
RAPPORT

Flomfarevurdering og erosjonssikring E6 Badderen bru

OPPDRAAGSGIVER

Statens vegvesen

EMNE

Flomfarevurdering og erosjonssikring

DATO / REVISJON: 02. februar 2023 / 02

DOKUMENTKODE: 10248002-01-RIVass-RAP-01



Multiconsult

Dette dokumentet har blitt utarbeidet av Multiconsult på vegne av Multiconsult Norge AS eller selskapets klient. Klientens rettigheter til dokumentet er gitt for den aktuelle oppdragsavtalen eller ved anmodning. Tredjeparter har ingen rettigheter til bruk av dokumentet (eller deler av det) uten skriftlig forhåndsgodkjenning fra Multiconsult. Enhver bruk av dokumentet (eller deler av det) til andre formål, på andre måter eller av andre personer eller enheter enn de som er godkjent skriftlig av Multiconsult, er forbudt, og Multiconsult påtar seg intet ansvar for slikt bruk. Deler av dokumentet kan være beskyttet av immaterielle rettigheter og/eller eiendomsrettigheter. Kopiering, distribusjon, endring, behandling eller annen bruk av dokumentet er ikke tillatt uten skriftlig forhåndssamtykke fra Multiconsult eller annen innehaver av slike rettigheter.

RAPPORT

OPPDRAAG	Flomberegning og hydraulisk analyse E6 Badderer bru	DOKUMENTKODE	10248002-01-RIVass-RAP-01
EMNE	Flomfarevurdering og erosjonssikring	TILGJENGELIGHET	Åpen
OPPDRAAGSGIVER	Statens vegvesen	OPPDRAAGSLEDER	Graeme Carey
KONTAKTPERSON	Thorstein Kjøs Johnsen	UTARBEIDET AV	Maren Mood, Graeme Carey, Rakel Bjørngaard
KOORDINATER	Sone: Øst: Nord:	ANSVARLIG ENHET	10105070 Hydrologi

SAMMENDRAG

Multiconsult har utført flomberegninger og hydraulisk modellering for Badderelva ved E6 Badderer bru i Kvæningen kommune, i Troms og Finnmark. Beregningen er brukt som grunnlag for erosjonssikring av elvesiden og prosjektering av ny midlertidig og ny permanent bru. Midlertidig bru skal plasseres oppstrøms nåværende bru, mens den nye permanente brua skal plasseres i samme linje som eksisterende bru.

Flomberegninger og dimensjonering av sikring er utført med bakgrunn i NVEs veiledere for flomberegninger og sikringshåndboka. Flomobergningene er utført for fire flomsituasjoner:

- 1) **200-årsflom** med klimapåslag og **middelvannstand i fjorden** (uten klimapåslag)
- 2) **Middelflom** med klimapåslag og **200-års stormflo** med klimapåslag i fjorden
- 3) **20-årsflom** (uten klimapåslag og **middelvannstand i fjorden** (uten klimapåslag)
- 4) **Middelflom** (uten klimapåslag) og **20-års stormflo** i fjorden (uten klimapåslag)

Flomsituasjon	Vannføring [m³/s]	Vannstand [moh.] NN2000
Scenario 1	126,5	-0,17 moh
Scenario 2	64,0	2,70 moh
Scenario 3	84,2	-0,17 moh
Scenario 4	53,4	1,87 moh

Frekvensanalyse av observerte flommer ved relevante målestasjoner ga kulminasjonsverdier for middelflom, 20-årsflom og 200-årsflom på hhv. 300,0 l/s/km², 473,0 l/s/km² og 593,0 l/s/km². Valgt kulminasjonsfaktor er 1,18. Det er lagt til et klimapåslag på 1,2 for scenario 1 og 2, og klimapåslag 1,0 for scenario 3 og 4. Sikkerhetspåslag som benyttes er 1,1 som gir dimensjonerende flomverdier ved middelflom m/klimapåslag, middelflom u/klimapåslag, 20-årsflom og 200-årsflom på hhv. 64,0 m³/s, 53,4 m³/s, 84,2 m³/s og 126,5 m³/s.

Erosjonssikringen består i hovedsak av et plastringslag ($D_{50} > 1,5\text{m}$) utført som damplastring med lengste akse normalt mot underlaget. Det skal i tillegg etableres en løsmasseterskel under ny E6 bru for å senke vannhastighet å beskytte mot videre bunnsenkning. Sikringen er delt opp i 3 delområder der Del 1 består av sikring av ny midlertidig bru, Del 2 sikring av ny E6 bru, og Del 3 øvrige sikring nedstrøms.

02	02.02.2023	Oppdatert etter kommentarer fra oppdragsgiver	MAREM	GRC	GRC
01	27.01.2023	Oppdatert hydraulisk modell og beskrivelse av erosjonssikringen	MAREM/GRC	JMA/GHK	GRC
00	16.12.2022	Flomberegning og hydraulisk analyse E6 Badderer bru	MAREM	TCW	GRC
REV.	DATO	BESKRIVELSE	UTARBEIDET AV	KONTROLLERT AV	GODKJENT AV

Innholdsfortegnelse

1	Innledning	5
2	Krav til dimensjonerende gjentakintervall og frihøyder	5
2.1	Håndbok N200 – Vegbygging (gyldig fra 01.11.2022)	5
2.2	Håndbok N400 – Bruprosjektering (gyldig fra 01.01.2022).....	7
3	Flomberegninger for Badderelva ved Badderen bru	8
3.1	Forutsetning for beregningene	9
3.2	Nedbørsfelt	9
3.3	Datagrunnlag	10
3.4	Flomfrekvensanalyse	12
3.5	Beregninger med RFFA-2018	13
3.6	Sammenligning av resultater og valg av dimensjonerende flom	14
4	Hydraulisk modellering	14
4.1	Terrenggrunnlag	14
4.2	Grensebetingelser	14
5	Resultater	16
6	Erosjonssikring.....	17
6.1	Anbefalte sikringstiltak	18
7	Vurderinger	19
7.1	Utstrekning av erosjonssikring.....	19
7.2	MILJØ VURDERINGER.....	20
7.2.1	Generelt om elv og anadrom fisk.....	20
7.2.2	Miljøvurderinger	20
7.2.3	Anbefalinger for det videre arbeidet	21
8	Bibliography	22
9	Vedlegg.....	23
9.1	Feltparametere Badderelva	23
9.2	Feltparametere Halsnes	24
9.3	Feltparametere Manndalen bru	25
9.4	Feltparametere Oksfjordvatn	26
9.5	Feltparametere Kvænangselv bru	27
9.6	Flomindeksrapport Sagafoss	28
9.7	Flomindeksrapport Kvalsund	29
9.8	Regional flomberegning Badderelva	30
9.9	Oversiktstegning G100.....	31
9.10	Prinsippskisse erosjonssikring og terskel (tegning G101)	32
9.11	Flomsonekart	33

1 Innledning

Multiconsult er engasjert av Statens Vegvesen (SVV) for å prosjektere erosjonssikring for midlertidig og ny permanent bru over Badderelva, som en del av E6. D266 – E6 Badderen bru ligger på E6 i Badderen sentrum, i Kvænangen kommune i Troms og Finnmark. Det planlegges en ny bru som skal erstatte dagens to-spenns bru som har pilar i elveløpet. Fundamentet for brupilaren på eksisterende bru fikk våren 2022 alvorlige setninger og forskyvninger på grunn av erosjon og vanntrykk (Statens vegvesen, 2022). Brua måtte derfor stenges, og ble erstattet av en midlertidig ett-feltbru. Ettersom midlertidig bru kun har ett felt er trafikken lysregulert, som medfører ventetid for trafikantene. Omkjøringsveien for denne krysningen er svært lang og går via Finland. Derfor skal brua erstattes.

Det skal i første omgang bygges en ny midlertidig bru oppstrøms nåværende bru, før den nåværende skal rives og det bygges en ny permanent bru i samme linje som eksisterende bru.

Midlertidig og ny bru skal dimsjoneres iht. dagens krav i håndbok N200 og N400.

I den forbindelse skal det leveres flom- og hydrauliske beregninger for den nye E6 brua over Badderelva med anbefalt erosjonssikring av brustedet og prosjektering av erosjonssikringen.

Området som skal erosjonssikres ligger ved utløpet til Badderfjorden og vannstanden ved området vil derfor påvirkes av vannstanden i fjorden. Flom- og vannlinjeberegningene er utført for to flomsituasjoner; stor flom med lav vannstand i fjorden som vil gi høye vannhastigheter, og middelflom med høy vannstand i sjøen som vil gi de høyeste vannstandene.

2 Krav til dimensjonerende gjentakintervall og frihøyder

Statens vegvesen sin Håndbok N200 – Vegbygging og Håndbok N400 – Bruprosjektering setter krav til dimensjonerende gjentakintervall og frihøyder for hhv. veg og bru. Iht. Håndbok V240 *Vannhåndtering* anbefales det å gjøre en overordnet parametervurdering (følsomhetsanalyse) for å håndtere usikkerheten i hydrauliske beregninger. Videre anbefales det å velge parametere som er representative over levetiden til tiltaket, som omfatter delvis gjentetting av transporterte masser, endret ruhet m.m.

2.1 Håndbok N200 – Vegbygging (gyldig fra 01.11.2022)

Dimensjonerende vannføring fastsettes etter ligning 2.3.1-1 i N200:

$$Q_{dim,T} = Q_T \cdot F_k \cdot F_u$$

Der:

$Q_{dim,T}$ = Dimensjonerende avrenning for returperiode T [m³/s]

Q_T = Beregnet avrenning for returperiode T [m³/s]

F_k = Sikkerhetsfaktor for fremtidige klimaendringer

F_u = Sikkerhetsfaktor for usikkerhet ved beregningsmetode

Sikkerhetsklassen for vegen skal også gjelde for tverrdrenering, herunder for bruer. For alle anlegg med levetid over 50 år, skal det brukes en sikkerhetsfaktor F_u ved beregning av dimensjonerende vannføring $Q_{dim,T}$. Usikkerhetsfaktoren for beregningsmetoden fastsettes basert på sikkerhetsklassen til vegen og de reelle omkjøringsmulighetene iht. Krav 2.8 - Tabell 2.2 i N200, se Tabell 2-1. På www.vegkart.no er ÅDT for E6 ved Badderen bru oppgitt til å være 850 og vegen vurderes til ikke å ha

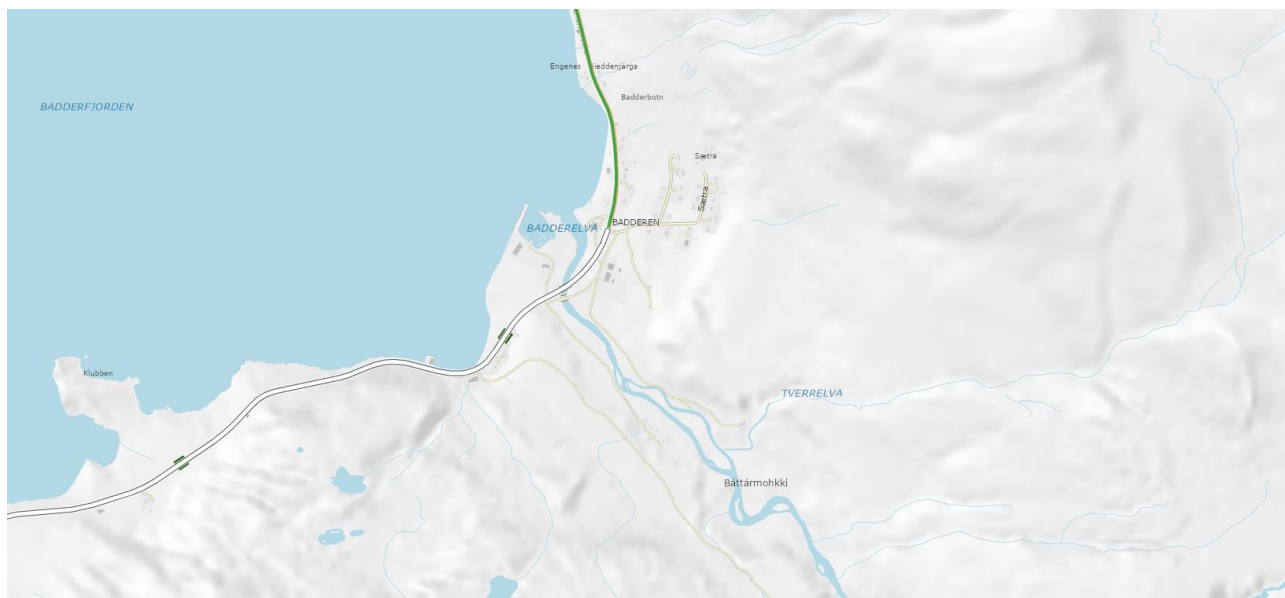
reelle omkjøringsmuligheter, da eneste mulige omkjøringsveg er svært lang og via Finland. Derfor plasseres vegen i sikkerhetsklasse V2 med tilhørende usikkerhetsfaktor F_u på 1,1 (se Figur 2-1, Tabell 2-1, Tabell 2-2 og Tabell 2-3).

Tabell 2-1: Sikkerhetsklasser for veg påvirket av flom. Kilde: Tabell 2.2.1-1 (Statens Vegvesen, 2022)

Sikkerhetsklasse	ÅDT	Returperiode for flomhendelse			
		Med omkjøringsmulighet		Uten omkjøringsmulighet	
		Tverrdrenering	Langsgående drenering	Tverrdrenering	Langsgående drenering
V1	0 – 500	50 år	50 år	100 år	50 år
V2	500 – 4000	100 år	50 år	200 år	100 år
V3	> 4000	200 år	100 år	200 år	100 år

Tabell 2-2: Sikkerhetsfaktorer for håndtering av usikkerhet i hydrauliske beregninger. Tabell 2.3.1-2 (Statens Vegvesen, 2022)

Sikkerhetsklasse	F_u
V1 eller F1	1,0
V2 eller F2	1,1
V3 eller F3	1,2



Figur 2-1: E6 ved Badderen bru har en ÅDT på 850 og vegen er vurdert til å ikke ha reelle omkjøringsmuligheter. Kilde: vegkart.no

I tillegg skal det benyttes en sikkerhetsfaktor F_k for å ta hensyn til fremtidige klimaendringer. Sikkerhetsfaktor for klimaendringer for veg F_k settes iht. Tabell 2.3.1-1 i N200, se Tabell 2-3. For nedbørsfelt større enn 50 km² i Finnmark skal en sikkerhetsfaktor for klima på $F_k = 1,2$ benyttes.

