

Aker Horizons Asset Development Unit (AAD)

## ► Flomvurdering Ballangseira

Oppdragsnr.: 52205107 Dokumentnr.: NOBA-104-HSE-REP-00001 Versjon: IFR02 Dato: 2022-12-16



Flomvurdering Ballangseira

Oppgavenr.: 52205107 Dokumentnr.: NOBA-104-HSE-REP-00001 Versjon: IFR02

**Oppdragsgiver:** Aker Horizons Asset Development Unit (AAD)  
**Oppdragsgivers kontaktperson:** Marija Jovanovic  
**Rådgiver:** Norconsult AS, Vestfjordgaten 4, NO-1338 Sandvika  
**Oppdragsleder:** Dejan Doder  
**Fagansvarlig:** Jon Olav Stranden, Henrik Opaker  
**Andre nøkkelpersoner:** Kuganesan Sivasubramaniam

IFR02	2022-12-16	Revidert med PMF	Kuganesan Sivasubramaniam	Jon Olav Stranden Henrik Opaker	Dejan Doder
IFR01	2022-04-04	Utstedt for gjennomgang	Kuganesan Sivasubramaniam	Jon Olav Stranden Fiskum Gunnar	Dejan Doder
<b>Versjon</b>	<b>Dato</b>	<b>Beskrivelse</b>	<b>Utarbeidet</b>	<b>Fagkontrollert</b>	<b>Godkjent</b>

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

## ► Sammen drag

Norconsult AS er engasjert av Aker Horizons Asset Development Unit (AAD) for flomvurdering i Kiselva i forbindelse med utbygging av et produksjonsanlegg for hydrogen og ammoniakk i Ballangseira i Narvik kommune (andre grønne næringer vurderes også). Produksjonsanlegget for hydrogen og ammoniakk vil lagre en stor mengde ammoniakk og hydrogen; derfor er den definert å høre inn under Seveso III-direktivet. I henhold til TEK17 § 7-2 skal anlegget plasseres utenfor et potensielt flomfareområde i henhold til gjeldende regelverk.

I rapporten er flomutbredelse ved påregnelig maksimal flom (PMF) presentert. NVE mente tidligere at PMF skulle være gjeldene for bygninger og infrastruktur av kritisk betydning eller risiko. Dette har NVE senere gått tilbake på, og gjeldene krav til sikkerhet mot flom er for gjentaksintervall på 1000 år.

Størrelsen på 1000-årsflommen for Kiselva bestemmes ved hjelp av flomfrekvensanalyse av observerte flomdata ved målestasjoner og nasjonale flomformler (NIFS). PMF for Kiselva er estimert ved å bruke påregnelig maksimal nedbør (PMP) som input til nedbørs-avrenningsmodellen, PQRUT. Kulminasjonsverdi ved PMF, inkludert utløp fra Bjørkåsen vannkraftverk, for Kiselva ved utløpet til fjorden er beregnet til 79,3 m<sup>3</sup>/s.

En hydraulisk modell av vassdraget settes opp ved hjelp av dataprogrammet HEC-RAS 6.1. Resultatene av den hydrauliske modelleringen er presentert på et flomoversvømmelseskart, vedlagt denne rapporten.

De hydrauliske modelleringsresultatene indikerer at det foreslåtte prosjektområdet for hydrogen- og ammoniakkproduksjonsanlegg på Ballangseira ikke vil bli utsatt for en påregnelig maksimal flomhendelse. Dette forutsetter at høyden på prosjektområdet er over 6,0 moh. Områder nær elven vil imidlertid bli oversvømmet under en flom.

Maksimal PMF-vannstand i prosjektområdet, nedstrøms bru Ballangselv, er 5,74 moh. Stormflohøyden med en returtid på 1000 år med klimafaktor for sikkerhetsklasse 3 i TEK17 er 3,45 m. Høyder henvises til referansesystemet NN2000. PMF-flom er kritisk sammenlignet med en 1000-års stormflohøyde på prosjektområdet i Ballangseira langs Kiselva. Stormflohøyden er imidlertid kritisk langs kysten i Ballangenfjorden og ved elveutløpet i fjorden.

I henhold til gjeldende regelverk skal Seveso III-objekter plasseres utenfor den beregnede flomsonen. Det kan bemerkes at vanndybden i elveløpet langs prosjektområdet er stor (mer enn 5 m for PMF). Derfor må prosjektet ta hensyn til erosjon og grunnstabilitetsproblemer i tillegg til å sikre et flomsikkert nivå i prosjektområdet.

## Innhold

<b>1</b>	<b>Innledning</b>	<b>5</b>
1.1	Beskrivelse av nedbørfelt	6
<b>2</b>	<b>Beregning av flomstørrelser</b>	<b>9</b>
2.1	Målestasjoner	9
2.2	Vurdering av årsmiddeltilslig	10
2.3	Sesongvariasjon	11
2.4	Flomfrekvensanalyse	12
2.5	Observerte flommer	13
2.6	Beregning av momentanflom	13
2.7	Formelverk RFFA-NIFS for små nedbørfelt	14
2.8	1000-års flom og klimapåslag	15
<b>3</b>	<b>Påregnelig maksimal flom (PMF)</b>	<b>17</b>
3.1	Påregnelig maksimal nedbør (PMP)	17
3.2	Snøsmelting	17
3.3	Flommodell, PQRUT	19
3.4	Vurdering av PMF	22
3.5	PMF-verdier brukt i modellen	22
<b>4</b>	<b>Hydraulisk modell</b>	<b>23</b>
4.1	Beregningsmodell	23
4.2	Grensebetingelser	24
4.3	Infrastruktur i modellen	26
<b>5</b>	<b>Resultater</b>	<b>28</b>
5.1	Vurdering av PMF i små bekker	30
5.2	Sensitivitetsanalyse	33
5.3	Vurdering av tilstopping av kulvert (B1)	34
<b>6</b>	<b>Diskusjon</b>	<b>35</b>
<b>7</b>	<b>Referanser</b>	<b>36</b>
<b>8</b>	<b>Vedlegg</b>	<b>37</b>



# 1 Innledning

I forbindelse med utbygging av et hydrogen og ammoniakkanlegg på Ballangseira i Narvik kommune er Norconsult AS engasjert av Aker Horizons Asset Development Unit (AAD) for utførelse av en flomvurdering. Vurderingen er knyttet til Kiselva som renner forbi planområdet til Ballangenfjorden (se Figur 1 og Figur 2).

Hydrogen- og ammoniakkanlegg vil lagre store mengder ammoniakk og hydrogen; derfor er det definert som et Seveso III-anlegg. Siden flom på området potensielt kan få store konsekvenser, vil flomsikring av anlegget være samfunnsmessig viktig. Hydrogen- og ammoniakkanlegg faller inn under sikkerhetsklasse F3 i TEK17, med krav om dimensjonering til flom med 1000 års gjentakintervall [8].

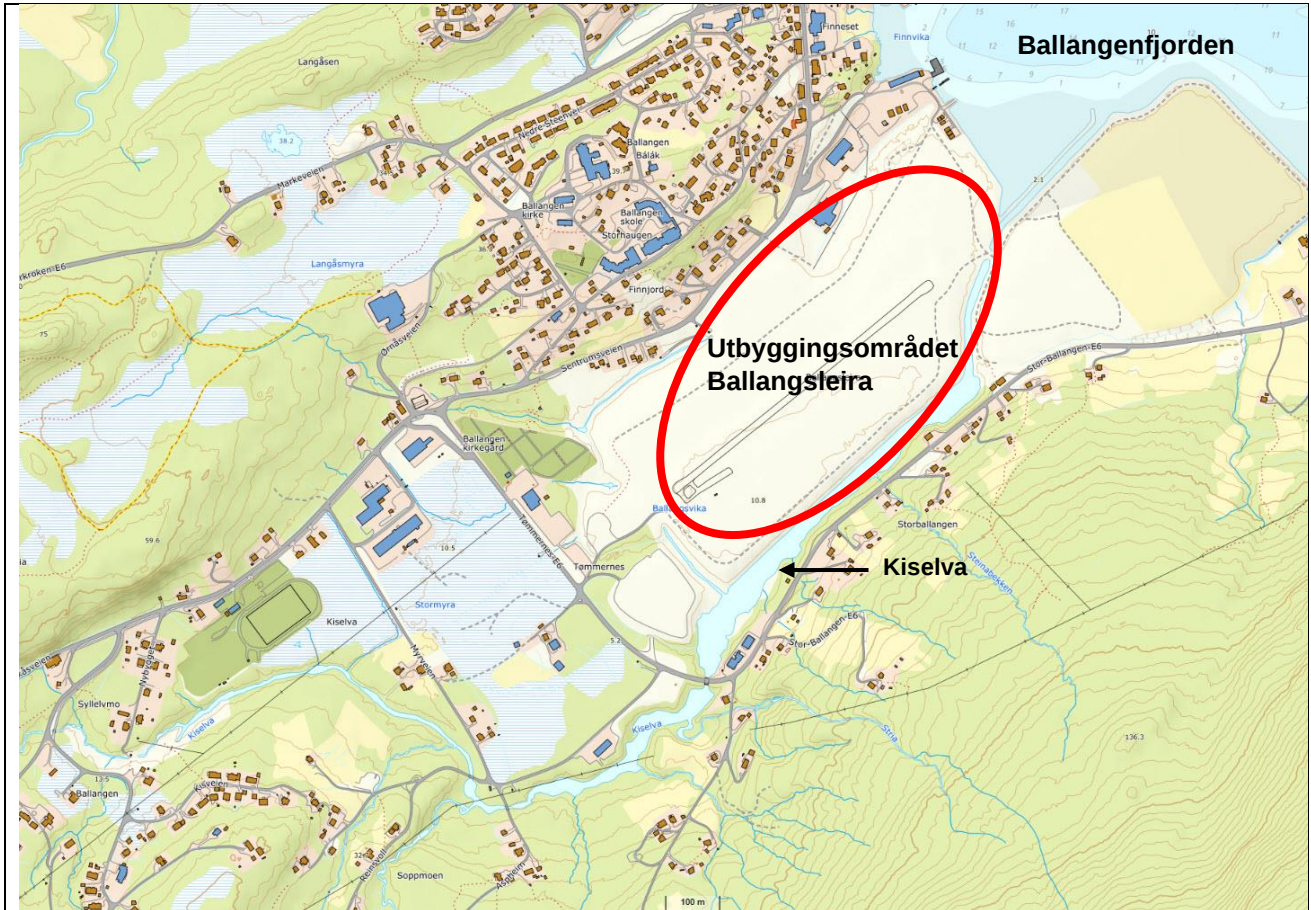
I rapporten er flomutbredelse ved påregnelig maksimal flom (PMF) presentert. NVE mente tidligere at PMF skulle være gjeldene for bygninger og infrastruktur av kritisk betydning eller risiko. Dette har NVE senere gått tilbake på, og gjeldene krav til sikkerhet mot flom er for gjentakintervall på 1000 år.

Plasseringen av Ballangen og det aktuelle planområdet på Ballangseira er vist i Figur 1 og Figur 2.



Figur 1: Oversiktskart med markering av Ballangen i Narvik kommune i Nordland fylke.





Figur 2: Oversiktskart med markering av det aktuelle utbyggingsområdet på Ballangseira.

### 1.1 Beskrivelse av nedbørfelt

Flomvurderingen i denne rapporten er knyttet til Kiselva i det aktuelle utbyggingsområdet. Det totale nedbørfeltet er 10,2 km<sup>2</sup> ved elveutløpet inn i fjorden (se Figur 3).

Nedbørfeltet består hovedsakelig av skog (~ 65%) og fjellområder. Nøkkeldata for nedbørfeltet presenteres i Tabell 1, mens en oversikt over nedbørfeltet vises i Figur 3. Nedbørfeltdata fra NEVINA er vist i vedlegg 2.

Som vist i Figur 3 utnytter vannkraftverket Bjørkåsen vannet fra nabonedbørfeltet og utløpet fra kraftstasjonen skjer til Kiselva oppstrøms prosjektområdet. Kraftverket fører dermed vann inn i Kiselva i planområdet. Vannkraftverkets maksimale utslipp er 5,7 m<sup>3</sup>/s [8].

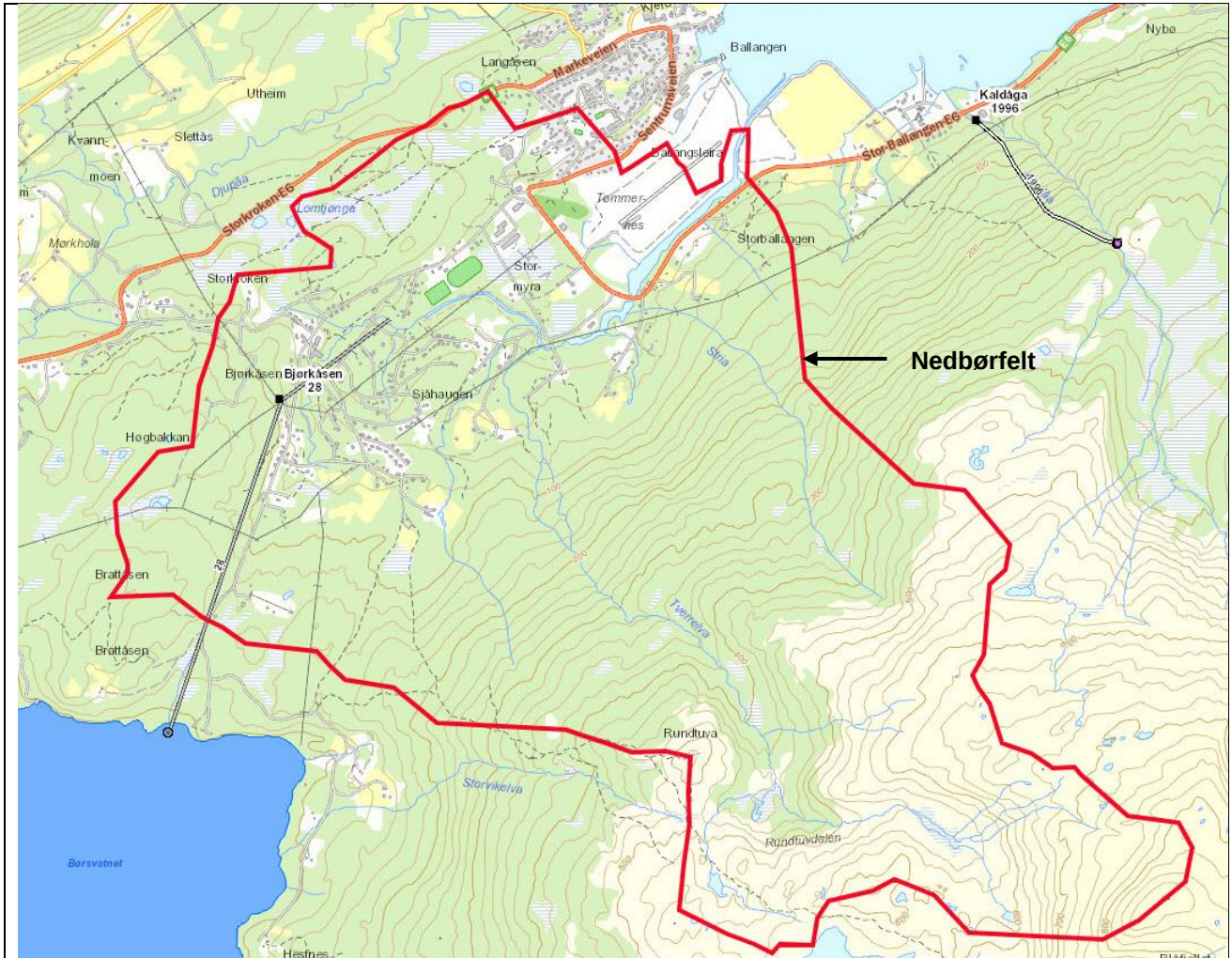
Tabell 1: Nøkkeldata for nedbørfelt

Nedbørfelt	Areal (km <sup>2</sup> )	Eff. sjø (ASE) %	Høyde min-med-maks (moh.)	QN (l/s/km <sup>2</sup> )
Kiselva ved utløpet i fjorden	10.2	0	4 – 157 - 879	31



Flomvurdering Ballangsløira

Oppgavenr.: 52205107 Dokumentnr.: NOBA-104-HSE-REP-00001 Versjon: IFR02



Figur 3: Nedbørfelt til Kiselva ved utløpet i fjorden.

For flomvurdering av Kiselva på Stormyra er det gjort beregninger i flere punkter i Kiselva. Karakteristika for beregningspunktene er presentert i Tabell 2, mens en oversikt over de tilhørende nedbørfeltene er vist i Figur 4. Se vedlegg 2 for nedbørfeltdata fra NEVINA.

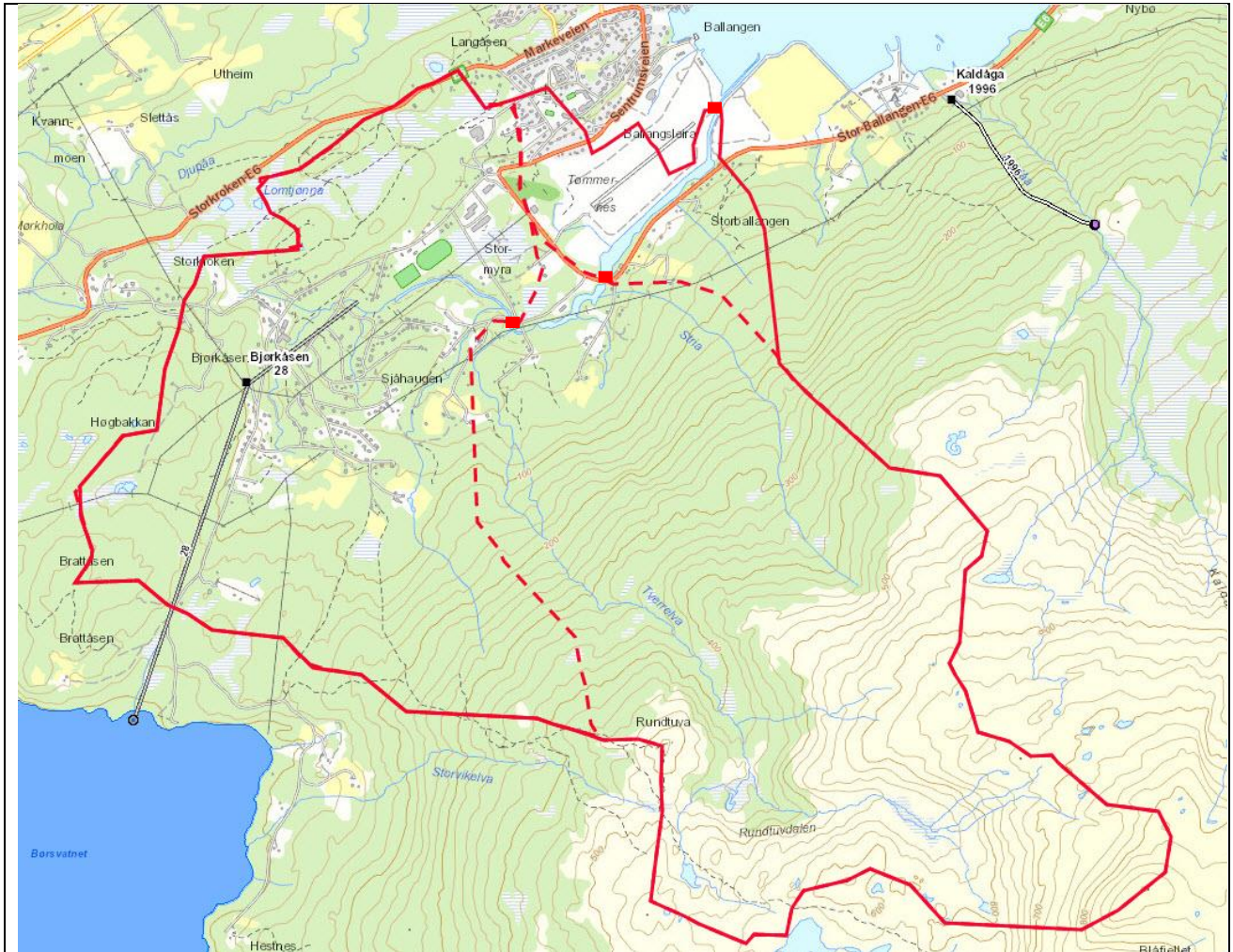
Tabell 2: Nøkkeldata for nedbørfelt, Kiselva.

