

Oppdragsgiver: **Nord-Fron kommune**

Oppdragsnr.: **5172950** Dokumentnr.: **N-12**

**FORELØPIG, IKKE
FAGKONTROLLERT**

Til: Nord-Fron kommune v/ Erik Kvernes, Bjørn Bjørke

Fra: Norconsult v/ Lars Jenssen

Dato 2019-11-12

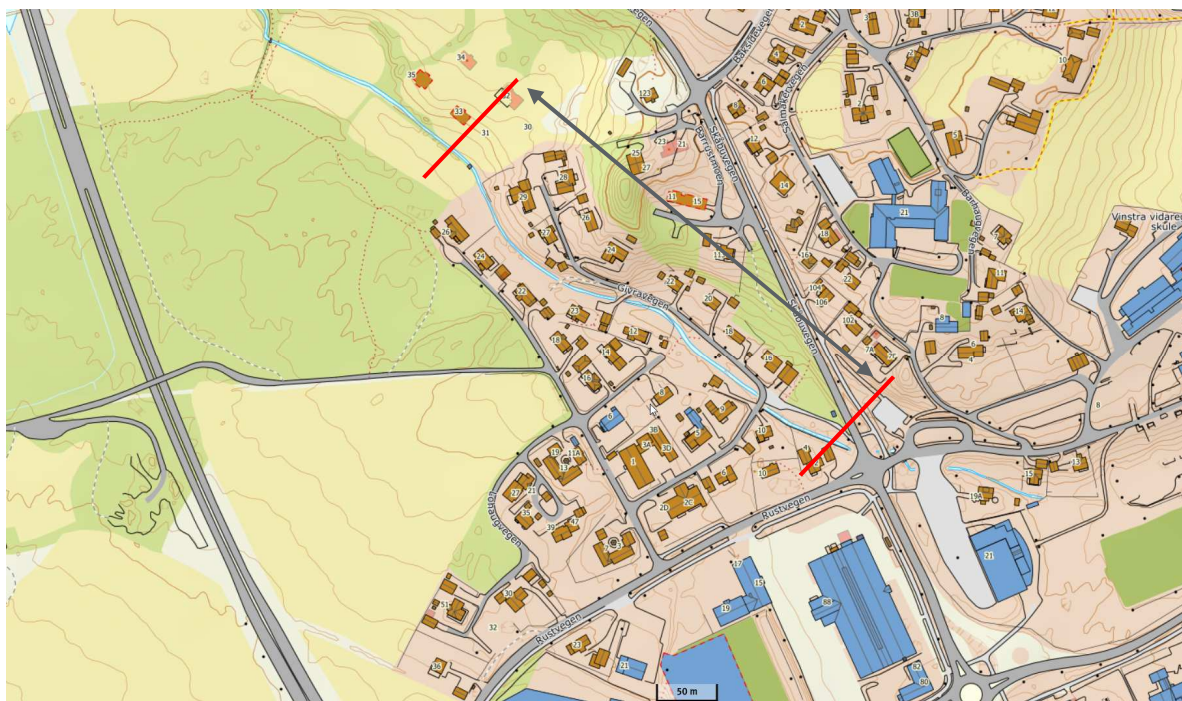
► Flomsikring av Givra - del 1. Beskrivelse av sikringstiltak

1 Bakgrunn og hensikt

Norconsult AS bistår Nord-Fron kommune med planlegging av flomsikring av Givra nedstrøms E-6. Dette innebærer blant annet flomberegning, beregning av vannlinjer, beregning av kulverter og erosjonssikring, samt å utarbeide tegninger og anbudsgrunnlag. I tillegg kommer planlegging av omlegging av vann- og avløpssystemet som følge av sikringstiltakene.

Dette notatet beskriver de vassdragstekniske tiltakene. Notatet skal inngå i plangrunnlaget for reguleringsplanen. Notatet gir oversikt over viktige forutsetninger, beregningsmetoder og resultat uten å gå i detalj.

Strekningen som skal sikres er delt i tre delstrekninger. Dette notatet gjelder delstrekningen lengst oppstrøms, se Figur 1.



Figur 1 Omtrentlig utstrekning av delstrekning en

2 Eksisterende situasjon

Området langs den strekningen som skal sikres er svært flomutsatt, og det har vært flere oversvømmelser blant annet i 2011 og i 2013.

Norconsult har tidligere utredet flomfaren i Givra og beskrevet dagens situasjon i rapporten *Tiltaksplan for Givra*, oppdragsnr.: 5172950, dokumentnr.: R-01, versjon: J01 Dato: 2017-10-03.

3 Oversikt over planlagte flomsikringstiltak

Dette avsnittet gir en oversikt over planlagte tiltak. Figur 4 viser plassering av tiltakene. De blir beskrevet mer detaljert senere i rapporten.

3.1 Elveløpet utvides og erosjonssikres

Dagens løp har alt for liten kapasitet. Løpet vil derfor bli betydelig utvidet. Det nye tverrsnittet vil bli trapesformet. Bunnbredden økes til ca. 3 m. Dybden, målt fra ny bunn til omkringliggende terreng, blir 1,6 til 2,0 m.

Hellingen til sideskråningen (breddene) vil variere. Der det er plass på siden av løpet blir sideskråningen 1:1,75 (vertikal : horisontal). Flere steder er det lite plass til å utvide løpet. For å redusere arealbehovet gjøres sideskråningene brattere der det er trangt, 1:1 eller 3:1.

Det nye løpet erosjonssikres med stein. Steinstørrelsen avhenger både av belastningen (vannhastigheten) og hvor bratte sideskråningene er. Bunnen sikres med vanlig, lett ordnet stein. Sidene sikres med ordinær steinsikring der sideskråningen er 1:1,75 eller slakere. Der bredden heller 1:1 blir den plastret med stor stein. Der bredden er så bratt som 3:1 blir sikringen utført som en tørrmur / støttemur av stein.

For å få plass er det nødvendig å forskyve elveløpet sideveis enkelte steder.



Figur 2 Givra oppstrøms tiltaksområdet

3.2 Kulverter erstattes med broer

På delstrekning en er det fire kryssinger av Givra. En trebro for skiløype, en privat gangbro, en privat kjørebro og der Givravegen (kommunal vei) krysser Givra (Figur 3). Ved kryssingene er det kulverter (stikkrenner) med for liten kapasitet. Skibroen har ikke kulvert, men den har også for liten kapasitet.

Den private gangbroen og skibroen blir fjernet. De to andre kryssingene blir beholdt, men kulvertene blir erstattet med broer.

