



## **Flomberegninger Småbakkelva**

Oppdragsgiver: Troms og Finnmark fylkeskommune (TFFK)

Prosjekt: Fv.7768 Grøt fjorden

Prosjektnummer: 23127 (AFRY)

# Rapport

Utført av  
 Sigurd Malvik  
 Telefon nr.  
 +47 24101010  
 Mobil nr.  
 +47 911 57 050  
 E-mail  
 sigurd.malvik@afry.com

Dato  
 05/11/2021  
 Prosjekt ID  
 23127

Rapport ID  
 Hydr – Flomberegninger Småbakkelva  
 Oppdragsgiver  
 Troms og Finnmark fylkeskommune

## Flomberegninger og flomsimulering Småbakkelva

### Sammendrag

Det er utført flomberegninger og flomsimuleringer for Småbakkelva i Tromsø kommune. Elva som analyseres i denne rapporten krysser under Fv.7768 før den like etter renner videre ut i Kaldfjorden. Det er ifm. reguleringsplan for planlagt ny vegstrekning at det er gjort analyser av dette vassdraget, ettersom man muligens skal skifte ut eksisterende bru.

Rapporten er inndelt i to deler. «Del I – Hydrologi» omhandler flomberegninger og «Del II - Hydraulikk og erosjonssikring» tar for seg flomsimuleringer og mulig behov for erosjonssikring.

I *Del I – Hydrologi* er det utredet ulike beregningsmetoder basert på egnethet og tilgang til data. Det er gjennomført flomberegninger vha. av flere metoder ved dimensjonerende gjenntaksintervall. Tabellen under gir en oversikt over beregningsresultater for 200 års-flom inkl. klima- og sikkerhetsfaktorer.

Beregningsmetode	Q200 inkl. $K_f = 1,3$ og $F_k = 1,0$
	[m <sup>3</sup> /s]
Lokal flomfrekvensanalyse	13,65
Formelverk for små felt (NIFS)	<b>17,03</b>
Nedbør-avløpsmetoden (PQRUT)	23,82

Dimensjonerende flomvannsføring er her satt til 17,03 m<sup>3</sup>/s.

Videre er det funnet at dimensjonerende høyde for topp vannspeil ved flomhendelse er på kote 2,7 moh for mulig ny bru. Videre krav iht. N400 om 0,5m klaring mellom topp vannspeil og underkant brubjelke gir minimum kotehøyde underkant brubjelke lik 3,2. Det er her lagt til grunn en minimumshøyde for underkant brubjelke på kote 3,62 moh iht. til anbefalinger i N400 om klaring mot tidevann som blir førende her.

### Revisjonshistorikk

REV.	Dato	Beskrivelse	Utarbeidet av	Kontrollert av	Godkjent av
01	24.01.2022	Oppdatert iht. tilbakemeldinger	SM	SM	VF
00	05.11.2021	Kommentarutgave	SM	SM	VF

## Innholdsfortegnelse

Sammendrag .....	1
Revisjonshistorikk .....	1
Del I - Hydrologi.....	4
1    Bakgrunn og formål .....	4
1.1    Beskrivelse av nedbørsfeltet .....	6
1.2    Sesonginndeling av flom .....	6
2    Beregningsmetoder .....	8
2.1    Flomfrekvensanalyser.....	8
2.1.1    Lokal flomfrekvensanalyse.....	8
2.1.2    Flomfrekvensanalyse for større felt (RFFA).....	8
2.1.3    Regional flomfrekvensanalyse (NIFS) .....	8
2.2    Nedbør-avløpsanalyser .....	8
2.2.1    PQRUT-metoden .....	8
2.2.2    Den rasjonelle metode .....	9
3    Datagrunnlag.....	9
3.1    Målestasjoner.....	9
3.2    Nedbørsdata .....	9
3.3    Valg av klima- og sikkerhetsfaktor .....	9
4    Beregningsresultater.....	10
4.1    Flomfrekvensanalyser.....	10
4.1.1    Lokal flomfrekvensanalyse.....	10
4.1.2    Flomfrekvensanalyse for større felt .....	10
4.1.3    Regional flomanalyse (formelverket for små nedbørsfelt, NIFS) .....	10
4.2    Nedbør-avløpsanalyser .....	10
4.2.1    PQRUT-metoden .....	10
4.2.2    Den rasjonelle metoden .....	11
5    Konklusjon flomberegninger.....	12
5.1    Usikkerheter i beregninger .....	12
5.2    Resultater for beregninger .....	12
Del II – Hydraulikk og erosjonssikring .....	13
6    Flomsimulering .....	13
6.1    Simulering av flomvannstand og vannhastighet (HEC-RAS).....	13
6.1.1    Konstruert flomforløp.....	13
6.1.2    Simulerte resultater .....	13
6.2    Drøfting av simulerte resultater .....	16
6.3    Høyde mot tidevann.....	16
7    Erosjonssikring .....	16
7.1    Fiskevandring.....	17

8	Referanser .....	18
9	Vedlegg .....	18

## Figurliste

Figur 1 - Beliggenhet eksisterende bru .....	4
Figur 2 - Ortofoto, eksisterende bru .....	5
Tabell 1 - Feltparametre benyttet for aktuelt vassdrag (hentet fra NEVINA).....	6
Figur 3 - Nedbørsfelt iht. NEVINA: 4,48 km <sup>2</sup> .....	6
Figur 4 - Nedbørsfelt iht. Qgis: 4,43 km <sup>2</sup> .....	6
Figur 5 - Nærliggende målestasjoner for vannføring.....	7
Figur 6 - Sesonginndeling flom 197.8 .....	7
Figur 7 - Sesonginndeling flom 200.4 .....	7
Figur 8 - Nedbørsdata Tromsø kommune.....	9
Tabell 2 - Parametre brukt i PQRUT .....	11
Figur 9 - Flomforløp med PQRUT-metoden.....	11
Figur 10 - Konstruert flomforløp Småbakkelva .....	13
Figur 11 - Utbredelse av elv ved dimensjonerende flomhendelse.....	14
Figur 12 - Flomdybder Småbakkelva.....	14
Figur 13 - Kotehøyder vannspeil ved flomhendelse .....	15
Figur 14 - Maksimum vannhastigheter ved flomhendelse .....	15
Figur 15 - Grov skisse for utforming av mulig ny bru.....	16
Figur 16 - Bilde tatt nedstrøms fra eksisterende bru.....	17
Figur 17 - Anbefalte plastringsmetoder basert på belastningsnivå, ref.[8] .....	17
Vedlegg 1 - Feltparametre hentet fra NEVINA .....	18

# Del I - Hydrologi

## 1 Bakgrunn og formål

Troms og Finnmark Fylkeskommune har engasjert AFRY ifm. hydrologiske beregninger av Småbakkelva.

Denne analysen har til formål å beregne og simulere en 200-årsflom,  $Q_{200}$ , i vassdraget i punktet hvor elva krysser Fv.7768. En 200-årsflom med tilhørende klima- og sikkerhetsfaktor er dimensjonerende hendelse iht. mulig etablering av ny bru jfr. konkurransegrunnlag. Flomberegninger er blitt gjennomført i henhold til formelverk og normer utarbeidet av NVE og SVV, spesielt brukt er NVEs *Veileder for flomberegninger i små uregulerte felt* [3] og *Statens Vegvesen håndbok N200* [4].

