September 2025
Trollvegg Arkitektstudio AS

Flomberegning Sangbekken

COWI

COWI AS
Karvesvingen 2
Postboks 6412 Etterstad
0605 Oslo
Norway

+47 02694
www.cowi.com

September 2025

Trollvegg Arkitektstudio AS

Flomberegning Sangbekken

Prosjekt nr.	Dokument nr.
A296689	

Versjon	Dato	Beskrivelse	Utarbeidet	Kontrollert	Godkjent
1	12.09.25	Flombegning Sangbekken	VIHV	ERMN	HSAS

Innhold

1 Innledning 4

2 Feltbeskrivelse 5

3 Krav til flomberegninger 7

3.1 Krav til dimensjonerende flom 7

3.2 Klimafaktor 7

4 Flomberegning 8

4.1 Sammenlignbare stasjoner 8

4.2 RFFA-NIFS 10

4.3 Lokal flomfrekvensanalyse 11

4.4 PQRUT 14

4.5 Valg av dimensjonerende flomstørrelse 15

5 Hydraulisk modellering 16

5.1 Modellverktøy 16

5.2 Flomsone for 200-årsflom 21

6 Sensitivitetsanalyse 26

7 Konklusjon 29

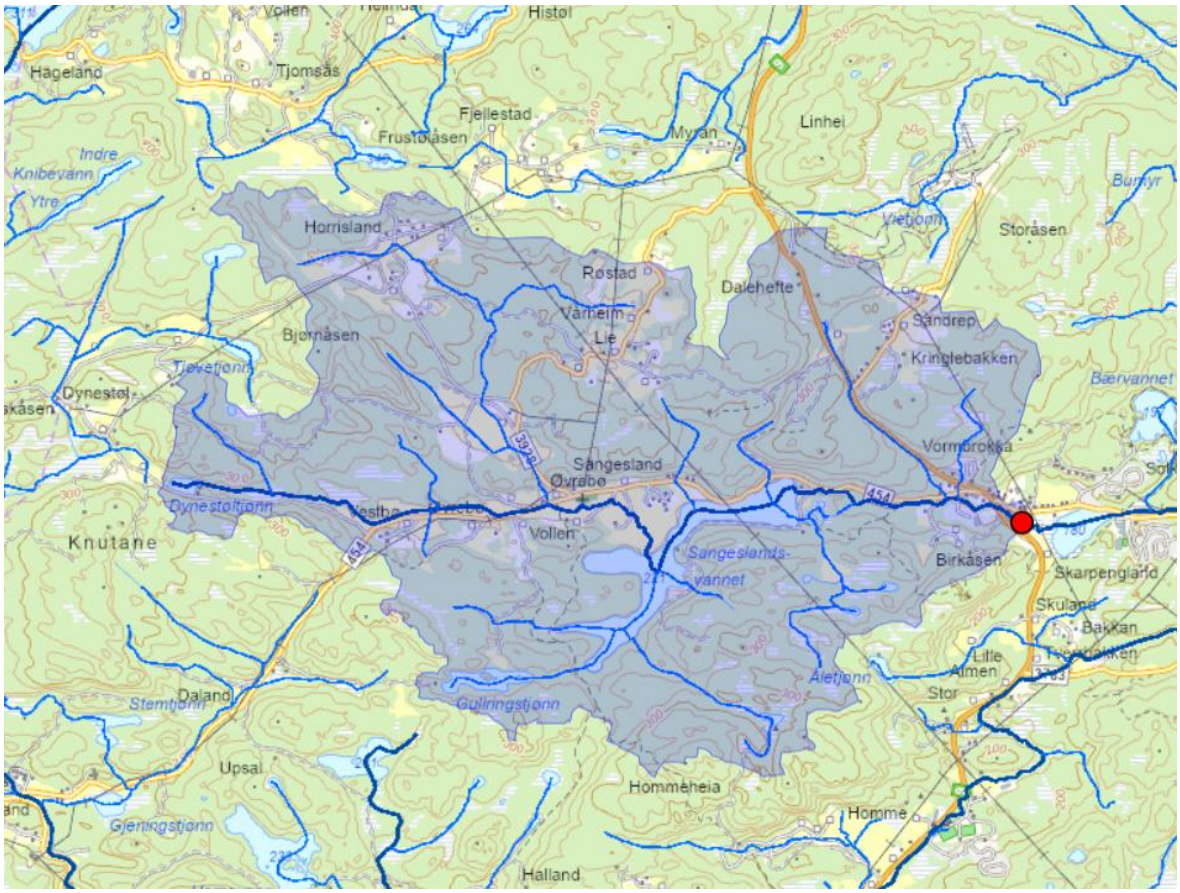
8 Referanser 30

1 Innledning

På oppdrag fra Trollvegg Arkitektstudio AS har COWI gjort flomberegninger for en 200-årsflom i Sangbekken i Vennesla kommune, i forbindelse med områderegulering for Skarpengland. Det er tidligere utført flomberegninger i vassdraget i 2013 og 2014, men det har blitt vurdert at det er nødvendig å oppdatere disse. Bekken renner gjennom fire bruer på strekningen.

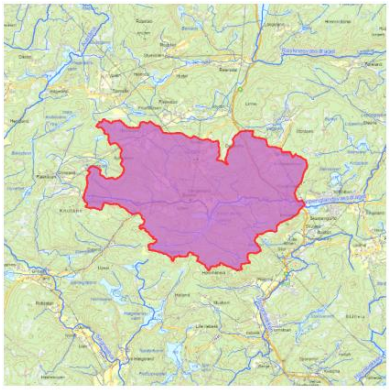
2 Feltbeskrivelse

Sangbekken renner fra Sangeslandsvannet og ut i Skarpenglandsvann. Nedbørsfeltet til Sangbekken vises i Figur 2-1, og avgrensing er utarbeidet ved hjelp av NVE-verktøyet NEVINA. Nedbørsfeltets størrelse er ca. 15,1 km². Området er ikke befart, og alle vurderinger er basert på kartanalyser.



Figur 2-1: Nedbørsfeltet til Sangbekken bru (markert i svart), hentet fra NEVINA.

Feltparametere for nedbørfeltet er vist i Figur 2-2 og er generert fra NEVINA. Nedbørsfeltet består hovedsakelig av skog (77%). Den effektive sjøprosenten er på 2,3%. Nedbørfeltet har en høydeforskjell på 200 meter (381-181 moh.) og en feltlengde på 6 km. Elvegradienten er 14,3 promille. Feltparametere tilsier at det ikke er en spesielt rask avrenning fra feltet, hovedsakelig grunnet høy effektiv sjøprosent, som bidrar til flomdemping, og stor andel skog. Normalavrenning, hentet fra Nevina, fra 1961-1990 er på 36,5 l/s/km², og på 42 l/s/km² fra 1991-2020.



Norges vassdrags- og energidirektorat

Kartbakgrunn:	Statens Kartverk
Kartdatum:	EUREF89 WGS84
Projeksjon:	UTM 33N
Beregn.punkt:	80815 E 6483860 N

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

Feltparametere

Areal (A)	15.1	km²
Effektiv sjø (A_{SE})	2.3	%
Elvleengde uten sjø ($E_{TL,net}$)	21.4	km
Elvegradient (E_G)	14.3	m/km
Elvegradient $_{1085}$($E_{G,1085}$)	7.5	m/km
Helning	9.5	°
Dreneringstetthet (D_T)	1.8	km^{-1}
Feltlengde (F_L)	6	km

Arealklasse

Bre (A_{BRE})	0	%
Dyrket mark (A_{JORD})	8	%
Myr (A_{MYR})	5.1	%
Leire (A_{LEIRE})	0	%
Skog (A_{SKOG})	76.9	%
Sjø (A_{SJO})	3.7	%
Snaufjell (A_{SF})	2.2	%
Urban (A_U)	0.4	%
Uklassifisert areal (A_{REST})	3.6	%

Hypsografisk kurve

$Høyde_{MIN}$	181	m
$Høyde_{10}$	249	m
$Høyde_{25}$	273	m
$Høyde_{50}$	309	m
$Høyde_{75}$	340	m
$Høyde_{MAX}$	381	m

Klima- /hydrologiske parametere 1961-1990

Årlig middelavrenning 1961-1990 (Q_N)	42	l/s*km²	1
Nedbør juni	87	mm	
Nedbør juli	99	mm	
Regn og snøsmelting mai	206	mm	
Regn og snøsmelting juni	95	mm	
Regn og snøsmelting årlig maks. over 4 dager	121	mm	
Regn og snøsmelting november	189	mm	
Temperatur februar	-3.6	°C	
Temperatur mars	-1.1	°C	

1) Verdien er editert

Figur 2-2: Feltparametere fra NEVINA.

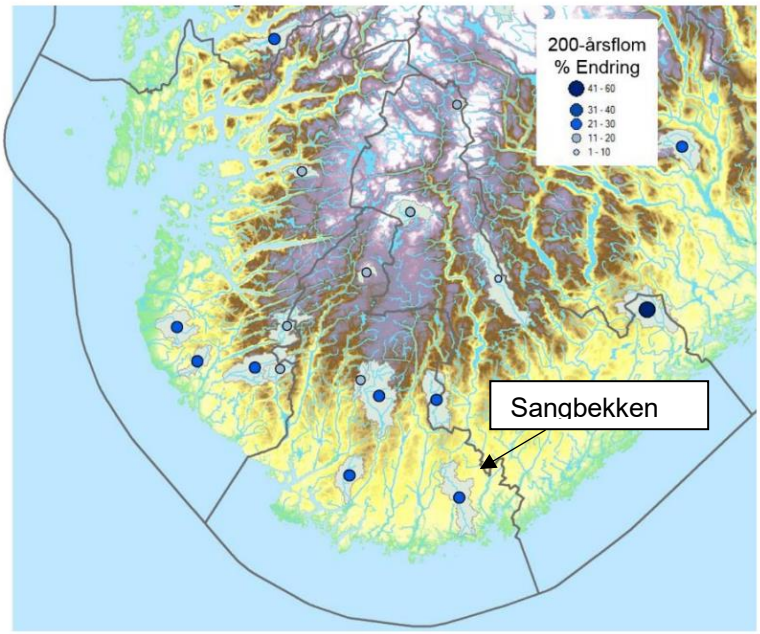
3 Krav til flomberegninger

3.1 Krav til dimensjonerende flom

Dimensjonerende flom settes til 200-år, som tilsvarer sikkerhetsklasse F2 i TEK17, dvs. de fleste byggverk beregnet for personopphold.