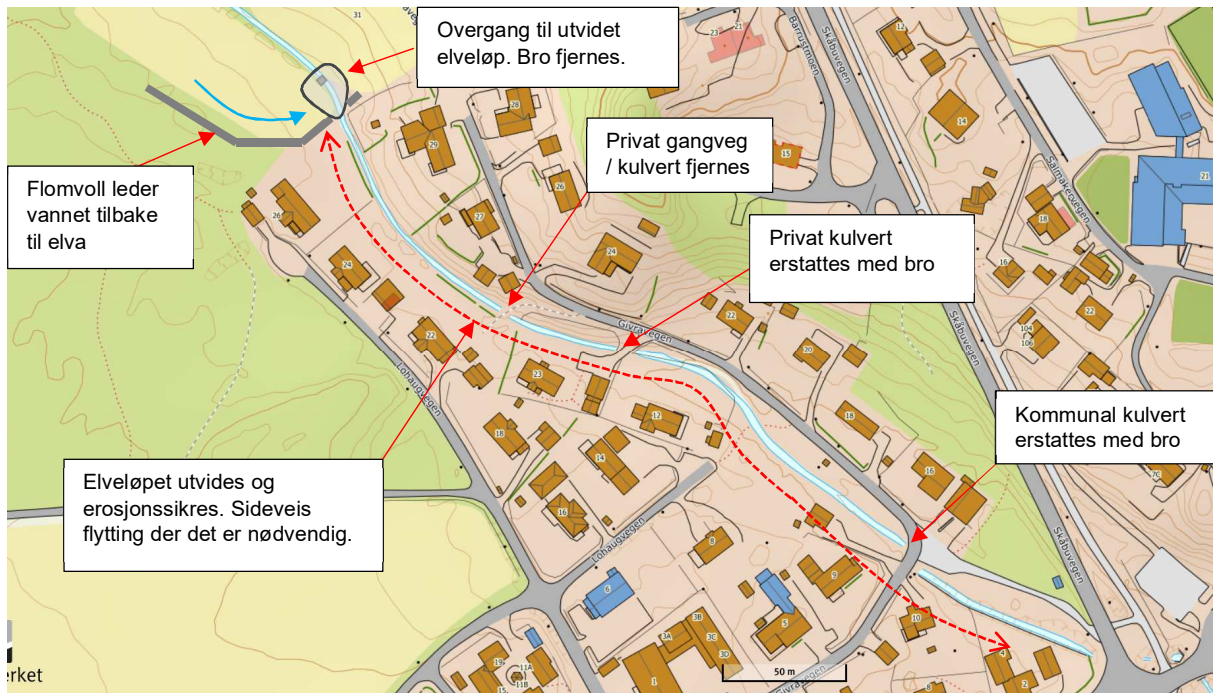


Figur 3 Givravegen krysser Givra

3.3 Flomvoll i oppstrøms ende leder vannet tilbake til Givra

I oppstrøms ende av delstrekningen og videre oppover, er det et flatt område som blir oversvømt under flom. For å lede flomvannet tilbake til det utvidede løpet vil det bli anlagt en lav flomvoll.

I oppstrøms ende av det utvidede løpet må det lages en overgang til eksisterende, uendret løp.



Figur 4 Oversikt over sikringstiltak

4 Flomberegning og dimensjonerende vannføring

Norconsult gjorde flomberegning ifm. *Tiltaksplan for Givra* (se over). Vannføring for en 200-årsflom med klimafaktor på 1,4 for Givra, i oppstrøms ende av tiltaksstrekningen, ble beregnet til ca. 18 m³/s. Restfeltet nedstrøms er så lite at vi bruker samme vannføring for hele strekningen.

For sikringstiltakene i Givra bruker vi derfor dimensjonerende vannføring = 1,4*200-års flomvannføring = 18 m³/s.

5 Flomvoll

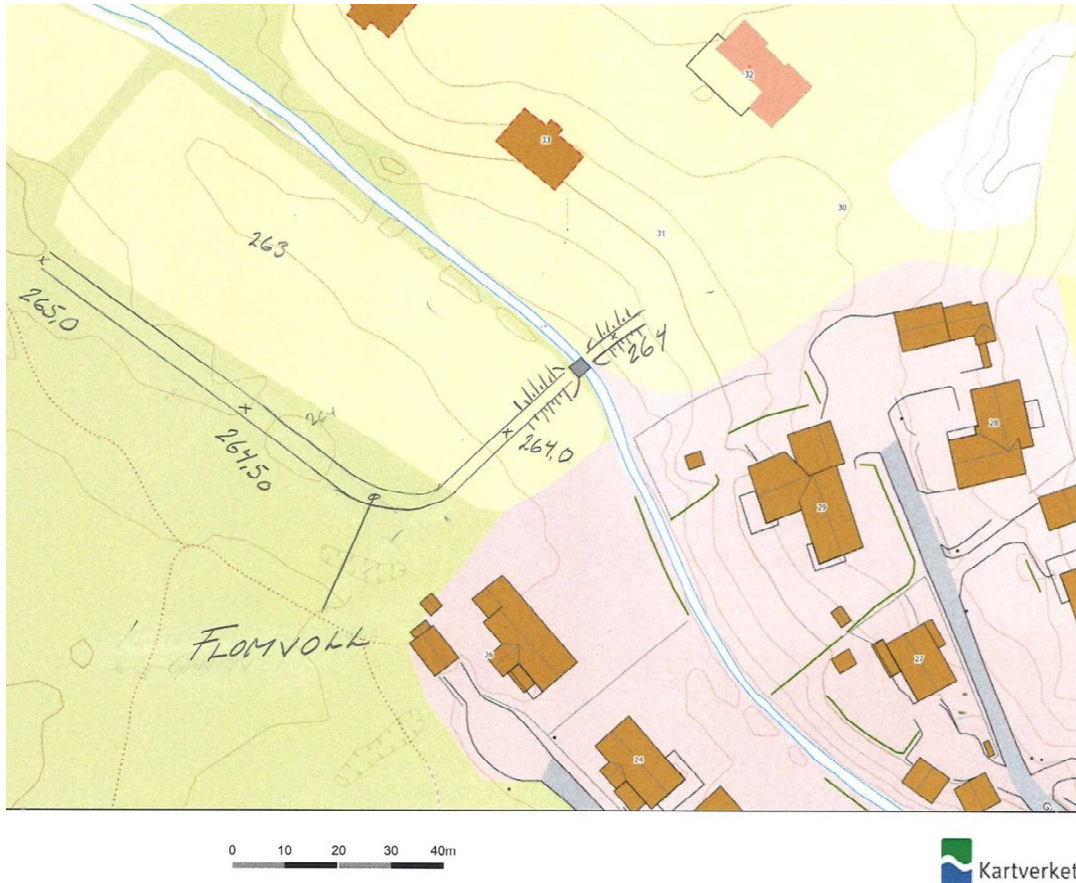
I oppstrøms ende av delstrekningen, og videre oppover, er det et flatt område som blir oversvømt under flom (Figur 5). For å lede flomvannet tilbake til det utvidede løpet vil det bli anlagt en flomvoll. Figur 6 viser omtrentlig plassering av vollen med høyder. Figur 7 viser prinsipp for oppbygging av vollen. Vollen vil bli ca. 0 – 2 m høy.

Fordi flommene i Givra er kortvarige, og fordi vanntrykket mot vollen er lavt, er kravene til tetthet små. Hvis vollen bygges med en kjerne av finere masser, med filterduk på begge sider, vil den bli tilstrekkelig tett. Tettekjernen må føres ned til faste masser for å unngå lekkasje under vollen.

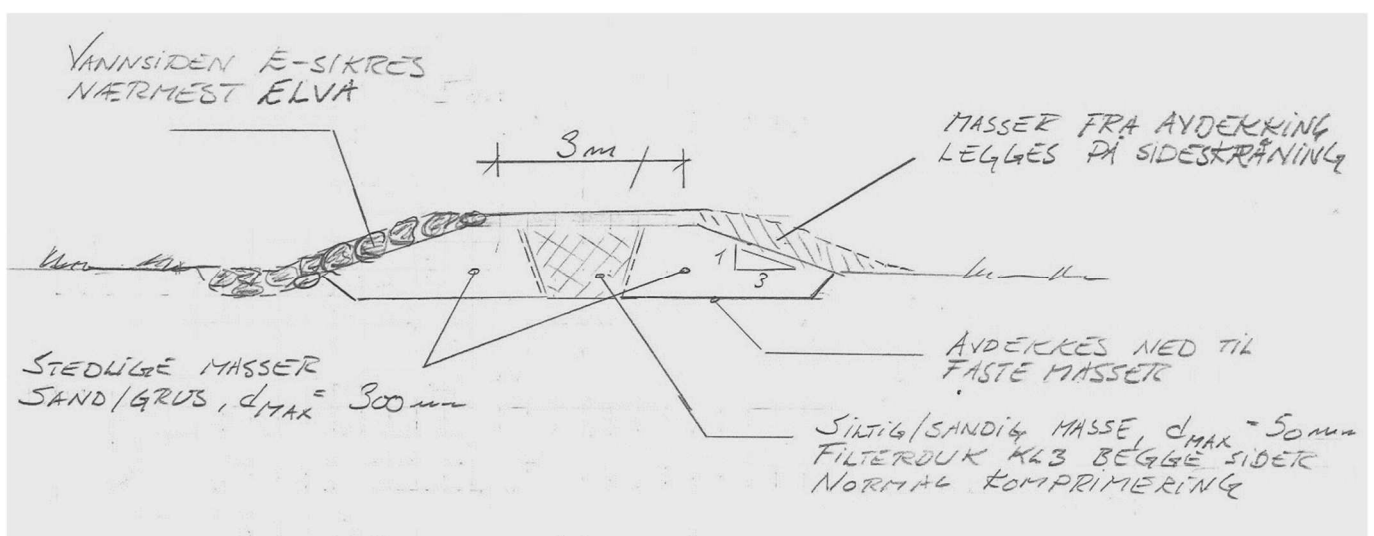
Med slake skråninger, 1:3, på begge sider er stabiliteten ivaretatt. Nærmest Givra, ca. 5 til 10 m, kan vannhastigheten bli høy. Her må vollen erosjonssikres med stein. Lenger unna er det tilstrekkelig om vollen tilsås slik at det dannes et godt gressdekke. Det vil beskytte mot erosjon.