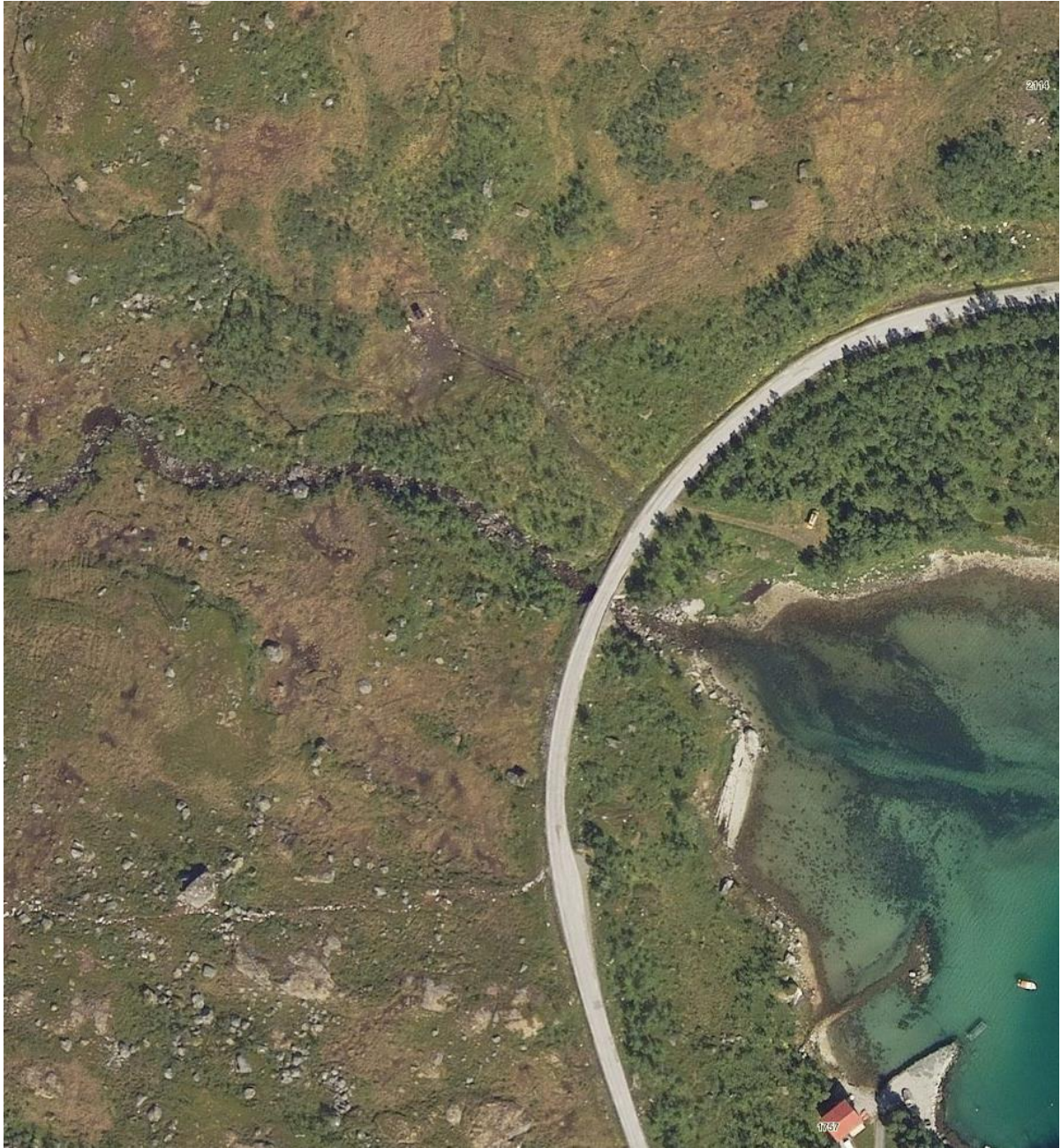
Målet med arbeidet er å finne kulminasjonsvannføring ved dimensjonerende flomhendelse i vassdraget, i tillegg vil man se nærmere på teoretisk høyde for topp vannspeil og hastighet til vannet ved gitt hendelse. Basert på disse beregningene vil man estimere mulig høyde for ny bru og se overordnet på mulig behov for erosjonssikring. Hydrologiske analyser, hydrauliske simuleringer og videre vurderinger er gjennomførte og blir nærmere beskrevet i denne rapporten.

Fv.7768 går fra Henrikvik i sør og videre nordover til Tromvik via Grøt fjorden, aktuell brukryssing er ved Store Blåmannsvik i Tromsø kommune; se *Figur 1* for beliggenhet.



Figur 1 - Beliggenhet eksisterende bru

I tillegg til hydrologiske beregninger og hydrauliske simuleringer vil man se nærmere på mulige tiltak i forbindelse med erosjonssikring av vassdraget ved brukryssingen. I Figur 2 ser man eksisterende terreng og natur rundt aktuell kryssing.



*Figur 2 - Ortofoto, eksisterende bru*

## 1.1 Beskrivelse av nedbørsfeltet

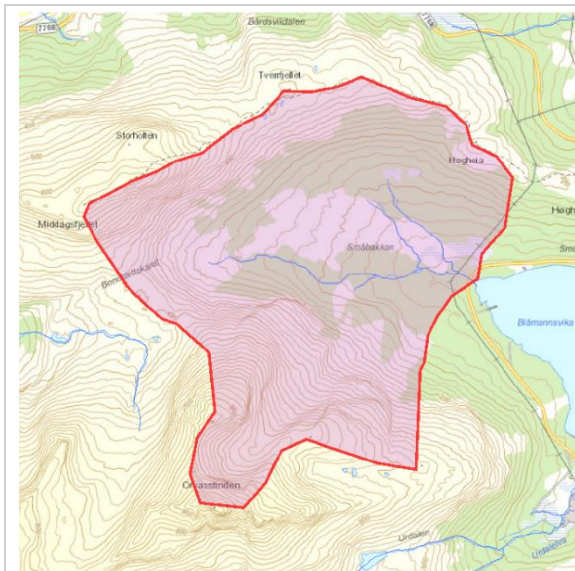
Småbakkelvas nedslagsfelt ligger i hovedsak vest for brukryssingen. Det er et relativt lite naturlig felt, bestående hovedsakelig av bart fjell og skogsområder.

For å estimere størrelse på nedslagsfeltet til vassdraget, i tillegg til feltparametre innenfor gitt nedslagsfelt er NVEs interaktive verktøy NEVINA benyttet [1]. Det er i tillegg gjennomført beregninger ved bruk av GIS-verktøyet Qgis. *Figur 3* og *Figur 4* illustrerer nedslagsfeltet til vassdraget, nedslagsfeltet er anslått å være ca. 4,48 km<sup>2</sup> iht. NEVINA og 4,43 km<sup>2</sup> iht. til Qgis. Arealene er veldig like, altså er man relativ trygg på at størrelsesorden er riktig her. Man har benyttet **4,48 km<sup>2</sup>** for videre beregninger.