Tabell 2-3: Sikkerhetsfaktor for å hensynta fremtidige klimaendringer, Tabell 2.3.1-1. (Statens Vegvesen, 2022)

Fylke	F _k	
	Små nedbørfelt	Store nedbørfelt
Oslo og Akershus	1,3	1,3
Buskerud	1,4	1,3
Vest-Agder	1,3	1,2
Aust-Agder	1,3	1,2
Finnmark	1,3	1,2
Hordaland	1,4	1,4
Møre og Romsdal	1,4	1,4
Nord-Trøndelag	1,3	1,3
Nordland	1,4	1,4
Oppland	1,2	1,2
Hedmark	1,4	1,2
Rogaland	1,3	1,3
Sogn og Fjordane	1,4	1,4
Sør-Trøndelag	1,2	1,2
Telemark	1,2	1,2
Troms	1,3	1,3
Østfold	1,4	1,2
Vestfold	1,2	1,2

Dimensjonerende flom iht. N200 blir dermed:

$$Q_{dim,T} = Q_T \cdot F_k \cdot F_u = Q_{200} \cdot 1,2 \cdot 1,1$$

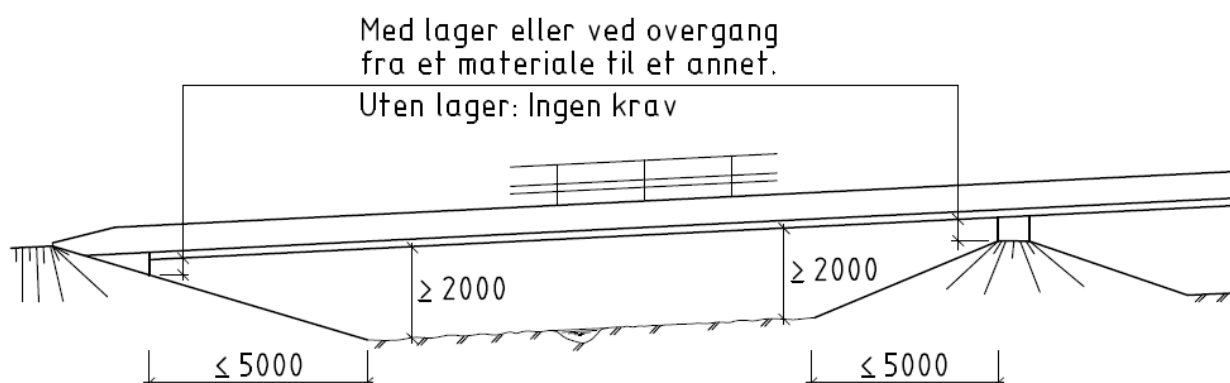
2.2 Håndbok N400 – Bruprosjektering (gyldig fra 01.01.2022)

Statens Vegvesen sin håndbok N400 setter blant annet krav til dimensjonerende gjentakintervall og frihøyder under bruer:

Krav (3.6.2-1): For vassdrag skal det være klaring > 0,5 meter til overbygningen ved dimensjonerende vannføring med returperiode på 200 år.

I tillegg stilles det blant annet krav til fri avstand fra til terreng:

Krav (3.6.2—3): Fri avstand fra terreng til underkant bru skal være $\geq 2,0$ meter. For krav til fri avstand ved landkar eller søyle med lager eller ved overgang fra et materiale til et annet, skal avstanden være i henhold til 3.3.2, se Figur 3.6.2—1 (Figur 2-2).



Figur 2-2: Fri høyde målt vertikalt fra terrengnivå til underkant bru. (Statens Vegvesen, 2022)

Da dimensjonerende gjentakintervall for bruer er gitt både i N200 og N400, skal den mest konservative verdien velges. I tillegg skal sikkerhetsfaktorene fra N200 gjelde.

Kravet til midlertidige konstruksjoner er fastsatt i kapittel 1.1.7 i N400. Med midlertidige konstruksjoner forstås blant annet bruer eller andre konstruksjoner tilknyttet veglinja med brukstid mindre enn 10 år. Håndbok N400, pkt. 5.1-1 angir at for byggetilstander med varighet mindre enn 1 år, kan returperioden for naturlaster settes til 10 år, i henhold til NS-EN 1991-1-6. Den midlertidige brua over Badderelva er planlagt å stå i 2-3 år. Det velges derfor en returperiode for naturlast på 20 år.

3 Flomberegninger for Badderelva ved Badderens bru

Det finnes flere ulike metoder for flomberegninger, hvor de fleste har betydelige usikkerheter. For å redusere usikkerheten i flomestimat, anbefales det i NVEs *Veileder for flomberegninger* nr.1 - 2022 (NVE, 2022) at flomberegningene utføres med flere metoder. I området rundt Badderelva er det gode målestasjoner for vannføring i representative felt for Badderelva, og vi har derfor valgt å beregne flom med flomfrekvensanalyse (FFA). I tillegg er det beregnet med regional flomfrekvensanalyse (RFFA-2018) for sammenligning.

Flomberegningen er utført for 10- og 200-årsflom med og uten klimapåslag iht. SVVs Håndbok N200 (Statens Vegvesen, 2022) for følgende flomsituasjoner:

- 1) **200-årsflom** med klimapåslag og **middelvannstand i fjorden** (uten klimapåslag)
- 2) **Middelflom** med klimapåslag og **200-års stormflo** med klimapåslag og i fjorden
- 3) **20-årsflom** (uten klimapåslag) og **middelvannstand i fjorden** (uten klimapåslag)
- 4) **Middelflom** (uten klimapåslag) og **20-års stormflo** i fjorden (uten klimapåslag)

Scenario 1 og 2 benyttes som grunnlag for dimensjonering av den nye permanente brua, og scenario 3 og 4 gir grunnlaget for videre prosjektering av den midlertidige brua. Det er valgt å ikke inkludere klimapåslag i scenario 3 og 4, da disse kun gjelder for den midlertidige brua. Klimapåslagene brukes for å ta høyde for uforutsette klimaendringer i framtiden. Ettersom den midlertidige brua kun skal stå i 2-

3 år anses det ikke nødvendig med de samme klimapåslagene som brukes for å dimensjonere bruer som har en betraktelig lengre levetid.

Middelflom er gjennomsnittlig flomvannføring basert på observasjonsserien, og har normalt gjentakintervall på drøyt 2 år.

3.1 Forutsetning for beregningene

Beregningene er utført med dagens beste tilgjengelige datagrunnlag, og er basert på forutsetninger som man antar vil være riktige ved en fremtidig storflom. Det forutsettes blant annet at det ikke er profilendringer i elva og at det ved flom er rent vann. I dette ligger det at effekter av massetransport, erosjon, endret elvegeometri over tid, is, tilstopping som følge av drivgods m.m. ikke beregnes. Dersom ny kunnskap viser at disse forutsetningene ikke er riktige, må beregningene oppdateres.

Det forutsettes at tilstopningsfaren ved at f.eks. et tre blir tatt av elva og deretter havner på tvers foran ei bru med kort spenn løses gjennom rutiner for drift og vedlikehold, slik at man får fjernet treet før det fører til ytterligere oppsamling av drivende gjenstander. Vegnormalene stiller ikke krav til drift og vedlikehold.

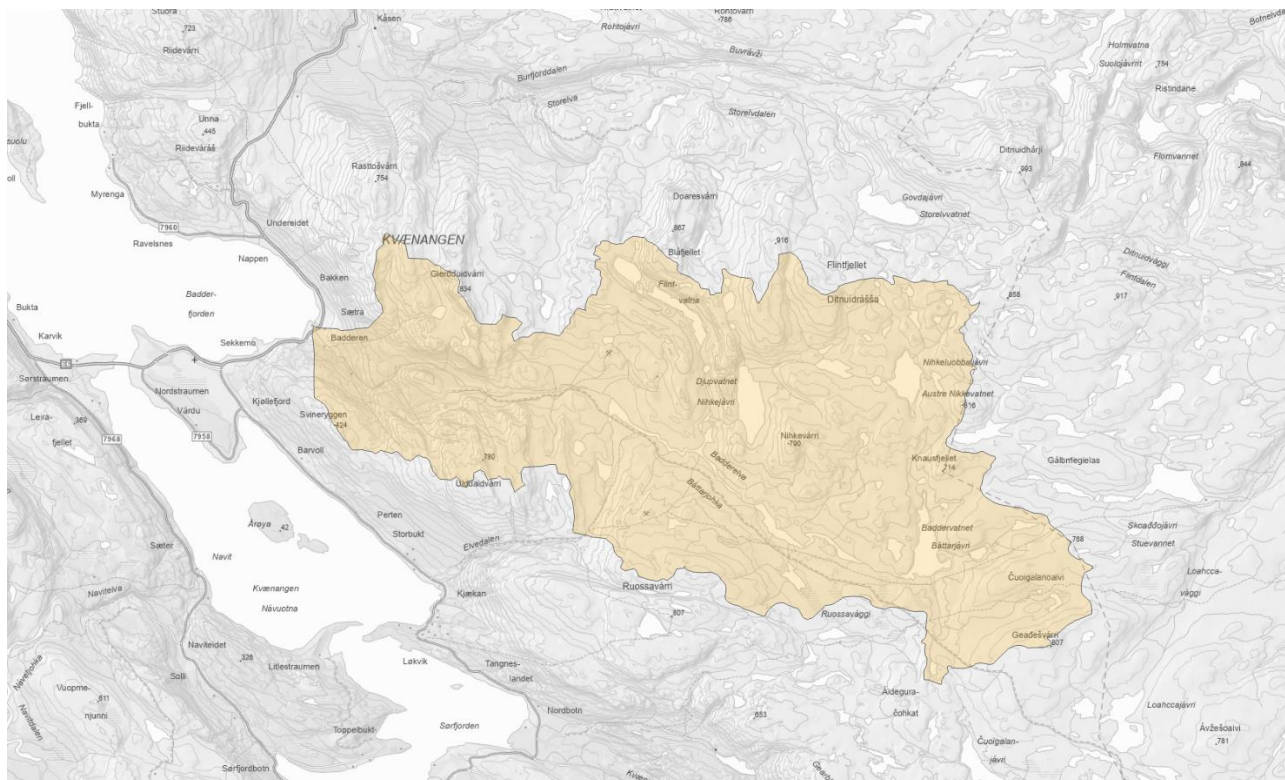
Det forutsettes videre at beregnet vannføring følger elveløpet og at vannet renner inn i modellen ved dens øvre avgrensning.

Over tid vil datagrunnlaget beregningene baseres på endres. Dette gjelder både det hydrologiske datagrunnlaget og terrengdata. Beregningene er derfor kun gyldige for elveløpet slik det er i dag og hydrologien slik vi tolker den i dag. Dersom det gjøres tiltak i eller langs vassdraget som påvirker vannføringen eller strømmingen, må beregningene ajourføres for å være gyldige. Generelt anbefaler NVE at det hydrologiske datagrunnlaget kontrolleres etter store flommer og at flomsonekartene ajourføres etter 15-20 år.

3.2 Nedbørsfelt

Nedbørsfeltet er beregnet ut fra NEVINA og kontrollert i GIS-programvare med kartgrunnlag basert på FKB Kartdata (Statens Kartverk). Feltarealet til Badderelva ved utløp til Badderfjorden er beregnet til å være 137 km². Dette feltet er dominert av snaufjell, og feltet har stor høydegradient. Elva er ikke regulert.

Oversiktskart over nedbørsfeltet er vist i Figur 3-1 og feltparametere er vist i Tabell 3-1. Feltparametere er hentet fra NVEs kartapplikasjon NEVINA, detaljert oversikt over feltparametere er i Vedlegg 9.1 - 9.7.



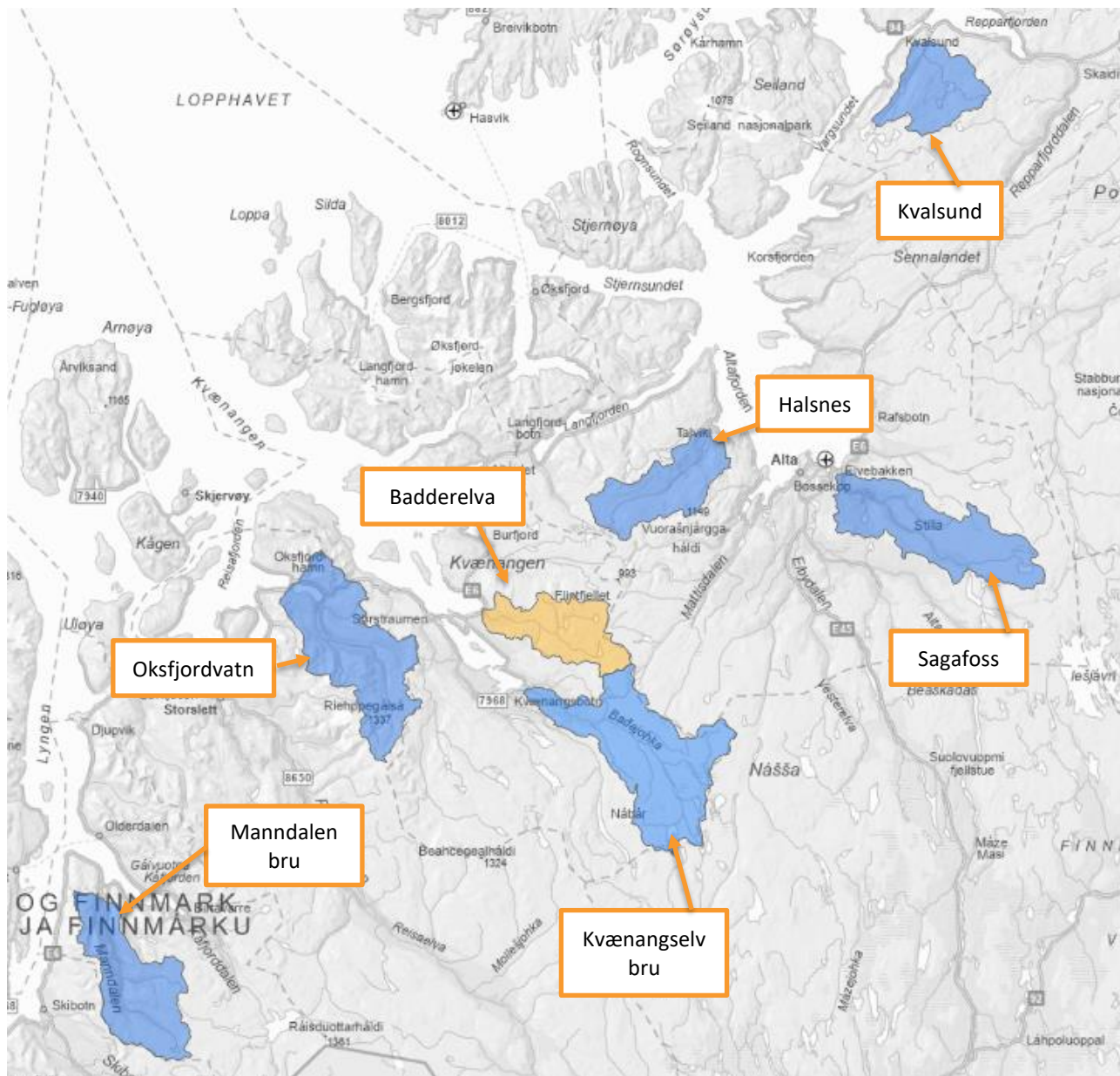
Figur 3-1: Nedbørsfelt til Badderelva der den krysser E6. Beregnet fra NEVINA (Vedlegg 9.1).

