

Oppdragsgiver	Navn Måna Elveeigarlag SA	Kontaktperson Joakim Kristiansen
Oppdrag	Nummer og navn 24750 Rauma, Måndalen - Prosjektering tilbaketrekking forbygning Månavassdraget	Oppdragsleder Ragnhild Hammeren
Dokument	Nummer 24750-01-1 Vedlegg A Utført av Ragnhild Hammeren	Dato 2025-08-15 Kontrollert av Petter Reinemo Lars Staver Eid

Hydrologiske og vassdragshydrauliske beregninger

1 Metode

Vi har beregnet flomvannføring for middelflom, samt flom med gjentaksintervall 20 år og 200 år. NVE sin veileder for flomberegninger (2022b) er lagt til grunn for beregning av flommer. I tillegg har vi estimert en lav normalvannføring.

1.1 Beskrivelse av nedbørfelt

Nedbørfeltet til Måna er middels stort og har bratt gradient fra fjellene og ned i dalen. Feltet er i hovedsak dominert av snaufjell i de øvre områdene og noe skog i nedre deler. Det er flere innsjøer i øvre deler, men siden de ligger høyt i nedbørfeltet, vil de kun gi et lite bidrag til naturlig flomdempning. Feltet er ikke påvirket av regulering. Feltet forventes å ha en rask avrenningskarakteristikk.

Feltkarakteristika til Måna er vist i Tabell 1 og feltgrensene er vist i Figur 1.

Tabell 1: Feltkarakteristika til Måna.

Vassdrag	Feltareal [km ²]	q_N^* [l/s/km ²]	Eff. sjø [%]	Skog [%]	Snaufjell [%]	Feltlengde [km]	Høydeint. [moh.]
Måna	105	51.8	0.2	32	52	10.9	29 - 1572

*fra NVE sitt avrenningskart for normalperioden 1961-90.



Figur 1: Feltgrensene til Måna ved kartleggingsområdet.

1.2 Flomfrekvensanalyse

1.2.1 Målestasjoner

Vi kjenner ikke til noen målinger av flomvannføring i Måna. Vi har derfor funnet representative målestasjoner fra nærliggende vassdrag som kan gi en indikasjon på flomforholdene i det vurderte nedbørfeltet og gi grunnlag for lokal flomfrekvensanalyse.

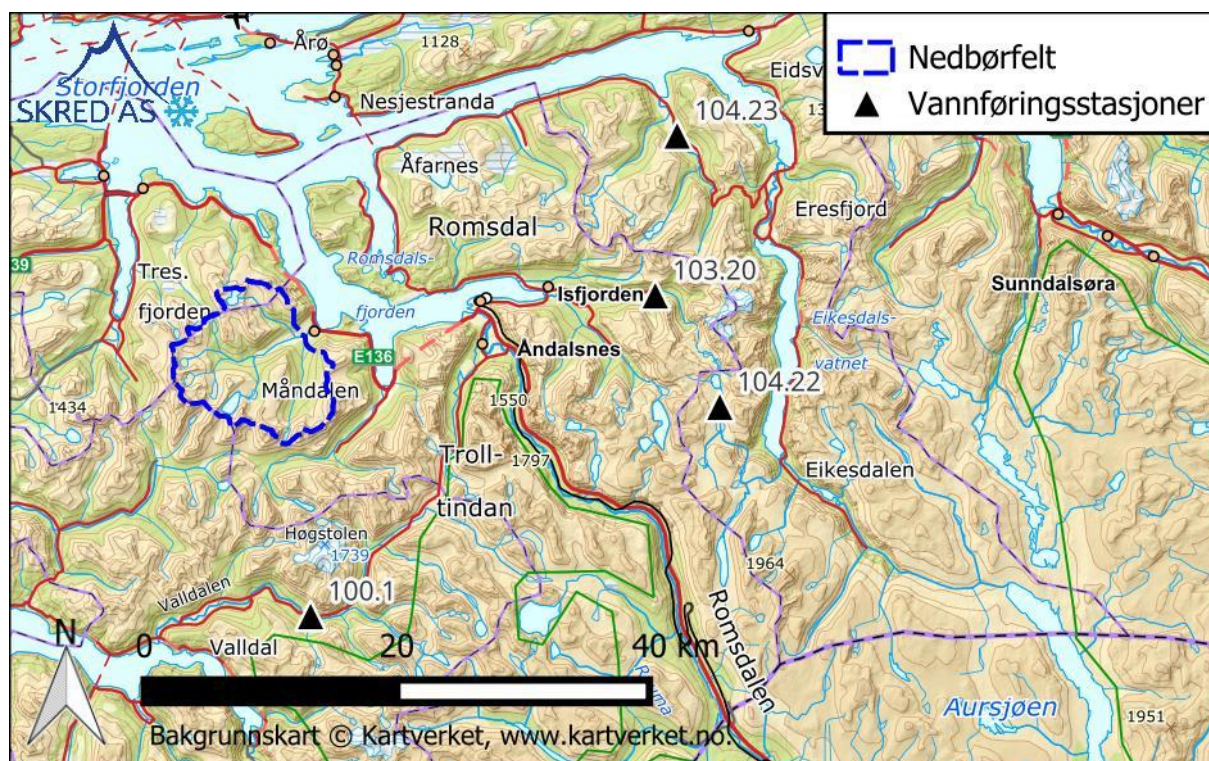
Målestasjonene er ikke påvirket av regulering. Vurderingen av kurvekvaliteten er gjort av NVE. Dersom NVE ikke har oppgitt noen kurvekvalitet, har vi selv vurdert kurven som nyttig.

