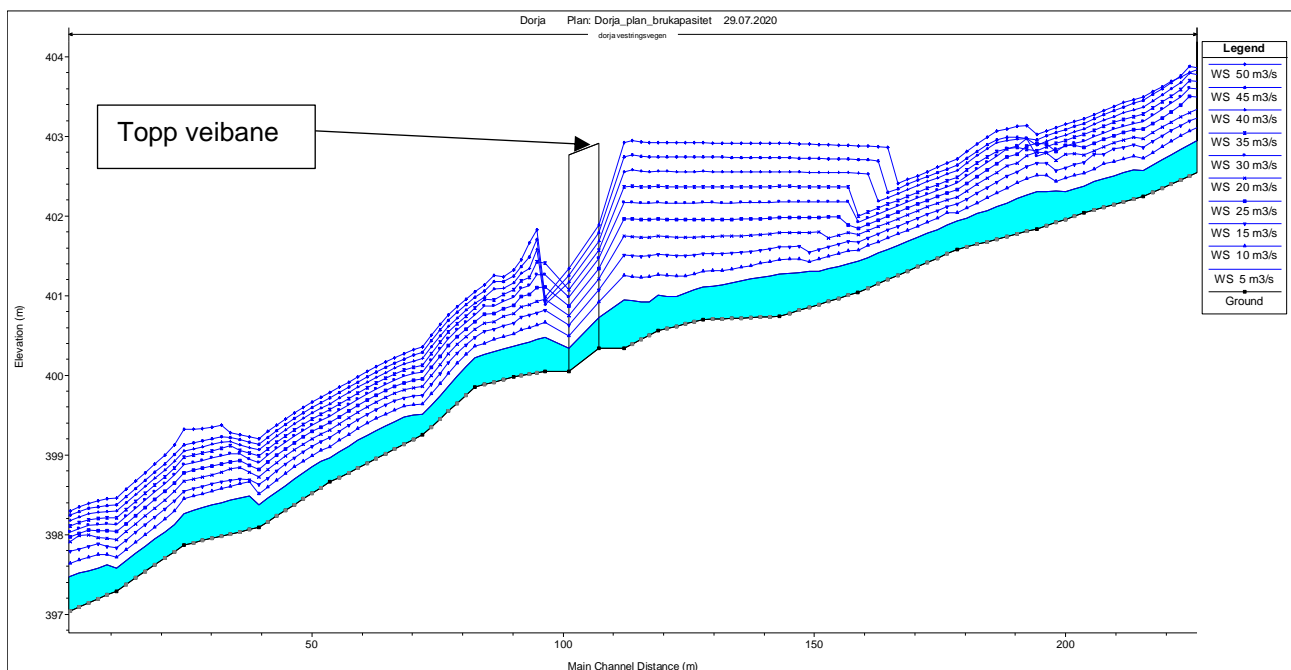
## Spesielt om broer

Dørja krysses av Vestringsvegen ved km 0,175. For å beregne kapasiteten til broen er det etablert en mer detaljert vannlinjeberegning ved hjelp av en en-dimensjonal HEC-RAS modell for elvestrekningen like ved broen. Ifølge oppmålinger utført under befaringen har lysåpningen under broen en bredde på 8,9 m og avstand mellom uk. og ok. bro er 0,4 m. Topp brodekke er gitt av flyskanning. En geometrisk fremstilling av broen i HEC-RAS modellen er vist på Figur 14.

Resultater av vannlinjeberegningen er vist på Figur 15 som et lengdesnitt av elva for ulike vannføringer fra 5 m<sup>3</sup>/s opp til 50 m<sup>3</sup>/s. Resultatene viser at innsnevringen i elveløpet fører til oppstuvning like oppstrøms broen. Ved en vannføring på 30 m<sup>3</sup>/s når vannstanden opp til topp flomverk langs venstre side av elva (sett medstrøms) på kote 402,2. Herfra renner ikke vannet vekk, da det er demmet inne av veibanen. Vannstanden vil dermed stige videre inntil det når topp flomverk langs høyre side på kote 402,7. Dette er nådd ved en vannføring på ca. 45 m<sup>3</sup>/s.



Figur 14. HEV-RAS 1D modell av broen ved Vestringsvegen.

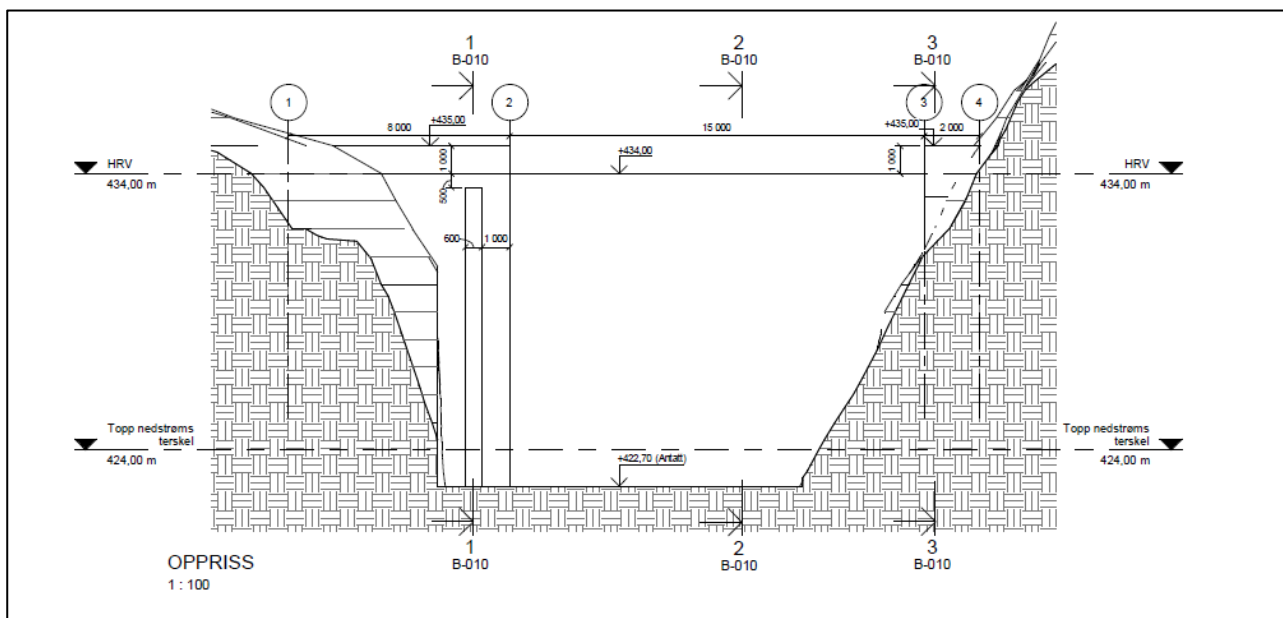


Figur 15. Resultater av HEC-RAS 1D beregning av kapasitet gjennom broen ved Vestringsvegen.

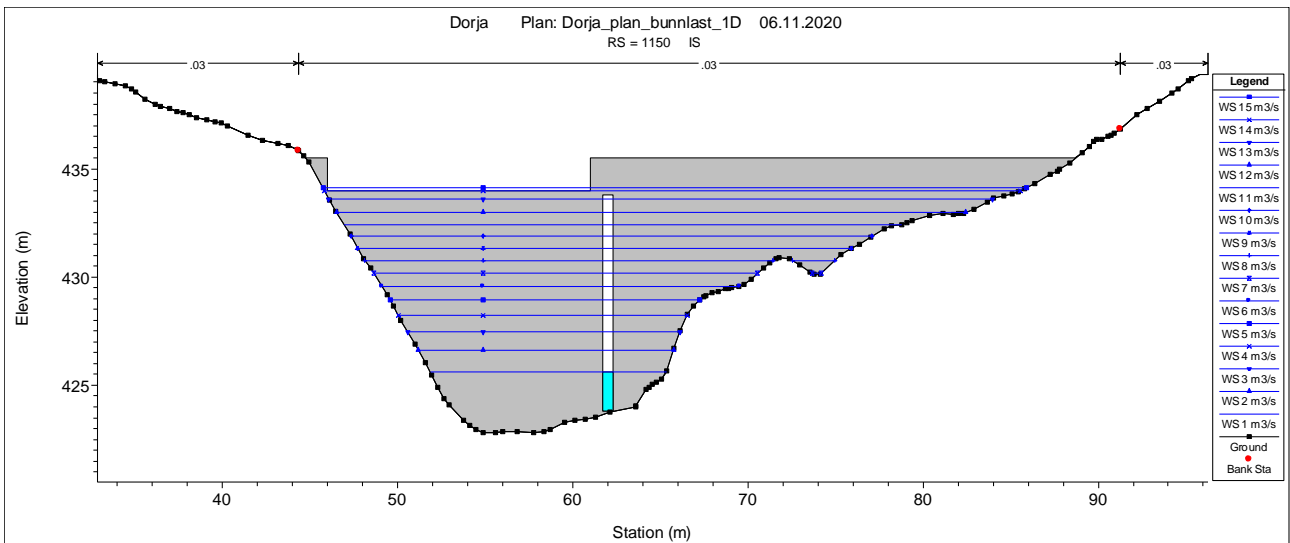
Spesielt om bunnlastsperre

Det vurderes å etablere en bunnlastsperre ved Surnflot gård. For å beregne vannstanden oppstrøms bunnlastsperren er det etablert en mer detaljert vannlinjeberegning ved hjelp av en en-dimensjonal HEC-RAS modell for elvestrekningen like ved dammen. Geometrien av dammen er gitt av tegning B-010 (se Figur 16), med en overløpsbredde på 15 m på 434,0 moh. og en spalte med bredde 600 mm fra elvebunnen opp til ca. 436,5 moh. En geometrisk fremstilling av bunnlastsperren er vist på Figur 17.

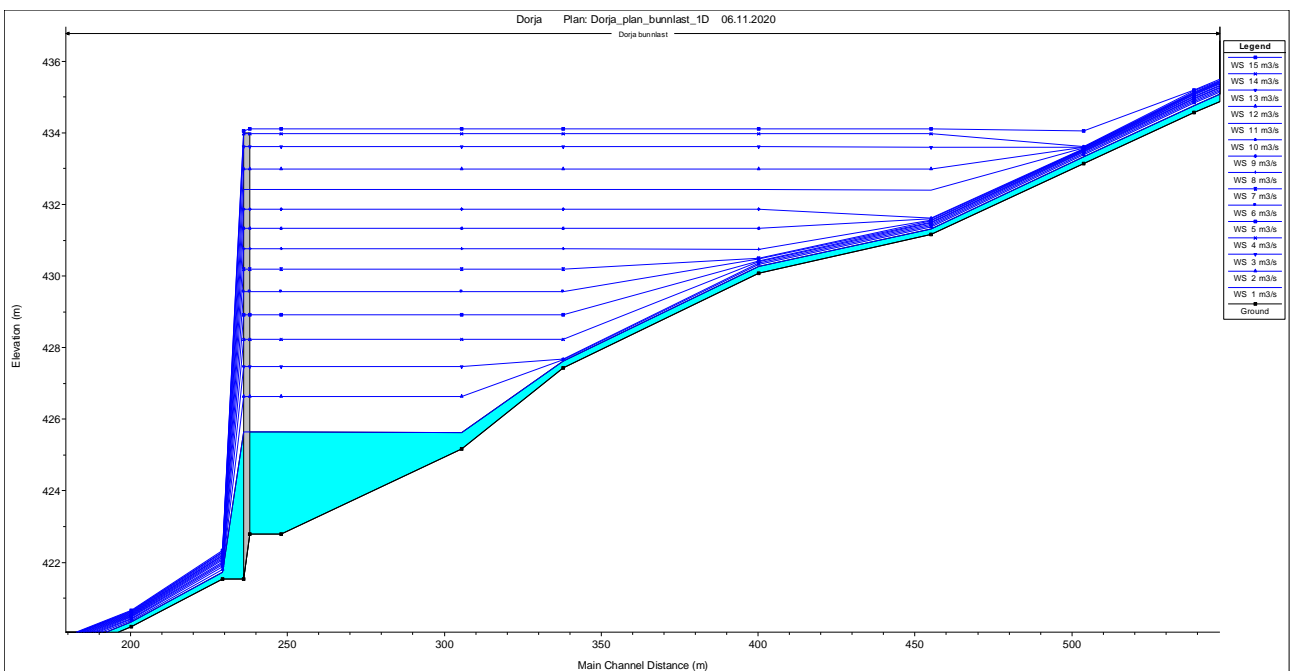
Resultater av vannlinjeberegningen er vist på Figur 18 som et lengdesnitt av elva. Det fremkommer at ved avledning av «normal» vannføring (dvs. ikke-flomrelatert vannføring) vil vannstanden oppstrøms bunnlastsperren være godt under nivå på overløpet. En kapasitetskurve for bunnlastsperren er vist på Figur 19, som viser et knekkpunkt ved 434,0 moh. Det tilsvarer en vannføring på ca. 14 m<sup>3</sup>/s.



Figur 16. Oppriss av mulig bunnlastsperre, tegning B-010 (sett fra nedstrøms side).

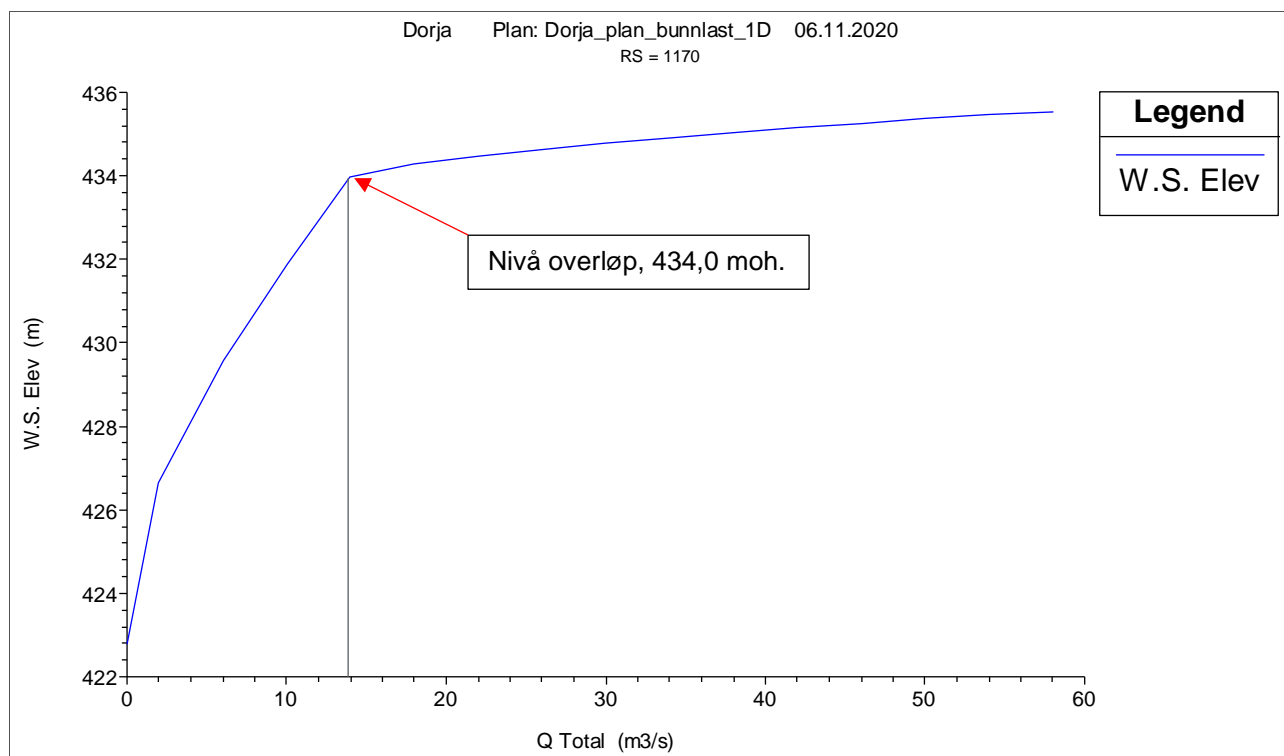


Figur 17. Geometrien av bunnlastsperren i HEC-RAS (sett fra oppstrøms side).



