

Beregnet til
Vestland fylkeskommune

Dokumenttype
Rapport

Dato
September, 2025

Fv.5158 GS-bru ved Sørstraumen

Hydrologirapport



Eksisterende bru. Bilde tatt under ekstremværet Jakob i november 2024. Bilde: VLFK

Fv.5158 GS-bru ved Sørstraumen

Hydrologirapport

Oppdragsnamn **Fv.5158 GS-bru ved Sørstraumen**
Prosjekt nr. **1350062476**
Mottakar **Vestland fylkeskommune**
Dokumenttype **Rapport**
Versjon **1**
Dato **29.09.2025**
Utført av **AGBT**
Kontrollert av **ROHE**
Godkjent av **VDNT**
Beskrivelse **Hydrologirapport for Fv.5158 GS-bru ved Sørstraumen**

Rambøll
Nygårdsgaten 95,
5008 Bergen

T +47 55 17 58 00
F +47 55 17 58 10
<https://no.ramboll.com>

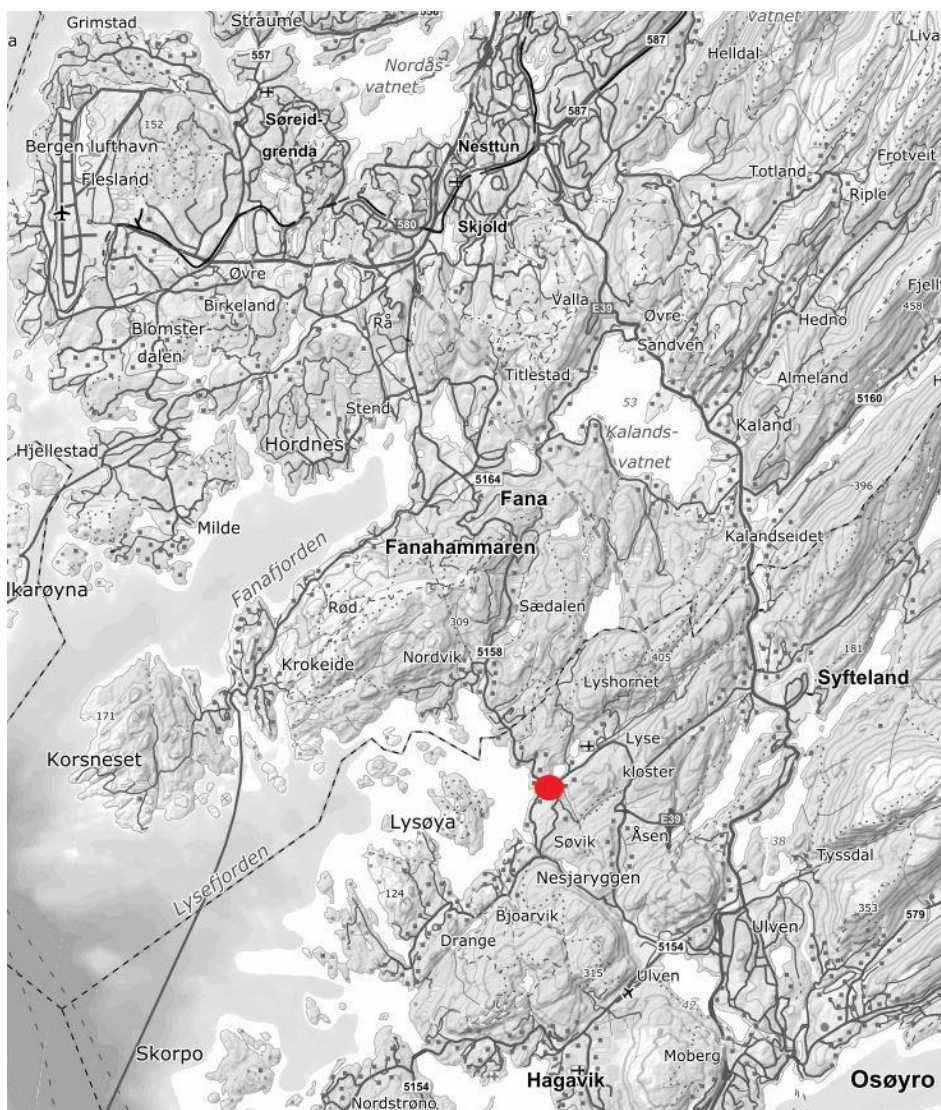
Innholdsfortegnelse

1.	Innledning	2
1.1	Bakgrunn	2
1.2	Formål	3
2.	Myndighetskrav	4
2.1	Dimensjonerende gjentaksintervall	4
2.2	Klimapåslag (F_k)	4
2.3	Sikkerhetsfaktor (F_s)	4
2.4	Fri høyde over vassdrag og sjø	5
3.	Flomberegninger	6
3.1	Nedbørfelt	6
3.2	Havnivå	7
3.3	RFFA-NIFS	8
3.4	Flomfrekvensanalyse	8
3.5	PQRUT	12
3.6	Valg av flomestimat	13
4.	Hydraulisk modellering	13
4.1	Modelloppbygging, grensebetingelser og forutsetninger	13
4.2	Modellscenario og inngangsparametere/grensebetingelser modell	15
4.3	Beregninger vannlinje, vannhastighet og erosjonssikring	16
5.	Oppsummering og anbefaling	20
6.	Kilder	21
7.	Vedlegg	21

1. Innledning

1.1 Bakgrunn

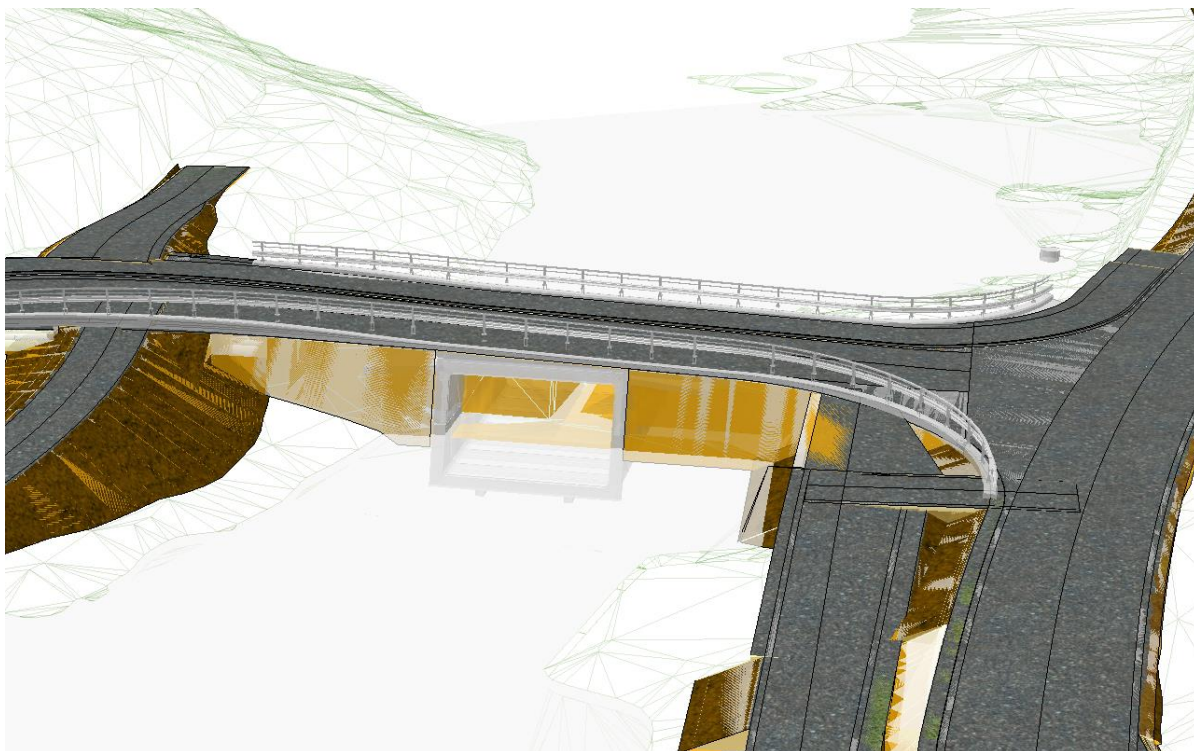
Rambøll er engasjert av Vestland fylkeskommune for å gjennomføre en hydrologisk vurdering ny løsning for Fv.5158 GS-bru ved Sørstraumen. Eksisterende vegbru, 12-0480 Nore Straumen, er lokalisert sør for Bergen, ved Lysekloster i Bjørnafjorden kommune. Bruen krysser utløpet fra Pøyla til sjø (Seiasundet).



Figur 1-1: Lokasjon eksisterende vegbru 12-0480 Nore Straumen og planlagt GS-bru ved Sørstraumen. Utklipp fra Norgeskart

Rambøll gjennomførte 2024-januar 2025 et forprosjekt for å vurdere ulike løsninger for gangbro ved Sørstraumen, med formål å bedre tilrettelegge for fotgjengere. Forprosjektet startet med 5 ulike brualternativer, hvorav *alternativ 5-ny kulvert*, ble vurdert til det fortrukne alternativet (Rambøll, 2025).

I forprosjektfasen ble det gjennomført en innledende vurdering av sikker byggehøyde til bro, for å kunne vurdere brualternativene mot hverandre og gi en midlertidig høyde til andre fag sine vurderinger. Den innledende høyden satt i forprosjektfasen var +3,1 m i underkant av brukonstruksjon. Dette var basert på høyvannsnivå (som i stor grad vil påvirke den dimensjonerende vannlinjen til bruene), sikkerhetsmargin på 0,5 m for å ta høyde for bølger/flom fra vassdrag, samt ekstra 0,5 m som er krav til minste frihøyde for bruer. Forprosjektet fant også at pga. siktlinjer og høyder på eksisterende veger, er det i praksis ikke mulig å bygge bruene høyere uten svært store inngrep/kostnader. Basert på høyden +3,1 ble det laget vegmodell og prinsipp av bruløsning i form av prefabrikkerte betongelementer med spennvidde på 8 m.



Figur 1-2: Foreløpig vegmodell og kulvert, sett fra nedstrøms side. Utklipp fra modell i Novapoint

1.2 Formål

Formålet med hydrologivurderingene i detaljprosjektet er å finne nødvendig tverrsnitt og flomsikker byggehøyde for ny bruløsning iht. gjeldende myndighetskrav. Det er gjennomført hydrologiske beregninger og simuleringer i hydraulisk modell for å finne dimensjonerende vannlinje og vannhastighet, sistnevnte for dimensjonering av erosjonssikring.

Flomberegninger og hydrauliske beregninger beskrives i de følgende kapitlene, og danner grunnlaget for de hydrologiske vurderingene.

2. Myndighetskrav

Statens vegvesen sine vegnormaler **N200:2024 Vegbygging** og **N400:2025 Bruprosjektering** stiller krav til dimensjonerende flom og frihøyder. NVE sin veileder for flomberegninger (1/2025) samt Statens vegvesen sin veileder N-V240 Vannhåndtering danner også grunnlag for vurderingene i denne rapporten.

Vegnormal N200 beskriver krav til avrenningsberegninger, inkludert påslag for å ta hensyn til fremtidige klimaendringer og usikkerhet ved beregninger. Beregningene skal gjøres iht. krav 2.4.1.1-1 i N200:

$$Q_{dim,T} = Q_T * F_k * F_s$$

Hvor variablene er:

$Q_{dim,T}$ = Dimensjonerende avrenning for returperiode T [m^3/s]

Q_T = Beregnet avrenning for returperiode T [m^3/s]

F_k = Sikkerhetsfaktor for fremtidige klimaendringer.

F_s = Sikkerhetsfaktor for usikkerhet ved beregning av flomvannføring.

Iht til. krav 2.4.2-1 i N200 skal det benyttes minst 3 forskjellige metoder i flomberegninger, og beregnet flomvannføring (Q_T) bestemmes innenfor spennet av resultatene (Statens vegvesen, 2024).

2.1 Dimensjonerende gjentakintervall

Sikkerhetsklasse skal ifølge krav 1.1.6-3 i N400 settes til V3 for bruer. For vassdrag skal flom derfor beregnes for dimensjonerende gjentakintervall $T=200$ år.

For vegen utenom selve brukonstruksjonen settes sikkerhetsklasse iht. krav 2.3.1-1 i N200, som avhenger av ÅDT og omkjøringsmuligheter. ÅDT på vegene ved planlagt bru varierer mellom 760-1280 (Statens vegvesen, u.d.), som gjør at vegen ved bruen havner i sikkerhetsklasse 2-3, avhengig av omkjøringsmulighetene. For V2 skal det benyttes gjentakintervall $T=100$ år, og for V3 $T=200$ år.

2.2 Klimapåslag (F_k)

Klimapåslag (F_k) beskrives i krav 2.4.1.1-2 i N200, og varierer ut fra fylke og størrelse på nedbørfelt. For små nedbørfelt under <10 km² skal faktor 1,4 alltid benyttes. Nedbørfeltene som bidrar til flomvannføring under den nye bruen er totalt på ca. 7,7 km². Klimafaktor i beregningene settes derfor til **$F_k=1,4$** .

2.3 Sikkerhetsfaktor (F_s)

Sikkerhetsfaktor (F_s) bestemmes ut fra kvaliteten på datagrunnlag iht. tabell 2.4.1.1-2 og tabell 2.4.1.1-3 i N200. Klassifiseringskriterier for kvaliteten på datagrunnlaget beskrives videre i NVE veileder 1/2025 (NVE, 2025).