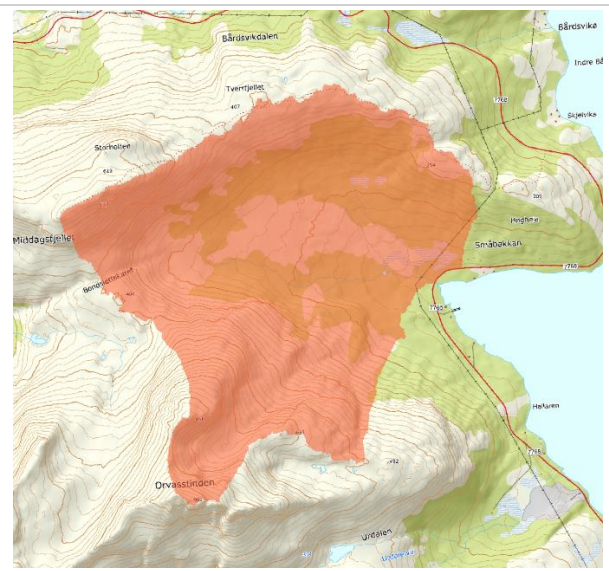
Feltparametrene, som vannføringsindekser, areal, overflatetype, sjøareal m.m er automatisk genererte fra NEVINA og kvalitetssikret ved bruk av GIS-verktøy.

Sted	Feltareal A	Eff. Sjø ASE	QN (61-90)	Høydeintervall	Feltlengde LF
	km <sup>2</sup>	%	l/s//km <sup>2</sup>	Moh.	km
Småbakkelva	4,48	0	48,4	1-962	2,5

Tabell 1 - Feltparametre benyttet for aktuelt vassdrag (hentet fra NEVINA)



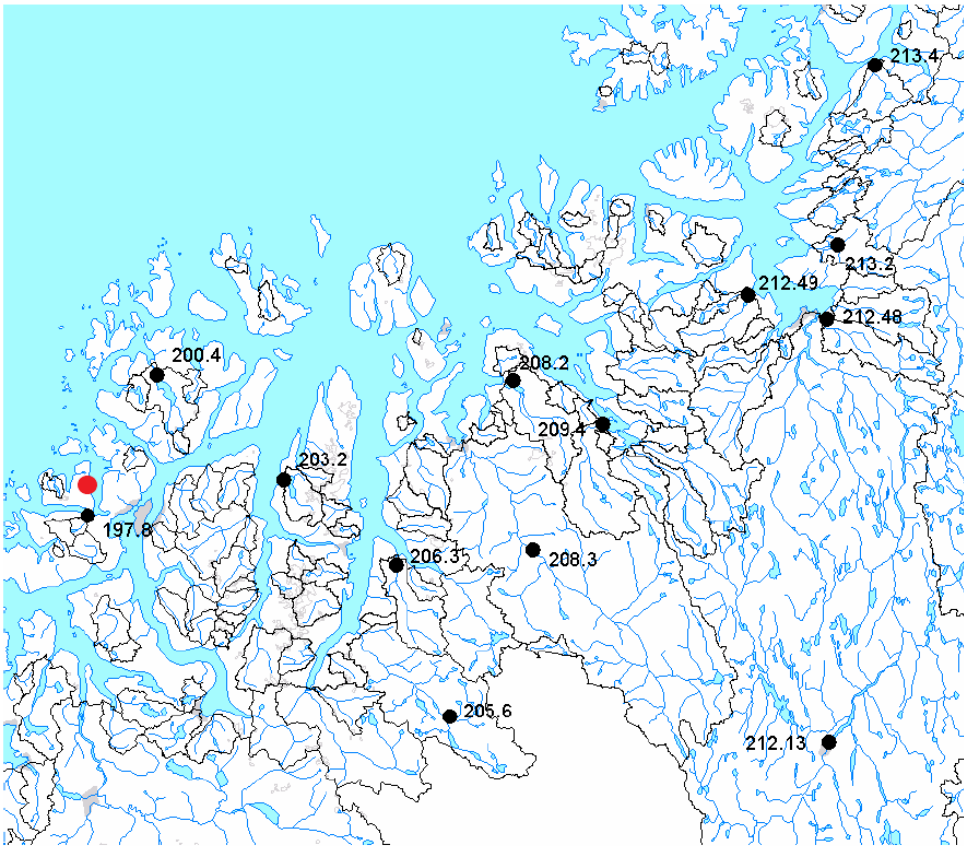
Figur 3 - Nedbørsfelt iht. NEVINA: 4,48 km<sup>2</sup>



Figur 4 - Nedbørsfelt iht. Qgis: 4,43 km<sup>2</sup>

## 1.2 Sesonginndeling av flom

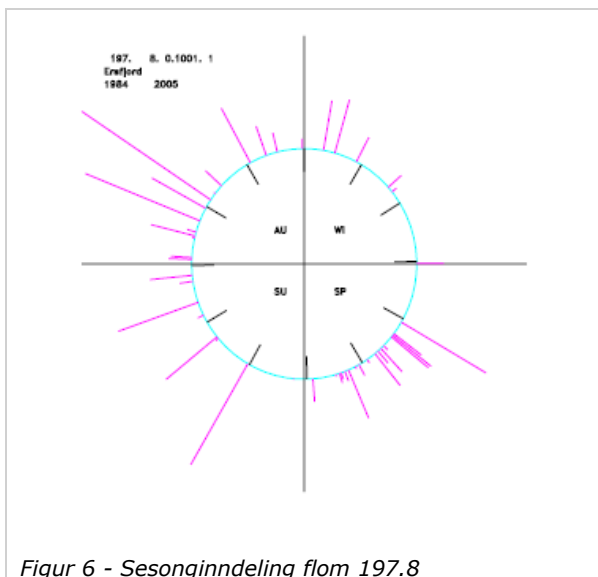
I følge NVE-Rapport 11/2009: «Flomforhold i Nord-Norge» [3], ser det ut til å være vår- og sommerflommer som dominerer i Øst-Troms. Man har sjekket de målestasjonene som ligger nærmest aktuelt vassdrag, for å kunne fastsette hvilken type flom som vil være dimensjonerende. I *Figur 5* vises nærliggende målestasjoner for vannføring i vassdrag, cirka plassering for aktuell brukryssing kommer frem av rødt merke på figur.



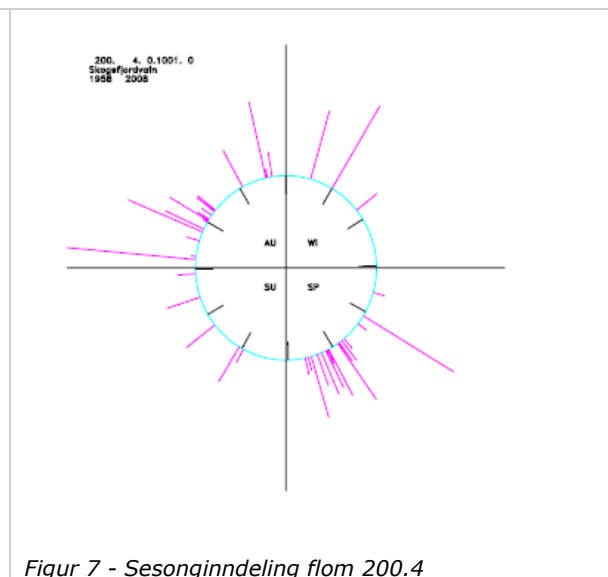
Figur 10. Vannføringsstasjoner i Øst-Troms og Vest-Finnmark.