Figur 18. Resultater av vannlinjeberegningen for vannføringer mellom 1 m³/s og 15 m³/s.





Figur 19. Vannføringskurve for bunnlastspærren.

E01	2020-11-05	For bruk	D. Fossberg	L. Jenssen	A. Søreide
<b>Versjon</b>	<b>Dato</b>	<b>Beskrivelse</b>	<b>Utarbeidet</b>	<b>Fagkontrollert</b>	<b>Godkjent</b>

Dette dokumentet er utarbeidet av Norconsult AS som del av det oppdraget som dokumentet omhandler. Opphavsretten tilhører Norconsult AS. Dokumentet må bare benyttes til det formål som oppdragsavtalen beskriver, og må ikke kopieres eller gjøres tilgjengelig på annen måte eller i større utstrekning enn formålet tilsier.

## Vedlegg 4

Notat: Ingeniørgeologisk vurdering, Norconsult AS, august 2020.

Oppdragsgiver: **Gausdal kommune**

Oppdragsnr.: **5204617** Dokumentnr.: **NO-GEO-001**

Til: Jon Sylte

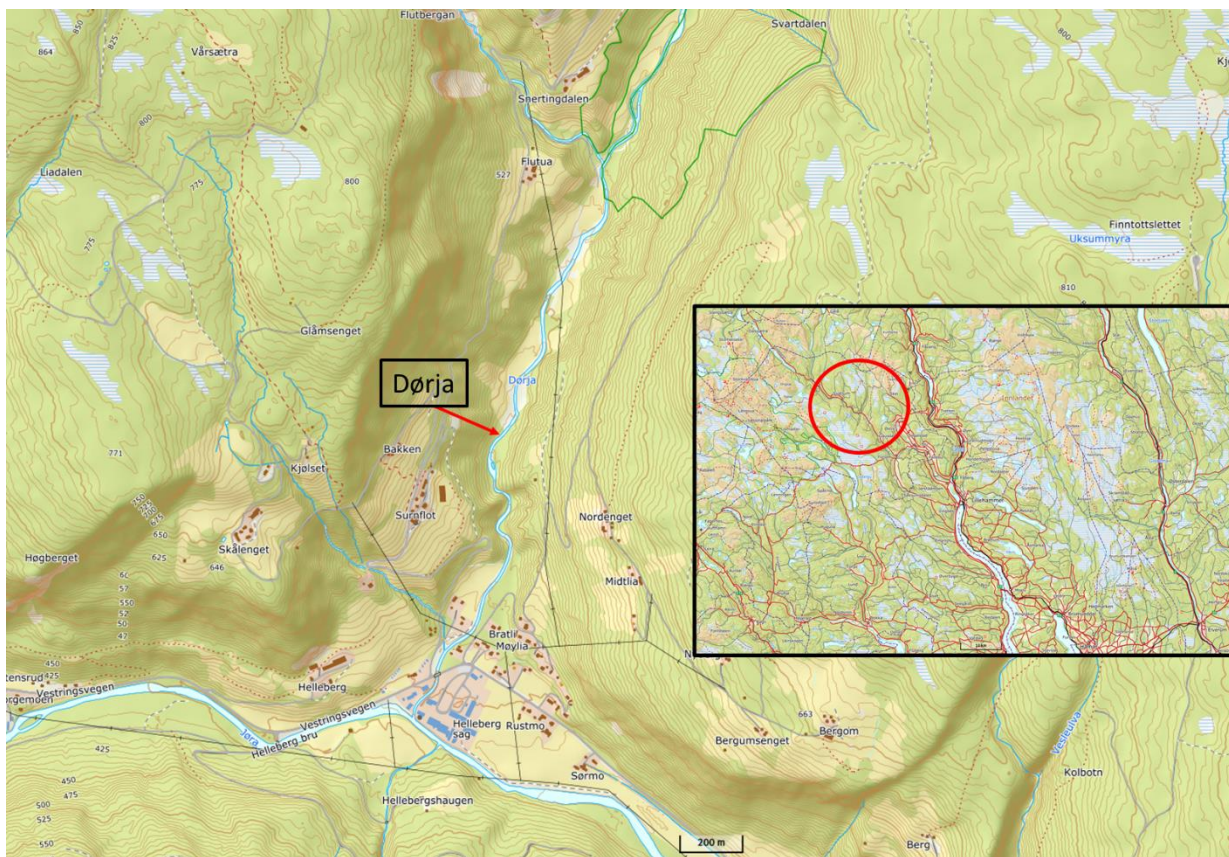
Fra: Tor Øyvind Farsund

Dato: 2020-08-13

## ► Dørja - Ingeniørgeologisk notat i forbindelse med mulighetsstudie flomsikring og håndtering av massetransport.

### Innledning og bakgrunn

Norconsult er engasjert av Gausdal kommune i forbindelse med mulighetsstudie flomsikring og håndtering av massetransport av elva Dørja i Gausdal kommune. Dette er et ingeniørgeologisk notat som presenterer tilgjengelig grunnlagsmateriale og en overordnet vurdering av lokal geologi. Notatet tar også for seg overordnede vurderinger knyttet til sikkerhet mot skred i bratt terreng iht. NVE Veileder nr. 8 -2014 [1]. Det er ikke utført ingeniørgeologisk befaring på dette stadiet, det anbefales at det utføres ingeniørgeologisk befaring i neste fase i prosjektet.

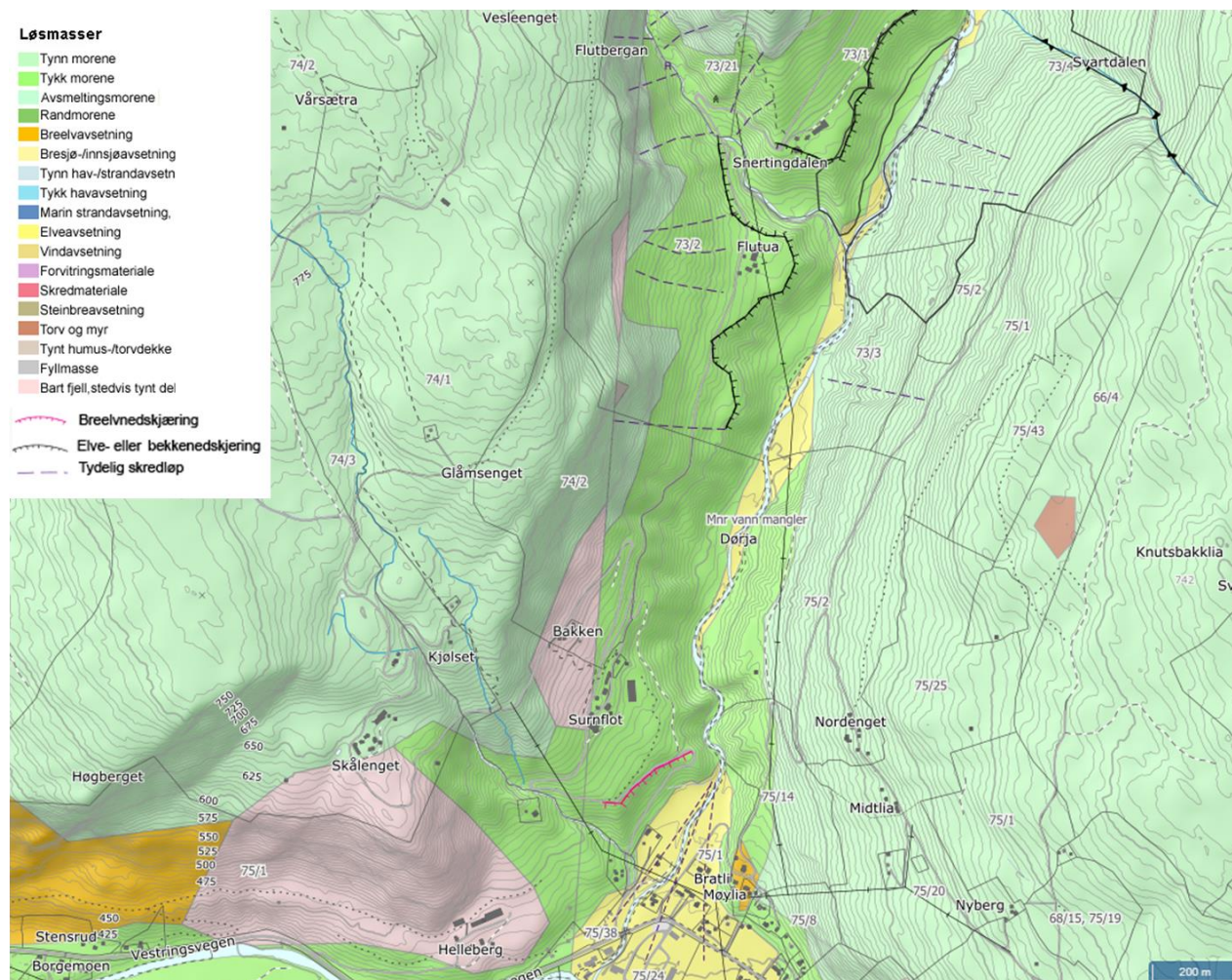


Figur 1 Beliggenhet til prosjektet langs elva Dørja i Gausdal kommune. Nord er orientert opp på kartet. Kilde: norgeskart.no.



## Løsmasser

Figur 2 viser løsmassekart for det aktuelle området. Kartet representerer kun forventede løsmasser i overflaten, og gir ofte lite informasjon om egenskapene til løsmassene i dypet.

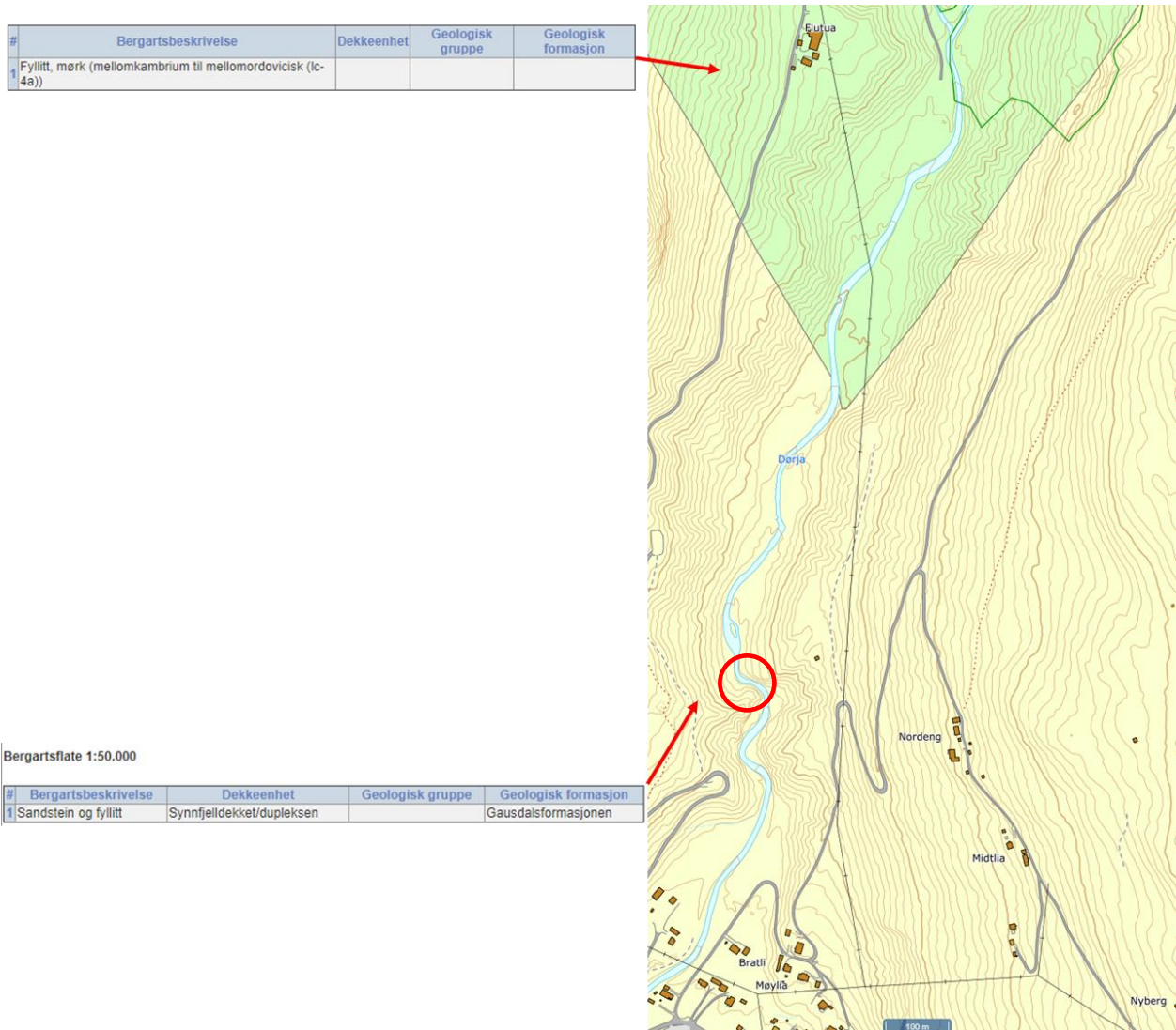


Figur 2 Forventede løsmasser (i overflaten) der grønt markerer tykk morene, gult markerer elveavsetning. Nord er orientert opp på kartet. Kilde: [www.ngu.no](http://www.ngu.no).

Selv om løsmassekartet fra ngu.no ikke indikerer bergblotninger i området, har det vist seg at det er bergblotning flere steder langs elven.

## Bergarter

Forventede bergarter i området er presentert i Figur 3.

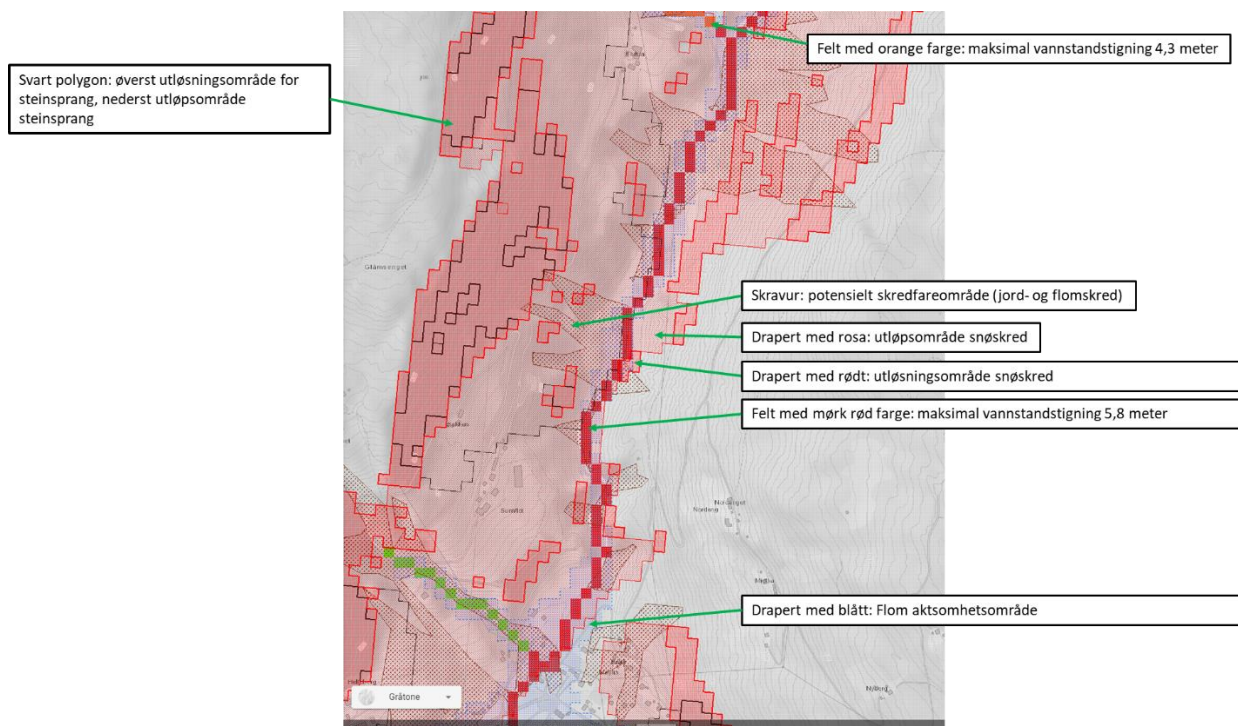


Figur 3 Forventede bergarter i det aktuelle området». Nord er orientert opp på kartet. Rød ring viser hvor det er observert bergblotning på begge sider av elv. Kilde [www.ngu.no](http://www.ngu.no).