Figur 5 Flomsone i øvre del



Figur 6 Flomvoll, omtrentlig plassering (gangbroen fjernes)

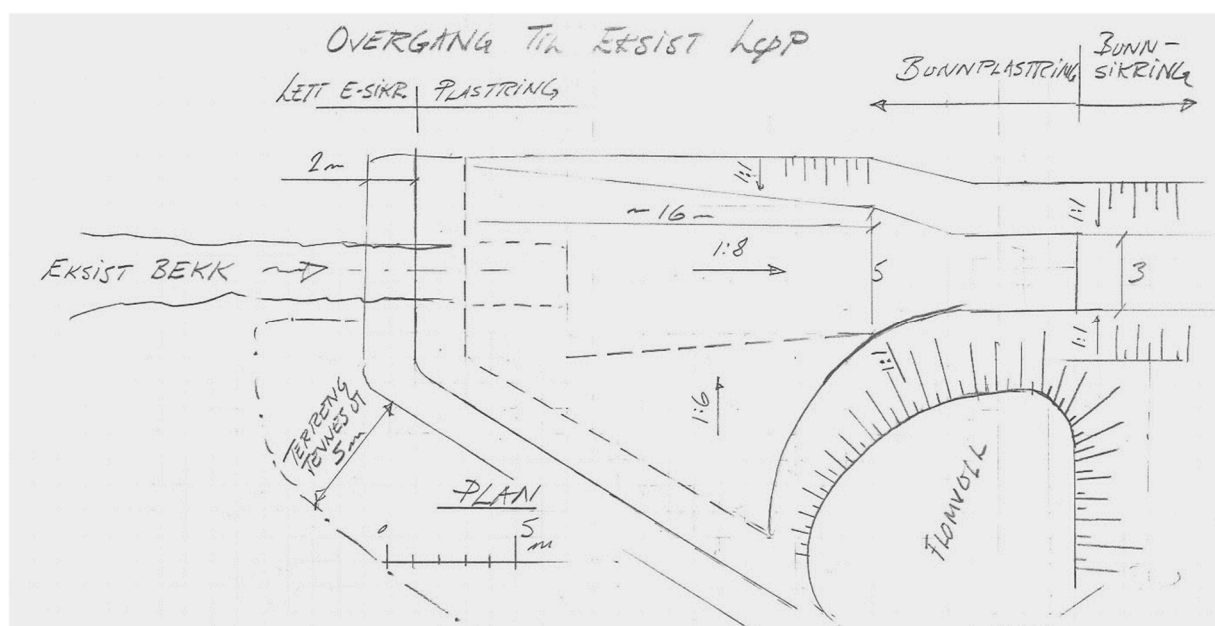


Figur 7 Oppbygging av flomvoll, prinsippsnitt

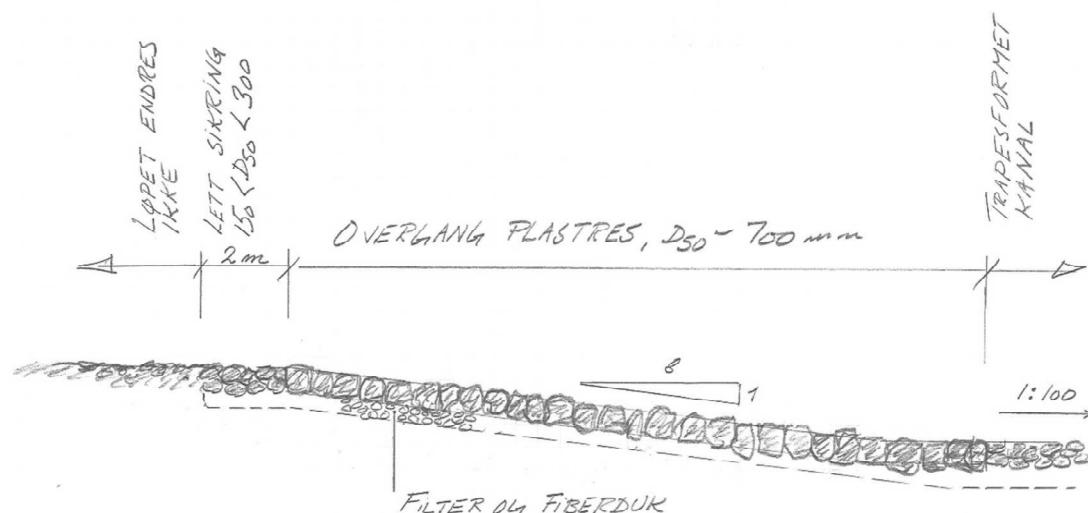
6 Overgang til utvidet løp

I oppstrøms ende av strekning en må det lages en overgang fra eksisterende til nytt, utvidet elveløp. Eksisterende løp er smalt og grunt, se Figur 2. Det utvidede løpet er ca. 3 m bredt i bunnen, ca. 2 m dypt og med sideskråning 1:1,75, altså vesentlig større.

Oppstrøms er vannet spredt over et stort område, og alt må samles i det utvidede løpet. Det vil derfor renne vann inn fra flere kanter. For å ivareta bunnsenking, breddeutvidelse og tilstrømning anlegges det en traktformet overgang som vist på Figur 8. Lengdesnitt etter senter elv er vist i Figur 9.



Figur 8 Overgang til utvidet elveløp, prinsipp, plantegning



Figur 9 Overgang til utvidet løp, prinsipp, lengdesnitt senter elv

6.1 Erosjonssikring

Bunnen i overgangen blir relativt bratt 1:6 til 1:8. Bunnen plastres med stor stein, D_{50} ca. 700 mm. Beregning og detaljer om oppbygging er vist under

6.1.1 Bunnplastring hoveddel, bunnhelling $S_0 = 1:8$

$S_0 = 1:8$ og $q = 18/5 \text{ m}^3/\text{s}/\text{m} = 3,6 \text{ m}^3/\text{s}/\text{m}$ gir $D_{50} = 600 \text{ mm}$ (Robinson & Rice, *Stability of rock chutes*. First Int. Conference on Water Resources, San Antonio 1993). $S_f = 1,2$ gir D_{50} ca. 700 mm.