Tabell 2 viser et utvalg målestasjoner med feltkarakteristika. Middellavrenning (q_n) er beregnet basert på døgnmåleserien ved hver stasjon. Beliggenheten til målestasjonene er vist i Figur 2, mens høydefordeling (hypsografisk kurve) til målestasjonene er vist i Figur 3.

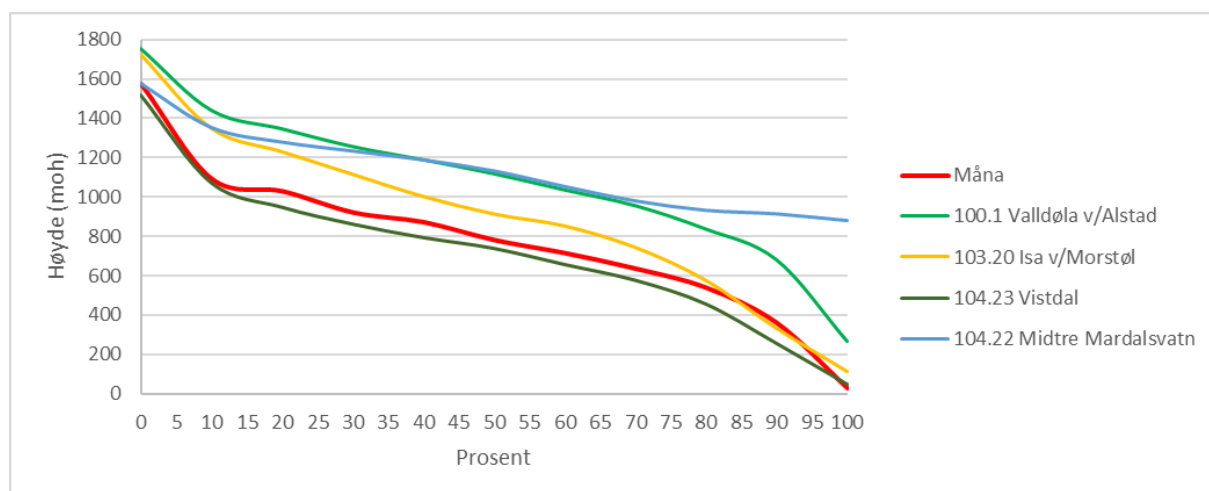
Tabell 2: Feltkarakteristika og kurvekvaliteten til utvalgte målestasjoner.

Målestasjon	Felt-areal [km ²]	Måle-periode [år]	q_n [l/s/km ²]	Eff. sjø [%]	Skog [%]	Snau-fjell [%]	Median-høyde [moh.]	Kurve-kvalitet (flom)
Måna	105	-	51.8*	0.2	32	52	29-1572	-
100.1 Valldøla v/Alstad	226	1984-2023	58.8	0.2	10	78	269-1120	Bra
103.20 Isa v/Morstøl	44	1973-2024	71.0	0.2	18	73	110-1724	Bra
104.23 Vistdal	67	1976-2024	59.0	0.2	32	55	46-1516	Middels
104.22 Midtre Mardalsvatn	14	1976-2024	80.1	4	0	81	880-1132	Bra

*fra NVE sitt avrenningskart for normalperioden 1961–1990.



Figur 2: Beliggenheten til utvalgte målestasjoner.



Figur 3: Høydefordelinga til Måna og vurderte målestasjoner.

1.2.2 Valg av metode for flomfrekvensanalyse

Ved de utvalgte målestasjonene er det lange serier med findata (> 25 år), og vi har derfor valgt å gjøre flomfrekvensanalyse direkte på findata.