Norconsult er ikke kjent med at det er utført tidligere grunnundersøkelser i området. Nasjonal database for grunnundersøkelser (NADAG) viser borehull (punkter) hvor grunnundersøkelser er utført, det er ikke registrert at det er utført grunnundersøkelser i området. Det er heller ingen registrerte grunnvannsbrønner i området langs Dørja (Nasjonal grunnvannsdatabase).

På grunn av terrenghelning på begge sider av dalen, ligger elva Dørja i aktsomhetsområde for snøskred og steinsprang, samt at det registrert potensielle skredfareområder for jord- og flomskred langs Dørja, se figur 4.





Figur 4 Aktsomhetskart over området. Nord er orientert opp på kartet. Kilde: NVE <https://temakart.nve.no/link/?link=aktsomhet>

## Befaring 16. juni 2020

Jon Sylte (Gausdal kommune), Jo-Morten Høistad (Gausdal kommune), Erling Surnflødt (grunneier 74/1), Lars Jenssen (Norconsult) og Daniel Fossberg (Norconsult) befarte elven i prosjektområdet den 16. juni 2020 [2]. Under denne befaring ble det observert bergblotning på begge sider av elven på ett sted langs elven, og stedet er vist i med rød ring i Figur 3 og bilde i Figur 5-6.



# Notat

Oppdragsgiver: **Gausdal kommune**

Oppdragsnr.: **5204617** Dokumentnr.: **NO-GEO-001**



*Figur 5 Bergblotning på begge sider av elven, der hvor det står en person i bildet.*





Figur 6 Nærbilde av mulig damsted

## Ingeniørgeologiske vurderinger

I befæringsnotatet fra 16. juni 2020 [2] er det sett mulig plassering av damsted ved ca. 0,9 km oppstrøms fra hvor elva Dørja renner ut i Jøra. Dette området er vist med rød sirkel i Figur 3. I følge berggrunnskartet er det sandstein og fyllitt i dette området. Ut ifra bilder fra befaringen er bergarten vurdert å være skifrig med tydelig lagdeling. Basert på bildene antas at bergmassen ved mulig damsted består av sandstein som vil stemme med NGUs sitt berggrunnskart. Lengre oppstrøms renner Dørja på fyllitt ifølge NGUs sitt berggrunnskart. Ved eventuell videre planlegging av damsted på berg anbefales det å utføre ingeniørgeologisk befaring på stedet for vurdering av behov for grunnundersøkelser. Ved ingeniørgeologisk befaring vil nærmere detaljer rundt damforankring (frikjonsvinkel, forankringsbolter etc), stabilitet, vurdering av behov for injeksjon mm. også vurderes. Som nevnt i befæringsnotatet [2] er det usikkerheter knyttet til løsmassetykkelse i elven mellom bergblotninger, noe som påvirker for eksempel betongmengde for damkonstruksjon.

I befæringsnotatet [2] er det beskrevet flere strekninger som utsatt for erosjon ved flom, og noen strekninger er beskrevet som rasutsatt samt meget rasutsatt. Videre i befæringsnotatet er det ett område i elva Gryta som er klassifisert som rasutsatt. Ut ifra bilder tatt fra befaringen er det vurdert at løsmasseskråninger ligger stort sett på rasvinkel med fot langs elveleiet. Videre erosjon kan undergrave foten til løsmasseskråning og medføre utglidning av løsmasser. Videre kan slike løsmasseskråninger utsatt for jordskred i forbindelse med ekstremnedbør, som for eksempel jordskredet ved Follebu pinse 2011 og 22. mai 2013 [3]. Det vil si at selv om slike løsmasseskråninger (med skråningshelning brattere enn 25 grader) plastres langs elvebredden, er det også en risiko for ras ved perioder med ekstremnedbør. For å redusere sannsynlighet for utrasing av løsmasser i elven i rasutsatte områder kan det være aktuelt med tiltak som ytterligere plastring av skråning, redusere skråningshelning eller lignende, i dette tilfellet er det behov for nærmere geotekniske vurderinger knyttet til dette.

Oppdragsgiver: **Gausdal kommune**

Oppdragsnr.: **5204617** Dokumentnr.: **NO-GEO-001**

I tilfeller det vurderes fyllingsdam på løsmasser anbefales at det utføres geoteknisk befaring for blant annet å vurdere behov for grunnundersøkelser (boringer, prøvetaking og lignende).

I neste fase av prosjektet anbefales det at det utføres en ingeniørgeologisk kartlegging av området og damstedet, samt skredfarevurdering av sideterreng langs elven for å kartlegge eventuelle løsneområder/utløpsområder for steinsprang og snøskred. Dette er viktig for planlegging av eventuelle fremtidige anleggsarbeider i området.

## Referanser

[1] NVE 2014. Veileder nr. 8 -2014. Sikkerhet mot skred i bratt terreng. Kartlegging av skredfare i arealplanlegging og byggesak. Mai 2014.

[2] Norconsult 2020. Befaringsnotat ifm. mulighetsstudie Dørja 16.06.2020. Dokumentnummer bn\_01. Revisjon D01. Datert 2020-06-29.

[3] Statens vegvesen 2013. Stabilitetsvurdering av skråning etter jordskred og ekstremnedbør pinse 2011 og 22. mai 2013. Adresse kolbotnvegen 50, 2656 Follebu. Doknr. 2013089382-2. 1.8.2013.

01	2020-08-13	For bruk	Tofar	FrPal	DbFos
<b>Versjon</b>	<b>Dato</b>	<b>Beskrivelse</b>	<b>Utarbeidet</b>	<b>Fagkontrollert</b>	<b>Godkjent</b>

Dette dokumentet er utarbeidet av Norconsult AS som del av det oppdraget som dokumentet omhandler. Opphavsretten tilhører Norconsult AS. Dokumentet må bare benyttes til det formål som oppdragsavtalen beskriver, og må ikke kopieres eller gjøres tilgjengelig på annen måte eller i større utstrekning enn formålet tilsier.



## Vedlegg 5

Notat: Kartlegging av naturmiljø langs Dørja,  
Norconsult AS, august 2020.

Oppdragsgiver: **Gausdal kommune**

Oppdragsnr.: **5204617** Dokumentnr.: **NO\_540\_GK\_001**

**Til:** Gausdal kommune v/Jon Sylte

**Fra:** Norconsult v/Annie Ås Hovind

**Dato** 2020-11-05

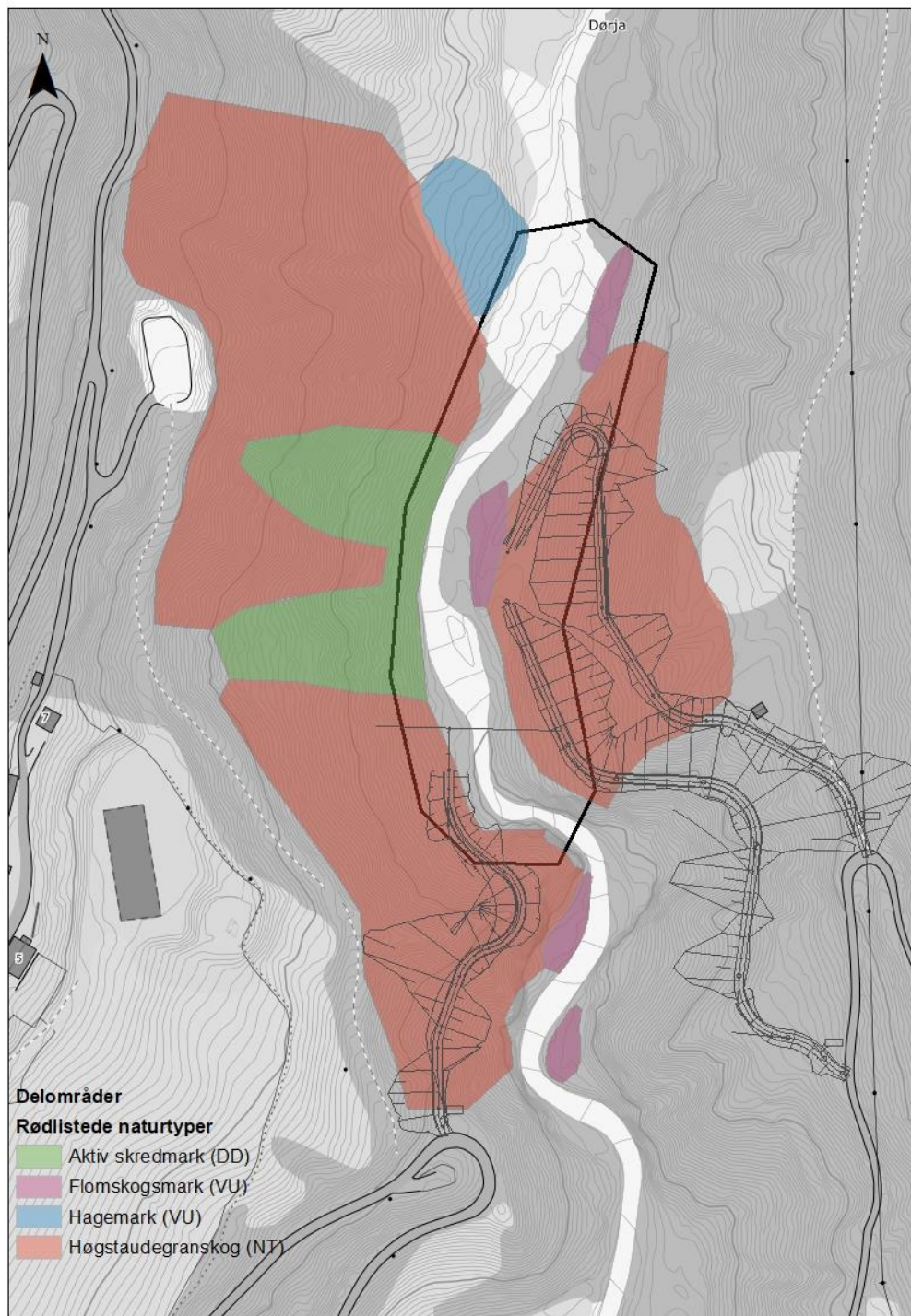
## ► Kartlegging av terrestrisk naturmiljø for mulig damsted langs Dørja

Norconsult er engasjert av Gausdal kommune for å gjennomføre en mulighetsstudie for flomsikring av elva Dørja. Det er i den forbindelse utført en kartlegging av terrestrisk naturmiljø med fokus på rødlistede naturtyper og fremmede og rødlistede arter, samt øvrige områder med verdi for naturmangfold (økologiske funksjonsområder for arter) for å øke kunnskapsgrunnlaget i det mulige tiltaksområdet. Feltundersøkelser ble gjennomført ved økolog Annie Ås Hovind den 4. sept. 2020. Undersøkelsesområdet ble avgrenset til området for mulig damsted og sedimenteringsbasseng med tilhørende adkomstveier samt områder tilknyttet elva nedstrøms som kan forventes å berøres av endringer i flomregime.

Mulige flomsikringstiltak langs Dørja inkluderer erosjonssikring av elvekanter, sikring av rasutsatte dalskråninger og etablering av bunnlastsperre. Den mulige dammen bygges med en drengspalte som dimensjoneres for å avlede tilsiget i elva under normale forhold. Det er kun i kortere perioder, i flomsituasjoner med sedimenttransport i elva, dammen skal danne et sedimenteringsbasseng for avsetning av masser. For ytterligere beskrivelse av mulige tiltak se rapporten Flomsikringstiltak langs Dørja – Mulighetsstudie.

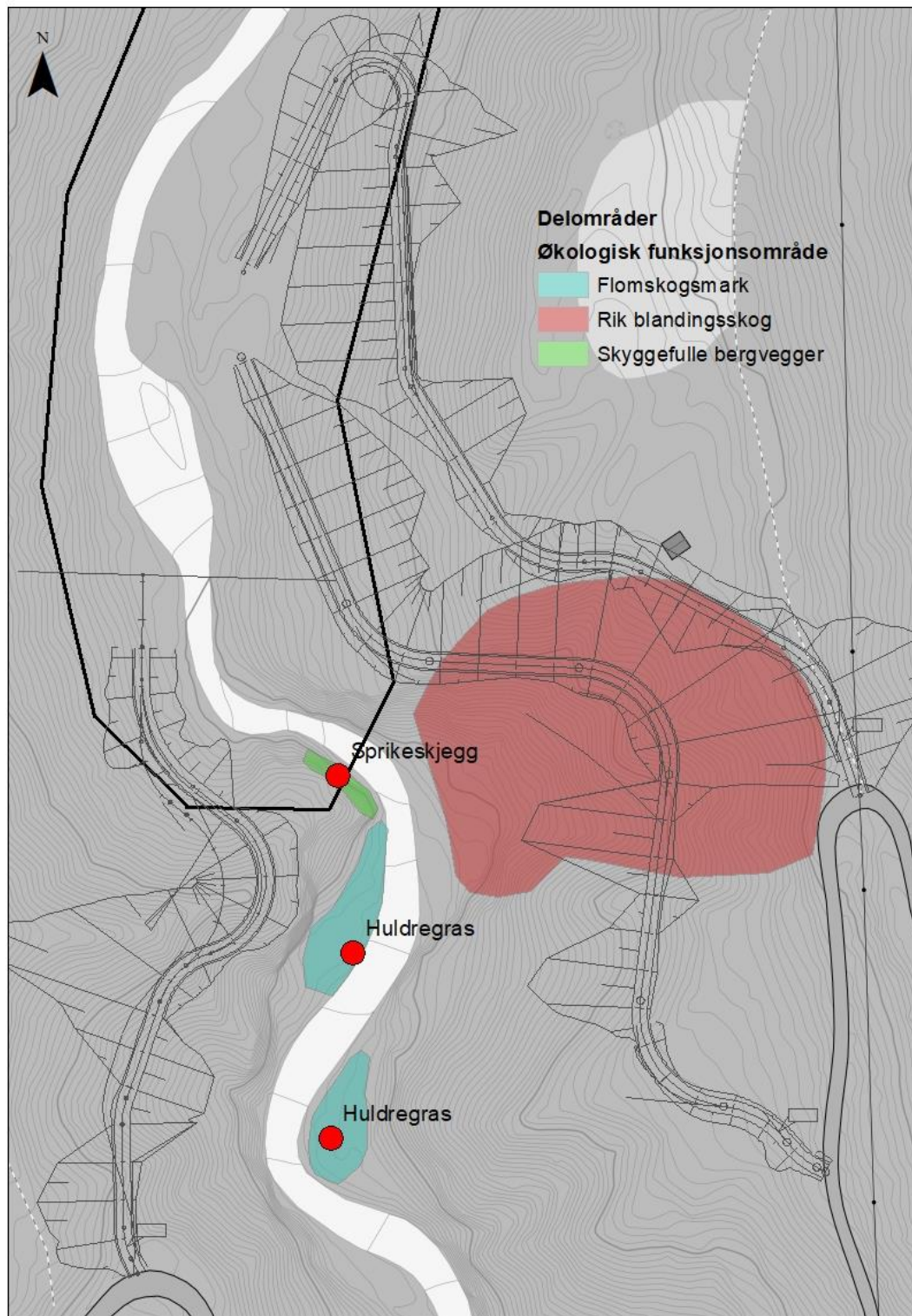
### Vurdering av naturverdier og mulige virkninger

Mulig damsted ligger innenfor landformen bekkekløft (Intakt – LC), om lag 700-800m nedstrøms Dørdalen Naturreservat. Delområder i form av rødlistede naturtyper og funksjonsområder for arter i tilknytning til mulig damsted, sedimenteringsbasseng og tilhørende adkomstveier er avgrenset i kart (Figur 1) og beskrevet under. Mulige virkninger av tiltaket er beskrevet for hvert avgrensede delområde, men påvirkning og konsekvens for naturmiljø bør vurderes ytterligere ved eventuell konkretisering av tiltaket. Vurderinger av rødlistede naturtyper er basert på Rødlista for naturtyper (Artsdatabanken, 2018), Miljødirektoratets instruks for NiN (Miljødirektoratet, 2020) og Rundskriv T2-16 (Regjeringen, 2019). Det ble ikke påvist fremmede arter i undersøkelsesområdet.