Tabell 3-1: Feltparametere for Badderelva ved E6, hentet fra NEVINA

Lokasjon	Feltareal	Spesifikk avrenning 61-90	Effektiv sjøprosent	Snaufjell	Høydeintervall min-middel-maks
	km ²	l/s/km ²	%	%	moh.
Badderelva	137	30,4	0,5	87,2	2-604-911

3.3 Datagrunnlag

I nærheten av Badderelva bru er det flere målestasjoner som har blitt vurdert å bruke til frekvensanalyse, basert på feltegenskaper, lengde og kvalitet på måleserier. Det er funnet seks aktuelle stasjoner med forholdsvis lange dataserier fra uregulerte felt. Nedbørsfeltene til målestasjonene for representative felt er markert i blått i Figur 3-2, mens nedbørsfeltet til Badderelva er presentert i oransje.



Figur 3-2: Nedbørsfelt for stasjonene benyttet i flomfrekvensanalysen markert i blått, nedbørsfeltet til Badderelva i oransje.

Feltparametrene for utvalgte målestasjoner er presentert i Tabell 3-2. Verdier fra flomfrekvensanalysen er presentert i Tabell 3-3. Ytterligere målestasjoner ble også vurdert i flomfrekvensanalysen, men ikke tatt i bruk på grunn av få sammenlignbare feltegenskaper i forhold til de stasjonene som er utvalgt.

Tabell 3-2: Feltparametere for stasjoner benyttet til flomfrekvensanalyse

Målestasjon	Periode døgndata findata	Felt areal	Spesifikk avrenning	Snaufjell	Effektiv sjøprosent	Høyde min-mid-maks	Avstand
	år	km ²	l/s/km ²	%	%	moh.	km
206.3 Manndalen	51 45	200	29,1	77,4	0,04	18-933-1316	66,7
208.2 Oksfjordvatn	68 36	266	30,6	66,4	2,16	8-548-1335	20,7
209.3 Kvænangselv	20 17	309	25,8	78,7	0,29	10-616-910	13,4
212.48 Sagafooss	32 32	234	15,6	51,0	0,16	20-416-633	54,0
212.49 Halsnes	50 30	144	29,0	74,0	0,92	30-534-1146	40,0
213.4 Kvalsund	44 42	125	37,6	83,5	1,01	19-355-707	110,2
Badderelva	-	137	30,4	87,2	0,5	2-604-911	-

NVEs veileder (NVE, 2022) anbefaler bruk av findata hvis dataserien er over 20 år. Vi benytter derfor de tilgjengelige findataserier fra NVEs seriearkiv HYKVAL i HYDRA II til frekvensanalyse. Bayesiansk GEV, Bayesiansk Weibull eller Bayesiansk Gumbelfordeling er brukt som statistisk fordeling på findata for frekvensanalyse. Fordeling er valgt etter hvilken kurve som ser ut til å gi best tilpasning til data, med vekt på de store flommene. Analysen gir kulminasjonsverdier, dvs. den høyeste observerte verdien i en flomhendelse. Analyse av døgndata er brukt for å bestemme kulminasjonsfaktoren og vurderingen for flomverdier. Tabell 3-3 resultater fra flomfrekvensanalyse på døgndata, og Tabell 3-4 på findataserie.

I tillegg til målestasjonene presentert i Tabell 3-2 er det flere nedlagte målestasjoner i nærheten, deriblant 209.2 Baddern. Stasjonen er plassert rett ved Badderbru, men på grunn av stasjonens korte, og utdaterte, dataserie (1928-1944) blir den ikke ansett som relevant for flomfrekvensanalysen.

3.4 Flomfrekvensanalyse

Det er utført en flomfrekvensanalyse for de seks vannmerkene beskrevet i forrige delkapittel. Datagrunnlaget er hentet fra Hydra II, og resultatene er presentert i påfølgende tabeller.

Tabell 3-3 Flomfrekvensanalyse på døgndataserie.

Målestasjon	Q_M m ³ /s	q_M l/s/km ²	Q_{20} m ³ /s	Q_{20}/Q_M -	q_{20} l/s/km ²	Q_{200} m ³ /s	Q_{200}/Q_M -	q_{200} l/s/km ²
Manndalen bru	56	278	84	1,5	422	99	1,8	495
Oksfjordvatn	64	242	102	1,6	383	138	2,1	520
Kvæangselv bru	82	265	134	1,6	434	165	2,0	534
Sagafoss	56	237	90	1,6	385	114	2,1	488
Halsnes	37	257	54	1,5	375	64	1,7	444
Kvalsund	36	288	59	1,6	470	76	2,1	610

Tabell 3-4 Flomfrekvensanalyse på findataserie.

Målestasjon	Q_M m ³ /s	q_M l/s/km ²	Q_{20} m ³ /s	Q_{20}/Q_M -	q_{20} l/s/km ²	Q_{200} m ³ /s	Q_{200}/Q_M -	q_{200} l/s/km ²
Manndalen bru	66	328	104	1,6	519	140	2,1	699
Oksfjordvatn	67	250	106	1,6	398	144	2,2	542
Kvæangselv bru	92	298	162	1,8	526	207	2,2	671
Sagafoss	59	252	99	1,7	422	122	2,1	519
Halsnes	39	272	59	1,5	411	88	2,2	608
Kvalsund	51	408	78	1,5	621	94	1,8	754

De seks valgte referansevannmerkene for flomfrekvensanalysen for Badderelva har noe ulike spesifikke middelflommer, relativt jevnt fordelt mellom Oksfjordvatn 250 l/s/km² og Kvalsund 408 l/s/km² fra findata. Da ingen av vannmerkene skiller seg ut som mer eller mindre egnet enn de øvrige, beregnes gjennomsnittlig middelflom basert på de alle seks referansevannmerkene.

Dette gir kulminasjonsverdier for Badderelva presentert i Tabell 3-5.

Tabell 3-5: Resultater flomfrekvensanalyse Badderelva, presentert som kulminasjonsverdier

Datasekk	Q_M m ³ /s	q_M l/s/km ²	Q_{20} m ³ /s	Q_{20}/Q_M -	q_{20} l/s/km ²	Q_{200} m ³ /s	Q_{200}/Q_M -	q_{200} l/s/km ²
Døgndataserie	48,5	300	76,5	1,6	473,0	95,8	2,0	593,0
Findataserie	48,9	303	78,5	1,6	485,4	103,5	2,1	640,0

3.5 Beregninger med RFFA-2018

NVE har utarbeidet to regionale formelverk som kan være et hjelpemiddel til å finne flomstørrelser; et for nedbørfelt inntil 60 km² (NIFS), og en formel for nedbørfelt som er større enn 60 km² (RFFA-2018). Feltet vi ser på er 137 km² og er det RFFA-2018 som benyttes. Denne metoden brukes for å beregne medianflom, vekstkurver og forholdstallet mellom kulminasjonsflom og døgnmiddelflom.

I RFFA-rapporten generert fra NEVINA, Vedlegg 9.8, er kulminasjonsfaktoren oppgitt til 1,18 for Badderelva. De øvrige døgnerverdiene er oppgitt i Tabell 3-6.

Tabell 3-6: Resultater RFFA-2018 Badderelva, presentert som kulminasjonsverdier

Lokasjon	Q_M m ³ /s	q_M l/s/km ²	Q_{20} m ³ /s	Q_{20}/Q_M -	q_{20} l/s/km ²	Q_{200} m ³ /s	Q_{200}/Q_M -	q_{200} l/s/km ²
Badderen bru	51,3	317	85,2	1,66	527	117,3	2,3	725,5

3.6 Sammenligning av resultater og valg av dimensjonerende flom

Tabell 3-7 viser resultater fra RFFA-2018 og FFA for Badderelva. Kolonnen lengst til høyre viser dimensjonerende verdier, inkludert klimapåslag og sikkerhetsfaktor fra kapittel 2 Krav til dimensjonerende gjentakintervall og frihøyder, 2. Ettersom døgndataserien fra FFA og RFFA-2018 har flomverdier med minst avvik fra hverandre, velger vi å gå videre med disse dataseriene.

Tabell 3-7: Referanser fra flomberegninger, kulminasjonsverdier

Beregningsmetode	Gjentaksintervall	$Q_{T, \text{mom}}$ m ³ /s	Klimafaktor	Sikkerhetsfaktor	$Q_{T, \text{dim}}$ m ³ /s
RFFA-2018	Middelflom	51,3	1,2	1,1	67,7
	20-årsflom	85,2	1,0	1,1	93,7
	200-årsflom	117,3	1,2	1,1	154,8
FFA døgndataserie	Middelflom	48,5	1,2	1,1	64,0
	20-årsflom	76,5	1,0	1,1	84,2
	200-årsflom	95,8	1,2	1,1	126,5

For Badderelva det benyttet to beregningsmetoder, RFFA-2018 og FFA. Disse gir noe ulike resultater på hhv. 154,8 og 126,5 m³/s for 200-årsflom. Da flomfrekvensanalysen er basert på nærliggende vannmerker med feltegenskaper som stemmer godt overens med de til Badderelva vurderes denne metoden som den sikreste.

4 Hydraulisk modellering

Det er satt opp en 2D HEC-RAS modell (Brunner, 2021) for Badderelva.

4.1 Terrenggrunnlag

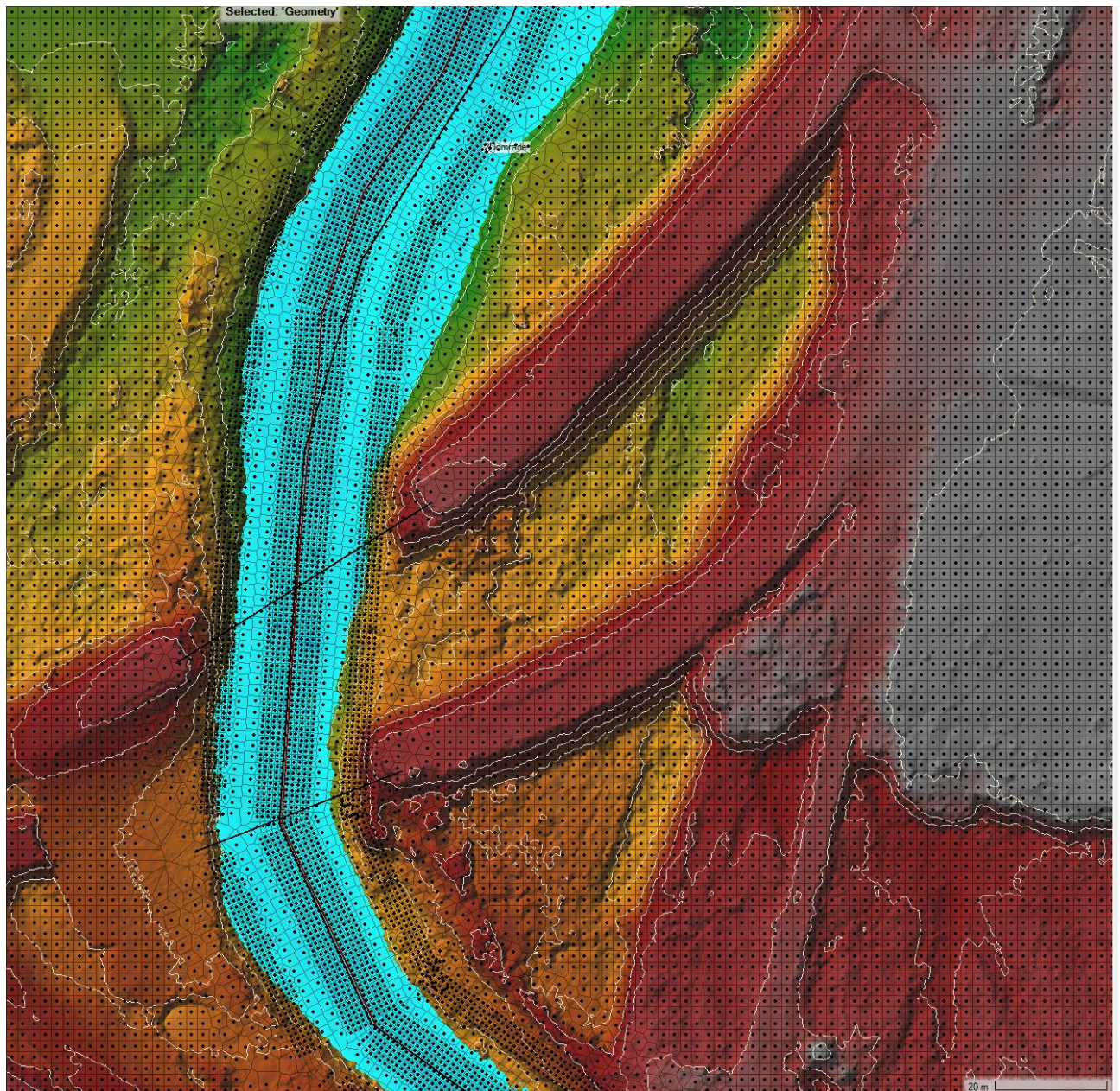
Terrenggrunnlaget er basert på laserscanning gjennomført av Statens Vegvesen etter det var skjedd større erosjonsskader på elvebredden. Ifølge mailkorrespondanse med Statens Vegvesen skal målingene ha en nøyaktighet med ca. 1 cm standardavvik.

4.2 Grensebetingelser

Beregningene er kjørt med flomsituasjonene beskrevet i kapittel 3 Flomberegninger for Badderelva ved Badderen bru, det er da kjørt med stasjonær vannføring. Cellestørrelsen benyttet i modellen er 1 x 1 m over hele området, med unntak av i elva der det er brukt et finere beregningsnett.

- Oppstrøms grensebetingelse: Stasjonær vannføring lik verdiene presentert i Tabell 4-1, med helning på 0,015
- Nedstrøms grensebetingelse: Kjent vannstand i Badderfjorden

- Manningstall: $M=20$ ($n=0,05$)



Figur 4-1: Deler av modellert strekning av Badderelva

Den hydrauliske modellen vil bli kjørt med to ulike scenarioer, som begge tar hensyn til både klimapåslag og sikkerhetsfaktorer iht. Statens vegvesens håndbøker. Følgende scenarioer vil bli benyttet:

- 1) **200-årsflom** med klimapåslag og **middelvannstand i fjorden** (uten klimapåslag)
- 2) **Middelflom** med klimapåslag og **200-års stormflo** med klimapåslag i fjorden
- 3) **20-årsflom** (uten klimapåslag) og **middelvannstand i fjorden** (uten klimapåslag)
- 4) **Middelflom** (uten klimapåslag) og **20-års stormflo** i fjorden (uten klimapåslag)

Scenarioene beskriver vannføringer og vannstander presentert i Tabell 4-1.