1.2.3 Lokal flomfrekvensanalyse

Vi har hentet ut og analysert vannføringsmålinger fra de utvalgte målestasjonene gjennom NVE-databasen Hydra II. Vi har valgt type frekvensfordeling basert på serielengde og vekstkurven sin tilpasning til hver av måleseriene. Tabell 3 presenterer analysene utført med

Flom_analyse-programmet i Hydra II på findata. Programmet tar utgangspunkt i årsflommer. År med mer enn 10 % manglende dager fjernes i analysen.

Tabell 3: Resultater fra flomfrekvensanalyse på utvalgte måleserier, findata.

Målestasjon	År	Middelflom		Q_{10}/Q_M	Q_{20}/Q_M	Q_{200}/Q_M	Metode
		Q_M [m ³ /s]	q_M [l/s/km ²]				
100.1 Valldøla v/Alstad	22	113	500	1.32	1.45	1.91	Gumbel
103.20 Isa v/Morstøl	49	31.9	726	1.71	2.05	3.25	Gumbel
104.23 Vistdal	38	62.6	935	1.51	1.73	2.45	Gumbel
104.22 Midtre Mardalsvatn	27	8.7	622	1.32	1.47	1.96	Gumbel

1.2.4 Regional flomfrekvensanalyse - RFFA-2018

Formelverket RFFA-2018 beregner medianflom, vekstkurver og forholdstall mellom kulminasjonsflom og døgnmiddelflom i umålte felt. Formelverket er utviklet for alle feltstørrelser. Vi har benyttet en middellavrenning på 51,8 l/s/km² i flomformelverket. Analysen gir døgnmiddelvannføring og en kulminasjonsfaktor ($Q_{mom}/Q_{døgn}$).

Resultatene gitt fra RFFA-2018 for Måna er presentert i Tabell 4.

Tabell 4: Resultater fra RFFA-2018 (døgnmiddel).

	Medianflom	Medianflom	Q_{20}/Q_M	Q_{20} [m ³ /s]	Q_{200}/Q_M	Q_{200} [m ³ /s]	$Q_{mom}/Q_{døgn}$
	Q_M [m ³ /s]	q_M [l/s/km ²]					
Lav (2,5 %)	32.8	312		53		71	
Middel	56.4	537	1.67	94	2.30	130	1.34
Høy (97,5 %)	97.0	924		167		236	

1.2.5 Nedbør-avløpsmetoder - PQRUT

Siden det ikke foreligger nedbørstasjoner i nærheten med lang lengde på måleserien, vurderer vi at PQRUT vil være beheftet en stor grad av usikkerhet for Måna. Vi har derfor valgt å basere flomberegninga på andre metoder.

1.2.6 Klimapåslag

I henhold til anbefalinger i Klimaprofil for Møre og Romsdal (Norsk Klimaservicesenter, 2025) benytter vi klimapåslag på 40 % for å ta hensyn til forventet økning i flomstørrelser frem mot år 2100.

1.3 Vurdering av resultater

1.3.1 Middelflom

100.1 Valldøla v/Alstad har omtrent dobbelt så stort nedbørfelt som Måna. Effektiv sjøprosent er lik, mens andelen snaufjell er noe høyere. Feltet til målestasjonen er ved Langevatn, helt øverst i feltet regulert, men dette vurderes å ha neglisjerbar innvirkning på flomvannføringen. På grunn av forskjellen i feltareal, forventer vi noe lavere spesifikke flommer ved målestasjonen enn i Måna. Vannføringskurven er oppgitt å ha god kvalitet.

103.20 Isa v/Morstøl og 104.23 Vistdal har begge omtrent halvparten så stort nedbørfelt som Måna. Effektiv sjøprosent er lik. Andelen skog og snaufjell er for 103.20 lik som Måna, mens 104.23 har noe mer snaufjell og mindre skog. Totalt sett forventer vi noe høyere spesifikke flommer ved disse målestasjonen enn i Måna. Kurvekvaliteten er henholdsvis god og middels.

104.22 Midtre Mardalsvatn har mye mindre feltareal enn Måna. I tillegg ligger den høyere i terrenget og har dermed høyere andel snaufjell og høyere middelavrenning. Dette taler for høyere spesifikke flommer ved målestasjonen enn i Måna. Samtidig har nedbørfeltet til målestasjonen mye høyere effektiv sjøprosent enn Måna. I sum forventer vi omtrent like høye spesifikke flommer ved denne målestasjonen enn i Måna. Kurvekvaliteten er god.

Ut fra målestasjonene vurderes en kulminert middelflom i Måna på 550-700 l/s/km² som realistisk. Dette ligger som middelestimatet fra RFFA-2018 og noe lavere.