Figur 1. Oversikt over registrerte rødlistede naturtyper (se fargekodeoversikt i kart), mulig sedimenteringsbasseng (omtrentlig avgrenset i sort) og mulige adkomstveier (grått).





Figur 2. Oversikt over registrerte økologiske funksjonsområder for arter (se fargekoder i kart), rødlistearter (kategori nær truet – NT), mulig sedimenteringsbasseng (omtrentlig avgrenset i sort) og mulige adkomstveier (grått).

## **Rødlistede naturtyper**

### Høgstaudegranskog (nær truet - NT)

Terrestrisk naturmiljø i de bratte lisdene på det foreslåtte damstedet domineres av plantet granskog i ulike hogstklasser, anslagsvis i hogstklasse 2-4 (Figur 3). Feltsjiktet er gjennomgående rikt og friskt og karakteriseres av høgstauder som tyrihjelm, strutseving, turt og storklokke. Mer kildepregete partier karakteriseres av arter som sumphaukeskjegg. Høgstaudegranskog utgjør en nær truet naturtype etter Norsk rødliste for naturtyper, der skogbruk utgjør den viktigste negative påvirkningsfaktoren for naturtypen.

Tiltaket medfører arealbeslag (ved anleggelse av adkomstveier) og tidvis oppdemming ved storflom av tilplantet høgstaudegranskog. Etter rundskriv T-2/16 skal innsigelse vurderes når foreslått ny arealbruk i planforslaget vil komme i konflikt med nær truede naturtyper med minst høy lokalitetskvalitet kartlagt etter Miljødirektoratets instruks. Høgstaudegranskogen her er imidlertid sterkt preget av skogbruk (hogst og tilplanting), noe som gir dårlig tilstand og lav lokalitetskvalitet etter Miljødirektoratets instruks for NiN.



*Figur 3. Terrestrisk naturmiljø i de bratte lisdene på det foreslåtte damstedet domineres av tilplantet høgstaudegranskog, anslagsvis i hogstklasse 2-4. Høgstaudegranskog utgjør en nær truet naturtype etter Norsk rødliste for naturtyper (Artsdatabanken, 2018), men høgstaudegranskogen her er sterkt preget av skogbruk (hogst og tilplanting), og tilstanden er følgelig vurdert som dårlig.*



## Flomskogsmark (sårbar - VU)

Flatere partier langs elva oppstrøms og nedstrøms det mulige damstedet domineres av flompåvirket høgstaudegråorskog (Figur 4), med innslag av enkeltstående eldre grantrær og større mengder drivved. Flomskogsmark utgjør en sårbar naturtype etter Norsk rødliste for naturtyper, der endringer i flomregimet som følge av vannkraftutbygging og annen regulering utgjør en viktig negativ påvirkningsfaktor.

Tiltaket medfører endringer i flomregime i form av endret vannmengde og hastighet ved storflom og følgelig negative virkninger på flomskogsmark både innenfor mulig sedimentasjonsbasseng og nedstrøms mulig damsted. De flompåvirkete, tresatte partiene langs elva er imidlertid for små (< 1000m<sup>2</sup>) til å utgjøre naturtypen flomskogsmark etter Miljødirektoratets instruks for NiN i 2020, og gir derfor ikke grunnlag for innsigelse etter rundskriv T-2/16. De små lommene utgjør imidlertid et nettverk av livsmiljøer for arter tilknyttet flomskogsmark.



*Figur 4. Flatere partier langs elva på det mulige damstedet domineres av flompåvirket høgstaudegråorskog. Flomskogsmark utgjør en sårbar naturtype etter Norsk rødliste for naturtyper, men de flompåvirkete, tresatte partiene her er imidlertid for små til å utgjøre naturtype.*

## Hagemark (sårbar - VU)

Nord for det mulige damstedet finnes gammel, tresatt semi-naturlig mark med stedvis stort innslag av naturengarter som blåklokke, rødknapp, gjeldkarve, prestekrage, gulaks og perikum (Figur 5). Arter som



tyrihjelm, skogstorkenebb, vendelrot, engsyre og mjødukt inngår i fuktigere partier. Den semi-naturlige marka er spredt tresatt med gran, og historiske flyfoto viser at området trolig har blitt holdt delvis åpent som hagemark ved beite og rydding av trær i lengre tid, i hvert fall tilbake til 1959 (Finn kart, 2020). Hagemark utgjør, som del av vurderingsenheten semi-naturlig eng, en sårbar naturtype på Rødlista for naturtyper. Området blir imidlertid ikke direkte berørt verken av mulig dam eller tilhørende adkomstveier, da det ligger i hovedsak oppstrøms og høyere enn beregnet vannivå i dammen ved storflom.



*Figur 5. Nord for det mulige damstedet finnes gammel, tresatt semi-naturlig mark med relativt stort innslag av naturengarter. Hagemark utgjør, som del av vurderingsenheten semi-naturlig eng, en sårbar naturtype på Rødlista for naturtyper. Området blir imidlertid ikke direkte berørt verken av mulig dam eller tilhørende adkomstveier, da det ligger i hovedsak oppstrøms og høyere enn beregnet vannivå i dammen ved storflom.*

## Aktiv skredmark (datamangel - DD)

Aktiv skredmark med silt-, sand- og grusskredflater i ulike suksjonsfaser inngår i den vestre lisen på damstedet (Figur 6). Skredflatene er dominert av henholdsvis hestehov eller ung gråor avhengig av hvor ferske skredflatene er. Tilstanden vurderes til god grunnet fravær av kjørespor og menneskeskapt objekter, og naturmangfold settes til moderat etter Miljødirektoratets instruks for NiN 2020. Dette gir en samlet høy lokalitetskvalitet.



Aktiv skredmark utgjør en rødlistet naturtype i kategori «Datamangel» (DD) etter Norsk rødliste for naturtyper. Den underordnede naturtypen Silt- og leirskred utgjør en sterkt truet naturtype (EN). I ekspertkomiteens beskrivelse av naturtypen Silt- og leirskred blir det imidlertid spesifisert at vurderingsenheten er «begrenset til arealer på naturlig mark under marin grense, og hovedsakelig knyttet til ravinlandskapet». Ekspertkomiteen, som har utarbeidet rødlistevurderingen av naturtypen, bekrefter at de ikke hadde tilstrekkelig datagrunnlag i 2018 til å vurdere siltskred over marin grense, slik som i Dørja, til en konkret rødlistekategori (pers. med. Torbjørn Høitomt, 09.09.2020), og at denne derfor heller omfattes av den overordnede rødlistede naturtypen Aktiv skredmark (DD). Aktiv skredmark trues blant annet av sikringstiltak. Dynamiske skredflater bidrar til å opprettholde ett større innslag av løvtrær i

Tiltaket kan medføre sikring av skredutsatte områder i tilknytning til dammen, og dermed forringelse av naturtypen. Etter rundskriv T-2/16 skal innsigelse vurderes når foreslått ny arealbruk i planforslaget vil komme i konflikt med spesielt dårlig kartlagte naturtyper med minst høy lokalitetskvalitet, slik som her.



Figur 6. Silt- og grusskredflater i ulike suksesjonsfaser inngår i de bratte lisdene på damstedet. Disse er dominert av henholdsvis hestehov eller ung gråor avhengig av hvor ferske skredflatene er. Aktiv skredmark er vurdert som en rødlistet naturtype i kategori «Datamangel» (DD) etter Norsk rødliste for naturtyper, som er antatt truet av blant annet sikringstiltak, slik som her i Dørja.



## **Økologiske funksjonsområder for arter**

### Skyggefulle bergvegger

Nær foreslått terskel for dam, der elva er smalere og sidene brattere, finnes skyggefulle østvendte bergvegger som bl.a. huser den nær truede lavarten sprikeskjegg (*Bryoria nadvornikiana*, NT) (Figur 7). Bergveggene vil ikke berøres direkte av mulig dam da disse ligger nedstrøms mulig terskel. Så lenge normal vannføring og lokalt høy luftfuktighet opprettholdes over tid, vil tiltaket trolig ikke medføre betydelige negative virkninger på forekomsten. Sprikeskjegg er også kjent fra naturreservatet lenger oppstrøms.



Figur 7. Nær foreslått terskel for dam finnes skyggefulle østvendte bergvegger som bl.a. huser den nær truede lavarten sprikeskjegg (*Bryoria nadvornikiana*, NT). Så lenge normal vannføring og lokalt høy luftfuktighet opprettholdes over tid forventes ikke tiltaket å medføre betydelige negative virkninger på forekomsten.

### Flomskogsmark (sårbar - VU) nedstrøms mulig damsted

Flomskogspartier på elvørrer nedstrøms det mulige damstedet huser forekomster av den nær truede arten huldregras (*Cinna latifolia*, NT) (Figur 8). Arten er knyttet til rike, friske og skyggefulle miljøer som flomskog og bekkeløfter på Østlandet. Endringer i flomregime som følge av tiltaket kan ha negative virkninger på flomskog med tilhørende artsmangfold nedstrøms. Dersom det opprettholdes en normal variasjon i



vannføring og et visst flomregime over tid vil tiltaket trolig ikke medføre betydelige negative virkninger på forekomstene. Huldregras er også kjent fra naturreservatet lenger oppstrøms.



*Figur 8. Flomskogspartier på elvører nedstrøms det mulige damstedet huser forekomster av den nær truede arten huldregras (*Cinna latifolia*, NT). Så lenge normal variasjon i vannføring og et visst flomregime opprettholdes over tid vil tiltaket trolig ikke medføre betydelige negative virkninger på forekomstene.*



## Rik blandingskog

Den midtre og i noen grad den nordøstre av de mulige adkomstveiene berører rik blandingskog i form av naturlig fremkommet høgstaude- og lågurtskog dominert av gråor, gran og osp (Figur 9). Feltsjiktet er rikt og friskt og karakteriseres av arter som strutseving, tyrihjel, mjørdurt, storklokke, bringebær, turt, firblad, rød jonsokblom, krattfiol, blåveis og trollbær. Blandingskogen her har større innslag av død ved i ulike nedbrytningsfaser som følge av bratt terreng og høy næringsomsetning. Noe fuktighetskrevede epifytter som filthinnelav forekommer på grov osp, og grove grantrær utgjør substrat for kontinuitetskrevede arter som skyggenål.

Den sørvestre mulige adkomstveien går i hovedsak gjennom tilplantet granskog av mindre verdi for naturmangfold, og bør derfor foretrekkes for å unngå unødig forringelse av naturverdier.



*Figur 9. Den midtre av de mulige adkomstveiene berører naturlig fremkommet høgstaudeskog dominert av gråor, gran og osp av større verdi for naturmangfold enn tilgrensende granplantasjer. Ved bruk av dette alternativet for adkomst bør traseen justeres.*

## **Konklusjon/oppsummering**

Det er kartlagt fire rødlistede naturtyper og tre økologiske funksjonsområder for arter i tilknytning til mulig damsted med tilhørende sedimenteringsbasseng og adkomstveier.

Generelt vurderes den mulige plasseringen av damsted å medføre moderate negative virkninger på terrestrisk naturmangfold, forutsatt at terskelen tillater normale svingninger i vannføring, slik at lokale fuktighetsforhold og et visst flomregime opprettholdes for å ivareta økologiske funksjonsområder for arter i form av skyggefulle bergvegger og flomskogsmark nedstrøms.

Tiltaket berører og medfører virkninger på rødlistede naturtyper (Tabell 2), men disse er i hovedsak av lav kvalitet (tilplantet høgstaudegranskog) eller for små (mindre lommer med flomskogsmark) til å utgjøre naturtyper etter Miljødirektoratets instruks for NiN. Hagemarka i nord blir tilsynelatende ikke berørt da den ligger oppstrøms og høyere enn beregnet vannivå i dammen ved storflom. Aktiv skredmark sentralt i område forringes dersom tiltaket medfører sikring av skredutsatte partier. Aktiv skredmark er en spesielt dårlig kartlagt naturtype (kategori datamangel – DD) og får høy lokalitetskvalitet etter Miljødirektoratets instruks for NiN og gir dermed grunnlag for å vurdere innsigelse etter rundskriv T-2/16.

Den midtre og i noen grad den nordøstre av de mulige adkomstveiene berører i større grad områder av verdi for naturmangfold, i form av naturlig fremkommet høgstaude- og lågurtblandingskog med gran, gråor og osp med tilhørende artsmangfold. Den sørvestre adkomstveien går i hovedsak gjennom tilplantet granskog av mindre verdi for naturmangfold, og er derfor et bedre alternativ for naturmangfold (Tabell 1).

Da det i hovedsak er selve damstedet med tilhørende sedimenteringsbasseng og adkomstveier samt naturmiljø i flomsonen nedstrøms som berøres av tiltaket, vurderes det som hensiktsmessig at damstedet plasseres såpass langt ned i vassdraget. Sørgrensen for Dørdalen NR ligger om lag 700-800m oppstrøms og blir derfor ikke berørt. Bare om lag 150-200m nedstrøms mulig plassering av terskel er elvesidene forbygd og uten nevneverdig verdi for terrestrisk naturmangfold.

Tabell 1. Rangering av foreslåtte adkomstveier etter påvirkninger på terrestrisk naturmiljø.

Rangering	Adkomstvei
1	Sørvestre
2	Nordøstre
3	Midtre

Tabell 2. Oppsummering av delområder etter registreringskategori med naturtype, beskrivelse og verdi.

Registreringskategori	Naturtype	Beskrivelse	Verdi
Rødliste naturtyper	Høgstaudegranskog (nær truet - NT)	Rik og frisk granskog med høgstauder og enkelte kildepregete partier. Skogen er i anslagsvis hogstklasse 2-4 og bærer sterkt preg av hogst og tilplanting.	Noe
	Flomskogsmark (sårbar – VU)	Mindre lommer med flompåvirket høgstaudegråorskog med innslag av enkeltstående eldre grantrær og større mengder drivved.	Middels
	Hagemark (sårbar – VU)	Spredt tresatt semi-naturlig mark med stedvis stort innslag av naturengarter som har blitt holdt åpent ved hevd i tidligere tid.	Middels
	Aktiv skredmark (datamangel – DD)	Silt-, sand- og grusskredflater i ulike suksesjonsfaser, dominert av henholdsvis hestehov eller ung gråor avhengig av hvor ferske skredflatene er.	Middels-stor



Oppdragsgiver: Gausdal kommune

Oppdragsnr.: 5204617 Dokumentnr.: NO\_540\_GK\_001

Økologiske funksjonsområder for arter	Skyggefulle bergvegger	Østvendte bergvegger i ett smalere og brattere parti av bekkeløften huser den nær truede arten sprikeskjegg.	Middels
	Flomskogsmark nedstrøms	Flomskogspartier på elvører nedstrøms huser den nær truede arten huldregras.	Middels
	Rik blandingsskog	Naturlig fremkommet høgstuade- og lågurtskog dominert av gråor, gran og osp med større innslag av død ved og fuktighets- og kontinuitetskrevede epifytter.	Middels

## Kilder

Artsdatabanken (2018). *Norsk rødliste for naturtyper 2018*.

<https://www.artsdatabanken.no/rodlistefornaturtyper>.

Artsdatabanken (2019). *Artskart* – database for elektronisk artsinformasjon.

<http://artskart.artsdatabanken.no>.

Direktoratet for naturforvaltning (2007). *Kartlegging av naturtyper – Verdisetting av biologisk mangfold*. DN-håndbok 13 2.utgave 2006 (oppdatert 2007). Miljødirektoratet, Trondheim.

Finn kart (2020). <https://kart.finn.no/>

Henriksen, S. og Hilmo, O. (red. 2015). *Norsk rødliste for arter 2015*. Artsdatabanken, Trondheim.

Miljødirektoratet (2019b). *Naturbase* – database for elektronisk naturinformasjon.

<https://www.miljodirektoratet.no/verktoy/naturbase/>.

Miljødirektoratet (2020). *Kartleggingsinstruks – Kartlegging av Naturtyper etter NiN2 i 2020*.