Tabell 1 Oppbygging av bunnplastring i overgang til eksist løp ($S_0 = 1:8$)

Parameter	Plastring	Ytre filter	Indre filter
Fraksjon, d_{min} / d_{maks} (mm)	600/800	22/180	Fiberduk
Midlere steinstørrelse, d_{50} (mm)	700	100	
$C_u = d_{60}/d_{10}$ (-), omtrentlig	1,2	3	
d_{50}/D_{50} maks (A_{50} admissible) basert på filterkriteriet mot overliggende lag =		8	
Minste D_{50} for filter basert på filterkriteriet mot overliggende lag (mm) =		90	
Krav til lagtykkelse =	Steintykkelse	$4 * d_{50} = 400 \text{ mm}$ Min 200 mm	
Valgt lagtykkelse bunn (mm) =	600 - 800	300 - 500 avhengig av tykk plastring	
Maks fugeåpning (mm) =	100	-	
Kommentar =			Fiberduk klasse 3

Fraksjon 22/180 oppfyller ikke filterkriteriet, men det forutsettes at utlekking av ytre filter hindres ved at det stilles krav til maks fugeåpning i plastringen, $f < 100 \text{ mm}$, eller plugging fra baksiden.

6.1.2 Bunnplastring, bunnhelling $S_o = 1:6$

På sidene er det vanskelig å anslå enhetsvannføringen q , men den blir lavere enn i hovedløpet (1:8) Velger å plastre som beskrevet for fall $S_o = 1:8$, se avsnitt 6.1.1.

6.1.3 Sidesikring, sideskråning $S_s = 1:1$

Dette er sikring av bredden på venstre side i overgangen. Her skal det ikke være overtopping.

Basert på bunnsikringen er sidesikringen skjønsmessig anslått: Kubisk stein, $t > 800$ mm normalt på visflaten. Beskrivelse i Tabell 2.

Tabell 2 Oppbygging av sidesikring – plastring med ett filterlag og fiberduk

Parameter	Plastring	Ytre filter	Indre filter
Fraksjon, d_{min} / d_{maks} (mm)	700/900	22/180	Fiberduk
Midlere steinstørrelse, d_{50} (mm)	800	100	
$C_u = d_{60}/d_{10}$ (-), omtrentlig	1,2	3	
d_{50}/D_{50} maks (A_{50} admissible) basert på filterkriterie mot overliggende lag=		8	
Minste D_{50} basert på filterkriterie mot overliggende lag (mm) =		100	
Krav til lagtykkelse =	Steintykkelse	$4 * d_{50} = 400$ mm Min 200 mm	
Valgt lagtykkelse side (mm) =	700 - 900	300 – 500 avhengig av tykkelse plastring	
Maks fugeåpning (mm) =	100	-	
Kommentar =			Fiberduk klasse 2

Fraksjon 22/180 oppfyller ikke filterkriteriet, men det forutsettes at utlekking av ytre filter hindres ved at det stilles krav til maks fugeåpning i plastringen, $f < 100$ mm.

6.1.4 Generelt om utførelse av sikringen

All utlegging av erosjonssikring / plastring skal starte fra nedstrøms og legges ut mot oppstrøms.

Generelle krav til steinmaterialet

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.
- Los Angeles-verdi < 40
- Materialet skal ikke inneholde miljøfarlige stoffer.

Oppbygging

1. Plastring (bunn og sider)

Plastringen utføres som tørrmuring med stein ved at kubisk stein med plane flater legges i forband. Det skal være god kontakt mellom steinene. Vertikale fuger skal ikke være gjennomgående. De største steinene plasseres i foten av sideskråningen.

For å hindre utlekking av filtermateriale skal fugeåpning mellom steinene i plastringen ikke være større enn 100 mm. Større åpninger plugges fra baksiden med stein.

Foten av sideplastringen settes minimum 500 mm under toppen av ferdig bunnplastring.

2. Filter

Kult 22 / 180 mm. Tykkelse varierer avhengig av lengden på plastringsteinen, 300 - 500 mm.

3. Fiberduk klasse 2.

6.1.5 Kantsikring (lett sikring)

I overgangen mellom bunnplastringen og eksisterende terreng legges en stripe med lett sikring i en bredde på 2 m med steinstørrelse $150 \text{ mm} < D_{50} < 300 \text{ mm}$. Under plastringen legges granulært filter, 22/150 mm og fiberduk klasse 2.

7 Utvidet elveløp, kapasitet og erosjonssikring

7.1 Løpets form, størrelse og kapasitet

Ut fra tilgjengelig plass valgte vi å gi nytt løp et trapesformet tverrsnitt med bunnbredde 3 m og sideskråning 1:1,75 (vertikalt : horisontalt). Men flere steder er det trangt, og lite plass til å utvide løpet. Her har vi redusert toppbredden ved å gjøre elvebreddene brattere, enten 1:1 eller 3:1.

På delstrekning 1 har Givra et jevnt fall på litt mer enn 1 %.

Med dette som utgangspunkt beregnet vi nødvendig dybde for de ulike tverrsnittene. Dette ble brukt som utgangspunkt for å tilpasse et nytt løp. Deretter ble det laget en terrengmodell med det nye løpet, og kapasiteten til hele strekningen ble kontrollert vha. en hydraulisk modell (HEC-RAS, 2D).

7.1.1 Finjustering av nytt løp

Pga. endringer sent i prosjekteringen, spesielt i tilknytning til broene vil det bli behov for mindre justering av løpet. Dette er endringer som ikke er beskrevet eller beregnet i dette notatet. Det ventes ikke at justeringene vil få vesentlig betydning.

7.2 Enkel kapasitetsberegning

Kapasitetsberegning for de tre tverrsnittene er vist under.

Forutsetninger

- Dimensjonerende vannføring: $Q_{\text{dim}} = 18 \text{ m}^3/\text{s}$
- Bunnbredde, $B = 3 \text{ m}$

- Ruhet, Mannings tall: $M = 30$ ($n = 0,033$)
- Tverrsnittets sideskråning: 1:1,75, 1:1 eller 3:1.
- Bunnhelling $S_0 = 1 \%$ og $1,5 \%$.
- Metode: Normalstrømning med Mannings-formel.

Resultat

Tabell 3 Vanndybde og hastighet for ulike tverrsnitt

Bunnhelling, S_0 (%)	Sideskråning 1:1,75		Sideskråning 1:1		Sideskråning 3:1	
	Vann- dybde, y_n (m)	Vann- hastighet, V (m/s)	Vann- dybde, y_n (m)	Vann- hastighet, V (m/s)	Vann- dybde, y_n (m)	Vann- hastighet, V (m/s)
1 %	1,3	2,7	1,4	2,8	1,7	2,9
1,5 %	1,2	3,1	1,3	3,3	1,5	3,4

7.3 Kontroll av kapasiteten til hele strekningen

Etter at nytt løp var tilpasset basert på tverrsnittene fra den forenklede kapasitetsberegningen, ble det lagt inn i en ny terrengmodell. Kapasiteten til hele strekningen ble deretter kontrollert ved å gjøre vannlinjeberegning med HEC-RAS i 2 D. Beregning og resultat er beskrevet i kapittel 8.

7.4 Erosjonssikring av elveløpet

7.4.1 Generelt

Bunn og sider erosjonssikres med stein. Fordi både belastningen på sikringen og sideskråningen varierer får vi flere ulike utførelser. Disser er beskrevet under.

For bunnsikringen er nødvendig steinstørrelse beregnet med Shields formel. Opptredende skjærspenning er hentet fra vannlinjeberegningene (HEC-RAS 2D). For sideskråning 1:1,75 er nødvendig steinstørrelse satt til 1,4 ganger størrelsen på stein i bunnsikringen.

For sideskråning 1:1 og 3:1 finnes ikke gode metoder for å beregne steinstørrelse, så her er det gjort en skjønsmessig økning av steinstørrelsen som ble beregnet for bunnsikringen. I tillegg er det strengere krav til utførelsen.

Under sikringslaget er ett lag granulært filter og fiberduk.

For generelle krav til utførelsen, se kapittel 6.1.4.

For plantegning med oversikt over bruk av ulike sikringsmetoder er vedlagt.

7.4.2 Dimensjonerende belastning

Se figur for skjærspenning og for vannhastighet, Figur 10 og Figur 11.