1.3.2 Vekstkurve

103.20 Isa v/Morstøl har både lengst måleserie og god kvalitet på vannføringskurven. Denne har dermed det beste grunnlaget for vurdering av vekstkurve. Samtidig har måleserien en lengde på 49 år, som gir noe begrenset statistisk grunnlag for å vurdere vekstkurve på 200 år. Middelestimat for vekstfaktor for gjentakintervall 200 år er for målestasjonen på 3,25 som ligger høyere enn for de andre målestasjonene. Det er for øvrig stort sprik i vekstkurve for de ulike målestasjonene, fra 1,91 til 3,25.

RFFA-2018 gir en vekstkurve på 2,30. Vekstkurven fra formelverket anses som robust for gjentakintervall opptil 200 år, og siden målestasjonene har begrenset statistisk grunnlag for vurdering av høye returperioder, velger vi å vektlegge vekstkurven fra RFFA-2018.

1.3.3 Sammenligning og vurdering av resultater fra ulike metoder

Middelflom fra målestasjonene ligger i nedre konfidensintervall fra RFFA-2018. Det er valgt å sette middelflommen til 700 l/s/km², som ligger mellom øvre estimat fra målestasjonene og middelestimatet fra RFFA-2018. Vekstkurven fra NIFS er valgt. Resultatene fra de ulike flomberegningsmetodene er oppsummert i Tabell 5.

Tabell 5: Sammenligning av resultater fra flomberegninger med ulike metoder (kulm.).

Metode	q_m [l/s/km ²]	Q_{200}/Q_M	q_{200} [l/s/km ²]
Vurdert fra målestasjoner	550 – 700	3.25	-
Regional frekvensanalyse	420 – 720 - 1238	2.30	
VALGT	700	2.30	1610

1.3.4 Flomverdier

Flomverdier beregnet for Måna er gitt i Tabell 6. Spesifikk 200-årsflom med klimatillegg er beregnet til 2257 l/s/km².

Tabell 6: Dimensjonerende vannføring i Måna med og uten klimapåslag (kulminasjon).

Klima- påslag	Middelflom	Middelflom	$Q_{10}/$ Q_M	Q_{10} [m ³ /s]	$Q_{20}/$ Q_M	Q_{20} [m ³ /s]	$Q_{200}/$ Q_M	Q_{200} [m ³ /s]
	Q_M [m ³ /s]	q_M [l/s/km ²]						
Ingen	74	700	1.48	109	1.67	123	2.3	169
1.4	103	980		153		172		237

1.4 Normalvannføring

Normalvannføringen er beregnet ut fra årlig middeltilsg. I tillegg har vi beregnet en lav vannføring basert på alminnelig lavvannføring fra NEVINA. Vannføringene er gitt i

Årlig middelavrenning	Årlig middelavrenning	Alminnelig lavvannføring	Alminnelig lavvannføring
[l/s/km ²]	[m ³ /s]	[l/s/km ²]	[m ³ /s]
51.8	5,4	7,3	0,8

1.5 Klassifisering av flomberegning

Vi vurderer det hydrologiske datagrunnlaget til klasse 3 (på en skala fra 1 – 5 der 1 er best) fordi det ikke foreligger observasjoner i eller nært vassdraget, noen av observasjonene har god kvalitet, og at det ikke er store gradienter i spesifikke flomstørrelser.

2 Hydrauliske beregninger

2.1 Oppsummering og resultater fra befaring

Befaring i området ble utført 02. september 2025 av Ragnhild Hammeren, Skred AS. Det var pent vær under befaringa. Registeringer ble gjort til fots. Tverrprofiler i hovedløpet til Månavassdraget ble målt inn med CPOS-GPS.

2.2 Topografiske data og eventuelle oppmålinger

Vi har etablert en terrengmodell med horisontal oppløsning på 0,5 x 0,5 meter basert på bakkepunkter fra LiDAR-data av området fra 2017 (NDH Norddal-Rauma 5pkt 2017) (Kartverket, 2025a).

På befaringen ble enkelte tverrprofiler i elva målt inn, og bunnivå til hovedløpet til elva er justert med bakgrunn i dette.

Alle høyder i rapporten er oppgitt i høydesystem NN2000.

2.3 Data for observerte flommer og kalibreringsdata

Vi har ikke fått informasjon om tidligere flommer i Storebølingen på den aktuelle strekningen som kan benyttes til å kalibrere eller verifisere den hydrauliske modellen og resultatene.