3.2 Klimafaktor

Endringer i klimaet med mer nedbør og mer intense regnskyll vil gi flere og større regnflommer. Det er derfor tillagt en klimafaktor, Fk, basert på klimaprofilene for norske fylker utarbeidet av Norsk Klimaservicesenter, (2015 - 2017). For Agder anbefales en klimafaktor på minst 20% for mindre nedbørfelt. Ifølge et estimat i NVEs rapport Klimaendring og framtidige flommer i Norge (NVE, 2016) har alle små til middels store nedbørfelt i Agder (med ett unntak) som er analysert en forventet økning i flomstørrelse som er mindre enn 30%. Ifølge NVEs temakart for klimapåslag anbefales det et 40% klimapåslag for elvestrengen. Kartet deler kun inn i 0, 20 og 40% klimapåslag og er ikke ferdigutviklet for små felt, og må derfor vurderes opp mot andre kilder. Det velges å legge vekt på NVEs rapport fra 2016 og det benyttes derfor en klimafaktor på 30%.



Figur 6.9 Prosentvis endring i flomstørrelse for nedbørfelt i Rogaland og Agder. Alle nedbørfelt i Rogaland og Agder viser en økt flomstørrelse i framtiden.

Dimensjonene flom blir dermed:

$$Q_{dim} = Q_T * F_K$$

Qdim - dimensjonerende flom

Q_T – Flom, 200 års gjentaksintervall

Fk – klimafaktor 1,3

4 Flomberegning

Det beste grunnlaget for flomberegninger er vannføringsmålinger over en lengre periode for det aktuelle vassdraget. Det eksisterer ingen målinger av vannføring i vassdraget, og det er derfor benyttet andre metoder for flomberegningen. Metodene er beskrevet i NVEs Veileder for flomberegninger (NVE, 2025)

Følgende metoder er benyttet:

- Lokal flomfrekvensanalyse (FFA)
- RFFA NIFS
- PQRUT

4.1 Sammenlignbare stasjoner

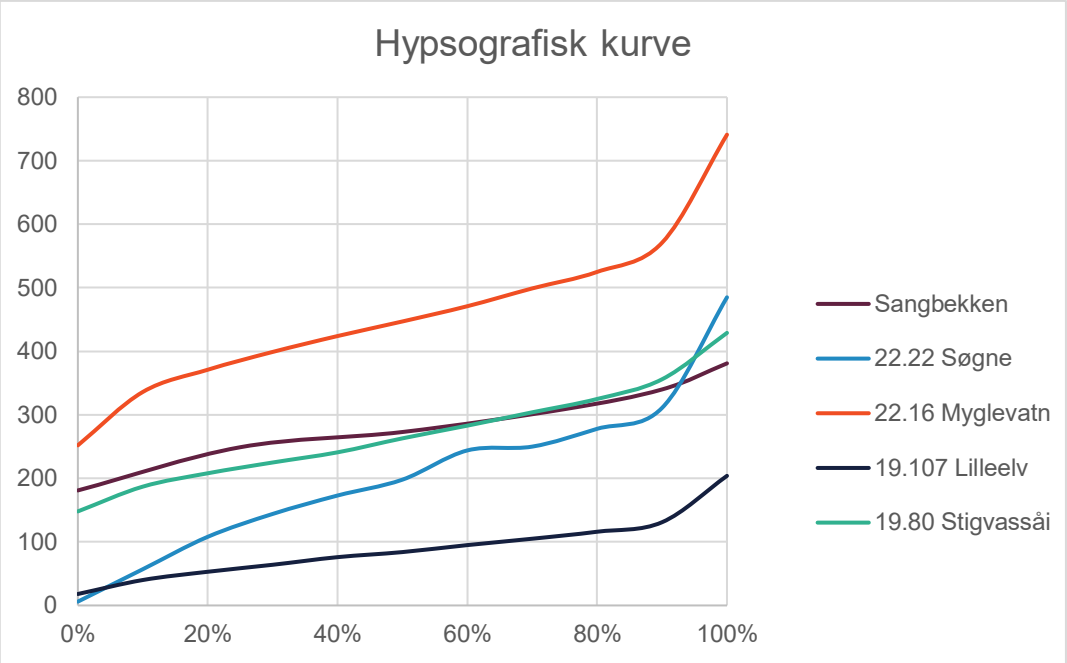
Lokal flomfrekvensanalyse er basert på analyser av vannføringsmålinger i felt som vurderes som representative for vassdraget, som videre skaleres til det aktuelle feltet. Det er forsøkt å finne stasjoner som er mest mulig representative m.h.t areal, effektiv sjøprosent, normalavrenning og beliggenhet, men det er kun funnet tre stasjoner som er vurdert til å være representative. Det er derfor utført analyse på stasjon 22.22 Søgne, 22.16 Myglevatn, 19.107 Lilleelv og 19.80 Stigvassåi. Plassering er vist i Figur 4-1. Tabell 4-1 viser ytterligere informasjon om stasjonen, hentet fra NVE. Informasjon om nedbørsfeltet til Sangbekken bru er hentet fra NEVINA, mens den for de sammenlignbare stasjonene er hentet fra NVEs seriekart og Sildre.



Figur 4-1: Sangbekken bru vist sammen med vannføringsstasjonene Stigvassåi, Myglevatn, Lilleelv og Søgne.

Tabell 4-1: Informasjon om analyseområde og målestasjonen som er brukt til lokal flomfrekvensanalyse.

Målestasjon/ område	Feltareal (km²)	Målinger (år)	Q_N (l/s*km²) (1991-2020)	Eff. Sjø (%)	Skog (%)	Myr (%)	Snaufjell (%)	Høyde (moh)
Sangbekken bru	15,1	-	42	2,3	77	5	2	200 (381-181)
22.22 Søgne	204	1973-	41,4	0,1	82	6	0	479 (485-6)
22.16 Myglevatn	182	1951-	43,8	1,5	64	12	11	489 (741252)
19.107 Lilleelv	41	1983-	34,0	2	85	0	0	186 (204-18)
19.80 Stigvassåi	15	1972-	27,6	0,2	91	4	0	281 (429-148)



Figur 4-2: Andelen av nedbørsfeltene som ligger under gitte høyder for Sangbekken bru og vannføringsstasjonene.

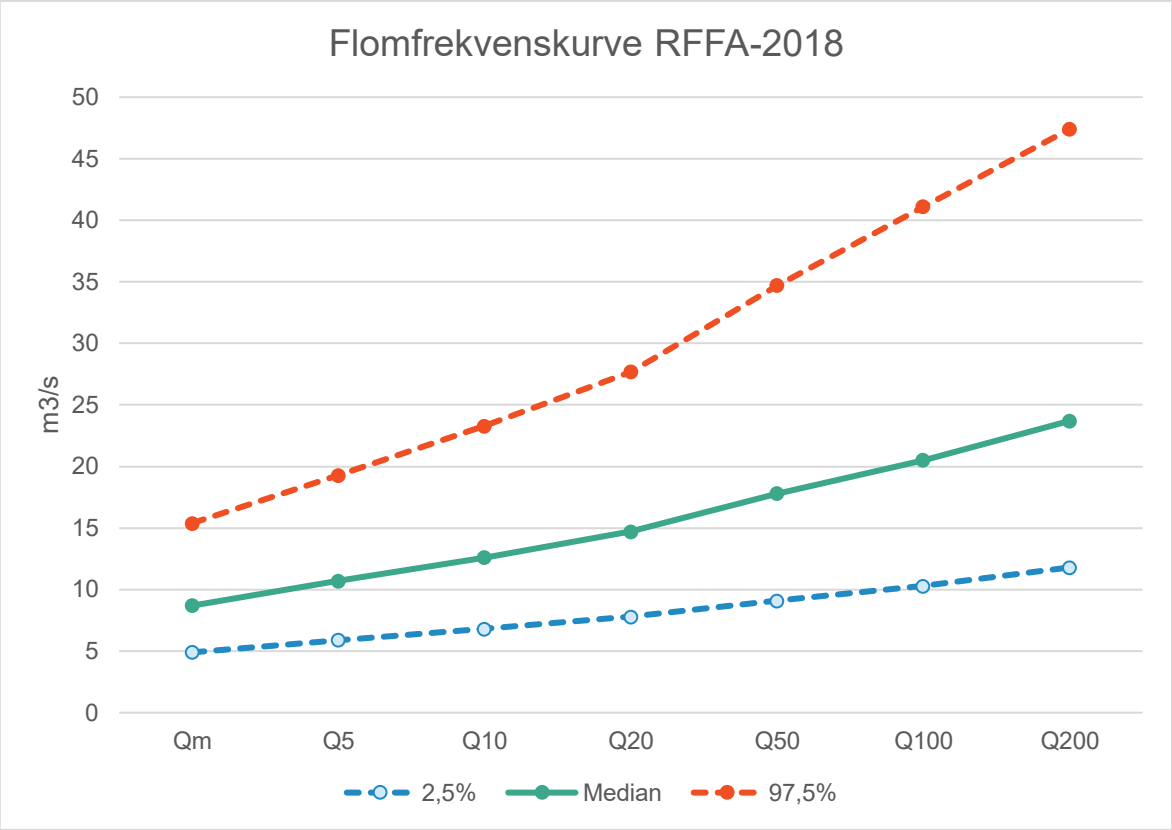
Feltparametrene til de sammenlignbare stasjonene i Tabell 4-1 og hypsografisk kurve (feltenes høydefordeling) i Figur 4-2 vurderes for bruk i videre analyser. Den hypsografiske kurven og arealet til Stigvassåi stemmer godt med Sangbekken, men Stigvassåi har noe lavere normalavrenning og effektiv sjøprosent. Søgne og Myglevatn har et mye større areal enn Sangbekken, men har lignende normalavrenning. Lilleelv er noe større og har noe lavere normalavrenning enn Sangbekken, men har lignende effektiv sjøprosent og høydeforskjell. Det utføres analyser på alle stasjoner videre.