Det finnes ikke vannføringsmålinger i nedbørfeltene som renner til Pøyla. Den nærmeste representative målestasjonen i området er 55.4.0 Røyknes, ca. 5 km unna. Røyknes har over 90 år med data, men et langt større nedbørfelt. Blant de andre målestasjonene vurdert som

representative er det relativt små variasjoner i spesifikke flomstørrelser når man vekter inn årsmiddelavrenningen. Røyknes har en noe lavere spesifikke flomstørrelse, men dette er forventet pga. høyere effektiv sjøprosent og stort feltareal.

Nedbørsstatistikk for nedbør-avløpsmetoder er tilgjengelig fra SN50480 Sandsli, ca. 13 km nord for Nore Straumen. IVF-statistikken for Sandsli er satt i kvalitetsklasse God (1) (Klimaservicesenter, 2025). Datagrunnlaget for nedbør-avløpsmetoder vurderes derfor til godt.

Ved sammenligning av årsnedbør mellom SN50480 Sandsli og målestasjon Fana-Stend viser Fana-Stend en noe høyere årsnedbør. Da Fana-Stend er nærmere Nore Straumen og er ca. like langt fra kysten, er det også tenkelig det er noe høyere nedbørsverdier ved Nore Straumen enn ved Sandsli. Dette må hensyntas ved benyttelse av nedbør-avløpsmetoder.

Hydrologisk datagrunnlag vurderes derfor til å være i klasse 3: *Brukbart hydrologisk datagrunnlag, men store gradienter i spesifikke flomstørrelser*. Sikkerhetsfaktoren settes til **$F_s=1,3$** .

2.4 Fri høyde over vassdrag og sjø

Statens vegvesens vegnormaler N100, N200 og N400 stiller spesifikke krav til vegens høyde i forhold til flomvannstand. De viktigste er kort gjengitt under:

- Vegbanen skal ligge minst 0,5 m høyere enn vannstanden ved dimensjonerende 200-årsflom ($Q_{dim,200}$) (Statens vegvesen, 2023).
- For kystveger skal vegbanen ligge minst 0,5 m høyere enn dimensjonerende høyde sjø (beregnet fra 200-års sjøtilstand, havnivåstigning for år 2100 og effekt av bølger med 200-års gjentaksintervall) (Statens vegvesen, 2023).
- Bruer: For vassdrag skal det være $\geq 0,5$ m frihøyde over dimensjonerende vannføring med $T=200$ år (Statens vegvesen, 2025).
- NVE anbefaler at det benyttes stormflo med 1-års gjentaksintervall som grensebetingelse (inkludert klimafremskrivning år 2100) for flomberegninger ved utløp til hav (NVE, 2022). I henhold til DSB veileder Havnivåstigning og høye vannstander i samfunnsplanlegging bør føre-var grunnlaget for klimaframskrivning SSP3-7.0+83 prosentil legges til grunn (Direktoratet for samfunnssikkerhet og beredskap, 2024).
- Bruer i sjø: N400 stiller krav (3.6.2-2) til at minste vertikale klaring over sjø skal være den største av høyeste astronomiske tidevann (HAT) + 2,5 meter og middelvann (MV) + 3,5 meter. Dette kravet kommer blant annet som følge av sikkerhet for småbåter som krysser under. Da det er ikke kjent utbredt bruk av fritidsbåter, i tillegg til at dagens brokonstruksjon er svært lav (topp vegoverflate varierer mellom ca. +1,9 og +3,0), blir dette kravet ikke hensyntatt ved dimensjonering av ny GS-bru ved Sørstraumen.

3. Flomberegninger

Flomberegninger er gjennomført iht. vegnormal N200, samt anbefalte metoder beskrevet i NVE rapport 1/2025: *Veileder for flomberegninger* (NVE, 2025). Metodene er valgt på grunnlag av nedbørsfeltenes størrelse og tilgjengelig data.

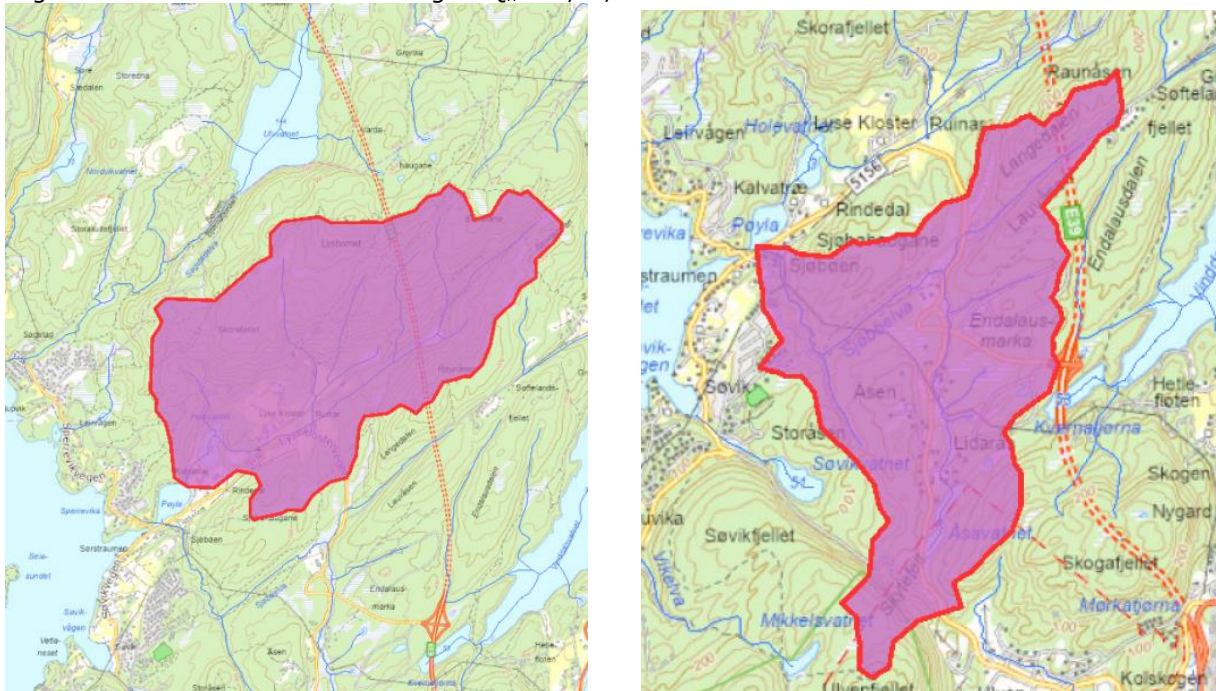
3.1 Nedbørfelt

Bruen er lokalisert ved utløpet til sjø fra Pøyla, og kan dermed være utsatt for oversvømmelse fra både fra høyvann (stormflo) og flom fra vassdrag. Følgende nedbørfelt renner ut i Pøyla:

- Felt 1: Utløp Holevatnet
- Felt 2: Sjøbøelva
- Felt 3: Fellesbetegnelse mindre nedbørfelt nord og sør ved Pøyla

Felt 1: Fra nordøstsiden munner Klosterelva og andre mindre bekker ned til Holevatnet. Utløp fra Holevatnet renner ut i øst Pøyla. Holevatnet vil ha en flomdempende effekt på dette nedbørfeltet. Nedbørfeltet har en størrelse på 3,8 km², med effektiv sjøprosent 1%. Ca. 90 % av feltet består av skog. Feltet strekker seg fra 1-400 moh. Middellavrenningen er $Q_n=67,7 \text{ l/s*km}^2$.

Felt 2: Sjøbøelva renner fra sørsiden og munner ut i Pøyla i underkant av 100 m fra dagens brukonstruksjon. Ca. 90% av nedbørfeltet består av skog. Det er to mindre tjerner og myrområder i sørlig del av feltet. Beregnet nedbørfelt har en størrelse på 3,6 km², og strekker seg fra 0-312 moh. Middellavrenning er $Q_n=65,2 \text{ l/s*km}^2$.



Figur 3-1a og b: Nedbørfelt 1 og 2 med utløp til Pøyla. Vassdrag som renner fra nordøstsiden (felt 1) vises til venstre og Sjøbøelva (felt 2) som renner fra sørsiden vises til høyre. Henter fra Nevina (NVE, u.d.).



Figur 3-2: Totalt areal tilhørende nedbørfelt 3, markert med rødt. Utklipp fra Scalgo

Felt 3: På sør- og nordsiden av Pøyla er det mange mindre avrenningslinjer, med tilhørende nedbørfelt totalt ca. 0,3 km². Området har ingen definerte vassdrag.

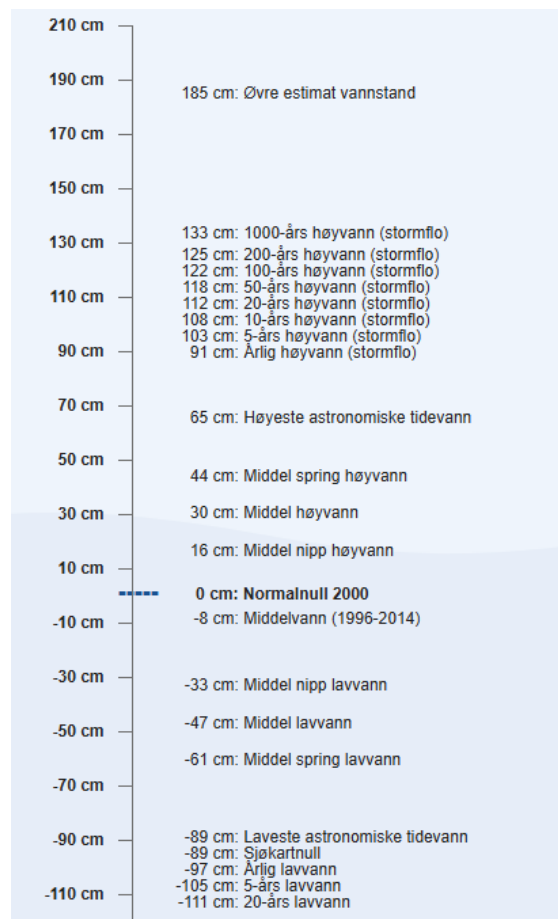
3.2 Havnivå

Ulike havnivåer ved Pøyla fremgår i Figur 3-3. Havnivåfremskrivning for Bergen frem til 2100 for SSP 3-7.0 viser et fremtidig havnivå på **kote +0,81**, hvor landheving er hensyntatt (Kartverket, 2025).

Relevante tall for flomberegningene, inkludert fremtidig klimajustering for havnivåstigning er dermed:

- **Havnivå 200-års gjentaksintervall: +2,06**
- **Havnivå 1-års gjentaksintervall: +1,72**

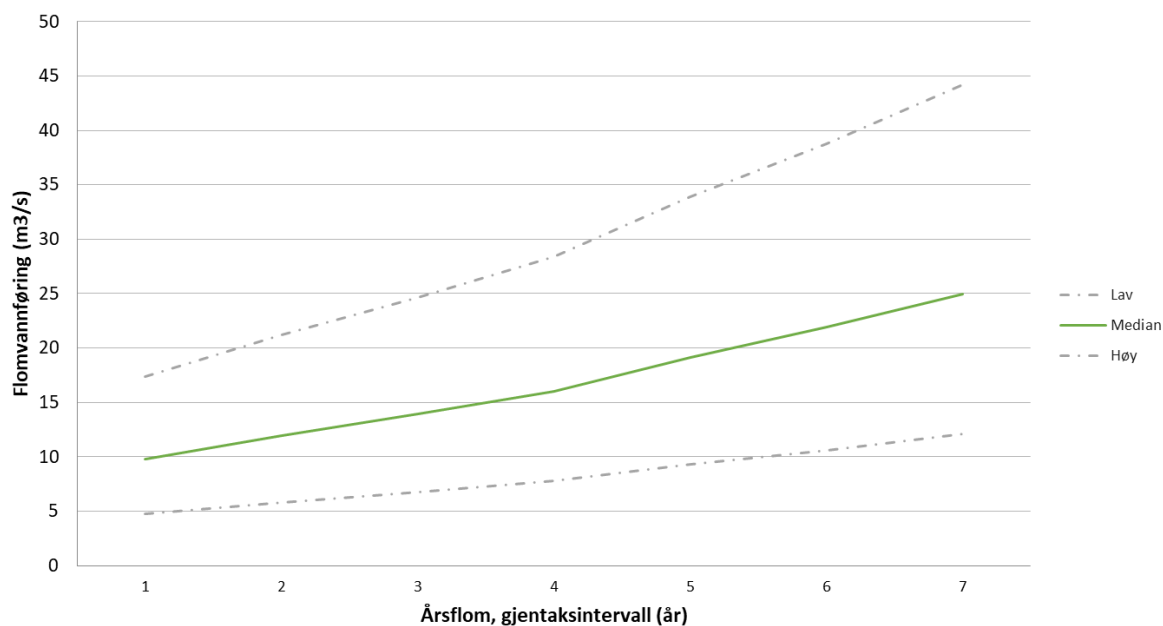
Bruen ligger i en vik, som er skjermet for bølger. Nærmeste historiske bølgevarsel ved Søvikvågen viser maks bølgehøyde på 0,5 m, og 0 m ved utløpet fra Pøyla (Norsk kystvarslingssenter, u.d.). 0,5 m kan betegnes som moderat bølgehøyde (Statens vegvesen, 2015). Bølgehøyder inkluderes ikke direkte i vannlinjeberegningene, men omtales i vurdering av resultatene.