2.4 Modellvalg

I beregning av vannlinje og hydrauliske parametere er programvaren Hec-Ras versjon 6.6 benyttet. De viktigste inngangsparameterne til Hec-Ras modellen er geometri (terrengmodell, grid, elvebanker og konstruksjoner), ruhet, grensebetingelser og vannføring. For å best mulig vurdere strømningsforholdene er en 2-dimensjonal-modell vurdert hensiktsmessig.

2.5 Oppsett av modell

Terrengmodellen som er benyttet i den hydrauliske modellen er beskrevet i avsnitt 2.2. For eksisterende situasjon er det ikke gjort andre terrengendringer enn senkning av deler av elveløpet etter innmålinger fra befaringen.

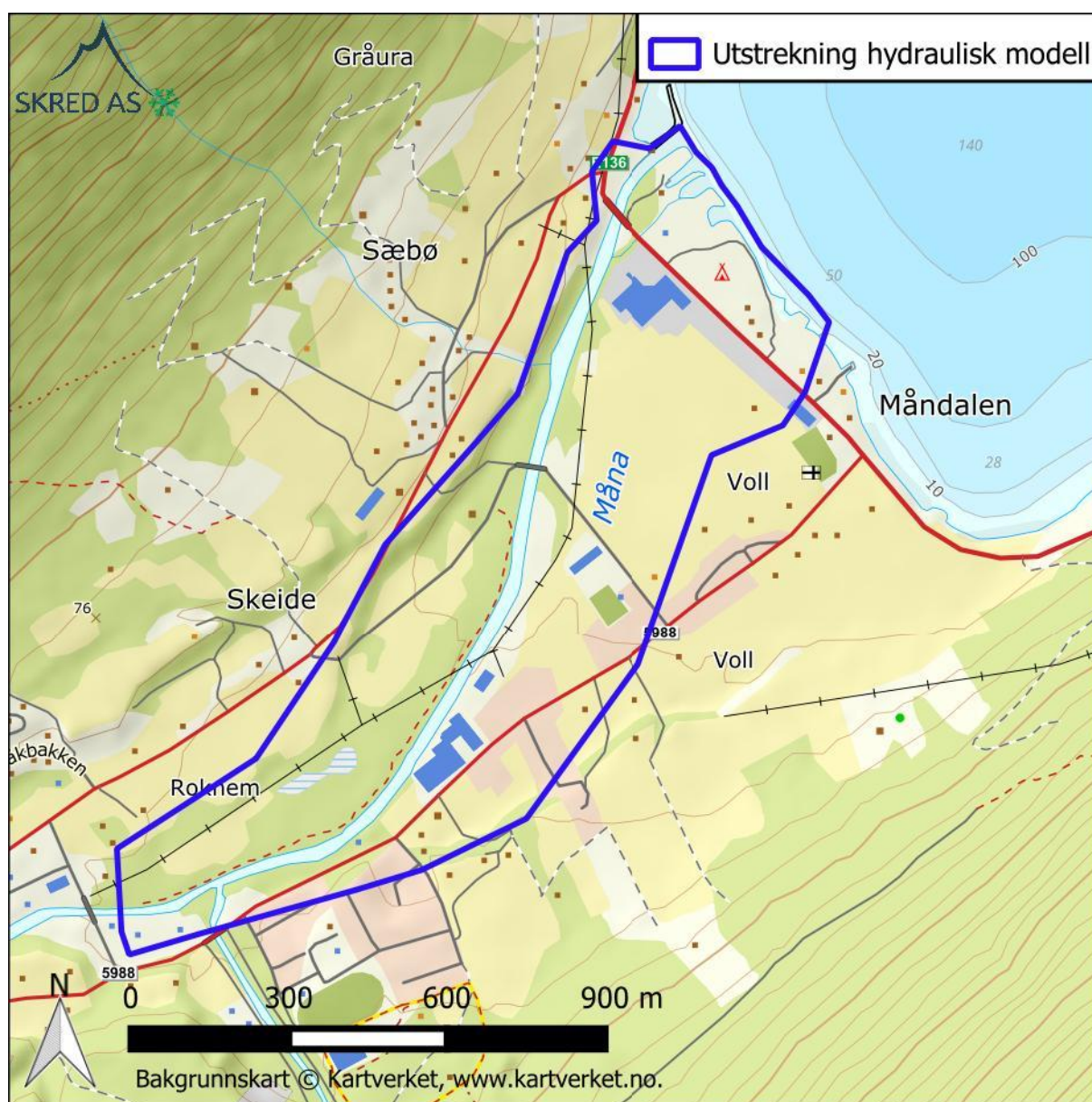
Sideløpet er lagt inn i den hydrauliske modellen. Det samme er voller langs sideløpet der overhøyden i eksisterende terreng er liten, samt voll som skal sikre dyrka mark.

