

FLOMFAREKARTLEGGINGEN AV VIKELVA

RAMSUND

OPPDRAUGSGIVER

Forsvarsbygg

EMNE

Flomfarekartleggingen av Vikelva

DATO / REVISJON: 03. juli 2025 / 1

DOKUMENTKODE: **10250048-01-RIVass-RAP-001**



Multiconsult

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

01	03.07.2025	Revidering av plangrense	Matteo Bolzoni	Ingri Dymbe Birkeland	Idun Bodsberg
00	17.02.2023	Flomfarekartleggingen av Vikelva	Greg Perzyna	Kjartan Orvedal	Trude Skogesal
REV.	DATO	BESKRIVELSE	UTARBEIDET AV	KONTROLLERT AV	GODKJENT AV

NOTAT

OPPDRAAG	Rammeavtale R01020 - 100759 - A045 - Reguleringsplan Ramsund	DOKUMENTKODE	10250048-01-RIVASS-RAP-001
EMNE	Flomfarekartleggingen av Vikelva	TILGJENGELIGHET	Åpen
OPPDRAAGSGIVER	Forsvarsbygg	OPPDRAAGSLEDER	Trude Skogesal
KONTAKTPERSON	Bernt Stensaker	UTARBEIDET AV	Jan Perzyna
		ANSVARLIG ENHET	10234051 Vannkraft Midt

SAMMENDRAG

Det er utført flomberegninger og hydraulisk modellering med utgangspunkt i NVE sin veileder Sikkerhet mot flom. Utredning av flomfare i reguleringsplan og byggesak (NVE, 3/2022). Flomberegningene er utført iht. NVEs veileder for flomberegninger (NVE, 1/2022).

200- og 1000-årsflommen er beregnet med to ulike metoder. For å ta hensyn til fremtidige klimaendringer, er det lagt til et klimapåslag på 40 %. For å ta hensyn til usikkerheter i modellering og beregninger, er det lagt til et sikkerhetspåslag på 50 % på flomverdiene med klimapåslag. De beregnede flomverdiene med klima- og usikkerhetspåslag blir henholdsvis 4,0 m³/s og 6,0 m³/s for 200-årsflommen, og 4,8 m³/s og 7,2 m³/s for 1000-årsflommen.

Hydrauliske beregninger er utført i programvaren HEC-RAS v.6.3.1 med en todimensjonal modell. Basert på resultater fra modelleringen, er det laget flomfarekart for det vurderte området. Faresonen viser hvilke områder som vurderes utsatt for flom med en årlig sannsynlighet på 1/200 i år 2100, som tilsvarer sikkerhetsklasse F2 i TEK17. Det er også tegnet flomfarekart som viser områder vurderes utsatt for flom med en årlig sannsynlighet på 1/1000 i år 2100, som tilsvarer sikkerhetsklasse S2/F3 i TEK17.

For Vikelva viser faresonekartene for flom med et gjentaksintervall på 200 år og 1000 år med 40 % klimapåslag, at flomsoneen er mindre i utstrekning oppstrøms for brua nær brannstasjonen enn det aktsomhetskartet til NVE viser. Brua på FV8240 har stor nok kapasitet til å håndtere både 200-årsflom (4,0 m³/s) og 1000-årsflom (4,8 m³/s) med 40 % klimapåslag. For begge scenarioene har brua et fribord på 2,5 m.

Beregningene viser at dagens kulverter har for liten kapasitet, og at vannet vil finne nye løp utenfor elveleiet ved stor flom. I den flate utløpssonen med bygninger vil vannet renne ut av elva både ved 200-årsflom med 40 % klimapåslag og ved 1000-årsflom med 40 % klimapåslag. For begge scenarioene vil flere bygninger bli berørt av vannet enn det aktsomhetskartet fra NVE viser. Beregningene viser imidlertid at vanndybdene vil være lave, slik at faren for menneskeliv vurderes som lav.

INNHOLDSFORTEGNELSE

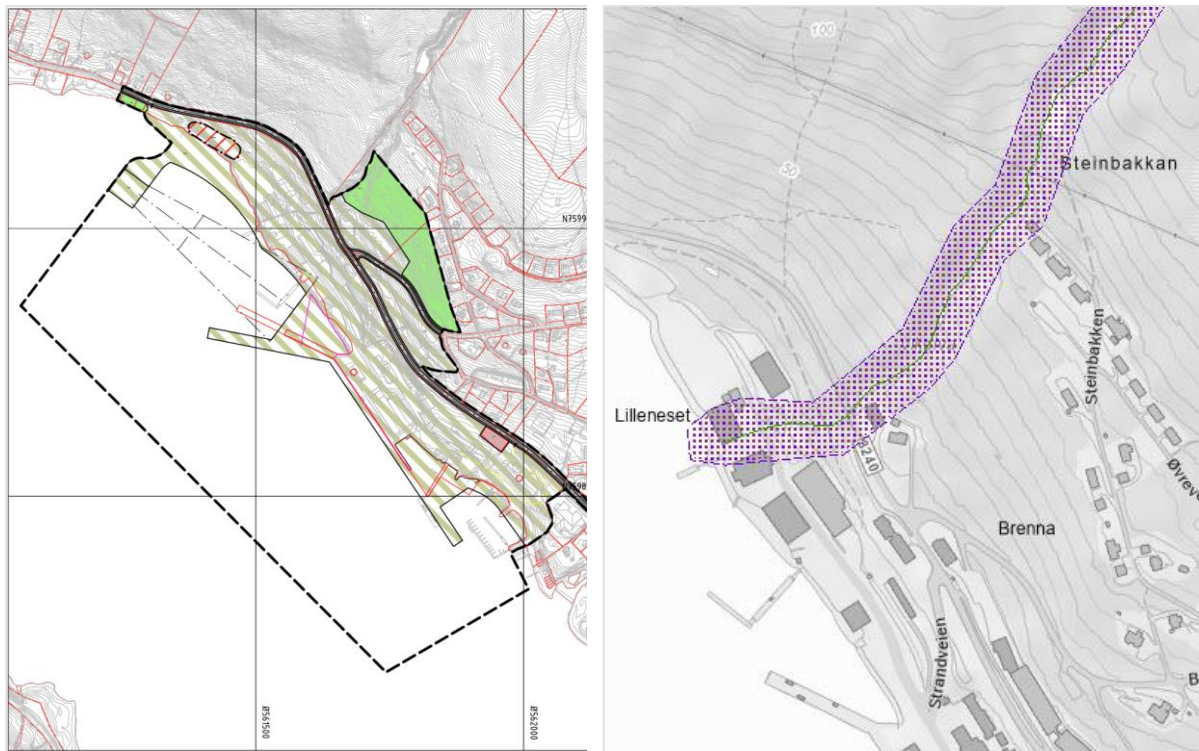
1	Bakgrunn	5
1.1	Forutsetninger for beregningene.....	5
1.2	Revidering av plangrense.....	6
2	Flomberegninger for Vikelva ved bro på FV8240	7
2.1	Beskrivelse av Vikelva nedbørfelt	7
2.2	Datagrunnlag	8
2.3	Flomhistorikk	9
2.4	Flomfrekvensanalyser	9
2.5	Formelverk for små nedbørfelt (NIFS)	12
2.6	Normalavrenning	12
2.7	Resultater fra NIFS formelverk.....	13
3	Sammenligning av resultater og valg av flomstørrelse	13
3.1	Erfaringstall	14
3.2	Påslag for klimaendringer	14
3.3	Klassifisering av datagrunnlaget	14
4	Hydraulisk modell.....	16
4.1	Datagrunnlag	16
4.2	Modelloppsett	16
4.3	Grensebetingelse og stormflo.....	18
4.4	Friksjonsforhold	18
4.5	Følsomhetsanalyse.	19
4.6	Sikkerhetspåslag	19
5	Flomsoner.....	19
5.1	Fragmentert flomsone.....	20
5.2	200-årsflom i år 2100.....	21
5.3	1000-årsflom i år 2100.....	22
6	Konklusjon.....	22
7	Referanser	23
8	Vedlegg.....	24
	Vedlegg 1: Flomfrekvensanalyser.....	24
	Vedlegg 2: Havnivå	25

1 Bakgrunn

Forsvarsbygg ønsker å omregulere området som er vist på kartutsnittet i Figur 1 nedenfor. Området skal reguleres til friluftsmål, militærformål, vei m.m. Ettersom det ligger aktsomhetssoner for flom og stormflo innenfor planavgrensningen, må den reelle faren avklares. Aktsomhetskartene er imidlertid grove og kan kun benyttes for å friskmelde områder uten flomfare for tiltak i konsekvensklasse F1 og F2 i TEK 17. Aktsomhetskartene for flom tar ikke hensyn til bruer og kulverter, og flomfaren må derfor utredes.

I samsvar med vårt tilbud, vil flomfarekartleggingen resultere i faresoner for 200- og 1000-årsflom med klimapåslag. Beregningene vil utføres med modelleringsverktøyet HEC-RAS. Flom i Vikelva forutsettes å kulminere samtidig med 1 års stormflo i sjø. Det forutsettes videre at faren for bølger i kombinasjon med stormflo utredes separat. Det er ikke tatt hensyn til is, erosjon eller massetransport.

Beregningene er utført av Jan Grzegorz Perzyna, som er NVE faggodkjent i fagområde IV (flomhydrologi) for alle damklasser. Beregningene er kontrollert av Kjartan Orvedal.



Figur 1-1: Kart som viser området skal reguleres (venstre) og aktsomhetskart for området (høyre).

1.1 Forutsetninger for beregningene

Beregningene er utført med dagens beste tilgjengelige datagrunnlag for terreng og historiske flomverdier. Beregningene bygger imidlertid på forutsetninger om at en ikke har profilendringer og at en har rent vann i elva ved flom. I dette ligger det at effekter av massetransport, erosjon, utfyllinger i elva, is, drivgods m.m. ikke beregnes. Det er dagens situasjon som er beregnet basert på terrengdata fra år 2016.