4.2 RFFA-NIFS

RFFA-NIFS er en metode som baserer seg på normalavrenning, sjøprosent og feltstørrelse som inngangsparametere. Formelverket har et gyldighetsintervall for nedbørfelter med størrelse 0,2-53 km². Metoden egner seg derfor for Sangbekken bru.

RFFA-NIFS genererer avrenningstall fra 61-90 og 91-20, men bruker avrenningstall fra 61-90 i flomanalysen. Disse er erstattet manuelt med avrenningstallene fra 91-20. Normalavrenningen til de sammenlignbare feltene er kontrollert ved å sjekke at tallene fra avrenningskartet stemmer godt overens med de observerte dataene. Det er derfor ikke gjort ytterligere justeringer.

RFFA-NIFS gir en flomfrekvenskurve som vist under i Figur 4-3.



Figur 4-3: Flomfrekvenskurve (NEVINA)

Metoden viser et spenn i verdier for de ulike gjentaksintervallene. Beregnet 200-årsflom varierer mellom 11,8-47,4 m³/s med medianestimat på 23,7 m³/s (1570 l/s*km²). Medianestimatet for middelflommen er på 8,7 m³/s (576 l/s*km²).

Tabell 4-2: Kulminerende flomverdier for Sangbekken bru fra NEVINA, RFFA-NIFS.

RFFA-NIFFS (kulminasjon)	Q_M	Q200
Flomfrekvenskurve (Q_T/Q_M)	1	2,72
Flomverdi (m³/s)	8,7	23,7
Usikkerhet (97,5%) (m³/s)	15,4	47,4
Usikkerhet 2,5%) (m³/s)	4,9	11,8

4.3 Lokal flomfrekvensanalyse

Det er utført flomfrekvensanalyse på vannføringsmålinger fra tre utvalgte stasjoner: 22.22 Søgne, 22.16 Myglevatn, 19.107 Lilleelv og 19.80 Stigvassåi.. Dataene er hentet fra NVE-databasen Hydra II.

Det gjøres analyse på både døgnflommer og kulminerende flommer. Resultatene vises under i Tabell 4-3 og Tabell 4-4.

Tabell 4-3: 200-årsflom for alle stasjonene, beregnet med døgndata

Målestasjon	År	Q_M (m^3/s)	q_M ($l/s*km^2$)	Q_{200} (m^3/s)	q_{200} ($l/s*km^2$)	Metode
22.22 Søgne	49	79.7	390.7	191.2	937.3	(GEV) Full lokal + regional
22.16 Myglevatn	71	54.9	301.6	109.8	603.3	(GEV) Full lokal + regional
19.107 Lilleelv	25	11.7	285.4	30.8	751.2	(GEV) Full lokal + regional
19.80 Stigvassåi	52	5.7	380.0	16.7	1113.3	(GEV) Full lokal + regional

Tabell 4-4: Kulminerende 200-årsflom for alle stasjonene, beregnet med findata

Målestasjon	År	Q_M (m^3/s)	q_M ($l/s*km^2$)	Q_{200} (m^3/s)	q_{200} ($l/s*km^2$)	Metode
22.22 Søgne	43	102.6	502.9	263.3	1290.7	GEV
22.16 Myglevatn	19	62.3	342.3	134.2	737.4	Gumbel
19.107 Lilleelv	28	13.9	339.0	33.5	817.1	Gumbel
19.80 Stigvassåi	40	9.8	653.3	27.4	1826.7	Gumbel

Kulminasjonsvannføringen er ofte er adskillig større enn døgnmiddelvannføringen. Forholdstall mellom kulminasjons- og døgnmiddelvannføring er funnet ved å sammenligne forholdstallet på de største flommene for hver stasjon. Dette er vist i Tabell 4-5 til Tabell 4-8. Basert på dette er det valgt å bruke et forholdstall på 1,21, 1,09, 1,11 og 1,88 for henholdsvis Søgne, Myglevatn, Lilleelv og Stigvassåi. Denne ganges med døgnmiddelvannføringene for å konvertere døgnverdien til en kulminasjonsverdi.

Tabell 4-5: Kulminasjonsfaktor fra de største flommene ved 22.22 Søgne

22.22 Søgne	Kulminasjonsverdi	Døgnverdi	Forholdstall kulm/døgn
14.10.1976	243	169.5	1.43
01.10.2017	187.8	161.9	1.16
16.01.2008	153.8	140.1	1.10
05.10.2004	134.5	110.3	1.22
17.10.1987	128.2	98.5	1.30
02.12.2001	125.2	109.5	1.14
25.12.1984	118.1	108	1.09
Gjennomsnitt			1.21

Tabell 4-6. Kulminasjonsfaktor fra de største flommene ved 22.16 Myglevatn

22.16 Myglevatn	Kulminasjonsverdi	Døgnverdi	Forholdstall kulm/døgn
02.10.2017	101.4	95.4	1.06
04.11.2023	86.1	78.6	1.10
25.12.2013	70.6	65.4	1.08
16.01.2008	70.3	61.6	1.14
29.03.2016	69.2	65.9	1.05
08.01.2005	67.1	59.7	1.12
17.02.2020	62.8	60.2	1.04
Gjennomsnitt			1.09

Tabell 4-7- Kulminasjonsfaktor fra de største flommene ved 19.107 Lilleelv

19.107 Lilleelv	Kulminasjonsverdi	Døgnverdi	Forholdstall kulm/døgn
02.10.2017	24.2	21.2	1.14
17.09.2015	22.5	18.4	1.22
16.01.2008	21.4	19.3	1.11
29.08.1986	19.8	18.5	1.07
26.11.2022	17.4	16.7	1.04
06.01.2001	17.0	15.1	1.13
06.11.2023	17.0	15.6	1.09
Gjennomsnitt			1.11

Tabell 4-8. Kulminasjonsfaktor fra de største flommene ved 19.80 Stigvassåi

19.80 Stigvassåi	Kulminasjonsverdi	Døgnverdi	Forholdstall kulm/døgn
28.08.2006	23.5	12.3	1.91
20.09.1981	20.6	7.8	2.64
15.09.2015	14.4	11.4	1.26
24.11.2022	14.3	9.3	1.54
16.01.2008	13.2	10.2	1.29
08.09.2018	12.9	5.7	2.26
01.12.1992	12.9	8.2	1.57
Gjennomsnitt			1.78

4.4 PQRUT

Nedbør-avløpsmodellen PQRUT beregner avrenning som kommer av et gitt nedbørsforløp, ved hjelp av feltparametere for det aktuelle feltet. Det er benyttet NVE's webløsning av modellen.

Benyttet nedbørforløp er basert på IVF-data fra Kristiansand - Sømskleiva (SN39150) da dette er en av nedbørstasjonene som ligger nærmest nedbørsfeltet til Sangbekken. IVF-kurven er basert på data fra 38 sesonger, og ligger i kvalitetsklasse god. Benyttede IVF-data er vist i Figur 4-4. Nedbørsforløpet er konstruert med en varighet på 24 timer, en symmetrisk fordeling rundt høyeste intensitet, og tidsskritt på 1 time. Det er også brukt arealreduksjonsfaktor for å ta hensyn til at regnintensiteten ikke vil være lik for hele feltet til enhver tid.

Parameterne til modellen er teoretisk bestemt basert på feltparametere fra NEVINA siden det ikke finnes data for kalibrering av modellen. Resultat av beregningen er vist i Figur 4-5. Beregningen ga en kulminerende flom på 20,5 m³/s.

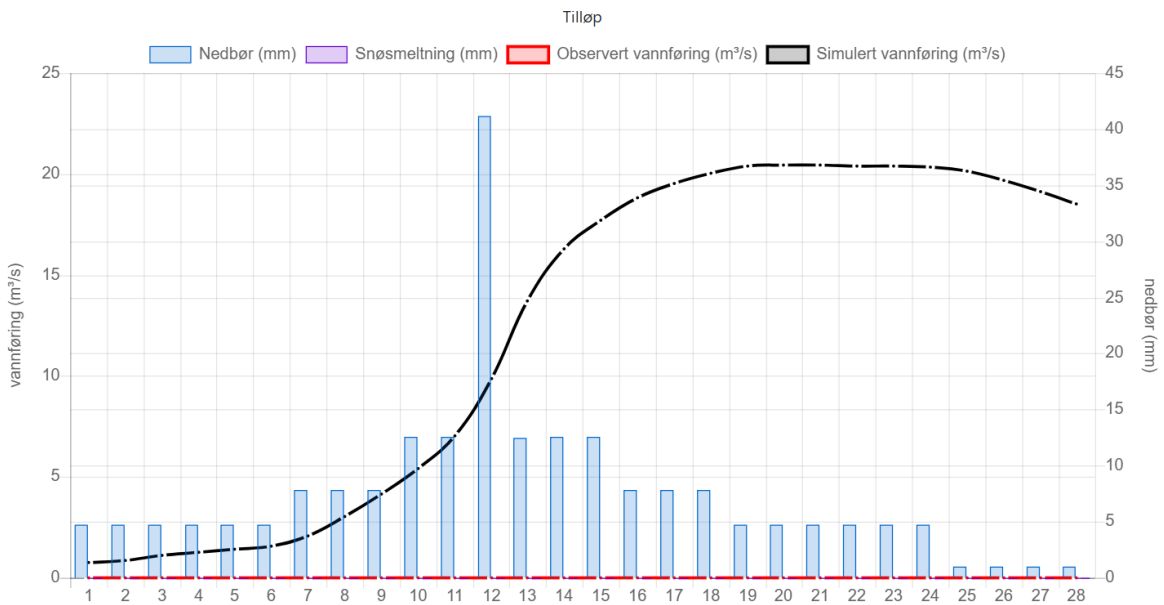
Kvalitetsklasse: God (1)

Alle tilgjengelige varigheter | mm

IVF-verdier for Trondheim - Risvollan (SN68230), 84 moh.
Data fra 1986 - 2024, 34 ses. Oppdatert 01.01.2025.