Figur 10 Dimensjonerende vannhastighet (m/s), $Q=18 \text{ m}^3/\text{s}$



Figur 11 Dimensjonerende skjærspenning (N/m^2), $Q = 18 \text{ m}^3/\text{s}$

7.4.3 Steinstørrelse og filter for normal erosjonssikring

Nødvendig steinstørrelse er beregnet vha. Shields formel og kontrollert m. Robinsons formel.

Forutsetninger

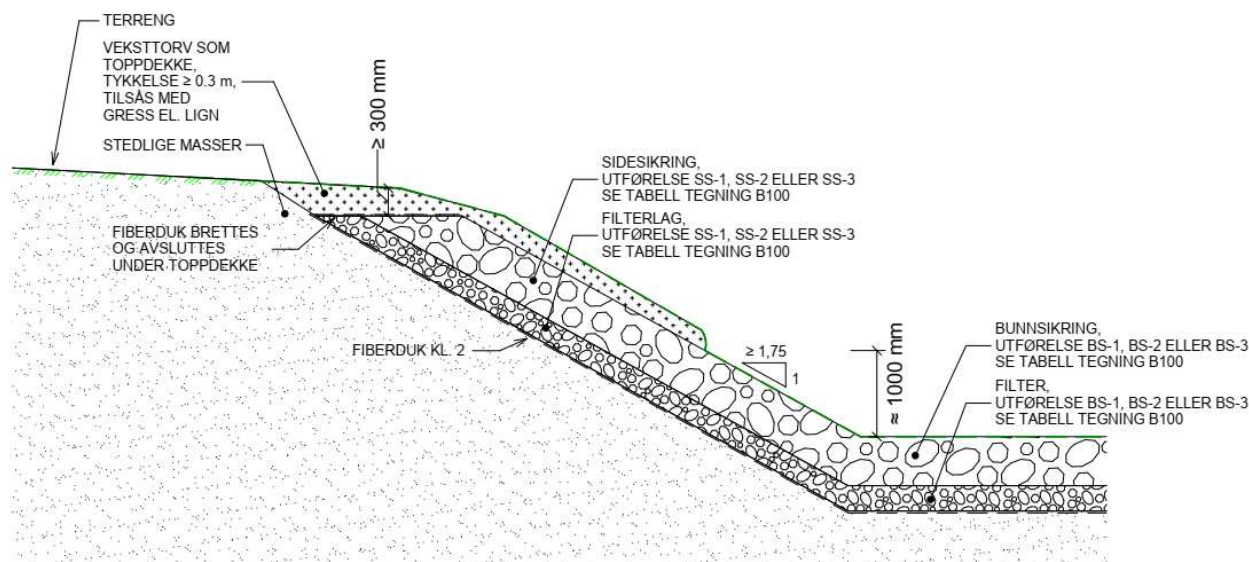
- Skjærspenning tatt fra HEC-RAS 2D beregning
- Shields $C = 0.04$
- Sikkerhetsfaktor $S_f = 1,2$
- Korreksjon for sideskråning, S_s
 - 1:2 gir $K = 1,25$
 - 1:1,75 gir $K = 1,4$
 - 1:1,5 gir $K = 1,70$
- Resultatet kontrollert m Robinsons formel: $q = 5 \text{ m}^2/\text{s}$ og S_0 målt på representativ strekning.

Resultat

Tabellen under viser hvordan oppbyggingen avhenger av opptredende skjærspenning. Figur 12 viser prinsippssnitt.

Tabell 4 Oppbygging av normal erosjonssikring, bunn og side ($S_s = 1:1,75$)

Skjærspenning (N/m^2) =	$\tau < 50$	$50 < \tau < 75$	$75 < \tau < 100$
Bunnsikring			
Shields, d50 bunn (mm) =	80	110	154
¹ Robinson, d50 bunn (mm) = ($Q = 6 \text{ m}^2/\text{s}$)	110 ($S_0 = 0,01$)	130 ($S_0 = 0,013$)	-
d ₅₀ bunn ink. S_f (mm) =	100	140	190
d _{min} (mm)	60	100	130
d _{maks} (mm)	200	300	400
Tykkelse (mm)	200	300	400
Sidesikring S_s maks 1:1,75			
d50 side ink. S_f (mm) =	140	190	270
d _{min} (mm)	100	130	200
d _{maks} (mm)	300	400	550
Min. tykkelse (mm)	300	400	550
Filterlag			
Samfengt pukk 0/45	x	x	
Kult 22/125			x
Kult 22/180			
Tykkelse filterlag (mm) =	200	200	250



Figur 12 Normal sikring av bunn og sideskråning, prinsippsnitt

7.4.4 Steinstørrelse og filter for plastret skråning, $S_s = 1:1$

Det forutsettes at plastringen kan brukes for skjærspenning tom. 100 N/m^2 som tilsvarer hastighet opp til ca. 3 m/s .

Beregnet d_{50} på bunn er ca. 200 mm (inkludert $S_f = 1,2$). Beregnet d_{50} på $S_s 1:1,5$ er ca. 340 mm (inkludert $S_f = 1,2$).

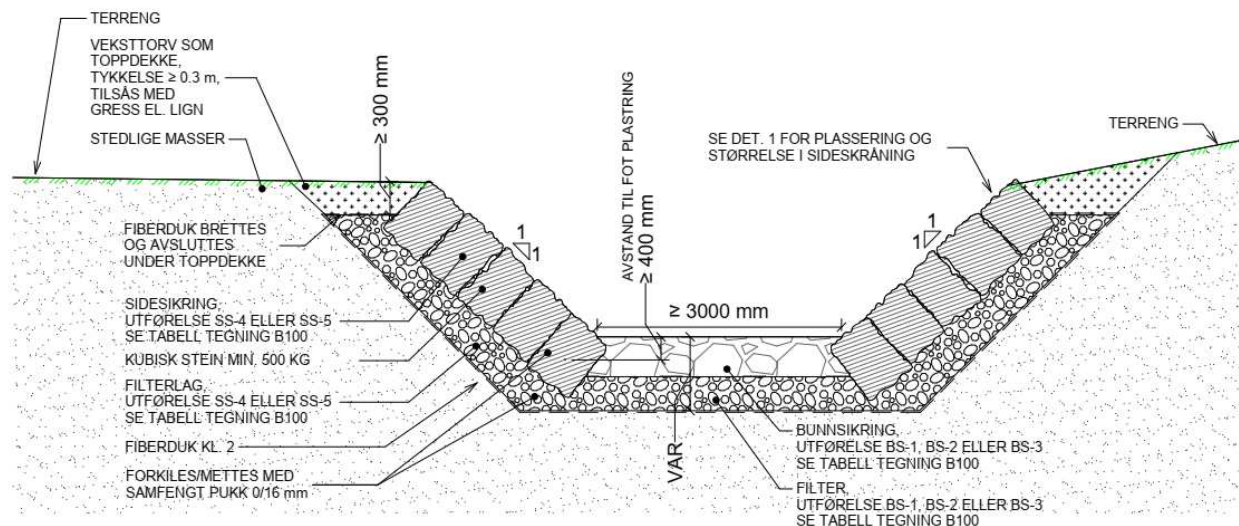
Ut fra dette er nødvendig størrelse på plastringsstein skjønnsmessig anslått: Kubisk stein, $t > 600 \text{ mm}$ normalt på visflaten. Tabell 5 viser oppbygging av sikringen. Figur 13 viser et typisk snitt.