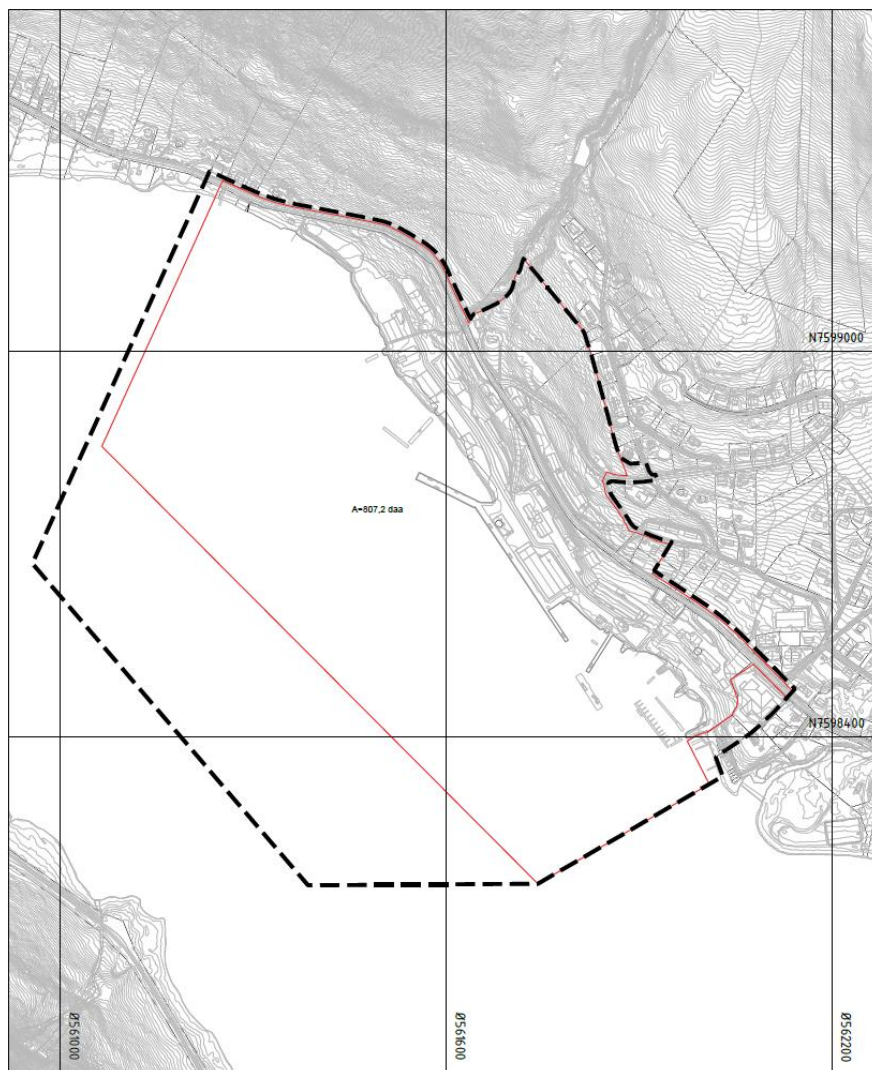
Det er kun flom som følge av rent vann og statisk geometri som er beregnet.

1.2 Revidering av plangrense

I juni 2025 ble det varslet en revidering av plangrense og planprogram.

Fagkyndig plankonsulent LPO arkitekter AS skriver om det i planprogram: «den foreslåtte planavgrensningen omfatter en utvidelse av dagens planområde i sjø. Dette for å gi rom for foreslåtte justeringer av utfyllinger i sjø samt utvidelse av kaiområder. Foreslått utvidet planområde i sjø dekker et større område enn de foreslåtte justeringer på utfyllinger og kaianlegg, for å sikre mulighet for eventuelle sikringssoner/administrative flater i Ramsundet».

I Figur 1-2 vises den oppdaterte plangrense.



Figur 1-2: Ny plangrense (svart stiplede linje) og gammel plangrense (rød linje) - LPO arkitekter AS.

Etter vurdering er det bestemt at det er ikke nødvendig med flere flomfarekartlegging og nåværende notatet er fortsatt gjeldende.

Dette er på grunn av at de nye landområder som vises i den nye plangrensen (på sør-øst, nord og nord-vest) ikke inkluderer flere flomaktsomhetsområder enn det som allerede har blitt utredet i notatet.

2 Flomberegninger for Vikelva ved bro på FV8240

Flomverdiene er beregnet med to ulike metoder som anbefalt i NVEs veileder for flomberegninger (NVE, 1/2022). Metodene som ble benyttet er flomfrekvensanalyse og NIFS-formelverket. Ved beregning av 200-årsflom og 1000-årsflom i Vikelva-feltet ble resultatet fra RFFA-2018 brukt for å estimere kulminasjonsfaktoren.

2.1 Beskrivelse av Vikelva nedbørfelt

Feltet for Vikelva ligger i Tjeldsund kommune i Troms og Finnmark. Nedbørsfeltet er et mikrofelt med et areal på ca. 0,71 km² (avgrenset ved broen på Rambøyveien – Fv 8240 ved brannstasjonen). Vikelva renner i sørlig retning og har utløp til Ramsundet ved Lilleneset. Feltet er svært bratt og strekker seg fra 16 meter over havet til 470 meter over havet, med et reliefforhold på ca. 100 meter pr. kilometer. Middelhøyden er ca. 228 moh. Nesten 80 % av feltet er dekket av skog, og resten er hovedsakelig snaufjell. Det er ingen vatn i feltet, noe som gir rask avrenning. Feltparametrene for nedbørsfeltet er beregnet vha. NEVINA, Scalgo Live og delvis gjennom analyse av terrengmodellen i ArcGIS. Nedbørsfeltkarakteristikk oppsummert i Tabell 2-1. Kart over nedbørsfeltet er vist i Figur 2-1.

Tabell 2-1: Feltegenskaper for nedbørsfeltet.

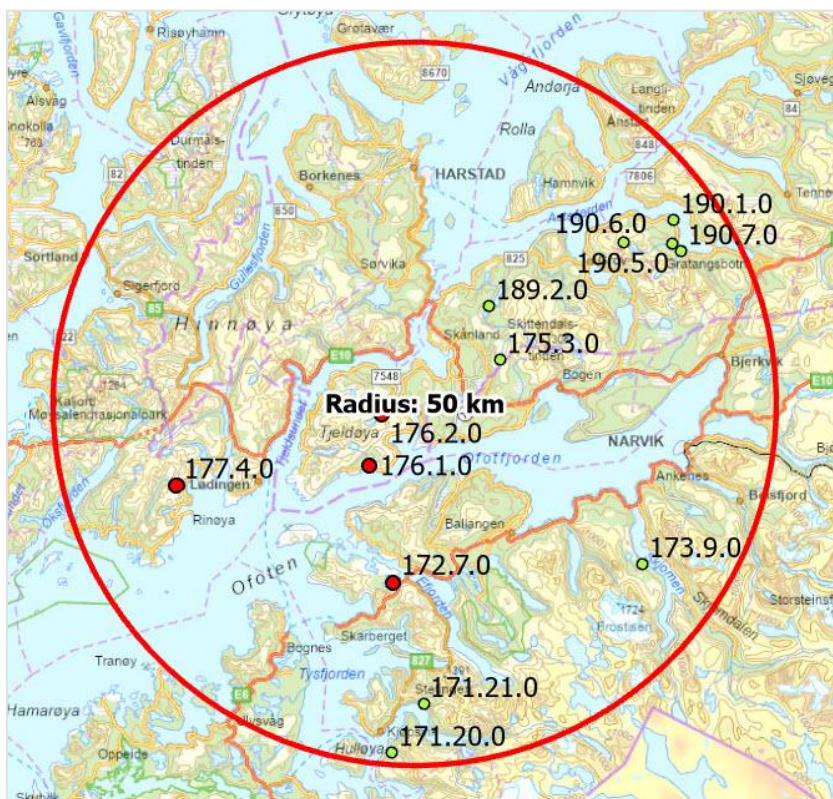
Felt	A km ²	q_N (1961-1991) l/s/km ²	q_N (1991-2020) l/s/km ²	A_{SE} %	A_{SF} %	A_{SKOG} %	LF km	H_L m/km	Høyde (moh.)
Felt ved bru	0,71	28	55	0.0	14	79	1,6	98	16-228-470



Figur 2-1 : Oversiktskart som viser plasseringen av Vikelva nedbørfelt og avgrensningen av feltet.

2.2 Datagrunnlag

Det hydrologiske datagrunnlaget for flomberegninger for Vikelva er begrenset. NVEs målestasjoner i området rundt Vikelva er lite representative for små, raske, uregulerte felt. Dette gjør det utfordrende å få nøyaktige og pålitelige data for flomberegninger i området. Det finnes ingen kjente målinger av vannføringen i nedbørsfeltet. Flere målestasjoner i området ble vurdert for frekvensanalyse (se Figur 2-2).



Figur 2-2: Plassering til målestasjonene som er brukt i den innledende analysen, der de grønne prikkene representerer målestasjoner som ble forkastet etter de innledende undersøkelsene.