Figur 5 - Nærliggende målestasjoner for vannføring

Vassdrag nr.197.8 og 200.4 er undersøkt nærmere, se Figur 6 og Figur 7. Ut fra figurer ser det ut til at det er høstflommer som har vært de største i aktuelt område. Det er ca. 8,5 km fra aktuelt felt til målestasjon for Ersfjordelva, vassdrag nr.197.8.



Figur 6 - Sesonginndeling flom 197.8



Figur 7 - Sesonginndeling flom 200.4



## 2 Beregningsmetoder

Det finnes mange ulike metoder som kan benyttes ved flomberegninger, men generelt kan metodene inndeles i to hovedgrupper: flomfrekvensanalyser og nedbør-avløpsanalyser.

Flomfrekvensanalyser kan utføres på observerte flomdata fra enkeltstasjoner, beregnede tilsigsserier eller eventuelt konstruerte dataserier. Flomfrekvensmetoden kan også benyttes til ulike typer av regionale flomfrekvensanalyser som utføres for et begrenset antall stasjoner i en liten region eller for et større antall stasjoner for et stort geografisk område.

Nedbør-avløpsmetoden bruker frekvensanalyser av nedbørdata som input. Nedbørverdiene, og eventuelt snøsmelteverdier, overføres så til flomverdier ved hjelp av hydrologiske modeller eller formler som for eksempel flommodulen i PQRUT eller den Rasjonale metoden.

Norges vassdrags- og energidirektorat (NVE) har utarbeidet retningslinjer for hvordan bestemmelser i "Forskrift om sikkerhet ved vassdragsanlegg" (damsikkerhetsforskriften) kan oppfylles. Retningslinjene gir en detaljert beskrivelse av anbefalt arbeidsgang ved beregning av vannføring for flommer på forskjellige nedbørsfelt med inntil 1000 års gjentakintervall. Ingen av metodene er feilsikker og resultater bør vurderes kritisk. NVE anbefaler at det brukes flere enn én metode ved beregning av flomvannføringer hvis mulig [5].

De overnevnte retningslinjene er ment for større felt (>20 km<sup>2</sup>), men kan brukes med forsiktighet for felt som er mindre.

### 2.1 Flomfrekvensanalyser

#### 2.1.1 Lokal flomfrekvensanalyse

Dette er den anbefalte metoden for beregning av maksimal flomvannføring hvor det foreligger observerte flomdata for det aktuelle vassdraget. Metoden brukes også for estimering av flom på nærliggende felt, vanligvis ved skalering av flomverdier basert på relativt feltareal [3] og [5]. For aktuelt vassdrag foreligger det ikke målinger av vannføring. Men man har et nærliggende vassdrag, Ersfjordelva, som er benyttet som er benyttet for skalering.

#### 2.1.2 Flomfrekvensanalyse for større felt (RFFA)

Ikke aktuell, kun anbefalt for felt > 20 km<sup>2</sup>.

#### 2.1.3 Regional flomfrekvensanalyse (NIFS)

Der det ikke foreligger avrenningsmålinger kan flomvannføring også beregnes ved bruk av formelverk utviklet av NVE, «Nasjonalt formelverk for små nedbørfelt» [3]. Flomformlene uttrykker sammenhengen mellom flomstørrelse og visse feltparametre som karakteriserer avrenningen fra feltet. Metoden beregner middelflom  $Q_m$  ut fra midlere spesifikk avrenning  $q_m$  og skalerer opp til  $Q_T$  ved bruk av vekstkurver. Formelverket er basert på ett sett med ligninger for hele Norge. Dette formelverket er gyldig for vassdrag med nedslagsfelt opp til 53 km<sup>2</sup>.

## 2.2 Nedbør-avløpsanalyser

Det er to relativt kjente metoder for flomberegning, dette er nedbør-avløpsmetoden, kjent som PQRUT-metoden, og den rasjonelle metode. Den rasjonelle metode er ikke anbefalt for nedbørsfelt som overstiger 2 km<sup>2</sup> [4].

#### 2.2.1 PQRUT-metoden

PQRUT-modellen er en nedbør-avløpsmodell utviklet for flomberegninger med utgangspunkt i et fastlagt nedbørforløp. Flommodellen i PQRUT er en lineær karmodell, der avløpet antas å være proporsjonalt med nedbøren. Nedbørfeltet simuleres som et kar med to utløp som fører vann nedstrøms. Metoden anbefales brukt for nedslagsfelt  $A_{\text{felt}}$ : 1 – 200 km<sup>2</sup>.

### 2.2.2 Den rasjonelle metode

Ikke aktuell, kun anbefalt for felt < 2 km<sup>2</sup>.

## 3 Datagrunnlag

### 3.1 Målestasjoner

Man har sett nærmere på vannføringsverdier fra målestasjon for Ersfjordelva, ettersom denne ligger ca. 8,5km unna aktuelt felt og er noenlunde sammenlignbar.

### 3.2 Nedbørsdata

God nedbørsdata er nødvendig for å kunne beregne vannføring ved bruk av PQRUT-metoden. For aktuelt nedslagsfelt har man valgt å benytte IVF-verdier fra Tromsø kommunes VA-norm; man anser disse å være de best tilgjengelige her.

Tromsøkurven justert 2019								
Forløp minutter	Returperiode (gjentakintervall)							
	2 år	5 år	10 år	20 år	30 år	50 år	100 år	200 år
2	86,7	129,9	152,0	192,0	213,7	232,5	247,7	281,7
5	89,0	128,6	155,1	180,5	193,9	213,7	242,7	268,8
10	65,3	91,4	108,8	125,2	134,8	146,7	167,7	190,5
15	54,6	75,2	88,8	101,6	110,5	118,5	136,1	154,4
20	48,2	65,6	77,1	87,9	95,8	102,1	117,9	133,0
30	40,5	54,3	63,5	72,0	78,8	83,3	96,9	107,3
45	34,1	45,2	52,5	59,3	61,7	68,4	80,4	88,1
60	30,3	39,8	46,2	52,0	56,8	59,8	70,9	77,8
90	25,8	33,5	38,7	43,5	47,2	49,9	59,9	65,4
120	23,0	29,8	34,3	38,5	41,5	44,2	53,6	58,9
180	19,7	25,4	29,3	32,7	34,9	37,6	46,3	51,1
360	15,4	19,8	22,8	25,5	26,3	29,4	37,3	40,5

Intensiteter i l/s & ha

Figur 8 - Nedbørsdata Tromsø kommune

### 3.3 Valg av klima- og sikkerhetsfaktor

Det er valgt klima- og sikkerhetsfaktor på grunnlag av *tabell 404.1* og *404.2* i N200 [4]. For tidligere Troms fylke (i dag Troms og Finnmark) er det anbefalt en klimafaktor  $F_k=1,3$ , mens sikkerhetsfaktor  $F_u=1,0$  er basert på ÅDT for aktuell veg og mulige omkjøringsmuligheter.

## 4 Beregningsresultater

Kulminasjonsvannføring for 200-årsflom i Småbakkkelva ble beregnet ved bruk av metodene beskrevet i forrige kapittel.