<https://www.miljodirektoratet.no/globalassets/publikasjoner/m1621/m1621.pdf>

Nibio (2019). *Kilden* – database for elektronisk arealinformasjon. <http://kilden.nibio.no>.

Innhentet 29.10.2019.

Norges Geologiske Undersøkelser (NGU) (2019). *Bergrunnsskart*. <http://geo.ngu.no/kart/berggrunn/>.

Innhentet 29.10.2019.

Norges Geologiske Undersøkelser (NGU) (2019). *Løsmassekart*. <http://geo.ngu.no/kart/losmasse/>.

Innhentet 29.10.2019.

Regjeringen (2019). *Nasjonale og vesentlige regionale interesser på miljøområdet – klargjøring av miljøforvaltningens innsigelsespraksis*. Rundskriv nr. T-2/16.

<https://www.regjeringen.no/no/dokumenter/nasjonale-og-vesentlige-regionale-interesser-pa-miljoomradet--klargjoring-av-miljoforvaltningens-innsigelsespraksis/id2504971/>

E01	2020-11-05	For bruk	A. Å. Hovind	T. Isdahl	D. Fossberg
<b>Versjon</b>	<b>Dato</b>	<b>Beskrivelse</b>	<b>Utarbeidet</b>	<b>Fagkontrollert</b>	<b>Godkjent</b>

Dette dokumentet er utarbeidet av Norconsult AS som del av det oppdraget som dokumentet omhandler. Opphavsretten tilhører Norconsult AS. Dokumentet må bare benyttes til det formål som oppdragsavtalen beskriver, og må ikke kopieres eller gjøres tilgjengelig på annen måte eller i større utstrekning enn formålet tilsier.

# Vedlegg 6

Notat: Fisk, desember 2020

Oppdragsgiver: **Gausdal kommune**

Oppdragsnr.: **5204617** Dokumentnr.: **NO\_550\_fisk\_001**

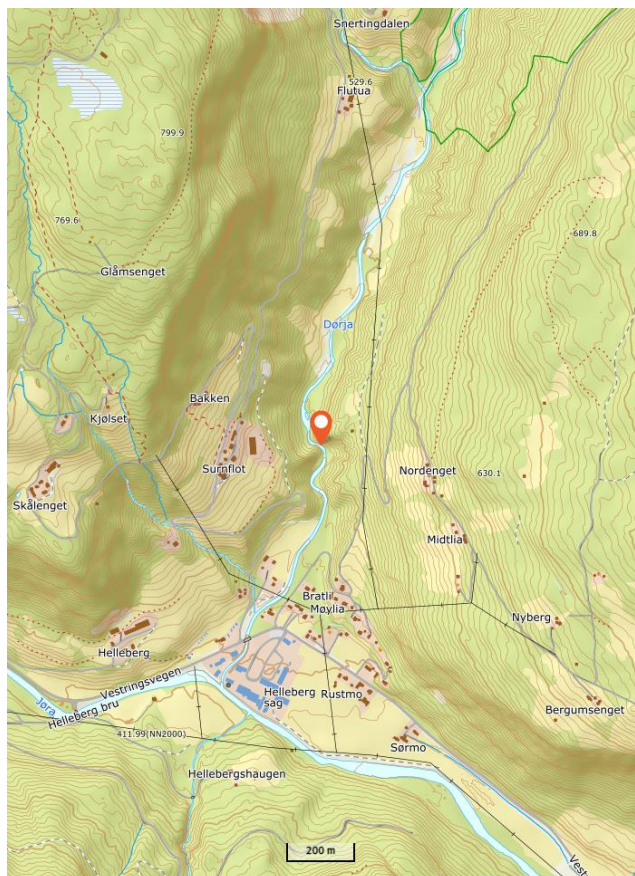
**Til:** Gausdal kommune v/Jon Sylte  
**Fra:** Norconsult v/Atle Rustadbakken  
**Dato:** 2021-03-19

## ► Kartlegging av fisk for mulig damsted langs Dørja

Norconsult er engasjert av Gausdal kommune for å gjennomføre en mulighetsstudie for håndtering av sedimenter og massetransport i elva Dørja i Gausdal kommune. For å kunne vurdere konsekvenser for vannmiljø i vassdraget, er det utført en kartlegging av fisk. Ungfisktetthet av ørret vil i dette området kunne si mye om produksjonsforholdene for laksefisk i dag. Feltundersøkelser ble gjennomført ved fiskebiolog Atle Rustadbakken den 4. sept. 2020. Undersøkelsesområdet ble avgrenset til elvearealet langs en strekning fra rett nedstrøms mulig damsted (lat/long 61.29552/9.97338) og opp til snaut 100 m oppstrøms mulig sedimenteringsbasseng (lat/long 61.29819/9.97346).

Mulige flomsikringstiltak langs Dørja inkluderer erosjonssikring av elvekanter, sikring av rasutsatte dalskråninger og etablering av bunnlastsperre. Det bygges da en demning med en dreusspalte som dimensjoneres for å avlede tilsiget i elva under normale forhold. Det er kun i flomsituasjoner som medfører stor sedimenttransport i elva, at dammen skal bremse opp vannstrømmen og danne et sedimenteringsbasseng for avsetning av masser. For ytterligere beskrivelse av mulige tiltak se hovedrapporten Flomsikringstiltak langs Dørja – Mulighetsstudie.

En rekke organismegrupper kan bli berørt av en slik damløsning. Vi har imidlertid her valgt fisk som indikatororganisme for dagens situasjon i vassdraget. Vi presenterer her data fra én dags registrering omkring området som blir direkte berørt av dam og sedimenteringsbasseng. Disse resultatene innlemmes i beslutningsgrunnlaget for en damplassering og -løsning som ivaretar vannmiljøet i elva i tilstrekkelig grad.



Figur 1. Oversiktskart med vurdert plassering av bunnlastsperre for massesetningsdam.



## Fisk og økologisk tilstand i Dørja

Dørja tilhører vannforekomst 002-2340-R og ligger i Sør-Fron, Ringebu og Gausdal kommuner i Innlandet fylke. Vanntypen er oppgitt å være middels stor, kalkfattig og humøs (vann-nett.no, 20201209). Dagens økologiske og kjemiske tilstand er begge vurdert til å være God. Av påvirkninger er i dag dammer, barrierer og sluser for flomsikring registrert å påvirke i middels grad. Endret habitat som følge av morfologiske endringer er en følge av omfattende flomsikringstiltak i elvas nedre del ned mot utløp til Jøra (Figur 2). Det er også påpekt at diffus avrenning fra hytter medfører organisk forurensning, men kun i liten grad (vann-nett.no, 20201209). Vi har ikke klart å oppdrive tidligere dokumentasjon på fiskesamfunnet i Dørja.



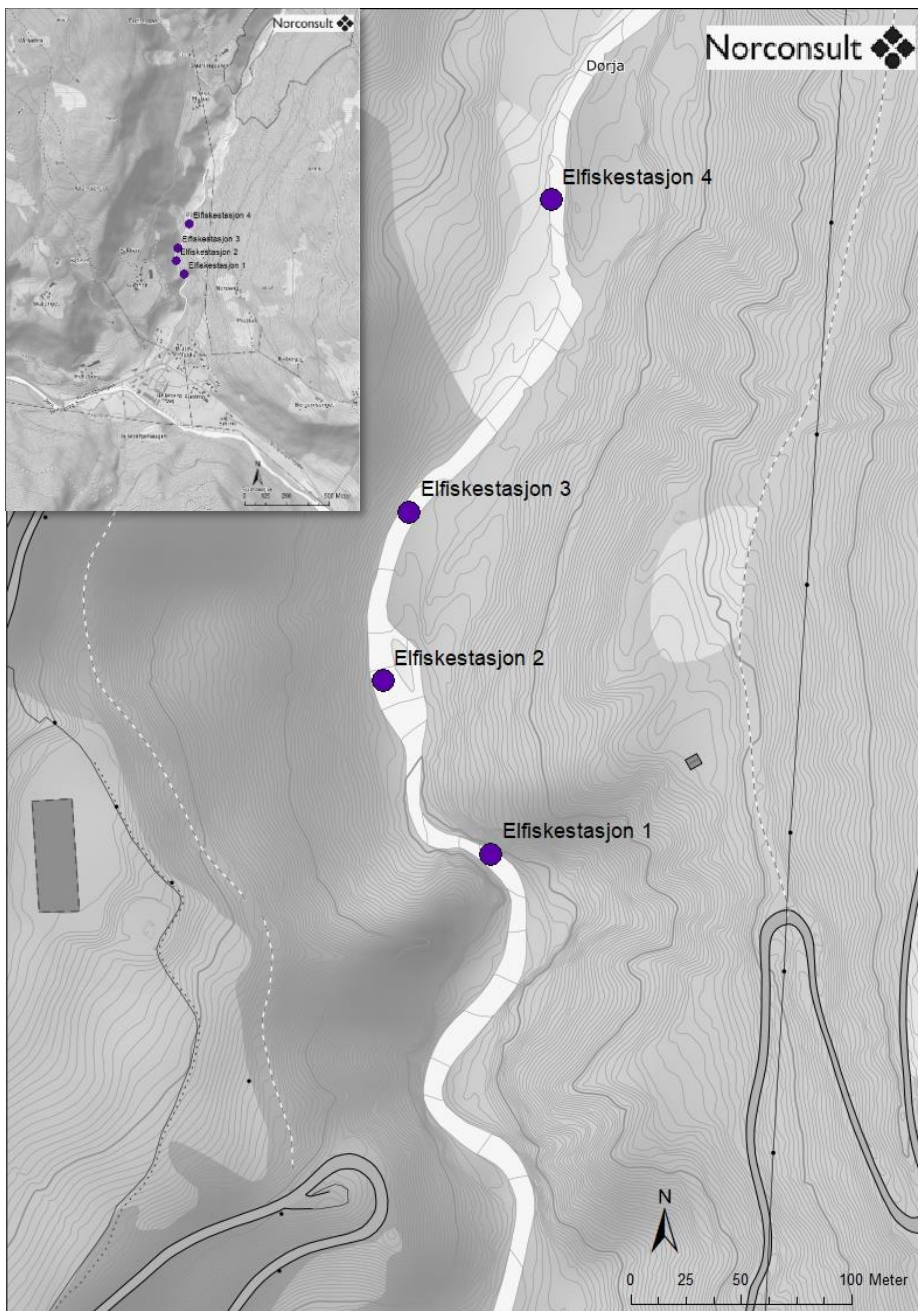
Figur 2. Den nedre delen av Dørja, ned mot utløpet til Jøra, er elva strengt forbygd med klassisk glatt plastring. Denne form for forbygning anses å være lite gunstig for vannmiljøet da vannhastigheten gjerne blir veldig høy i hele tverrsnittet.

## Registreringer

Den 4.9.2020 utførte Norconsult ved Atle Rustadbakken feltbefaring i Dørja sammen med Annie Ås Hovind som samtidig registrerte terrestriske naturverdier. Formålet var å dokumentere om det forekom fisk i Dørja omkring det planlagte tiltaksområdet samt beskrive hvilken økologisk funksjon denne delen av elva har.

Ungfisketetthet ble undersøkt på fire stasjoner. Et el.fiskeapparat av type Iomega FA3 ble benyttet etter standardisert metode. Strøm fra el.fiskeapparatet lokker fisken mot anoden. Når fisken kommer tilstrekkelig inn i det elektriske feltet, svimeslås den en kort stund slik at den kan fanges opp med håv. All fisk samles inn og oppbevares i bøtter med vann inntil registrering. Fiskene bestemmes til art, telles opp og lengdemåles til nærmeste millimeter før de slippes levende ut igjen etter endt undersøkelse. Ut fra størrelsesstruktur kan fisken ofte sorteres i årsunger, 1-åringer, 2-åringer og eldre fisk. Fisketetthet pr 100 m<sup>2</sup> elveareal estimeres normalt etter tre gangers overfiske (Bohlin et al., 1989). Dette gir kontroll på fangbarhetskoeffisienten som kan variere mellom ulike vassdrag og over tid. Viktige faktorer som påvirker fangbarheten er temperatur, lys og siktbarhet i vatnet. Denne kartleggingen ble gjennomført som et enklere påvisningsfiske der vi

gjennomfører kun 1x overfiske per elveareal. Dette benyttes i tilfeller der fisketettheten er lav eller i tilfeller der det vurderes som viktigst å få en grov oversikt over et større areal enn hva en ville kunne oppnådd ved 3x overfiske innafor samme tidsrom. Ved 1x overfiske gir antall fisk fanget isolert sett et minimumsestimat på tetthet. Ved å bruke faglig skjønn til å anta en fangbarhet, kan en også her estimere totaltetthet, men sjølsagt da med større usikkerhet. Under normale forhold ligger fangbarheten for laksefisk i norske vassdrag gjerne mellom 0,4 og 0,6 (Forseth & Forsgren, 2008). I de tetthetsestimater vi her presenterer, har vi lagt til grunn en antatt fangbarhet på 0,5.

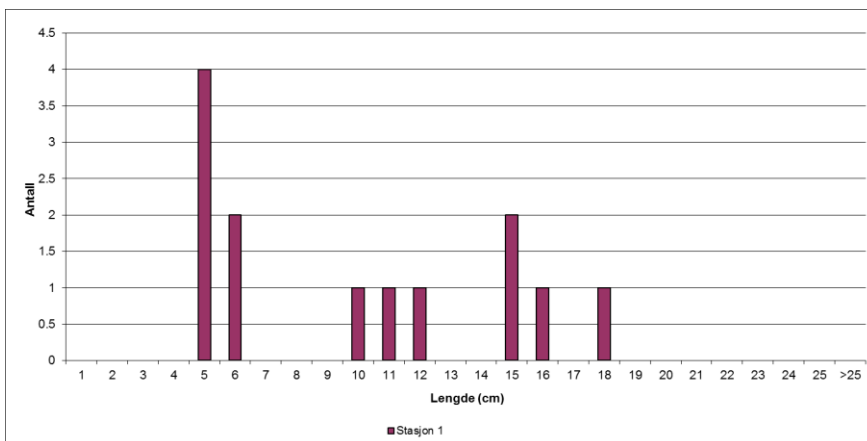


*Figur 3. Plassering av el.fiskestasjoner under kartleggingen i Dørja 4. sept 2020.*



### Stasjon 1 (lat/long 61.29552/9.97338), rett nedstrøms bunnlastsperra

El-fiskestasjon 1 var et område på venstre side av elva sett nedstrøms rett nedstrøms den naturlige bergskjæringa der selve bunnlastsperra vurderes plassert. Her danner elva vekslende kulp/stryk samt en større produktiv kulp med egnet gytesubstrat som går over i berg opp mot stryket gjennom kløfta oppstrøms. Stryket vurderes å ikke utgjøre noe vandringshinder. På stasjon 1 ble et areal på 10x4 m el-fisket én gang. Vi fanga her 13 ørreter med lengde fra 46 til 174 mm. Av disse var 6 stk (46 %) vurdert som 0+, dvs. årets yngel (Figur 4).

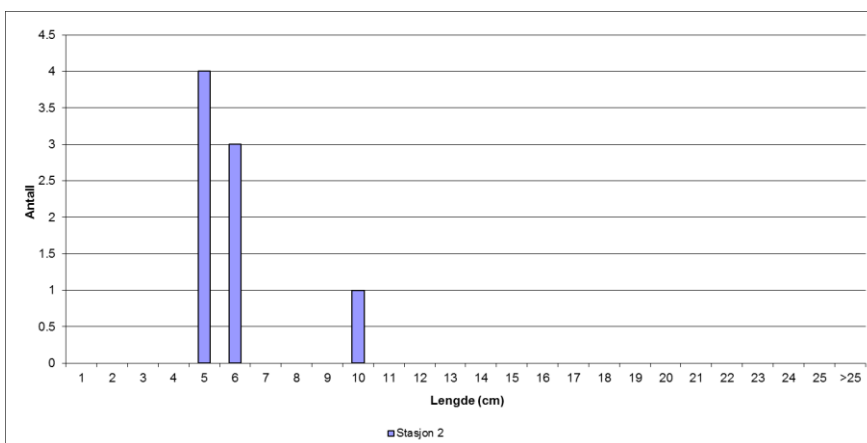


Figur 4. Lengdefordeling for ørret fanget på stasjon 1 i Dørja, nedstrøms den planlagte bunnlastsperra.