Tabell 4-1: Dimensjonerende vannføringer og vannstand med sikkerhetspåslag

Flomsituasjon	Vannføring [m ³ /s]	Vannstand [moh.] NN2000
Scenario 1 ($Q_{200} + S_M$)	126,5	-0,17 moh
Scenario 2 ($Q_M + S_{200}$)	64,0	2,70 moh
Scenario 3 ($Q_{20} + S_M$)	84,2	-0,17 moh
Scenario 4 ($Q_M + S_{20}$)	53,4	1,87 moh

5 Resultater

Resultatene fra modelleringen i HEC-RAS er presentert i Tabell 5-1 og Tabell 5-2 for begge scenarioer, med og uten sikring. Verdiene er presentert som gjennomsnittlige og maksimale verdier over tverrsnittet. De viser endringer i vannstand og hastighet som følge av planlagt sikring.

Tabell 5-1: Endringer i vannstand og hastighet som følge av planlagt sikring ved permanent bru, scenario 1 og 2

Permanent bru	Scenario 1 ($Q_{200} + S_M$)				Scenario 2 ($Q_M + S_{200}$)			
	Nåværende terreng		Terreng med sikring		Nåværende terreng		Terreng med sikring	
	WSE [moh]	Hastighet [m/s]	WSE [moh]	Hastighet [m/s]	WSE [moh]	Hastighet [m/s]	WSE [moh]	Hastighet [m/s]
Gjennomsnittlig verdi	4,171	4,7	4,464	4,1	3,759	3,3	3,964	2,5
Maksimal verdi	4,264	6,0	4,723	7,5	3,826	4,5	4,071	4,0

Tabell 5-2: Endringer i vannstand og hastighet som følge av planlagt sikring ved midlertidig bru, scenario 3 og 4

Midlertidig bru	Scenario 3 ($Q_{20} + S_M$)				Scenario 4 ($Q_M + S_{20}$)			
	Nåværende terreng		Terreng med sikring		Nåværende terreng		Terreng med sikring	
	WSE [moh]	Hastighet [m/s]	WSE [moh]	Hastighet [m/s]	WSE [moh]	Hastighet [m/s]	WSE [moh]	Hastighet [m/s]
Gjennomsnittlig verdi	4,602	3,7	4,412	4,0	4,306	3,0	4,134	3,2
Maksimal verdi	4,938	4,8	4,868	5,3	4,534	4,1	4,494	4,5

6 Erosjonssikring

På grunn av historien til bruene i elva, og ved å undersøke flybilder fra området er det tydelig at Badderelva har erodert kraftig på breddene. Vi ser det derfor ikke som hensiktsmessig å dimensjonere en midlertidig erosjonssikring, og ser at det heller bør dimensjoneres konservativt.

Stabil steinstørrelse i sikringslaget ble vurdert med Maynords formel:

$$D_{30} = S_f C_s C_v C_t y_0 \left[\left(\frac{1}{s-1} \right)^{0,5} \frac{U}{\sqrt{K_1 g y_0}} \right]^{2,5}$$

Der parameterne er:

D_{30} = stabil steinstørrelse [m]

S_f = sikkerhetsfaktor = 1,2

C_s = stabilitetskoeffisient = 0,3

C_v = koeffisient for vertikal hastighetsfordeling = 1,0

C_t = koeffisient for sikringstykkelse = 1,0

s = steinens spesifikke tetthet [kg/m^3] = 2600 kg/m^3 (forutsettes sprengt kubisk stein)

U = lokal hastighet midlet over dybden [m/s]

y_0 = vanndybde samme sted som U [m]

K_1 = koeffisient for skråningshelling

g = tyngdens akselerasjon [m/s^2] = 9,81

Ifølge Vassdragshåndboka (NVE, 2017) skal tykkelsen, t , på sikringslaget oppfylle tre krav:

$$t_{\min} \geq 300 \text{ mm}$$

$$t_{\min} \geq D_{\max}$$

$$t_{\min} \geq 1,5 D_{50}$$

Bruk av Maynords formel følgende verdier for stabil steinstørrelse presenteres i Tabell 6-1.

Tabell 6-1: Stabil steinstørrelse for ulike scenarioer

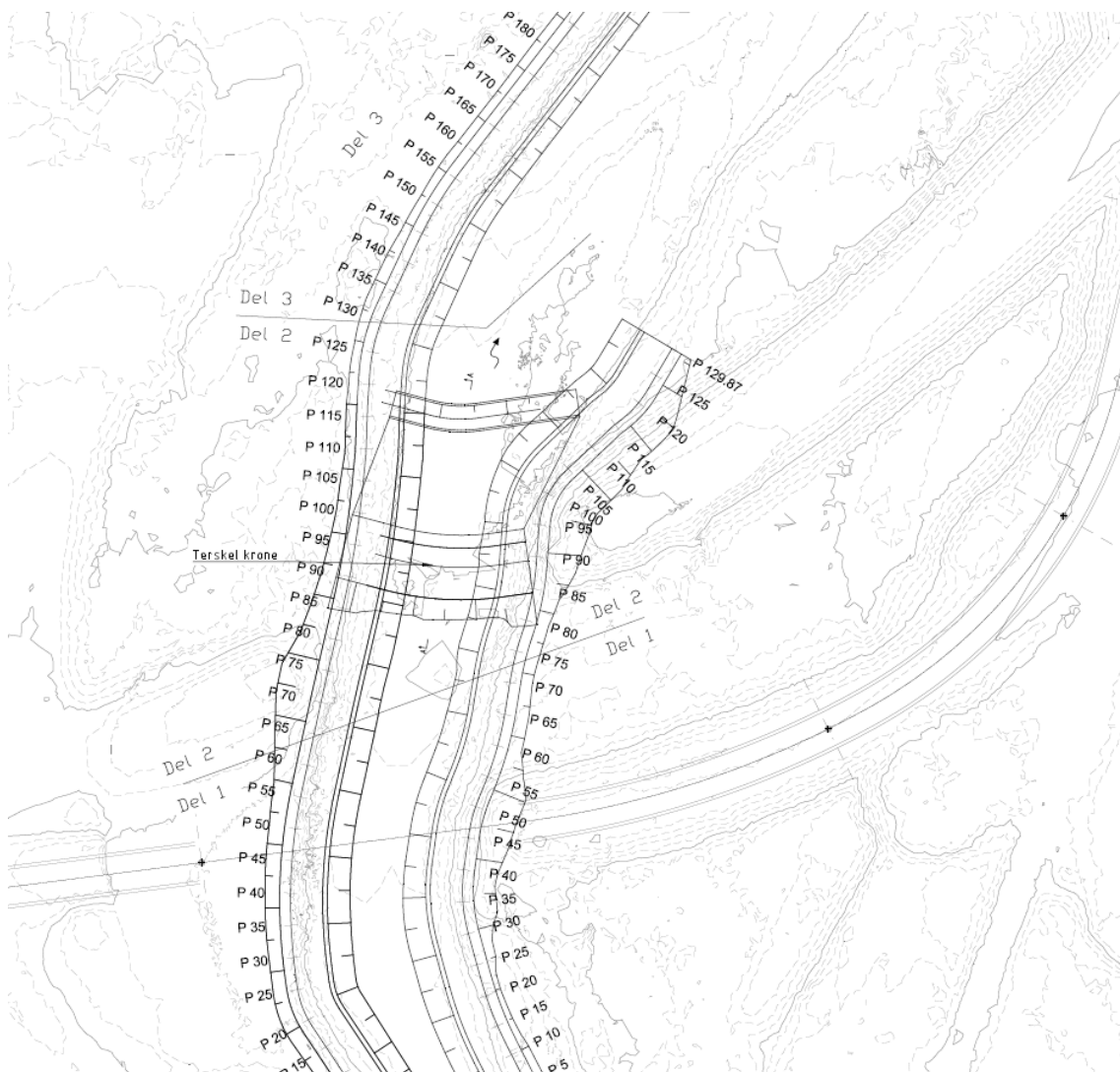
Scenario	D_{50}
Scenario 1 ($Q_{200} + S_M$)	1,55
Scenario 2 ($Q_M + S_{200}$)	0,63
Scenario 3 ($Q_{20} + S_M$)	0,81
Scenario 4 ($Q_M + S_{20}$)	0,60

Med tanke på historien med erosjon i elva er det anbefalt å velge den mest konservative steinstørrelsen for erosjonssikring under begge bruer, altså for scenario 1. Avhengig av hvor man er i elva vil anbefalt stabil steinstørrelse dermed være $D_{50} = 1,55 \text{ m}$. Stabil steinstørrelse er beregnet etter

vannføring i 200 års flom + klima påslag, slik at sikringsanlegget som bygges for ny midlertidig bru kan også brukes videre til sikring av ny permanent E6 bru uten oppgraderingsarbeid.

6.1 Anbefalte sikringstiltak

Sikringen deles i 3 partier som vist i tegning G100 (Vedlegg 9.9) og Figur 6-1. Del 1 omfatter sikring ved ny midlertidig bru og skal bygges først, deretter Del 2 (sikring av ny permanent bru samt løsmasseterskel) og Del 3 (øvrige sikringer nedstrøms). Mengdebeskrivelse og grove kostnadsestimater for de ulike delene er utarbeidet og presentert i 10248002-RIVass-BESK-01.



Figur 6-1: Utsnitt fra tegning G100 som viser oppdeling av erosjonssikringsanlegget. Veglinjen vist i figuren er til ny midlertidig bru.

Erosjonssikringen bygges som «damplastring» (med lengste akse normalt mot underlaget, med skrå fall innover skråningen) med skråningshelning 1:1,5, slik at sikringen tåler høy vannstrømning (NVE, 2021). En slik overflate skaper også en del rohet som bremses og er bedre miljømessig med hensyn til fisk og bunndyr (NORCE, 2018). Det forutsettes at plastringen utføres med tilstrekkelig kvalitet og med steinstørrelsen beskrevet ovenfor. Sikringen bygges fra nedstrøms mot oppstrøms ende (mot vannføringen), og steinene legges nedenfra og oppover, i forband og sideforskyves slik at de ligger stabilt og med god kontakt med nabosteinerne (mosaikkmonster - hver enkelt stein skal ligge på to underliggende). Sikringen bygges opp til minimum 50cm over høyeste modellerte flomvannstand.

Sikringsfoten føres minimum 2 m under eksisterende elvebunn og skal bestå av de største steinene. Nedgravde stein tildekkes med stedlige elvemasser for å oppnå opprinnelig elveprofil.

Under plastringen legges det et filter/justeringslag 20/250mm samfengstein minimum 500mm tykk. En geotekstil (bruks klasse 4) legges under filterlaget for å hindre utvasking av finstoff fra stedlige masser.

Der erosjonssikringen bygges til topp av eksisterende terreng skal overgangen tilpasses og arronderes med vekstmasser. Horisontale avslutninger i erosjonssikringen tilpasses mot eksisterende terreng og utføres slik at overgangen er så jevn og naturlig som mulig.

Under ny E6 bru skal det bygges en løsmasse terskel for å beskytte elvebunn mot bunnsenkning og dempe vannhastighet. Terskelkrone skal ha en maksimal høyde på 50cm over eksisterende elvebunn. Terskelkrone utformes med svak bue motstrøms for å konsentrere strømmingen mot midten på nedstrøms side. Det bygges et lavere parti midt på terskelkronen for å slippe vann i lavvannsføring perioder. Nedstrøms terskelskråning skal ha helning 1/10 – 1/12. Ved skråningsfoten bygges det en energidreper av stor stein, med maksimal oppdemming 30cm.

Erosjonssikring- og terskeloppbygging er vist i detalj på tegning G101 (Vedlegg 9.10).

7 Vurderinger

7.1 Utstrekning av erosjonssikring

Erosjonssikringsanlegget skal strekke seg i hovedsak fra eksisterende sikring ved kommunal vannledning lokalisert oppstrøms bruene, til slutten av yttersvingen nedstrøms ny E6 bru (ettersom det vurderes som ugunstig å stoppe sikringen i en yttersving). I innersving (høyre side sett nedstrøms) kan sikringen avsluttes noe tidligere, ca. 10 m forbi terskelfoten. Utvidet sikring nedstrøms er ikke strengt tatt nødvendig for erosjonssikring av selve bruene, men vil gi en mer helhetlig løsning for området, og kan begrense eventuelle areal skader og skader på selve sikringen ved stor flom. I verste tilfelle kunne erosjon i yttersvingen føre til at Badderelv ta et nytt løp og endre strømningsforhold oppstrøms. Å sikre en lengre strekning vil også øke sikkerhet av selve sikringsanlegget, da en betydelig lengre strekning må nå skades før at terskelen står i fare for å bli undergravd.

Ettersom elven har en historikk med mye erosjon og store bunnsenkninger, anbefales det å vurdere flere små terskler oppstrøms den kommunale vannledningen. Endringer i oppstrøms strømningsmønster har store påvirkninger på vassdrag, og selv små endringer kan føre til store konsekvenser lengre nedstrøms. Fremtidige endringer lengre oppstrøms i Badderelva kan føre til belastninger på erosjonssikringen rundt brua som det ikke er dimensjonert for. En serie av terskler slik som de i Daleelva visst på Figur 7-1 er et mulig tiltak for å stabilisere elva, særlig mot bunnsenkning. Periodisk overvåkning av elva både opp- og nedstrøms bruene anbefales for å identifisere eventuelle endringer i strømningsforholdene.



Figur 7-1: Terskler i Daleelva i Vaksdal forbi en flomvoll. (kilde: norgebilder.no)

7.2 MILJØ VURDERINGER

7.2.1 Generelt om elv og anadrom fisk

Badderelva (Battárjohka) har vassdragsnummer 209, og utløp i Badderfjorden. Elva ligger i vannområde Nordreisa-Kvæningen, i vannregion Troms og Finnmark. Nedre del av elva, der erosjonssikringstiltaket planlegges, er vurdert til å ha moderat økologisk tilstand, mens lengre oppstrøms (Badderelva øvre og Badderelva elvefelt, se vann-nett.no) er vurdert som hhv. God og svært god økologisk tilstand. Kjemisk tilstand i elva er god.

Det er registrert laks i elva, og ifølge tilgjengelige kart i lakseregisteret (Miljødirektoratet, u.d.) er lakseførende strekning opp til Badderfossen. Det er ingen bestand av sjørret (2021) eller sjørøye (2013) i elva ifølge lakseregisteret (Miljødirektoratet, u.d.). Elva er ikke en del av nasjonale laksevassdrag og har ikke utløp i nasjonal laksefjord.

Utløpet i Badderfjorden er et viktig oppvekst- og beiteområde for torsk/hyse og har status A (naturbase.no). For torsk er også utløpet i Badderfjorden et viktig gytefelt.

Badderelva er vernet, med følgende vernegrunnlag: «*Urørthet. Anbefalt referansevassdrag. Vassdraget er sentrale deler av et viddelandskap med flere vann, og der elva går i fossestryk til nedre deler som er dominert av store avsetninger. Elveløpsformer, isavsmeltingsformer, botanikk og vannfauna (laks) inngår som viktige deler av naturmangfoldet. Viktig for friluftsliv og reindrift.*» (NVE, 2009).