Tabell 5 Oppbygging av plastring for sideskråning $S_s = 1:1$

Parameter	Plastring	Ytre filter	Indre filter
Fraksjon, d_{min} / d_{maks} (mm)	600/800	22/180	Fiberduk
Midlere steinstørrelse, d_{50} (mm)	700	100	
$C_u = d_{60}/d_{10}$ (-), omtrentlig	1,2	3	
d_{50}/D_{50} maks (A_{50} admissible) basert på Cistin & Ziems filterkriterie mot overliggende lag=	-	8	
Minste D_{50} basert på filterkriterie mot overliggende lag (mm) =		90	
Krav til lagtykkelse =	Steintykkelse	$4 * d_{50} = 400$ mm Min 200 mm	
Valgt lagtykkelse bunn (mm) =	Bunn plastres ikke	Bunn plastres ikke	
Valgt lagtykkelse side (mm) =	600 - 800	300 – 500 avhengig av plastringstykkelsen	
Maks fugeåpning (mm) =	100	-	
Fiberduk =			Fiberduk klasse 2

Fraksjon 22/180 oppfyller ikke filterkriteriet, men det forutsettes at utlekking av ytre filter hindres ved at det stilles krav til maks fugeåpning i plastringen, fugeåpning < 100 mm.

For krav til utførelse se 6.1.4.

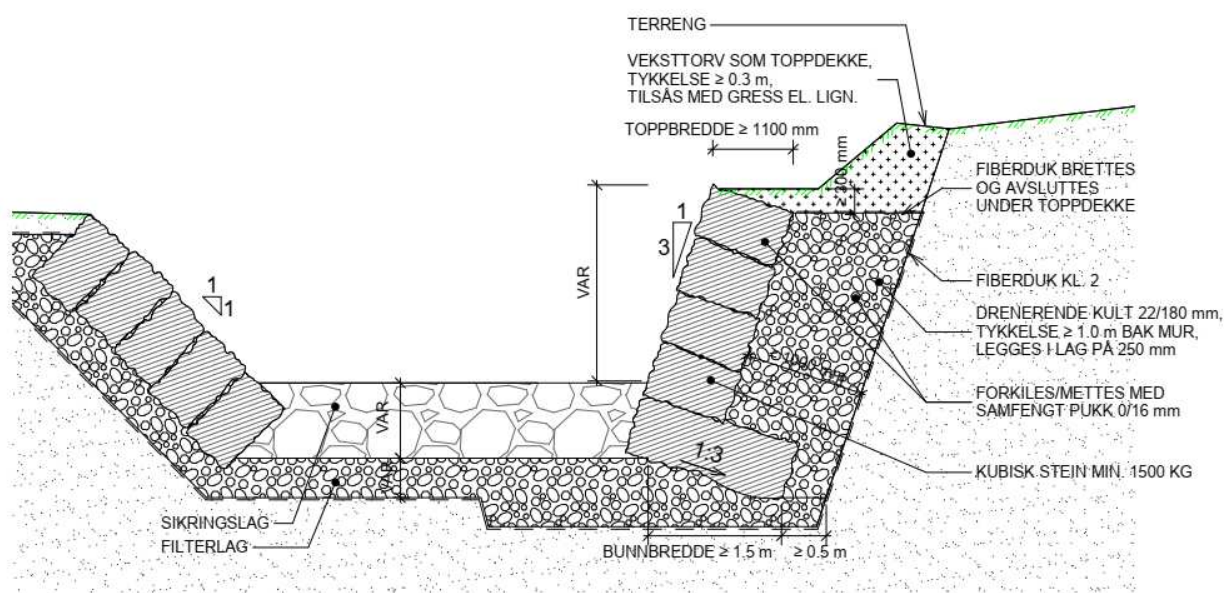


Figur 13 Plastret sideskråning 1:1, prinsippnitt

7.4.5 Erosjonssikring med støttemur

Der det er trangt må sideskråningene utføres som tørrmurer med sideskråning $S_s = 3:1$. Muren utføres med store steiner

Bunnen sikres på normal måte basert på opptredende skjærspenning. Tverrsnittet bygges ellers som vist på høyre side på Figur 14.



TYPISK SNITT TØRRMUR

1 : 50

Figur 14 Sidesikring med støttemur, ordinær bunnsikring, prinsippsnitt

8 Vannlinjeberegning

Vi har brukt vannlinjeberegning for å utforme tiltakene i Givra, og for å dokumentere virkningen.

8.1 Generelt om beregningsmetoden

Vannlinjeberegning er å beregne hvor høyt vannstanden stiger for en gitt vannføring. I tillegg til vannstand gir beregningene opplysninger om hydrauliske parametere som vannhastighet, dybde, skjærspenning mot bunnen osv.

Som grunnlag for beregningene trenger vi:

- Vannføring (m^3/s) f.eks. fra en flomberegning.
- Elvas geometri, f.eks. fra målte tverrprofil, fra laserskann eller fra kart.
- Elvas ruhet (strømningsmotstand), som vi vanligvis anslår skjønnsmessig basert på tabeller.
- Grensebetingelser i oppstrøms og nedstrøms ende av beregningsstrekningen. I oppstrøms ende bruker vi vanligvis vannføringen (tilstrømmende vann) som grensebetingelse. I nedstrøms ende bruker vi vannstanden.

Beregningene kan gjøres i en, to eller tre romlige dimensjoner (1D, 2D, 3D).

Ved en-dimensjonal beregning deles elva opp i tverrsnitt som går over hele bredden av elven. Vi forutsetter samme vanddybde og hastighet over hele tverrsnittet, og beregningene gir gjennomsnittsverdier for hvert tverrsnitt.

Hvis vi ønsker mer detaljerte resultat så kan vi bruke en to-dimensjonal modell. Da deles beregningsstrekningen opp i et gitter, og vi beregner vannhastighet og dybde for hver celle i gitteret. Vi får da et ganske detaljert bilde av strømmingen, men bare i horisontalplanet.

Hvis vi i tillegg deler opp slik at vi får flere celler i dybden, så kan vi også beregne hvordan strømmingen varierer over dybden. Da gjør vi en 3D-beregning.

Der strømmingen er parallell, f.eks. der vannet følger et definert elveløp, er endimensjonale modeller tilstrekkelig. Hvis strømmingen spres utover, f.eks. over en flomslette, bør man bruke en todimensjonal modell. Hvis vi trenger et detaljert bilde av strømmingen, f.eks. sekundærstrømmer som går på tvers av hovedstrømmen, må vi gjøre beregningen i tre dimensjoner.

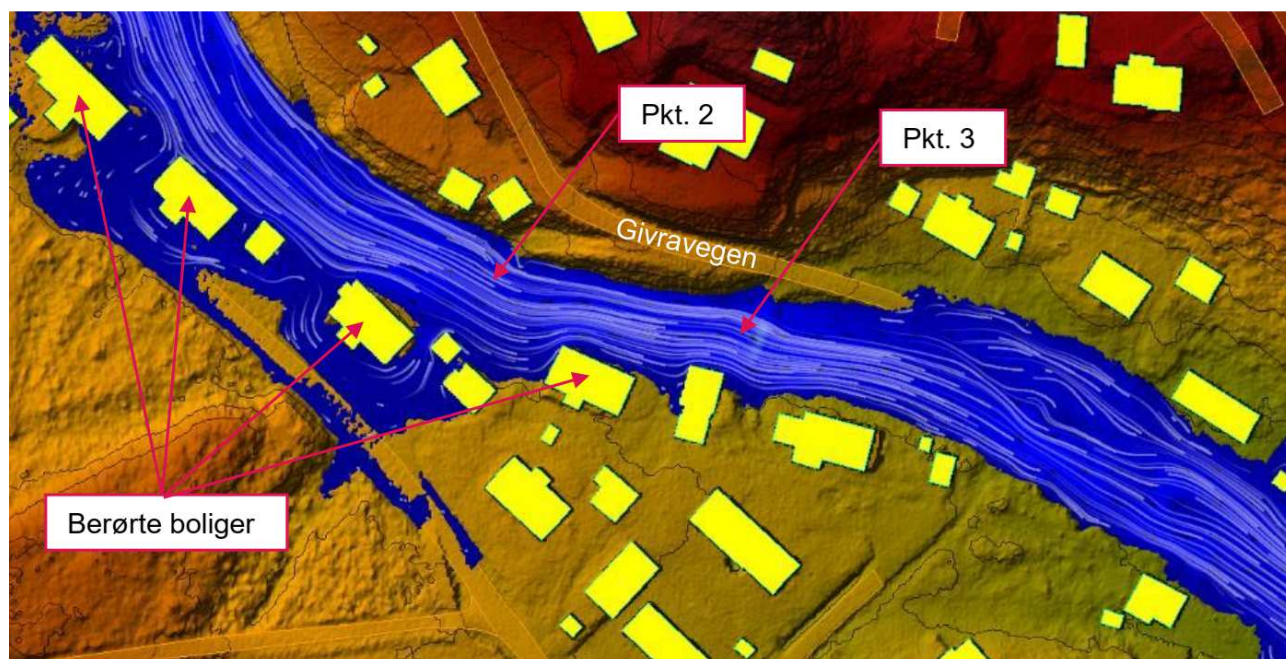
Beregningene gjøres i et dataprogram. Programmet velges ut fra hvor avanserte beregningene skal være, men programmet HEC-RAS fra US Army Corps of Engineers er mye brukt til 1 D og 2 D beregninger.