Nedbørfelt	Areal (km <sup>2</sup> )	Eff. sjø (ASE) %	Høyde min-med-maks (m o.h.)	QN (l/s/km <sup>2</sup> )
Kiselva ved bru på Sjømoveien	4.0	0.0	10 – 86 - 450	24
Kiselva ved bru på Tømmernes-E6	9.4	0.0	9 – 194 - 879	32



Flomvurdering Ballangseira

Oppgavnr.: 52205107 Dokumentnr.: NOBA-104-HSE-REP-00001 Versjon: IFR02



Figur 4: Nedbørfelt, Kiselva.

## 2 Beregning av flomstørrelser

### 2.1 Målestasjoner

I denne rapporten er utvalgte målestasjoner benyttet i flomfrekvensanalyse. En oversikt over målestasjoner er gitt i Tabell 3 og plassering er vist i Figur 5. Målestasjonene er valgt ut fra geografisk nærhet til vassdraget og likhet med nedbørfeltene.

Målestasjonene som brukes til flomfrekvensanalyse har mer enn 40 år lange observasjoner med unntak av 174,11 Taraldsvikelv (25 år) og 168,2 Mørsvikbru (36 år).

Den siste kolonnen i Tabell 3 indikerer kvaliteten på observasjoner ved målestasjoner for store vannføringer (flom) og normal vannføring (spredning på 25 -75 %) som angitt i NVEs HYDRA II-database.

Tabell 3: Målestasjoner benyttet i flomberegning.

Målestasjon	Feltareal (km <sup>2</sup> )	Periode	Høyde (moh.) (min-med-maks)	Eff. Sjø (%)	Kvalitet (Stor / Normal vannføring)
172.7 Leirpoldvatn	18.7	1971 - 2021	25-216-964	4.31	Middels / Veldig bra
172.8 Rauvatn	21.2	1978 - 2020	472-632-1001	5.15	Veldig dårlig / Bra
174.3 Øvstevatn	28.4	1925 - 2021	275-727-1541	0.90	Bra / Bra
174.11 Taraldsvikelv	2.8	1994 - 2021	292-752-1262	0.00	Bra / Veldig bra
177.4 Sneisvatn	29.3	1917 - 2021	18-302-970	2.27	Dårlig / Veldig bra
168.2 Mørsvik bru	31.2	1986 -2021	76-367-1094	4.28	Bra / Veldig bra
178.1 Langvatn	18.4	1954 - 2021	27-356-1091	6.29	Middels / Veldig bra
189.3 Tennevikvatn	85.4	1979-2021	40-315-1298	3.26	Dårlig / Middels
168.1 Storvatn	71.3	1917 - 2021	56-453-1170	9.41	Middels / Veldig bra
167.2 Sørfjordvatn	109.3	1917 - 1989	82-622-1324	7.88	Veldig bra / Veldig bra





Figur 5: Oversiktskart med markering av utvalgte målestasjoner.

## 2.2 Vurdering av årsmiddeltilsig

Ifølge NVEs avrenningskart for 1961-1990 er middeltilslaget til nedbørfeltet til Kiselvas  $31 \text{ l}/(\text{s} \cdot \text{km}^2)$ .

I analysen har de hydrologiske dataene fra målerne i området blitt brukt som grunnlag for observert gjennomsnittlig årlig avrenning.

I Tabell 4 sammenlignes den observerte årlige gjennomsnittlige avrenningen med verdier fra NVEs avrenningskart for hver målestasjon. Merk at avrenningskartet gir verdier for perioden 1961-1990, mens observasjonene er for perioden målestasjonene er i drift.

For de fleste målestasjonene gir NVEs avrenningskart for 1961-1990 nesten det samme som observerte verdier. Forskjellen er mindre enn 5 %, bortsett fra ved 189,3 Tennevikvatn (+ 14 %), 168,2 Mørsvik bru (+ 9 %) og 178,1 Langvatn (-12 %). Vi har derfor valgt å beholde verdien fra NVEs avrenningskart for gjennomsnittlig årlig avrenning ved Kiselva.

Avrenningskartet gir gjennomsnittlig årlig avrenning for Kiselva på 31 l/s/km<sup>2</sup>, som virker relativt lav. Ser vi på tabell 4, er observert årlig avrenning ved nærliggende målestasjoner i området 40-55 l/s/km<sup>2</sup>.

Tabell 4: Sammenligning av observerte middelvanntføringer med verdier fra NVEs avrenningskart (NEVINA) for målestasjoner.

Målestasjon	Periode	Midlere spesifikk avrenning QN (l/s/km <sup>2</sup> )		Forhold QN1/QN
		Fra avrenningskart NEVINA, QN1 (1961-1990)	Fra målestasjon QN	
172.7 Leirpoldvatn	1971 - 2021	52.0	54.7	1.05
172.8 Rauvatn	1978 - 2020	45.9	44.9	0.98
174.3 Øvstevatn	1925 - 2021	43.2	40.7	0.94
174.11 Taraldsvikelv	1994 - 2021	46.6	47.5	1.02
177.4 Sneisvatn	1917 - 2021	94.2	94.1	1.00
168.2 Mørsvik bru	1986 -2021	53.5	58.2	1.09
178.1 Langvatn	1954 - 2021	73.6	64.8	0.88
189.3 Tennevikvatn	1979-2021	37.5	42.8	1.14
168.1 Storstvatn	1917 - 2021	69.2	71.6	1.03
167.2 Sørfjordvatn	1917 - 1989	58.9	58.3	0.99

## 2.3 Sesongvariasjon

I flomberegninger er det vanlig å skille mellom flomsesongene (høst- og vårflo). Tabell 5 viser resultatene av 1000-årsflom, beregnet med sesonginndeling, vår (1.1 – 31.7) og høst (1.8 – 31.12). Den høyeste verdien for hver målestasjon er uthevet. Som vist i Tabell 5 dominerer årlige flommer på 6 stasjoner, høstflom på 2 stasjoner og vårflo på 2 stasjoner. Årlige flommer er videre forutsatt i flomfrekvensanalysen.

Tabell 5: 1000-årsflom (l/s/km<sup>2</sup>), beregnet med sesonginndeling.

Målestasjon	År	Vår	Høst
172.7 Leirpoldvatn	2298	2202	<b>2504</b>
172.8 Rauvatn	1134	<b>1245</b>	856
174.3 Øvstevatn	1257	<b>1280</b>	635
174.11 Taraldsvikelv	768	761	<b>905</b>
177.4 Sneisvatn	<b>1317</b>	1224	1136
168.2 Mørsvik bru	<b>1208</b>	1118	1202
178.1 Langvatn	<b>1107</b>	1027	1077
189.3 Tennevikvatn	<b>566</b>	530	564
168.1 Storvatn	<b>1078</b>	1067	1068
167.2 Sørfjordvatn	<b>1304</b>	686	1260

## 2.4 Flomfrekvensanalyse

Det er utført flomfrekvensanalyse av hydrologiske data fra målestasjonene. Estimerte middelflom, 200-årsflom og 1000-årsflom er vist i Tabell 6. Beregningene er utført ved hjelp av NVEs program for ekstremverdianalyse, «DAGUT», ved hjelp av Gumbel- og GEV-fordeling (se flomfrekvenskurver i vedlegg 3).

Tabell 6: Flomfrekvensanalyse for årsflommer utført på utvalgte vannmerker (døgnmiddel i l/s/km<sup>2</sup>)

Målestasjon	Antall år	Q <sub>M</sub> (l/s/km <sup>2</sup> )	Q <sub>200</sub> (l/s/km <sup>2</sup> )	Q <sub>1000</sub> (l/s/km <sup>2</sup> )	Q <sub>1000</sub> / Q <sub>M</sub>	Q <sub>1000</sub> /Q <sub>200</sub>	Distribusjon
172.7 Leirpoldvatn	51	862	1990	2298	2.66	1.15	GEV
172.8 Rauvatn	43	434	1001	1134	2.61	1.13	GEV
174.3 Øvstevatn	44	374	969	1257	3.36	1.30	GEV
174.11 Taraldsvikelv	25	450	739	768	1.71	1.04	GEV
177.4 Sneisvatn	105	692	1184	1317	1.90	1.11	Tilpasset (GEV+Gumbel)
168.2 Mørsvik bru	36	477	1022	1208	2.53	1.18	Gumbel
178.1 Langvatn	68	440	938	1107	2.52	1.18	Gumbel
189.3 Tennevikvatn	43	242	483	566	2.34	1.17	Gumbel
168.1 Storvatn	89	434	925	1078	2.48	1.16	GEV
167.2 Sørfjordvatn	73	384	963	1304	3.39	1.35	Tilpasset (GEV+Gumbel)
<b>Gjennomsnitt</b>		<b>479</b>	<b>1021</b>	<b>1204</b>	<b>2.55</b>	<b>1.18</b>	



## 2.5 Observerte flommer

Som sammenligningsgrunnlag gir tabell 9 en oversikt over de største observerte flommene ved målestasjonene. Den siste kolonnen (maks. målt / maks. observert) i Tabell 7 indikerer hvor høyt utslippet har vært vurderingskurven verifisert. Merk at denne verdien kan være over 1,0 da den målte verdien sammenlignes med den daglige gjennomsnittsverdien.

Målestasjonen måler vannstanden i elven, som deretter omregnes til vannføring ved hjelp av en vannføringskurve. Vannføringskurven er basert på direkte målinger av vannføring ved ulike vannstander. Ved vannstand større enn maksimal målt vannføring beregnes "observert" vannføring ved ekstrapolering av vannføringskurven.

Tabell 7: Observerte store flommer.

Målestasjon	Obs. år	Obs. dato	Maks obs. (m <sup>3</sup> /s)	Maks obs. (l/s/km <sup>2</sup> )	Maks obs. / Q1000	Maks. målt / Maks. obs.
172.7 Leirpoldvatn	1983	08.11.1983	31.8	1701	0.74	0.45
172.8 Rauvatn	2010	17.05.2010	17.8	837	0.74	0.17
174.3 Øvstevatn	2010	17.05.2010	25.5	898	0.71	0.45
174.11 Taraldsvikelv	2018	10.05.2018	1.94	683	0.89	1.06
177.4 Sneisvatn	1941	18.06.1941	34.4	1176	0.89	0.46
168.2 Mørsvik bru	2002	11.01.2002	36.9	1183	0.98	0.44
178.1 Langvatn	2002	11.01.2002	20.1	1093	0.99	0.46
189.3 Tennevikvatn	1994	08.10.1994	35.9	420	0.74	0.55
168.1 Storvatn	1945	04.10.1945	59.6	836	0.78	0.45
167.2 Sørfjordvatn	1962	23.10.1962	101.8	931	0.71	0.63

## 2.6 Beregning av momentanflom

Størrelsen på flom, beregnet i tidligere avsnitt, er gjennomsnittsverdien over en dag. Kulminasjonen er alltid større enn døgnmiddelet. Siden høstflommene vanligvis er de største i dette området, beregnes kulminasjonen ved å bruke forholdet mellom kulminasjonen og døgnmiddel, basert på formelen for høstflom. Formelen (1) for forholdstallet er hentet fra NVEs retningslinjer for flomberegninger [2] og gitt nedenfor. Beregnede forhold mellom kulminasjon og døgnmiddelverdi ( $Q_{mom}/Q_{døgn}$ ) for nedbørfelt til Kiselva er vist i Tabell 8.

$$Q_{mom}/Q_{døgn} = 2,29 - 0,29 \cdot \log(A) - 0,270 \cdot A_{SE}^{0,5} \quad (1)$$

Tabell 8: Kulminasjonsfaktor for nedbørfeltene til Kiselva, beregnet med ligningen for høst.

Nedbørfelt	Område (km <sup>2</sup> )	Forhold (Q <sub>mom</sub> / Q <sub>døgn</sub> )
Kiselva ved bru på Sjømoveien	4.0	2.12
Kiselva ved bru på Tømmernes-E6	9.4	2.01
Kiselva ved utløpet i fjorden	10.2	2.00

## 2.7 Formelverk RFFA-NIFS for små nedbørfelt

I prosjektet «Naturfare – infrastruktur, flom og skred» (NIFS) utarbeidet NVE formler for å estimere regnflom i små og uregulerte nedbørfelt. Formlene gjelder for nedbørfelt med et areal på mindre enn 50-60 km<sup>2</sup> i hele Norge. Det anbefales imidlertid å verifisere estimatene mot lokale målinger [3]. I formelen avhenger størrelsen på flommen i et gitt nedbørfelt av feltarealet, årlig gjennomsnittlig tilsig og effektiv innsjøprosent. For beregning av flom i Kiselva er disse verdiene hentet fra NVEs webapplikasjon, NEVINA. Lesere henvises til NVE-rapport 7-2015 [3] for nærmere beskrivelse av NIFS-metoden.

Middelflommen beregnes som en kulminasjonsverdi, og den skaleres ved hjelp av en vekstkurve opp til 200-årsflom. Tabell 9 viser kulminasjonsverdi for middelflom og 200-årsflom beregnet med NIFS-formler.

Tabell 9: Middelflom og 200-årsflom (kulminasjonsverdier) beregnet med «formelverk RFFA-NIFS for små nedbørfelt» for Kiselva.

Nedbørfelt	Område (km <sup>2</sup> )	Middelflom, QM		200-årsflom, Q200	
		(m <sup>3</sup> /s)	(l/s/km <sup>2</sup> )	(l/s/km <sup>2</sup> )	(l/s/km <sup>2</sup> )
Kiselva ved bru på Sjømoveien	4.0	2.5	617	6.9	1711
Kiselva ved bru på Tømmernes-E6	9.4	6.6	707	18.0	1912
Kiselva ved utløpet i fjorden	10.2	7.0	684	18.9	1853

Tabell 10 viser døgnmiddelverdier for middelflom, 200-årsflom og 1000-årsflom beregnet med NIFS-formler. Omregning fra kulminasjonsverdier til døgnmiddelverdier gjøres ved hjelp av formelen (1), hentet fra NVEs retningslinjer for flomberegning [2]. Q1000 er beregnet ved hjelp av gjennomsnittsforkholdet Q1000 / Q200 (1.18), beregnet fra flomfrekvensanalyse av observasjoner fra målestasjoner (se Tabell 6).

Tabell 10: Døgnmiddelverdier for middel, 200- og 1000-årsflom, beregnet ved bruk av RFFA-NIFS.

Nedbørfelt	Område (km <sup>2</sup> )	Gjennomsnittlig flom (l/s/km <sup>2</sup> )	200-årsflom (l/s/km <sup>2</sup> )	1000-års flom (l/s/km <sup>2</sup> )
Kiselva ved bru på Sjømoveien	4.0	292	809	955
Kiselva ved bru på Tømmernes-E6	9.4	352	952	1125
Kiselva ved utløpet i fjorden	10.2	342	928	1095

For å evaluere bruken av NIFS for flomestimering, estimerte vi middelflom ved nedbørfeltene til målestasjoner ved hjelp av NIFS og sammenlignet dem med estimerte middelflommer basert på flomfrekvensanalyse i Tabell

11. For noen målestasjoner overestimerer NIFS mens det underestimerer for andre. Forskjellen er  $\pm 1 - 16 \%$ , bortsett fra 172,7 Leirpoldvatn, hvor frekvensanalysen gir nesten dobbelt så mye flomutslipp som NIFS.

Tabell 11: Sammenligning av middelflom estimert ved hjelp av NIFS og flomfrekvensanalyse for målestasjoner.

Målestasjon	Middelflom ( $Q_M$ )		Forhold (FFA / NIFS)
	NIFS	Flomfrekvensanalyse (FFA)	
172.7 Leirpoldvatn	452	862	1.91
172.8 Rauvatn	375	434	1.16
174.3 Øvstevatn	370	374	1.01
174.11 Taraldsvikelv	546	450	0.82
177.4 Sneisvatn	731	692	0.95
168.2 Mørsvik bru	466	477	1.02
178.1 Langvatn	513	440	0.86

## 2.8 1000-årsflom og klimapåslag

Størrelsen på 1000-årsflommen i Kiselva er beregnet ved hjelp av flomfrekvensanalyse av observerte flomdata ved målestasjoner og nasjonale formler for små nedbørfelt (NIFS). Resultatene fra beregningene sammenlignes i Tabell 12.

Flomfrekvensanalyse av observerte flomdata ved målestasjoner gir døgnmiddel ved 1000-årsflom som varierer mye, fra 570 - 2300 l/(s\*km<sup>2</sup>). Den gjennomsnittlige 1000-årsflommen blant målestasjonene er 1200 l/(s\*km<sup>2</sup>).

Flomfrekvensanalyse av observerte flomdata ved 172,7 Leirpoldvatn gir en betydelig større flomverdi (2300 l/(s\*km<sup>2</sup>)) enn resten av målestasjonene (570-1320 l/(s\*km<sup>2</sup>)). NVE har imidlertid vurdert at vannføringskurven for 172,7 Leirpoldvatn gir for høye estimater for høye vannføringer.

1000-årsflommen beregnet for Kiselva ved hjelp av NIFS er lavere enn gjennomsnittsverdien (1200 l/s/km<sup>2</sup>) fra flomfrekvensanalyse på observerte flommer ved målestasjoner. Som det er oppgitt i kapittel 2.2, er årlig gjennomsnittlig avrenning for Kiselva liten. Dersom man konservativt velger å benytte observert årlig gjennomsnittlig avrenning fra nærliggende målestasjoner (55 l/s/km<sup>2</sup>) i NIFS-formelen for Kiselva, vil 1000-årsflommen være i størrelsesorden 1700 l/(s\*km<sup>2</sup>).

Basert på erfaringstall fra flomestimer er det eksempler på 1000-års flomverdier på over 2000 l/(s\*km<sup>2</sup>) for små nedbørfelt nær kysten i Nordland [1].

På grunn av relativt store variasjoner i de estimerte flomverdiene og et lite nedbørfelt med få innsjøer, brukes en konservativ tilnærming for å velge en designflomverdi for Kiselva. Basert på analysen over velger vi en døgnverdi på 1000-årsflom for Kiselva 2000 l/(s\*km<sup>2</sup>) og 200-årsflom på 1700 l/(s\*km<sup>2</sup>).

Forholdstallene beregnet i kapittel 2.6 (i Tabell 8), brukes til å konvertere døgnmiddel til kulminasjonsverdi.

Tabell 12: Beregnede flomverdier for  $Q_{200}$  og  $Q_{1000}$  (døgnmiddelverdier i l/s/km<sup>2</sup>).

Nedbørfelt	Analyse av flomfrekvens		NIFS <sup>1</sup>		Valgt verdi	
	$Q_{200}$	$Q_{1000}$	$Q_{200}$	$Q_{1000}$	$Q_{200}$	$Q_{1000}$
Kiselva ved bru på Sjømoveien	485-1990	570-2300	809	955	1700	2000
Kiselva ved bru på Tømmernes-E6			952	1125		
Kiselva ved utløp i fjorden			928	1095		

Fremskrivninger av klimascenarier for Norge indikerer endringer i temperatur og nedbør i fremtiden. NVE har i rapporten «Klimaendringer og fremtidige flommer i Norge» [4] analysert endringer i flomstørrelser i et fremtidig klima, frem til år 2100. Ifølge klimaprofilen for Nordland anbefales en klimafaktor på «minst 20 %» [5]. For Kiselva er det valgt en klimafaktor på 40 %.

Videre legges det til vannføring fra Bjørkåsen vannkraftverk (5,7 m<sup>3</sup>/s) til 200- og 1000-årsflommen. I Tabell 13 presenteres 200- og 1000-års kulminasjonsverdier for Kiselva inkludert avløp fra Bjørkåsen vannkraftverk.

Tabell 13: 200- ( $Q_{200}$ ) og 1000-årsflom ( $Q_{1000}$ ) (kulminasjonsverdier i m<sup>3</sup>/s) inkl. avløpet fra Bjørkåsen kraftverk (5.7 m<sup>3</sup>/s) for Kiselva.

Nedbørfelt	Flom i dagens klima		Flom i fremtidig klima (med 40 % klimapåslag)	
	$Q_{200}$	$Q_{1000}$	$Q_{200}$	$Q_{1000}$
Kiselva ved bru på Sjømoveien	20.1	22.7	25.9	29.4
Kiselva ved bru på Tømmernes-E6	37.8	43.5	50.7	58.6
Kiselva ved utløpet i fjorden	40.4	46.5	54.3	62.8

<sup>1</sup> Årsmiddeltilsiget fra NVEs avrenningskart forventes å være på den lave siden.