7.2.2 Miljøvurderinger

Eksisterende bru ligger ca. 300 m oppstrøms utløpet i Badderfjorden, og et vandringshindre her vil være kritisk for oppvandring av anadrom fisk. Det er derfor viktig at terskelens utforming (jf. Kapittel 6) muliggjør varig vandring, det vil si at laksen har opp- og nedvandringmuligheter ved *både* lav og høy vannføring. Det anbefales at terskelen overvåkes for å se at terskelen ikke er til vandringshinder for laksen, og at en ferskvannsekolog følger opp under bygging.

Bruk av sprengstein til erosjonssikring kan medføre partikkeltransport og uheldig konsekvenser for vannlevende organismer nedstrøms erosjonstiltaket. Siden området ved utløpet er et viktige gyte-, oppvekst- og beiteområder for torsk og hyse, er det behov for overvåkning av eventuell partikkeltransport nedstrøms tiltaksområdet. Det anbefales å gjennomføre visuell befaring og daglig fotodokumentasjon av vassdraget nedstrøms erosjonssikring og terskel under anleggsperioden. Eventuelle behov for tiltak vurderes i samråd med elveøkologisk kompetanse. I tillegg bør det vurderes å benytte oljeabsorberende lense nedstrøms, i tilfelle akutt oljesøl fra anleggsmaskiner under arbeidet dersom dette er mulig i anleggsperioden.

Det anbefales at en blanding av stedegen elvegrus og større stein (for å bryte strømbildet og stabilisere stedegen elvegrus) legges over sprengsteinen i de deler av erosjonssikringen som ligger under vannstand (iht. tegning G101 og beskrivelse i 6.1).

Elvestrekningen er ikke befart eller undersøkt i forbindelse med erosjonssikringen. Strekningen ligger tett mot utløpet til Badderfjorden og det antas derfor at området i hovedsak benyttes til skjul- og oppvekstområder og ikke gyteområder (da det antas at gyting skjer lengre opp i vassdraget).

Arealene som tilbakeføres med stedegen vekstmasse i erosjonssikringen bør inkludere flersjiktet vegetasjon, dvs. at det ikke bare legges til rette for lavtvoksende arter, men også busker.

Det er ikke oppført noen fremmede plantearter opp-, nedstrøms- og i tilknytnings tiltaksområdet i offentlig tilgjengelige databaser. Siden det er planlagt gravearbeider før feltregistrering av fremmede arter må en ha som utgangspunkt at massene er infiserte. All håndtering av infiserte masser skal utføres slik at det ikke er fare for spredning av fremmede arter til resipienter i området. Det bør utarbeides en plan, i samråd med fagkompetanse, for hvordan massene skal håndteres dersom de mellomlagres utenfor tiltaksområdet eller på områder som kan medføre fare for spredning av fremmede arter.

7.2.3 Anbefalinger for det videre arbeidet

- Prosjektering av ny bru og rivning av gammel bru, samt tiltak for å bedre vannhastigheten, anbefales utarbeidet *etter* befaring og habitatkartlegging av elvestrekningen (influensområde). Dette for å tilpasse gjennomføringen av tiltak og avbøtende tiltak (på riktig sted og til riktig tid), og for å kunne se strekningen og tiltak som helhet.
- Videre anbefales det å hele tiden tenke varig vandring for anadrom fisk som lever i Badderelva. Tiltak som planlegges må sørge for at elveløpet har vandringsmuligheter opp- og nedstrøms selv ved lav vannføring.
- Det anbefales å kartlegge området for fremmede arter og rødlistede arter.

8 Bibliography

Miljødirektoratet. (u.d.). *Lakseregisteret*. Hentet fra Badderelva:

<https://lakseregisteret.statsforvalteren.no/visElv.aspx?id=209.8Z>

NORCE. (2018). *Veileder M-1051: Tiltakshåndbok for bedre fysisk vannmiljø*. Bergen: Miljødirektoratet.

NVE. (2009). *209/2 Badderelva (Båttårjohka)*. Hentet fra NVE: <https://www.nve.no/vann-og-vassdrag/vassdragsforvaltning/verneplan-for-vassdrag/troms-og-finnmark/209-2-badderelva-battarjohka/>

NVE. (2009). *Nr 4 - 2009 Veileder for dimensjonering av erosjonssikringer av steiner*. Oslo: Norges vassdrags- og energidirektorat.

NVE. (2017). *Vassdragshåndboka - Håndbok i vassdragsteknikk*. Bergen: Fagbokforlaget.

NVE. (2021, 06 06). *Modul F2.203: Plastring - Prosjektering*. Hentet fra Sikringshåndboka:

<https://www.nve.no/moduler/modul-f2-203-plastring-prosjektering/>

NVE. (2022). *Nr 1 - 2022 Veileder for flomberegninger*. Oslo: Norges Vassdrags- og energidirektorat.

Statens vegvesen. (2022). *Årsaksanalyse E6 "19-1277 Badderen" bru - Vurdering av årsaker til at brua kollapset*.

Statens Vegvesen. (2022). *Vegnormal N200 Vegbygging*. Oslo: Statens vegvesen.

Statens Vegvesen. (2022). *Vegnormal N400 Bruprosjektering*. Oslo: Statens vegvesen.

9 Vedlegg

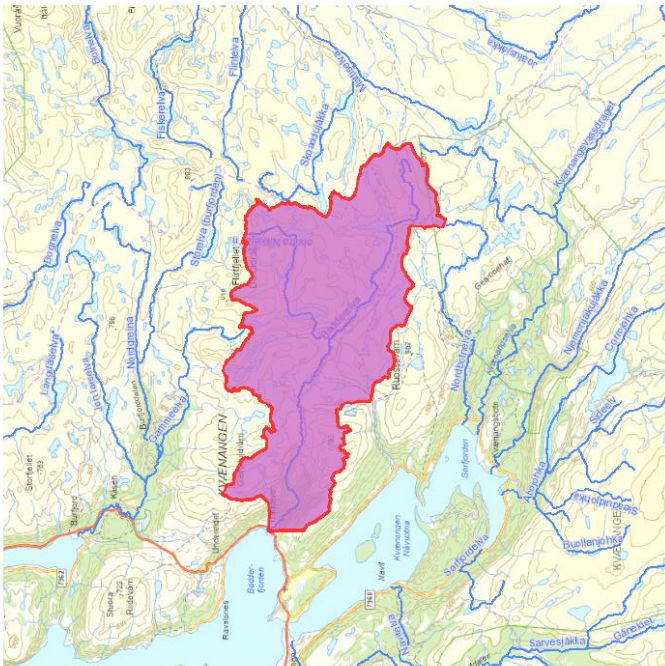
9.1 Feltparametere Badderelva

Feltparametere		
Areal (A)	137	km ²
Effektiv sjø (A _{SE})	0.5	%
Elveleengde uten sjø (E _{TLnet})	180.2	km
Elvegradient (E _G)	23.3	m/km
Elvegradient ₁₀₈₅ (E _{G,1085})	20.5	m/km
Helning	9.4	°
Dreneringstetthet (D _T)	1.7	km ⁻¹
Feltlengde (F _L)	22.6	km

Hypsografisk kurve		
Høyde _{MIN}	2	m
Høyde ₁₀	426	m
Høyde ₂₅	517.5	m
Høyde ₅₀	604	m
Høyde ₇₅	680	m
Høyde _{MAX}	911	m

Klima- /hydrologiske parametere		
Avrenning 1961-90 (Q _N)	30.4	l/s*km ²
Nedbør juni	34	mm
Nedbør juli	58	mm
Regn og snøsmelting mai	195	mm
Regn og snøsmelting juni	89	mm
Regn og snøsmelting årlig 4d	75	mm
Regn og snøsmelting november	6	mm
Temperatur februar	-12.9	°C
Temperatur mars	-10.8	°C

Arealklasse		
Bre (A _{BRE})	0	%
Dyrket mark (A _{JORD})	0	%
Myr (A _{MYR})	1.2	%
Leire (A _{LEIRE})	0	%
Skog (A _{SKOG})	4.7	%
Sjø (A _{SJO})	6.3	%
Snaufjell (A _{SF})	87.2	%
Urban (A _U)	0	%
Uklassifisert areal (A _{REST})	0.6	%



Kartbakgrunn: Statens Kartverk

Kartdatum: EUREF89 WGS84

Projeksjon: UTM 33N

Beregn.punkt: 769527 E
7763993 N

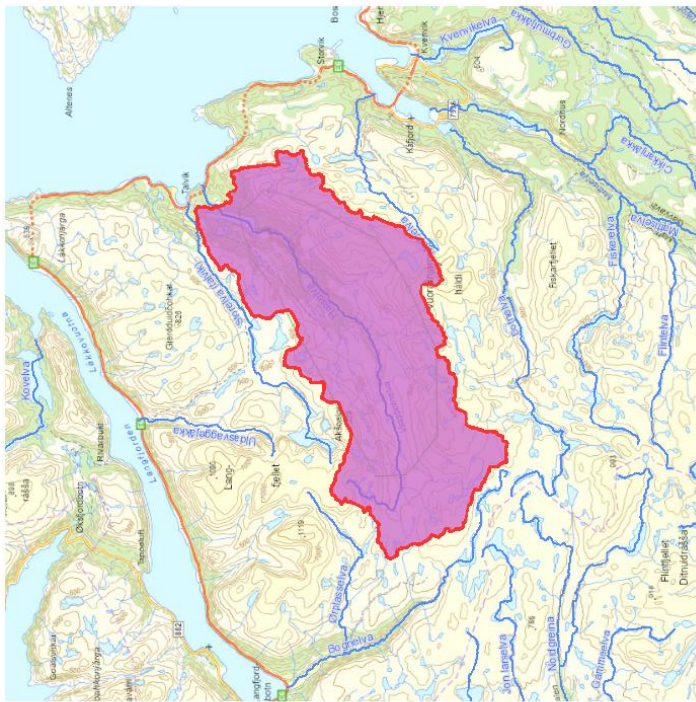
Nedberfeligrens og feltparametere er automatisk generert og kan inneholde feil.
Resultatene må kvalitetssikres.

9.2 Feltparametere Halsnes

Feltparametere		
Areal (A)	144 km ²	
Effektivt sjø (A _{SE})	0.92 %	
Elveleengde uten sjø (E _{TLnet})	170.6 km	
Elvegradient (E _G)	32.3 m/km	
Elvegradient ₁₀₈₅ (E _{G,1085})	23.3 m/km	
Heining	13.9 °	
Dreneringstetthet (D _T)	1.4 km ⁻¹	
Feltlengde (F _L)	20.5 km	
Arealklasse		
Bre (A _{BRE})	0 %	
Dyrket mark (A _{JORD})	0.1 %	
Myr (A _{MYR})	1.3 %	
Leire (A _{LEIRE})	0 %	
Skog (A _{SKOG})	13.3 %	
Sjø (A _{SJO})	3.7 %	
Snaufjell (A _{SF})	74.0 %	
Urban (A _U)	0 %	
Uklassifisert areal (A _{REST})	7.5 %	

Hypsografisk kurve		
Høyde _{MIN}	30 m	
Høyde ₁₀	204 m	
Høyde ₂₅	352 m	
Høyde ₅₀	534 m	
Høyde ₇₅	714.5 m	
Høyde _{MAX}	1146 m	

Klima- /hydrologiske parametere		
Avrenning 1961-90 (Q _N)	29.0 l/s*km ²	
Nedbør juni	35 mm	
Nedbør juli	52 mm	
Regn og snøsmelting mai	171 mm	
Regn og snøsmelting juni	88 mm	
Regn og snøsmelting årlig 4d	72 mm	
Regn og snøsmelting november	9 mm	
Temperatur februar	-12.2 °C	
Temperatur mars	-10.1 °C	



Kartbakgrunn: Statens Kartverk

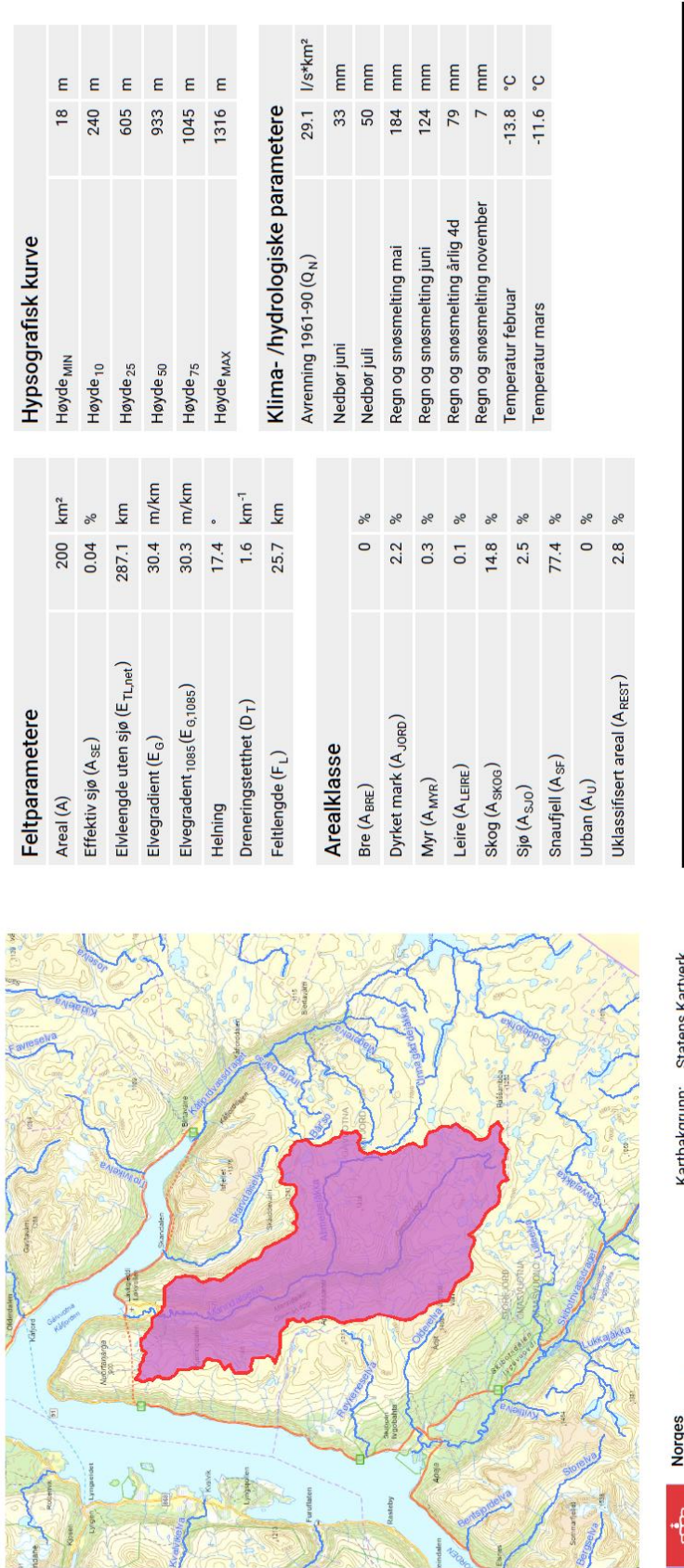
Kartdatum: EUREF89 WGS84

Projeksjon: UTM 33N

Beregning, punkt: 802019 E
7788529 N

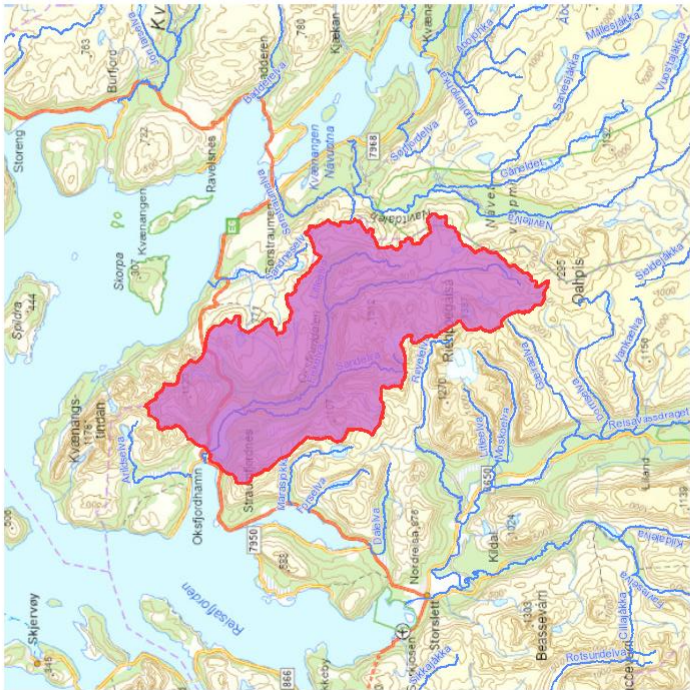
Nedbørfeltgrenser og feltparametere er automatisk generert og kan inneholde feil. Resultatene må kvalitetssikres.