Ved nærmere undersøkelse ble de fleste av stasjonene (grønne prikker i Figur 2-2) ekskludert av følgende grunner:

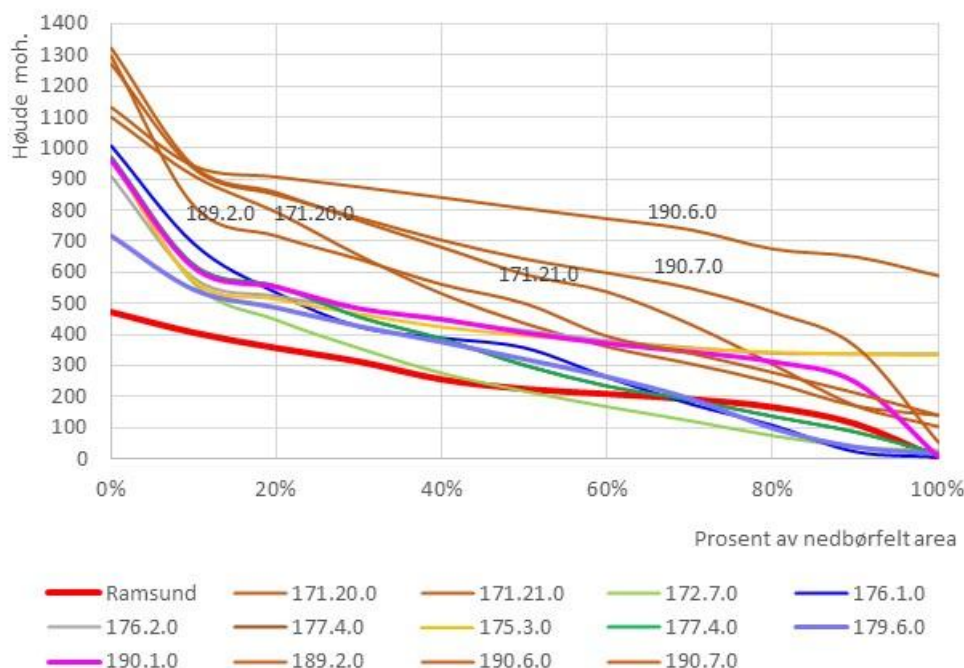
Datakvalitet

- Målestasjon 173.9 (3 år) og 175.3 (6 år) hadde historisk korte flomserier.
- Målestasjon 190.1 er nedlagt, hadde korte flomserier og er dårlig på flom (ustabil profil).
- Målestasjon 190.5 har kort dataserie, dårlig kvalitet (profilendringer og usikkert høydegrunnlag).

Feltparametre - nedbørsfeltets høyde

- Nedbørsfeltene til 171.20, 171.21, 189.2, 190.6 og 190.7 ligger betydelig høyere enn feltet til Vikelva (se Figur 2-3), som medfører at disse målestasjonene er mer påvirket av temperatur/snø og at flomregimet derfor er annerledes.

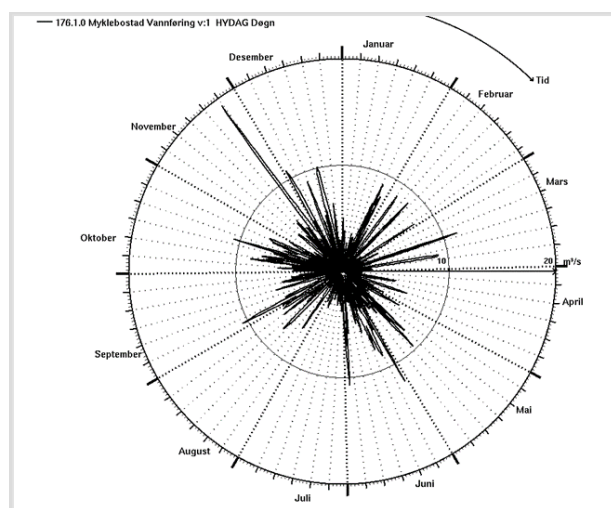
De fire stasjonene som gjenstår, 172.7, Leirpollvatn, 176.1 Myklebostad, 176.2 Spannbogvatn og 177.4 Sneisvatn ble brukt i frekvensanalysene.



Figur 2-3: Hypsografiske kurver for målestasjonene i regionen

2.3 Flomhistorikk

Det finnes ingen målestasjoner i feltet, men vi betrakter stasjon 176.1 i Myklebostad som representativ for Vikelva. Figur 2-4 viser at flom kan forekomme hele året. De største flommene skjer vanligvis om høsten eller vinteren. I Myklebostad-feltet kulminerte de to største flommene i november og desember. Høstflommer oppstår vanligvis fra oktober til november på grunn av regn. Vinterflommer er ofte en kombinasjon av regn og snøsmelting, men kan også skyldes bare regn.

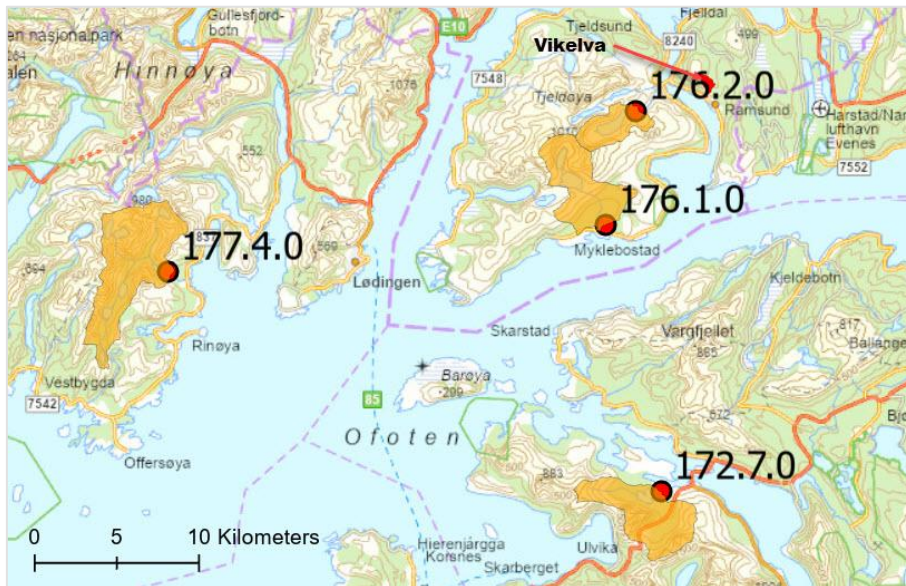


Figur 2-4: Årspolarplott for målestasjon 176.1 Myklebostad

2.4 Flomfrekvensanalyser

Det er utført flomfrekvensanalyser på observerte flomdata for fire stasjoner etter anbefalt arbeidsgang presentert i NVEs veileder (NVE, 1/2022). Flomfrekvensanalysene ble utført i Hydra II-programmet FLOM_ANALYSE. I henhold til gjeldende anbefalinger er GEV-fordeling (full lokal + regional) brukt for alle stasjonene. Beregningene er utført på døgnverdier. Det skal bemerkes at alle spesifikke

flomverdier ble avrundet til nærmeste tier. Tabell 2-2 oppsummerer karakteristiske feltparametere for utvalgte referansestasjoner. Figur 2-5 viser beliggenheten til målestasjonene med tilhørende nedbørfelt.



Figur 2-5: Plassering til målestasjonene som er brukt i frekvensanalysen.

Målestasjonene 176.1 og 176.2 har relativt korte dataserier, men ifølge den siste veilederen for flomberegninger (NVE, 1/2022) kan man bruke en *full lokal+regional* modell (GEV_FLR), hvis man har 10 år med data eller mer. Da benyttes en bayesiansk tilnærming for å estimere parameterne i GEV-fordelingen basert på lokale flomdata, der lokal *a priori*-informasjon brukes for både indeksflommen og vekstkurven.

Tabell 2-2: Feltkarakteristika for målestasjoner brukt i flomfrekvensanalyse.

St.#	Navn	Antall år	Feltareal [km ²]	q _N NEVINA [l/s·km ²]	q _N 1991-2020 [l/s·km ²]	q _N obs. [l/s·km ²]	Eff. Sjø [%]	Snaufjell [%]	Skog [%]	Høyde intervall [m]	Avstand (ca.) [km]
172.7	Leirpoldvatn	54	18,7	39	63	49	4,3	26,2	36,1	25-216-964	25 (S)
176.1	Myklebostad	13	17,8	44	78	63	4,5	47,5	24,5	5-357-1008	11(SW)
176.2	Spannbogvatn	12	7,6	94	94	78	18,8	80,7	0,0	337-413-909	4,5 (SW)
177.4	Sneisvatn	105	29,3	39	94	94	2,3	54,5	20,0	18-302-970	34(SW)
	Vikelva		0.71	28	55		0,0	14	79	16-228-470	

Den nærmeste stasjonen, 176.2 Spannbogvatn, ligger omtrent 5 km fra Vikelva i sørvestlig retning. Dessverre kan den ikke betraktes som hydrologisk representativ for Vikelva. Nedbørfeltet til Spannbogvatn har en veldig høy effektiv innsjøprosent (18,8 %) og målestasjonen gir begrenset informasjon om flomsituasjonen i Vikelva-feltet.

Tabell 2-3: Flomfrekvensanalyse for døgnverdier.

St.#	Navn	Periode	Antall år	Avstand (km)	Q_M (m ³ /s)	q_M (l/s·km ²)	GEV_FLR Kurve-tilpasning
172.7	Leirpoldvatn	1971-2022	54	25 (S)	9,60	513	Bra
176.1	Myklebostad	1985-1998	13	11 (SW)	10,30	579	Middels
176.2	Spannbogvatn	2010-2022	12	4,5 (SW)	4,20	553	Bra
177.4	Sneisvatn	1917-2022	105	34 (SW)	20,3	694	Middels
	Valgt verdi Vikelva					600	

Tabell 2-3 viser at middelflomavrenningen varierer lite mellom vannmerkene. Spesifikk middelflom, q_M , varierer fra 513 l/s·km² til 694 l/s·km² i disse feltene. Gjennomsnittet er omtrent 585 l/s·km². I feltene nærmest Vikelva varierer q_M fra 553 l/s·km² i feltet til Spannbogvatn til 579 l/s·km² i nedbørfelt til Myklebostad. Det skal bemerkes at nedbørfeltet til Spannbogvatn har en veldig høy effektiv innsjøprosent og flommer i feltet er dempet.

Siden den spesifikke middelflommen som regel øker med avtagende nedbørfeltstørrelse, setter vi middelflomavrenningen til **600 l/s·km²** for Vikelva.

Vekstfaktorer fra ulike stasjoner er oppsummert i Tabell 2-4, og vekstkurver er grafisk presentert i Figur 2-6.