### 4.1 Flomfrekvensanalyser

#### 4.1.1 Lokal flomfrekvensanalyse

Det er gjennomført beregninger basert på vannføringsmålinger hentet fra Ersfjordelva. Basert på flomverdier fra NVE og videre interpolering av verdier, har man anslått  $Q_{200}=43,44 \text{ m}^3/\text{s}$  i Ersfjordelva. Videre er feltet til Ersfjordelva  $18,6 \text{ km}^2$ , dette medfører en flomvannsføring på  $2,34 \text{ m}^3/\text{s}$  pr.  $\text{km}^2$ . Småbakkkelva har et nedbørsfelt på ca.  $4,5 \text{ km}^2$ . Antar man 100% korrelasjon mellom feltene mht. areal og flomvannsføring vil dette gi en flomverdi,  $Q_{200}$ , på  $4,5 \times 2,34 = 10,5 \text{ m}^3/\text{s}$  for Småbakkkelva.

Ettersom feltet til Ersfjordelva er en del større, og i tillegg har en større andel effektivt innsjøareal vil man anta at flomverdi [ $\text{m}^3/\text{s} \cdot \text{km}^2$ ] nok er noe lavere her enn for Småbakkkelva.

#### 4.1.2 Flomfrekvensanalyse for større felt

Ikke aktuell.

#### 4.1.3 Regional flomanalyse (formelverket for små nedbørfelt, NIFS)

Beregninger gjennomført med framgangsmåte anbefalt av NVE for felt  $< 50 \text{ km}^2$  (gyldig til  $53 \text{ km}^2$ ) [3]. Gjennomførte beregninger med denne metoden gir en kulminasjonsvannføring  $Q_{200}=13,1 \text{ m}^3/\text{s}$ .

## 4.2 Nedbør-avløpsanalyser

Ved bruk av nedbør-avløpsmetoder omregnes nedbør i et gitt nedbørfelt til vannføring ved utløpet av feltet. Disse metodene krever beregning av konsentrasjonstiden til feltet. Konsentrasjonstiden til et nedbørfelt er, ifølge NVE, den tid det tar for vannet å bevege seg gjennom dreneringssystemet fra de fjerneste deler av feltet til utløpet. Estimering av konsentrasjonstid kan beregnes med forskjellige formler, for dette feltet ble SVVs formel for naturlige felt benyttet [2].

Beregnet konsentrasjonstid er 37 minutter.

Beregning av konsentrasjonstid til såpass store felt er naturligvis noe usikker. For videre beregninger med PQRUT er det antatt en konsentrasjonstid lik 1 time for flomberegningen.

#### 4.2.1 PQRUT-metoden

Flomvannføring modelleres ved bruk av nedbørs-avløpsmodell hvor avrenning fra et nedbørsfelt bestemmes ved å løse uttrykket:

$$\frac{dh}{dt} = P - q \quad (1)$$

I uttrykket betegner  $dh/dt$  endring i vannmengden som magasineres innenfor nedbørsfeltet pr. tidsenhet,  $P$  er input av vann fra nedbør og snø og  $q$  betegner avrenning fra feltet.

Nedbørens forløp gjennom hendelsen konstrueres i henhold til anbefaling gitt i [5], dvs. nedbøren fordeles symmetrisk omkring høyeste intensitet slik at akkumulert nedbørsmengde i sammenlignende tidspunkt svarer til aktuelt gjentaksintervall.

Avrenning fra feltet beregnes vha. Uttrykket:

$$q = \begin{cases} k_2 \cdot h & \text{hvis } h \leq T \\ k_1(h - T) + K_2 \cdot T & \text{hvis } h > T \end{cases} \quad (2)$$

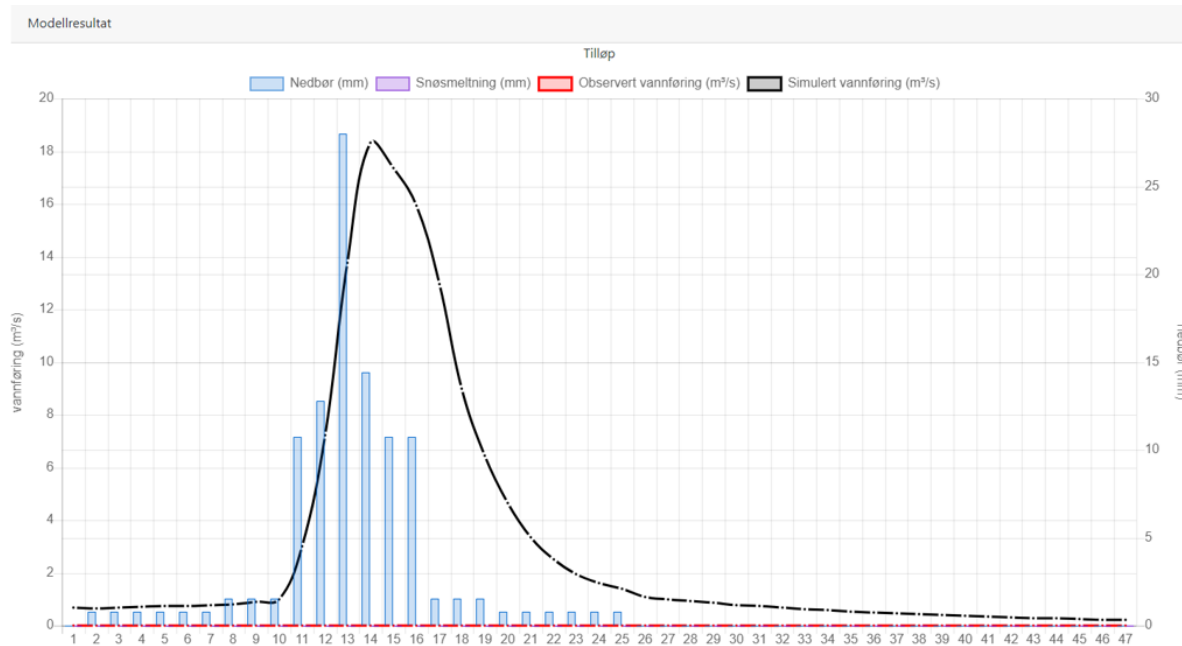
Hvor modellparametrene  $k_1$ ,  $k_2$  og  $T$  bestemmes ved formlene i tabell 5.3 i [5]. Ligningssystemet er her løst ved bruk av NVEs åpne beregningsverktøy [7]. For initialtilstanden til feltet er det antatt en

metningsgrad på 100%. Ikke medtatt snøsmelting i beregningsmetode ettersom man her antar at det er høstflommer som ser ut til å være de største i aktuelt område, se kap. 1.2.

Tabell 2 - Parametre brukt i PQRUT

Vassdrag	A [km <sup>2</sup> ]	H25 [m]	H75 [m]	dH [m]	LF [km]	HL [m/km]	ASE %	qN [l/skm <sup>2</sup> ]	K1 [1/h]	K2 [1/h]	T [mm]
Småbakkelva	4,5	130	420	961	2,5	116	0.01	48,4	0,440	0,077	11,76

Beregninger gjennomført med PQRUT-metoden er vist i Figur 9. Dette er gjort vha. NVEs interaktive hjelpemiddel [8].



Figur 9 - Flomforløp med PQRUT-metoden

Kulminasjonsvannføringen med denne metoden gir  $Q_{200}=18,32 \text{ m}^3/\text{s}$ .

#### 4.2.2 Den rasjonelle metoden

Ikke aktuell grunnet feltstørrelse.