9.3 Feltparametere Manndalen bru



9.4 Feltparametere Oksfjordvatn

Feltparametere			Hypsografisk kurve		
Areal (A)	266	km ²	Høyde _{MIN}	8	m
Effektiv sjø (A _{SE})	2.16	%	Høyde ₁₀	130	m
ElvleNGde uten sjø (E _{TLnet})	280.4	km	Høyde ₂₅	345.5	m
Elvegradient (E _G)	23.0	m/km	Høyde ₅₀	548	m
Elvegradient ₁₀₈₅ (E _{G,1085})	24.1	m/km	Høyde ₇₅	744.5	m
Helning	16.7	°	Høyde _{MAX}	1335	m
Dreneringstetthet (D _T)	1.2	km ⁻¹	Klima- /hydrologiske parametere		
Feltlengde (F _L)	28.3	km	Avrenning 1961-90 (Q _N)	30.6	l/s*km ²
Feltparametere Tilløp			Nedbør juni	36	mm
Effektiv sjø – Tilløp (A _{AET})	0.03	%	Nedbør juli	56	mm
Feltlengde – Tilløp (F _{F-T})	24.82	km	Regn og snøsmelting mai	195	mm
Arealklasse			Regn og snøsmelting juni	102	mm
Bre (A _{BRE})	0.7	%	Regn og snøsmelting årlig 4d	77	mm
Dyrket mark (A _{JORD})	0.3	%	Regn og snøsmelting november	14	mm
Myr (A _{MYR})	0.8	%	Temperatur februar	-11.5	°C
Leire (A _{LEIRE})	0	%	Temperatur mars	-9.7	°C
Skog (A _{SKOG})	21.3	%			
Sjø (A _{SJO})	4.7	%			
Snau fjell (A _{SF})	66.4	%			
Urban (A _U)	0	%			
Uklassifisert areal (A _{REST})	5.8	%			



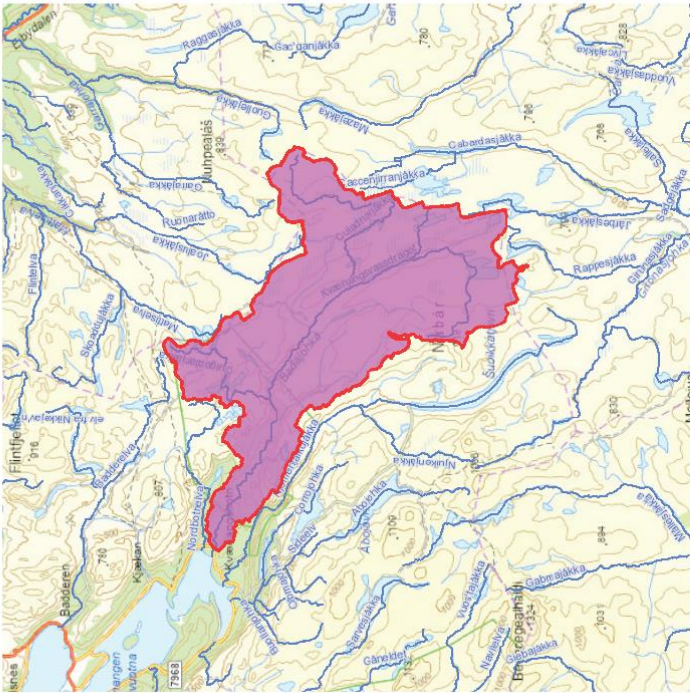
Kartbakgrunn: Statens Kartverk
Kartdatum: EUREF89 WGS84
Projeksjon: UTM 33N
Beregn.punkt: 743038 E
7767718 N



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

9.5 Feltparametere Kvænangselv bru

Feltparametere			Hypsografisk kurve		
Areal (A)	309	km²	Høyde _{MIN}	10	m
Effektivt sjø (A _{SE})	0.29	%	Høyde ₁₀	402	m
Elvleengde uten sjø (E _{TL,net})	330.1	km	Høyde ₂₅	575	m
Elvegradient (E _G)	16.0	m/km	Høyde ₅₀	616	m
Elvegradient ₁₀₈₅ (E _{G,1085})	15.7	m/km	Høyde ₇₅	655.5	m
Heining	5.4	°	Høyde _{MAX}	910	m
Dreneringstetthet (D _T)	1.5	km ⁻¹	Klima- /hydrologiske parametere		
Feltlengde (F _L)	33.6	km	Avrenning 1961-90 (Q _N)	25.8	l/s*km²
Arealklasse			Nedbør juni	35	mm
Bre (A _{BRE})	0	%	Nedbør juli	62	mm
Dyrket mark (A _{JORD})	0.0	%	Regn og snøsmelting mai	186	mm
Myr (A _{MYR})	5.0	%	Regn og snøsmelting juni	81	mm
Leire (A _{LEIRE})	0.1	%	Regn og snøsmelting årlig 4d	74	mm
Skog (A _{SKOG})	6.8	%	Regn og snøsmelting november	4	mm
Sjø (A _{SJØ})	6.5	%	Temperatur februar	-13.9	°C
Snaufjell (A _{SF})	78.7	%	Temperatur mars	-11.5	°C
Urban (A _U)	0	%			
Uklassifisert areal (A _{REST})	2.9	%			



Kartbakgrunn: Statens Kartverk

Kartdatum: EUREF89 WGS84

Projeksjon: UTM 33N

Beregn.punkt: 775478 E
7752289 N

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

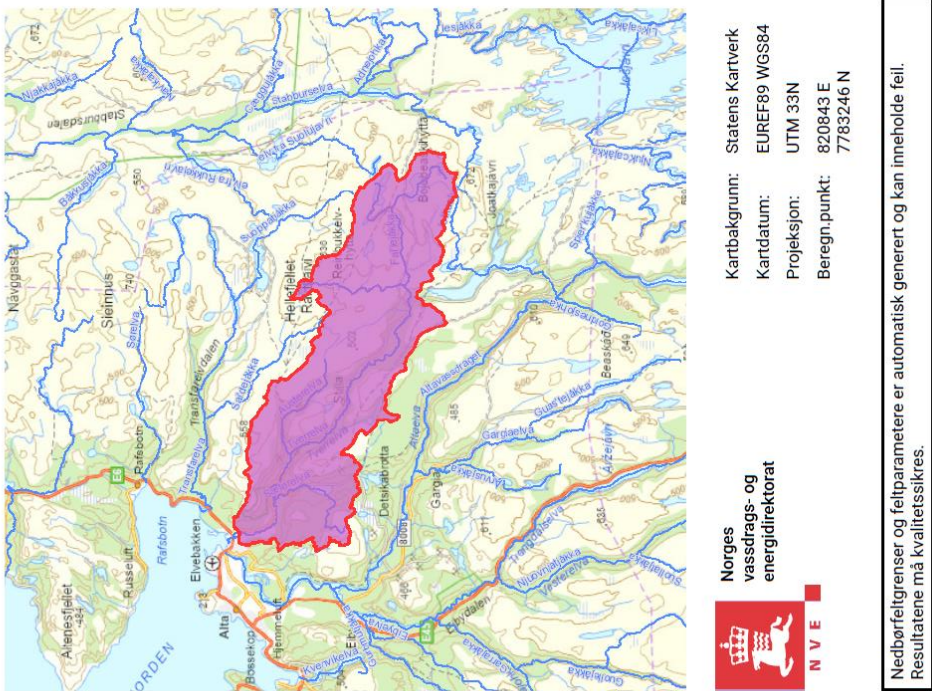
9.6 Flomindeksrapport Sagafoss

Feltparametere		
Areal (A)	234 km²	
Effektivt sjø (A _{SE})	0.16 %	
Elveleengde uten sjø (E _{TLnet})	301.0 km	
Elvegradient (E _G)	12.1 m/km	
Elvegradient ₁₀₈₅ (E _{G,1085})	12.6 m/km	
Helning	5.8 ‰	
Dreneringstetthet (D _T)	1.5 km ⁻¹	
Feltlengde (F _L)	32.6 km	

Hypsografisk kurve		
Høyde MIN	20 m	
Høyde ₁₀	159 m	
Høyde ₂₅	313.5 m	
Høyde ₅₀	416 m	
Høyde ₇₅	489 m	
Høyde MAX	633 m	

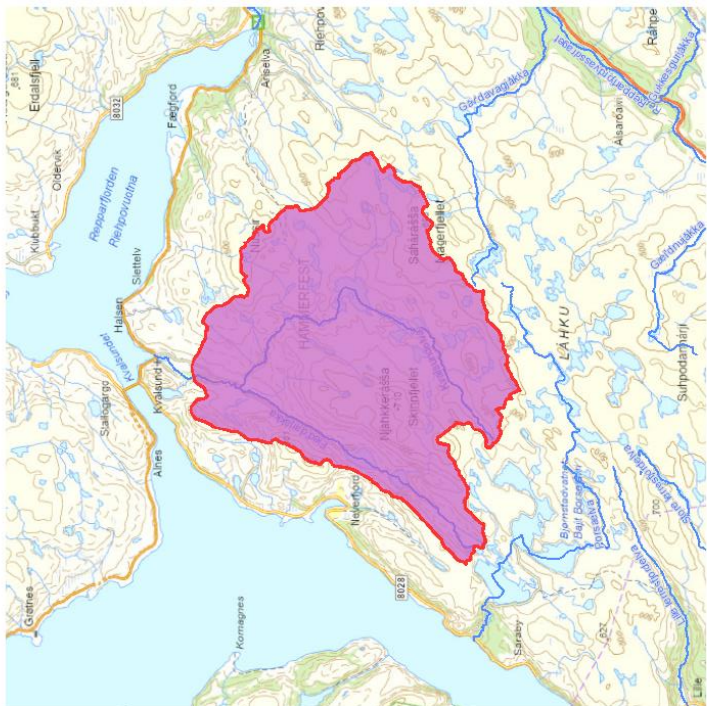
Klima- /hydrologiske parametere		
Avrenning 1961-90 (Q _N)	15.6 l/s*km²	
Nedbør juni	39 mm	
Nedbør juli	60 mm	
Regn og snøsmelting mai	185 mm	
Regn og snøsmelting juni	69 mm	
Regn og snøsmelting årlig 4d	73 mm	
Regn og snøsmelting november	7 mm	
Temperatur februar	-12.9 °C	
Temperatur mars	-10.4 °C	

Arealklasse		
Bre (A _{BRE})	0 %	
Dyrket mark (A _{JORD})	1.4 %	
Myr (A _{MVR})	4.6 %	
Leire (A _{LEIRE})	2.3 %	
Skog (A _{SKOG})	27.6 %	
Sjø (A _{SJO})	5.4 %	
Snau fjell (A _{SF})	51.0 %	
Urban (A _U)	0.1 %	
Uklassifisert areal (A _{REST})	9.8 %	



9.7 Flomindeksrapport Kvalsund

Feltparametere			Hypsografisk kurve		
Areal (A)	125	km²	Høyde _{MIN}	19	m
Effektiv sjø (A _{SE})	1.01	%	Høyde ₁₀	150	m
Elvleengde uten sjø (E _{TLnet})	154.6	km	Høyde ₂₅	256	m
Elvegradient (E _G)	18.0	m/km	Høyde ₅₀	355	m
Elvegradient ₁₀₈₅ (E _{G,1085})	18.7	m/km	Høyde ₇₅	480.5	m
Helning	11.1	°	Høyde _{MAX}	707	m
Dreneringstetthet (D _T)	1.7	km ⁻¹	Klima- /hydrologiske parametere		
Feltlengde (F _L)	14	km	Avrenning 1961-90 (Q _N)	37.6	l/s*km²
Arealklasse			Nedbør juni	44	mm
Bre (A _{BRE})	0	%	Nedbør juli	50	mm
Dyrket mark (A _{JORD})	0.0	%	Regn og snøsmelting mai	260	mm
Myr (A _{MYR})	1.3	%	Regn og snøsmelting juni	138	mm
Leire (A _{LEIRE})	0	%	Regn og snøsmelting årlig 4d	84	mm
Skog (A _{SKOG})	1.9	%	Regn og snøsmelting november	23	mm
Sjø (A _{SJO})	6.8	%	Temperatur februar	-10.4	°C
Snauffell (A _{SF})	83.5	%	Temperatur mars	-8.7	°C
Urban (A _U)	0	%			
Uklassifisert areal (A _{REST})	6.5	%			



Kartbakgrunn: Statens Kartverk

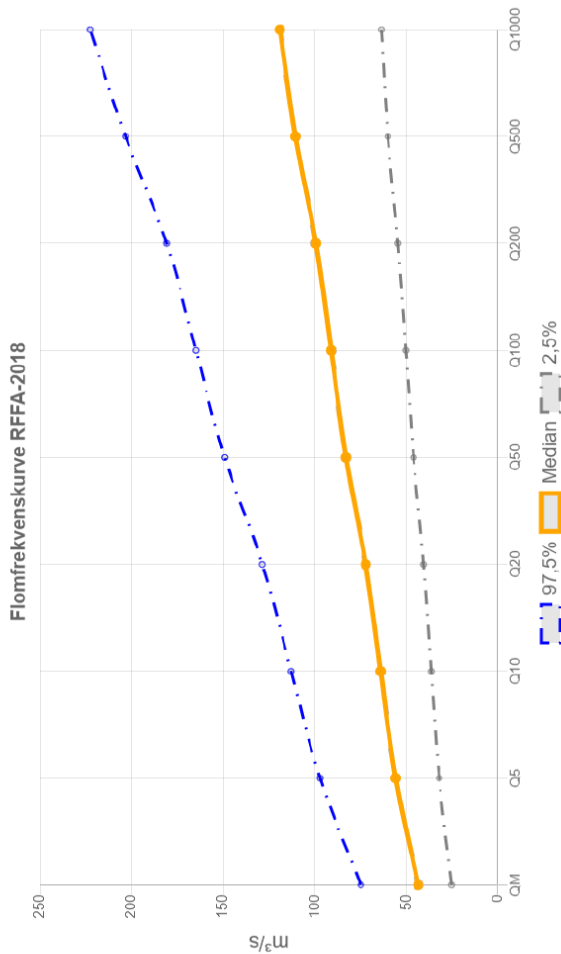
Kartdatum: EUREF89 WGS84

Projeksjon: UTM 33N

Beregn.punkt: 832697 E
7844886 N

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

9.8 Regional flomberegning Badderelva



Regional flomberegning

Vassdragsnr.: 209.8A0
Kommune.: Kvænangen
Fylke.: Troms og Finnmark
Vassdrag.: Badderelva
Nedbørfeltareal: 137 km²

Flomestimer er beregnet basert på «Regional flomfrekvensanalyse (RFFA-2018)». Om nedbørfeltet er mindre enn 60 km², 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).