Beregningene vi har gjort tar ikke hensyn til erosjon eller avlagring av masse, men forutsetter at elveløpet ikke endrer form.

Resultatene fra vannlinjeberegningen er vanligvis kart og lengdeprofil som viser vannstand og vannhastighet. I tillegg gir beregningene en rekke andre hydrauliske parametere som kan tas ut hvis det er behov.

8.2 Tidligere beregninger

Norconsult beregnet flomsonen med og uten ulike tiltak ifm. *Tiltaksplan for Givra*. Figur 15 viser flomsone uten tiltak hentet fra den rapporten.



Figur 15 Beregnet flomsone uten tiltak (utsnitt fra Tiltaksplan for Givra)

8.3 Beregningsmetode og programvare

Beregningene er gjort i programmet HEC-RAS fra US Army Corps of Engineers.

Beregningene er gjort i 2D med likningssett = *full momentum* (St Venants likninger) med 2*2 meter gitter (cellestørrelse).

8.4 Inngangsdata og forutsetninger

8.4.1 Høyre og venstre side

Når vi angir *høyre* og *venstre* side av elven, så er det alltid når vi ser mot nedstrøms.

8.4.2 Høydereferanse

Hvis ikke annet er angitt er høydereferansen NN2000.

8.4.3 Geometri – elveløp og terreng

Terrenget utenfor elveløpet ble definert av en høydemodell med 0,25* 0,25 m oppløsning som er basert på laserskanning fra fly: *NDH Ringeby-Fron-Gausdal 5 pkt 2017* lastet ned fra Høydedata.no.

For å definere nytt elveløp ble de planlagte tverrsnittene lagt inn i programmet Novapoint. Herfra ble det generert et nytt, utvidet elveløp. Modellen av det nye løpet ble kombinert med høydemodellen av terrenget rundt (laserskann) til en høydemodell som ble brukt i beregningene.

8.4.4 Vannføring

Beregningene utført for 200-års flom med 40 % klimatillegg: $1,4 \cdot Q_{200} = 18 \text{ m}^3/\text{s}$.

8.4.5 Strømningsmotstand

Strømningsmotstanden (ruheten) beskrives med Manningstall, M. I beregningene har vi brukt Manningstall $M = 30$ ($n = 0.033$) for hele strekningen.

8.4.6 Oppstrøms grensebetingelse

Som oppstrøms grensebetingelse har vi brukt vannføring.

8.4.7 Nedstrøms grensebetingelse

Som nedstrøms grensebetingelse har vi brukt antatt vannstanden oppstrøms Skåbuvegen på 258 moh. Dette forutsetter at eksisterende kulvert gjennom Skåbuvegen utvides. Eksisterende kulvert har for liten kapasitet. Om den ikke skiftes ut så vil det gi vesentlig høyere vannstand.

8.4.8 Kulverter og broer

Det er i dag tre kryssinger med kulvertene på strekningen. En vil bli fjernet og to vil bli byttet ut med broer (se Figur 4). De nye broene er ikke lagt inn i beregningsmodellen som dekker hele strekningen (hovedmodellen) fordi det er tungvint å gjøre endringer i den modellen.

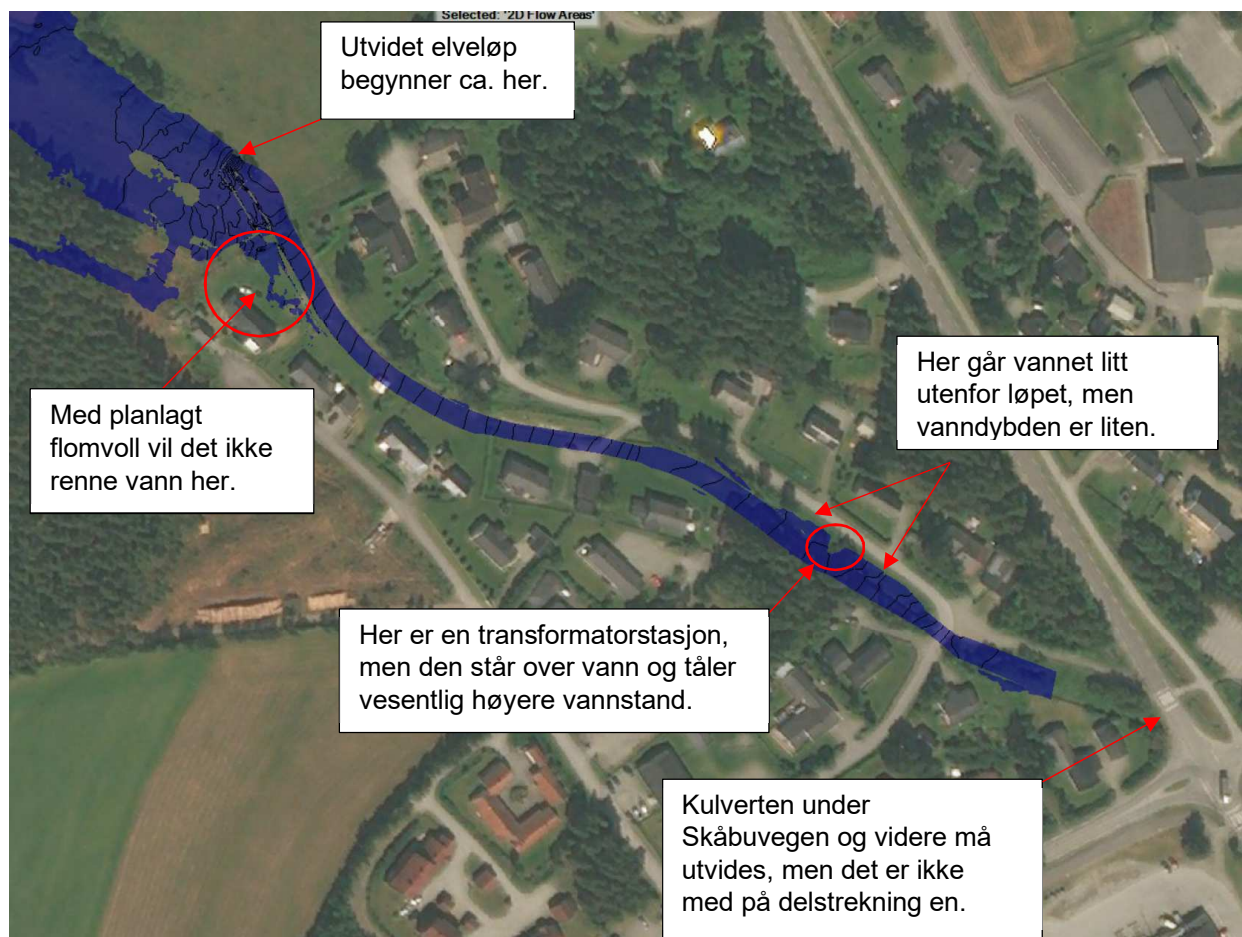
De nye broene er derfor vurdert i en separat endimensjonal HEC-RAS modell lokalt rundt broene. Der er det kontrollert at de ikke fører til uakseptabel oppstuvning.