	Varigheter (minutter)															
Gjentaksintervall (år)	1	2	3	5	10	15	20	30	45	60	90	120	180	360	720	1440
2	1,1	1,9	2,5	3,5	5,0	6,0	6,6	7,5	8,7	9,8	11,6	13,4	16,2	24,1	32,9	43,4
5	1,6	2,9	4,0	5,5	7,6	8,8	9,6	10,8	12,3	13,3	15,3	17,2	20,5	29,8	41,6	56,3
10	2,0	3,6	5,1	6,9	9,3	10,7	11,6	13,1	14,9	15,9	17,9	20,0	23,4	33,4	46,9	65,2
20	2,4	4,3	6,1	8,2	10,9	12,5	13,6	15,5	17,5	18,7	20,6	22,7	26,1	36,9	52,1	73,5
25	2,5	4,6	6,4	8,6	11,4	13,1	14,2	16,3	18,4	19,6	21,5	23,7	27,1	38,0	53,8	76,2
50	2,9	5,3	7,5	10,0	13,0	14,9	16,1	18,8	21,4	22,7	24,4	26,6	29,9	41,3	58,8	84,4
100	3,4	6,1	8,6	11,3	14,6	16,6	18,0	21,4	24,5	26,1	27,4	29,6	32,6	44,4	63,6	92,6
200	3,8	6,9	9,8	12,8	16,1	18,4	20,0	24,2	27,9	29,8	30,6	32,7	35,4	47,5	68,4	101,0

Figur 4-4. IVF verdier for Kristiansand - Sømskleiva (SN39150)



Figur 4-5. Resultater fra PQRUT

4.5 Valg av dimensjonerende flomstørrelse

Resultatene fra de ulike metodene er presentert i Tabell 4-9.

Tabell 4-9. Resultater fra flomberegningene

Metode	Middelflom		200-årsflom	
	q_M (l/s*km²)	Q_M (m³/s)	q_{200} (l/s*km²)	Q_{200} (m³/s)
PQRUT			1364.0	20.5
RFFA-NIFS	580	8.7	1580.0	23.7
Lokal flomanalyse 22.22 Søgne				
Findata	503	7.5	1291	19.4
Døgndata med kulminasjonsfaktor	472	7.1	1131	17.0
Lokal flomanalyse 22.16 Myglevatn				
Findata	342	5.1	737	11.1
Døgndata med kulminasjonsfaktor	327	4.9	655	9.8
Lokal flomanalyse 19.107 Lilleelv				
Findata	339	5.1	817	12.3
Døgndata med kulminasjonsfaktor	318	4.8	837	12.6
Lokal flomanalyse 19.80 Stigvassåi				
Findata	653	9.8	1827	27.4
Døgndata med kulminasjonsfaktor	678	10.2	1985	29.8

Resultatene fra flomanalysen for Myglevatn og Lilleelv gir de laveste flomverdiene, PQRUT gir lignende resultater som flomanalysen for Søgne, mens RFFA-NIFS og flomanalysen fra Stigvassåi gir de høyeste flomverdiene. Det velges å se bort ifra de laveste flomverdiene fra Myglevatn og Lilleelv for å være konservativ. Ved bruk av flomanalysen fra Søgne kan flommen i Sangbekken underestimeres, da feltet til Søgne er svært mye større enn Sangbekken. Feltet til Stigvassåi ligner på feltet til Sangbekken, men har mindre effektiv sjøprosent, som gjør at feltet ikke får like stor flomdemping som Sangbekken. Det vurderes at PQRUT og RFFA-NIFS gir gode estimater på flomstørrelsen, og det velges å bruke en flomstørrelse som ligger mellom disse resultatene og flomanalysen på Stigvassåi, på 25 m³/s (1655 l/s/km²). Dette ligger i midtre sjiktet av erfaringstallene for 200-årsflom på Sør- og Vestlandet (700-4000 l/s/km²).

200-årsflommen blir:

Q200= 25 m³/s * 1,3 (klimafaktor) = 33 m³/s (2150 l/s*km²).

5 Hydraulisk modellering

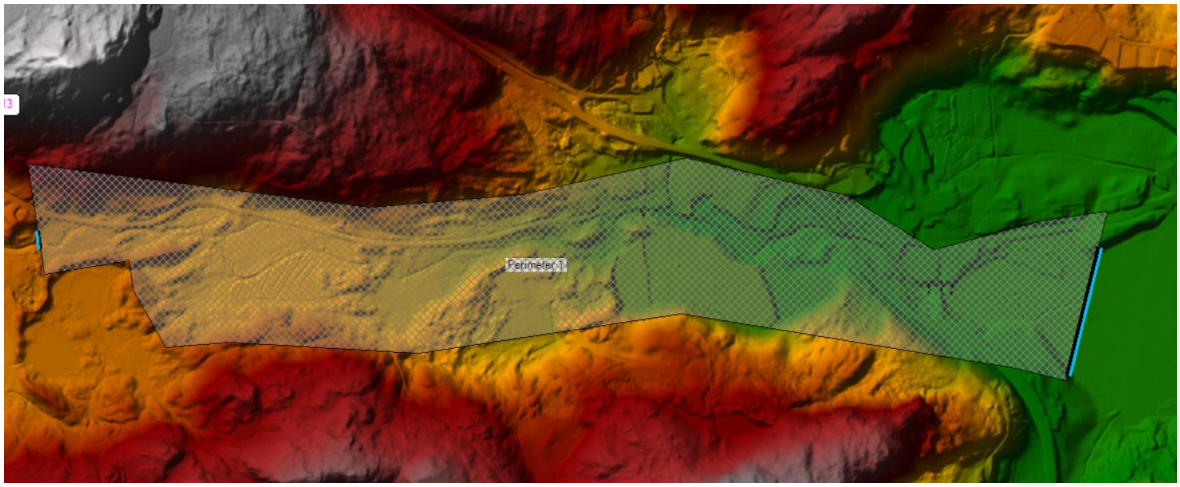
5.1 Modellverktøy

Det er benyttet det hydrauliske dataprogrammet HecRas 6.6 for beregning av vannstander i elva. Det er benyttet en todimensjonal metodikk for beregningen.

Det er definert et innløp og ett utløp i modellen, der øvre grensebetingelse er satt så langt unna at den ikke påvirker vannstanden ved brua, mens nedre grensebetingelse er satt i Skarpenglandsvann. Ved innløpet til modellen er det benyttet en vannføring for 200-årsflom (med klimafaktor). Ved utløpet er det satt nedre grensebetingelse lik antatt vannstand i Skarpenglandsvann.

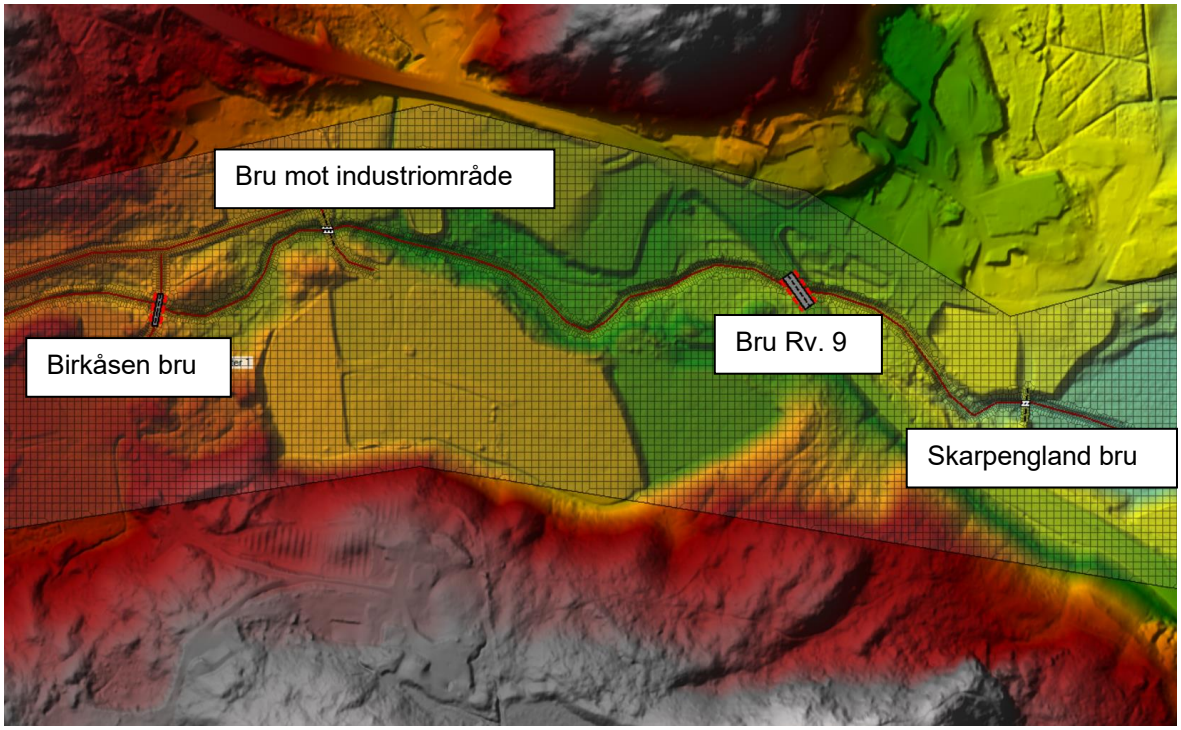
Vannstrømningen påvirkes av friksjonsforhold, altså ruheten til overflaten til elvebunnen. Dette varierer etter type underlag og utforming på elveløpet. Benyttet ruhet i modellen (Manning's n) er på 0,045, mens det i skogen rundt elva er satt til 0,02. Området er ikke befart, og ruheten i elva er derfor et konservativt anslag.

Den hydrauliske modellen baserer seg på et rutenett, der det gjøres beregninger i hver enkelt rute. Rutestørrelsen er satt fra 1*1 meter langs senterlinjen av elveløpet. Terrengmodellen er etablert ved bruk av terrengdata fra Høydedata fra 2017. Terrengmodellens oppløsning er på 0.25*0.25m med høydereferanse NN2000. Figur 5-1 viser et oversiktsbilde over modelleringsområdet.