Estimert tetthet på denne strekningen var 65 ørret per 100 m<sup>2</sup> elveareal. Disse ørretene bestod av 0+, 1-åringer og eldre fisk. Yngeltettheten (0+) her ble estimert til 30 ørret per 100 m<sup>2</sup> elveareal. Tettheten indikerer en middels til liten bestand av ørretunger på den undersøkte strekningen.

### Stasjon 2 (lat/long 61.29619/9.97236), oppstrøms bunnlastsperra

El-fiskestasjon 2 var et lite areal på høyre side av elva sett nedstrøms. Her var elva grunn med typisk 0+habitat i et lite sideløp ved gjeldende vannføring. Området ligger oppstrøms den planlagte bunnlastsperra og inne i det området som vil virke som sedimentasjonsbasseng ved store flomhendelser. På stasjon 2 ble et areal på 5x2 m el-fisket én gang. Vi fanga her 8 ørreter med lengde fra 45 til 100 mm. Av disse var 7 stk (88 %) vurdert som 0+, dvs. årets yngel (Figur 5).



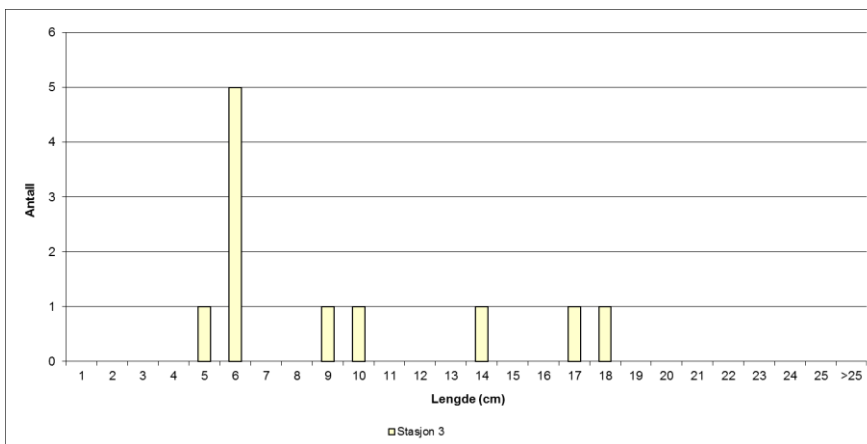
Figur 5. Lengdefordeling for ørret fanget på stasjon 2 i Dørja, oppstrøms den planlagte bunnlastsperra.



Estimert tetthet på denne strekningen var 160 ørret per 100 m<sup>2</sup> elveareal. Disse ørretene bestod av 0+, samt én 1-åring. Yngeltettheten (0+) her ble estimert til 140 ørret per 100 m<sup>2</sup> elveareal. Tettheten indikerer en stor bestand av ørretunger på den undersøkte strekningen. Det høye tallet bør imidlertid sees i sammenheng med at stasjonen var liten. Det kan derfor ikke oppskaleres til å gjelde det øvrige elvearealet i området.

### **Stasjon 3 (lat/long 61.29688/9.97247), oppstrøms bunnlastsperra**

El-fiskestasjon 3 lå på høyre side av elva sett nedstrøms. Elva hadde her vekslende substrat med habitat hovedsakelig for eldre ungfisk, men øverst også noe 0+ habitat. Området ligger oppstrøms den planlagte bunnlastsperra og inne i det området som vil virke som sedimentasjonsbasseng ved store flomhendelser. På stasjon 3 ble et areal på 15x2 m el-fisket én gang. Vi fanga her 11 ørreter med lengde fra 49 til 180 mm. Av disse var 6 stk (55 %) vurdert som 0+, dvs. årets yngel (Figur 6).



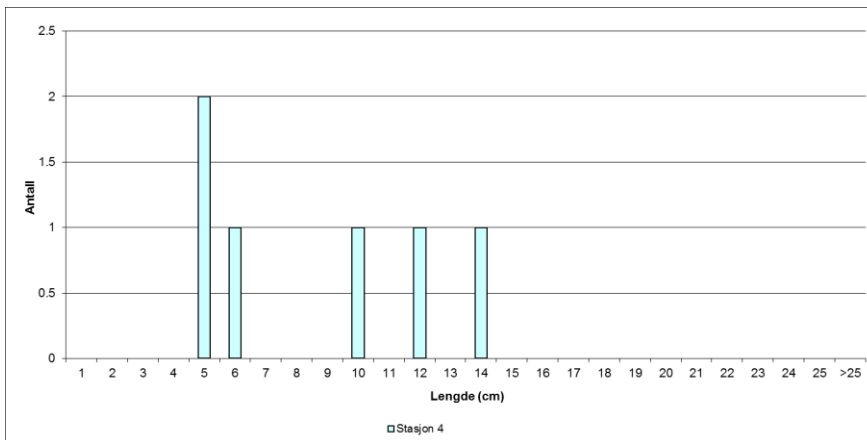
Figur 6. Lengdefordeling for ørret fanget på stasjon 3 i Dørja, oppstrøms den planlagte bunnlastsperra.

Estimert tetthet på denne strekningen var 73 ørret per 100 m<sup>2</sup> elveareal. Disse ørretene bestod av 0+, 1-åringer og eldre fisk. Yngeltettheten (0+) her ble estimert til 40 ørret per 100 m<sup>2</sup> elveareal. Tettheten indikerer en middels bestand av ørretunger på den undersøkte strekningen.

### **Stasjon 4 (lat/long 61.29819/9.97346), oppstrøms sedimentasjonsbassenget**

El-fiskestasjon 4 lå på høyre side av elva sett nedstrøms. Elva hadde her vekslende, men mye grovt substrat med habitat hovedsakelig for eldre ungfisk og innslag av dypere kulper. Området ligger oppstrøms den planlagte bunnlastsperra og også oppstrøms det arealet som vil virke som sedimentasjonsbasseng ved store flomhendelser. På stasjon 4 ble et areal på 17x2 m el-fisket én gang. Vi fanga her 6 ørreter med lengde fra 44 til 139 mm. Av disse var 3 stk (50 %) vurdert som 0+, dvs. årets yngel (Figur 7).

Estimert tetthet på denne strekningen var 35 ørret per 100 m<sup>2</sup> elveareal. Disse ørretene bestod av 0+, 1-åringer og mulig eldre fisk. Yngeltettheten (0+) her ble estimert til 18 ørret per 100 m<sup>2</sup> elveareal. Tettheten indikerer en liten bestand av ørretunger på den undersøkte strekningen.



Figur 7. Lengdefordeling for ørret fanget på stasjon 4 i Dørja, oppstrøms den planlagte bunnlastsperra samt oppstrøms det som vil virke som sedimentasjons-basseng.

## Økologiske funksjonsområder for ørret

### Vandringsområder ørret

Dørja kan tenkes å virke som rekrutteringsområde for ørret som lever mye av sitt liv i den større Jøra. Men undersøkelsesområdet ligger oppstrøms storørretførende strekning i Gausavassdraget. Det foreligger heller ingen indikasjoner på at det er vandrende bestander av fisk i Dørja. Men også en elvestasjonær ørretstamme vil forflytte seg noe internt i elva. Muligheten for dette bør opprettholdes ved evt. etablering av bunnlastsperre i Dørja. Konnektivitet, det vil si muligheten for fisk til å forflytte seg langsetter opp og ned i et vassdrag, er viktig i mange fiskesamfunn. Å bevare konnektivitet i vassdrag er dessuten et viktig naturforvaltningsprinsipp, og det er også implementert i vannforskriften. Vannstrømmen som skal slippes gjennom spalten i bunnlastsperra ved normale vannføringsvariasjoner bør derfor tilpasses vandring av små og stasjonære ørret (DN, 2002). Dette innebærer konkrete vannhastighetsmål gjengitt i Tabell 1 under.

Tabell 1. Øvre grenseverdi for ulike egenskaper ved kulverter som ikke hindrer fiskeoppgang. Fra Scottish Executive Development Department: River Crossings and Migratory Fish, Design Guidance, 2001, via Slipp fisken fram (DN, 2002).

	Små stasjonær ørret (15 cm)	Sjøørret (25-50 cm)	Smålaks (55 cm)
Maksimum vannhastighet for kulvertlengde <20 m (*)	1,25 m/s	1,6 m/s	2,5 m/s
Maksimum vannhastighet for kulvertlengde 20-30 m (*)	1,0 m/s	1,5 m/s	2,0 m/s
Maksimum vannhastighet for kulvertlengde > 30m (*)	0,8 m/s	1,25 m/s	1,75 m/s
Minste rørdiameter	0,3m	0,3m	0,5m
Minste vanddybde	0,1m	0,15m	0,3m
Maksimalt vannfall ved utløpet	0,2m	0,3m	0,3m
Minimum lysåpning i rist ved innløpet	0,05m	0,1m	0,2m

(\*): gjennomsnittshastighet i tverprofil

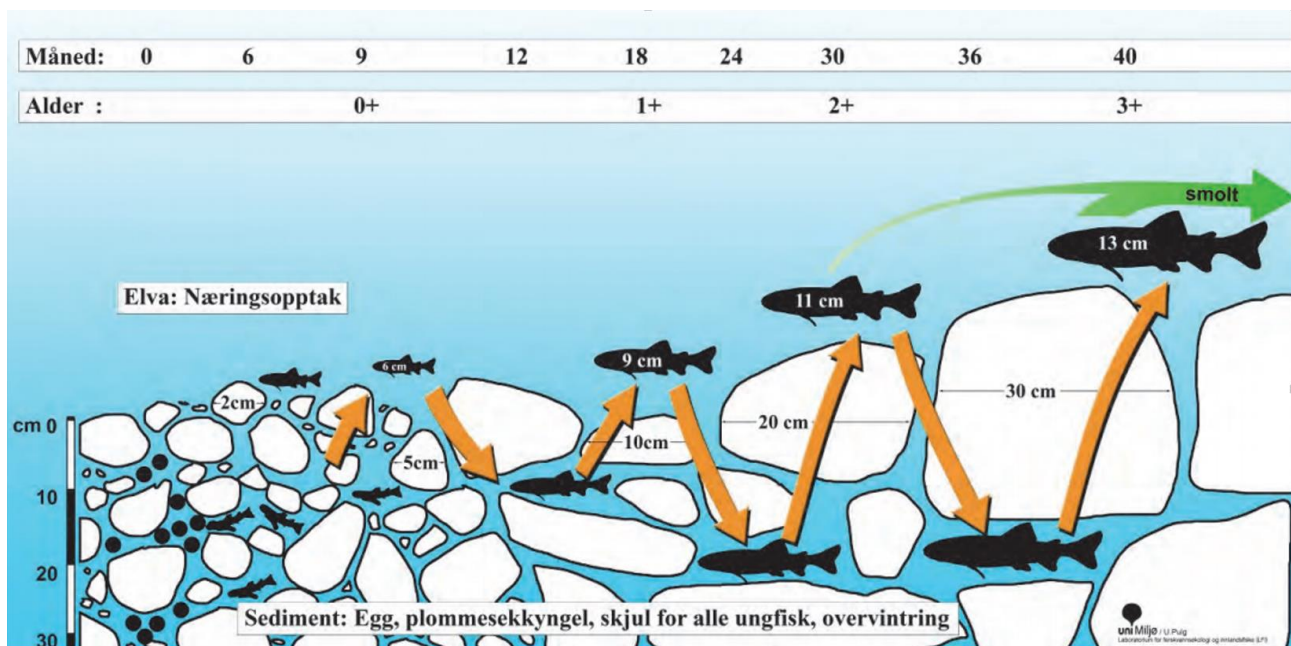
### Gyteområder ørret

Det er avgjørende for produksjonen av ørret i vassdraget at gyteområdene bevares. Basert på el-fiskeresultatene i 2020, synes gyting å foregå i tiltaksområdet som vil nå planlegges å virke som sedimentasjonsbasseng ved store flommer. Dette kan ødelegge dagens gyteområder her, men det kan også tilføre mer substrat egnet for gyting. Det er viktig er å opprettholde store nok flommer i vassdraget til at en unngår oppsamling av finstoff, sand og silt i elva både oppstrøms og nedstrøms bunnlastsperra. Fluviale

prosesser er viktige da de skaper en nødvendig dynamikk i vassdraget. Dette medfører stadig tilførsel av nytt substrat som fisken kan gyte i. Så lenge dette ikke pakkes ned i finstoff og så lenge vannhastigheten gjennom substratet gir tilstrekkelig oksygenering og god rognoverlevelse, vil dette også kunne gi økt funksjon for gyting i dette området. Bunnlastsperra bør altså ikke konstrueres for trang. Den bør tillate normale spyleflommer å oppstå med tilstrekkelig frekvens til at vi får vaska ut finstoffet samtidig som at grus og mindre fraksjoner av stein skal kunne forflytte seg nedover i elva i akseptable mengder. Dersom dette ikke lar seg gjøre, bør gyteområder nedstrøms bunnlastsperre følges opp med noen års mellomrom. Om nødvendig kan egnet gytesubstrat flyttes fra sedimentasjonsbassenget og ut i gyteområder nedstrøms dammen som avbøtende tiltak.

### Leveområder ørret

Ørretunger er territorielle under ungfiskfasen på elv. Tilgang på skjul kan dermed fort være en flaskehals på ørrettettheten på et elveareal. Skjul skapes ved at det finnes varierende substratstørrelse i elva. Hulrom skapes ved at grøvre substrat ligger inntil hverandre uten at det pakkes med sand og finstoff. Dette skaper gjemteplasser for ørretunger, men også invertebrater som ørreten livnærer seg på i elva. Kravet til skul endrer seg gjerne gjennom livet ettersom kroppstørrelsen øker. Selv om det ikke lever storørret i Dørja, vil prinsippene under fortsatt gjelde (Figur 8).



Figur 8. Skisse som viser hvordan storørret benytter substratet gjennom livssyklusen fra egg til smolt. Gjengitt etter Pulg m fl. (2018).

### Konklusjon/oppsummering

El-fiskeresultatene dokumenterer at det er en middels til stor bestand av ørretunger i det planlagte tiltaksområdet i Dørja. Vi antar at dette er småvokst, stasjonær ørret som lever hele sitt liv i Dørja, men det kan ikke utelukkes at ørret vandrer opp og ned flere ganger gjennom livet. Vi kan heller ikke utelukke at det er utveksling av ørret mellom Dørja og Jøra lengre nede i dalen. Vandringsmulighet gjennom området må derfor opprettholdes. Forutsatt at bunnlastsperren konstrueres med romslig nok spalte der en følger miljødesignprinsippene om rohet og konnektivitet ved utforming av konstruksjonen (Pulg et al., 2018),



vurderes ikke selve bunnlastsperren å medføre vesentlig negativ virkning. Den kan sågar kunne være positiv i den grad at den demper skadeflommer framfor normalflommer.

Virkingen av sedimentasjonsbassenget på fisken i elva er vanskelig å forutsi. Det er imidlertid dokumentert at det foregår vellykket gyting i området hvor det er mulig å etablere sedimentasjonsbasseng i dag. For å opprettholde substratkvaliteten her er igjen viktig at spalten i bunnlastsperren ikke hindrer normale spyleflommer som sørger for at finstoff, sand og silt blir vaska ut av grusen som ørreten gyter i. Flomfrekvens og mengde sedimentert substrat påvirker virkingen av dette tiltaket på fisken i elva.

Det er naturlig å anta at en kunstig dam som skal fungere som sedimentasjonsbasseng, vil være et mindre produktivt elvesegment enn en naturlig elvestrekning. Ungfiskregistreringen viser sågar moderate til høye tettheter av ørretunger i det planlagte tiltaksområdet. Mest trolig vil ikke tilsvarende tettheter forekomme i dammen etter utbygging (som følge av ustabil substrat og mulig sedimentering av finstoff). Tiltaket vil derfor medføre redusert ørretproduksjon som følge av redusert kvalitet på gyte- og oppvekstområder over et areal på om lag 1500-2000 m<sup>2</sup>. Tiltaksområdet omfatter imidlertid en begrenset del av Dørja, slik at den totale ørretproduksjonen kun vil påvirkes i mindre negativ grad. Dette er forutsatt at vandringsmulighetene gjennom området opprettholdes og at det finnes tilstrekkelige gyteområder oppstrøms og nedstrøms tiltaksområdet.