Tabell 2-4: Flomfrekvensanalyse for døgnverdier - vekstfaktorer

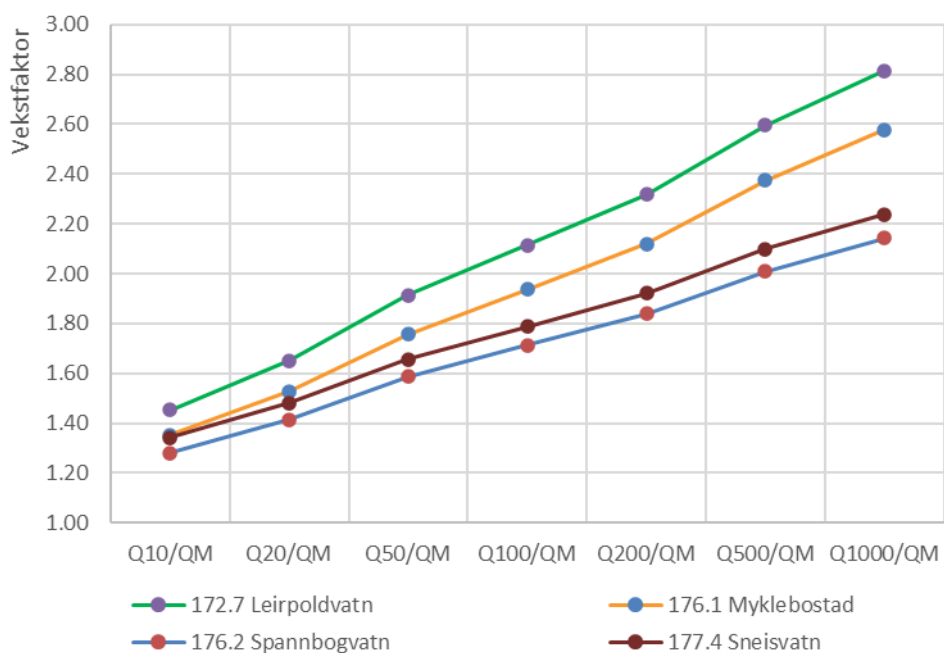
St.#	Navn	Vekstfaktor Q_{200}/Q_M	Vekstfaktor Q_{1000}/Q_M
172.7	Leirpoldvatn	2,3	2,8
176.1	Myklebostad	2,1	2,6
176.2	Spannbogvatn	1,8	2,1
177.4	Sneisvatn	1,9	2,2
	Vikelva	2,2	2,7

Figur 2-6 viser stor spredning i vekstkurvene. Forholdstall mellom 1000-årsflommen og middelflommen varierer fra 2,1 til 2,8.

Laveste vekstfaktorer finnes ved 176.2 Spannbogvatn og 177.4 Sneisvatn. Som nevnt, er flommene i Spannbogvatn-feltet dempet. Ifølge NVE, på Sneisvatn-stasjonen, er kvaliteten på vannføringskurven dårlig for flommer. Nyere målinger tyder på at kurven kan undervurdere vannføringen ved flom.

For Vikelva bruker vi et gjennomsnitt av vekstkurvene for Leirpoldvatn og Myklebostad. Dette gir Q_{200}/Q_M på 2,2 og Q_{1000}/Q_M på 2,7. Med etablerte vekstfaktorer får vi en 200-årsflomavrenning på 1330 l/s·km² og en 1000-årsflomavrenning på 1620 l/s·km².

Flomkulminasjonsfaktoren forventes å være høy i feltet. RFFA-2018 inkluderer en formel for å estimere kulminasjonsfaktoren. For Vikelva er denne omtrent 3,0. Dermed blir $q_{200kulm}$ 3990 l/s·km² og $q_{1000kulm}$ 4860 l/s·km². Dette resulterer i års-kulminasjonsflommer Q_{200} på 2,8 m³/s og Q_{1000} på 3,4 m³/s.



Figur 2-6: Vekstkurver – Full lokal + regional frekvensanalyse

2.5 Formelverk for små nedbørfelt (NIFS)

NVE har utviklet regresjonslikninger for å beregne kulminasjonsverdiene for små nedbørfelt med areal < 60 km². Formelverket ble utviklet for å estimere flomstørrelser opp til og med 200-års gjentakintervall (NVE, 1/2022). Vekstkurven kan bli veldig bratt for de høyeste gjentakintervallene. Formelverket er gyldig for nedbørsfelt mellom 0,2 – 53 km² med effektive sjøprosjenter mellom 0 – 21 %. Normalavrenning Q_N og effektiv sjøprosjent er de viktigste inngangsdataene.

2.6 Normalavrenning

Tabell 2-5: Normalavrenningen ($l/s \cdot km^2$) for stasjoner i området rundt nedbørfeltet Vikelva.

St.#	Navn	Feltareal [km ²]	q_N NEVINA 1961-1990 [l/s·km ²]	q_N 1991-2020 [l/s·km ²]	q_N obs. [l/s·km ²]	Avstand (ca.) [km]
172.7	Leirpoldvatn	18,7	52	47	49	25 (S)
176.1	Myklebostad	17,8	39	61	63	11(SW)
176.2	Spannbogvatn	7,6	44	66	78	4,5 (SW)
177.4	Sneisvatn	29,3	94	92	94	34(SW)
	Vikelva	0,71	28	54	-	

Tabell 2-5 viser at NEVINA (1961-1990) avrenningskartet gir betydelig lavere verdier for stasjoner 176.1 Myklebostad og 176.2 Spannbogvatn sammenlignet med observasjonene. Avrenningskartet for 1991-2020 (NVE, 36/2022), stemmer mye bedre overens med q_N beregnet fra observasjoner for alle vannmerker. Etter en grundig vurdering setter vi den spesifikke gjennomsnittsavrenningen, q_N , for Vikelva nedbørfelt til **50 l/s·km²**.

2.7 Resultater fra NIFS formelverk

Resultatene beregnet gjennom NIFS flomformel er oppsummert i Tabell 2-6.

Tabell 2-6: Resultater fra NIFS formelverk (momentanverdier)

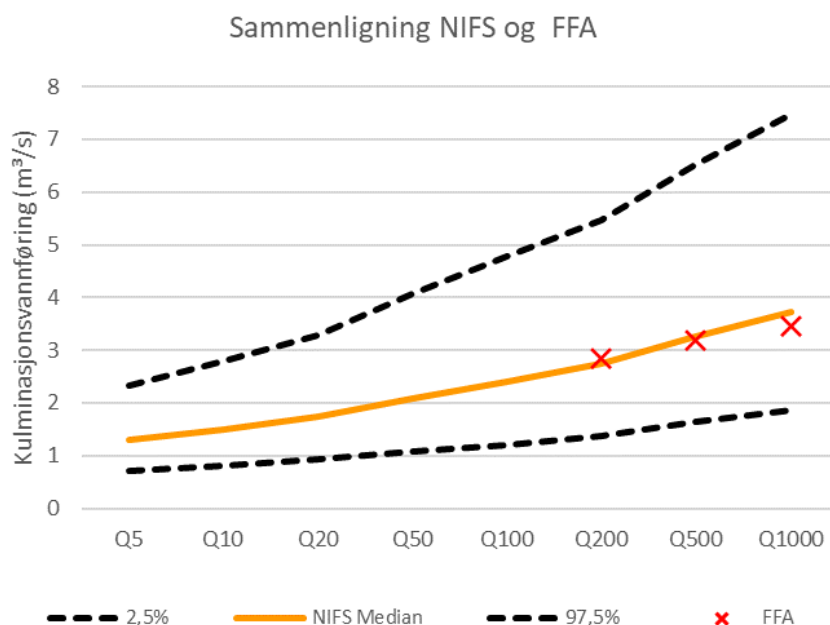
	Q_M m^3/s	Q_{200} m^3/s	Q_{1000} m^3/s	Q_{200}/Q_M	Q_{1000}/Q_M
m^3/s	1,1	2,7	3,7	2,6	3,6
$l/s \cdot km^2$	1480	3850	5260		

3 Sammenligning av resultater og valg av flomstørrelse

I Tabell 3-1 er beregnede kulminasjonsverdier for Vikelva Q_{200} og Q_{1000} kulminasjonsflommer oppgitt, mens kulminasjonsverdiene er plottet i Figur 3-1.

Tabell 3-1: Beregnet kulminasjonsverdier for Vikelva beregnet med ulike metoder.

Vikelva	Q_M m^3/s	Q_{200} m^3/s	Q_{1000} m^3/s	q_M $l/s \cdot km^2$	q_{200} $l/s \cdot km^2$	q_{1000} $l/s \cdot km^2$
FFA	1,3	2,8	3,4	1800	3990	4860
NIFS	1,1	2,7	3,7	1480	3850	5260
Valgt	1,3	2,8	3,4	1800	3990	4860



Figur 3-1: Sammenligning av beregnede kulminasjonsverdier med FFA og NIFS.

De to metodene gir relativt like flomstørrelser, og det anses derfor ikke som nødvendig å utføre flomberegninger med flere metoder. Siden frekvensanalysen er basert på observasjoner i nærliggende vassdrag og anses å ha mindre usikkerhet for 1000-årsflommen, blir flomstørrelsen beregnet med denne metoden valgt.

Momentant 200-årsflom i Vikelva ved broen på Rambøyveien, nær brannstasjonen, er da **2,8 m^3/s** , og 1000-årsflommen er **3,4 m^3/s** .

3.1 Erfaringstall

Døgnmiddelverdier for Q1000 i små felt, < 50 km².

I veilederen for flomberegninger utgitt av NVE (NVE, 1/2022) oppgis det ingen døgnmiddelverdier for q_{1000} i små nedbørsfelt på mindre enn 50 km² i Nordland. Nærmeste område i Trøndelag, som inkluderer vassdragsområdene 116 til 143, har flomverdier som stort sett ligger mellom 850 l/s·km² og 2000 l/s·km². Vårt estimat for q_{1000} -flommen er på 1480 l/s·km², som ligger i midten av flomvariasjon for Trøndelag.