Figur 3-3: Havnivåer i N2000, ved Pøyla

3.3 RFFA-NIFS

Det er utført beregninger ved hjelp av Nasjonalt formelverk for små nedbørfelt (RFFA-NIFS), som gir kulminasjonsverdier for flom. Metoden er tilpasset flomstørrelser opp til gjentakintervall 200 år og nedbørfelt <60 km² (NVE, 2025). Hydrologivurderingene benytter seg av medianverdier. Ved hjelp av NVE Nevina er det hentet ut verdier for middelflom og kulminasjonsverdier. Verdiene gjengis i Tabell 3-1 og Figur 3-4 under.



Figur 3-4: Beregnede kulminasjonsverdier for flom [m³/s] basert på formel for små nedbørfelt. Tallene viser totalen av nedbørfeltene som renner ut i Pøyla.

Tabell 3-1: Kulminasjonsverdier for Q_T (RFFA-NIFS) for nedbørfeltene som renner ut i Pøyla.

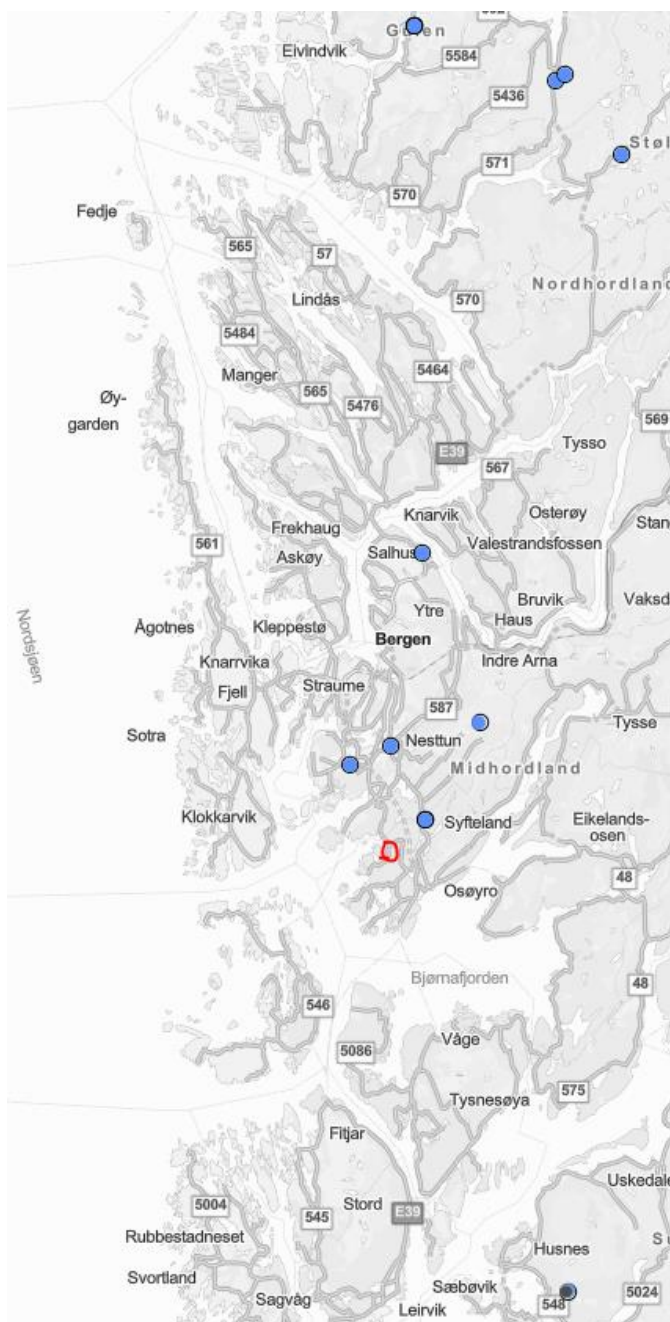
Gjentaksintervall	Median flomverdi felt 1	Median flomverdi felt 2	Median flomverdi felt 3*	Median flomverdi totalt**
QM [m³/s]	4,6	4,8	0,38	9,8
Q10 [m³/s]	7,5	6,9	0,55	13,9
Q200 [m³/s]	11,7	12,4	0,98	25,0

*For felt 3 er det ingen registrert vannlinje i Nevina. Tall er derfor basert på at felt 3 har relativt like egenskaper som felt 1 og 2. Flomverdiene er skalert til feltarealet.

**Median flomverdi beregnet for summen av felt 1, 2 og 3

3.4 Flomfrekvensanalyse

Flomfrekvensanalyser er statistiske analyser som utføres på observerte flomdata, for å bestemme flomverdier for ulike gjentakintervaller (NVE, 2025). I nedbørfeltene som renner ut i Pøyla finnes det ingen målestasjoner, og analysene utføres derfor på data fra representative stasjoner i området.



Figur 3-5: Målestasjoner ved Pøyla, hentet fra NVE Seriekart. Plassering planlagt bru markert i rødt

Mange målestasjoner er innledende vurdert, men basert på feltegenskaper og tilgjengelig antall år med data, er flomfrekvensanalysen gjennomført med utgangspunkt i fire stasjoner, se Tabell 3-2. Grå tekst i tabellen viser stasjonene som bare er innledende vurdert, men som hadde egenskaper som gjorde de uegnet for flomfrekvensanalysen, det være seg svært korte dataserier, urbane felt, langt høyereliggende felt og/eller svært høy snaufjellsprosent. Grunnlaget for sammenligningen er hentet fra NVE Seriekart (NVE, u.d.) og HYDRA II.

Tabell 3-2: Målestasjoner i området benyttet i flomfrekvensanalysen, med utdrag av feltegenskaper hentet fra NVE Seriekart og HYDRA II. Stasjoner med grå skrift ble kun innledende vurdert, men hadde egenskaper eller manglende data som gjorde de uegnet for flomfrekvensanalyse for planlagt bru.

Stasjonsnr.	Navn	Feltareal	Effektiv sjø	Snaufjell	Myr	Hmin-Hmaks	Antall år	Middelavrenning
		[km2]	[%]	[%]	[%]	[moh]		[l/s*km2]
	Pøyla, totalt	7,7	0,6	0	3,9	1-400		66,5
55.4.0	Røykenes	50,1	2,24	31,70	0,8	53-970	91	99,30
61.13.0	Haukåselva	7,4	0,36	11,23	2,8	41-470	17	69,49
68.2.0	Havelandselv	21,0	0,84	50,38	0,1	1-720	59*	115,75
42.2.0	Djupevad	31,0	0,34	52,02	1,4	92-1141	59	103,96
56.2.1	Håvardstun	2,2	2,74	0,00	3,2	35-100	36	62,67
56.1.0	Sandsli	0,08	0,00	0,00	13	40-62	40	67,35
56.13.0	Birkeland kirke	21,98	1,58	11,96	1	26-683	2	83,62
56.12.0	Grimevatnet	11,34	7,85	15,32	0,3	72-673	2	93,04
55.5.0	Dyrdalsvatn	3,31	3,98	93,15	2,9	436-802	45	121,02
61.7.0	Sedal	11,31	0,03	76,49	0,3	197-941	34	132,39
63.13.0	Tveitaskardselva	7,08	0,12	87,09	0	134-1291	2	126,47
55.23.0	Storelvi i Samnanger	132,43	2,1	63,43	0	82-1331	6	126,31
65.1.0	Hunsvenvatnet	2,62	11,67	0	2,8	21-128	18	64,37
55.7.0	Eikelandsosen	42,72	6,17	49,27	0,8	48-971	40	102,85

**59 år med døgndata, 27 år med findata*

Målestasjonen **Haukåselva** (61.13.0) ca. 30 km nord for Pøyla har feltparametre som samsvarer svært godt, med unntak av en lavere elvegradient. Usikkerheten knyttet til sammenligning med denne stasjonen er at den kun har vært i drift siden 2007. Korte måleserier er generelt mindre egnet når formålet med sammenligningen er å finne vekstkurver for å estimere flomverdier med høye gjentaksintervall (NVE, 2025). Data må dermed hentes fra flere nabostasjoner i flomfrekvensanalysen.

Det nærmeste stasjonen til Pøyla er **Røyknes** (55.4.0), ca. 5 km i østlig retning. Røyknes har vært i drift i over 90 år, med datakvalitet klassifisert til bra (med unntak ved lave vannføringer) (NVE, 2025). Feltet har en høyere snaufjellsprosent, men også en høyere høydefordeling, langt større areal og effektiv sjøprosent. En noe lavere flomrespons kan derfor forventes her.

Havelandselv (68.2.0) er stasjonen lengst unna Pøyla, ca. 90 km nord. Høyfjellsprosenten og middelavrenning er høyere enn til nedbørfeltene med utløp til Pøyla. Den inkluderes likevel pga. likest høydefordeling og effektiv sjøprosent av de aktuelle stasjonene, samt en lang tidsserie av nyere dato.

Djupevad (42.2.0) er lokalisert ca. 45 km sør for Pøyla. Stasjonen har som Havelandselv en høyere snaufjellsprosent og middelavrenning, samt en høyere høydefordeling.

Resultater av den lokale flomfrekvensanalysen er gitt i tabell under. Statistisk fordeling er valgt basert på anbefalinger i Veileder for flomberegninger (NVE, 2025), med data hentet fra Hydra II. Både Røykenes, Havelandselv og Djupevad har mer enn 25 år med findata. Haukåselva har like lange dataserier for døgndata og findata. Derfor velges det å beregne kulminasjonsflom ved hjelp av findata.

Tabell 3-3: Sammenligning representative målestasjoner

	Røyknes (55.4.0)	Haukåselva (61.13.0)	Havelandselv (68.2.0)	Djupevad (42.2.0)
Statistisk fordeling	Gumbel*	Gumbel	Gumbel	GEV
Arealskaleringsfaktor	0,15	1,04	0,37	0,25
Skaleringsfaktor middelavrenning	0,67	0,96	0,57	0,64
Q _M målestasjon [l/s*km ²]	1216	1334	2576	2110
Q _M middelavrenning skalert for utløp Pøyla [l/s*km ²]	814	1277	1480	1349
Q200/Q _M	2,57	1,99	1,90	1,72

**ved sammenligning av fordeling og faktisk målte verdier, passer Gumbel fordeling bedre enn GEV.*

Basert på verdiene i tabellen over, sammen med resultatene fra RFFA-NIFS, vurderes til **Q_{M,flomfrekvens} = 1300 l/s*km²** å være representativ kulminert middelflom for utløpet fra Pøyla. Dette er i hovedsak basert på verdiene for Røyknes og Haukåselva. Havelandselv og Djupevad har

en langt høyere årsmiddelavrenning enn ved Pøyla, og Røyknes noe høyere. Ved å vekte det inn i vurderingen er det relativt små variasjoner mellom middelflommene, bortsett Røyknes som viser en noe lavere verdi.

Ved bruk av forholdstall mellom middelflom og 200-årsflom, $Q_{200}/Q_M = 2,54$, beregnet ved bruk av Nasjonalt formelverk for små nedbørfelt, kan 200-årsflom beregnes:

$$Q_{200, \text{ flomfrekvens}} = 1300 \text{ l/s*km}^2 \times 2,54 = 3305 \text{ l/s*km}^2 = 25,5 \text{ m}^3/\text{s}.$$

Se Vedlegg 3: HYDRA II datagrunnlag flomfrekvensanalyse findata, FINUT.

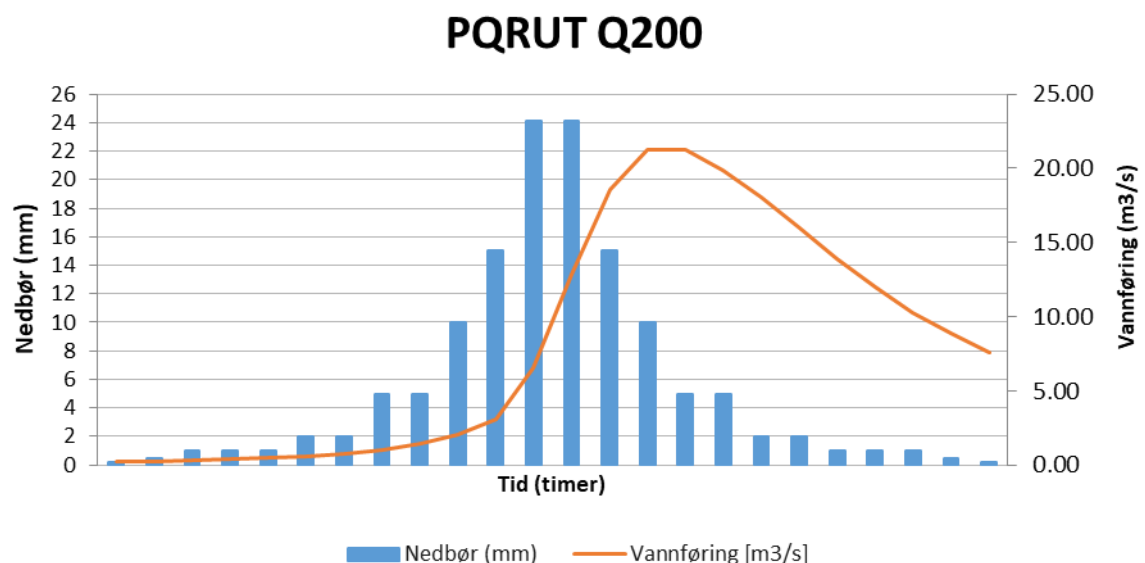
3.5 PQRUT

Som beregningsmetode 3 iht. krav 2.4.2-1 i N200, samt for konstruering av flomforløpet, er det gjennomført beregninger ved hjelp av PQRUT. PQRUT er en nedbør-avløpsmetode, som benytter nedbørsstatistikk (IVF-kurver) som input. Metoden er tilgjengelig via NVE sine nettsider, og gir estimat for påregnelig maksimal flom (PMF) (NVE, 2025).