Valg av alternative adkomstveier anses ikke å være av betydning for fisken i Dørja.

## Referanser

- BOHLIN, T., HAMRIN, S., HEGGBERGET, T. G., RASMUSSEN, G. & SALTVEIT, S. J. 1989. Electrofishing - Theory and practice with special emphasis on salmonids. — *Hydrobiologia* 173:9-43.
- DN. 2002. Slipp fisken fram! Fiskens vandringsmulighet gjennom kulverter og stikkrenner. Direktoratet for naturforvaltning: 22-2002. 56 s.
- FORSETH, T. & FORSGREN, E. R. 2008. El-fiskemetodikk – Gamle problemer og nye utfordringer. Norsk institutt for naturforskning: NINA Rapport 488. 74 s.
- PULG, U., BARLAUP, B., SKOGLUND, H., VELLE, G., GABRIELSEN, S. E., STRANZL, S., OLSEN, E. E., LEHMAN, B. G., WIERS, T., SKÅR, B., NORDMANN, E., FJELDSTAD, H.-P. & KROGLUND, F. 2018. Tiltakshåndbok for bedre fysisk vannmiljø: God praksis ved miljøforbedrende tiltak i elver og bekker. NORCE Bergen: NORCE LFI rapport 296. ISSN 1892-8889. s.



## Billedokumentasjon



Figur 9. Elva nedstrøms el.fiskestasjon 1, nedstrøms planlagt plassering av bunnlasterperre.



Figur 10. Bergskjæringen der bunnlasterperra vurderes etablert. Her går et stryk som vurderes som ikke vandringshinder for fisk.



# Notat

Oppdragsgiver: **Gausdal kommune**

Oppdragsnr.: **5204617** Dokumentnr.: **NO\_550\_fisk\_001**



Figur 11. Ørret fanget ved el.fiske på stasjon 1.



Figur 12. Typisk 0+-habitat der vi registrerte høy tetthet av ørretunger, stasjon 2.





Figur 13. Hovedløpet i elva ved stasjon 3 med varierende struktur og gode standplasser for ørretunger i ulik alder og størrelse.



Figur 14. Årets yngel (0+) indikerer gyteplasser i nærheten.





*Figur 15. Sannsynlig 2-somrig ørretunge med god fasong.*



*Figur 16. Elva oppstrøms det planlagte sedimentasjonsbassenget viser tydelig hvordan elveløpet graver seg ned i forhold til terrenget omkring.*

Oppdragsgiver: **Gausdal kommune**

Oppdragsnr.: **5204617** Dokumentnr.: **NO\_550\_fisk\_001**

J04	2021-03-19	Endret stavelse av Jøra	Daniel Fossberg		Daniel Fossberg
J03	2020-12-10	Til bruk	Atle Rustadbakken	Kjetil Sandem	Daniel Fossberg
A02	2020-12-10	Til godkjenning	Atle Rustadbakken	Kjetil Sandem	
A01	2020-12-09	Til intern kontroll	Atle Rustadbakken		
Versjon	Dato	Beskrivelse	Utarbeidet	Fagkontrollert	Godkjent

Dette dokumentet er utarbeidet av Norconsult AS som del av det oppdraget som dokumentet omhandler. Opphavsretten tilhører Norconsult AS. Dokumentet må bare benyttes til det formål som oppdragsavtalen beskriver, og må ikke kopieres eller gjøres tilgjengelig på annen måte eller i større utstrekning enn formålet tilsier.



# Vedlegg 7

Kostnadsoverslag

# Kostnadsoverslag

## Tiltak 1 - Erosjonssikring av elva

Spesifikasjon	Enhet	Mengde	Enh. Pris	Sum
Rigg og drift		20 %		kr 2 423 800
Anleggsveger	RS	1	kr 200 000	kr 200 000
Vegetasjonsrydding	RS	1	kr 100 000	kr 100 000
Graving	m <sup>3</sup>	15 000	kr 100	kr 1 500 000
Opplasting og transport (innenfor)	m <sup>3</sup>	5 000	kr 50	kr 250 000
Opplasting og transport (utenfor)	m <sup>3</sup>	10 000	kr 75	kr 750 000
Filter av geotekstil	m <sup>2</sup>	5 000	kr 20	kr 100 000
Overgangssone (20/120)	m <sup>3</sup>	3 500	kr 450	kr 1 575 000
Erosjonssikring (blokk)	m <sup>3</sup>	8 500	kr 750	kr 6 375 000
Tørrmur (Helleberg)	m <sup>2</sup>	100	kr 5 000	kr 500 000
Senkning av bunn ved bro Vestringsveg.	time	90	kr 1 600	kr 144 000
Tilbakefylling med eks. masser	m <sup>3</sup>	5 000	kr 75	kr 375 000
Grasdekke	m <sup>2</sup>	5 000	kr 20	kr 100 000
Arrondering	m <sup>2</sup>	5 000	kr 30	kr 150 000
Prosjektering, byggeledelse, adm, 10%		10 %		kr 1 454 280
Usikkerhet, 20%		20 %		kr 2 908 560
Kostnad eks mva				kr 18 905 640
<b>Kostnad eks mva inkl. avrundning</b>				<b>kr 18 910 000</b>

## Tiltak 2 – Sikring av rasutsatte dalskråninger

Spesifikasjon	Enhet	Mengde	Enh. Pris	Sum
Rigg og drift		20 %		kr 2 000 000
Vegetasjonsrydding	m <sup>2</sup>	10 000	kr 30	kr 300 000
Anleggsveier	RS	1	kr 1 000 000	kr 1 000 000
Graving avskjæringsgrøfter	lm	500	kr 1 200	kr 600 000
Erosjonssikring avskjæringsgrøfter	m <sup>3</sup>	500	kr 400	kr 200 000
Erosjonssikring Svartdalen	RS	1	kr 150 000	kr 150 000
Jevning av skråninger	m <sup>2</sup>	15 000	kr 50	kr 750 000
Jordnagler	stk	1 000	kr 3 500	kr 3 500 000
Kokosnett	m <sup>2</sup>	15 000	kr 40	kr 600 000
Geonett	m <sup>2</sup>	15 000	kr 20	kr 300 000
Festespiker i stål	stk	15 000	kr 20	kr 300 000
Utførelse	timer	1 000	kr 2 000	kr 2 000 000
Grasdekke	m <sup>2</sup>	15 000	kr 20	kr 300 000
Prosjektering, byggeledelse, adm, 15%		15 %		kr 1 800 000
Usikkerhet, 20%		20 %		kr 2 400 000
Kostnad eks mva				kr 16 200 000
<b>Kostnad eks mva inkl. avrunding</b>				<b>kr 16 200 000</b>



## Tiltak 3 – Etablering av bunnlastsperre

Spesifikasjon	Enhet	Mengde	Enh. Pris	Sum
Rigg og drift		25 %		kr 3 221 375
<b>Bunnlastsperre</b>				
Vannhåndtering (forbiledning)	RS	1	kr 500 000	kr 500 000
Vegetasjonsrydding	m <sup>2</sup>	10 000	kr 30	kr 300 000
Graving til fjell	m <sup>3</sup>	2 000	kr 250	kr 500 000
Rensk av bergoverflate	m <sup>2</sup>	1 500	kr 200	kr 300 000
Fjellbolter	stk	25	kr 1 800	kr 45 000
Forskaling	m <sup>2</sup>	800	kr 2 500	kr 2 000 000
Forskaling, tilpasning berg	m	100	kr 1 000	kr 100 000
Armering	kg	24 000	kr 35	kr 840 000
Plasstøpt betong	m <sup>3</sup>	1 000	kr 3 500	kr 3 500 000
Rekkverk av stål	lm	25	kr 5 000	kr 125 000
Gangbane av stål	RS	1	kr 10 000	kr 10 000
Tetting, waterstop	lm	50	kr 500	kr 25 000
Overflatebehandling	m <sup>2</sup>	50	kr 300	kr 15 000
Asfaltemulsjon støpeskjøter	m <sup>2</sup>	100	kr 200	kr 20 000
Innstøpningsgods (beskyttelse)	stk	6	kr 30 000	kr 180 000
Innstøpningsgods (stigtrinn)	stk	10	kr 2 500	kr 25 000
Overgangssone energidreper (100/300)	m <sup>3</sup>	500	kr 750	kr 375 000
Plastring energidreper (blokk)	m <sup>3</sup>	1 000	kr 1 000	kr 1 000 000
Tilbakeføring mot konstruksjon	RS	1	kr 15 000	kr 15 000
<b>Adkomstvei</b>				
Anleggsveier	RS	1	kr 100 000	kr 100 000
Skogrydding	RS	1	kr 50 000	kr 50 000
Vegetasjonsdekke	m <sup>3</sup>	500	kr 40	kr 20 000
Fjellsprenkning	m <sup>3</sup>	3 000	kr 150	kr 450 000
Rensk fjellskjæring	m <sup>2</sup>	1 000	kr 100	kr 100 000
Jordskjæring inkl bortkjøring	m <sup>3</sup>	7 500	kr 120	kr 900 000
Fylling fjell	m <sup>3</sup>	1 000	kr 100	kr 100 000
Erosjonstiltak skjæringer	m <sup>2</sup>	1 000	kr 200	kr 200 000
Bortkjøring fjell	m <sup>3</sup>	2 000	kr 80	kr 160 000
Fiberduk	m <sup>2</sup>	800	kr 20	kr 16 000
Traubunn jord	m <sup>2</sup>	800	kr 30	kr 24 000
Traubunn fylling	m <sup>2</sup>	250	kr 20	kr 5 000
Bærelag pukk	m <sup>3</sup>	80	kr 350	kr 28 000
Forsterkningslag	m <sup>3</sup>	250	kr 250	kr 62 500

Fortsettes neste side

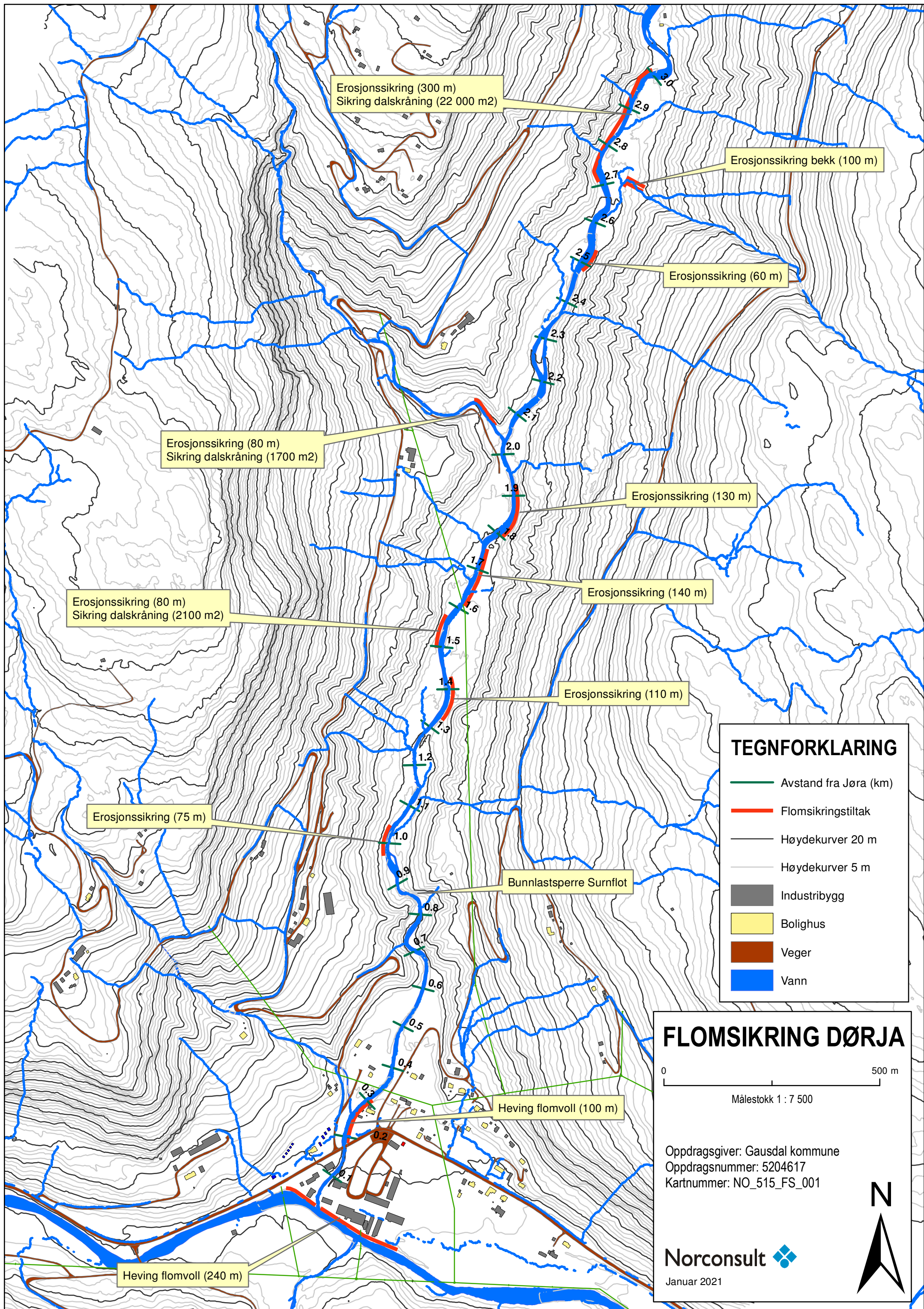
Vedlegg 7. Kostnadsoverslag

Spesifikasjon	Enhet	Mengde	Enh. Pris	Sum
Grusdekke	m <sup>2</sup>	800	kr 100	kr 80 000
Tiltak i bunn fyllinger	lm	100	kr 1 000	kr 100 000
Sikringsmur på topp av fjellskjæring, m	lm	60	kr 5 000	kr 300 000
Gjerde topp skjæring	lm	150	kr 500	kr 75 000
Grasdekke	m <sup>2</sup>	3 000	kr 20	kr 60 000
Stikkrenner	stk	3	kr 20 000	kr 60 000
Vegrekkverk	lm	150	kr 800	kr 120 000
Prosjektering, byggeledelse, adm		15 %		kr 2 416 031
Usikkerhet		20 %		kr 3 221 375
Kostnad eks mva				kr 21 744 281
<b>Kostnad eks mva inkl. avrunding</b>				<b>kr 21 750 000</b>

## Vedlegg 8

Tegning: Oversiktskart som viser foreslåtte tiltak





Erosjonssikring (300 m)  
Sikring dalskråning (22 000 m<sup>2</sup>)

Erosjonssikring bekk (100 m)

Erosjonssikring (60 m)

Erosjonssikring (80 m)  
Sikring dalskråning (1700 m<sup>2</sup>)

Erosjonssikring (130 m)

Erosjonssikring (80 m)  
Sikring dalskråning (2100 m<sup>2</sup>)

Erosjonssikring (140 m)

Erosjonssikring (110 m)

Erosjonssikring (75 m)

Bunnlastsperre Surnflot

Heving flomvoll (100 m)

Heving flomvoll (240 m)

### TEGNFORKLARING

- Avstand fra Jøra (km)
- Flomsikringstiltak
- Høydekurver 20 m
- Høydekurver 5 m
- Industribygg
- Bolighus
- Veger
- Vann

### FLOMSIKRING DØRJA

0 500 m

Målestokk 1 : 7 500

Oppdragsgiver: Gausdal kommune  
Oppdragsnummer: 5204617  
Kartnummer: NO\_515\_FS\_001