Figur 5-1. Modellområde i Hec-Ras

Bruene, samt terrenget noe oppstrøms og nedstrøms hver bru er mål inn som profillinjer med flere målepunkter i hvert profil. Terrenget er derfor endret i en lengde på 30-40 meter opp- og nedstrøms bruene, og i elveløpet mellom hver bru, samt et stykke oppstrøms og nedstrøms første og siste bru, er elveløpet som ligger under vann ved normalvannføring senket med ca. 20cm basert på innmålingene som er gjort ved bruene. Terrengsenkningen er et konservativt anslag, og kan i realiteten være noe større i dybde og utbredelse.



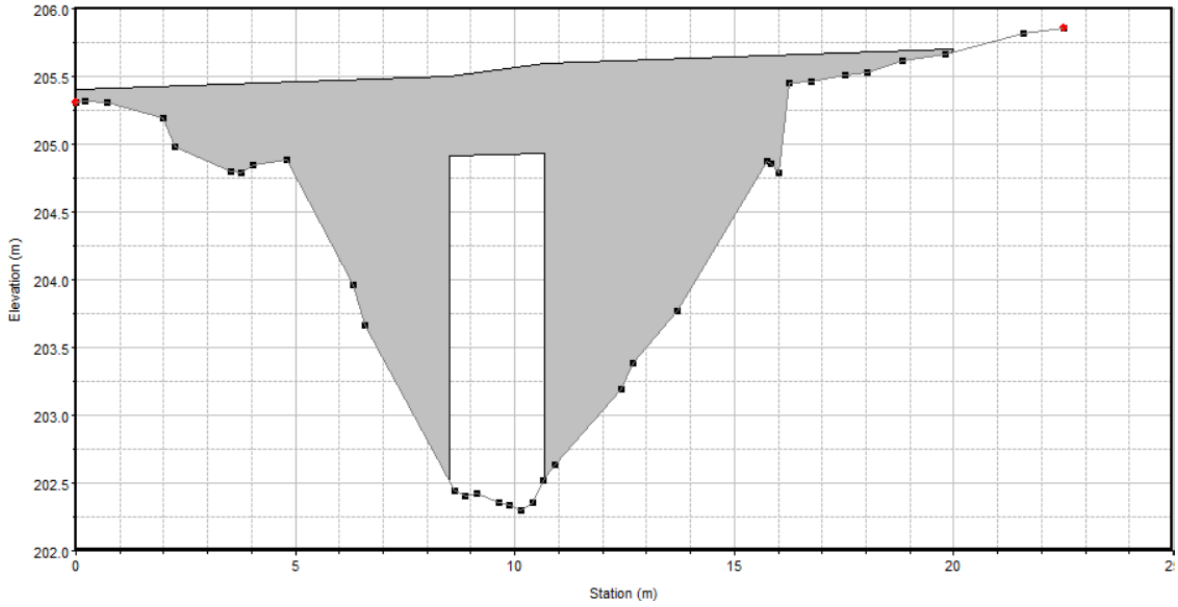
Figur 5-2: De fire bruene som er med i modellen.

Birkåsen bru:

Birkåsen bru er den første brua telt fra oppstrøms. Bru er rektangulær med bredde på ca. 2,2 meter, en maksimal høyde på 2,6 meter og en lengde på ca. 4 meter. Figur 5-3 viser et bilde av brua nedstrøms, mens Figur 5-4 viser brua som er lagt inn i HecRas modellen.



Figur 5-3. Birkåsen bru (nedstrøms)



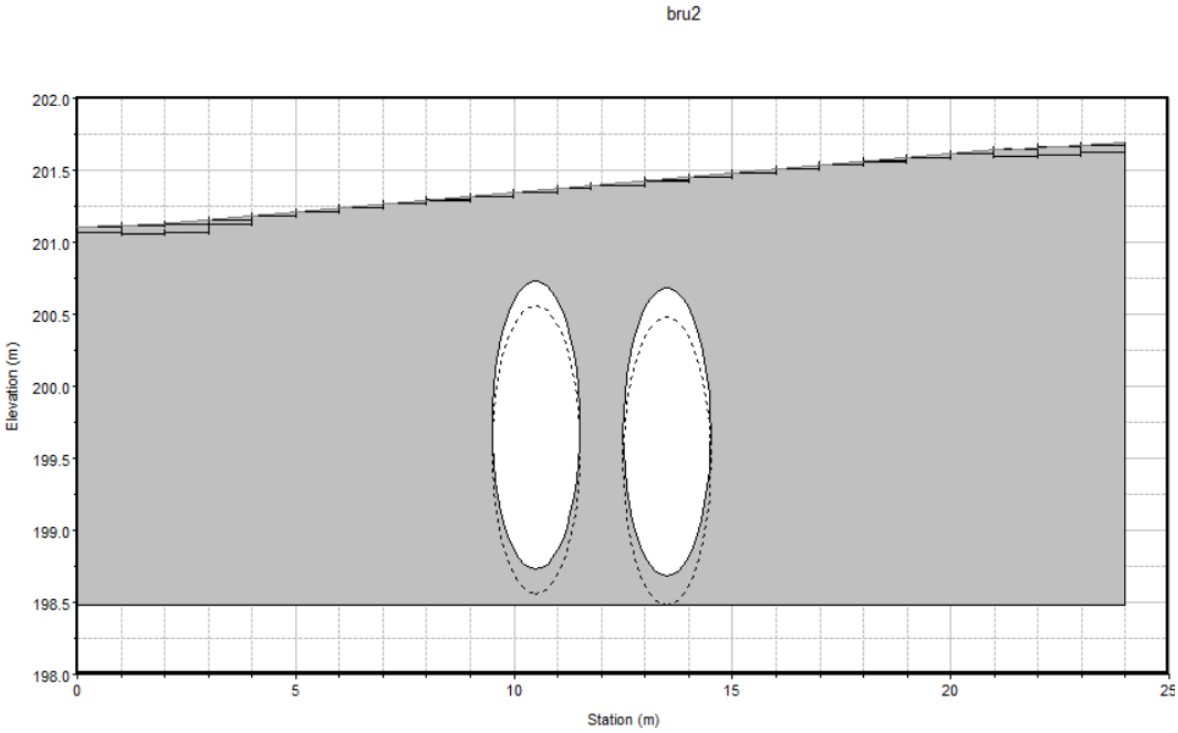
Figur 5-4. Birkåsen bru i HecRas (nedstrøms)

Bro til Øvrebø industriområde

Brua til Øvrebø industriområde er den andre brua telt fra oppstrøms. Brua består av to sirkulære kulverter med diameter 2000mm og en lengde på ca. 8 meter. Figur 5-5 viser et bilde av brua oppstrøms, mens Figur 5-6 viser brua som er lagt inn i HecRas modellen.



Figur 5-5. Bru til Øvrebø industriområde (oppstrøms)



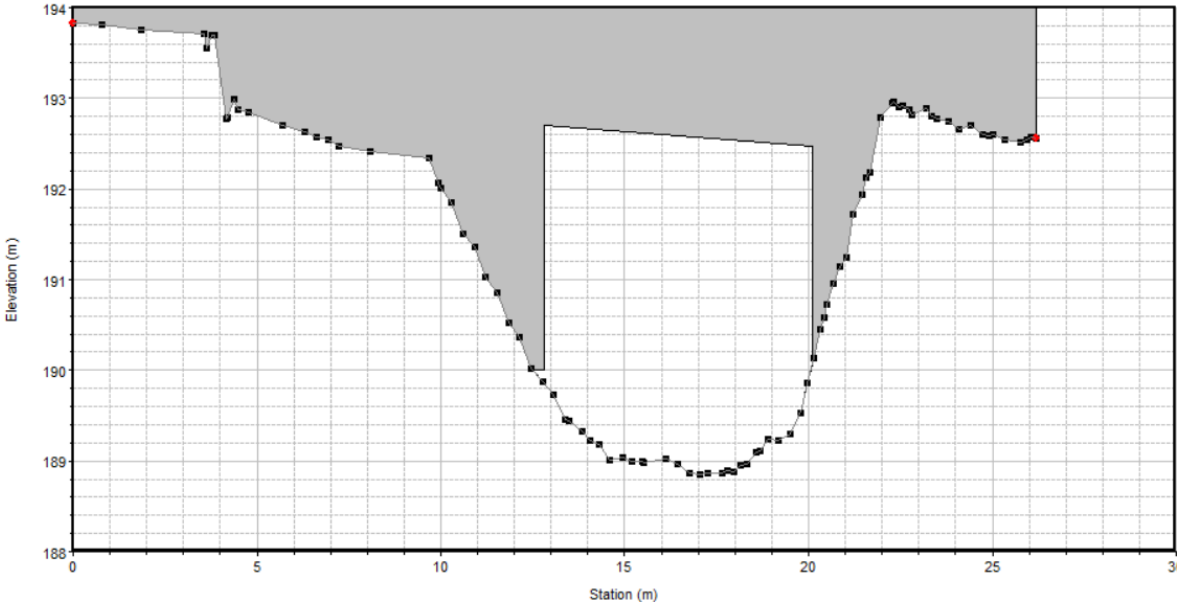
Figur 5-6. Bru til Øvrebø industriområde i HecRas (oppstrøms)

Bru – Rv. 9 Setesdalveien

Brua over Rv. 9 er den tredje brua telt fra oppstrøms. Brua er rektangulær med bredde på ca. 7,2 meter, en maksimal høyde på 3,9 meter og en lengde på ca. 10,9 meter. Figur 5-7 viser et bilde av brua nedstrøms, mens Figur 5-8 viser brua som er lagt inn i HecRas modellen.