### 3 Påregnelig maksimal flom (PMF)

Beregningene er utført i denne rapporten etter NVEs retningslinjer for PMF-estimering [1]. PMF ble estimert for Ballang sleira ved hjelp av NVEs nettbaserte nedbørsavrenningsmodell PQRUT. PMF-estimeringen er basert på ekstremnedbørsverdier (PMP) beregnet av Meteorologisk institutt. Summen av nedbør (PMP) og snøsmelting brukes som input til modellen for å beregne flomhydrografen.

#### 3.1 Påregnelig maksimal nedbør (PMP)

Påregnelige maksimale nedbørsverdier (PMP) beregnet av meteorologisk institutt er presentert i Tabell 14, mens Tabell 15 viser arealreduksjonsfaktorer for det aktuelle nedbørfeltet (se vedlegg 8). Ekstremnedbørsberegningene indikerer at de høyeste nedbørsverdiene for nedbørfeltet forekommer i sesongen desember – februar, dersom man ser bort fra årsverdiene.

Beregninger ble utført for 4 sesonger (mai, juni, oktober og desember) med snøsmeltingsbidrag og for de årlige maksimumsverdiene for PMP uten snøsmeltingsbidrag. I beregningene antas nedbørsfordelingen å være symmetrisk med høyest intensitet på dag to av fire.

Tabell 14: PMP-verdier for Ballang sleira (mm)

Sesong / varighet (timer)	1	2	6	12	24	48	72	96	120	144
Årsverdier	90	115	175	220	290	365	425	490	545	590
Desember - februar	80	100	155	200	260	330	385	440	490	535
Mars - mai	70	85	135	170	220	280	330	375	415	455
Juni - august	55	70	110	140	185	230	270	310	345	375
September - november	75	95	150	190	250	315	365	420	465	510

Tabell 15: Arealreduksjonsfaktor (ARF) for nedbør.

Nedbørfelt / Antall timer	1	2	6	12	24	48	72	96	120	144
Ballang sleira (10,2 km <sup>2</sup> )	0.91	0.93	0.95	0.97	0.98	0.98	0.99	0.99	0.99	1.00

#### 3.2 Snøsmelting

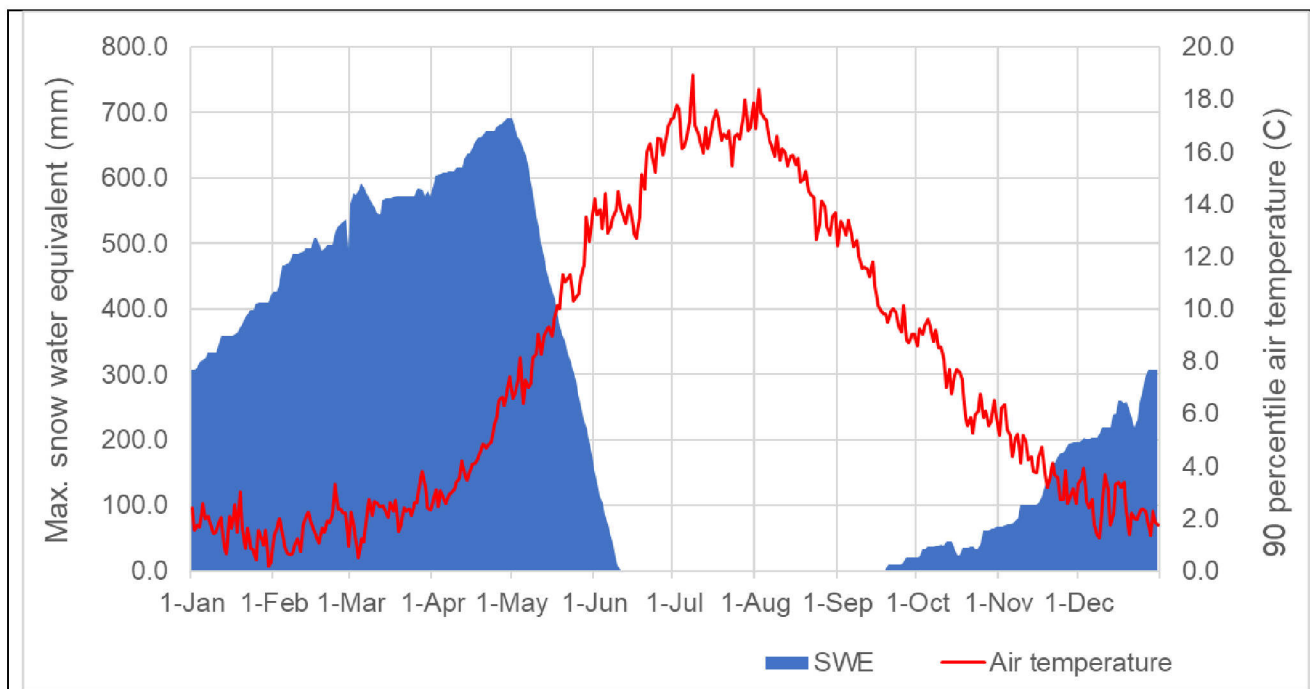
Snøsmeltingshastigheten beregnes ut fra en grad-dag-faktor og maksimal lufttemperatur ved kraftig nedbør (daglig nedbør >10 mm). Det faktiske snøsmeltingsbidraget avhenger også av hvor mye snø som forventes i nedbørfeltet i den aktuelle perioden.

Snøvannsekvivalenten (SWE) og lufttemperaturen ble lastet ned fra klimaportalen SeNorge (<http://www.xgeo.no/>). Portalen har simulerte data tilgjengelig fra 1957 til dags dato. Dataene ble hentet ut på en høyde som tilsvarer medianhøyde i nedbørfeltet.

Figur 6 viser sesongvariasjonen mellom snøens vannekvivalent (SWE) og lufttemperatur i nedbørfeltet. I Tabell 17, presenteres den maksimale vannekvivalenten og 90-persentil-lufttemperaturen under kraftig nedbør (daglig nedbør >10 mm) for forskjellige måneder (årstider).

Den høyeste snødybden observeres naturlig nok i vintermånedene. Kombinasjonen av tilgjengelig snø og høy lufttemperatur forårsaker imidlertid den høyeste forutsigbare snøsmeltingen over en kort periode i andre årstider (mai, juni og oktober). Videre stammer snødekket i oktober fra nylig snøfall, og det er da rimelig å anta full arealdekning av snø i nedbørfeltet. Som vist i Figur 6, kan det være snø i nedbørfeltet i mai og juni. Derfor har vi for mai og juni valgt en forventet arealdekning av snø på 100 og 90 %.

Graddøgnfaktoren bestemmes ut fra terrenntype, og for perioder med og uten nedbør. NVE anbefaler at faktoren settes til 3-4 for områder med skog og 5-7 for områder med karrige fjell og isbreer. For Ballangseira består terrenget av skog (65 %) og karrige fjell (22 %); Derfor er det valgt en graddagsfaktor på 3,5. Den beregnede snøsmeltingshastigheten, og den totale nedbøren og snøsmeltingen i ulike årstider er vist i Tabell 17.



Figur 6: Sesongvariasjon i maksimum vannekvivalent (SWE) og 90 persentil temperatur ved medianhøyden (~179 moh.) gjennom året (døgn data, 1957 - 2022) i Ballangseira.

Tabell 16: Høyeste estimerte snødybder (mm vannekvivalent) og 90-persentil temperaturer ved stor nedbør (>10 mm) ved medianhøyde (~ 179 moh.), hentet fra seNorge.

Måned	Mai	Juni	Oktober	Desember
Snødybde (mm vannekvivalent)	690	154	68	307
Lufttemperatur ved stor nedbør (døgnnedbør >10 mm)	8.3	11.1	8.2	4.6

Tabell 17: Beregnet snøsmeltingshastighet og nedbør og snøsmelting i ulike sesonger for Ballangseira.

Måned	Grad dag faktor (mm/°C /dag)	Snøsmelte-hastighet (mm/time)	Arealdekning av snø (%)	Innsjø (%)	Korrigert snøsmelte-hastighet (mm/time)	Nedbør+ Snøsmelting 24 timer (mm)	Nedbør+ Snøsmelting 48 timer (mm)	Nedbør+ Snøsmelting 72 timer (mm)
Mai	3.5	1.20	100	0.7	1.19	249	337	416
Juni	3.5	1.62	90	0.7	1.45	220	300	374
Oktober	3.5	1.20	100	0.7	1.19	279	372	451
Desember	3.5	0.67	100	0.7	0.67	276	362	433

### 3.3 Flommodell, PQRUT

Den beste måten å bestemme modellparametrene til NVEs nedbørs-avrenningsmodell PQRUT er ved kalibrering mot observerte data med fin tidsoppløsning. Slike data eksisterer imidlertid ikke alltid. Parametrene estimeres i tilfeller uten kalibreringsdata basert på nedbørfeltets egenskaper. Parameterne som inngår i PQRUT er beregnet etter rammeverket i NVEs retningslinjer.

$$K1 = 0.031 - 0.0343 * A_{skog} - 1.35 * 10^{-5} * P - 0.0102 * \ln\left(\frac{A_{SE}}{100}\right) + 1.83 * K2$$

$$K2 = -0.031 + 0.000521 * H_L - 0.004184 * \ln\left(\frac{A_{SE}}{100}\right) + 0.01026 * D_T$$

$$T = 7.31 + 0.00636 * P + 1.591 * K2^{-0.6} - 0.5343 * \ln\left(\frac{A_{SE}}{100}\right) - 0.09283 * F_L$$

Simuleringen med NVEs flommodell PQRUT ble utført for nedbørfeltet til Ballangseira. Snøsmeltingen legges til modellen som et konstant bidrag under simuleringen frem til den totale tilgjengelige vannekvivalenten i snøen (SWE) i nedbørfeltet er brukt. Konsentrasjonstiden beregnes ved hjelp av formler gitt i [1] for et naturlig nedbørfelt.

Grunnen antas å være fullstendig mettet ved starten av flommen, og startvannføringen er satt til 1 m<sup>3</sup>/s. (tilnærmet årlig gjennomsnittlig vannføring i nedbørfeltet). Det simulerte flomforløpet er imidlertid ikke følsom for startvannføringen i modellen. Tabell 18 viser parameterverdiene som brukes i modellen for PMF-estimering.

Den påregnelige maksimale flommen for nedbørfeltet simuleres ved hjelp av PQRUT. Figur 7 viser den simulerte PMF-hydrografen for ulike årstider, mens Figur 8 viser simuleringresultater for årlige maksimumsverdier uten snøsmeltingsbidrag som input. Som vist i Tabell 19, gir de årlige maksimale PMP-verdiene uten snøsmeltingsbidrag den høyeste simulerte vannføringen sammenlignet med årstidene. PMF estimert med de årlige maksimumsverdiene for PMP er derfor valgt for PMF for Ballangseira.



Flomvurdering Ballangseira

Oppgavenr.: 52205107 Dokumentnr.: NOBA-104-HSE-REP-00001 Versjon: IFR02

Tabell 18: Parameterverdier i PQRUT for Ballangseira.

	Ballangseira
Øvre tømmekonstant, K1	0.2631
Nedre tømmekonstant, K2	0.0852
Terskelverdi, T	28.9577
Nedbørfelt, FL (km)	4.1
H50 (H75-H25) (m)	390
HL (m/km)	95.12
Dreneringstetthet, DT ( $\text{km}^{-1}$ )	1.8
Effektiv sjøprosent, ASE (%)	0.0
Års, QN (l/s/km <sup>2</sup> )	30.8
Årlig nedbør, P (mm)	1400
Skogprosent, A <sub>Skog</sub> (%)	65
Nedbørfelt (km <sup>2</sup> )	10.2
Magasin (km <sup>2</sup> )	0,0
Modellert nedbørareal A (km <sup>2</sup> )	10,2
Konsentrasjonstid, Tc	2
Initialvannføring, Qstart (m <sup>3</sup> /s)	1.0

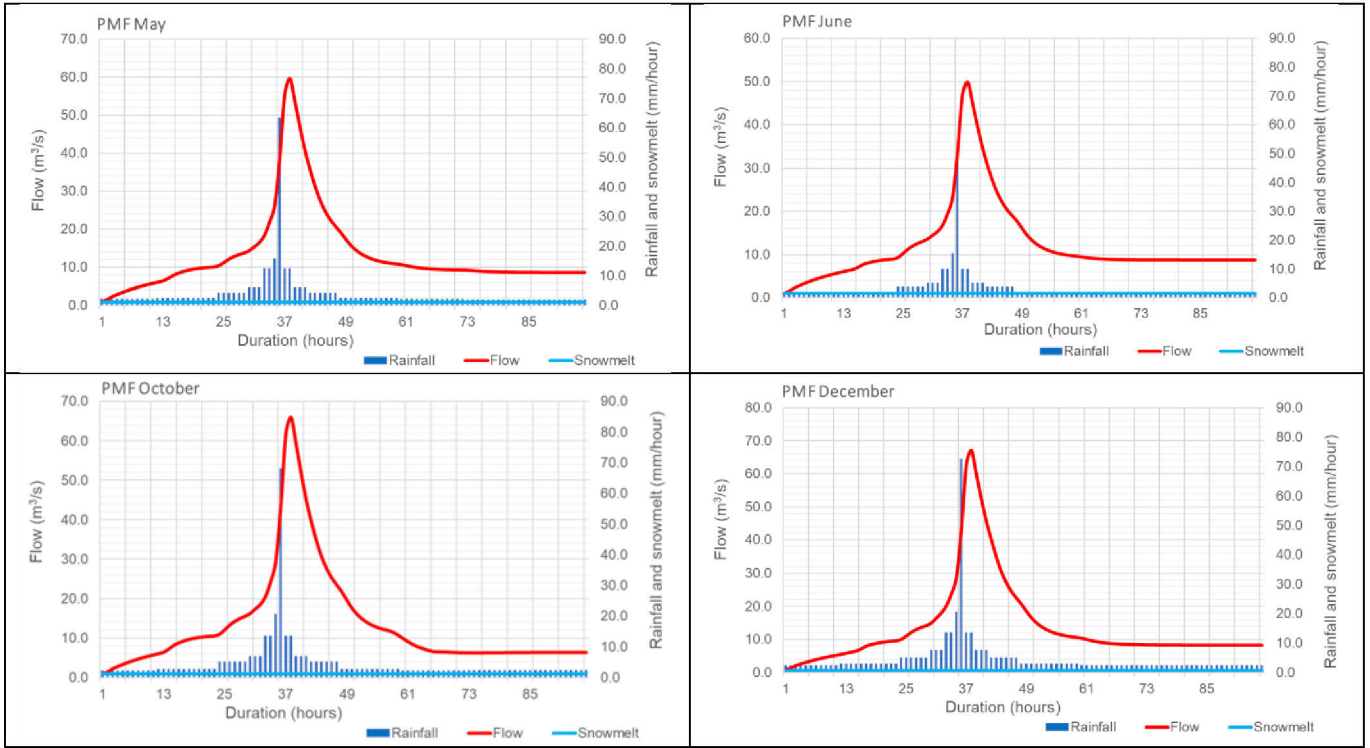
Tabell 19: Beregnede PMF-verdier for forskjellige måneder og for årsverdier for PMP.

Årstid	Kulminasjonsverdi		Døgnmiddelverdi	
	(m <sup>3</sup> /s)	(l/s/km <sup>2</sup> )	(m <sup>3</sup> /s)	(l/s/km <sup>2</sup> )
Mai	59.6	5850	27.6	2710
Juni	49.9	4890	24.3	2380
Oktober	65.9	6465	30.8	3025
Desember	67.1	6580	30.5	2990
Årsverdi	73.6	7210	31.9	3125

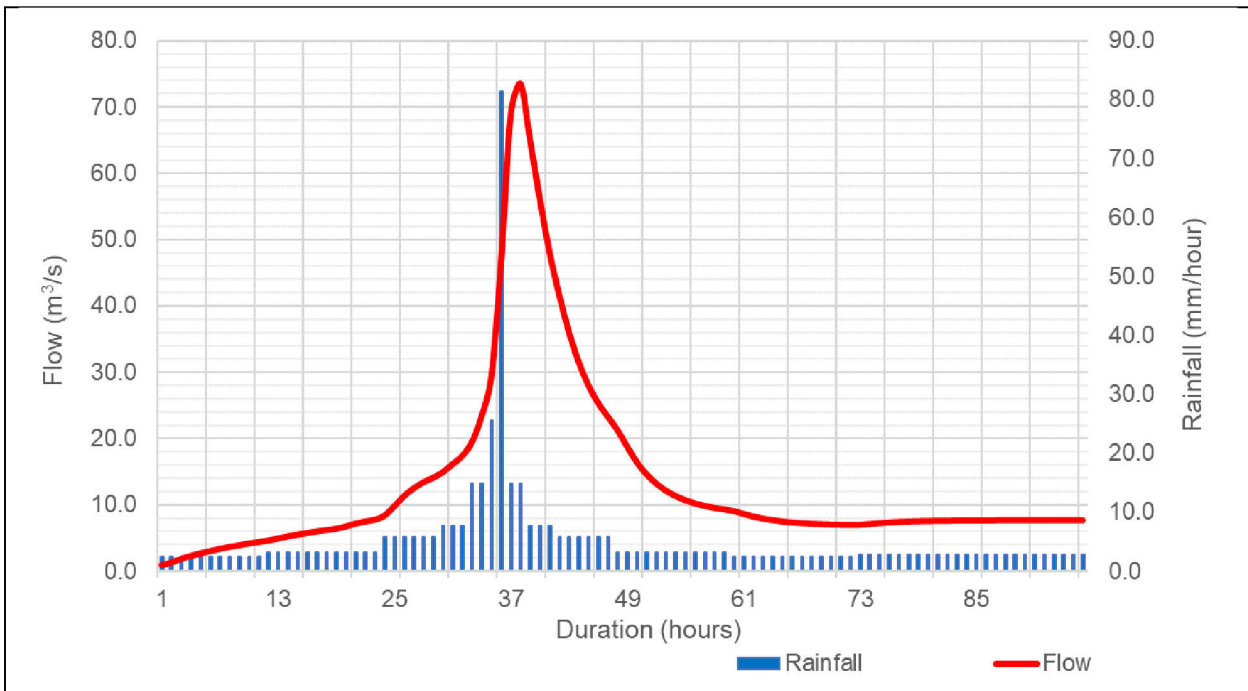


Flomvurdering Ballangseira

Oppgavn.: 52205107 Dokumentnr.: NOBA-104-HSE-REP-00001 Versjon: IFR02



Figur 7: Flomforløp PMF Ballangseira (for sesonger med snøsmeltebidrag).



Figur 8: Flomforløp PMF Ballangseira (årsverdier uten snøsmeltebidrag).

### 3.4 Vurdering av PMF

I henhold til NVEs retningslinjer for flomberegninger skal forholdet mellom QPMF og Q1000 basert på erfaring, ligge i intervallet 1,5 – 3,0. Tabell 20 viser estimert påregnelig maksimal flom (QPMF), 1000-årsflom (Q1000) og forholdet mellom QPMF og Q1000. Forholdet for Ballangseira ligger i nedre del av intervallet spesifisert i retningslinjene, noe som indikerer en noe konservativ Q1000.

Tabell 20: PMF og 1000-årsflom (døgnmiddelverdier i l/s/km<sup>2</sup>).

Nedbørfelt	QPMF (l/s/km <sup>2</sup> )	Q1000 (l/s/km <sup>2</sup> )	QPMF / Q1000
Ballangseira	3125	2000	1.56

### 3.5 PMF-verdier brukt i modellen

Utløpet fra Bjørkåsen vannkraftverk (5,7 m<sup>3</sup>/s) legges til PMF og brukes i den hydrauliske modell (se avsnitt 4.2). Kulminasjonen ved PMF, inkludert avløpet fra Bjørkåsen vannkraftverk, vil ved utløpet til fjorden være 79,3 m<sup>3</sup>/s.

Vannføringer lenger oppstrøms i Kiselva er beregnet ved arealskalering av estimert PMF og vist i Tabell 21.

Tabell 21: PMF-verdier (kulminasjonsverdier i m<sup>3</sup>/s) inkl. avløp fra Bjørkåsen vannkraftverk (5,7 m<sup>3</sup>/s) for Kiselva.