## 5 Konklusjon flomberegninger

### 5.1 Usikkerheter i beregninger

Det er generelt knyttet relativt høy usikkerhet til flomberegninger, særlig når man ikke har vannføringsmålinger i aktuelt vassdrag. Det er derfor benyttet flere beregningsmetoder slik at man kan sammenligne de forskjellige resultatene og gå videre med det som anses som mest sannsynlig, samtidig som man ønsker å være noe konservativ.

### 5.2 Resultater for beregninger

Beregnete flomvannsføringer inkludert klima- og sikkerhetsfaktor (1,3 og 1,0) er som følger:

Metode	QM		Q200	<b>Q200 inkl. K<sub>f</sub></b>
	l/s*km <sup>2</sup>	m <sup>3</sup> /s	m <sup>3</sup> /s	<b>m<sup>3</sup>/s</b>
Lokal flomfrekvensanalyse	-	-	10,5	<b>13,65</b>
Formelverket for små felt (NIFS)	1121,4	5,02	13,10	<b>17,03</b>
Nedbør-avløps modell (PQRUT)	-	-	18,32	<b>23,82</b>

Velger å benytte verdi i «midten» for videre simuleringer, altså **17,03 m<sup>3</sup>/s**. Ettersom flomverdi beregnet med PQRUT-metoden har usikkerhet knyttet til nedbørsdata, og lokal flomfrekvensanalyse gir et såpass mye lavere estimat enn NIFS-metode, anser man verdi beregnet med NIFS-metode å være det beste for bruk i videre beregninger.

## Del II – Hydraulikk og erosjonssikring

### 6 Flomsimulering

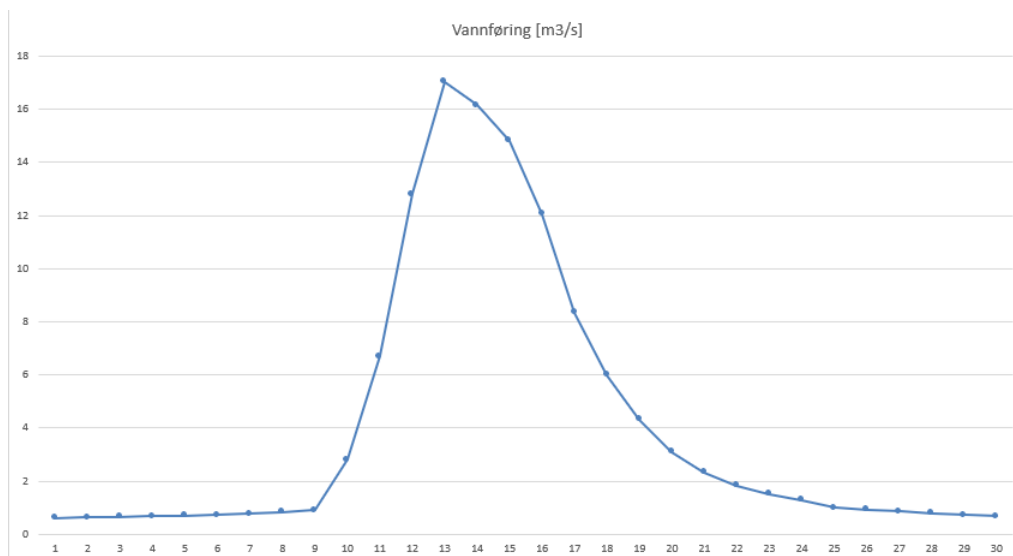
For å finne utbredelsen av dimensjonerende flomhendelse er det gjennomført en flomsimulering med dimensjonerende flomvannsføring som beskrevet i **kap.5**. Formålet med simuleringen er å komme frem til hastighet og høyde på vannet, i tillegg til at man vil få oversikt over mulige flomsoner langs elveleiet. Simuleringer er gjort vha. programvaren HEC-RAS (2D).

#### 6.1 Simulering av flomvannstand og vannhastighet (HEC-RAS)

Det er gjennomført flomsimuleringer ved bruk av programvaren HEC-RAS (2D). Videre i dette kapitlet er det beskrevet nærmere hvilke grunnlagsdata som er benyttet og hvordan man har satt opp modellen.

##### 6.1.1 Konstruert flomforløp

Det er konstruert et teoretisk flomforløp som blir tatt inn i simuleringsverktøyet. Flomforløpet er vist i *Figur 10*, her er vannføring [ $\text{m}^3/\text{s}$ ] langs y-aksen og tid [timer] langs x-aksen. Konstruert flomforløp varer i 30 timer, hvor kulminasjonsvannføringen inntreffer etter ca. 13 timer. Flomforløpet er konstruert vha. en enkel karmodell (her PQROUT-metoden).



Figur 10 - Konstruert flomforløp Småbakkelva

##### 6.1.2 Simulerte resultater

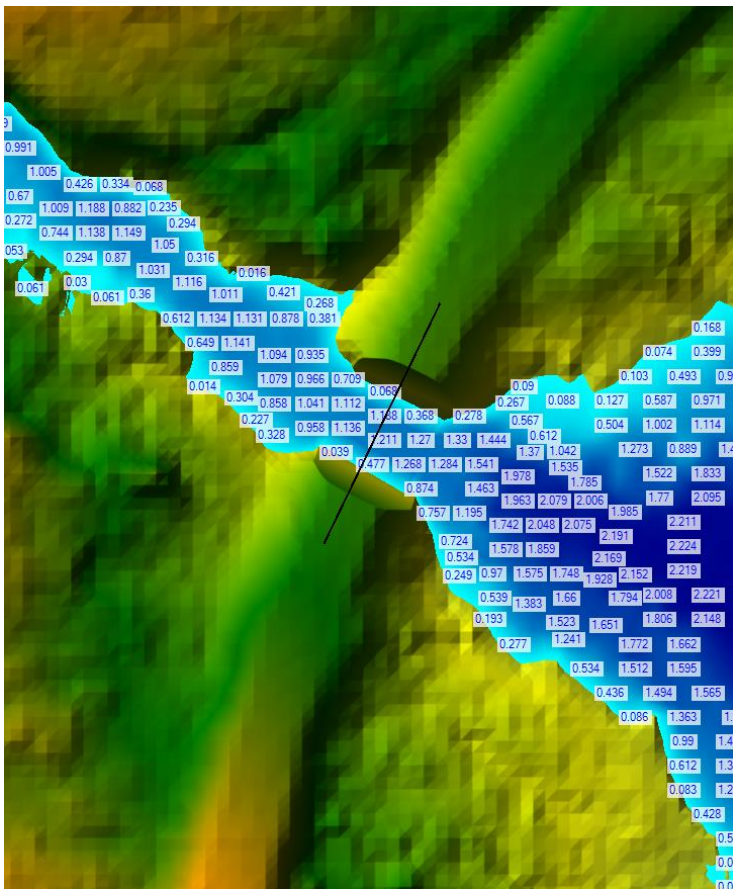
For å finne teoretiske høyder og hastighet på vannet under og rundt bru for dimensjonerende flomhendelse er det gjennomført simuleringer i programmet HEC-RAS. Terrengmodell benyttet i simuleringen er basert på høydemodell hentet fra *hoydedata.no*, terrengmodellen har en oppløsning på 1x1 meter. Det er ikke gjennomført innmålinger av området rundt eksisterende bru i denne fasen prosjektet, dette medfører noe usikkerhet inn i flomsimuleringen.