Spesifikke kulminasjonsverdier (timesverdier) - 200-års flom.

I NIFS prosjektet (NVE, 7/2015) ble det sett på variasjoner av spesifikke q_{200} flomverdier i ulike landsdeler i Norge. Det ble både sett på verdier fra flomfrekvensanalyser, formelverk for små felt (NIFS formelverk) og en kombinasjon av begge metodene.

I Nordland, med vassdragsnummer ca. 150-186, varierer spesifikke flomverdier (timesverdier) for 200-års flom stort sett fra 800 – 900 l/s·km² opp til 3000 - 4000 l/s·km². De høyeste verdiene finner en rundt Svartisen (der en finner verdier over 4000 l/s·km²) og langs kysten. Vårt estimat for Q_{200} -kulminasjonsflommen er på ca. 3990 l/s·km², som ligger nær den øvre grensen for Nordland. Det er ikke usannsynlig for et felt med areal på 0,71 km².

3.2 Påslag for klimaendringer

Klimaprofilen for Norland (NCCS, 2/2021) viser at klimaendringer vil føre til økt gjennomsnittlig årlig vannføring med ca. 10 % på årsbasis. Dette er ventet å endre flomregimet i Norland slik:

- Om våren forventes økt vannføring i fjellet, men redusert vannføring i lavlandet fordi snøen i fjellet smelter tidligere og snøsmeltingen til dels er ferdig i lavlandet.
- Om vinteren forventes vesentlig økt vannføring fordi nedbøren øker, og mer vil komme som regn i stedet for snø.
- Om høsten forventes overveiende økt vannføring fordi mer nedbør kommer som regn og ikke snø.

I veilederen (NVE, 1/2022) anbefales det for små nedbørfelt og nedbørfelt som reagerer raskt på nedbør et klimapåslag på minst 20 % økning i vannføringen. I nedbørfelt som reagerer svært raskt på nedbør, og dermed er spesielt utsatt for økning i korttidsnedbør, anbefaler NVE at en benytter 40 % påslag i vannføring. I praksis betyr dette at om et nedbørfelt er mindre enn ca. 10 km², anbefales det 40 % påslag i vannføring, uavhengig av nedbørfeltets andre egenskaper.

For prosjektet anbefaler vi derfor et klimapåslag på 40%. Dimensjonerende flomverdier med klimapåslag er vist i Tabell 3-2.

Tabell 3-2 Beregnet flomverdier med klimapåslag.

Felt	Feltareal km ²	$Q_{200} * F_{\text{Klima 40\%}}$ m ³ /s	$Q_{1000} * F_{\text{Klima 40\%}}$ m ³ /s
Vikelva	0,71	4,0	4,8

3.3 Klassifisering av datagrunnlaget

Datagrunnlaget for flomberegninger med FFA i Vikelva-feltet kan karakteriseres som begrenset. Det mangler nærliggende representative målestasjoner i små nedbørsfelt, og det er mangel på lange dataserier med god kvalitet på flomsegmentet av vannføringskurven. På bakgrunn av datagrunnlaget

for flomberegningen vil den klassifiseres ut fra kriteriene presentert i Tabell 3-3. Flomberegningen i denne rapporten vurderes å være i klasse 4.

Tabell 3-3: Klassifiseringskriterier for flomberegninger

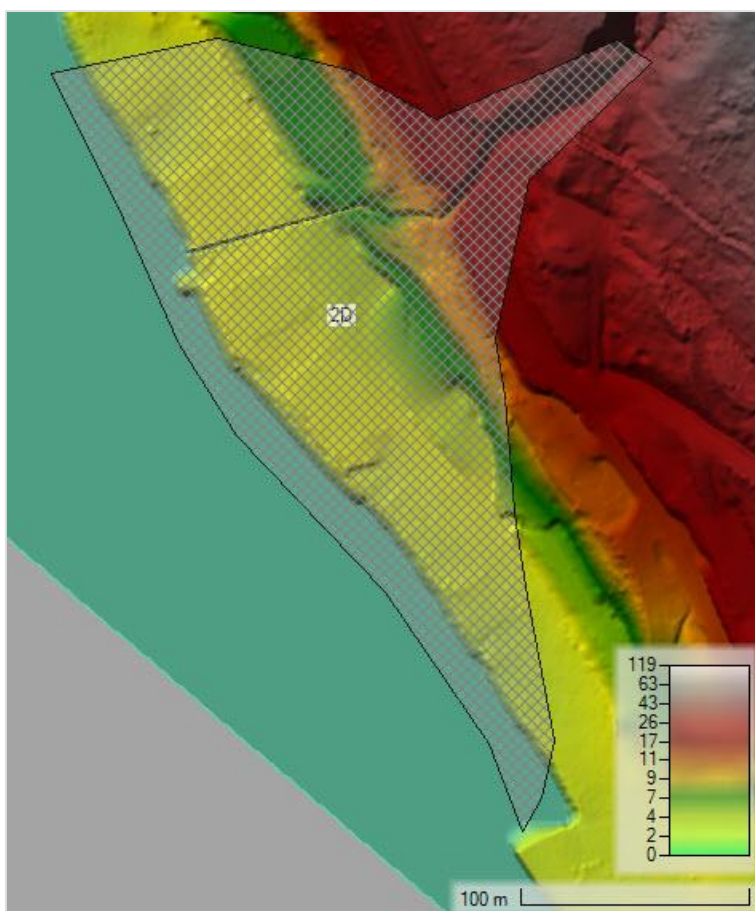
Klasse	Klassifiseringskriterier
1	Godt hydrologisk datagrunnlag, med observasjoner i vassdraget.
2	Brukbart hydrologisk datagrunnlag, med observasjoner i eller nært vassdraget.
3	Brukbart hydrologisk datagrunnlag, med store gradienter i spesifikke flomstørrelser i området.
4	Begrenset hydrologisk datagrunnlag.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

4 Hydraulisk modell

Hydrauliske beregninger er utført i programvaren HEC-RAS v.6.3.1 (USACE, 2023) som er utviklet av USACE. Det er valgt å bruke en todimensjonal modell i HEC-RAS, hvilket innebærer at modellen tar høyde for strømning i ulike retninger i horisontalplanet, mens et gjennomsnitt over dybden i hvert beregningselement. Dette betyr at vertikale strømningskomponenter ikke beregnes.

4.1 Datagrunnlag

Alle høydedata er oppgitt i NN2000 høydesystem. En terrengmodell på rutenettformat (0,5 m x 0,5 m) basert på laserdata, er hentet fra høydedata.no fra prosjektet «NDH Tjenestlund 2pkt 2016». Punktoppmåling fra fly har vanligvis høy nøyaktighet, men nøyaktigheten reduseres i områder med tett skog og bratt terreng. Data for bruer og stikkrenner ble målt av oppdragsgiver i oktober 2023. Kunden har kun levert målinger på konstruksjonene i vassdraget og relative terrenghøyder. Lengden på kulvertene, samt høyden på inn- og utløp, er bestemt basert på terrengmodellen. Elvebunnen i terrengmodellen ved bru og kulverter er justert etter bilder fra oppdragsgiver.



Figur 4-1: Kart som viser brukt terrengmodell for Vikelva.

4.2 Modelloppsett

Hydrauliske beregninger er utført i programvaren HEC-RAS v.6.3 (USACE, 2023) som er utviklet av U.S. Army Corps of Engineers (USACE). Beregningene er utført med en 2D-modell, som er kjørt med full formulering av gruntnivåsligningene. For beregninger i 2D lages det et beregningsnett som definerer hvor vannet kan renne. Modellen beregner vannets strømning i horisontalplanet innenfor området, med et gjennomsnitt av dybden i hvert beregningselement. Det betyr at vertikale strømningskomponenter ikke kan

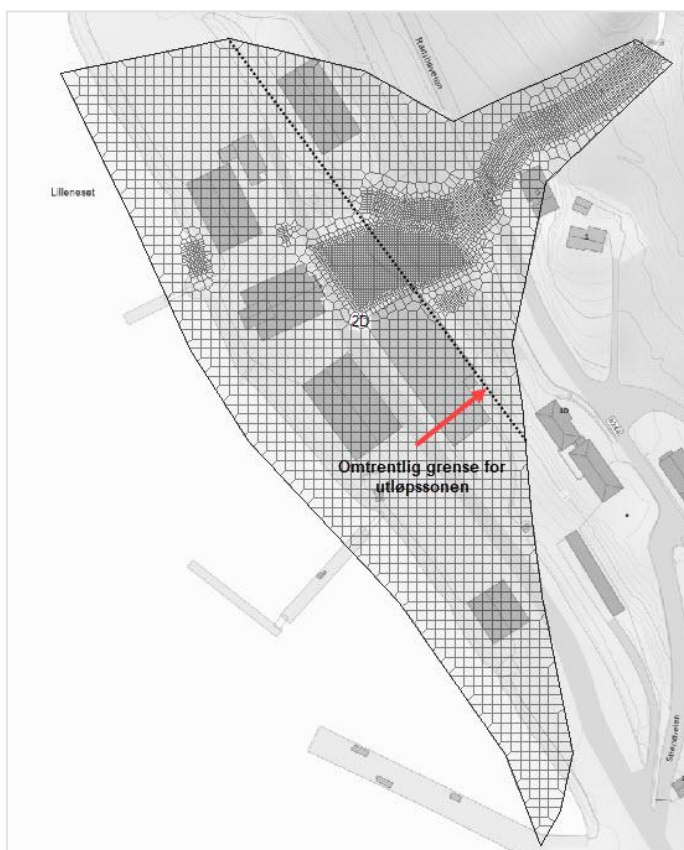
modelleres. En 2D-modell er godt egnet dersom det er uklart hvor vannet vil renne og der vannet renner i flere ulike løp.