Nedbørfelt	Påregnelig maksimal flom, PMF (m <sup>3</sup> /s)
Kiselva ved bru på Sjømoveien	34.6
Kiselva ved bru på Tømmernes-E6	73.5
Kiselva ved utløp i fjorden	79.3

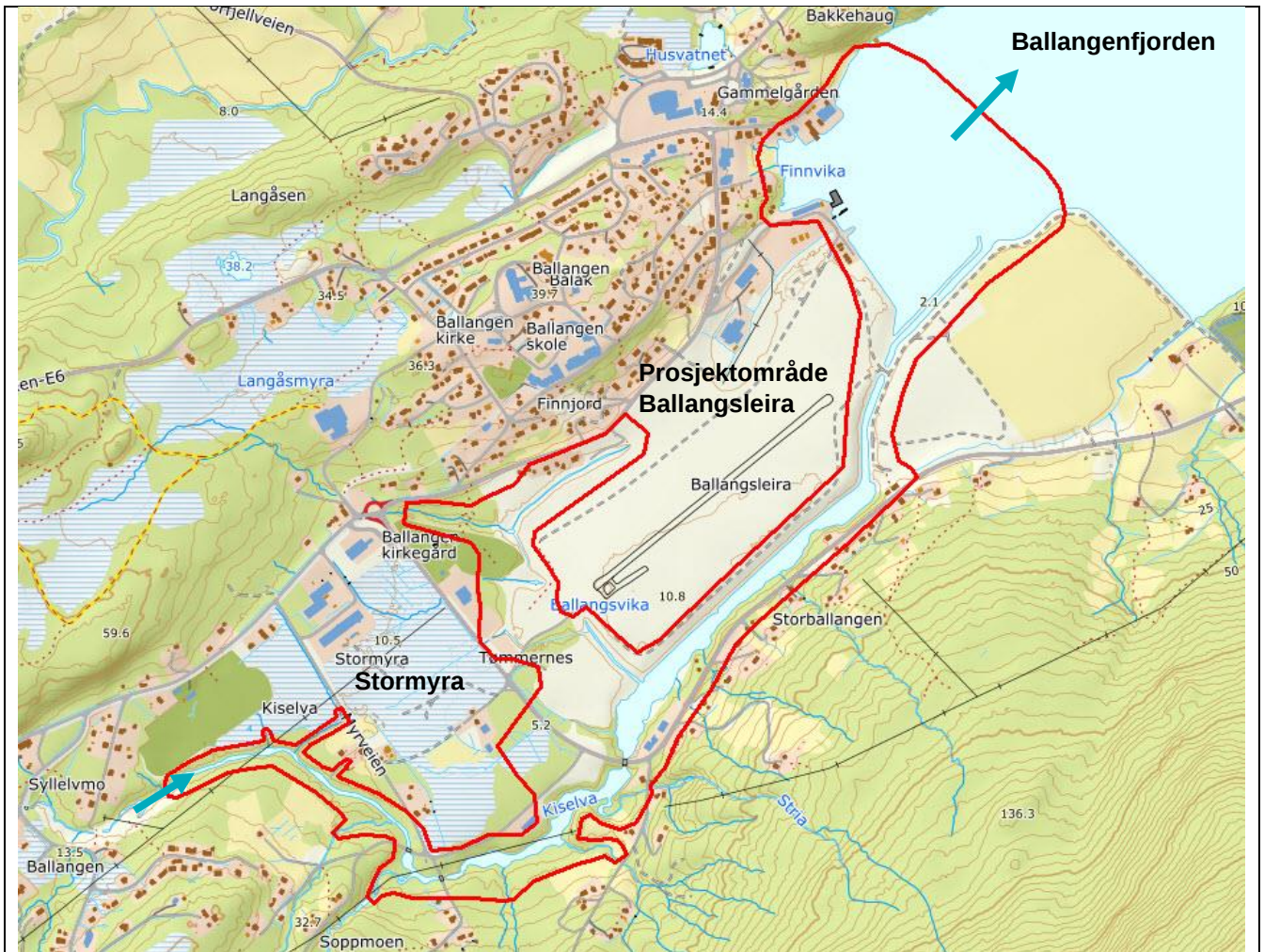
## 4 Hydraulisk modell

### 4.1 Beregningsmodell

Vannstandsstigning og flombredelse langs Kiselva er beregnet ved hjelp av en todimensjonal hydraulisk modell laget i dataprogrammet HEC-RAS, versjon 6.1. Grunnlaget for modellen er en digital høydemodell (DEM) basert på laserskanning «NDH Ballangen 2015» over området fra 2015, hvor nøyaktigheten/tettheten er 2 punkt per kvadratmeter, og oppløsningen er 0,5 x 0,5 m [7].

Høydene i laserdataene refererer til referansesystemet NN1954. Høydene er imidlertid bare 3 mm lavere enn dagens referansesystem NN2000 (se vedlegg 7), noe som er en ubetydelig forskjell. Høydene videre i denne rapporten er angitt i NN2000, og koordinatsystemet i modellen er Euref-89 UTM-33N.

Modellen starter i nærheten av Ballangen stadion og ender i fjorden, Ballangen. Det modellerte arealet er vist i Figur 9.

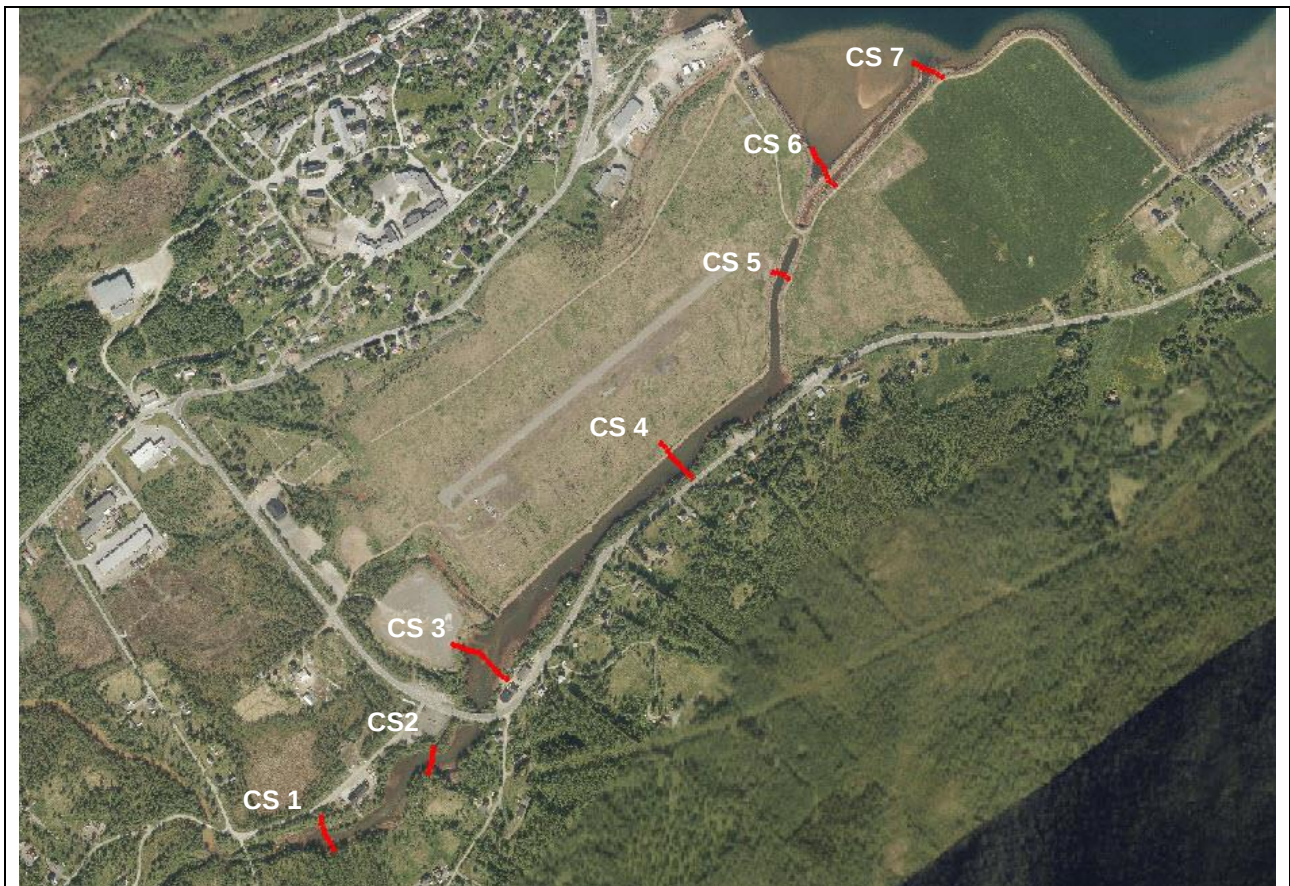


Figur 9: Kartutsnitt over modellert område.



Som nevnt ovenfor brukes en digital høydemodell (DEM) basert på laserskanning av terrenget, tilgjengelig fra hoydedata.no, til hydraulisk modellering. Laserdataene gir ikke informasjon om elveleier og havbunn fordi laserskanningen ikke kan trenge gjennom vann. Derfor er høydene i laserdataene på vandekte flater nivået til vannoverflaten på skanningsdatoen i stedet for selve elveleiet eller havbunnen. I vår modell justerte vi elveleiet og havbunnen i DEM som beskrevet nedenfor.

Norconsult gjennomførte kartlegging av elvetverrsnitt (7 profiler) langs Kiselva i Ballangleira i september 2022 (Se Figur 10). Elveleiet i DEM justeres basert på interpolering mellom profilene.



Figur 10: Innmåling av elveprofiler.

Høydekoter på havbunnen i Ballangenfjorden, tilgjengelig fra karttjenesten «Norgeskart» (<https://www.norgeskart.no/>), ble digitalisert og en havbunnsflate ble generert. Havbunnsflaten ble deretter slått sammen med den digitale høydemodellen (DEM).

Vannstand, strømning og hastighet i modellen er beregnet for celler i et "beregningsnett". Rutenettstørrelsen i modellen er satt til 2 x 2 m i elven og områdene i nærheten. Resten av områdene har cellestørrelser på 5 x 5 m. Videre har "bruddlinjer" blitt brukt for å forbedre representasjonen av utvalgte hydrauliske viktige områder. Modellen har blitt kjørt med et tidstrinn på 0,5 sekunder.

## 4.2 Grensebetingelser

Den todimensjonale hydrauliske modellen er satt opp med en oppstrøms og nedstrøms grensebetingelse. Oppstrøms grensebetingelse er flomtoppen, estimert for Kiselva ved brua på Sjømoveien som vist i Tabell 13



## Flomvurdering Ballangleira

Oppgavenr.: 52205107 Dokumentnr.: NOBA-104-HSE-REP-00001 Versjon: IFR02

(200- og 1000-årsflom) og Tabell 21 (PMF). Lokale vannføringer beregnet for Kiselva (se avsnitt 2.8 og 3.5), inngår i modellen som interne grensebetingelser (se Figur 11).

Nedstrøms grensebetingelse er satt til forventet sjøvannstand i fjorden ved 1-års stormflo. Dataene er hentet fra Kartverkets nettsider (<https://www.kartverket.no/en/at-sea/se-havniva>), og 1-års stormflo i Ballangen skal være 202 cm over NN2000-datumet. Gjennomsnittlig havnivåstigning på grunn av klimaendringer er basert på klimascenariotet RCP8.5 for årene 2081 – 2100, og den øvre verdien på 95 % konfidensnivå er benyttet. Dermed er den anslåtte havnivåstigningen 59 cm. Det gir et forventet stormflonivå i et fremtidig klima på 261 cm (Se vedlegg 4 og se også Norconsults rapport [10]).



Figur 11: Grensebetingelser i modellen.

Friksjonsforholdene vurderes basert på kart og bilder, samt erfaringstall fra litteratur knyttet til ulike arealbruk og elveform. Friksjonsfaktoren for beregningsdelen er basert på Manningsverdier ( $n$ ) og varierer fra 0,017 der det er veier til 0,08 i skogsområdene. For åpent land og jordbruksareal ble Manning satt til 0,045, for ferskvann 0,035, for saltvann 0,03 og myr 0,06. Inndelingen av områdesoner er basert på områderessurskart fra Statens kartverk.

### 4.3 Infrastruktur i modellen

Det er fire broer/kulverter på beregningsdelen langs Kiselva. Plasseringen av broene er vist på et kart i Figur 12. Vinter Entreprenør AS målte eksisterende bruer/stikkrenner i vassdraget i februar 2022 (se vedlegg 5). På grunn av værforhold ble ikke høyden på bruåpningene og elvetverrsnittene målt i februar 2022. Under kartlegging av elveleie i september 2022 av Norconsult ble imidlertid også høyden på bruåpningene målt (Se vedlegg 9). For bru Ballangselv (B2) på Tømmernes-E6 er en brutegning tilgjengelig fra Statens vegvesens brudatabase, «Brutus» (se vedlegg 6).

B1 ble modellert som en bokskulvert i modellen, mens B2, B3 og B4 ble modellert som bruer med dekk. Dimensjonene på bruene/kulvertene som brukes i den hydrauliske modellen er vist i Tabell 22.

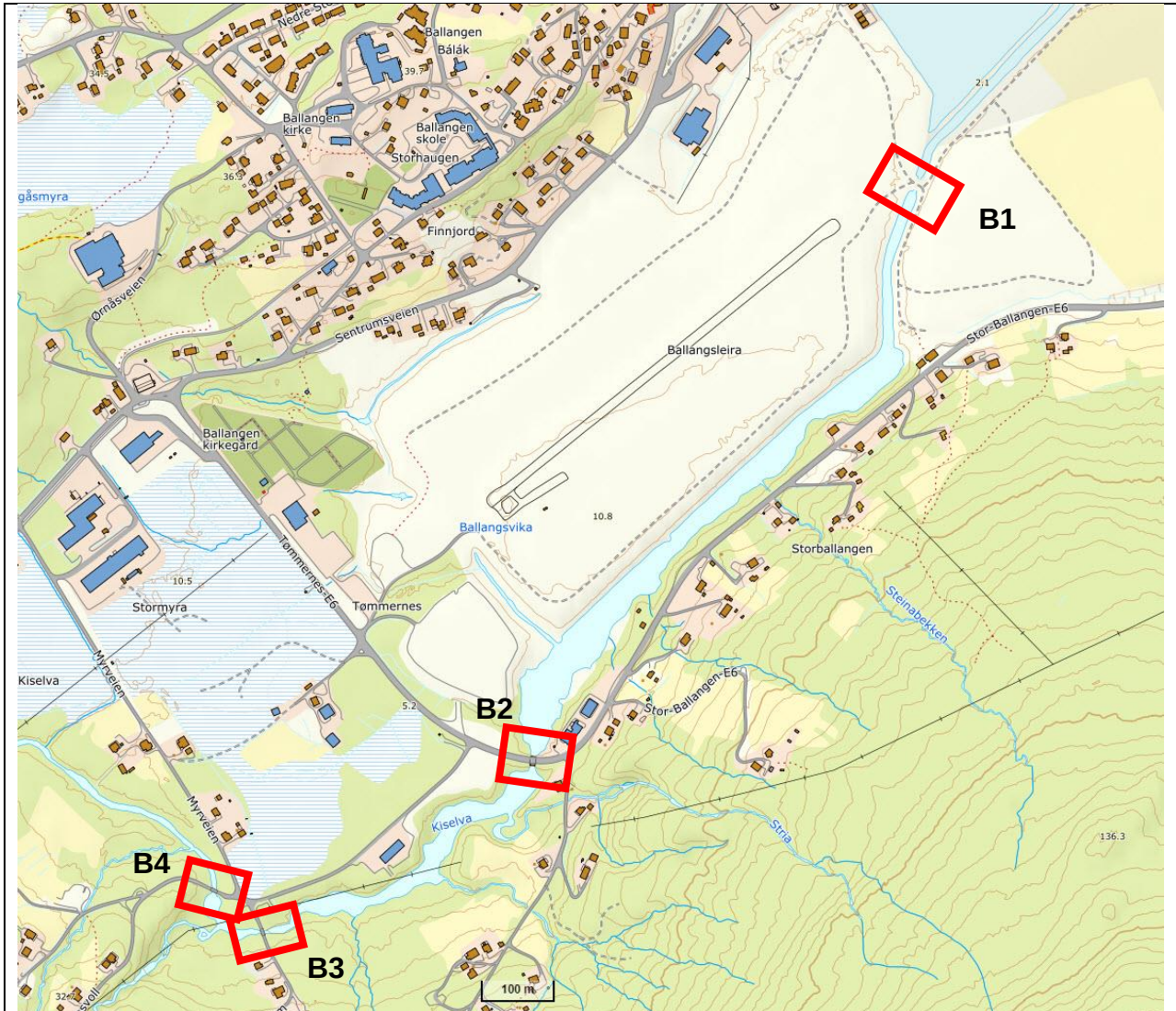
Tabell 22: Dimensjoner til eksisterende bruer/kulverter i modellen.

	<b>B1</b>	<b>B2</b>	<b>B3</b>	<b>B4</b>
Bredde (m)	2.5	5.0	6,0 og 2,2	5.0
Høyde (m)	1.9	5.3	3.2	1.25
Lengde (m)	16.5	11.5	3.5	3.5
Underkant brudekk (moh.)	3.40	5.61	7.30	7.05
Vegtopp (moh.)	4.60	6.70	8.45	7.60



Flomvurdering Ballangleira

Oppgavenr.: 52205107 Dokumentnr.: NOBA-104-HSE-REP-00001 Versjon: IFR02



Figur 12: Oversiktskart over bruer/kulverter.



## 5 Resultater

Flomsonekartet, som viser flomutbredelsen i elva og områder i nærheten av prosjektområdet, er vedlagt (vedlegg 1). Flomrisikoen i Ballangseira er vurdert for påregnelig maksimal flom (PMF).

Figur 13 viser flomutbredelsen ved PMF i det foreslåtte prosjektområdet. Som vist i Figur 13, vil flomvannet hovedsakelig følge elven. Men i noen punkter renner elven ut av sin naturlige løp og oversvømmer nærliggende områder.

Som man ser på Figur 13, vil det foreslåtte prosjektområdet ikke være flomutsatt ved en påregnelig maksimal flom (PMF). Områder nær elven vil imidlertid bli oversvømmet.



Figur 13: Flomutbredelse ved utbyggingsområdet på Ballangseira for PMF, utbyggingsområdet er vist med en rød oval.