Oppstrøms grensebetingelse er plassert ca. 300 meter oppstrøms planlagt innløp til sideløpet. Nedstrøms grensebetingelse er 1-års stormflo i fjorden.

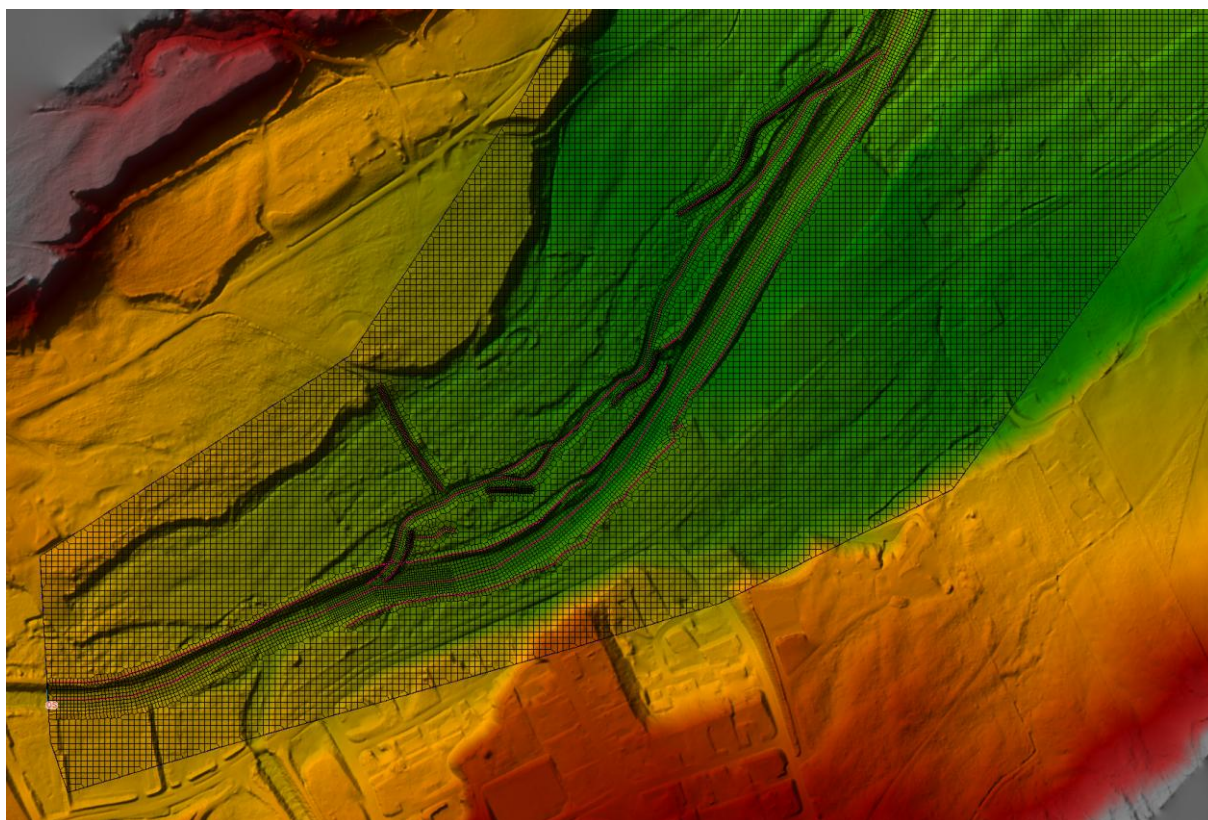
Benyttede parametere i modellen er oppsummert i Tabell 7. Utstrekningen til den hydrauliske modellen er vist på Figur 4. Terrengmodell, benyttet beregningsgrid og plassering av grensebetingelser i øvre del av modellen er illustrert i Figur 5.

Tabell 7: Parametere benyttet i Hec-Ras modell for Måna og sideløpet.

Parameter	Verdi
Oppløsning på terrengmodell	1 x 1 meter
Oppstrøms grensebetingelse	Normalstrømning
Nedstrøms grensebetingelse	1-års stormflo i sjø, 1,44 moh.
Cellestørrelse beregningsgrid	2 x 2 / 3 x 3 / 5 x 5 meter
Likningssett	Full momentum
Tidsskritt	Gitt av courant-number mellom 0,1 og 1,0
Manningstall	Elv og sideløp 25 Skog 12,5 Jorder 25 Veger ol. 50-70



Figur 4: Utstrekning til hydraulisk modell.



Figur 5: Illustrasjon av terrengmodell og beregningsgrid i øvre del av den hydrauliske modellen, samt plassering av øvre grensebetingelser.