Feltverdier hentes fra Nevina, og konstruering av nedbørforløp gjennomføres iht. beskrivelse kap 10.2 i Veileder for flomberegninger. På grunn av lavliggende felt antas det ingen påvirkning fra snøsmelting.

Konstruert nedbørforløp er basert på verdier for 200-års gjentaksintervall og 2-timers varighet. Basert på erfaring ved bruk av PQRUT oppleves det at modellen overdriver effekten av parameteren effektiv sjøprosent, som vil si at PQRUT underestimerer flomverdier. Det er derfor valgt å ikke legge inn effektiv sjøprosent i modellen.

I Figur 3-6 er nedbørforløp vist sammen med beregnede kulminerende 200-årsflom ved planområdet for effektiv sjøprosent lik 0%. Maksimalverdi for kulminerende 200-årsflom ved 0% effektiv sjøprosent er beregnet til 21,2 m³/s.



Figur 3-6: Nedbørforløp og beregnet kulminerende 200-årsflom i PQRUT for effektiv sjøprosent lik 0%.Konstruert nedbørforløp basert på IVF-statistikk for Sandsli og årsnedbør fra Fana-Stend.

3.6 Valg av flomestimat

Tabell 3-4: Sammenligning flomverdier Q_T , uten klima og sikkerhetsfaktor

Metode/formel	Spesifikk Middelflom (l/s*km ²)	Middelflom (m ³ /s)	Spesifikk 200-årsflom (l/s*km ²)	200-årsflom (m ³ /s)	Spesifikk 10-årsflom (l/s*km ²)	10-årsflom (m ³ /s)
Formelverk for små nedbørfelt (median)	1276	9.8	3245	25.0	1808	13.9
Flomfrekvens	1300	10.0	3305	25.5	1842	14.2
PQRUT (2 timers regn. 0% eff.sjø)			2755	21.2	1190	9.2

Flomverdier funnet ved formelverk for små nedbørfelt passer bra overens med observerte flomverdier funnet flomfrekvensanalysen. Beregning med PQRUT viser en noe lavere verdi for 200-års flommen. IVF-statistikken i beregningene er hentet fra SN50480 Sandsli, og årsnedbør fra Fana-Stend. Sandsli har en noe lavere årsnedbør enn Fana-Stend, og det er derfor tenkelig at timesnedbøren fra IVF-statistikken viser lavere tall enn hva som er reelt ved Pøyla. **Middelflom på $Q_M=1300$ l/s*km² vurderes til å være representativ, og benyttes i flomberegninger for den nye bru.**

Se Tabell 3-5 for spesifikke flomverdier basert på flomfrekvensvurderingene.

Tabell 3-5: Dimensjonerende flomverdier for bru ved utløp fra Pøyla

Gjentaksintervall	Q_T [m ³ /s] (inkl. klimafaktor og sikkerhetsfaktor)	Q_T , dim [m ³ /s]
Middelflom	10	14
10-års gjentaksintervall	14,2	25,8
200-års gjentaksintervall	25,5	46,3

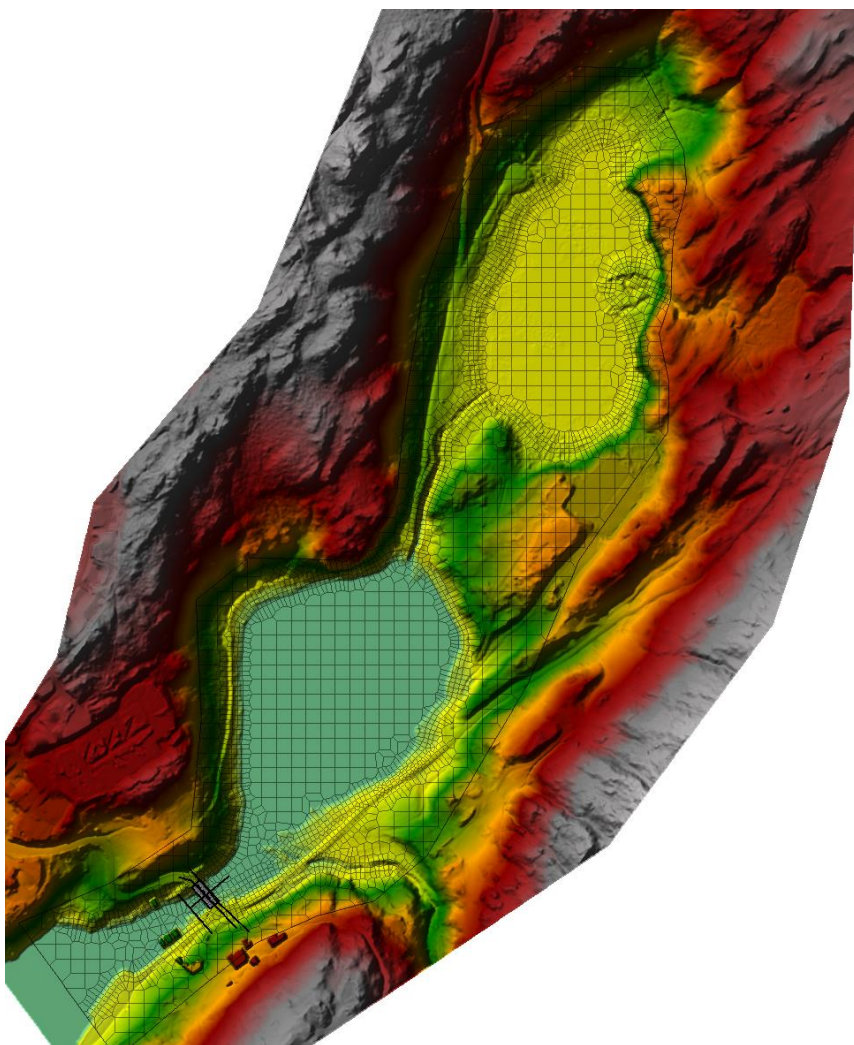
4. Hydraulisk modellering

4.1 Modelloppbygging, grensebetingelser og forutsetninger

Det er etablert 2D-modell i programvaren HEC-RAS versjon 6.6 for å utføre hydrauliske beregninger av vannlinjer og vannhastigheter.

Modellen inkluderer hele Pøyla og Hølevatnet, samt et område i sjø ca. 150 m nedstrøms bru, for å få med alle forhold som påvirker strømminger ved bru. Sistnevnte er spesielt viktig for å belyse tidevannspåvirkningen ved bru.

Beregningene i modellen er utført med ligningssettet SWE-ELM.



Figur 4-1: Område for hydraulisk 2D-modell. Utklipp fra HEC-RAS.

Terrengdata og ruheetskoeffisienter

Koordinatsystem UTM32 er benyttet. Terrenghøyder er hentet fra hoydedata.no (Kartverket, 2025). Ved tidspunktet for bygging av modellen var datasettet/prosjektet Os2015 (oppløsning 25 cm) nyeste tilgjengelige høydedata i området. Ved sjekk mot nyere flyfoto ble det ikke observert terrengendringer som vil ha betydning for modellsimuleringene.

For simuleringer i fremtidig situasjon er vegmodell, basert på høydene og veggeometrien fra forprosjektet benyttet (+3,1 i underkant kulvert, spennvidde 8 m).

Ruhetsverdiene er definert for ulike arealtyper, basert på verdiene hentet fra kart i Scalo Live (Scalgo Live, u.d.). Ruhetsverdier for selve innsjøen er satt til Manningstall $n=0.025$, og betongkulverten til $n=0.013$ (Hydrologic Engineering Centre, u.d.).

Forenklinger

Det foreligger ikke batymetri (måling av bunn innsjø) i Pøyla. Den hydrauliske modellen baserer seg derfor på høyde vannoverflaten i de ulike scenarioene. Pøyla er sannsynligvis relativt grunn, men dette er likevel en konservativ tilnærming.

Fordeling av vannføringer til Pøyla

Tilførselen til Pøyla kommer fra to ulike vassdrag samt noen mindre avrenningslinjer. For å fordele vannmengden i modellen omtrent der den kommer inn, er det gjort en forenklet inndeling med to

tilførselspunkt for vannføring i modell. Vannmengdene fra nedbørfelt 3 er inkludert i inngangsverdiene til felt 2 i modellen, da tallene er små og har lite betydning for total flom.

Tabell 4-1: Arealer og tilhørende flomverdier (inkludert klima- og sikkerhetsfaktor) benyttet som input i HEC-RAS modellen

Nedbørfelt	Areal [km ²]	Q _{dim,10}	Q _{dim,200}
Felt 1	3,8	12,7	22,8
Felt 2 + Felt 3	3,9 (3,6 +0,3)	13,1	23,4

4.2 Modellsenario og inngangsparametere/grensebetingelser modell

Modellert bru

Foretrukket bruutforming fra forprosjekt er en løsning med prefabrikkerte kulvertelementer. Bunnen plasseres lavere enn sjøbunnen, og det skal fylles innvendig i bunnen med naturlig bunnsstrat opp til dagens sjøbunnskote. Kulverten i denne løsningen har en spennvidde på 8 meter. Høyden fra forprosjektet er +3,1 underkant konstruksjon. I modellsimuleringene ble det benyttet terrengoverflate med terrengmodifikasjoner for å illustrere kulvertåpning.

Scenarier

Flere scenarier er simulert for å finne ut hva som gir dimensjonerende vannlinje og hastighet ved bruene. NVE anbefaler at det benyttes 1 års høyvann (inkludert klimafremskrivning for 2100) som nedre grensebetingelse ved utløp i hav, sammen med dimensjonerende flom (NVE, 2022).

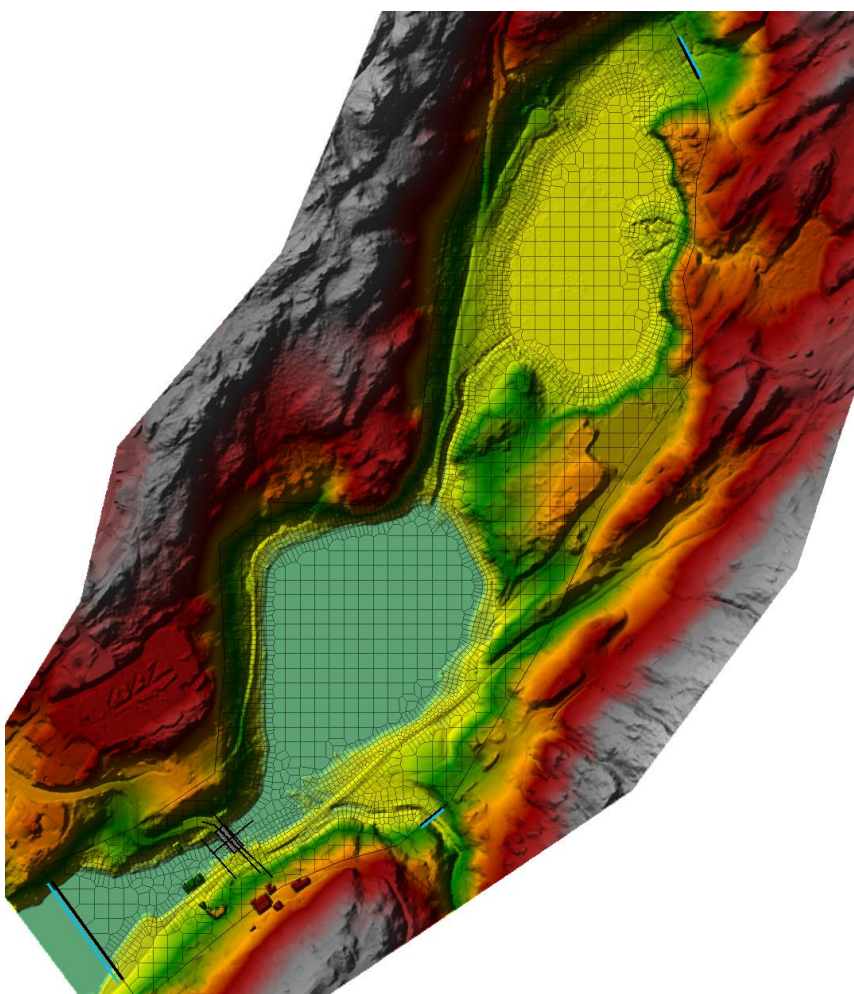
Det foreligger ingen anbefalinger/krav om hvilket gjentakintervall for flom som bør benyttes ved 200-års høyvann i sjø. I modellsimuleringene er 10-års flom kombinert med 200-års høyvann benyttet. Dette er basert på at det er svært usannsynlig at 200-års flom inntreffer samtidig som 200-års høyvann.

Tabell 4-2 under oppsummerer kombinasjoner som er benyttet for finne dimensjonerende vannlinje og hastighet ved bruene.

Tabell 4-2: Scenarier benyttet i den hydrauliske modellen

Q _{dim} i vassdrag (m ³ /s)	Havnivå
Q ₂₀₀ *F _k *F _s	Høyvann(stormflo) 1 år gjentakintervall (inkl. forventet havnivåstigning år 2100)
Q ₁₀ *F _k *F _s	Høyvann (stormflo) 200 år gjentakintervall (inkl. forventet havnivåstigning år 2100)
Q ₂₀₀ *F _k *F _s	Årlig lavvann (inkl. forventet havnivåstigning år 2100)
Q ₂₀₀	Årlig lavvann

For oppstrøms grensebetingelse benyttes normalstrømning med fall. Havnivå for aktuelt scenario benyttes som nedstrøms grensebetingelse.