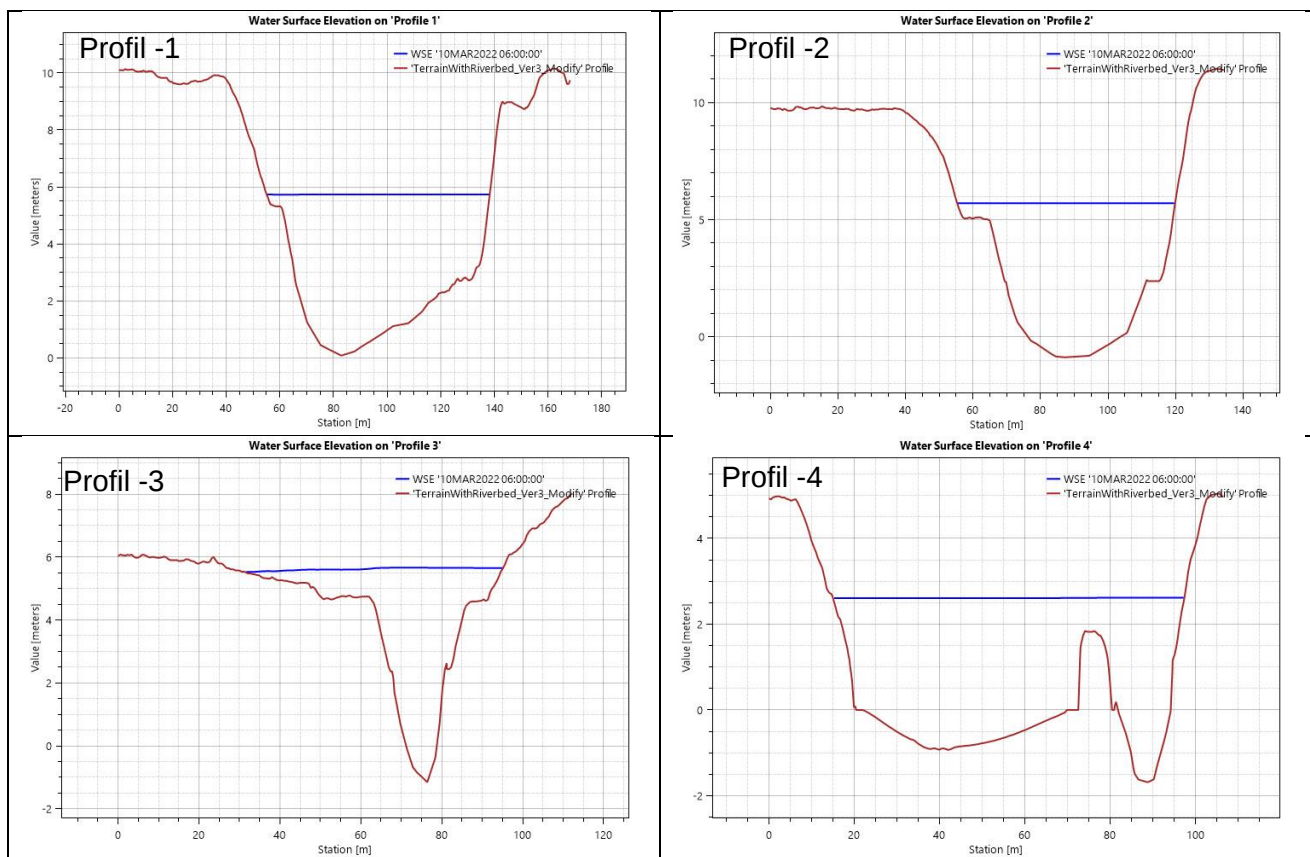
Flomvurdering Ballangseira

Oppgavenr.: 52205107 Dokumentnr.: NOBA-104-HSE-REP-00001 Versjon: IFR02

Beregningene viser at stikkrenna B1 og bruene B3 og B4 ikke har tilstrekkelig kapasitet til å avlede en påregnelig maksimal flom. Bru Ballangselv på E6 har imidlertid kapasitet til å avlede PMF (bru B2). På grunn av manglende kapasitet i stikkrenna B1 stiger vannstanden oppstrøms stikkrenna og en del av flommen renner over vei og nærliggende terreng. Figur 14 viser tverrsnittene til elva ved prosjektområdet med beregnet vannstand for PMF. I Tabell 23 er vannstanden presentert. Den resulterende PMF-vannstanden er 5,74 moh. ved prosjektområdet nedstrøms bru Ballangselv (profil 1).

Tabell 23: Beregnet vannstand (i NN2000 høydesystem) for PMF (Se Figur 13 for plassering av profilene).

	Påregnelig maksimal flom (PMF)
Profil -1	5.74
Profil - 2	5.71
Profil -3	5.66
Profil - 4	2.61



Figur 14: Tverrprofiler med vannstand i Kiselva ved utbyggingsområdet for PMF (se Figur 13)



Figur 15: Vanndybde [m] i vassdraget for påregnelig maksimal flom (PMF) ved utbyggingsområdet på Ballangслеira.

En stormflohøyde med en returtid på 1000 år i Ballangen for sikkerhetsklasse 3 i TEK17 [9] er 3,45 m i referansesystemet NN2000 (se vedlegg 4). Leserne henvises til Norconsults rapport [10] for ytterligere detaljer.

En PMF-flom er kritisk sammenlignet med en 1000-års stormflohøyde på prosjektområdet langs Kiselva. En stormflohøyde er imidlertid kritisk langs kysten i Ballangслеinjfjorden og elveutløpet inn i fjorden.

### 5.1 Vurdering av PMF i små bekker

Fokus for denne studien er å vurdere flomsituasjonen langs hovedelva i prosjektområdet i Ballangслеira. Det er imidlertid små bekker vest (Ballangслеira) og sør (Stormyra) for prosjektområdet. For å undersøke en flomrisiko i prosjektområdet i Ballangслеira på grunn av flom i disse bekkene ved en PMF-hendelse, utvidet vi den hydrauliske modellen til å inkludere disse bekkene. Merk at det ble utført en egen flomvurdering for en 200-årsflom for disse bekkene. Leserne henvises til rapporten «Flomvurdering Stormyra og oppdrettsanlegget» [11] for ytterligere detaljer.

## Flomvurdering Ballangleira

Oppgavenr.: 52205107 Dokumentnr.: NOBA-104-HSE-REP-00001 Versjon: IFR02

Vannføringene i bekkene er beregnet ved arealskalering av estimert PMF for Kiselva. Tabell 24 viser nedbørfeltene til bekkene og estimerte vannføringer. Disse vannføringene inngår i modellen som ytre grensebetingelser.

Tabell 24: Flomvannføringer i bekker for PMF ved utbyggingsområdet.

	<b>Nedbørfelt (km<sup>2</sup>)</b>	<b>Strømning, PMF (m<sup>3</sup>/s)</b>
Stormyra bekk 1	0.34	2.5
Stormyra bekk 2	0.21	1.5
Stormyra bekk 3	0.07	0.5
Stormyra bekk 4	0.07	0.5
Ballangleira bekk 1	0.20	1.4
Ballangleira bekk 2	0.18	1.3

Figur 16 viser flomutbredelsen ved PMF i prosjektområdet, inkludert små bekker. Som vist i Figur 16, vil det foreslåtte prosjektområdet i Ballangleira ikke bli utsatt for flom i disse bekkene under en påregnelig maksimal flomhendelse. Områder i nærheten av bekkene vil imidlertid bli oversvømmet.



## Flomvurdering Ballangleira

Oppgavenr.: 52205107 Dokumentnr.: NOBA-104-HSE-REP-00001 Versjon: IFR02



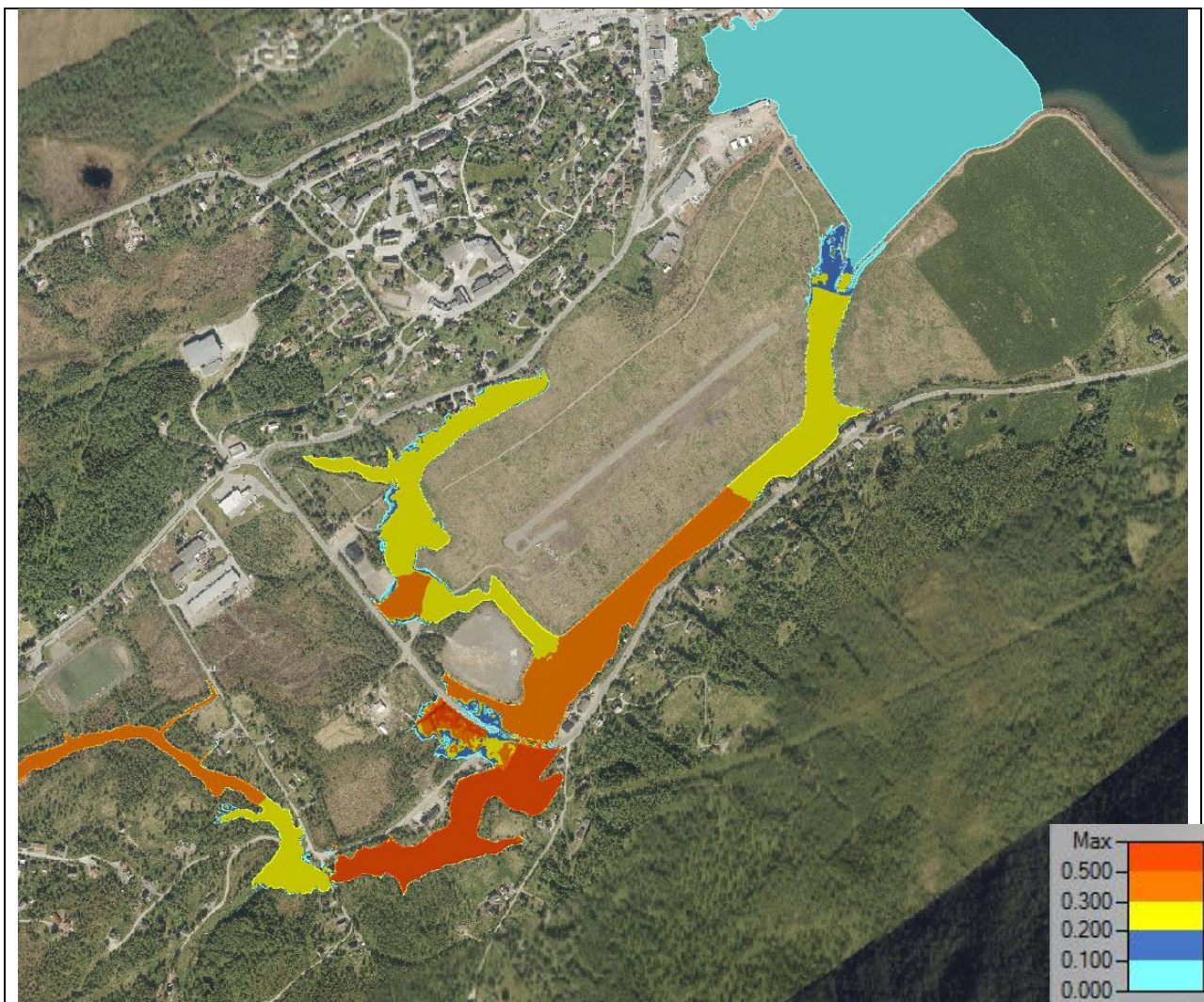
Figur 16: Flomutbredelse i vassdraget, inkludert de små bekkene vest og sør for utbyggingsområdet på Ballangleira for PMF.



## 5.2 Sensitivitetsanalyse

Sensitiviteten er kontrollert i den hydrauliske modellen for  $\pm 0,01$  i Mannings n-verdier. Dette gir en endring i flomvannstanden ved enkelte strekninger på opptil 10 cm. Resultatet av denne beregningen vurderes å være noe følsomt for valget av Mannings verdier.

Det er også gjennomført simuleringer med 50 % økning i flomvannføringen (PMF). En økning på 50 % ved PMF gir en økning i flomvannstanden opptil 0,6 m langs elven. Maksimal stigning er i elvedelen oppstrøms bru Ballangselv (B2). Bru Ballangselv har ikke nok kapasitet til å avlede en 50 % økning av PMF og E6 vil bli oversvømmet. En del av flommen renner i nærheten av områder i Stormyra.



Figur 17: Endringer i vannstand ved 50 % økning i PMF.



### 5.3 Vurdering av tilstopping av kulvert (B1 og B2)

I beregningene antas det at bruer ikke er blokkert av rask og/eller is. En blokkert kulvert/bru kan føre til betydelig økning i flomfare. For å vurdere flomrisikoen på prosjektstedet i Ballangseira ble en situasjon med blokkering av B1 og B2 evaluert. Stikkrenna B1 og bro B2 ble simulert fullstendig blokkert i modellen (se Figur 18). Stigningen i vannstanden under en PMF på grunn av blokkering vil være om lag 11 cm oppstrøms kulverten B1 og 25 cm oppstrøms bru Ballangselv (B2).



Figur 18: Økning i flomutbredelse (rosa farge) på grunn av tilstopping av B1 og B2 ved PMF.

I henhold til gjeldende regelverk skal Seveso III-objekter, der konsekvensene av flom er alvorlige plasseres utenfor den beregnede flomsonen. Bygninger som ikke faller inn under Seveso III bør plasseres over det beregnede designflomnivået pluss et fribord (typisk 0,3 - 0,5 m) [6].

Det kan bemerkes at vanddybden i elvekanalen langs prosjektområdet er stor (mer enn 5 m for PMF). Derfor må prosjektet ta hensyn til erosjon og grunnstabilitetsproblemer i tillegg til å sikre et flomsikkert nivå i prosjektområdet.

Lokalt overflatevann kan også være et problem i prosjektområdet. Det bør sørges for riktig drenering for å lede overvannet mot hovedelven.

## 6 Diskusjon

Det vil alltid være usikkerhet knyttet til beregninger av flom og flomvannstand. Beregningen av 1000-årsflom for Kiselva utføres ved hjelp av ulike beregningsmetoder og beregnede vannføringer sammenlignes deretter. Vi har imidlertid valgt en litt konservativ verdi for 1000-årsflommen. PMF-estimatet var basert på beregningene av påregnelig maksimal nedbør fra Meteorologisk institutt. Det er usikkerhet i beregningene av ekstremnedbør også. Estimert PMF for Kiselva er nesten 1,6 ganger 1000-årsflom, som er innenfor erfaringsområdet (1,5 - 3,0) gitt i NVEs retningslinjer.

HEC-RAS-modellen ble kjørt med kulminasjonsvannføring konstant over flere timer. Dette kan gi et noe konservativt estimat av flomvannstanden på stedet. En modellsimulering basert på en flomhydrograf kan gi en lavere vannstand.

Den digitale høydemodellen (DEM) som den hydrauliske modellen er basert på, ble laget med luftbårne punktmålinger. Punktmålinger fra fly har høy nøyaktighet, men nøyaktigheten reduseres i områder med skog og hvor vanddybder er store. Vanddypet i Kiselva er stort i elveløpet i Ballangслеira. Vi justerte elveleiet basert på interpolering av noen få undersøkte elvetverrsnitt. En mer detaljert terrengmodell (f.eks. elvedybdekartlegging ved hjelp av batymetrisk LiDAR) kan øke nøyaktigheten i beregningene, men den eksisterende detaljeringsgraden anses som tilstrekkelig for en kartlegging av flomsonen.

Det finnes ingen kalibreringsdata for modellen, og vannstanden er derfor simulert basert på estimerte Manningstall. Det vil alltid være usikkerhet i den beregnede flomvannstanden og tilhørende oversvømt område.

## 7 Referanser

- [1] NVE (2022). Veileder for flomberegninger. NVE-rapport 1-2022.
- [2] NVE (2011). Retningslinjer for flomberegninger. NVE-rapport 4-2011.
- [3] NVE (2015). Veileder for flomberegninger i små uregulerte felt. NVE-rapport 7-2015
- [4] NVE (2016). Klimaendring og framtidige flommer i Norge. NVE-rapport 81-2016.
- [5] Klimaservicesenter (2021). Klimaprofil Nordland  
<https://klimaservicesenter.no/kss/klimaprofiler/nordland>
- [6] NVE (2014). Flaum- og skredfare i arealplanar. NVE-rapport 2-2011.  
[https://publikasjoner.nve.no/retningslinjer/2011/retningslinjer2011\\_02.pdf](https://publikasjoner.nve.no/retningslinjer/2011/retningslinjer2011_02.pdf)
- [7] <https://hoydedata.no/LaserInnsyn/>
- [8] <https://www.nordkraft.no/kraftverk/bjorkasen-kraftverk>
- [9] Byggteknisk forskrift (TEK17). <https://dibk.no/byggereglene/byggteknisk-forskrift-tek17>
- [10] Norconsult (2022). Met Ocean study.
- [11] Norconsult (2022). Flood risk assessment Stormyra and the fish farm.



## 8 Vedlegg

1. Flomsonekart for påregnelig maksimal flom (PMF)
2. Nedbørfeltparametere fra NEVINA
3. Flomfrekvenskurver
4. Forventet havnivå ved Ballangen
5. Innmålinger av bruer/ kulverter
6. Brutegninger og bilder
7. Info høydesystem
8. Ekstremnedbørsberegninger fra Meteorologisk institutt
9. Innmåling av elveprofiler

## Flomvurdering Ballangseira

Oppgavenr.: 52205107 Dokumentnr.: NOBA-104-HSE-REP-00001 Versjon: IFR02

### Vedlegg 1: Flomsonekart for påregnelig maksimal flom (PMF)

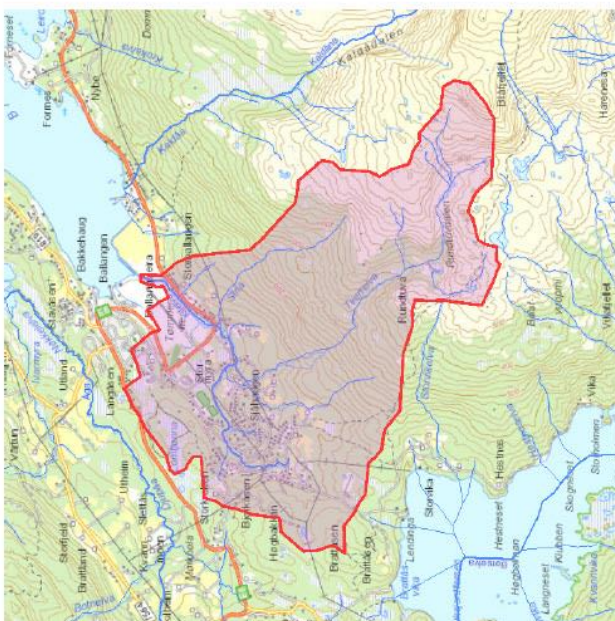
## Vedlegg 2: Nedbørfeltparametere, fra NEVINA

### Nedbørfelt Kiselva, utløpet i Ballangenfjorden

## Nedbørfeltparametere

Vassdragsnr.: 173.31Z  
 Kommune.: Narvik  
 Fylke.: Nordland  
 Vassdrag.: Kiselva

Feltparametere		Hypsografisk kurve	
Areal (A)	10.2 km <sup>2</sup>	Høyde <sub>MIN</sub>	4 m
Effektiv Sjø (A <sub>SE</sub> )	0 %	Høyde <sub>10</sub>	20 m
Eivleengde (E <sub>L</sub> )	3.5 km	Høyde <sub>20</sub>	47 m
Eivegradient (E <sub>G</sub> )	20.9 m/km	Høyde <sub>30</sub>	78 m
Eivegradient <sub>100s</sub> (E <sub>G,100s</sub> )	15.9 m/km	Høyde <sub>40</sub>	117 m
Helning	11.9 ‰	Høyde <sub>50</sub>	157 m
Dreneringstetthet (D <sub>T</sub> )	1.8 km <sup>-1</sup>	Høyde <sub>60</sub>	286 m
Feltlengde (F <sub>L</sub> )	4.1 km	Høyde <sub>70</sub>	405 m
		Høyde <sub>80</sub>	500 m
		Høyde <sub>90</sub>	584 m
		Høyde <sub>MAX</sub>	879 m
Arealklasse		Klima- /hydrologiske parametere	
Bre (A <sub>BRE</sub> )	0 %	Avrenning 1961-90 (Q <sub>N</sub> )	30.8 l/s*km <sup>2</sup>
Dyrket mark (A <sub>JORDP</sub> )	1.3 %	Sommernedbør	461 mm
Myr (A <sub>MVR</sub> )	3.2 %	Vinternedbør	805 mm
Leire (A <sub>LERE</sub> )	0 %	Årstemperatur	2.7 °C
Skog (A <sub>SKOG</sub> )	64.7 %	Sommertemperatur	8.6 °C
Sjø (A <sub>SJO</sub> )	0.7 %	Vintertemperatur	-1.5 °C
Snauffell (A <sub>SF</sub> )	22.1 %		
Urban (A <sub>U</sub> )	0.5 %		
Uklassifisert areal (A <sub>REST</sub> )	7.5 %		



Kartbakgrunn: Statens Kartverk  
 Kartdatum: EUREF89 WGS84  
 Prosjeksjon: UTM 33N  
 Beregn.punkt: 575771 E  
 7581748 N



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

© nevina.nve.no

Rapportdato: 12/13/2021



## Nedbørfelt Kiselva, ved bru på Sjømoveien

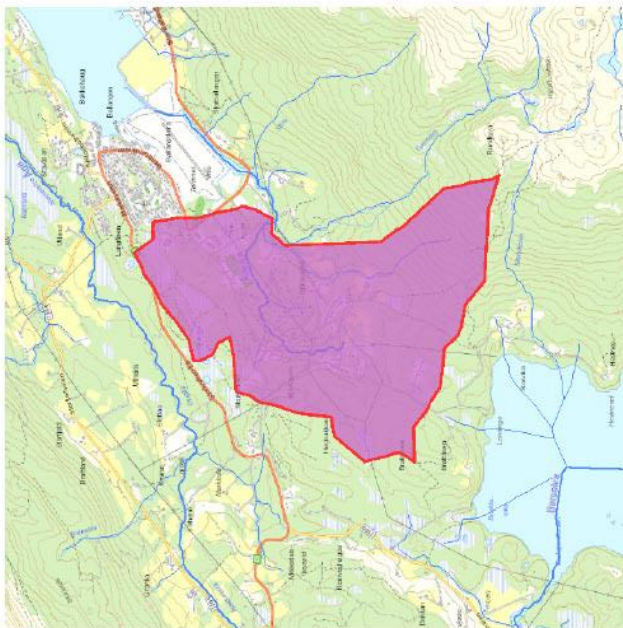
### Nedbørfeltparametere

Vassdragsnr.: 173.31Z  
 Kommune.: Narvik  
 Fylke.: Nordland  
 Vassdrag.: Kiselva