Modellen er kjørt med konstant vannføring inntil beregnet vannføring ved nedre grensebetingelse har stabilisert seg med samme vannføring som ved øvre grensebetingelse. Dette kan gi et noe konservativt estimater av flomvannstanden og flomutbredelse.

4.2.1 Modellens geometri og tidskritt

Det er satt opp en 2D-modell med cellestørrelse på 4 x 4 m utenfor elveløpet og 1 x 1 m i elveløpet. Det er benyttet såkalte «Break lines» for å forbedre representasjon av utvalgte hydrauliske viktige områder. Det er brukt et variabelt tidssteg bestemt av en maksimal Courant-verdi på 1,2 under simuleringen.

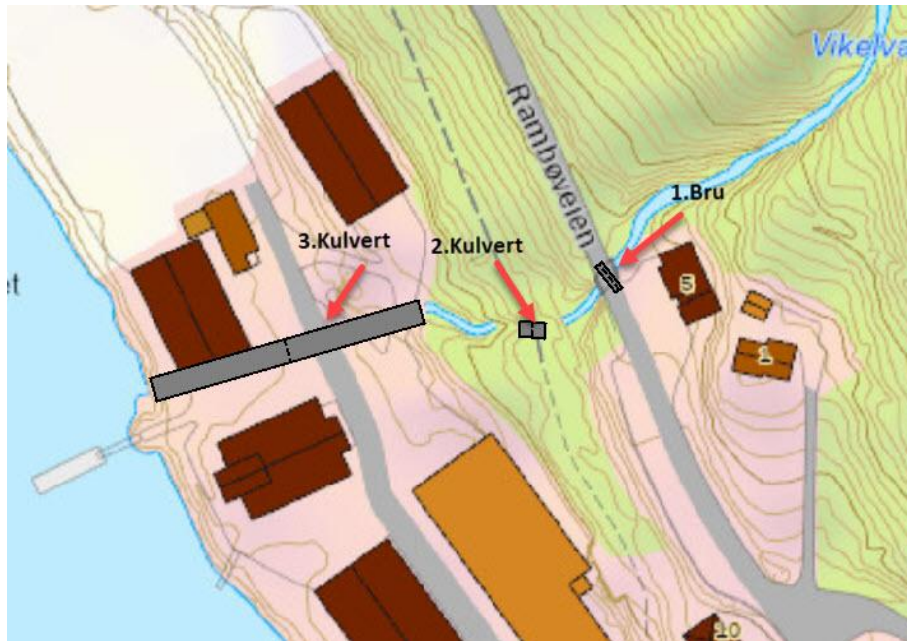
Modellen beskriver Vikelva på en strekning fra utløpet til havet til omtrent 220 meter oppstrøms. De første ca. 150 meterne av den modellerte elvestrekningen til den andre lange kulverten (se Figur 4-3). er veldig bratt, med en elvegradient på nesten 200 m/km. Deretter kommer elven inn i en lang kulvert som har utløp til sjøen. Utløpssonen med bygninger er veldig flat med et fall på < 7 meter mot sjøen. Bredden av utløpssonen varierer fra ca. 50 m til 75 m.



Figur 4-2: Kart som viser avgrensningen av beregningsnettet i 2D modellen for Vikelva.

4.2.2 Konstruksjoner i vannveien

Både broen over Vikelva ved brannstasjonen og to stikkrenner er lagt inn i terrengmodellen. Plasseringen vises i Figur 4-3. De ulike konstruksjonene ble målt opp av oppdragsgiver i oktober 2023. Kunden har kun levert målinger på konstruksjonene i vassdraget og relative terrenghøyder. Lengden på kulvertene, samt høyden på innløp og utløp, er bestemt ut fra terrengmodellen og fotodokumentasjonen, og kan inneholde visse feil. Dataene er presentert i Tabell 4.1.



Figur 4-3: Plassering av konstruksjoner i vannveien.

Tabell 4-1: Dimensjoner for kulverter i vannveien.

Bru/Kulvert	Lengde m	Diameter mm	Bredde lysåpning m	Høydelysåpning m
1. Bru ved brannstasjon			3,9	3,0 (oppstrøms) 4,8 (nedstrøms)
2. Kulverter ved hinderløype tre sirkulære kulverter	7	2x800, 1x1000		
3. Kulverter med utløp til sjøen to sirkulære kulverter	75	2x900		

4.3 Grensebetingelse og stormflo

Oppstrøms grensebetingelse er vannføring. Modellen ble kjørt med konstant vannføring inntil den beregnede vannføringen ved nedre grensebetingelse stabiliserte seg til å være lik vannføringen ved øvre grensebetingelse. Følgende scenarioer ble kjørt:

- 200-års kulminasjonsvannføring i Vikelva med og uten 40 % klima- og 50 % sikkerhetspåslag.
- 1000-års kulminasjonsvannføring i Vikelva med og uten 40 % klima- og 50 % sikkerhetspåslag.

Nedstrøms grensebetingelse i modellen er satt til 1-års stormflo i år 2100. Ettersom Sehavnivå.no ikke oppgir denne vannstanden, er den beregnet ved å legge til differansen mellom 20-års stormflo (Sikkerhetsklasse F1) i år 2100 og dagens 20-års stormflo, til dagens 1-års stormflo. Beregnet 1-års stormflo i år 2100 blir dermed $(3,04 - 2,41) + 2,0 \text{ m} = 2,63 \text{ moh}$. Havnivåer ved Ramsund hentet fra Kartverket er vist i Vedlegg 1.

4.4 Friksjonsforhold

På nesten hele den modellerte strekningen renner Vikelva gjennom skog og er veldig bratt. Siden modellen ikke er kalibrert, er det valgt å benytte Manning's n-verdier på 0,05 for hele elveløpet og terrenget.

4.5 Følsomhetsanalyse.

En følsomhetsanalyse er utført ved å øke Manning's n-verdiene med 20 % fra 0,05 til 0,06. Beregningene viser at denne endringen gir en ubetydelig økning i vannstanden (<0,05 m) for 1000-årsflommen med 40 % klimapåslag i den flate utløpssonen med bygninger. I tillegg er modellen kjørt med Mannings n-verdi på 0,1 for 1000-årsflom med 40 % klimapåslag og 50 % sikkerhetspåslag. Dette scenariet resulterte i en maksimal vannstand ved utløpssonen på ca. 0,35 m. Dette tilsvarer en økning i vannstanden på ca. 0,1 m sammenlignet med resultatene fra modellen med en ruhet på 0,05 for 1000-årsflom med 40 % klimapåslag. Ut fra dette vurderes modellen som lite sensitiv for endringer i ruhet.

4.6 Sikkerhetspåslag

NVEs veileder «Sikkerhet mot flom - Utredning av flomfare i reguleringsplan og byggesak» anbefaler å ta hensyn til usikkerheter i flomberegningen og de hydrauliske beregningene (NVE, 3/2022). Ut fra vurderinger av usikkerheter, er flomberegningen klassifisert i klasse 4. Den hydrauliske modellen som er benyttet i denne vurderingen, anses å være av klasse E. Ettersom modellen viser liten sensitivitet for endringer i ruhet, har vi foretatt en skjønnsmessig vurdering og nedjustert klassifiseringen av den hydrauliske modellen til klasse D.

Videre anbefaler veilederen å bestemme et prosentvis påslag på vannføringen som kjøres i den hydrauliske modellen (se Tabell 4.2). Ut fra klassifiseringen av flomberegningen og den hydrauliske modellen, legges det til et sikkerhetspåslag på 50 %.

Tabell 4-2 Grunnlag for å beregne et sikkerhetspåslag som inkluderes som et prosentvis påslag på vannføringen. (NVE, 3/2022)

Klassifisering av hydraulisk modell	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 %
		Klasse 1	Klasse 2	Klasse 3	Klasse 4 og 5
Klassifisering av flomberegning,					

Sikkerhetspåslaget på 50 % legges til beregnet flommer med 40 % klimapåslag.

Tabell 4-3: Benyttede flomverdier med sikkerhetspåslag.

Navn	Q ₂₀₀ , klima m ³ /s	Q ₁₀₀₀ , klima, m ³ /s
Flomverdier	6,0	7,2

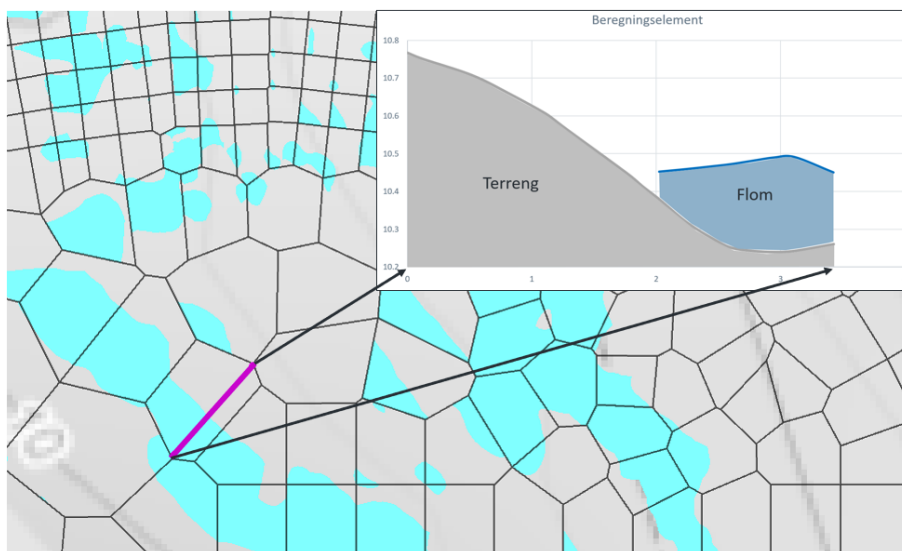
5 Flomsoner

Brua ved brannstasjonen har stor nok kapasitet for alle beregnede vannføringer, men kulvertene har for lav kapasitet. Dette medfører at vannet finner et nytt løp utenfor elveleiet. Ettersom vannet fordeler seg utover terrenget utenfor elveleiet, vil relativt store områder berøres. Vanndybdene er imidlertid lave og de fleste steder lavere enn 30 cm. En skal imidlertid være oppmerksom på at terrenget er bratt og at det er erosjonsfare utenfor elveleiet, noe som kan medføre at vannet kan samle seg og eroderer ut i et mer definert flomløp. Det er gjort en terrengeanalyse i HEC-HMS av hvor dette flomløpet vil etablere ved å kartlegge dreneringslinjene i terrenget nedstrøms den kulverten, se

Figur 5-2 og Figur 5-3. Plassering og størrelse på et slikt flomløp vil blant annet være avhengig av flommens varighet og grunnforholdene og er ikke videre vurdert.