Figur 4-2: Modellområde HEC-RAS modell. Blå linjer (3 stk) viser plassering for grensebetingelsene/input oppstrøms og nedstrøms

4.3 Beregninger vannlinje, vannhastighet og erosjonssikring

Tabell 4-3 viser resultater for vannlinjeberegning og hastigheter.

Tabell 4-3: Resultater for ulike modell scenarioer. Maks vannlinjen er hentet rett oppstrøms bruen. Maks hastighet er hentet rundt bruområde.

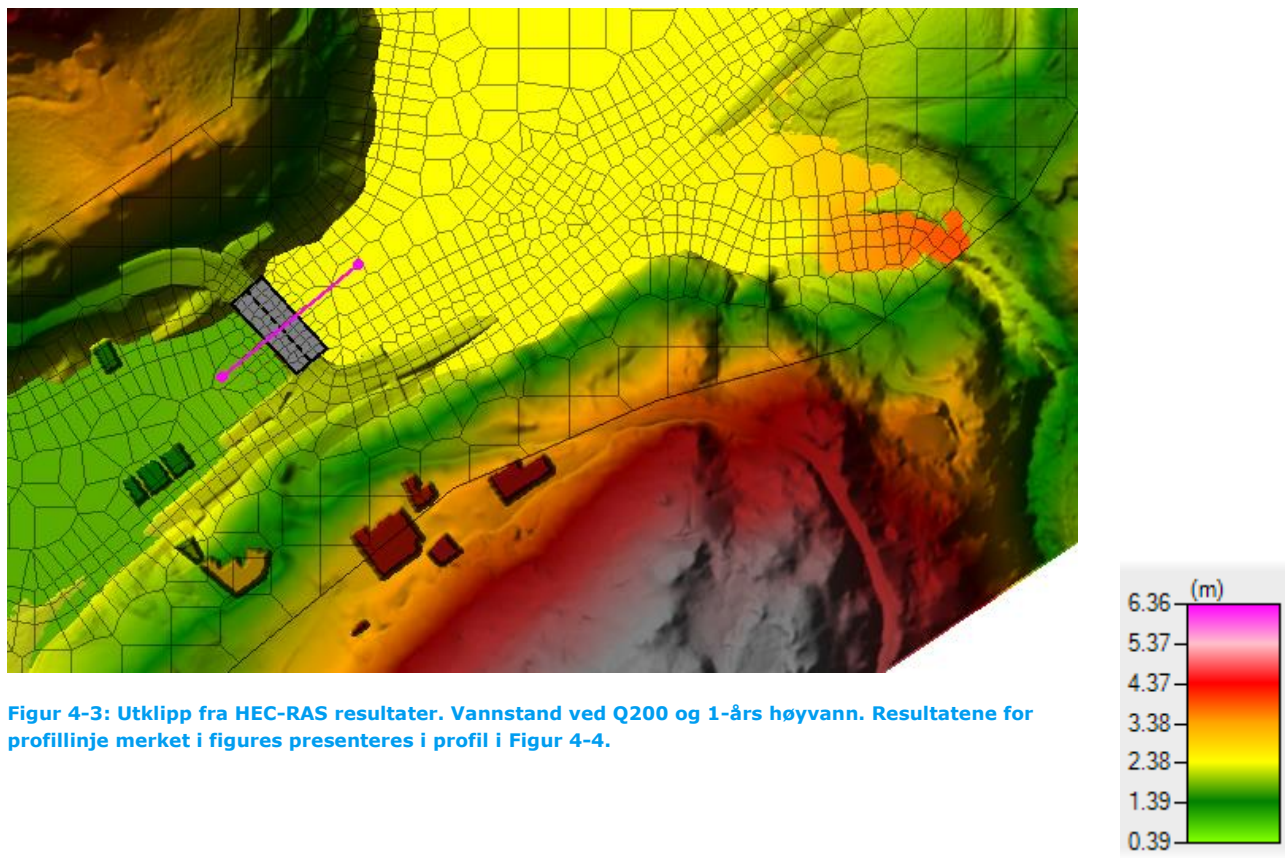
Qdim i vassdrag (m ³ /s)	Havnivå [cm]	Maks vannlinje [moh]	Maks hastighet* [m/s]
Scenario 1: $Q_{200} * F_k * F_s$	Høyvann 1 år gjentakintervall, +1,73	2,40	3,4
Scenario 2: $Q_{10} * F_k * F_s$	Høyvann 200 år gjentakintervall, +2,07	2,24	1,8
Scenario 3: $Q_{200} * F_k * F_s$	Årlig lavvann, -0,16	1,26	4,5
Scenario 4: Q_{200}	Årlig lavvann, -0,9 (uten fremtidig havnivåstigning)	1,81	2,9

**For sammenligning av hvilket scenario som blir dimensjonerende for erosjonssikring. I beregning av erosjonssikring benyttes middelhastigheten.*

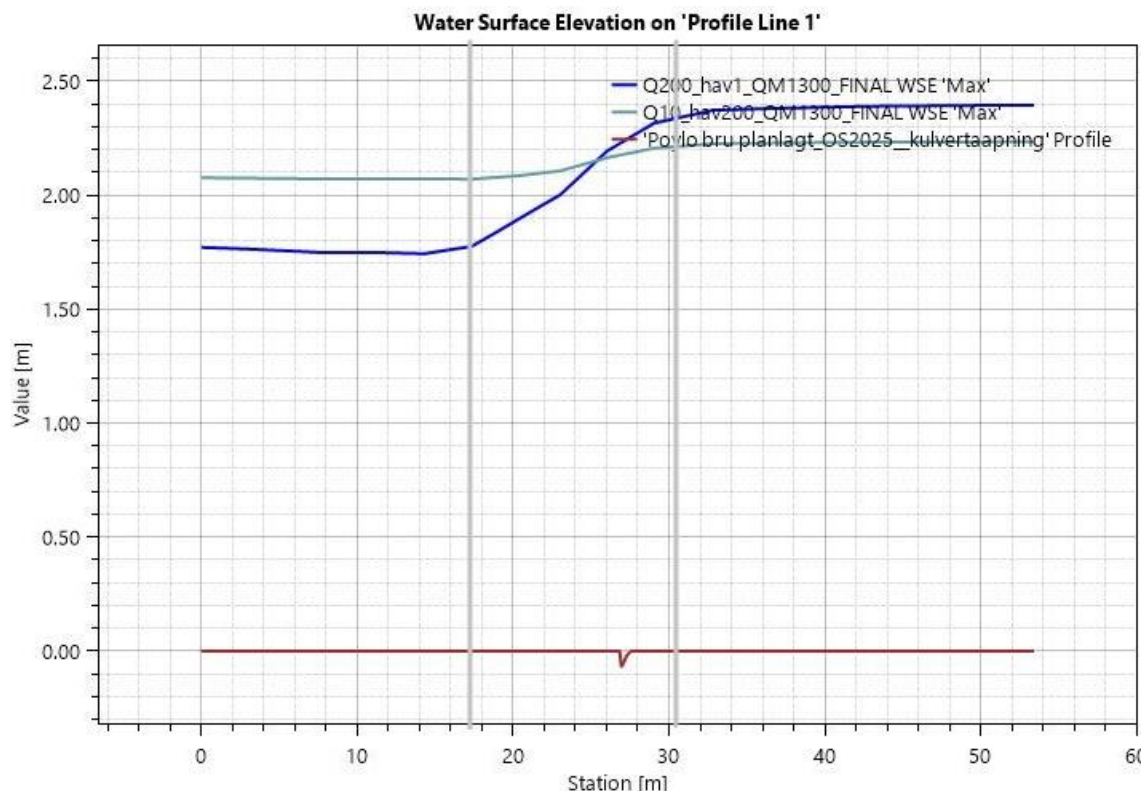
Dimensjonerende vannlinje

Dimensjonerende vannlinje inntreffer ved 200-års flom, kombinert med 1-års vannstand.

Vannstand på +2,40 inntreffer like før innløp bru/kulvert, og blir dimensjonerende for bruhøyden.



Figur 4-3: Utklipp fra HEC-RAS resultater. Vannstand ved Q200 og 1-års høyvann. Resultatene for profilinje merket i figuren presenteres i profil i Figur 4-4.

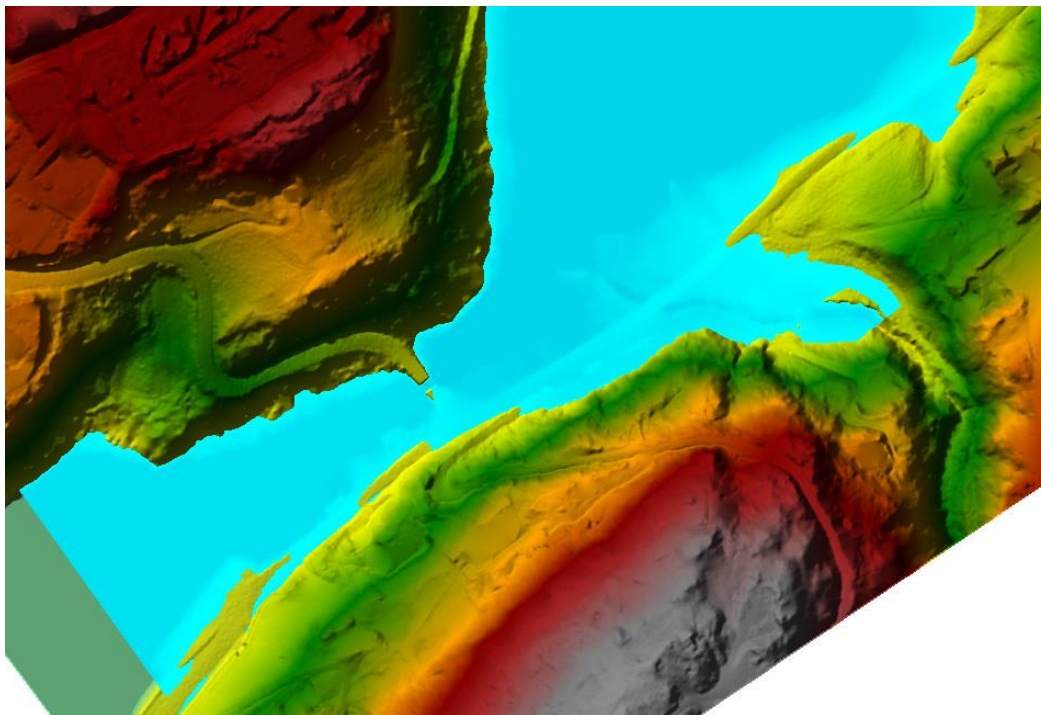


Figur 4-4: Vannlinjeberegninger for scenario med Q_{200} /havnivå 1 år og Q_{10} /havnivå 200 år, med sjø på venstre side. Q_{200} (mørkeblå linje) gir dimensjonerende vannlinje, med høyest vannstand rett før innløp til kulvert. De grå linjene illustrerer plasseringen til planlagt kulvert.

Bruhøgde definert i forprosjektfase gir tilstrekkelig fribord for dimensjonerende flom.

Fv. 5156 langs sørsiden av Pøyla vil oversvømmes ved Sjøbøelva i dimensjonerende flomsituasjon. Dette er som følge av lav vegghøyde i dagens situasjon, kombinert med høy vannstand i Pøyla og store vannmengder fra Sjøbøelva. Dette er også tilfellet i dagens situasjon, og skyldes ikke den nye bru.

Byggeprosjektet avsluttes før Sjøbøelva. Innenfor prosjektrammene heves vegen, og sannsynligheten for oversvømmelse reduseres i dette området.



Figur 4-5: Utklipp fra HEC-RAS resultater. Dagens bru/veg ved 1-års høyvann kombinert med 200-års flom. Klimafaktor og sikkerhetsfaktor er ikke inkludert i vannstanden i illustrasjonen.

Dimensjonerende hastighet og forslag til erosjonssikring ved bruområdet

Dimensjonerende hastighet for erosjonssikring inntreffer ved 200-års flom (inkludert klimapåslag), kombinert med 1-års lavvann (inkludert fremtidig havnivåstigning). Beregning av erosjonssikring er gjennomført med Maynords metode, som er anbefalt metode for bunn- og sidesikring i elver med fall opp mot 1:50 (NVE, 2009). Resultatene er sjekket mot HEC 11 metoden. Se vedlegg 4 for beregninger.

Simuleringene viser at den høyeste middelhastigheten oppstår rett ved utløpet, med $v=2,8$ m/s. Se Tabell 4-4 for teoretisk beregnet og valgt steinstørrelse for erosjonssikring. Erosjonssikringen bør utføres som samfengte masser (velgraderte sprengsteinsmasser) med fraksjon 0-450 mm. Siden sikringen skal etableres under vann anbefales tykkelse på laget på 1100 mm. Erosjonssikring bør etableres ca. 5 m oppstrøms innløp, og 10 m nedstrøms kulvert, med fiberduk klasse 4 under. Fiberduk bør også legges opp til underkant konstruksjon ved innløp. Erosjonssikringen må etableres i bredden av innløp/utløp, samt 1,5 m ut på hver side. Skulle stedlige masser å ha steinstørrelse tilsvarende beregnet steinstørrelse eller større, kan det vurderes om masseutskifting ikke er nødvendig i aktuelle områder.