Figur 5-7. Bru over Rv.9 (nedstrøms)



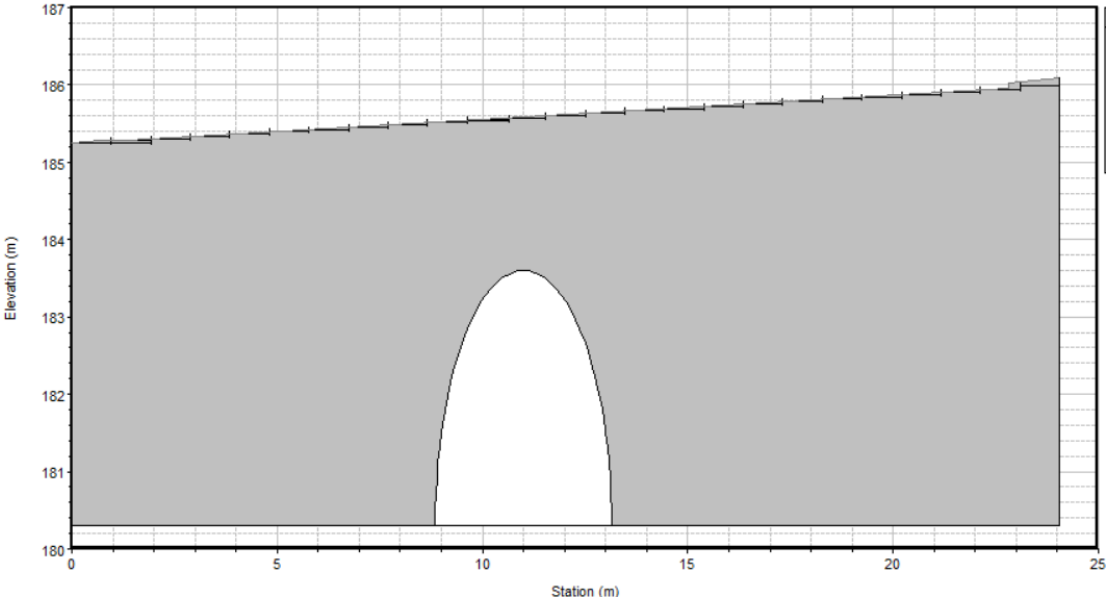
Figur 5-8. Bru over Rv. 9 i HecRas (nedstrøms)

Skarpengland bro

Skarpengland bru er den fjerde brua telt fra oppstrøms. Brua er buet i formen med en bredde nederst på 4,3 meter, en høyde på midten på 3,3 meter, og en lengde på 5,9 meter. Figur 5-9 viser et bilde av brua oppstrøms, mens Figur 5-10 viser brua som er lagt inn i HecRas modellen. Brua er lagt inn som en buet bru basert på høyden og bredden, men selve bueformen kan avvike noe fra innmålingene.



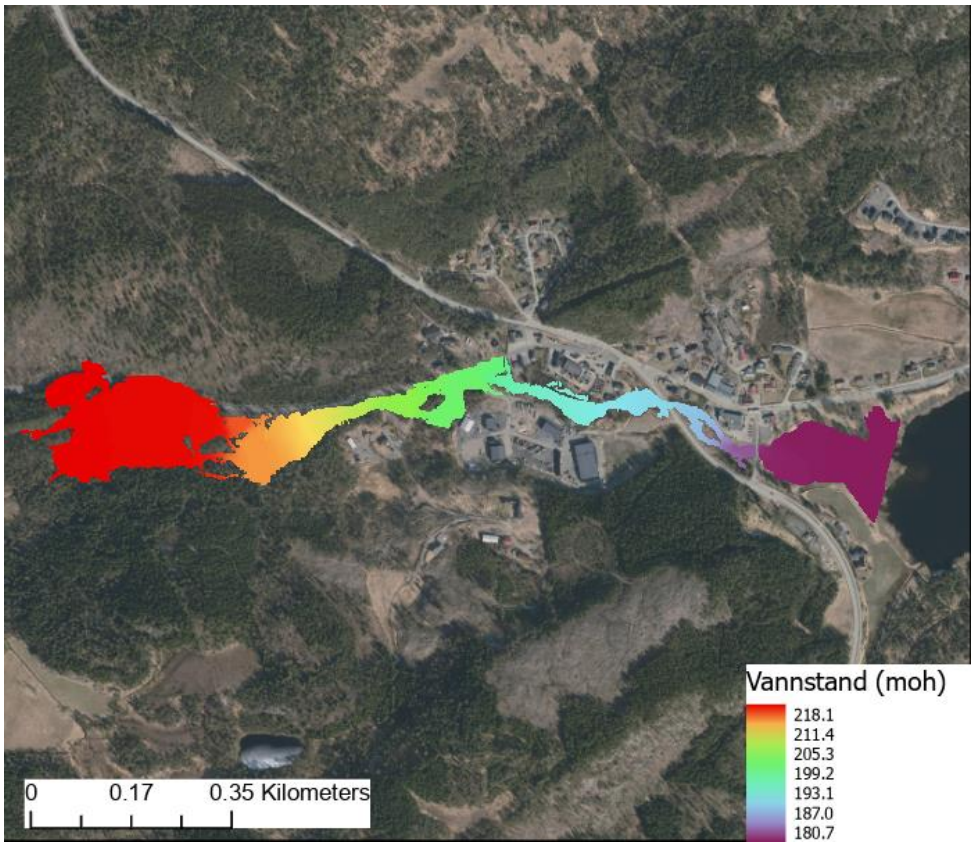
Figur 5-9. Skarpengland bru (oppstrøms)



Figur 5-10. Skarpengland bru i HecRas (oppstrøms)

5.2 Flomsone for 200-årsflom

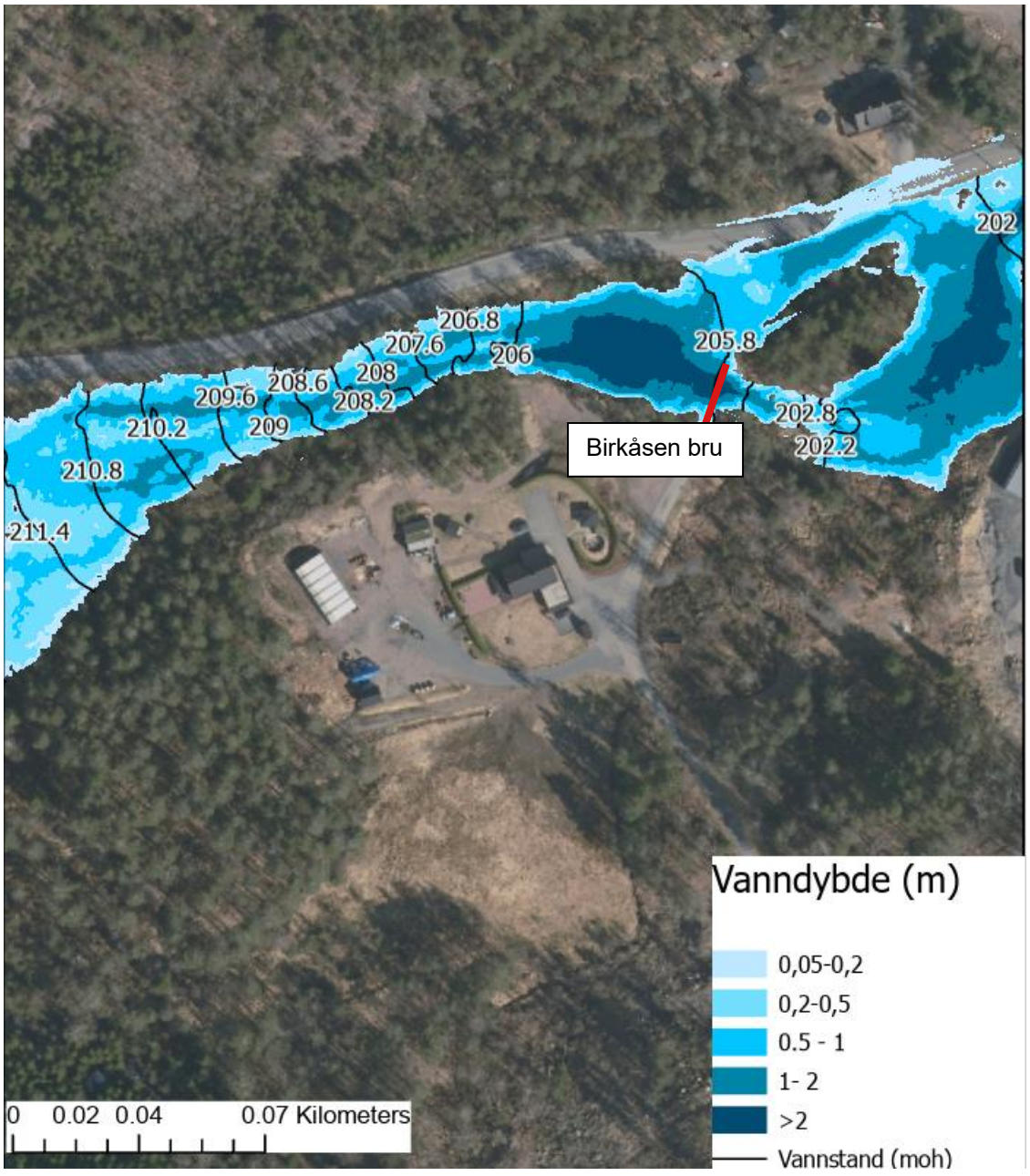
Flomsonen for Sangbekken er gitt i Figur 5-11. Flomsonen er delt opp i flere områder videre i Figur 5-12 til Figur 5-15, som viser mer detaljerte flomsoner og vanndybder.