Feltparametere	
Areal (A)	4.0 km <sup>2</sup>
Effektiv sjø (A <sub>SE</sub> )	0 %
Elveengde (E <sub>L</sub> )	1.9 km
Elvegradient (E <sub>G</sub> )	34.7 m/km
Elvegradient <sub>1085</sub> (E <sub>G,1085</sub> )	36.2 m/km
Helning	8.1 ‰
Dreneringstetthet (D <sub>T</sub> )	1.2 km <sup>-1</sup>
Feltengde (F <sub>L</sub> )	2.4 km
Arealklasse	
Bre (A <sub>BRE</sub> )	0 %
Dyrket mark (A <sub>JORD</sub> )	2.3 %
MYR (A <sub>MVR</sub> )	6.1 %
Leire (A <sub>LEIRE</sub> )	0 %
Skog (A <sub>SKOG</sub> )	82.7 %
Sjø (A <sub>SJO</sub> )	0.3 %
Snauffell (A <sub>SF</sub> )	0 %
Urban (A <sub>U</sub> )	0 %
UKlassifisert areal (A <sub>REST</sub> )	8.5 %

Hypsografisk kurve	
Høyde <sub>MIN</sub>	10 m
Høyde <sub>10</sub>	20 m
Høyde <sub>20</sub>	37 m
Høyde <sub>30</sub>	52 m
Høyde <sub>40</sub>	64 m
Høyde <sub>50</sub>	86 m
Høyde <sub>60</sub>	105 m
Høyde <sub>70</sub>	130 m
Høyde <sub>80</sub>	148 m
Høyde <sub>90</sub>	207 m
Høyde <sub>MAX</sub>	450 m

Klima- /hydrologiske parametere	
Avrenning 1961-90 (Q <sub>N</sub> )	23.6 l/s*km <sup>2</sup>
Sommernedbør	455 mm
Vinternedbør	809 mm
Årstemperatur	3.5 °C
Sommertemperatur	9.7 °C
Vintertemperatur	-0.8 °C



Kartbakgrunn: Statens Kartverk  
 Kartdatum: EUREF89 WGS84  
 Prosjeksjon: UTM 33N  
 Beregn.punkt: 574812 E  
 7580787 N

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

## Nedbørfelt Kiselva, ved bru på Tømmernes-E6

### Nedbørfeltparametere

Vassdragsnr.: 173.31Z  
 Kommune.: Narvik  
 Fylke.: Nordland  
 Vassdrag.: Kiselva

Feltparametere	
Areal (A)	9,4 km <sup>2</sup>
Effektiv sjø (A <sub>SE</sub> )	0 %
Elveleengde (E <sub>L</sub> )	2,5 km
Elvegradient (E <sub>G</sub> )	27,2 m/km
Elvegradient <sub>1085</sub> (E <sub>G,1085</sub> )	23,7 m/km
Helning	12,4 ‰
Dreneringstetthet (D <sub>T</sub> )	1,7 km <sup>-1</sup>
Feltlengde (F <sub>L</sub> )	3,7 km

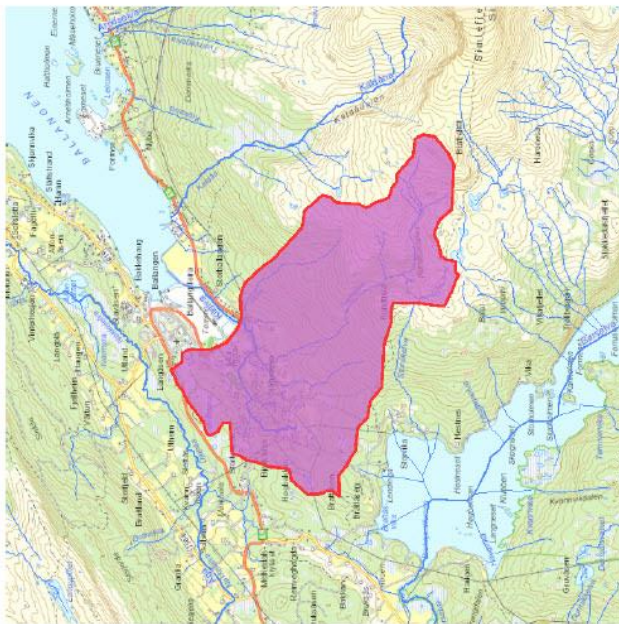
Arealklasse	
Bre (A <sub>BRE</sub> )	0 %
Dyrket mark (A <sub>JORO</sub> )	1,1 %
Myr (A <sub>MYR</sub> )	3,5 %
Leire (A <sub>LEIRE</sub> )	0 %
Skog (A <sub>SKOG</sub> )	66,3 %
Sjø (A <sub>SJO</sub> )	0,4 %
Snau fjell (A <sub>SF</sub> )	23,8 %
Urban (A <sub>U</sub> )	0 %
Uklassifisert areal (A <sub>REST</sub> )	4,8 %

Hypsografisk kurve	
Høyde <sub>MIN</sub>	9 m
Høyde <sub>10</sub>	34 m
Høyde <sub>20</sub>	57 m
Høyde <sub>30</sub>	95 m
Høyde <sub>40</sub>	134 m
Høyde <sub>50</sub>	194 m
Høyde <sub>60</sub>	322 m
Høyde <sub>70</sub>	427 m
Høyde <sub>80</sub>	514 m
Høyde <sub>90</sub>	590 m
Høyde <sub>MAX</sub>	879 m

Klima- /hydrologiske parametere	
Avrenning 1961-90 (Q <sub>N</sub> )	31,6 l/s*km <sup>2</sup>
Sommernedbør	462 mm
Vinternedbør	808 mm
Årstemperatur	2,6 °C
Sommertemperatur	8,4 °C
Vintertemperatur	-1,5 °C



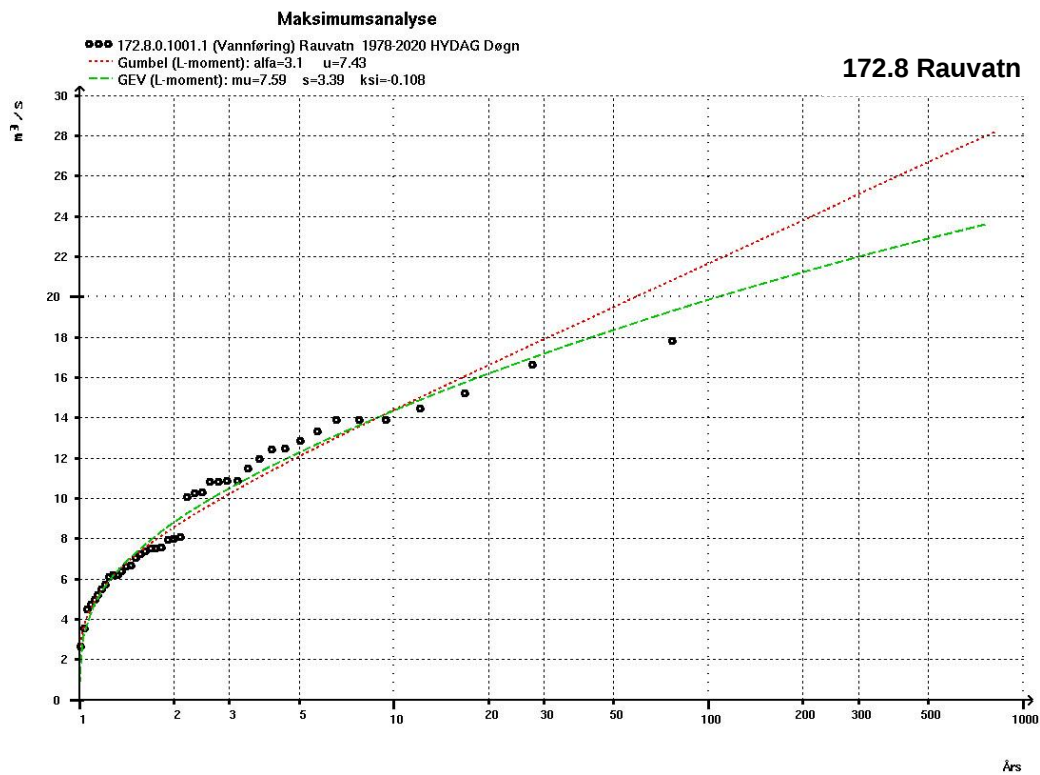
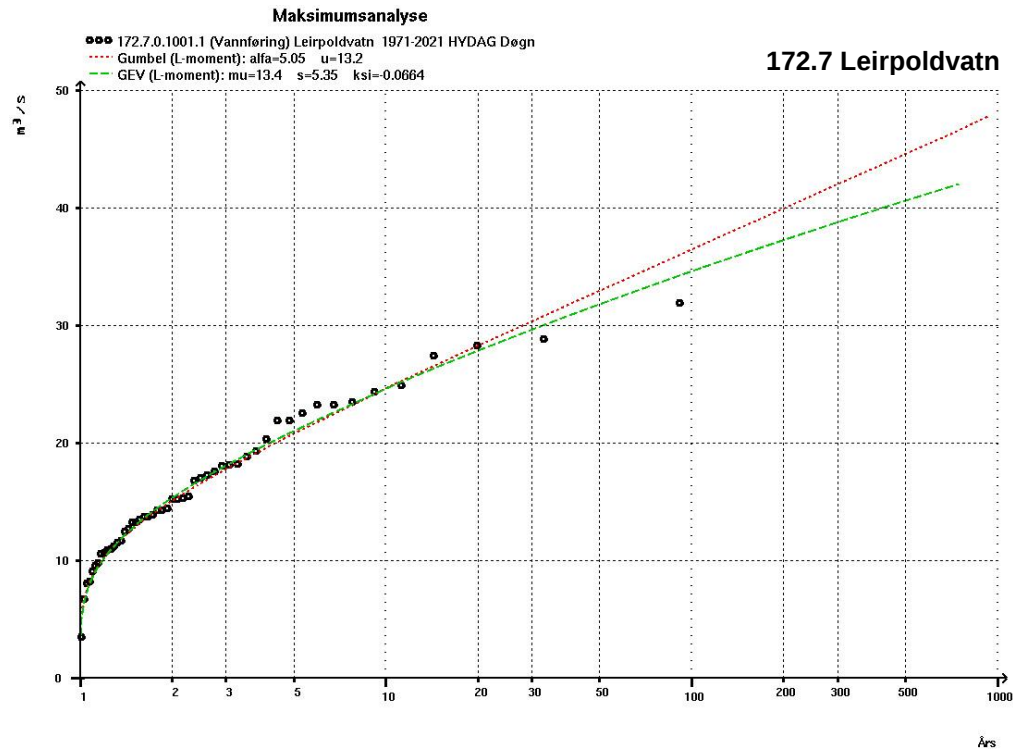
Kartbakgrunn: Statens Kartverk  
 Kartdatum: EUREF89 WGS84  
 Prosjeksjon: UTM 33N  
 Beregn.punkt: 575240 E  
 7580932 N



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

Rapportdato: 27.3.2022 © nevina.nve.no

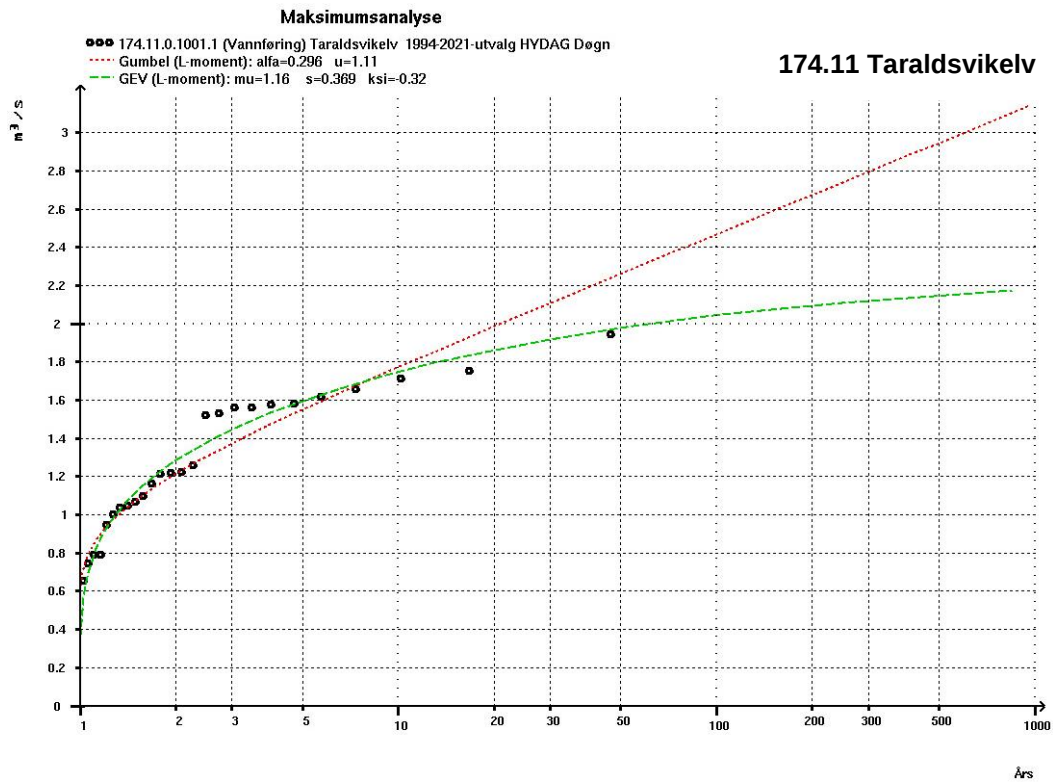
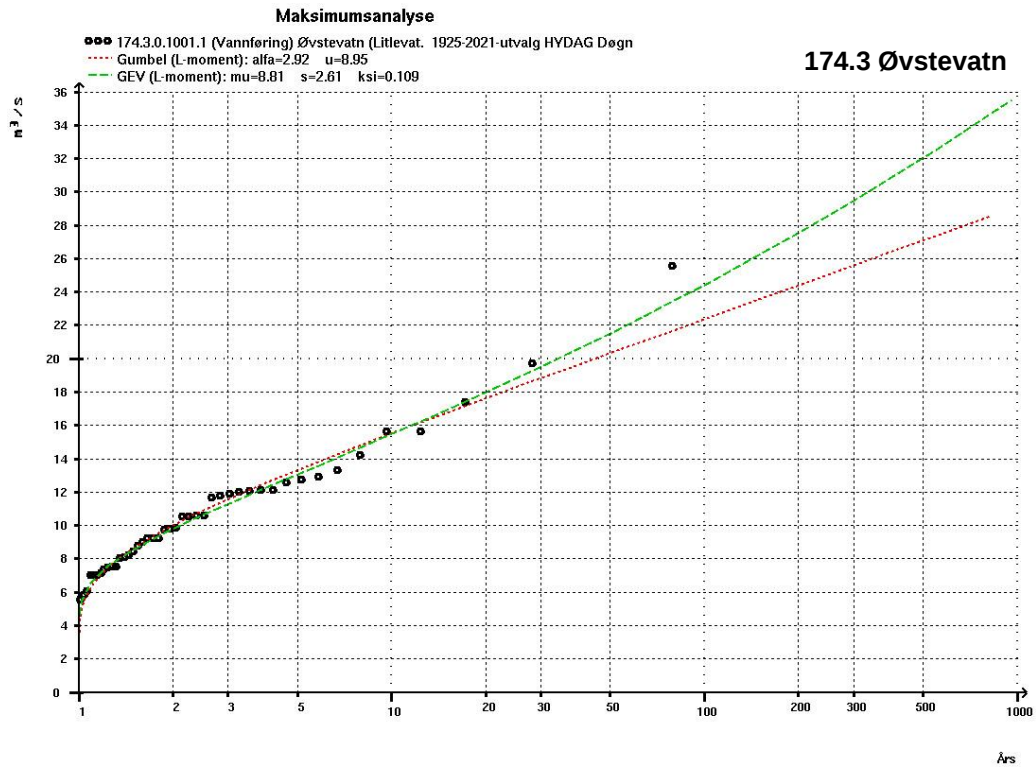
Vedlegg 3: Flomfrekvenskurver





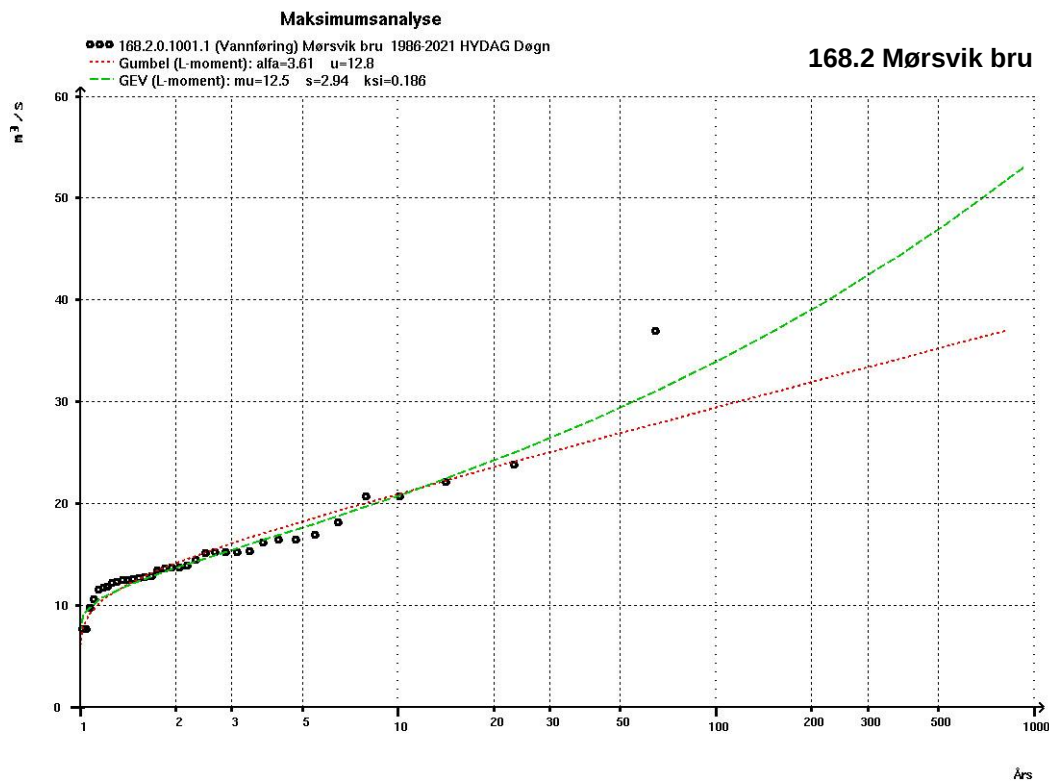
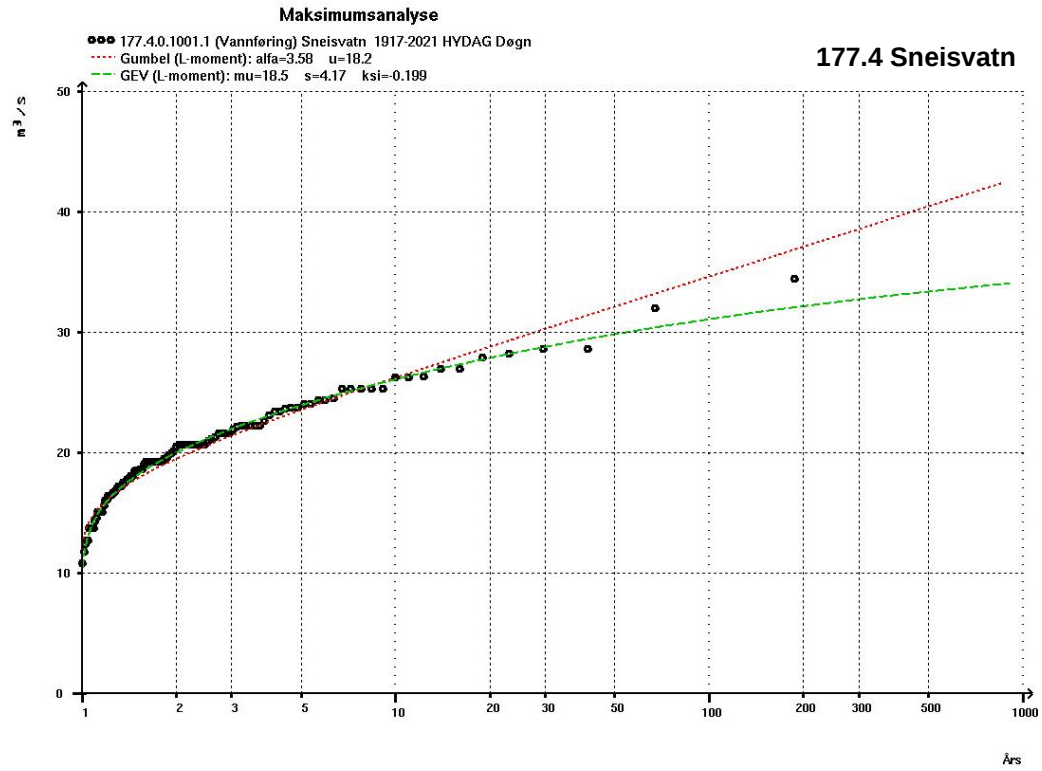
Flomvurdering Ballangслеira