2.6 Kalibrering og tilpasning av modell

Modellen er verken tilpasset eller kalibrert.

2.7 Resultater fra hydraulisk modellering

Fordelingen av flomvannføring mellom sideløp og hovedløp for ulike totalvannføringer er vist i Tabell 8.

Tabell 8: Fordeling av vannføring mellom sideløp og hovedløp.

	Q_M [m ³ /s]	$Q_{M, \text{klima}}$ [m ³ /s]	$Q_{10, \text{klima}}$ [m ³ /s]	$Q_{20, \text{klima}}$ [m ³ /s]	$Q_{200, \text{klima}}$ [m ³ /s]
Totalt	74	103	153	172	237
Hovedløp		90,0		146,3	193,6
Sideløp		13,0		24,8	37,9

Vanndybder og vannhastigheter i hovedløp og sideløp ved normalvannføring, fremtidig middelflom og fremtidig 200-årsflom er vist i Figur 6 - Figur 11 under.



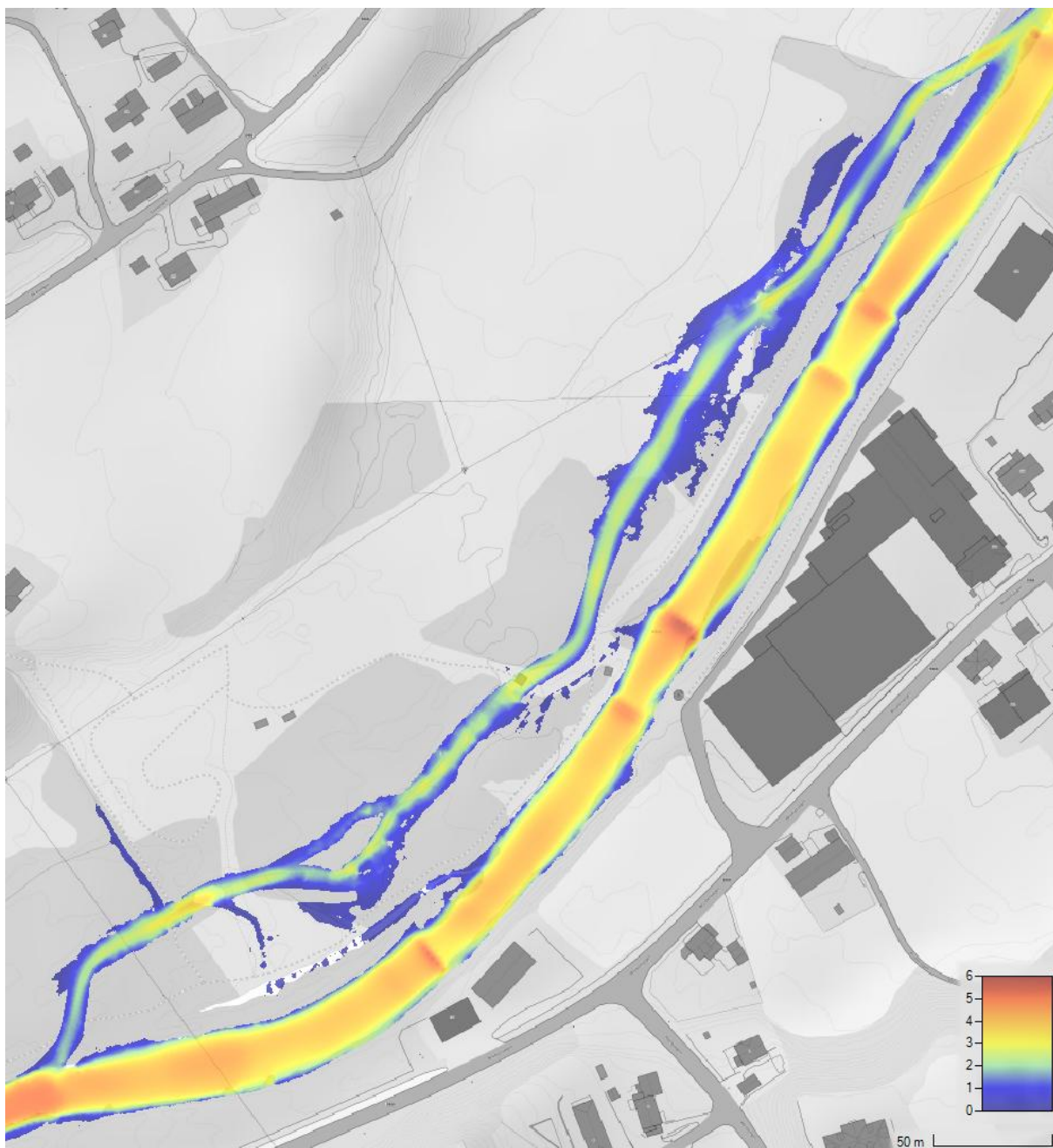
Figur 6: Vanndybder ved normalvannføring.