Tabell 4-4: Steinstørrelse erosjonssikring. Tabell viser resultat fra beregningene og valgt steinstørrelse/tykkelse

	Beregnet [mm]	Valgt [mm]
D ₅₀	270	300
D _{maks}	405	450
Tykkelse erosjonssikringslag*	540	1100

**ved sikring i sjø skal det være et påslag på 50% i tykkelse erosjonssikring*

Oppsummering resultater

200-års flommen gir den høyeste dimensjonerende vannlinjen på +2,40. Sammen med krav til 0,5 m fribord må derfor ny bru være minimum +2,90 i underkant brukonstruksjon. Høyden som ble estimert i forprosjektet på +3,10 er dermed tilstrekkelig for dimensjonerende vannlinje, og kan reduseres og fortsatt være innenfor kravene. Fra et hydrologisk perspektiv gir byggehøyden på +3,10 ytterligere sikkerhet, men det er mulighet for å senke den hvis tverrfaglige vurderinger viser fordeler med dette.

Det er også gjort en vurdering mot de historiske bølgevarslene ved Pøyla, som viser bølgehøyde på 0 m innerst i viken ved utløpet under bruene. Ved riktig vindretning kan det tenkes at det kan være bølger i området, men det vurderes likevel som svært usannsynlig at dette inntreffer samtidig som 200-års flom og årlig høyvann. Da den hydrauliske modellen benytter vannoverflaten i terrenggrunnlaget (i stedet for sjøbunn/bunn Pøyla), er den noe konservativ og det vurderes derfor som ikke nødvendig å legge på ytterligere sikkerhetshøyde for bruene pga. bølger.

5. Oppsummering og anbefaling

Eksisterende vegbru 12-0480 Nore Straumen er underdimensjonert for dagens krav. Det er gjennomført hydrologiske beregninger og hydraulisk modellering for bruløsningen vurdert til det beste alternativet i forprosjektet. Da bruene er plassert i utløpsområde for sjø, er det gjennomført simuleringer for ulike kombinasjoner av høyvann (stormflo) og flom. Dimensjonerende scenario inntreffer ved 200-års flom kombinert med høyvann, og gir dimensjonerende vannlinje på +2,40. Dimensjonerende hastighet for erosjonssikring inntreffer ved 200-års flom kombinert med lavvann.

Bruløsningen som ble foretrukket i forprosjektet, med bruspenn på 8 m, gir tilstrekkelig fribord for dimensjonerende vannstand. Underkanten av kulverten vil ved høyde +2,90 meter oppfylle dimensjoneringskravene for sikker byggehøyde.

6. Kilder

- Direktoratet for samfunnssikkerhet og beredskap . (2024). *Havnivåstigning og høye vannstander i samfunnsplanlegging*. <https://www.dsb.no/siteassets/rapporter-og-publikasjoner/veileder/havnivastigning-og-hoye-vannstander.pdf>.
- Hydrologic Engineering Centre. (u.d.). *HEC-RAS Hydraulic Reference Manual*. Hentet fra <https://www.hec.usace.army.mil/confluence/rasdocs/ras1dtechref/latest/modeling-culverts/culvert-data-and-coefficients/manning-s-roughness-coefficient>
- Kartverket. (2025, 06 01). *Høydedata*. Hentet fra <https://hoydedata.no/LaserInnsyn2/>
- Kartverket. (2025). *Se havnivå, tidevann og vannstand*. Hentet fra <https://kartverket.no/tilsjos/se-havniva/resultat?id=25054&location=S%C3%B8vikv%C3%A5gen>
- Klimaservicesenter. (2025, 02 03). *Nedbørintensitet (IVF-verdier)*. Hentet 02 03, 2025 fra <https://klimaservicesenter.no/ivf?locale=nb&locationId=SN47240>
- Norsk kystvarslingssenter. (u.d.). *Historiske bølgevarsler*. Hentet fra <https://www.kystvarslingssenteret.no/point-histcast-01/?lang=undefined>
- NVE. (2022, 12). *Veileder 3/2022: Sikkerhet mot flom. Utredning av flomfare i regulering og byggesak*. Hentet fra https://publikasjoner.nve.no/veileder/2022/veileder2022_03.pdf
- NVE. (2025, 06). *Veileder 01/2025: Veileder for flomberegninger*. Hentet fra https://publikasjoner.nve.no/veileder/2025/veileder2025_01.pdf
- NVE. (u.d.). *Nevina*. Hentet fra <https://nevina.nve.no/>
- NVE. (u.d.). *Seriekart*. Hentet fra <https://seriekart.nve.no/>
- Rambøll. (2025). *Rapport Fv.5158 Norvik-Sørstraumen. Forprosjekt ny bruløsning for Pøylø*.
- Scalgo Live. (u.d.). *Scalgo Live*. Hentet fra https://scalgo.com/live/norway?res=1024&ll=19.777794%2C64.740740&lrs=geonorge_norgeskart2
- Statens vegvesen . (2025, 01 01). *N400 Bruprosjektering*. Hentet fra <https://viewers.vegnorm.vegvesen.no/product/860016/nb#id-39fa63f2-31fb-41c6-d603-e0e39314b655>
- Statens vegvesen. (2015). *N400 Bruprosjektering*. Hentet fra <https://www.vegvesen.no/globalassets/fag/handboker/hb-n400-bruprosjektering.pdf>
- Statens vegvesen. (2023, 10 06). *N100 Veg- og gateutforming*. Hentet fra <https://viewers.vegnorm.vegvesen.no/product/859984/nb>
- Statens vegvesen. (2023, 08 15). *N-V240 Vannhåndtering*. Hentet fra <https://store.vegnorm.vegvesen.no/nv240-23>
- Statens vegvesen. (2024, 12 20). *N200 Vegbygging*. Hentet fra <https://viewers.vegnorm.vegvesen.no/product/860015/nb#id-b290ba64-b446-47ab-8bc4-fe09f79c376a>
- Statens vegvesen. (u.d.). *Vegkart*. Hentet fra Vegkart: <https://vegkart.atlas.vegvesen.no/#kartlag:geodata/@600000,7225000,4>

7. Vedlegg

- Vedlegg 1: Flomindeksrapport Nevina: nedbørfelt 1 Hølevatnet
- Vedlegg 2: Flomindeksrapport Nevina: nedbørfelt 2 Sjøbøelva
- Vedlegg 3: HYDRA II datagrunnlag flomfrekvensanalyse findata, FINUT
- Vedlegg 4: Beregninger erosjonssikring

Vedlegg 1: Flomindeksrapport Nevina: nedbørfelt 1 Hølevatnet

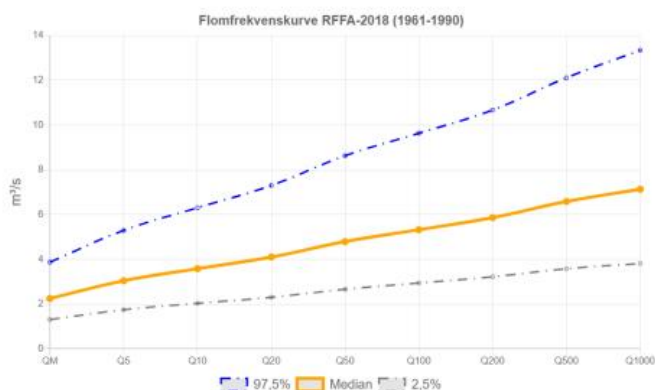
Regional flomberegning 1961 - 1990

Vassdragsnr.: 056.1
Kommune.: Bjørnafjorden
Fylke.: Vestland
Vassdrag.: KYSTFELT
Nedbørfeltareal: 3.80 km²

Flomestimer er beregnet basert på «Regional flomfrekvensanalyse (RFFA-2018)». Om nedbørfeltet er mindre enn 60 km², er det alternativt beregnet kulminasjonsflommer basert på NIFS-formelverk (2015).

Anbefalinger om klimapåslag er gitt i NVE rapport nr. 81-2016 og klimaprofiler for fylker (se www.klimaservicesenter.no).

Formelverket er basert på data fra avrenningskart 1961-1990. Vi anbefaler derfor ikke å bruke data fra avrenningskart 1991-2020 ved beregning av flomverdier. Nytt formelverk basert på 1991-2020-dataene er under utarbeiding.



RFFA-2018		
Tidsoppløsning	Døgn	-
Indeksflom (QM): Medianflom	592	l/s*km ²
Klimapåslag	40	%
Kulminasjonsfaktor	1.7	-
NIFS-2015		
Tidsoppløsning	Kulminasjon	-
Indeksflom (QM): Middelflom	1203	l/s*km ²
Klimapåslag	40	%
Annet		
Tilførsel	Nei	-

RFFA-2018 (døgnmiddel)	Q _M	Q ₅	Q ₁₀	Q ₂₀	Q ₅₀	Q ₁₀₀	Q ₂₀₀	Q ₅₀₀	Q ₁₀₀₀	Q ₂₀₀₀ klima
Flomfrekvensfaktor (Q _T / Q _M)	1	1.35	1.59	1.82	2.13	2.36	2.60	2.92	3.17	-
Flomverdi, m ³ /s	2.3	3.0	3.6	4.1	4.8	5.3	5.9	6.6	7.1	8.2
Flom usikkerhet (97,5%), m ³ /s	3.9	5.3	6.3	7.3	8.6	9.6	10.7	12.1	13.3	-
Flom usikkerhet (2,5%), m ³ /s	1.3	1.7	2.0	2.3	2.7	2.9	3.2	3.6	3.8	-
NIFS (kulminasjon)										
Flomfrekvensfaktor (Q _T / Q _M)	1	1.22	1.42	1.63	1.96	2.24	2.57	3.07	3.52	-
Flomverdi, m ³ /s	4.6	5.6	6.5	7.5	8.9	10.3	11.7	14.0	16.1	16.4
Flom usikkerhet (97,5%), m ³ /s	8.1	10.1	12.0	14.1	17.5	20.5	23.5	28.1	32.2	-
Flom usikkerhet (2,5%), m ³ /s	2.6	3.1	3.5	3.9	4.6	5.1	5.9	7.0	8.0	-

Flomverdier er automatisk generert og kan inneholde feil. Resultatene må kvalitetssikres. Verdiene kan ikke benyttes direkte, men må sammenlignes med andre metoder, sammenligningsstasjoner og/eller egne data.

GUID: 230c980d-acf0-4fe9-b19b-cd9d7101d778

Rapportdato: 5/9/2025

© nevina.nve.no



Kartbakgrunn: Statens Kartverk
Kartdatum: EUREF89 WGS84
Projeksjon: UTM 33N
Beregning: 31113 W 6715037 N

Feltparametere

Areal (A)	3.80	km ²
Effektiv sjø (A _{SE})	1	%
Elvleengde uten sjø (E _{TL,UT})	8.1	km
Elvegradient (E _G)	55.7	m/km
Elvegradient ₁₀₈₅ (E _{G,1085})	58.9	m/km
Helning	16.7	°
Dreneringstetthet (D _T)	2.3	km ⁻¹
Feltlengde (F _L)	3.2	km

Arealklasse

Bre (A _{BRE})	0	%
Dyrket mark (A _{JORD})	6.3	%
Myr (A _{MYR})	2.6	%
Leire (A _{LEIRE})	11.1	%
Skog (A _{SKOG})	88	%
Sjø (A _{SJO})	1	%
Snau fjell (A _{SF})	0	%
Urban (A _U)	0	%
Uklassifisert areal (A _{REST})	1.9	%

Hypsografisk kurve

Høyde _{MIN}	2	m
Høyde ₁₀	78	m
Høyde ₂₅	97.5	m
Høyde ₅₀	178	m
Høyde ₇₅	263.5	m
Høyde _{MAX}	400	m

Klima-/hydrologiske parametere 1961-1990

Årlig middellavrenning 1961-1990 (Q _N)	67.7	l/s*km ²
Nedbør juni	137	mm
Nedbør juli	153	mm
Regn og snøsmelting mai	132	mm
Regn og snøsmelting juni	146	mm
Regn og snøsmelting årlig maks. over 4 dager	135	mm
Regn og snøsmelting november	263	mm
Temperatur februar	-0.7	°C
Temperatur mars	0.9	°C

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

Vedlegg 2: Flomindeksrapport Nevina: nedbørfelt 2 Sjøbølva

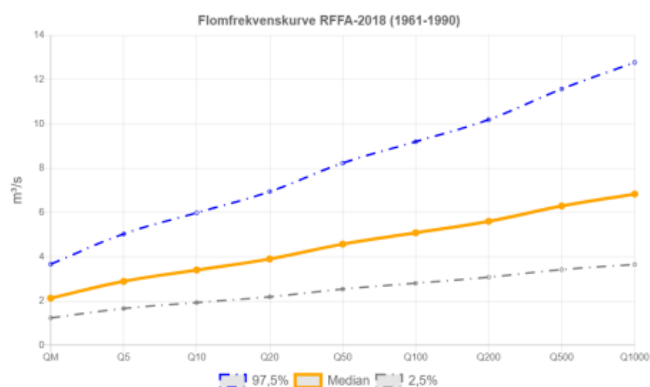
Regional flomberegning 1961 - 1990

Vassdragsnr.: 056.1
Kommune.: Bjørnafjorden
Fylke.: Vestland
Vassdrag.: KYSTFELT
Nedbørfeltareal: 3.60 km²

Flomestimer er beregnet basert på «Regional flomfrekvensanalyse (RFFA-2018)». Om nedbørfeltet er mindre enn 60 km², er det alternativt beregnet kulminasjonsflommer basert på NIFS-formelverk (2015).

Anbefalinger om klimapåslag er gitt i NVE rapport nr. 81-2016 og klimaprofiler for fylker (se www.klimaservicecenter.no).

Formelverket er basert på data fra avrenningskart 1961-1990. Vi anbefaler derfor ikke å bruke data fra avrenningskart 1991-2020 ved beregning av flomverdier. Nytt formelverk basert på 1991-2020-dataene er under utarbeiding.