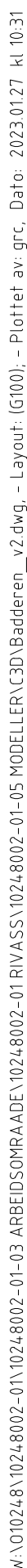
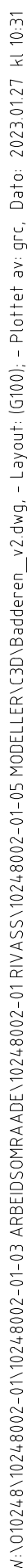
Hvordan bruke resultatene fra rapporten, se her.

RFFA-2018		Døgn	
Tidsoopløsning		317	I/s*km ²
Indeksflom (QM): Medianflom		20	%
Klimapåslag		1.18	-
NIFS-2015		Kulminasjon	
Tidsoopløsning		-	I/s*km ²
Indeksflom (QM): Middeflom		-	%
Klimapåslag		-	-
Annet		Nei	
Tilløpsflom		-	-

RFFA-2018 (døgnmiddel)											
Flomfrekvensfaktor (Q_T / Q_M)	Q_M	Q_5	Q_{10}	Q_{20}	Q_{50}	Q_{100}	Q_{200}	Q_{500}	Q_{1000}	Q_{200} klima	
Flomverdier, m ³ /s	43.5	55.8	64.1	72.2	82.9	91.1	99.4	110	119	119	
Flom usikkerhet (97,5%), m ³ /s	74.8	97.1	113	129	149	165	181	203	223	-	
Flom usikkerhet (2,5%), m ³ /s	25.3	32.1	36.4	40.6	46.1	50.3	54.6	60.0	63.7	-	
NIFS (kulminasjon)											
Flomfrekvensfaktor (Q_T / Q_M)	Ikke beregnet pga. areal større enn 60km ²										
Flomverdier, m ³ /s											
Flom usikkerhet (97,5%), m ³ /s											
Flom usikkerhet (2,5%), m ³ /s											

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.

9.9 Oversiktstegning G100



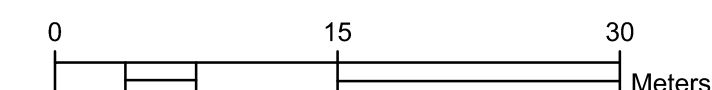
Plantegning

Erosjonssikringen startes ved kommunal vannledning. Sluttpunkt for sikringen nedstrøms ny E6 bru må tilpasses på stedet.

Sikringsanlegget er delt opp etter bygningsrekkefølge, der Del 1 (sikring ved ny midlertidig bru) bygges først. Deretter Del 2 så Del 3.

Henvisninger

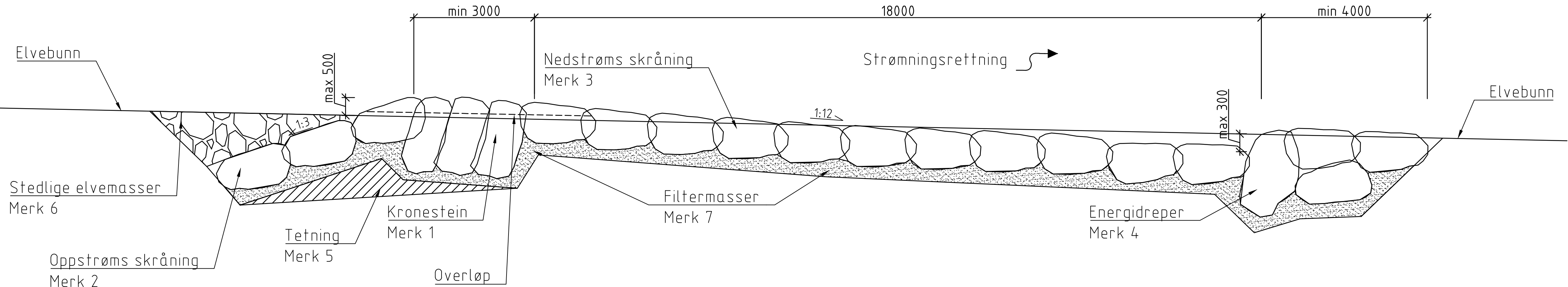
G101



	Oppdatert utstilling erosjonssikring og scala	GRC	JMA	GRC	25.01.2023
0	Til Teknisk godkjenning	GRC	JMA	GRC	06.01.2023
Revisjon	Revisjonen gjelder	Utbet	Kontr	Godkjent	Rev. dato
 Statens vegvesen E6 S19701, Kvæangen kommune E6 Bådden bru, nybygg - omkjøringsveg Plantegning erosjonssikring		Tegningsdato		06.01.2023	
		Bestiller		Tore Lysberg	
		Prosjekt for		Drift og vedlikehold	
		Prosjekt av		MULTICONCONSULT	
		Prosjektnummer		C16398	
		Prosjektfasenummer		C16398R01	
		Arkivreferanse		22/164777	
		Målestokk A1-format		1:4.00	
Konkurransegrunnlag		Koordinat system		EB9NTM22/INN2000	
		Utharbeidet av Kontrollert av Godkjent av Konsulentarkiv GRC JMA GRC 1024/8002 - 01		Tegningsnummer / revisjonsbokstav	

9.10 Prinsippskisse erosjonssikring og terskel (tegning G101)

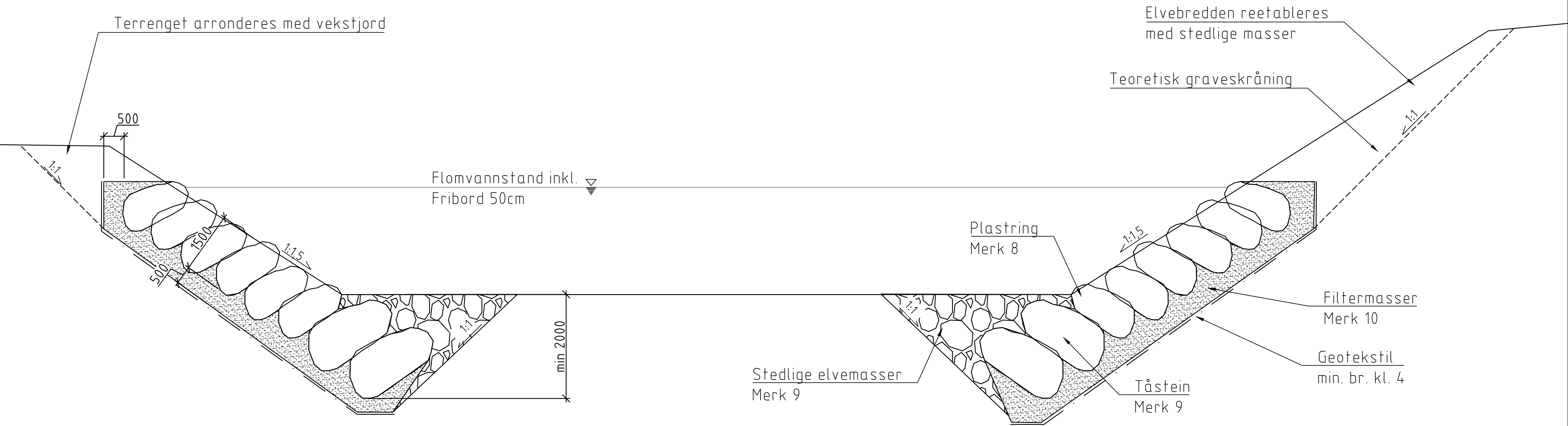
Snitt A - A
Prinsippskisse terskel



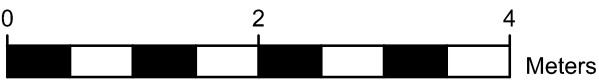
Merknader

- Terskelkrone bygges av storstein (D50 >1750mm) lengdeaksen normalt på ellebunn, med slak helning nedstrøms. Det skal lages nedsenket parti i terskelkrone for å konsentrere minste vannføring. Terskelkrone utformes med slak bue motstrøms.
- Steinene på oppstrømskråning føres under bunnen av kronestein for å beskytte de. Steinene plasseres med gravemaskin i max helning 1:3 slik at de ligger låst og i godt forband med de øvrige blokkene. D50 = 1500mm.
- Nedstrøms skråning plasseres med helning 1:12. Steinene skal ligge låst og i godt forband med blokkene rundf. Steinene sideforskyves slik at plastringen får en mosaikk mønster. D50 = 1500mm.
- Ved nedstrøms ende bygges en energidreper med stor stein (D50 > 1750mm).
- Behov for tetningslag under terskelkrone vurderes på stedet.
- Oppstrøms grop tilbakefylles med stedlige elvemasser slik at terskelen har en maksimal høyde på max. 500mm
- Under plastringstein legges det et filterlag (20/120 samfengt stein) min. tykkelse 250mm.
- Sideplastring bygges med ensgraderte kubiske sprengstein, D50 = 1500mm. Steinene plasseres med gravemaskin låst og i godt forband med de øvrige blokkene. Steinene legges med lengdeaksen normalt på skråningen, og sideforskyves slik at plastringen får en mosaikk mønster.
- Tåa av erosjonssikringen fundamenteres min 2000mm under ellebunn med noe større stein (D50 > 1750mm). Tåstein dekkes med stedlige elvemasser.
- Bak erosjonssikringen legges det et filterlag (20/250 samfengt stein) tykkelse 500mm. Bak filterlag skal det legges et fiberduk min. bruks klasse 4.

Prinsippskisse sidesikring

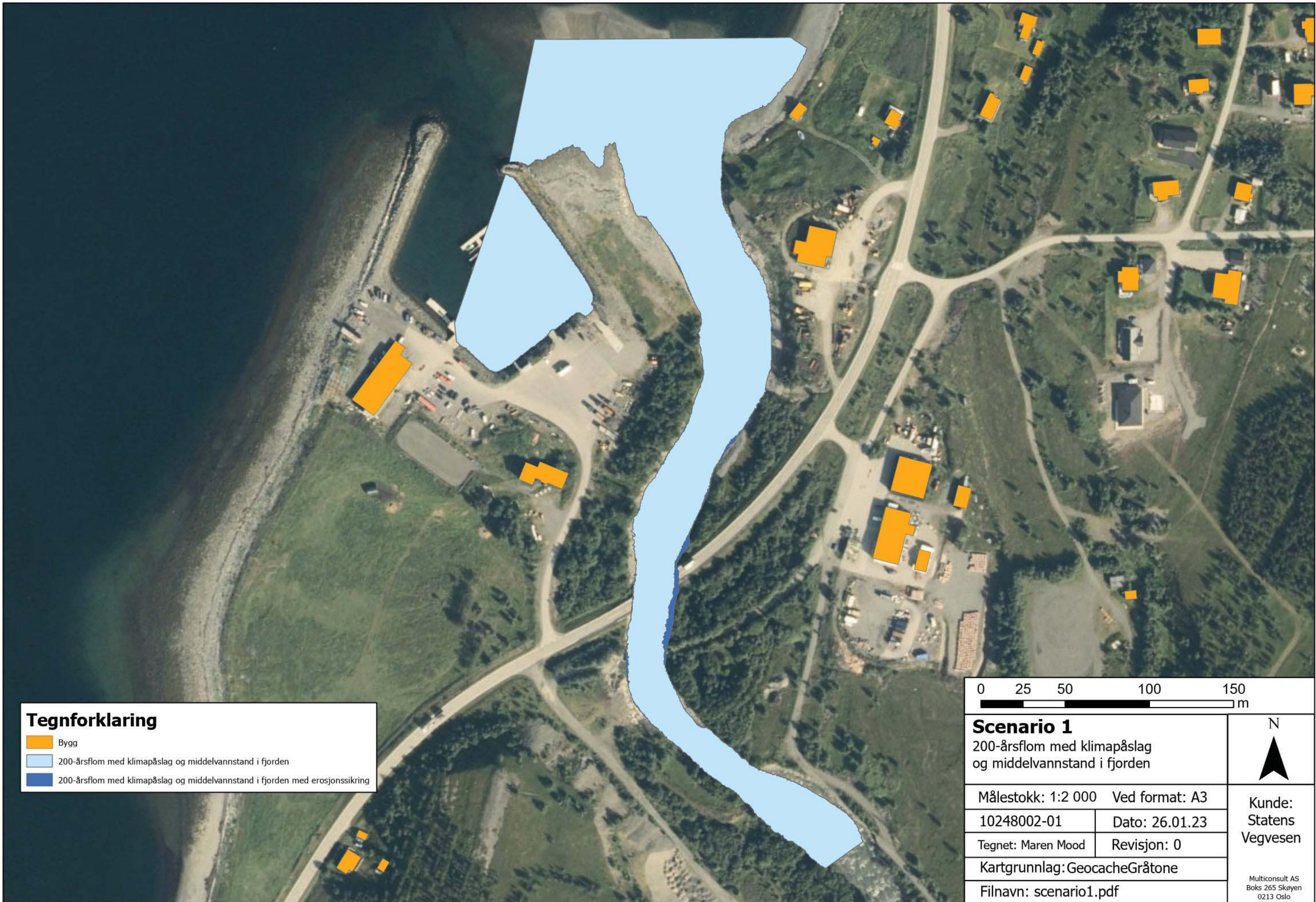


Henvisninger
G100



A	Første utgave	GRC	JMA	GRC	25.01.2023
0	Til teknisk godkjenning	GRC	JMA	GRC	06.01.2023
Revisjon	Revisjonen gjelder	Utarb	Kontr	Godkjent	Rev. dato
 E6 S197D1, Kvæangen kommune E6 Badderen bru, nybygg – omkjøringsveg Prinsippskisse erosjonssikring		Tegningsdato		06.01.2023	
		Bestiller		Tore Lysberg	
		Produsert for		Drift og vedlikehold	
		Produsert av		MULTICONSULT	
		Prosjektnummer		C16398	
		Prosjektfasennummer		C16398R01	
		Arkivreferanse		22/164.177	
Konkurransegrunnlag		Målestokk A1-format		1:60	
Utarbeidet av		Kontrollert av		Godkjent av	
GRC		JMA		GRC	
		Konsulentarkiv		Tegningsnummer / revisjonsbokstav	
		1024-8002-01		E89NTM22/NN2000	
				G101	
				A	