Basert på underlag, og ønske om å unngå inngrep i eksisterende bekkebunn, har man antatt at elvebunn under mulig ny bru får en bredde på 5 meter, sidehelning under mulig ny bru er satt til 1:1. Lysåpning på bru er antatt å bli cirka 10 meter, se *Figur 15* for skisse av løsning.



Figur 11 - Utbredelse av elv ved dimensjonerende flomhendelse

Maksimum flomdybder ved dimensjonerende flomhendelse er vist i Figur 12. Svart linje er antatt senterlinje for veg.



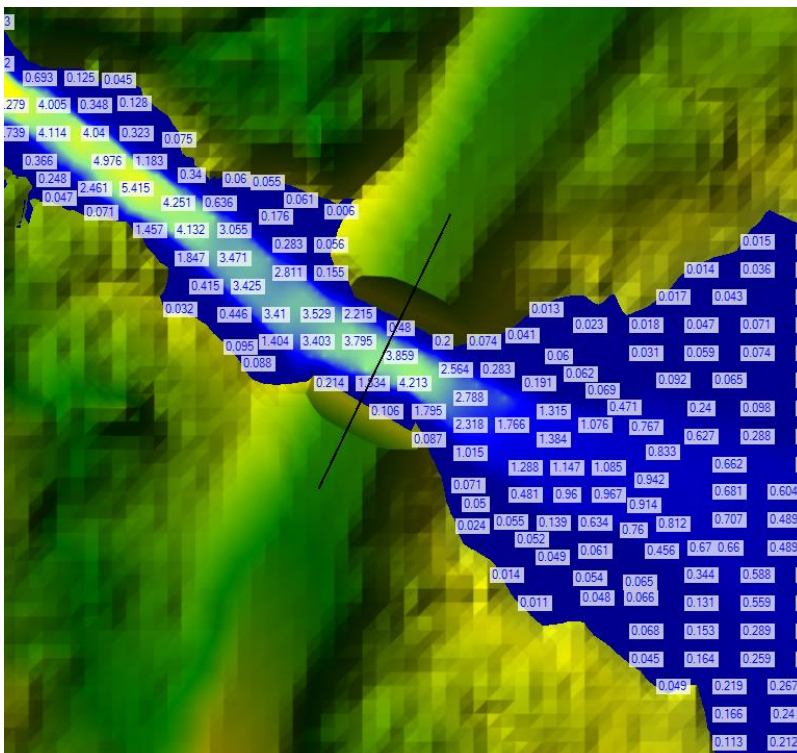
Figur 12 - Flomdybder Småbakkelva

I Figur 13 vises kotehøyder (NN2000) for vannspeilet ved dimensjonerende flomhendelse. Maks kotehøyde vannspeil ser ut til å ligge på cirka 2,7 under mulig ny bru.



Figur 13 - Kotehøyder vannspeil ved flomhendelse

I Figur 14 vises maksimum vannhastigheter ved flomhendelse. Vannhastighetene er videre benyttet for å kunne si noe om mulig erosjonsikring.



Figur 14 - Maksimum vannhastigheter ved flomhendelse

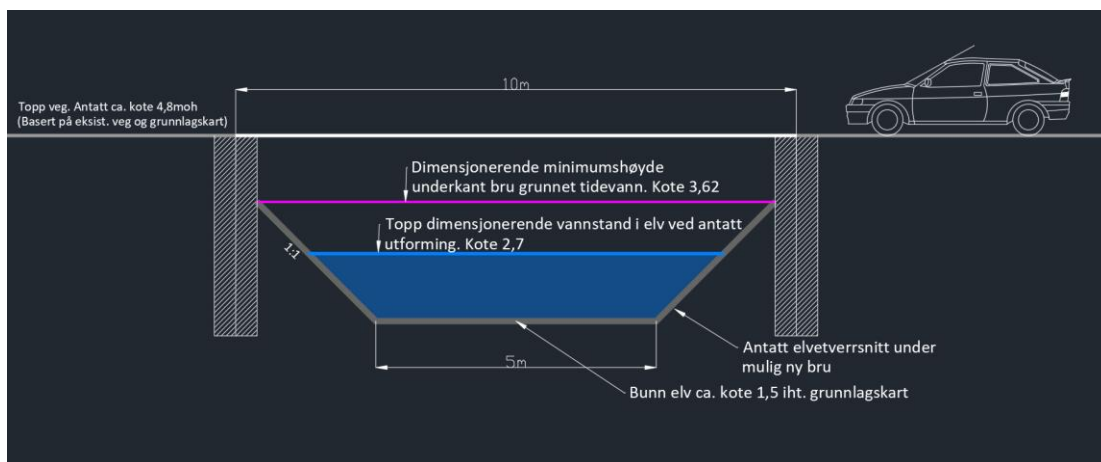


## 6.2 Drøfting av simulerte resultater

For gjennomført simulering har man som tidligere nevnt etablert en geometri basert på terrengdata fra *hoydedata.no*. Man har antatt en Mannings koeffisient  $n = 0,05$  ( $M=20$ ) i elveleiet og  $n=0,06$  ( $M \approx 17$ ) for området rundt.

Resultatene fra simulering gir maksimum vannstand på **kote 2,7** ved brukryssingen. Videre ser maksimum hastighet ut til å være cirka 4,0 m/s.

I simuleringen har man lagt inn et antatt tverrsnitt av elva under broen, se *Figur 15*. Tverrsnittet er kun å anse som en grov skisse, nøyaktig utforming vil gjøres i en senere fase i forbindelse med valg av bruløsning, vegkurvatur, innmålinger med mere.



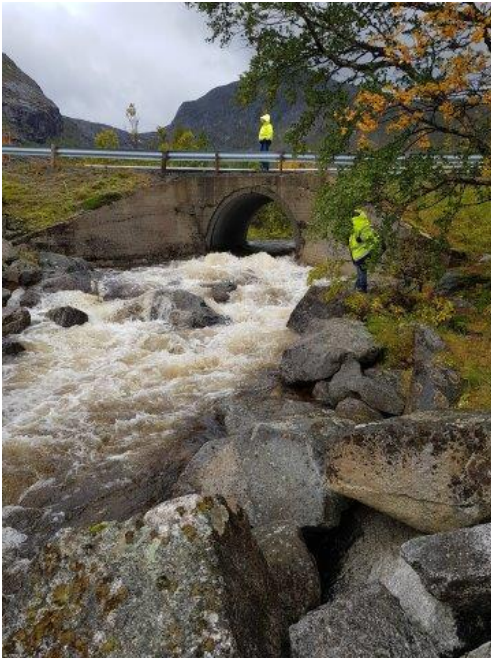
Figur 15 - Grov skisse for utforming av mulig ny bru

## 6.3 Høyde mot tidevann

Ettersom aktuell bru ligger like ved elvas utløp til fjord er det tatt en sjekk på minimumshøyder ifm. sikkerhet mot «Minste vertikale klaring over sjø». Fra krav i N400, kap 4.2.7.1, blir minste vertikale klaring 3,62 moh (NN2000). Dette basert på høyeste astronomiske tidevann og et påslag på 2,5 meter. Ettersom denne høyden er større enn krav om 0,5 m klaring over flomvannstand, her 3,2 moh, blir dette kravet førende for minimumshøyde til underkant bru.