RFFA-2018	
Tidsoppløsning	Døgn -
Indeksflom (QM): Medianflom	592 l/s*km ²
Klimapåslag	40 %
Kulminasjonsfaktor	2.25 -
NIFS-2015	
Tidsoppløsning	Kulminasjon -
Indeksflom (QM): Middelflom	1347 l/s*km ²
Klimapåslag	40 %
Annet	
Tilførselsflom	Nei -

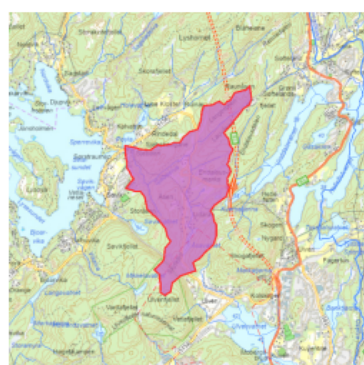
RFFA-2018 (døgnmiddel)	Q _M	Q ₅	Q ₁₀	Q ₂₀	Q ₅₀	Q ₁₀₀	Q ₂₀₀	Q ₅₀₀	Q ₁₀₀₀	Q _{200-klima}
Flomfrekvensfaktor (Q _i / Q _M)	1	1.36	1.60	1.83	2.15	2.38	2.63	2.95	3.21	-
Flomverdier, m ³ /s	2.1	2.9	3.4	3.9	4.6	5.1	5.6	6.3	6.8	7.8
Flom usikkerhet (97.5%), m ³ /s	3.7	5.0	6.0	6.9	8.2	9.2	10.2	11.6	12.8	-
Flom usikkerhet (2.5%), m ³ /s	1.2	1.7	1.9	2.2	2.5	2.8	3.1	3.4	3.7	-
NIFS (kulminasjon)										
Flomfrekvensfaktor (Q _i / Q _M)	1	1.22	1.42	1.63	1.95	2.23	2.55	3.04	3.47	-
Flomverdier, m ³ /s	4.8	5.9	6.9	7.9	9.5	10.8	12.4	14.7	16.8	17.3
Flom usikkerhet (97.5%), m ³ /s	8.6	10.7	12.7	15.0	18.5	21.6	24.7	29.5	33.7	-
Flom usikkerhet (2.5%), m ³ /s	2.7	3.3	3.7	4.2	4.9	5.4	6.2	7.4	8.4	-

Flomverdier er automatisk generert og kan inneholde feil. Resultatene må kvalitetssikres. Verdiene kan ikke benyttes direkte, men må sammenlignes med andre metoder, sammenligningsstasjoner og/eller egne data.

GUID: 5173396e-def7-4d90-92fd-885c75b9c6c3

Rapportdato: 5/9/2025

© nevina.nve.no



Kartbakgrunn: Statens Kartverk
Kartdatum: EUREF89 WGS84
Projeksjon: UTM 33N
Beregn.punkt: 31279 W 6714750 N

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

Feltparametere

Areal (A)	3.60 km ²
Effektivt sjø (A _{SE})	0.2 %
Elvleengde uten sjø (E _{TL,net})	6.2 km
Elvegradient (E _G)	17.8 m/km
Elvegradient ₁₀₈₅ (E _{G,1085})	14.3 m/km
Helning	13.6 °
Dreneringstetthet (D _T)	1.9 km ⁻¹
Feltleengde (F _L)	2.8 km

Arealklasse

Bre (A _{BRE})	0 %
Dyrket mark (A _{JORD})	0.7 %
Myr (A _{MYR})	5.7 %
Leire (A _{LEIRE})	2.5 %
Skog (A _{SKOG})	89.9 %
Sjø (A _{SJØ})	1.2 %
Snau fjell (A _{SF})	0 %
Urban (A _U)	0.4 %
Uklassifisert areal (A _{REST})	2.1 %

Hypsografisk kurve

Høyde _{MIN}	1 m
Høyde ₁₀	73 m
Høyde ₂₅	88.5 m
Høyde ₅₀	106 m
Høyde ₇₅	134 m
Høyde _{MAX}	312 m

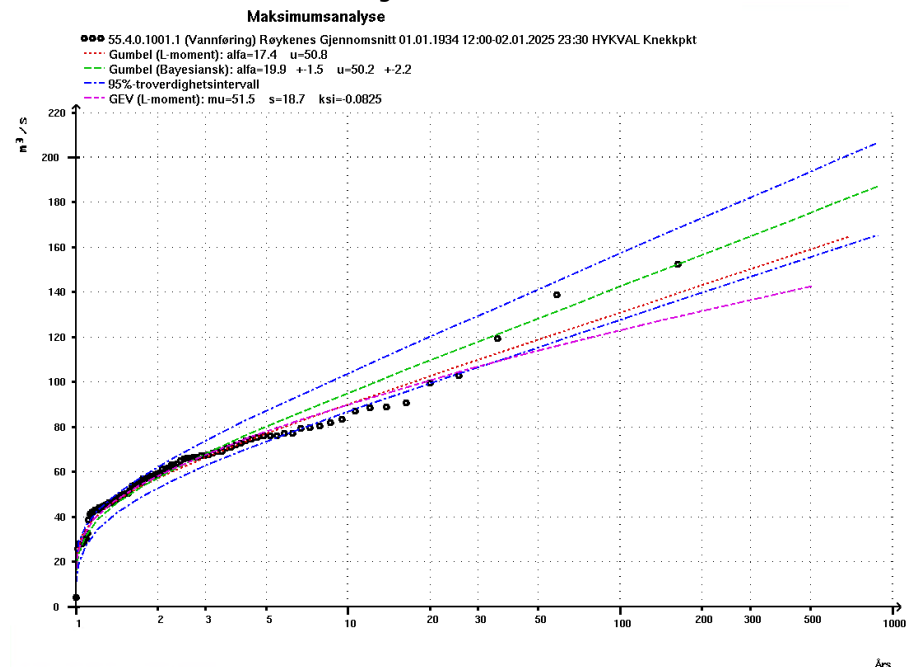
Klima- /hydrologiske parametere 1961-1990

Årlig middellavrenning 1961-1990 (Q _N)	65.2 l/s*km ²
Nedbør juni	134 mm
Nedbør juli	151 mm
Regn og snøsmelting mai	125 mm
Regn og snøsmelting juni	143 mm
Regn og snøsmelting årlig maks. over 4 dager	131 mm
Regn og snøsmelting november	259 mm
Temperatur februar	-0.4 °C
Temperatur mars	1.2 °C

Vedlegg 3: HYDRA II datagrunnlag flomfrekvensanalyse findata, FINUT

55.4.0 Røykenes

Findata fra 1930 til 2025. Mangler data i 1992.



55.4.0.1001.1 (Vannføring) Røykenes Gjennomsnitt 01.01.1934 12:00-02.01.2025 23:30 HYKVAL Knekkpkt

Gjennomsnittelig maksimalverdi (middelflow): 60.899

Gumbel (L-moment): $f(x)=(1/\alpha)\exp(-(x-u)/\alpha)\exp(-(x-u)/\alpha)$ alfa=17.4 u=50.8

Maksimums-kvantiler:

Gjentaksintervall (år)	Måle-verdier	Relative måle-verdier
2	57.23	0.940
5	76.97	1.264
10	90.03	1.478
20	102.57	1.684
50	118.79	1.951
100	130.95	2.150
200	143.06	2.349
500	159.04	2.612
1000	171.12	2.810

Gumbel (Bayesiansk): $f(x)=(1/\alpha)\exp(-(x-u)/\alpha)\exp(-(x-u)/\alpha)$ alfa=19.9 +-1.4 u=50.2 +-2.2

Maksimums-kvantiler:

Gjentaksintervall (år)	Måle-verdier	Relative måle-verdier	Nedre estimat	Øvre estimat
2	57.56	0.945	52.91	62.37
5	80.32	1.313	73.76	87.20
10	95.39	1.566	87.29	104.09
20	109.89	1.804	99.80	120.36
50	128.50	2.110	115.96	141.50
100	142.53	2.340	128.09	157.36
200	156.78	2.574	140.16	173.43
500	175.75	2.886	156.22	194.75
1000	189.95	3.119	168.34	210.69

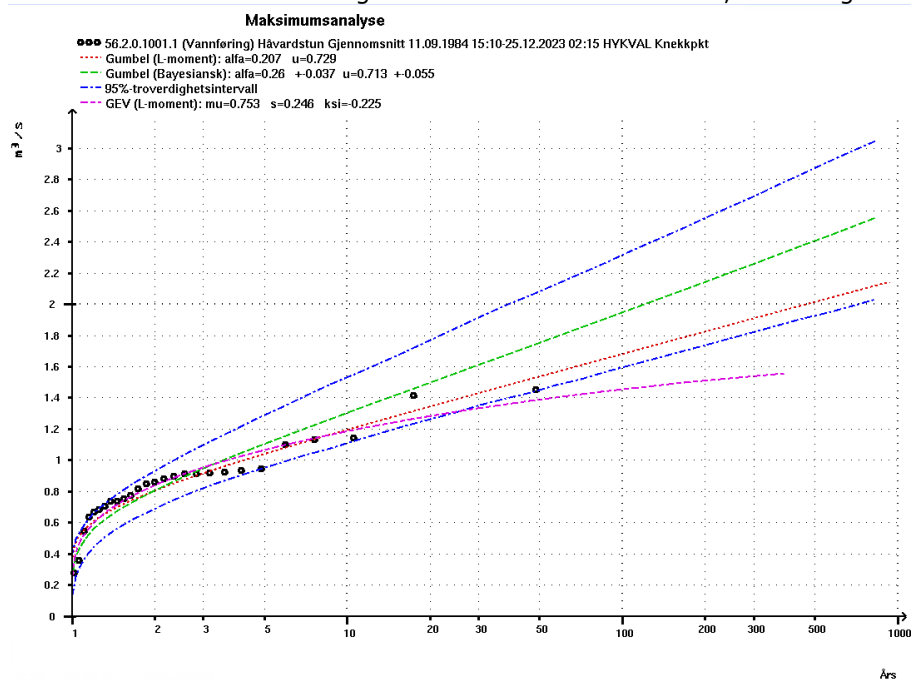
GEV (L-moment): $f(x)=1/s (1,0+(ksi(x-\mu)/s))^{-(1/ksi-1)} \exp(-(1,0+(ksi(x-\mu)/s))^{-(1/ksi)})$ $\mu=51.5$ $s=18.7$ $ksi=-0.0825$

Maksimums-kvantiler:

Gjentaksintervall (år)	Måle-verdier	Relative måle-verdier
2	58.28	0.957
5	77.90	1.279
10	89.91	1.476
20	100.76	1.655
50	113.88	1.870
100	123.07	2.021
200	131.72	2.163
500	142.39	2.338
1000	149.94	2.462

56.2.1 Håvardstun

Findata fra 1980- 2025. Mangler data mellom 1987 – 2000, i 2012 og 2018. Dårlig datagrunnlag.



56.2.0.1001.1 (Vannføring) Håvardstun Gjennomsnitt 11.09.1984 15:10-25.12.2023 02:15 HYKVAL Knekkpkt

Gjennomsnittelig maksimalverdi (middelflow): 0,849

Gumbel (L-moment): $f(x)=(1/\alpha)\exp(-(x-u)/\alpha)\exp(-(x-u)/\alpha)$ $\alpha=0.207$ $u=0.729$

Maksimums-kvantiler:

Gjentaksintervall (år)	Måleverdier	Relative måleverdier
2	0,81	0,949
5	1,04	1,225
10	1,20	1,409
20	1,34	1,584
50	1,54	1,812
100	1,68	1,982
200	1,83	2,152
500	2,02	2,376
1000	2,16	2,546

Gumbel (Bayesiansk): $f(x)=(1/\alpha)\exp(-(x-u)/\alpha)\exp(-(x-u)/\alpha)$ $\alpha=0.261$ $+0.036$ $u=0.714$ $+0.052$

Maksimums-kvantiler:

Gjentaksintervall (år)	Måleverdier	Relative måleverdier	Nedre estimat	Øvre estimat
2	0,81	0,953	0,71	0,93
5	1,11	1,305	0,96	1,29
10	1,31	1,542	1,12	1,54
20	1,50	1,772	1,26	1,78
50	1,76	2,075	1,45	2,09
100	1,96	2,305	1,59	2,32
200	2,15	2,536	1,73	2,55
500	2,42	2,848	1,92	2,86
1000	2,62	3,084	2,06	3,11

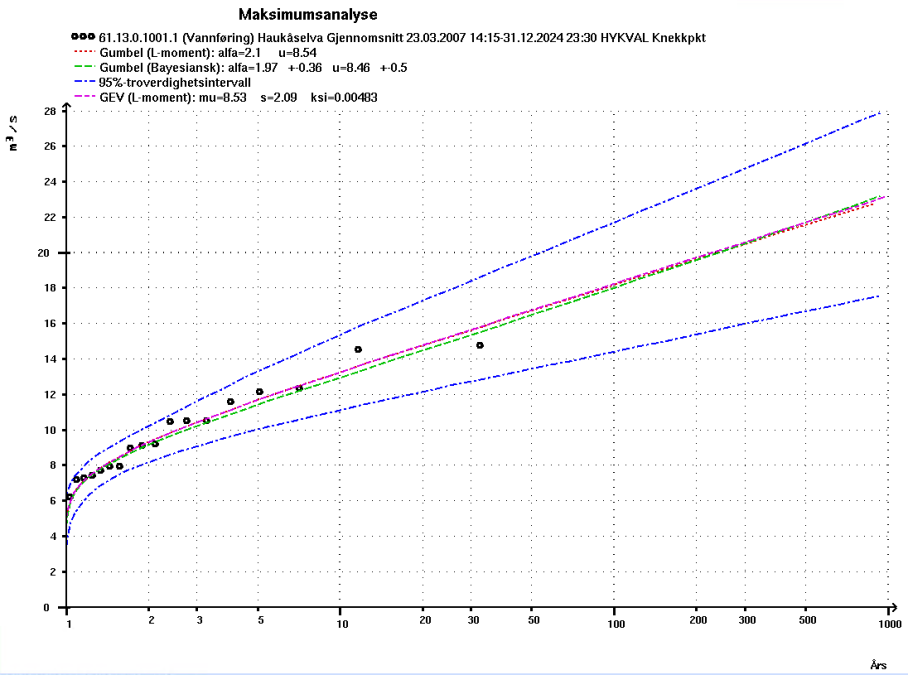
GEV (L-moment): $f(x)=1/s (1.0+(ksi(x-\mu)/s))^{-1/ksi-1} \exp(-(1.0+(ksi(x-\mu)/s))^{-1/ksi})$ $\mu=0.753$ $s=0.246$ $ksi=-0.225$

Maksimums-kvantiler:

Gjentaksintervall (år)	Måleverdier	Relative måleverdier
2	0,84	0,989
5	1,07	1,255
10	1,19	1,397
20	1,28	1,513
50	1,39	1,638
100	1,46	1,715
200	1,51	1,781
500	1,57	1,854
1000	1,61	1,900

61.13.0 Haukåselva

Findata fra 2007- 2025. 17 år med findata.