8.5 Beregningsresultat

Figur 16 viser flomsonen etter tiltak (utvidelse av løpet og utskifting av kulverter). Det er i tillegg planlagt en voll i oppstrøms ende som skal lede vannet fra det oversvømte området og inn i det utvidede løpet. Den vollen er ikke lagt inn i beregningene.

Beregningene viser at vannet vil holde seg i elveløpet etter at tiltakene er gjennomført. Det er en strekning mellom Givra og Givravegen som blir oversvømt 0,1 til 0,2 m. Men vi mener at dette ikke har betydning.

Pga. endringer sent i prosjekteringen vil det bli behov for mindre justeringer av løpet. Disse er ikke med i beregningsresultatene som er vist her.



Figur 16 Beregnet flomsone etter tiltak

9 Broer og kulverter

9.1 Generelt

Fra oppstrøms ende er det i dag fire kryssinger på del 1 (Se også avsnitt 3.2 og Figur 4):

1. Skibro av tre
2. Privat gangbro (kulvert) ved Lohaugvegen 22.
3. Privat kjørebro (kulvert) til Givravegen 23.
4. Givravegen krysser Givra (kommunal, to kulverter)

Det kjøres ikke lenger skiløyper her, så skibroen blir fjernet.

Lohaugvegen 22 har adkomst fra Lohaugvegen, så den private gangbroen vil bli fjernet.



Figur 17 Privat gangbro til Lohaugvegen 22 blir fjernet

9.2 Privat kjørebro til Givravegen 23

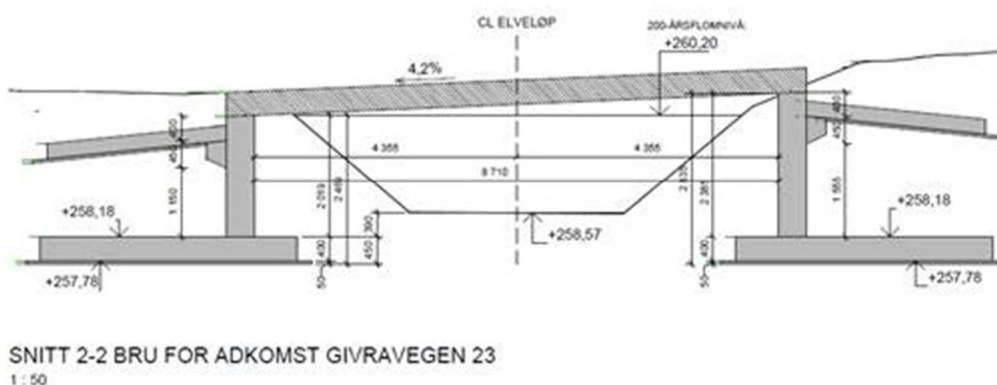
Broen består av en fylling med et kulvertør, se Figur 18. Kulverten har for liten kapasitet og vil bli erstattet med en bro.

Ny bro utføres med dekke av prefabrikkerte betongelement opplagt på plass-støpte betongfundament. Brodekket heves slik at det blir ca. 0,1 m klaring ved dimensjonerende flom. Fundamentet trekkes ut til siden og anlegges bak erosjonssikringen, se Figur 20.

Dette betyr at broen ikke fører til innsnevring av løpet og heller ikke føre til ekstra falltap.



Figur 18 Eksisterende privat kjørebro til Givravegen 23



Figur 19 Ny bro til Givravegen 23

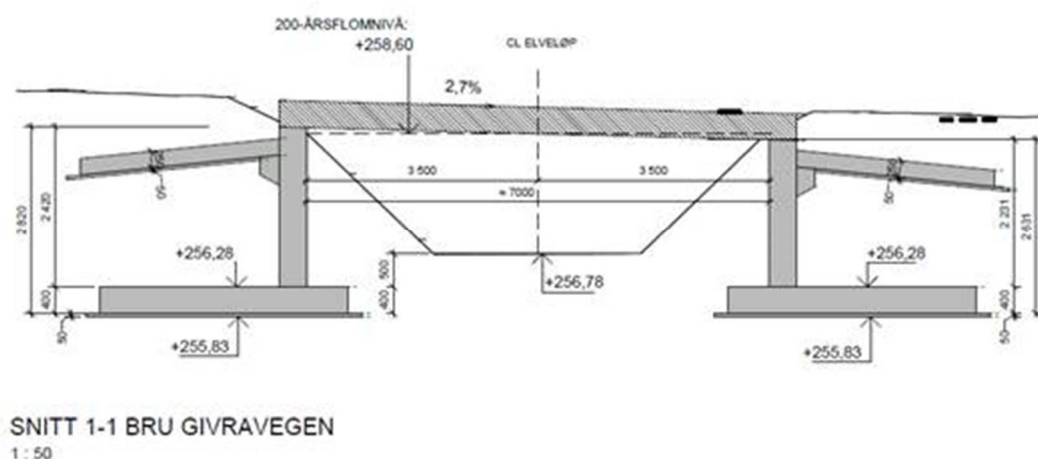
9.3 Bro der Givravegen krysser Givra

Kryssingen består av en fylling med to kulvertrør, se Figur 20. Kulvertene har for liten kapasitet og vil bli erstattet av en bro, se Figur 21.

I prinsippet utføres broen som beskrevet for privat bro i avsnitt 9.2. Men siden dette er kommunal veg er det strengere krav til broen. Broen ligger i en kurve på veien. For å få tilstrekkelig sikt forbi broekkverket må kurveradius økes. For å få det til var det nødvendig å forskyve elveløpet mot høyre.



Figur 20 Dobbelt kulvert der Givravegen krysser Givra



Figur 21 Ny bro for Givravegen

10 Vassdragsmiljø

10.1 Generelt

Norconsult har ikke utført kartlegging av fisk / vassdragsmiljø ifm. dette prosjektet. Nord-Fron kommune har opplyst at det ikke er fast bestand av fisk på strekningen, men at det kan komme fisk fra høyere opp i vassdraget.

Videre er det opplyst at det ikke er behov for å legge til rette for oppvandrende fisk. I dag er det umulig for fisk å vandre opp fra Lågen pga. bekkelukkingen nedstrøms Sundheimsvegen. Kulvertene under Skåbuvegen kan også hindre oppvandring, men det har vi ikke vurdert.

10.2 Fiskevandring

Det er ikke planlagt tiltak på delstrekning 1 som vil hindre fiskevandring. Kulverter hindrer ofte fiskevandring, men på denne strekningen er det bare planlagt broer som ikke forstyrrer elveløpet.

10.3 Bunnforhold

Bunnen sikres med stein av varierende størrelse, 100 – 700 mm, avhengig av belastning. Under sikringen er det et filterlag av pukk. Både sikringslaget og filterlaget har mye hulrom og høy permeabilitet. I tørre perioder, når de går lite vann i elva, kan mesteparten forsvinne mellom steinene i bunnsikringen.

Over tid skjer det normalt en naturlig tetting av elvebunnen slik at vannet kommer opp. Hvor lang tid denne prosessen tar avhenger av massetransporten i elva, og er vanskelig å vurdere.

Ett tiltak kan være å legge ut sand og fingrus i elva for å mette elvebunnen.

Vedlegg

Tegning: Oversiktsplan del 1 – Erosjonssikring elveløp, B100

Tegning: Prinsipp erosjonssikring delstrekning 1, snitt og detaljer, B101

Tegning: Flomvoll og overgang til eksisterende elveløp, B102

A01	2019-11-12	Foreløpig utkast, for kommentar og fagkontroll	Lars Jenssen	Ikke kontrollert	Tor Jostein Furu
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.