Oppgavenr.: 52205107 Dokumentnr.: NOBA-104-HSE-REP-00001 Versjon: IFR02



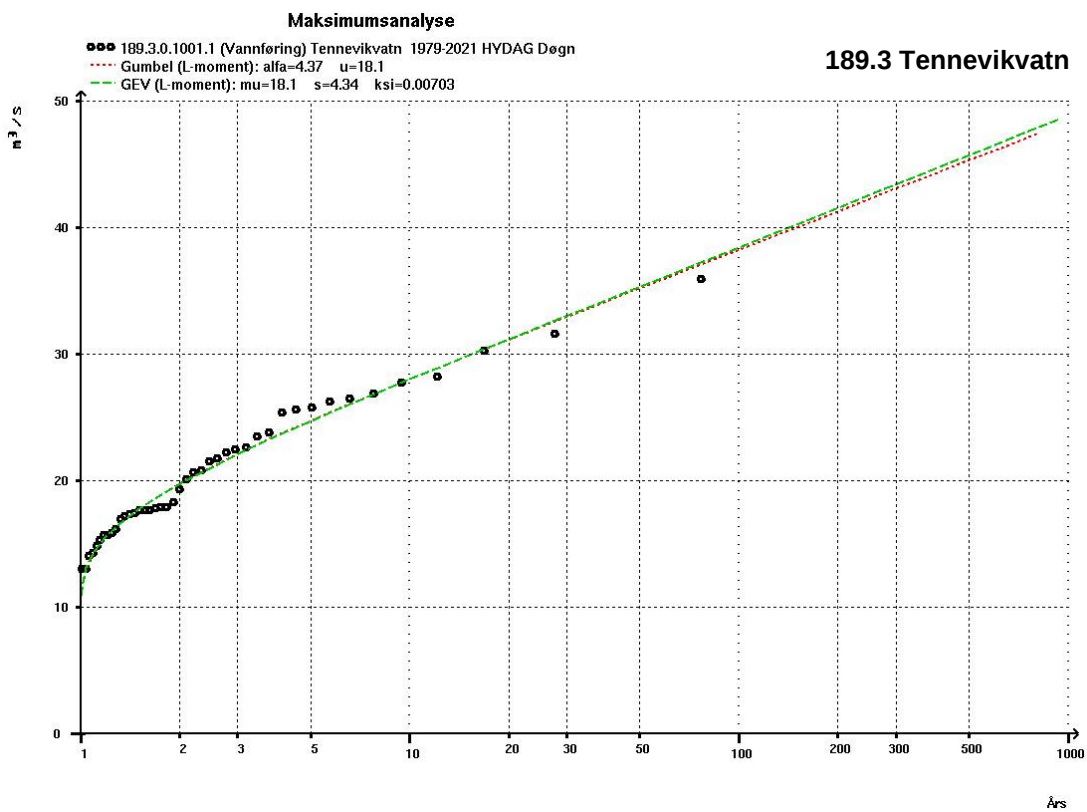
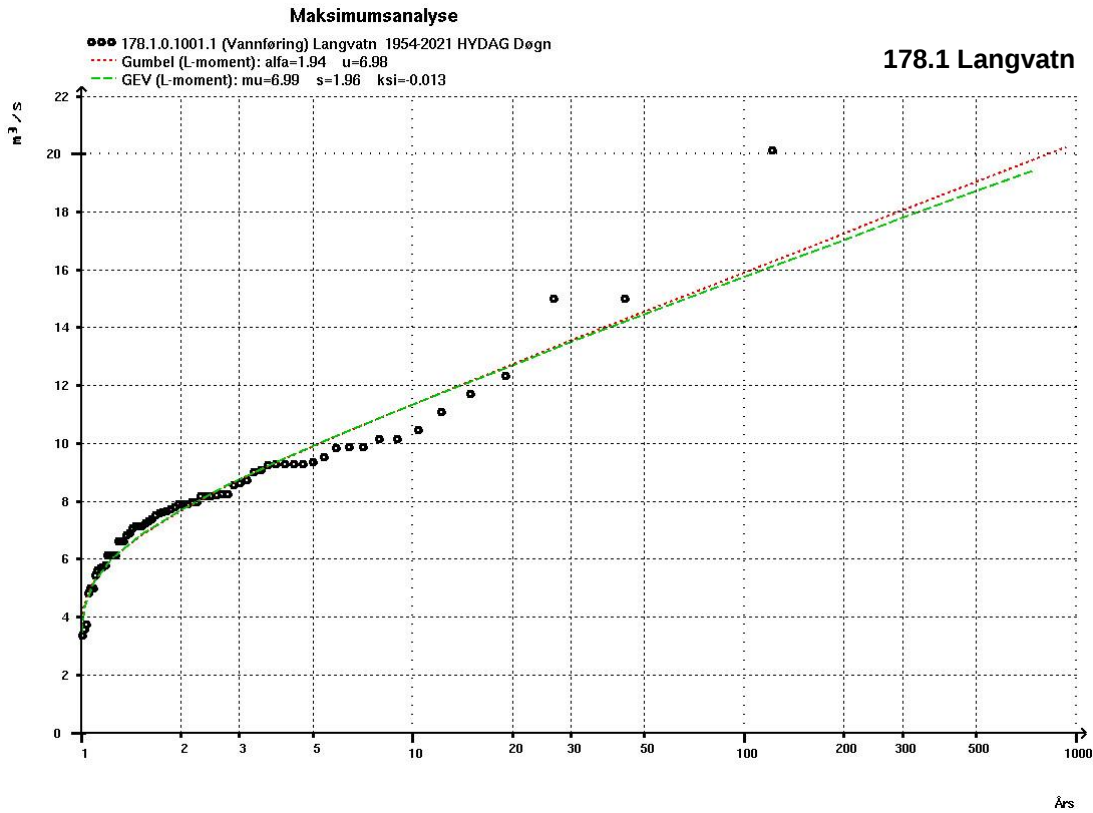
Flomvurdering Ballangслеira

Oppgavenr.: 52205107 Dokumentnr.: NOBA-104-HSE-REP-00001 Versjon: IFR02



Flomvurdering Ballangleira

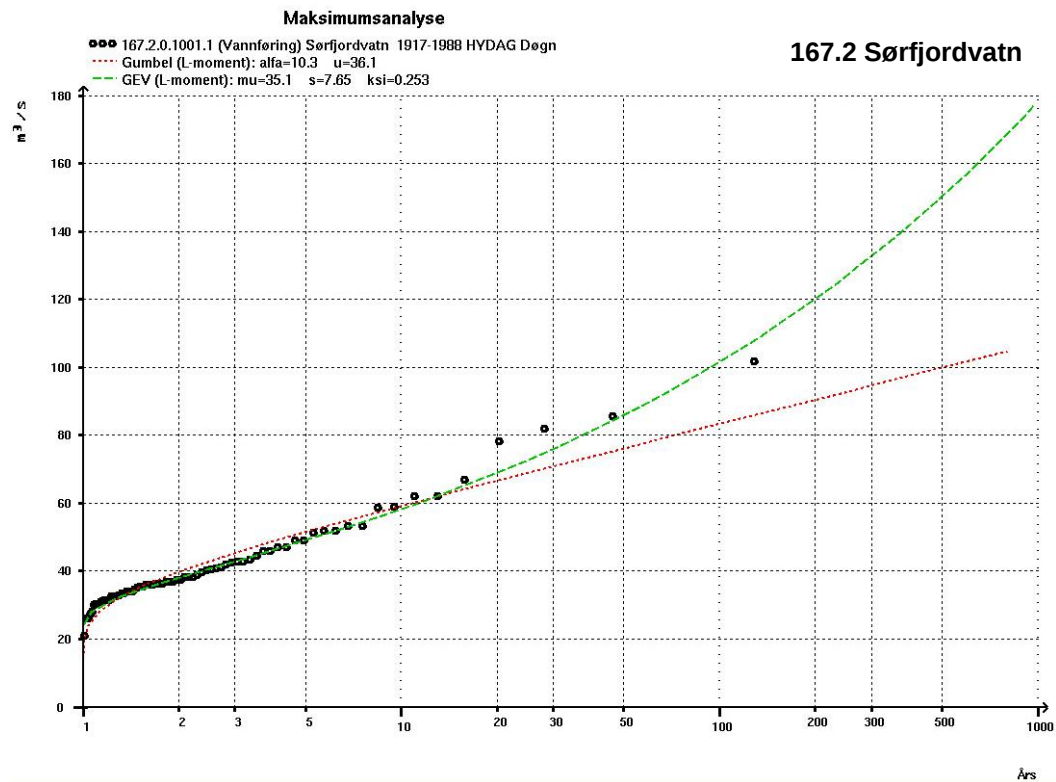
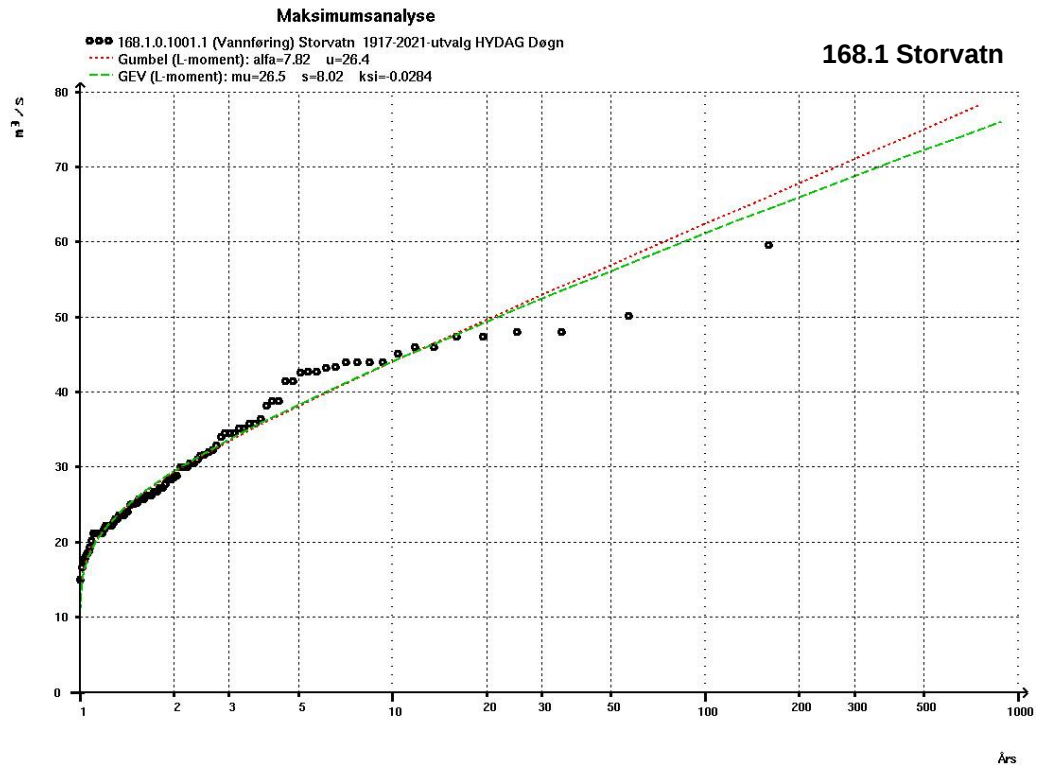
Oppgavenr.: 52205107 Dokumentnr.: NOBA-104-HSE-REP-00001 Versjon: IFR02





Flomvurdering Ballangseira

Oppgavenr.: 52205107 Dokumentnr.: NOBA-104-HSE-REP-00001 Versjon: IFR02



### Vedlegg 4: Forventet havnivå ved Ballangen

Hentet fra Statens kartverk

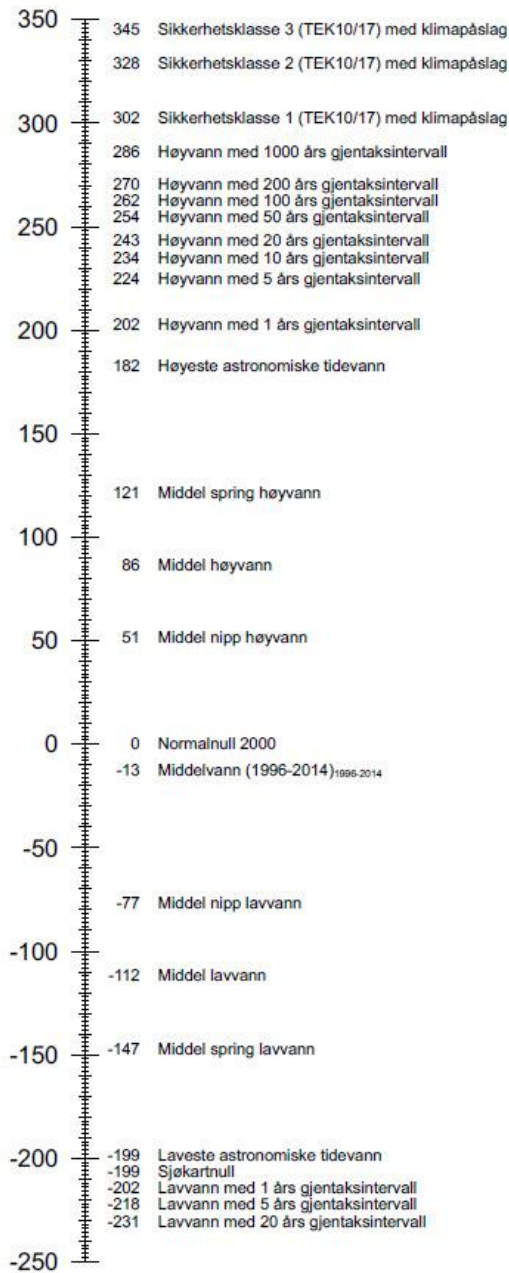
<https://www.kartverket.no/til-sjos/se-havniva>

N68°21,2' E16°53,2'

#### BALLANGEN

Nivåskisse

Nivå knyttet til tidevann er hentet fra Narvik, justert med faktor 0,99.



Høyder er i cm over Normalnull 2000 som er nullnivå i det norske offisielle høydesystemet NN2000. Datagrunnlag sist endret: 9. februar 2017. Lastet ned: 14. mars 2022.

**Framskrivinger for framtidig havnivå**

14. mars 2022

Tall som presenteres her er basert på rapporten «Sea Level Change for Norway - Past and Present Observations and Projections to 2100», bestilt av Miljødirektoratet. Rapporten inneholder de offisielle tallene.

Hvordan havnivåendringen blir, avhenger av hvor stort utslipp av klimagasser vi kommer til å ha fremover. Ulike utslippsscenarioer for klimagasser er beskrevet i den femte hovedrapporten til FNs klimapanel (IPCC), og tre av disse er vurdert her.

RCP2.6 innebærer drastiske utslippskutt allerede fra 2020

RCP4.5 innebærer små endringer av utslipp fram til 2050 og deretter utslippskutt

RCP8.5 innebærer at utslippene av klimagasser fortsetter å øke i dagens tempo

Tallene gjelder for gamle Ballangen kommune. Utgangspunktet for modellene er Ballangen.

	2041-2060	2081-2100	2100
Lavt utslipp (RCP2.6)	4 cm (-11 – 19 cm)	5 cm (-23 – 32 cm)	6 cm (-23 – 36 cm)
Redusert utslipp (RCP4.5)	5 cm (-8 – 19 cm)	12 cm (-15 – 39 cm)	12 cm (-18 – 43 cm)
Høyt utslipp (RCP8.5)	9 cm (-6 – 24 cm)	27 cm (-4 – 59 cm)	30 cm (-6 – 68 cm)

Tabellen presenterer framskrivinger for framtidig havnivå for årene fram til 2100 sammenlignet med perioden 1996-2005. Tabellen viser framskrivningenes middelerverdier samt nedre og øvre grense for det sannsynlige intervallet for havnivåendringene.