61.13.0.1001.1 (Vannføring) Haukåselva Gjennomsnitt 23.03.2007 14:15-31.12.2024 23:30 HYKVAL Knekkpkt

Gjennomsnittelig maksimalverdi (middelflow): 9.748

Gumbel (L-moment): $f(x)=(1/\alpha)\exp(-(x-u)/\alpha-\exp(-(x-u)/\alpha))$ $\alpha=2.1$ $u=8.54$

Maksimums-kvantiler:

Gjentaks-intervall (år)	Måle-verdier	Relative måle-verdier
2	9.31	0.955
5	11.68	1.198
10	13.25	1.360
20	14.76	1.515
50	16.72	1.715
100	18.18	1.865
200	19.64	2.015
500	21.56	2.212
1000	23.02	2.361

Gumbel (Bayesiansk): $f(x)=(1/\alpha)\exp(-(x-u)/\alpha-\exp(-(x-u)/\alpha))$ $\alpha=1.97$ $+0.39$ $u=8.49$ $+0.51$

Maksimums-kvantiler:

Gjentaks-intervall (år)	Måle-verdier	Relative måle-verdier	Nedre estimat	Øvre estimat
2	9.18	0.942	8.13	10.31
5	11.45	1.175	9.97	13.51
10	13.00	1.334	11.06	15.51
20	14.53	1.490	12.00	17.53
50	16.57	1.700	13.24	20.22
100	18.13	1.860	14.21	22.22
200	19.73	2.024	15.13	24.23
500	21.90	2.247	16.35	26.84
1000	23.59	2.420	17.29	28.89

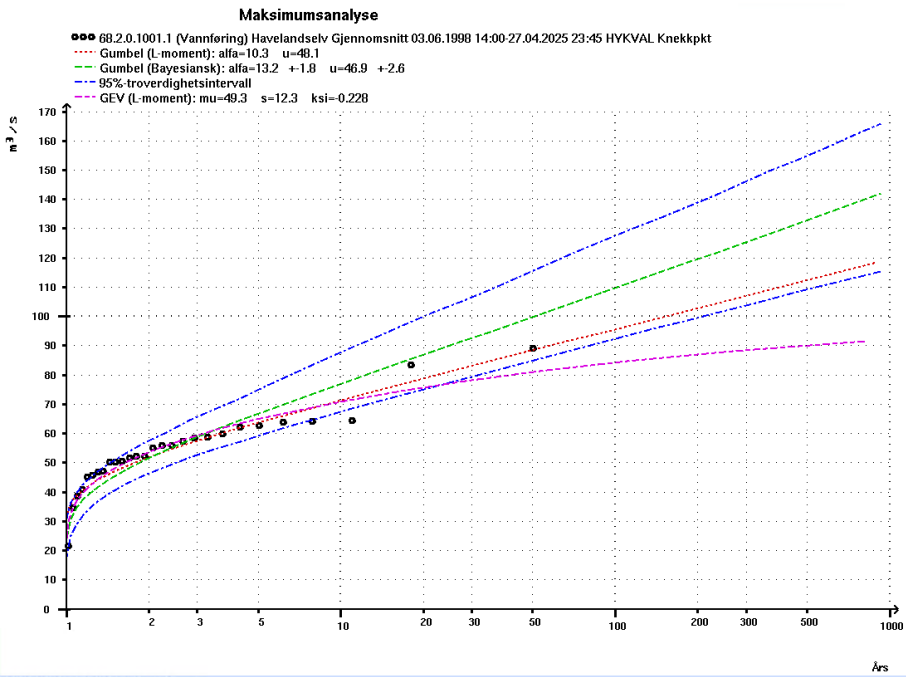
GEV (L-moment): $f(x)=1/s (1.0+(ksi(x-\mu)/s))^{-1/ksi-1} \exp(-(1.0+(ksi(x-\mu)/s))^{-1/ksi})$ $\mu=8.53$ $s=2.09$ $ksi=0.00483$

Maksimums-kvantiler:

Gjentaks-intervall (år)	Måle-verdier	Relative måle-verdier
2	9.30	0.954
5	11.67	1.198
10	13.25	1.360
20	14.78	1.516
50	16.75	1.719
100	18.24	1.871
200	19.73	2.024
500	21.70	2.226
1000	23.19	2.379

68.2.0 Havelandselv

Findata fra 1998 til 2025. Det er noen hull i serien med manglende data: 2005-2006 og 2011.



68.2.0.1001.1 (Vannføring) Havelandselv Gjennomsnitt 03.06.1998 14:00-27.04.2025 23:45 HYKVAL Knekkpkt

Gjennomsnittelig maksimalverdi (middelflow): 54,110

Gumbel (L-moment): $f(x)=(1/\alpha)\exp(-(x-u)/\alpha)\exp(-(x-u)/\alpha)$ alfa=10.3 u=48.1

Maksimums-kvantiler:

Gjentaksintervall (år)	Måle-verdier	Relative måle-verdier
2	51.93	0.960
5	63.64	1.176
10	71.39	1.319
20	78.83	1.457
50	88.45	1.635
100	95.66	1.768
200	102.85	1.901
500	112.33	2.076
1000	119.49	2.208

Gumbel (Bayesiansk): $f(x)=(1/\alpha)\exp(-(x-u)/\alpha)\exp(-(x-u)/\alpha)$ alfa=13.1 +-1.7 u=47 +-2.7

Maksimums-kvantiler:

Gjentaksintervall (år)	Måle-verdier	Relative måle-verdier	Nedre estimat	Øvre estimat
2	51.74	0.956	46.23	57.16
5	66.76	1.234	59.12	74.77
10	76.82	1.420	67.17	86.94
20	86.58	1.600	74.80	98.48
50	99.36	1.836	84.20	113.45
100	109.03	2.015	91.39	125.00
200	118.77	2.195	98.28	136.81
500	131.80	2.436	107.54	152.48
1000	141.80	2.621	114.54	164.18

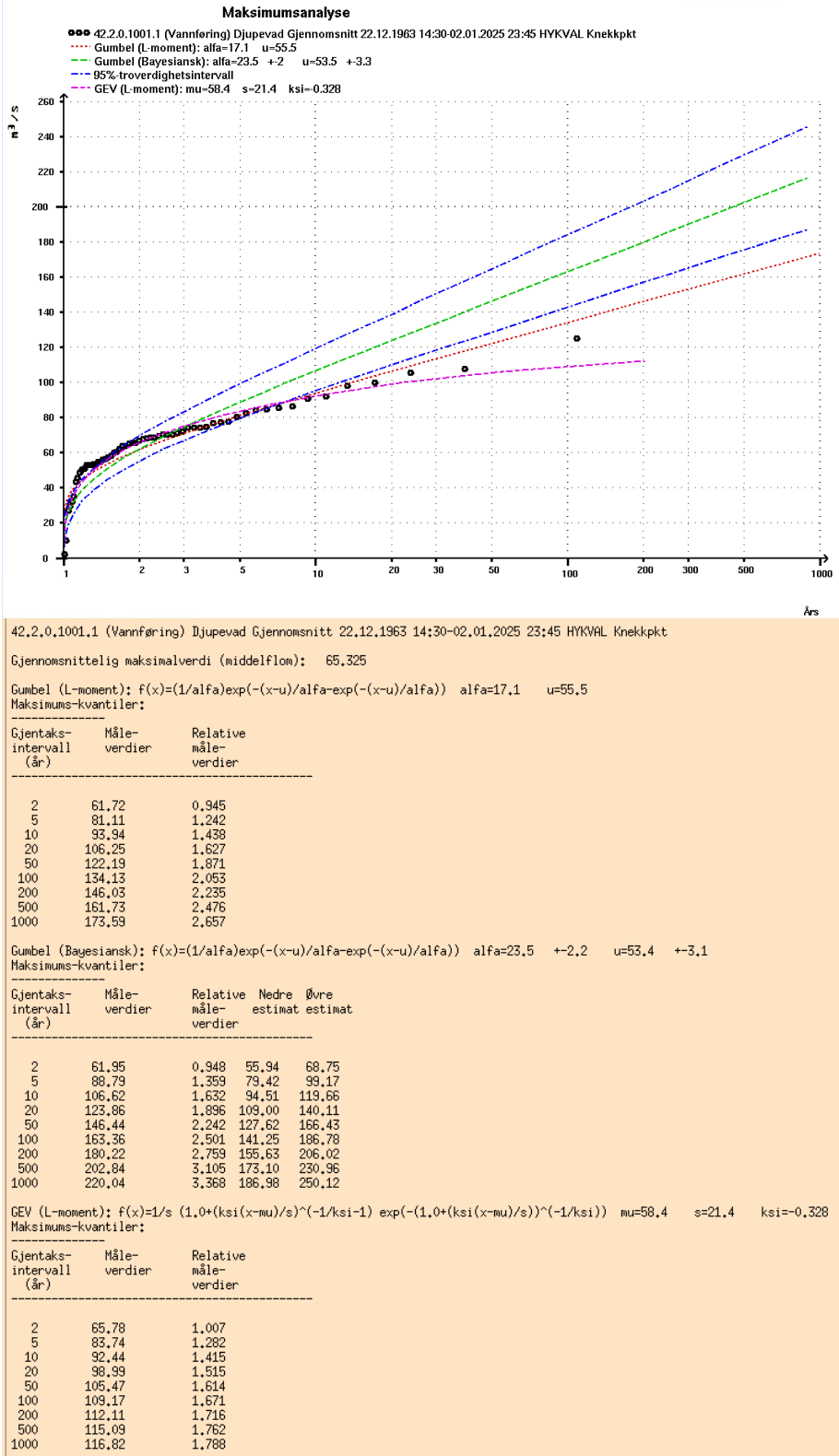
GEV (L-moment): $f(x)=1/s (1.0+(ksi(x-\mu)/s))^{-(1/ksi-1)} \exp(-(1.0+(ksi(x-\mu)/s))^{-(1/ksi)})$ mu=49.3 s=12.3 ksi=-0.228

Maksimums-kvantiler:

Gjentaksintervall (år)	Måle-verdier	Relative måle-verdier
2	53.65	0.991
5	64.91	1.200
10	70.91	1.310
20	75.78	1.400
50	81.00	1.497
100	84.25	1.557
200	87.01	1.608
500	90.04	1.664
1000	91.95	1.699

42.2.0 Djupevad

Findata fra 1960. Hull i serien. Mangler data fra 1973 til 1976.



Vedlegg 4: Beregninger erosjonssikring

Metodikk: NVE (2009/4) Veileder for dimensjonering av erosjonssikring. Maynords formel

Grunnlagsdata			Kommentar		
Vanndybde	y_0	1.5	m	Varierer mellom 1,5 -2.45 langs kulvert, forutsatt middelhastighet fra HEC RAS (rett strekning)	
Middel hastighet	V	2.8	m/s		
Forhold mellom dybdehastighet og gjennomsnitt hastighet	U/V	1.25			
Tetthet av stein	ρ	2600	kg/m3		
Sikkerhetsfaktor	S_f	1.1	-	1.0 for rett strekning. Opp mot 1,2 i svinger eller	
Stabilitetskoeffisient	C_s	0.3	-		
Koeffisient for vertikal hastighetsfordeling	C_v	1.00	-		
Koeffisient for plastringstykkelse	C_t	1	-		
Side helning (1 : x)	x	3		tilnærming for helning terreng før kulvert	
Forhold mellom D_{30}/D_{50}	D_{30}/D_{50}	1.2		2 pga samfengte masser	
Forhold mellom D_{max}/D_{50}	c	1.5			
Forhold for tykkelse	k	2			
Beregninger		Beregnet		Kommentar	Valg
Dybdemiddelhastighet	U	3.5	m/s		
Breddens helling ift. horisontal	θ	18.4	°		
Spesifikk tetthet	s	2.6	-		
Koeffisient for skråningshelling	K_1	0.98			
Stabil steinstørrelse, 30%	D_{30}	225	mm		
Stabil steinstørrelse, 50%	D_{50}	270	mm		300 mm
Stabil steinstørrelse, D_{maks}	D_{maks}	405	mm	= $c \cdot D_{50}$	450 mm
Tykkelse av erosjonssikringslag	t	540	mm	= MAX($k \cdot d_{50}$; D_{max} ; 300) påslag 50% for sikring i sjø	1100 mm