Figur 5-11. Flomsone Sangbekken, 200-årsflom

Strekning 1: Birkåsen bru

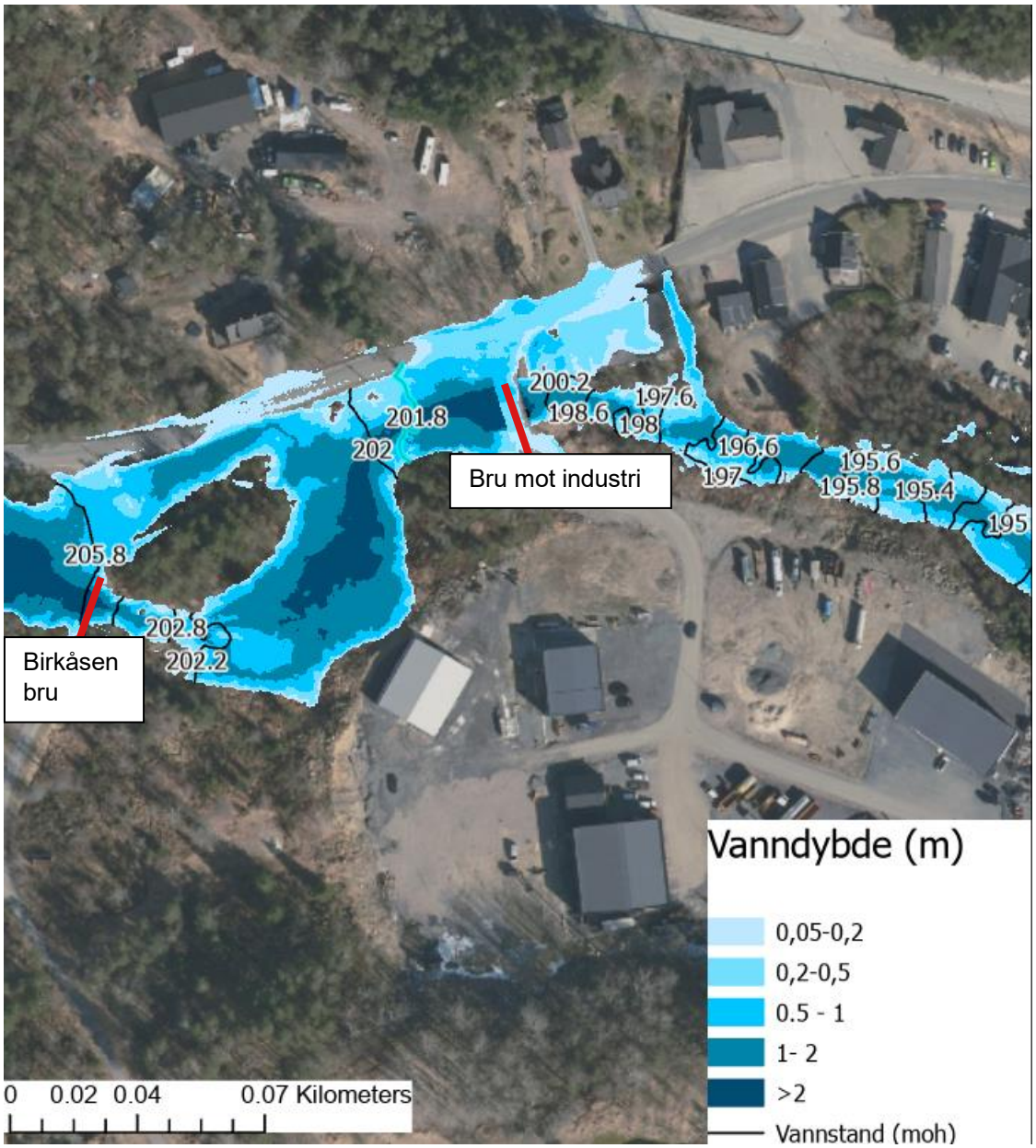
Brua har ikke god nok kapasitet og vannet renner over Birkåsen ved brua og nordover, og også over Øvrebøvegen. Flomvannstanden rett oppstrøms brua ligger på 206 moh, som er 1 meter over underdekket til brua, og opp til 80 cm over Birkåsveien.



Figur 5-12. Flomsone ved Birkåsen bru

Strekning 2: Brua mot industriområdet

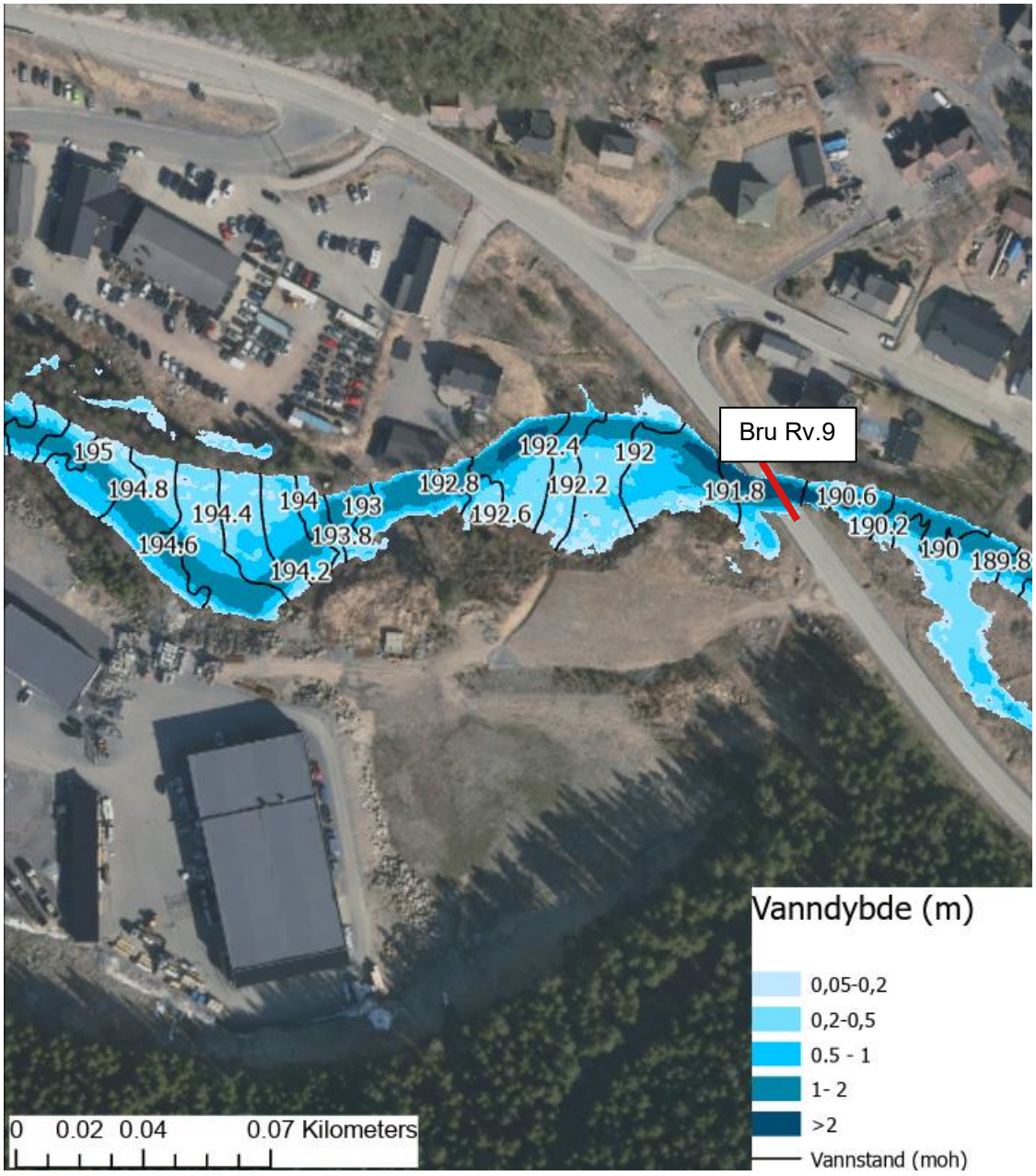
Brua til industriområdet har ikke god nok kapasitet og vannet renner over veien til industriområdet, og over Øvrebøvegen. Flomvannstanden rett oppstrøms brua ligger på 201,9 moh, som er 1,2 meter over underdekket til brua, og opp til 60 cm over veien.



Figur 5-13. Flomsone ved brua mot industriområdet

Strekning 3: Brua over Rv. 9

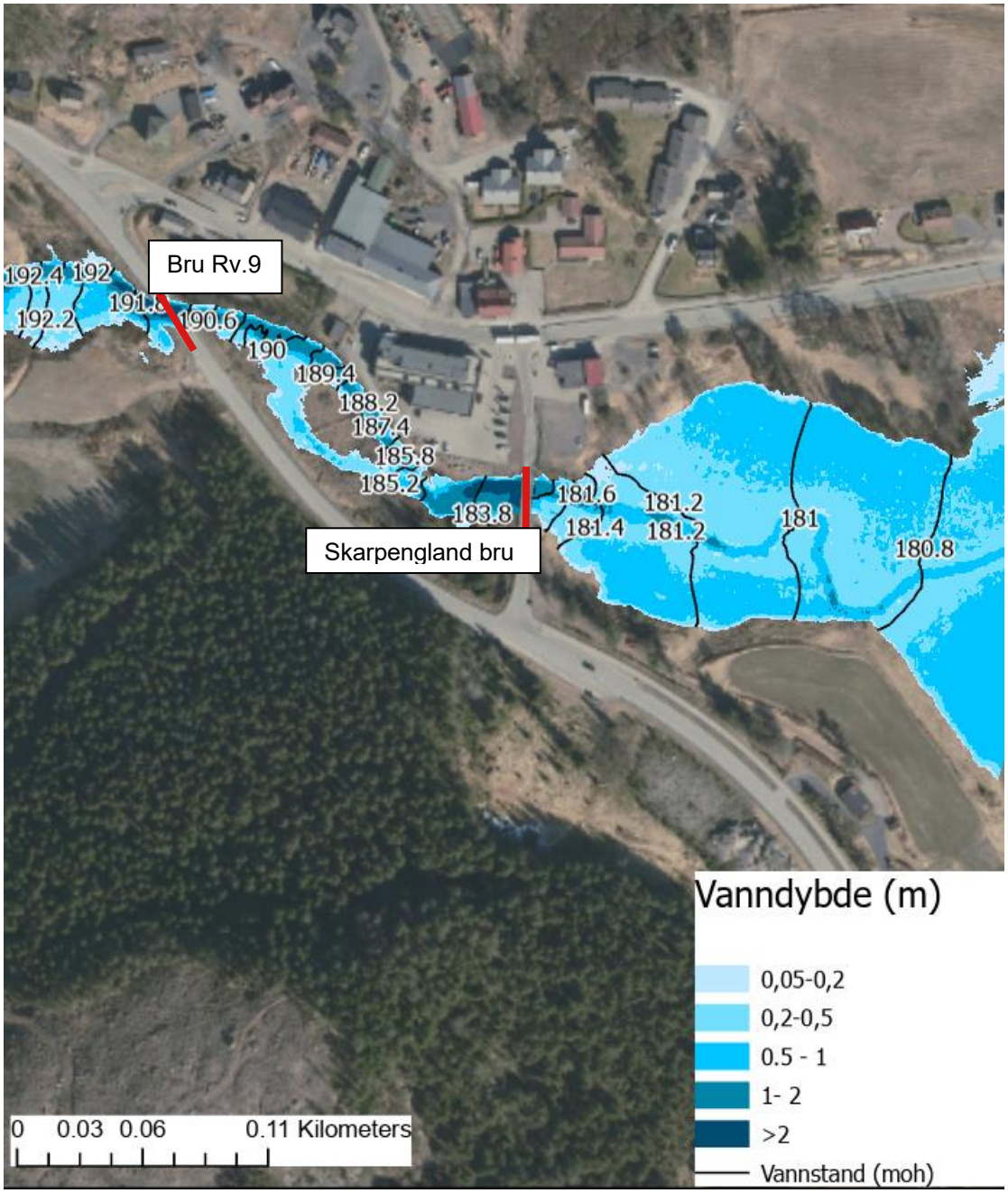
Brua over Rv. 9 har god nok kapasitet til å lede unna flomvannet uten at veien overtoppes. Flomvannstanden rett oppstrøms brua ligger på 191,8 moh, som er 0,6-0,9 meter under underdekket til brua. Brua tilfredsstiller dermed også krav om 0,5 meter fribord til dimensjonerende flomvannstand, gitt av N400 (Statens vegvesen, 2025).