5.1 Fragmentert flomsone

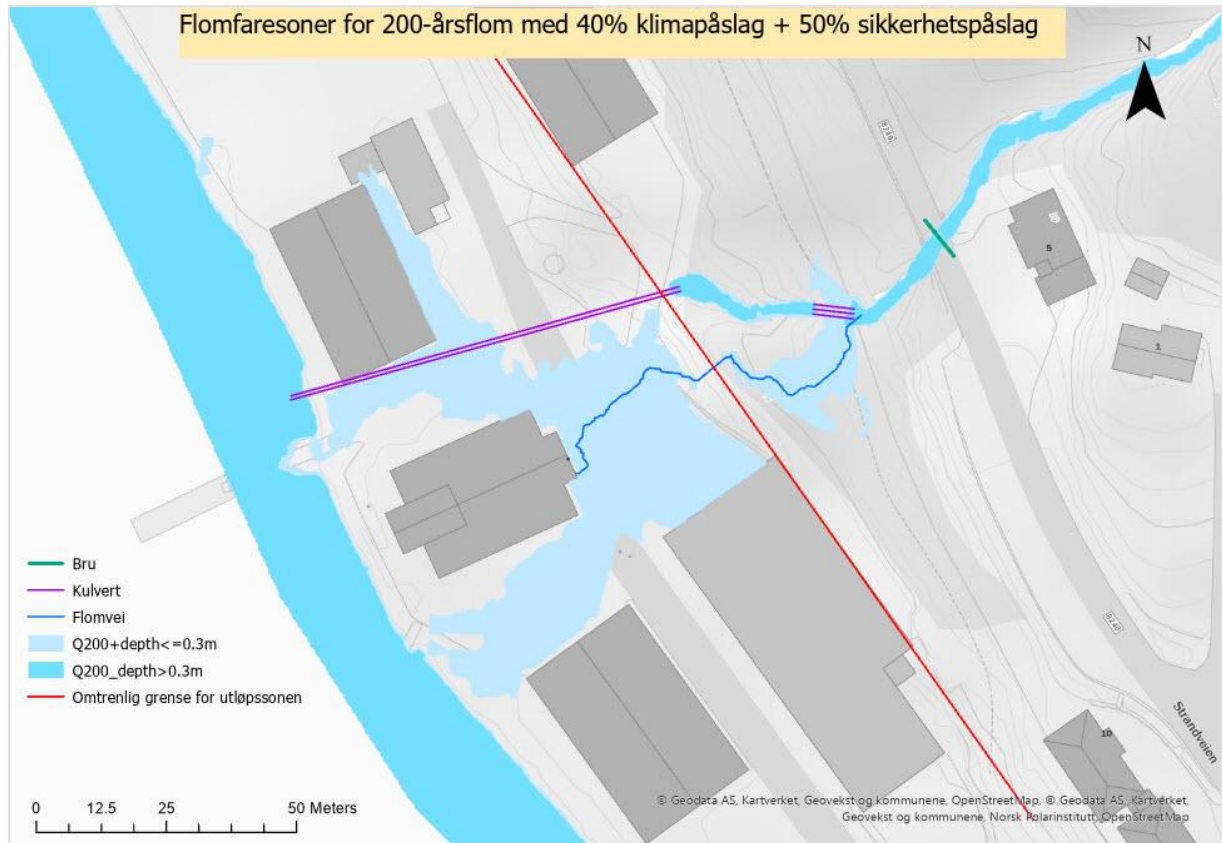
Der det er bratt terreng gir 2D-modellen en fragmentert flomsone, se Figur 5 2. For å unngå dette må en ha et veldig finmasket beregningsnett, noe som medfører at beregningene blir svært ressurskrevende. Spesielt der vanddybdene er lave i kombinasjon med at terrenget er bratt, må beregningsnettet være svært finmasket. Nøyaktigheten av beregningene blir ikke nødvendigvis bedre med denne fremgangsmåten, men en kan få en mer sammenhengende flomsone. I bratt terreng utenfor elveløpet vil imidlertid vannet ha relativt store hastighet og en har et potensial for erosjon, spesielt der det er løsmasser. Ettersom erosjonsprosesser ikke hensyntas i flomkartleggingen, vil ikke nødvendigvis flomfaren ved en reell hendelse samsvare med kartet i slike områder. Der vannet finner et nytt løp utenfor elveløpet pga. for eksempel underdimensjonerte kulverter, anbefales det generelt at en utbedrer kulvertene.



Figur 5-1: Eksempel på fragmentert flomsone. I bratt terreng må en ha veldig små beregningsselement i en 2D-modell for å unngå fragmentering av flomsone, noe som medfører at beregningene blir svært ressurskrevende.

5.2 200-årsflom i år 2100

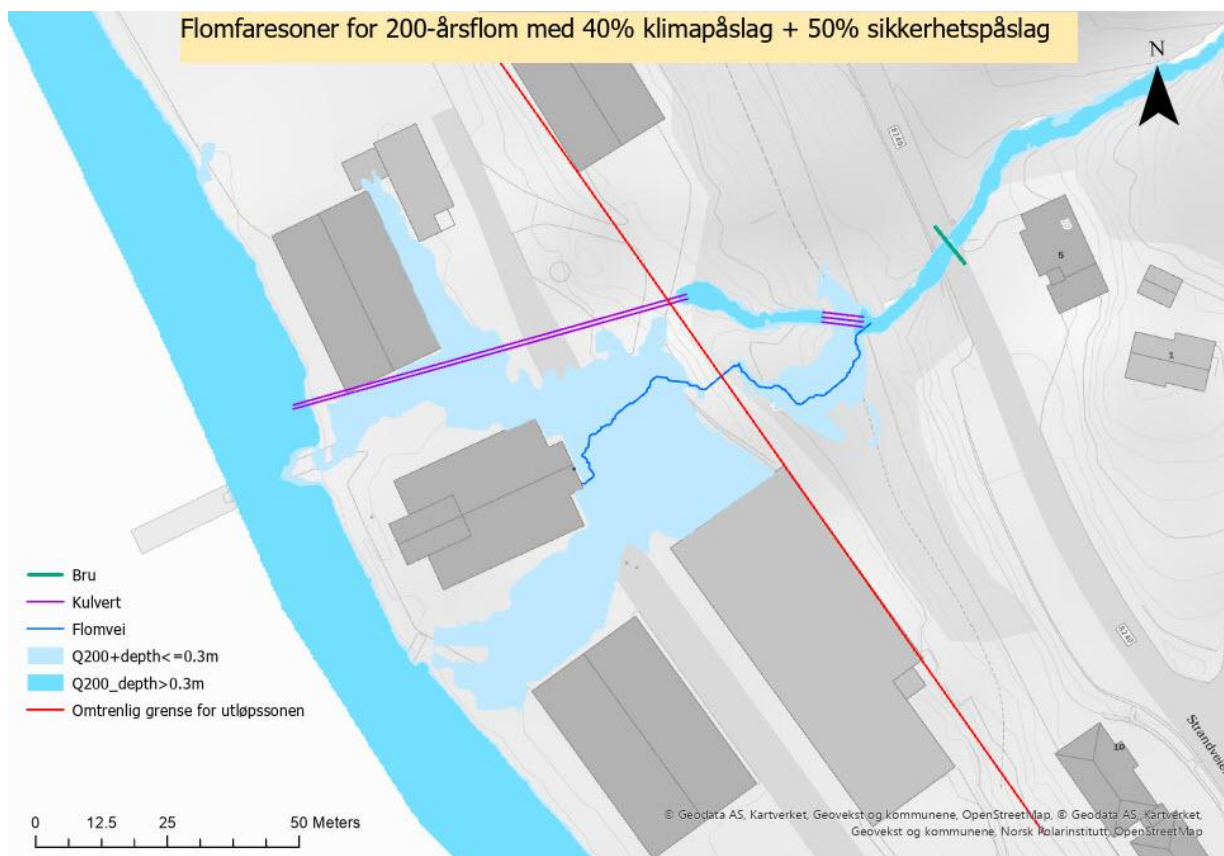
Basert på resultater fra modelleringen og analysene, er det tegnet opp flomfarekart for det vurderte området. Faresonen viser hvilke områder som vurderes som utsatt for 200-års flom i år 2100 med 40 % klimapåslag og 50 % sikkerhetspåslag, se Figur 5-2. Vanndybder under 5 cm er ikke plottet i kartene.



Figur 5-2: Faresonen for 200-årsflom med 40% klimapåslag + 50% sikkerhetspåslag.

5.3 1000-årsflom i år 2100

Det er også tegnet flomfarekart for hvilke områder som vurderes utsatt for en 1000-årsflom i år 2100 med 40 % klimapåslag + 50 % sikkerhetspåslag, se Figur 5-3.



Figur 5-3: Faresonen for 1000-årsflom med 40% klimapåslag + 50% sikkerhetspåslag.

6 Konklusjon

De beregnede flomverdiene med 40 % klima og 50 % usikkerhetspåslag blir henholdsvis 4,0 m³/s og 6,0 m³/s for 200-årsflommen, og 4,8 m³/s og 7,2 m³/s for 1000-årsflommen. Brua på FV8240 har stor nok kapasitet for alle beregnede vannføringer.