## Flomvurdering Ballangseira

Oppgavenr.: 52205107 Dokumentnr.: NOBA-104-HSE-REP-00001 Versjon: IFR02

### Vedlegg 5: Innmålinger av bruer/ kulverter

Av Vinter Entreprenør AS

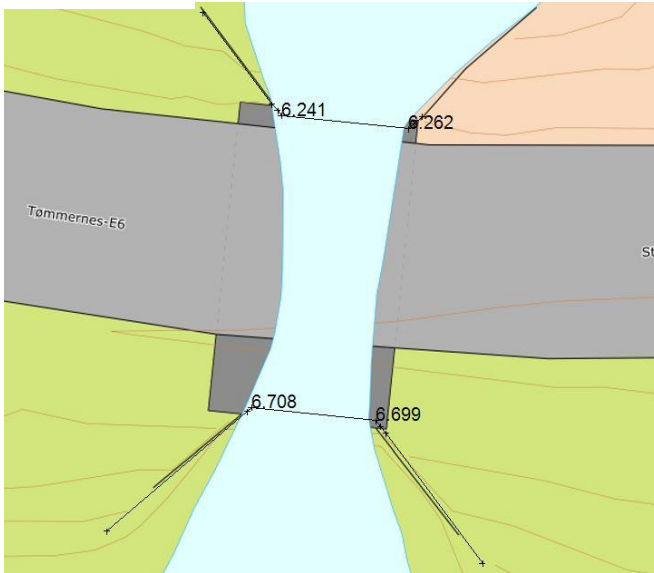
#### Bru -B1



Flomvurdering Ballangleira

Oppgavenr.: 52205107 Dokumentnr.: NOBA-104-HSE-REP-00001 Versjon: IFR02

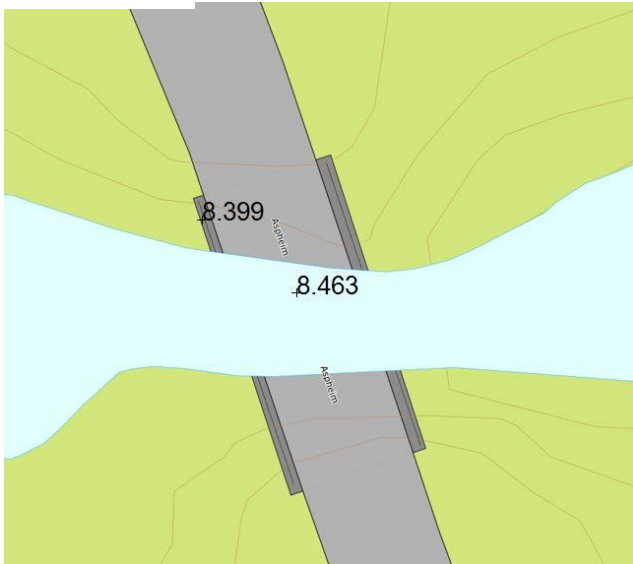
**Bru -B2**



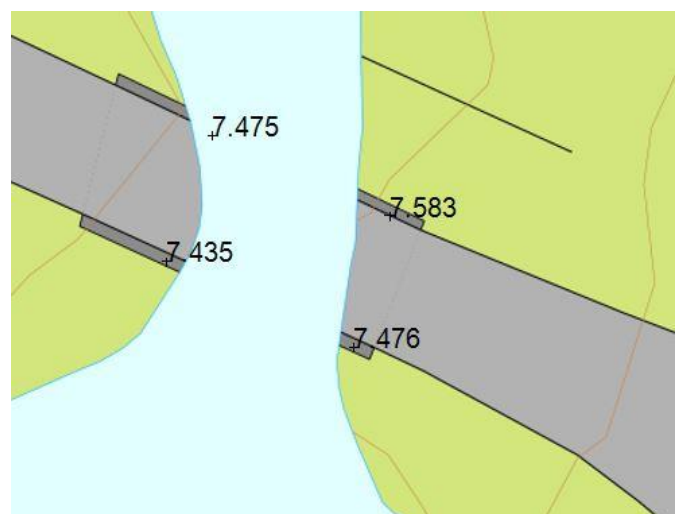
Flomvurdering Ballangleira

Oppgavnr.: 52205107 Dokumentnr.: NOBA-104-HSE-REP-00001 Versjon: IFR02

**Bru -B3**



**Bru -B4**







Flomvurdering Ballangleira

Oppgavenr.: 52205107 Dokumentnr.: NOBA-104-HSE-REP-00001 Versjon: IFR02

**Bru - B1**



**Bru – B2**





Flomvurdering Ballangseira

Oppgavenr.: 52205107 Dokumentnr.: NOBA-104-HSE-REP-00001 Versjon: IFR02

Bru – B3





Flomvurdering Ballangseira

Oppgavenr.: 52205107 Dokumentnr.: NOBA-104-HSE-REP-00001 Versjon: IFR02

**Bru – B4**



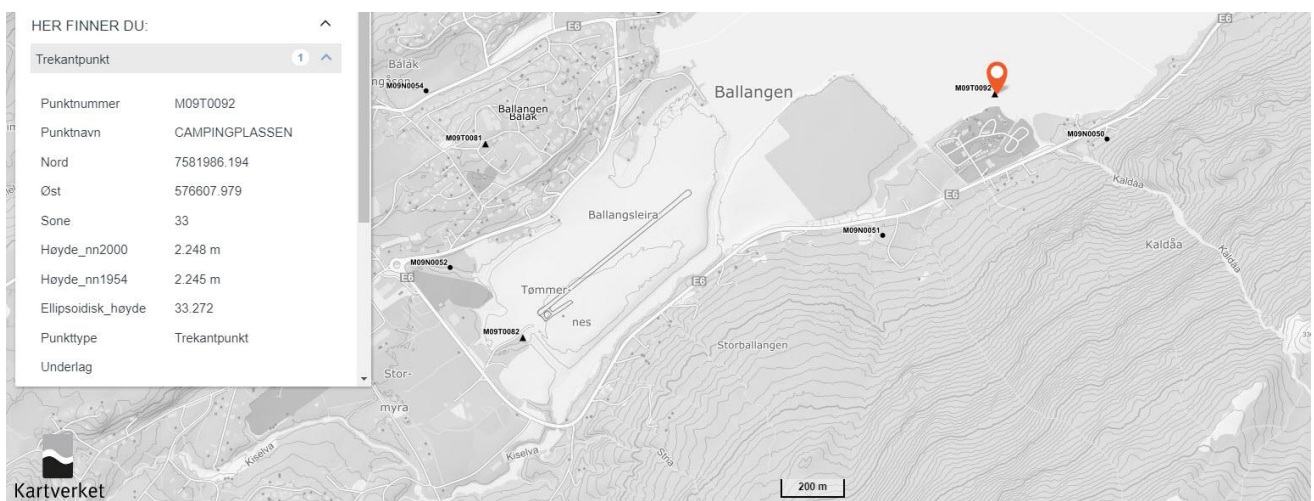
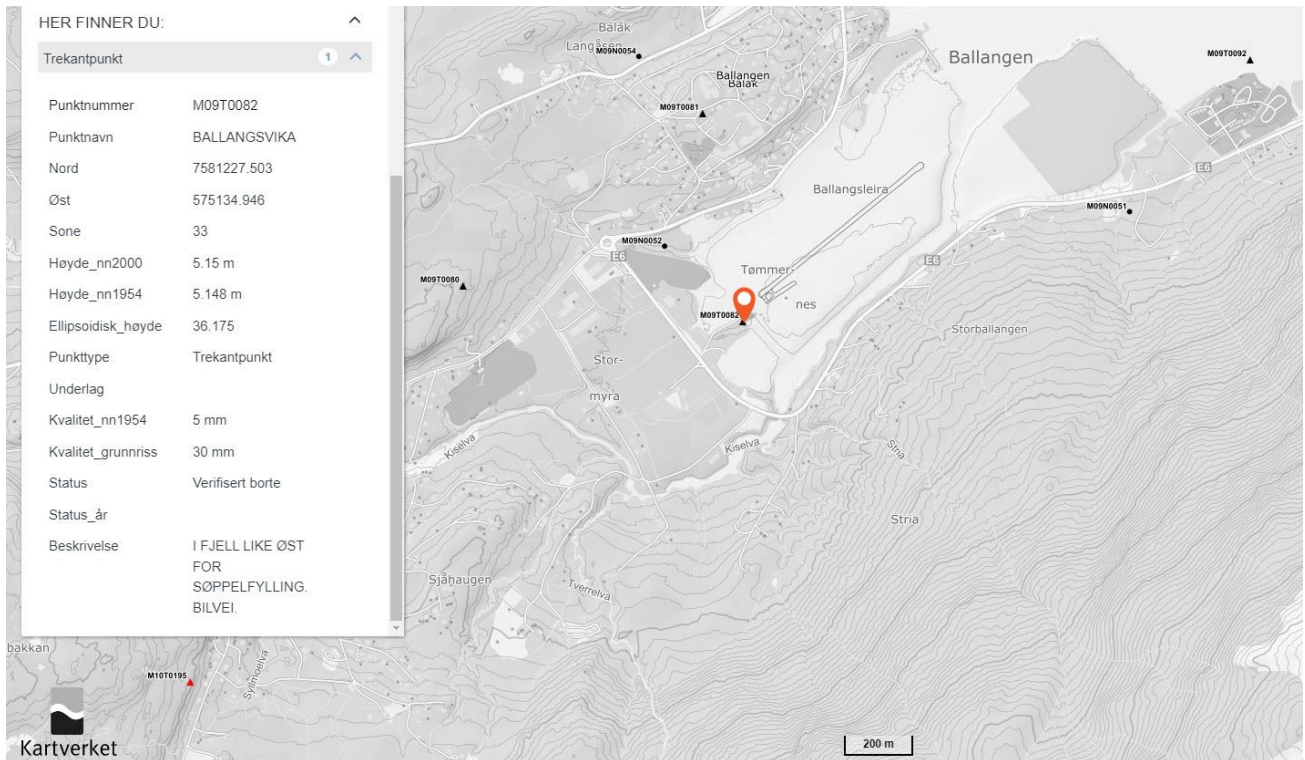


Flomvurdering Ballangseira

Oppgavnr.: 52205107 Dokumentnr.: NOBA-104-HSE-REP-00001 Versjon: IFR02

Vedlegg 7: Info høydesystem

Hentet fra Statens kartverk



**Vedlegg 8: Ekstremnedbørsberegninger fra Meteorologisk institutt**

<b>Påregnelig Ekstremnedbør (felt)</b>												
<b>Nedbørfelt: Ballangleira</b>												
<b>1) Normal årsnedbør (basert på verdier fra normalkart): PN ~ 1400 mm</b>												
<b>2) M5(24t) / PN ~ 5,4 % ==&gt; M5(24t) ~ 75 mm</b>												
<b>3) Påregnelige 24 timers nedbørverdier</b>												
	Årsverdi	jan, feb, des	mar, apr, mai	jun, jul, aug	sep, okt, nov							
M5(Årstid) / M5(År)	1	0.82	0.70	0.58	0.78							
M5 (mm)	75	60	50	45	60							
M10 (mm)	85	70	60	50	65							
M25 (mm)	95	80	70	55	75							
M50 (mm)	110	95	80	65	90							
M100 (mm)	120	105	90	75	100							
M200 (mm)	135	115	100	80	110							
M500 (mm)	155	140	120	100	135							
M1000 (mm)	175	155	135	110	150							
PMP (mm)	290	260	220	185	250							
<b>4) Påregnelige n-timers nedbørverdier</b>												
<b>4. 1) Årsverdi:</b>												
Antall timer (n)	1	2	6	12	24	48	72	96	120	144	168	192
n timer / 24 timer	0.31	0.39	0.60	0.77	1.00	1.27	1.48	1.69	1.88	2.05	2.21	2.36
M10 (mm)	25	35	50	65	85	105	125	140	160	175	185	200
M25 (mm)	30	40	60	75	95	125	145	165	185	200	215	230
M50 (mm)	35	40	65	85	110	140	160	185	205	225	240	255
M100 (mm)	35	45	75	95	120	155	180	205	225	250	265	285
M200 (mm)	40	55	80	105	135	170	200	230	255	275	300	320
M500 (mm)	50	60	95	120	155	195	230	260	290	320	345	365
M1000 (mm)	55	65	105	135	175	220	255	290	325	355	380	405
PMP (mm)	90	115	175	220	290	365	425	490	545	590	640	680
<b>4. 2) jan, feb, des:</b>												
Antall timer (n)	1	2	6	12	24	48	72	96	120	144	168	192
n timer / 24 timer	0.31	0.39	0.60	0.77	1.00	1.27	1.48	1.69	1.88	2.05	2.21	2.36
M10 (mm)	20	25	40	55	70	90	100	115	130	140	155	165
M25 (mm)	25	30	50	60	80	100	120	135	150	165	175	190
M50 (mm)	30	35	55	70	95	120	140	160	175	190	205	220
M100 (mm)	30	40	65	80	105	135	155	175	195	215	230	245
M200 (mm)	35	45	70	90	115	150	170	195	220	240	255	275
M500 (mm)	45	55	85	110	140	180	210	235	265	290	310	330
M1000 (mm)	50	60	95	120	155	200	230	265	295	320	345	370
PMP (mm)	80	100	155	200	260	330	385	440	490	535	575	615



## Flomvurdering Ballangseira

Oppgavenr.: 52205107 Dokumentnr.: NOBA-104-HSE-REP-00001 Versjon: IFR02

### 4. 3) mar, apr, mai:

Antall timer (n)	1	2	6	12	24	48	72	96	120	144	168	192
n timer / 24 timer	0.31	0.39	0.6	0.77	1	1.27	1.48	1.69	1.88	2.05	2.21	2.36
M10 (mm)	20	25	35	45	60	75	85	100	110	120	130	140
M25 (mm)	20	25	40	50	70	85	100	115	130	140	150	160
M50 (mm)	25	30	50	60	80	100	120	135	150	165	175	190
M100 (mm)	30	35	55	70	90	115	130	150	165	180	195	210
M200 (mm)	30	40	60	75	100	125	145	165	185	200	220	235
M500 (mm)	35	45	70	90	120	150	175	200	225	245	265	280
M1000 (mm)	40	50	80	100	135	170	195	225	250	270	295	315
PMP (mm)	70	85	135	170	220	280	330	375	415	455	490	525

### 4. 4) jun, jul, aug:

Antall timer (n)	1	2	6	12	24	48	72	96	120	144	168	192
n timer / 24 timer	0.31	0.39	0.6	0.77	1	1.27	1.48	1.69	1.88	2.05	2.21	2.36
M10 (mm)	15	20	30	35	50	60	70	80	90	100	105	115
M25 (mm)	15	20	35	45	55	70	85	95	105	115	125	130
M50 (mm)	20	25	40	50	65	85	95	110	125	135	145	155
M100 (mm)	25	30	45	55	75	95	110	125	135	150	160	170
M200 (mm)	25	30	50	65	80	105	120	135	155	165	180	190
M500 (mm)	30	40	60	75	100	125	145	165	185	200	215	230
M1000 (mm)	35	45	65	85	110	140	160	185	205	225	240	260
PMP (mm)	55	70	110	140	185	230	270	310	345	375	405	430

### 4. 5) sep, okt, nov:

Antall timer (n)	1	2	6	12	24	48	72	96	120	144	168	192
n timer / 24 timer	0.31	0.39	0.6	0.77	1	1.27	1.48	1.69	1.88	2.05	2.21	2.36
M10 (mm)	20	25	40	50	65	85	95	110	125	135	145	155
M25 (mm)	25	30	45	60	75	95	115	130	145	155	170	180
M50 (mm)	30	35	55	70	90	115	130	150	165	185	195	210
M100 (mm)	30	40	60	75	100	125	145	170	185	205	220	235
M200 (mm)	35	45	65	85	110	140	165	185	210	225	245	260
M500 (mm)	40	50	80	105	135	170	195	225	250	275	295	315
M1000 (mm)	45	60	90	115	150	190	220	250	280	305	330	350
PMP (mm)	75	95	150	190	250	315	365	420	465	510	550	585

### 5) Justering fra punkt til areal-verdi.

De gitte verdier gir punktnedbør for et "representativt" fiktivt punkt i feltet.

For felt på ca. 10 kv.km fåes et grovestimat av arealnedbør ved å multiplisere punktverdiene med en "arealreduksjonsfaktor" ARF:

ANTALL TIMER:	1	2	6	12	24	48	72	96	120	144	168	192
ARF (10 kv.km.)	0.91	0.93	0.95	0.97	0.98	0.98	0.99	0.99	0.99	1.00	1.00	1.00

### 6) Nærmeste målestasjon: 84070 BJØRKÅSEN (PN=1332 mm/år)

### 7) Maksimal observert nedbør i området (valgte stasjoner i perioden 1895-2022) : 99,3 mm

Målt ved: 84100 HESTNES I BALLANGEN II den 09.01.1964

### 8) Kommentarer:

Det må presiseres at de gitte verdier for MT og PMP er basert på et relativt sparsomt datagrunnlag. Verdiene må derfor bare betraktes

[Data er gyldig per 20.05.2021 \(CC BY 3.0\), Meteorologisk institutt \(MET\)](#)

[kdvh@met.no](mailto:kdvh@met.no)

### Vedlegg 9: 9. Innmåling av elveprofiler

Av Norconsult AS

CS1				CS4				CS6			
Point	Y	X	H	Point	y	x	H	Punkt	y	x	H
tl8.13	7580792	574997	8.523	tl5.17	7581397	575541	9.635	tl3.16	7581872	575787	-1.719
tl8.12	7580785	574997	8.56	tl5.16	7581391	575547	8.796	tl3.15	7581855	575794	-1.754
tl8.11	7580779	574994	4.771	tl5.15	7581387	575550	7.153	tl3.14	7581843	575803	-2.016
tl8.10	7580776	574995	2.829	tl5.14	7581384	575552	5.262	tl3.13	7581838	575809	-1.682
tl8.9	7580770	574999	1.344	tl5.13	7581382	575554	4.947	tl3.12	7581833	575809	0.393
tl8.8	7580762	575002	1.064	tl5.12	7581379	575557	2.501	tl3.11	7581830	575810	1.828
tl8.7	7580757	575003	1.471	tl5.1	7581377	575555	2.16	tl3.10	7581826	575812	1.772
tl8.6	7580753	575006	1.963	tl5.2	7581375	575557	1.306	tl3.9	7581822	575812	0.257
tl8.5	7580750	575010	1.313	tl5.3	7581366	575566	-0.311	tl3.7	7581819	575814	-1.307
tl8.4	7580745	575013	2.042	tl5.4	7581359	575573	-0.206	tl3.8	7581815	575816	-1.776
tl8.3	7580742	575013	3.465	tl5.5	7581350	575582	0.638	tl3.6	7581816	575819	-0.757
tl8.2	7580739	575014	3.66	tl5.6	7581346	575586	2.767	tl3.5	7581815	575821	-0.032
tl8.1	7580734	575016	7.602	tl5.7	7581342	575590	5.563	tl3.4	7581813	575822	1.732
				tl5.8	7581340	575592	7.832	tl3.3	7581811	575824	3.199
				tl5.9	7581337	575594	9.485	tl3.2	7581808	575825	4.817
				tl5.10	7581336	575595	9.834	tl3.1	7581806	575827	4.776
CS2				CS5				CS7			
Point	y	x	H	Punkt	y	x	H	Punkt	y	x	H
tl7.10	7580907	575178	6.437	tl4.5	7581671.88	575721.3	4.859	tl2.10	7582009	575948	-1.973
tl7.9	7580897	575175	2.637	tl4.6	7581669.23	575726.9	4.64	tl2.7	7582002	575962.3	-2.463
tl7.8	7580892	575175	0.947	tl4.7	7581668.15	575728.7	3.327	tl2.8	7581994	575972.3	-2.042
tl7.7	7580886	575176	0.535	tl4.8	7581667.4	575729.8	2.509	tl2.9	7581996	575982	-1.587
tl7.6	7580880	575173	1.474	tl4.12	7581671.87	575732.9	1.536	tl2.6	7581993	575985	-0.064
tl7.5	7580872	575171	1.66	tl4.11	7581671.24	575735.3	0.349	tl2.5	7581991	575987.6	0.932
tl7.4	7580868	575170	2.825	tl4.10	7581667.14	575738.6	-1.118	tl2.4	7581988	575991.6	1.986
tl7.3	7580864	575170	5.775	tl4.9	7581663.87	575744.8	0.71	tl2.3	7581987	575994	3.027
tl7.2	7580862	575169	8.02	tl4.4	7581661.88	575745.9	2.41	tl2.2	7581985	575997.1	4.596
tl7.1	7580856	575170	8.571	tl4.3	7581660.96	575746.9	3.373	tl2.1	7581983	576000.4	4.701
CS3											
Point	y	x	H								
tl1.1	7581072	575204	8.726	tl4.2	7581659.96	575748.6	4.65				
tl1.2	7581069	575210	8.626	tl4.1	7581658.59	575752.3	4.881				
tl1.3	7581066	575217	4.716								
tl1.4	7581064	575222	3.096								
tl1.5	7581063	575224	2.341								
tl1.6	7581059	575233	1.268								
tl1.7	7581056	575253	0.457								
tl1.8	7581044	575262	0.519								
tl1.9	7581030	575273	0.303								
tl1.10	7581025	575279	1.209								
tl1.11	7581020	575286	2.459								
tl1.12	7581019	575288	4.016								
tl1.13	7581017	575290	5.928								
tl1.14	7581016	575293	7.402								
tl1.15	7581012	575297	7.769								

Flomvurdering Ballangseira

Oppgavenr.: 52205107 Dokumentnr.: NOBA-104-HSE-REP-00001 Versjon: IFR02

Innmålinger av bruhøyder

Bro – B1



Bro – B2





Flomvurdering Ballangseira

Oppgavenr.: 52205107 Dokumentnr.: NOBA-104-HSE-REP-00001 Versjon: IFR02

**Bru – B3**



**Bru – B4**





Flomvurdering Ballangseira

Oppgavenr.: 52205107 Dokumentnr.: NOBA-104-HSE-REP-00001 Versjon: IFR02



<b>B1</b>				<b>B3</b>			
Point	y	x	H	Point	y	x	H
kulv1.1	7581728	575763.2	1.489	uk_bru3.1	7580722	574874.5	7.3
kulv1.2	7581728	575763.1	3.59	uk_bru3.2	7580717	574876.6	7.3
kulv1.3	7581727	575765.5	3.55	uk_bru3.3	7580718	574879.9	7.3
kulv1.4	7581727	575765.4	1.492	uk_bru3.4	7580720	574879.2	7.3
kulv2.1	7581743	575768.6	3.35	kulv2.5	7580717	574876.6	4.1
kulv2.2	7581742	575771.4	3.40				
kulv2.3	7581743	575768.6	1.45				
kulv2.4	7581742	575771.4	1.50				
				<b>B4</b>			
				Point	y	x	H
				uk_bru1.1	7580779	574810.7	7.0
				uk_bru1.2	7580777	574814.6	7.1
				uk_bru2.1	7580775	574809.5	7.0
				uk_bru2.2	7580773	574813.9	7.1
				uk_bru1.3	7580779	574810.7	5.7
				uk_bru1.4	7580777	574814.6	5.9
				uk_bru2.3	7580775	574809.5	5.7
				uk_bru2.4	7580773	574813.9	5.8
<b>B2</b>							
Point	y	x	H				
k4.3	7580958	575243.6	0.2				
k4.4	7580958	575248.5	0.3				
k5.3	7580947	575242.4	0.2				
k5.4	7580946	575247.3	0.1				
k4.1	7580958	575243.6	5.5				
k5.1	7580947	575242.4	5.6				
k5.2	7580946	575247.3	5.5				
k4.2	7580958	575248.5	5.6				