Figur 5-14. Flomsone ved brua over Rv. 9

Strekning 4: Skarpengland bru

Skarpengland har god nok kapasitet til å lede unna flomvannet uten at veien overtoppes. Flomvannstanden rett oppstrøms brua ligger på 183,9 moh, som er 30 cm over underdekket til brua. Vannet renner ikke over veien, men brua tilfredsstiller ikke krav om 0,5 meter fribord til dimensjonerende flomvannstand, gitt av N400 (Statens vegvesen, 2025).



Figur 5-15. Flomsone ved Skarpengland bru

6 Sensitivitetsanalyse

Det er utført en sensitivitetsanalyse i henhold til NVEs veileder: Sikkerhets mot flom (NVE, 2023). Det er undersøkt to hendelser, en der vannføringen er økt med 20%, og en der ruheten (Manning's n) er økt med 20%. Dette fører til en økning i vannstand på rundt henholdsvis 5-10 cm og 10-20 cm på store deler av strekningen.

Den hydrauliske modellen settes i klasse D. Modellen er ikke tilpasset mot en målt vannlinje eller målt vannføring, men endringer i vannstanden etter følsomhetsanalyse er under 30 cm. Modellen kan justeres en klasse opp eller ned basert på en skjønnsmessig vurdering. Det foreligger noen innmålinger av elvebunn, slik at terrengmodellen vurderes som god.

Flomberegningen settes til klasse 5 etter anbefalinger fra NVEs veileder for flomberegninger (NVE, 2025). Det fins ikke vannføringsmålinger i eller nært vassdraget og de ulike beregningene viser store gradienter i spesifikk flomstørrelse.

Tabell 10-1 Klassifisering av hydraulisk modell.

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

Figur 6-1. Klassifisering av hydraulisk modell

Tabell 10-2 Klassifisering av flomberegningen.

Klasse	Klassifiseringskriterier
1	Godt hydrologisk datagrunnlag, med observasjoner i vassdraget.
2	Brukbart hydrologisk datagrunnlag, med observasjoner i eller nært vassdraget.
3	Brukbart hydrologisk datagrunnlag, men store gradienter i spesifikke flomstørrelser i området.
4	Begrenset hydrologisk datagrunnlag.
5	Begrenset hydrologisk datagrunnlag og store gradienter i spesifikke flomstørrelser i området.

Figur 6-2. Klassifisering av flomberegningen

Ved bruk av klasse 5 for flomberegninger kombinert med klasse D for den hydrauliske modellen gir dette et sikkerhetspåslag på 50% på vannføringen, gitt av Figur 6-3.

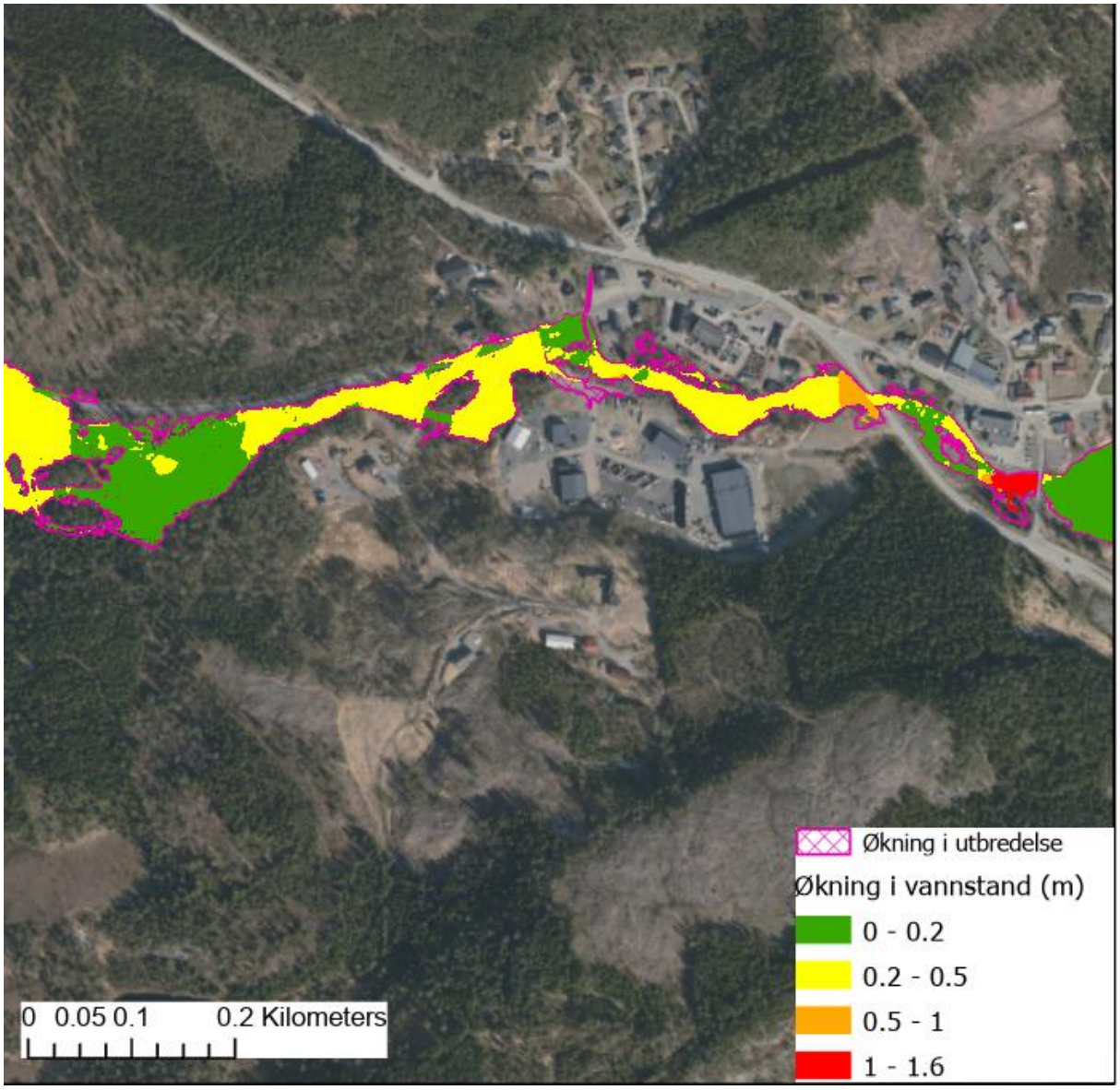
Prosentvis påslag på vannføringen

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

Klassifisering av flomberegning, tabell 10-2

Figur 6-3. Sikkerhetspåslag på vannføring

Figur 6-4 viser flomsonekartet med 50% økning i vannføring, altså 50 m³/s. Hoveddeler av elva får en økning i vannstand fra 0-0,5 meter, mens på noen områder er det opp til 1,6 meter økning. Den største økningen på 1-1,6 meter oppstår oppstrøms Skarpengland bru. Vannet vil fortsatt ikke renne over veien, men stuves opp foran brua og dermed øke i utbredelse. Økningen på 0,5-1 meter oppstår hovedsakelig oppstrøms brua over Rv. 9. Heller ikke her vil vannet renner over veien, men det stuves opp oppstrøms brua og øker dermed i utbredelse.



Figur 6-4. 200-årsflom med 50% sikkerhetsfaktor.

7 Konklusjon

Flomberegning i umålte felt har generelt en stor usikkerhet og spesielt ved høye gjentaksintervall. Det eksisterer ingen målinger i vassdraget og det er få sammenlignbare stasjoner i området. Flomberegningene er utført med flere metoder, og valgt flomstørrelse er basert på et snitt mellom flere metoder.

Det er beregnet vannstander for en 200-årsflom med klimafaktor 1,3 for Sangbekken. Dimensjonerende vannmengde er på 33 m^3/s. Det er utført en sensitivitetsanalyse, der kvaliteten på flomberegningen og den hydrauliske modellen medfører en ekstra sikkerhetsfaktor på 1,5. Dette gir en dimensjonerende vannmengde på 50 m^3/s.

Flomberegningen viser kapasitetsproblemer langs bekken som fører til at flere områder blir oversvømt ved flom. Hovedsakelig er det problemer med Birkåsen bru og brua til industriområdet som skaper de største oversvømmelse, blant annet av Øvrebøvegen.

Til praktisk bruk, for eksempel i forbindelse med arealplansaker og byggesaker, bør man legge til grunn flomsonen med sikkerhetsfaktor.

8 Referanser

NVE. (2016). *Klimaendring og fremtidige flommer i Norge.*
NVE. (2023). *Sikkerhet mot flom.* Oslo: NVE.
NVE. (2025). *Veileder for flomberegninger.* Oslo: NVE.
Statens vegvesen. (2025). *N400 Bruprosjektering*.