Norconsult

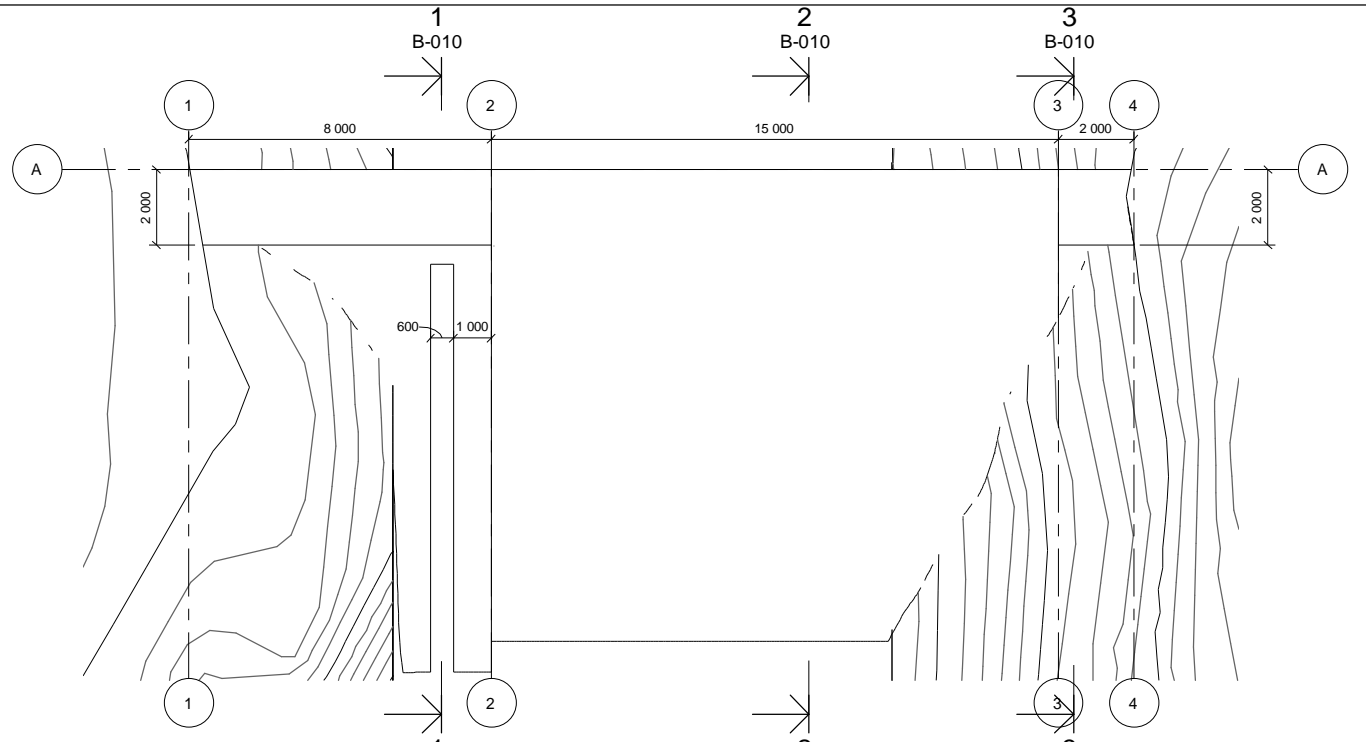
Januar 2021



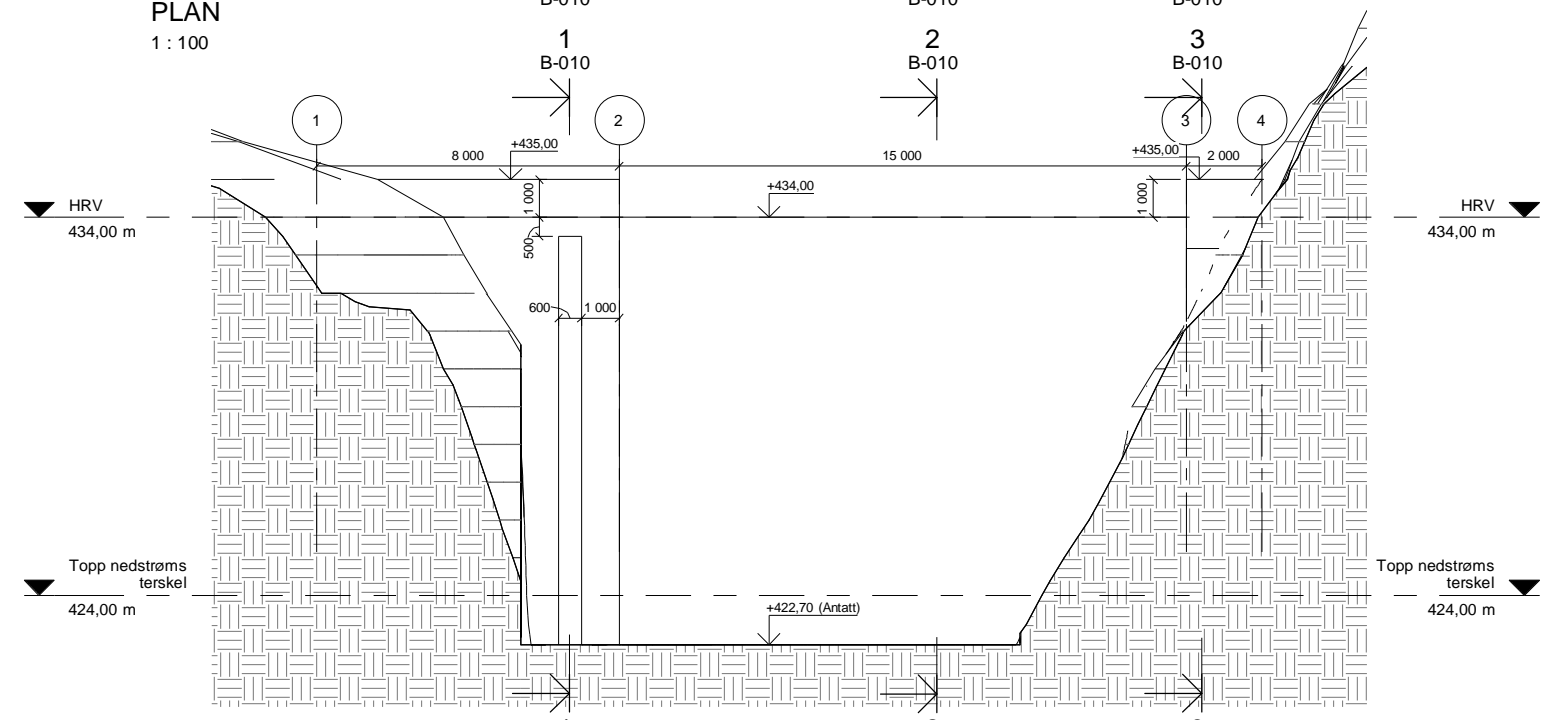


# Vedlegg 9

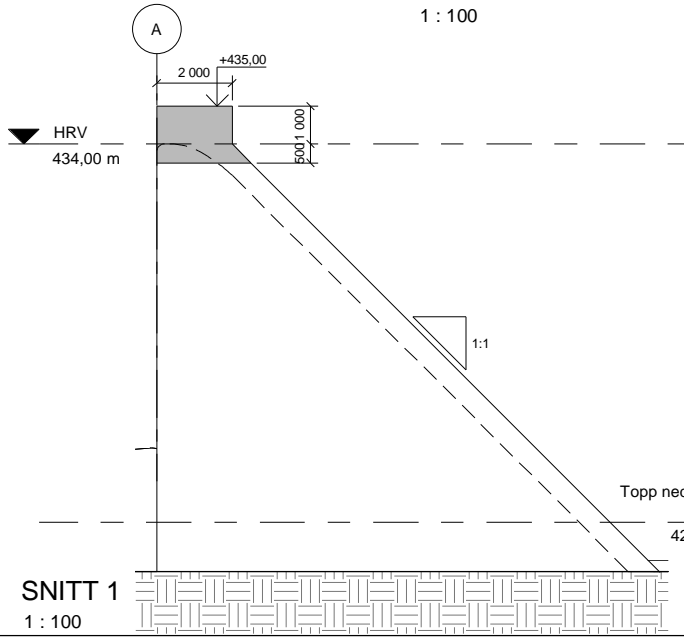
Tegning: Bunnlastsperre ved Surnflot



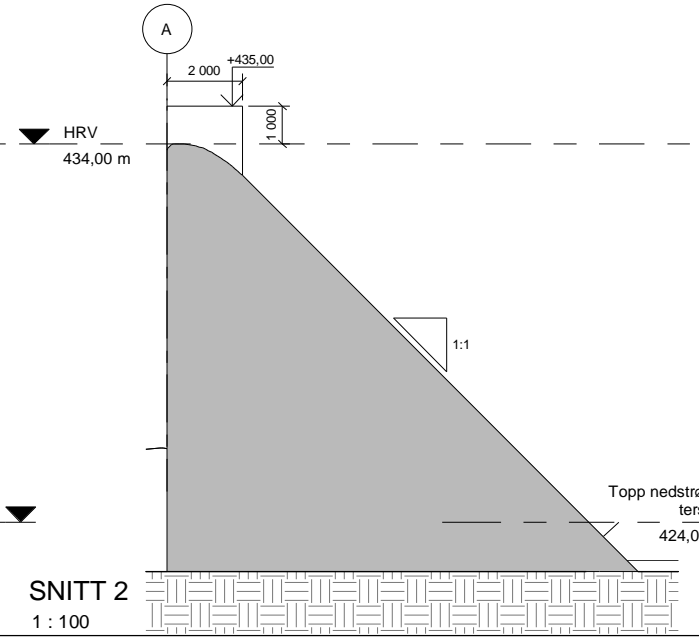
PLAN  
1 : 100



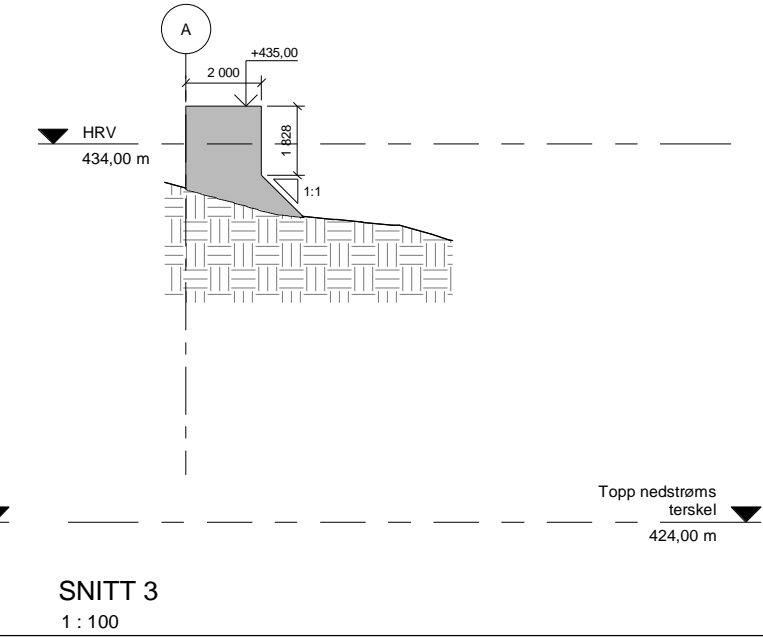
OPPRISS  
1 : 100



SNITT 1  
1 : 100



SNITT 2  
1 : 100



SNITT 3  
1 : 100

FORKLARINGER

ANVISNINGER

Tegningsnummer	Revisjon
B-010	A01

HENVISNINGER

- Koordinatsystem: EUREF89 NTM sone 9  
Høydesystem: NN2000



Rev.	Dato	For intern bruk	mbuls	dbfos	dbfos
		Beskrivelse	Utarbeidet	Fagkontroll	Godkjent

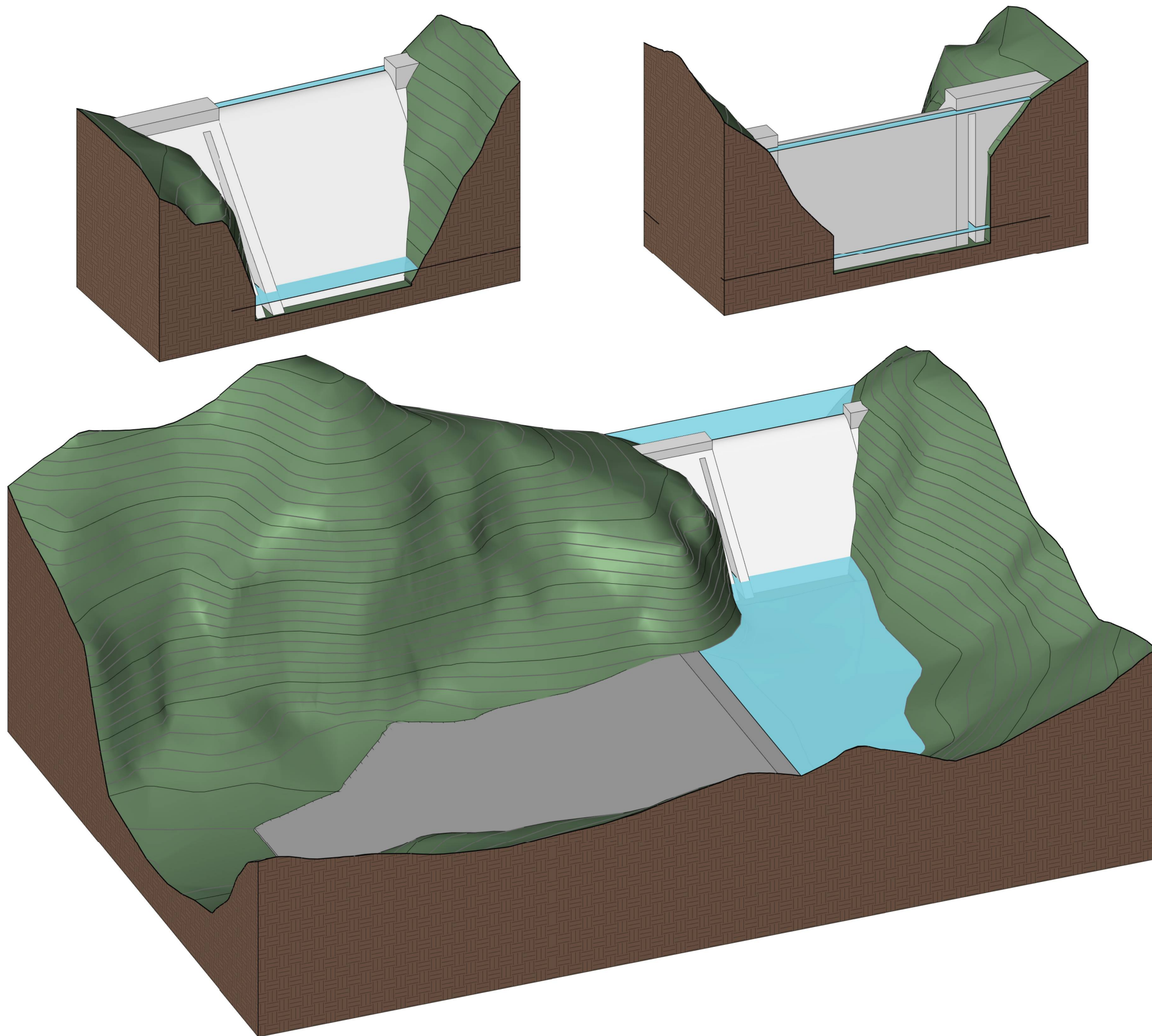
Gausdal kommune Som vist

Dørja Dam

Plan og snitt  
Måltegning

Norconsult	Oppdragsnummer	Tegningsnummer	Revisjon
	5204617	B-010	A01





**FORKLARINGER**

**ANVISNINGER**

Tegningsnummer	Revisjon
B-020	A01

**HENVISNINGER**

1. Koordinatsystem: EUREF89 NTM sone 9  
Høydesystem: NN2000

A01	2020-xx-xx	For intern bruk	mbuls	dbfos	dbfos
Rev.	Dato	Beskrivelse	Utarbeidet	Fagkontroll	Godkjent

Dette dokumentet er utarbeidet av Norconsult AS som del av det oppdraget som fremgår nedenfor. Opphavsretten tilhører Norconsult AS. Dokumentet må bare benyttes til det formål som oppdragsavtalen beskriver, og må ikke kopieres eller gjøres tilgjengelig på annen måte eller i større utstrekning enn formålet tilsier.

Gausdal kommune	Målestokk (gjelder A1)
	-

Dørja  
Dam

3D

<b>Norconsult</b>	Oppdragsnummer	Tegningsnummer	Revisjon
	5204617	B-020	A01