Figur 7: Vannhastigheter ved normalvannføring (skala 0 - 3 m/s).



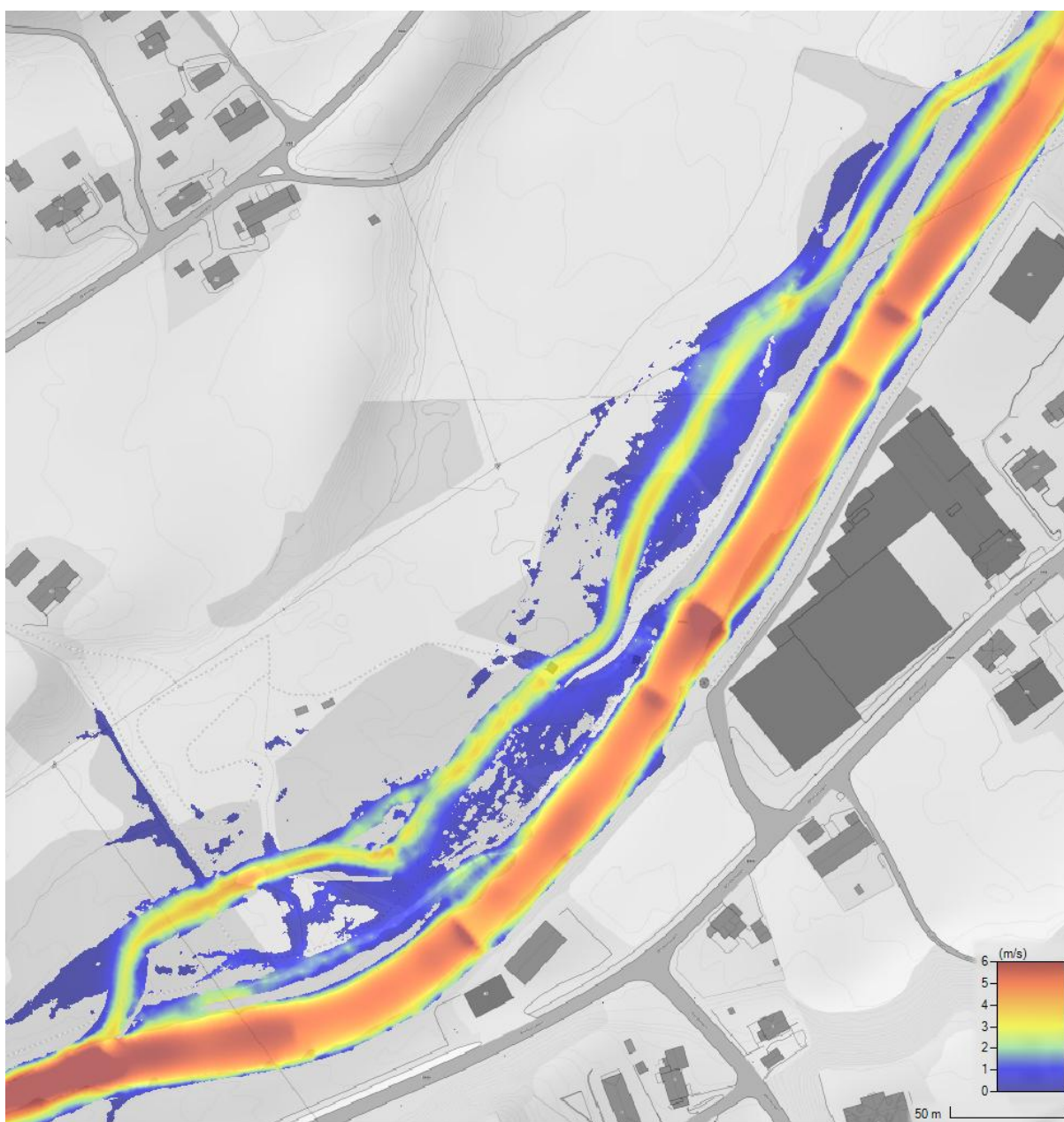
Figur 8: Vanndybder ved fremtidig middelflom.



Figur 9: Vannhastigheter ved fremtidig middelflom (skala 0 - 6 m/s).



Figur 10: Vanndybder ved fremtidig 200-årsflom.



Figur 11: Vannhastigheter ved fremtidig 200-årsflom (skala 0 - 6 m/s).