Beregningene viser at dagens kulverter har for liten kapasitet, og at vannet vil renne utenfor elveløpet ved de to stikkrennene. Dette gjelder spesielt den korte stikkrennen med tre sirkulære kulverter under hinderløypa. Her vil vannet renne ut av Vikelva i sørlig retning både for 200- og 1000-årsflom. Den modellerte situasjonen for den lange stikkrennen med utløp til sjø er noe mer usikker, men beregningene viser at også denne stikkrennen har for liten kapasitet.

I den flate utløpssonen med bygninger vil vannet renne ut av elva både ved 200-årsflom med 40 % klimapåslag og ved 1000-årsflom med 40 % klimapåslag. For begge scenarioene vil flere bygninger bli berørt av vannet enn det aktsomhetskartet fra NVE viser. Beregningene viser imidlertid at både vanndybden og hastigheten ved de berørte bygningene være lave. Ved en flomhendelse vil imidlertid vannet kunne grave seg et mer definert løp der vanndybden og vannhastighetene blir større slik at de materielle skadene kan bli betydelige. Generelt er vanndybden i utløpssonen med bygninger lavere enn 0,3 m for 200-årsflom med 40 % klimapåslag og 50 % usikkerhetspåslag og 0,35 m for 1000-årsflom med 40 % klimapåslag og 50 % usikkerhetspåslag.

7 Referanser

NCCS. (2/2021). *Klimaprofiler for fylker– Et kunnskapsgrunnlag for klimatilpasning*.

NVE. (1/2022). *Veileder for flomberegninger*. Oslo: Norges vassdrag og energidirektorat.

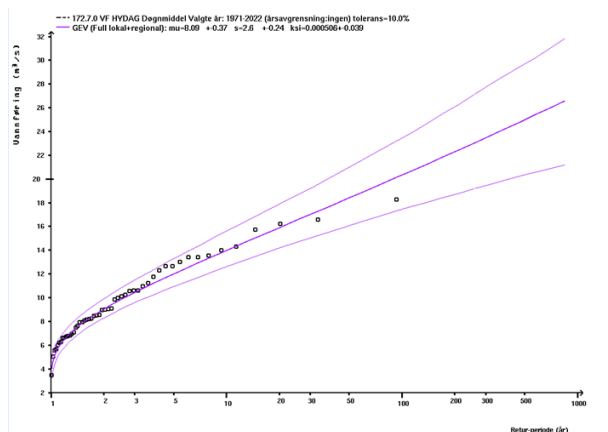
NVE. (3/2022). *Sikkerhet mot flom. Utredning av flomfare i reguleringsplan og byggesak*. Bakkan, M.; Bjerke, P.L.; Bønsnes, T.E.; Eggen, I.; Flatøy, A.; Herje, F.; Holt, O.F.; Humlen, E.F.; Jespersen, M.N.; Pedersen, T.B.; Roald, C.M.; Sommer-Erichson, P.; Væringstad, T.

NVE. (36/2022). *Avrenningskart for Norge 1991-2020*.

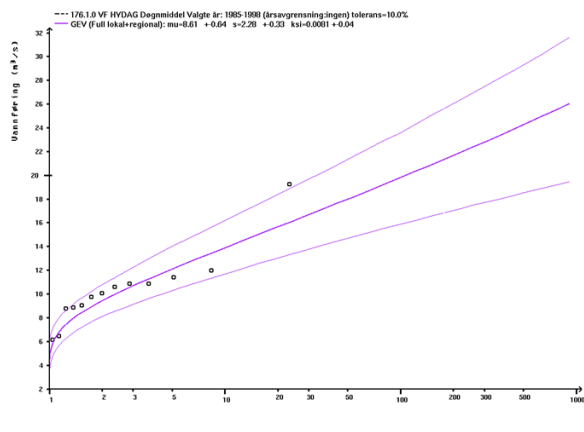
USACE. (2023, 11 20). *HEC-RAS Hydraulic Reference Manual*. Hentet fra Hydrologic Engineering Center's (CEIWR-HEC) River Analysis System (HEC-RAS): <https://www.hec.usace.army.mil/confluence/rasdocs/ras1dtechref/latest>

8 Vedlegg

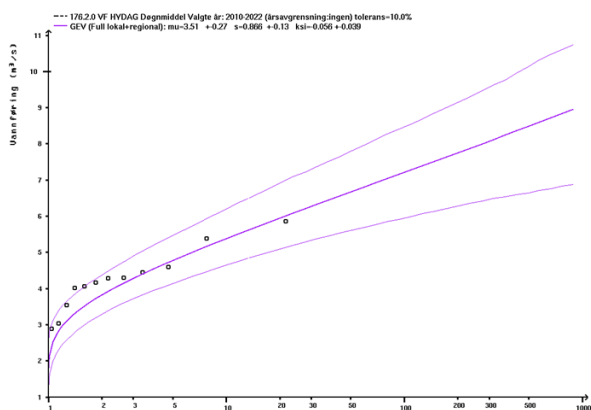
Vedlegg 1: Flomfrekvensanalyse



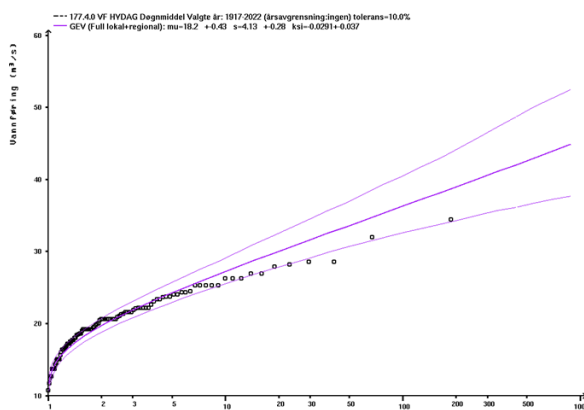
Figur: FFA for VM 172.7



Figur: FFA for VM 176.1

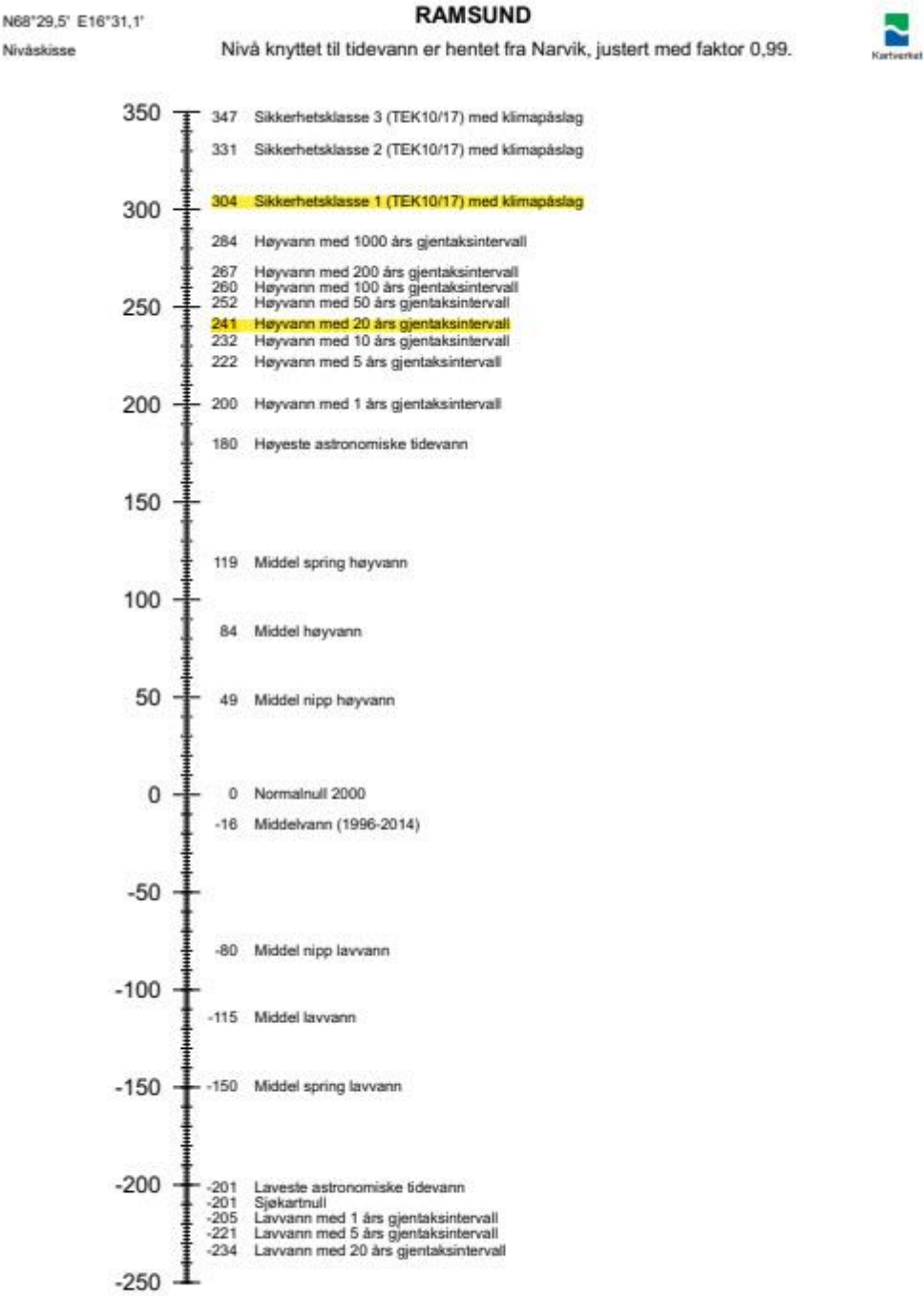


Figur: FFA for VM 176.2



Figur: FFA for VM 177.4

Vedlegg 2: Havnivå



Høyder er i cm over Normalnull 2000 som er nullnivå i det norske offisielle høydesystemet NN2000. Datagrunnlag sist endret: 17. august 2021. Lastet ned: 7. november 2023.