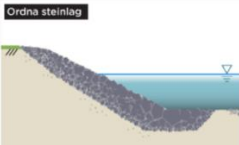
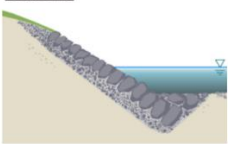
## 7 Erosjonssikring

Det er ønske om å unngå berøring av vannstrengen ved mulig utskifting av bru. Dette i hovedsak for å beholde naturlig elvebunn og ivareta potensiale for fiskeoppgang og generelle biologiske forhold. Man anser det derfor som hensiktsmessig å unngå plastring av elvebunn. Og videre da at mulig erosjonssikring kun vil være aktuelt for sidene (sidesikring). Basert på bilder fra plassen ser det ut til at eksisterende bunn rundt brua består av en del større steiner, se *Figur 16*, noe som er positivt mtp. erosjonssikring.



Figur 16 - Bilde tatt nedstrøms fra eksisterende bru

Skal man etablere ny bru vil man nok måtte gjøre noen tiltak ifm. sidesikring av elveleiet rundt brua, hastighetene ser ut til å kunne bli relativt høye (3-4 m/s) iht. simulering, noe som medfører behov for sikring; mulige sikringsmetoder er vist i Figur 17.

<p><b>Belastningsnivå 2:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• v = 1-3 m/s. Liten til moderat belastning fra is/drivgods.</li> <li>• v = 1-2 m/s. Stor belastning fra is/drivgods.</li> </ul>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Ordna steinlag.</li> <li>2. Bunnforsterkning/terskler.</li> <li>3. Plastringslag av ensgradert kantet stein som legges kant i kant med god innbyrdes kontakt. Kan legges med kortaksen innover i bakken (flatplastring) hvis steinen dimensjoneres tilstrekkelig stor, forutsatt slak helning. Sider og bunn.</li> </ol> <p><b>Ordna steinlag</b></p> 	<p><b>Belastningsnivå 3:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• v = 4-6 m/s. Liten til moderat belastning fra is/drivgods.</li> <li>• v = 3-5 m/s. Stor belastning fra is/drivgods.</li> </ul>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Plastringslag av ensgradert kantet stein som legges kant i kant med låsing – bør legges med lengdeaksen innover i bakken (damplastring). Flatplastring kan vurderes ved bruk av godt tilpasset stor stein på slak helning. Sider og bunn.</li> <li>2. Tørrmur i sider, forutsatt omhyggelig oppbygging. Plastring i bunn. Erfaring er oftest nødvendig.</li> </ol> <p><b>Damplastring</b></p> 
--	---	--	---

Figur 17 - Anbefalte plastringsmetoder basert på belastningsnivå, ref.[8]

Nærmere beregninger og videre detaljutforming av erosjonssikring må ses i sammenheng med utformingen av mulig ny bru og vegområdet rundt, dette vil i tilfelle komme i en senere fase.

## 7.1 Fiskevandring

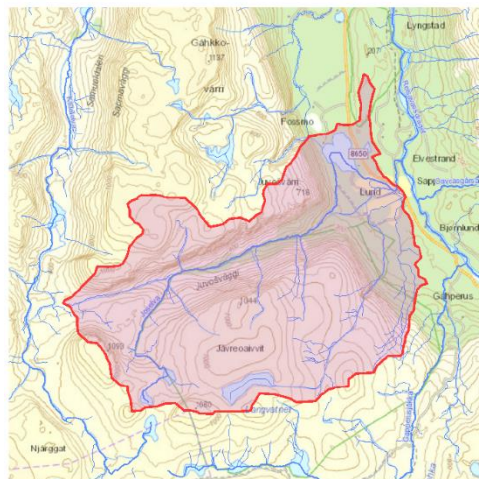
Det er ikke sett nærmere på mulig fiskevandring og økologiske forhold i elva i forbindelse med denne rapporten. Man anbefaler å tilstrebe minst mulig inngrep i eksisterende elvebunn, slikt at man beholder eksisterende bunns substrat med tanke på muligheter for fiskevandring og øvrige økologiske forhold i elva. Elva er oppgitt å ha potensiale for fiskeoppgang av ørret.

## 8 Referanser

- [1] NVE, NEVINA, 2021. Data hentet fra websiden <http://nevina.nve.no/>
- [2] NVE, REGINE (register over nedbørfelt), 2021. Data hentet fra NVEs kartportal: <https://www.nve.no/karttjenester/kartdata/vassdragsdata/nedborfelt-regine/>
- [3] NVE, 2015. *Veileder for flomberegninger i små uregulerte felt*. NVE veileder 7-2015
- [4] Statens Vegvesen, 2018. *Håndbok N200 (Vegbygging)*
- [5] NVE, 2011. *Retningslinjer for flomberegninger*. NVE rapport 04/2011
- [6] Statens Vegvesen, 2020. *Håndbok V240 (Vannhåndtering)*
- [7] NVEs interaktive verktøy. Webside <http://pqrout.nve.no/#/T/1>
- [8] NVE Sikringshåndboka, moduler/veileder for erosjonssikring. Webside <https://www.nve.no/moduler/>

## 9 Vedlegg

### 1. Feltparametre hentet fra NEVINA



Kartbakgrunn: Statens Kartverk  
 Kartdatum: EUREF89 WGS84  
 Prosjeksjon: UTM 33N  
 Beregn.punkt: 745003 E  
 7729419 N

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

#### Feltparametere

Areal (A)	42.1 km <sup>2</sup>
Effektiv sjø (A <sub>SE</sub> )	0.92 %
Elvleengde (E <sub>L</sub> )	13.1 km
Elvgradient (E <sub>G</sub> )	62.3 m/km
Elvgradient <sub>1085</sub> (E <sub>G,1085</sub> )	69.9 m/km
Helning	15.7 °
Dreneringstetthet (D <sub>T</sub> )	1.5 km <sup>-1</sup>
Feltlengde (F <sub>L</sub> )	8.9 km

#### Arealklasse

Bre (A <sub>BRE</sub> )	0 %
Dyrket mark (A <sub>JORD</sub> )	1.3 %
Myr (A <sub>MYR</sub> )	0.2 %
Leire (A <sub>LEIRE</sub> )	0 %
Skog (A <sub>SKOG</sub> )	21.1 %
Sjø (A <sub>SJO</sub> )	3.2 %
Snaufjell (A <sub>SF</sub> )	68.2 %
Urban (A <sub>U</sub> )	0 %
Uklassifisert areal (A <sub>REST</sub> )	6.0 %

#### Hypsografisk kurve

Høyde <sub>MIN</sub>	72 m
Høyde <sub>10</sub>	115 m
Høyde <sub>25</sub>	409.5 m
Høyde <sub>50</sub>	754 m
Høyde <sub>75</sub>	914.5 m
Høyde <sub>MAX</sub>	1116 m

#### Klima- /hydrologiske parametere

Avrenning 1961-90 (Q <sub>N</sub> )	32.4 l/s*km <sup>2</sup>
Nedbør juni	31 mm
Nedbør juli	53 mm
Regn og snøsmelting mai	191 mm
Regn og snøsmelting juni	117 mm
Regn og snøsmelting årlig 4d	78 mm
Regn og snøsmelting november	8 mm
Temperatur februar	-13.1 °C
Temperatur mars	-10.9 °C

### Vedlegg 1 - Feltparametre hentet fra NEVINA