9.11 Flomsonekart



Tegnforklaring

- Bygg
- 200-årsflom med klimapåslag og middelvannstand i fjorden
- 200-årsflom med klimapåslag og middelvannstand i fjorden med erosjonssikring

0 25 50 100 150
m

Scenario 1
200-årsflom med klimapåslag
og middelvannstand i fjorden



Målestokk: 1:2 000 Ved format: A3

10248002-01 Dato: 26.01.23

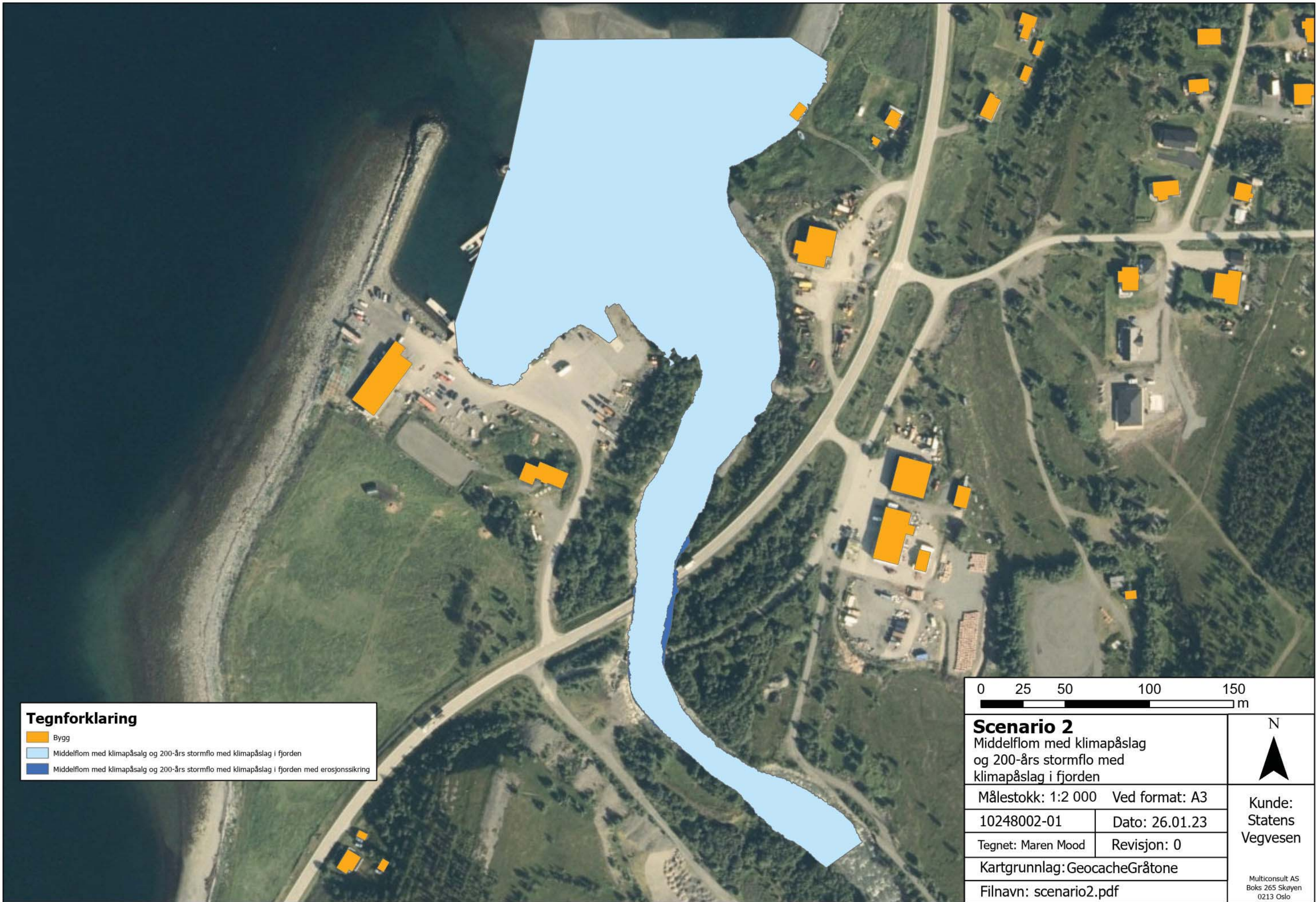
Tegnet: Maren Mood Revisjon: 0

Kartgrunnlag: GeocacheGråtone

Filnavn: scenario1.pdf

Kunde:
Statens
Vegvesen

Multiconsult AS
Boks 265 Skøyen
0213 Oslo



Tegnforklaring

- Bygg
- Middelflom med klimapåslag og 200-års stormflo med klimapåslag i fjorden
- Middelflom med klimapåslag og 200-års stormflo med klimapåslag i fjorden med erosjonssikring

0 25 50 100 150
m

Scenario 2
Middelflom med klimapåslag
og 200-års stormflo med
klimapåslag i fjorden

Målestokk: 1:2 000 Ved format: A3

10248002-01 Dato: 26.01.23

Tegnet: Maren Mood Revisjon: 0

Kartgrunnlag: GeocacheGråtone

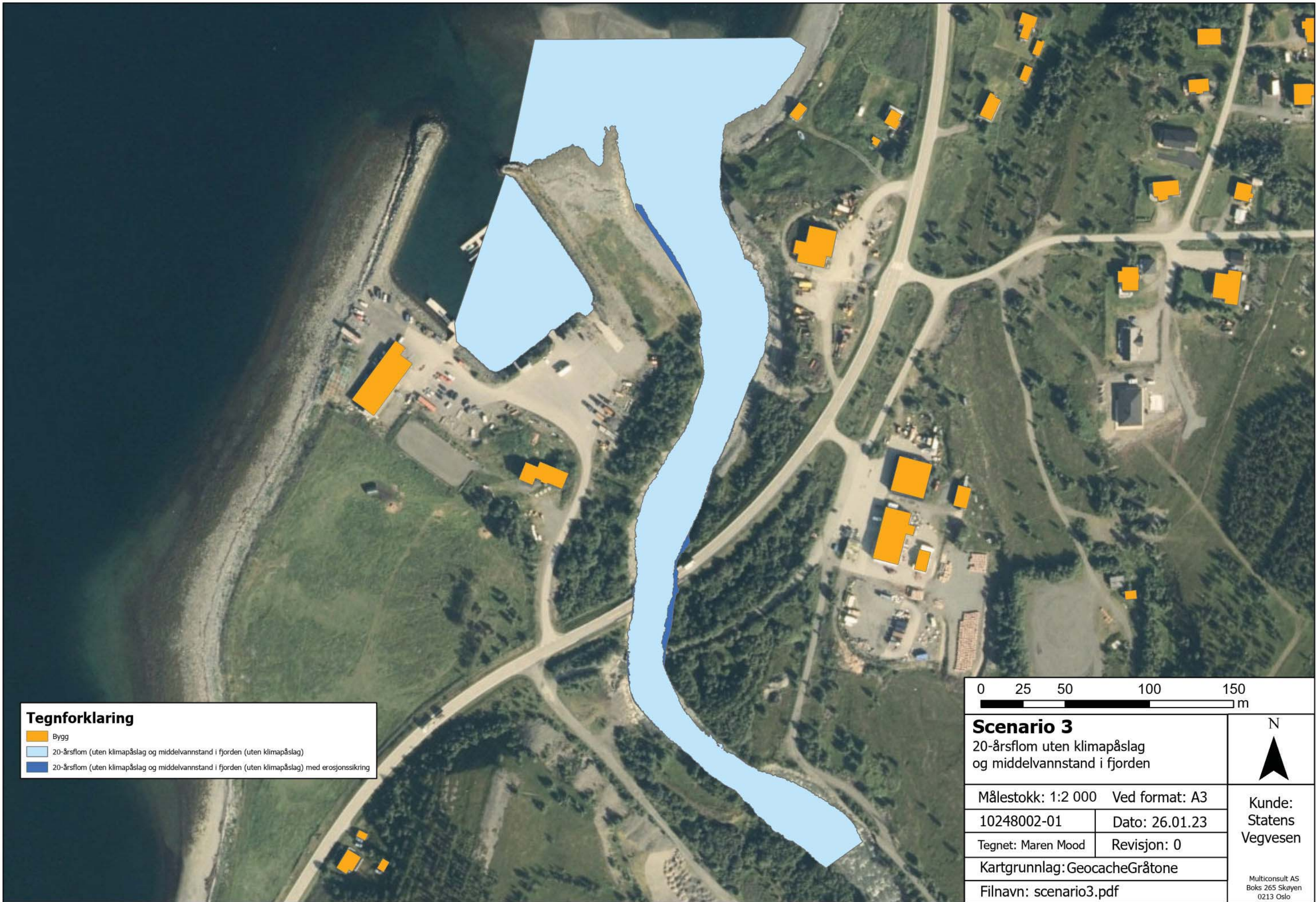
Filnavn: scenario2.pdf

N



Kunde:
Statens
Vegvesen

Multiconsult AS
Boks 265 Skøyen
0213 Oslo



Tegnforklaring

- Bygg
- 20-årsflom (uten klimapåslag og middelvannstand i fjorden (uten klimapåslag)
- 20-årsflom (uten klimapåslag og middelvannstand i fjorden (uten klimapåslag) med erosjonssikring

0 25 50 100 150 m

Scenario 3
20-årsflom uten klimapåslag og middelvannstand i fjorden

Målestokk: 1:2 000 Ved format: A3

10248002-01 Dato: 26.01.23

Tegnet: Maren Mood Revisjon: 0

Kartgrunnlag: GeocacheGråtone

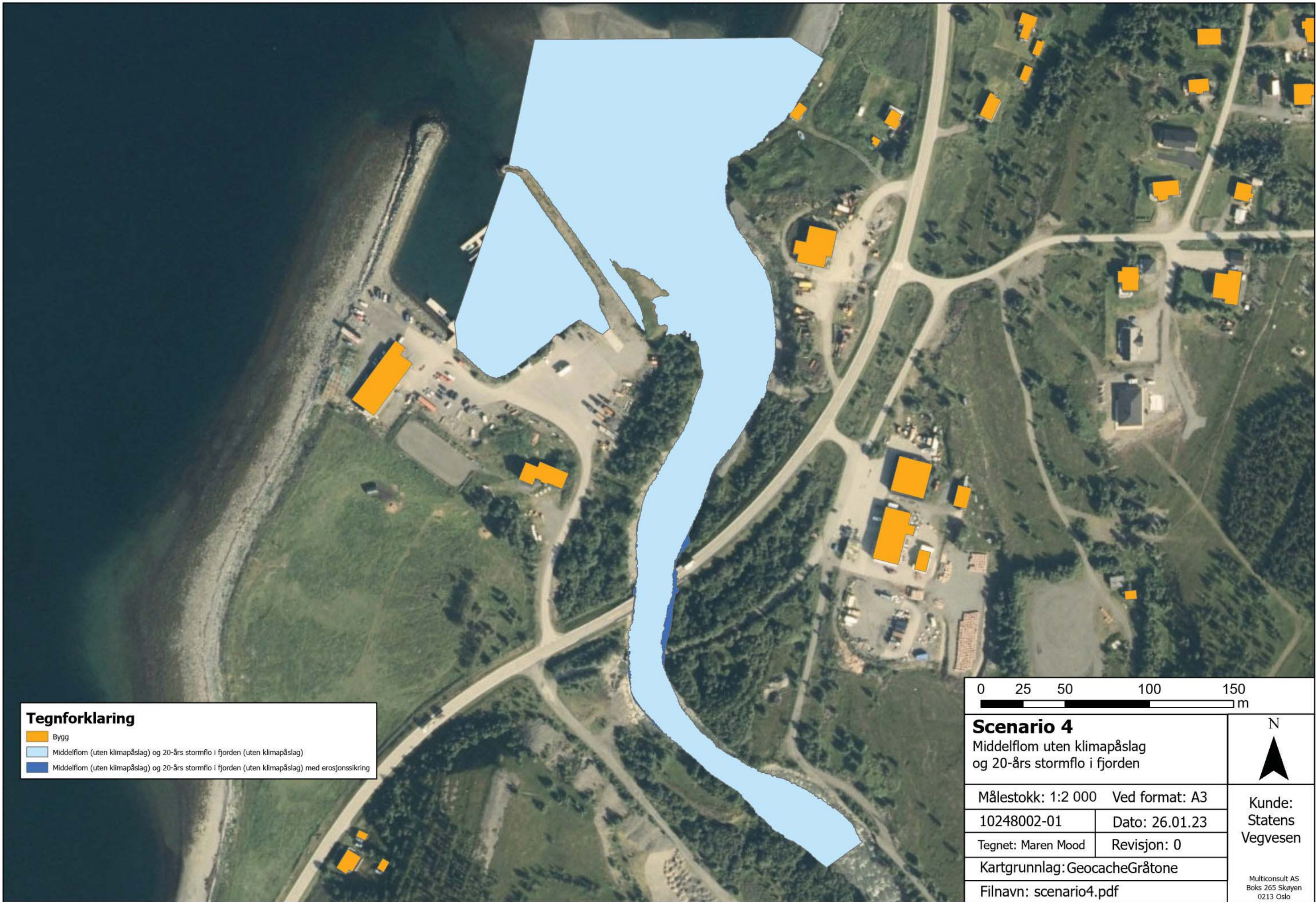
Filnavn: scenario3.pdf

N



Kunde:
Statens
Vegvesen

Multiconsult AS
Boks 265 Skøyen
0213 Oslo



Tegnforklaring

- Bygg
- Middelflom (uten klimapåslag) og 20-års stormflo i fjorden (uten klimapåslag)
- Middelflom (uten klimapåslag) og 20-års stormflo i fjorden (uten klimapåslag) med erosjonssikring

0 25 50 100 150 m		N ▲
Scenario 4 Middelflom uten klimapåslag og 20-års stormflo i fjorden		
Målestokk: 1:2 000 Ved format: A3		Kunde: Statens Vegvesen
10248002-01	Dato: 26.01.23	
Tegnet: Maren Mood	Revisjon: 0	
Kartgrunnlag: GeocacheGråtone		
Filnavn: scenario4.pdf		Multiconsult AS Boks 265 Skøyen 0213 Oslo