

Flomvurdering Lundesokna i Lundamo

Flomberegninger og hydraulisk analyse

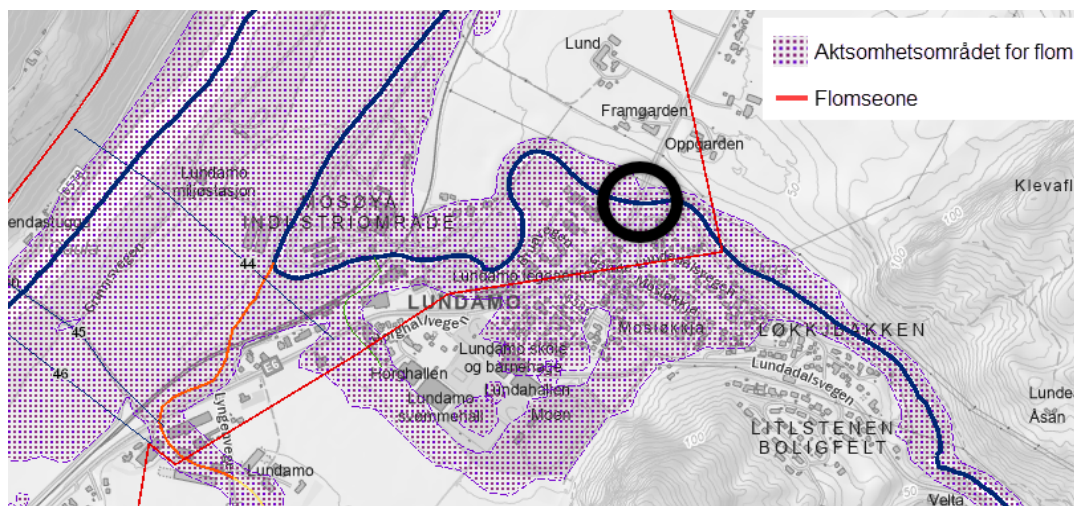
Oppdragsnavn	Hydrologi – Forprosjekt for ny Lundamo bru
Prosjekt nr.	1350058996-007
Mottaker	Statens Vegvesen
Dokument type	Rapport
Versjon	01
Dato	27.05.2024
Utført av	Nitesh Godara
Kontrollert av	Per Ludvig Bjerke
Godkjent av	Per Ludvig Bjerke

Innholdsfortegnelse

1.	Bakgrunn og oppdrag	2
1.1	Områdebeskrivelse	2
1.2	Befaring	3
2.	Regelverk og myndighetskrav	3
2.1	Dimensjonerende flom gjentaksintervall	4
2.2	Klimafaktor og usikkerhetsfaktor	4
2.3	Krav	4
3.	Metode og data	4
3.1	Flomberegninger	4
3.1.1.	Flomverdier fra NEVINA	4
3.1.2.	PQRUT	5
3.1.3.	Flomfrekvensanalyse	5
3.2	Hydrauliske beregninger	5
4.	Resultater	7
4.1	Flomestimat	7
4.1.1.	NIFS beregninger fra NEVINA	7
4.1.2.	PQRUT	7
4.1.3.	Flomfrekvensanalyse	8
4.1.1	Tidligere flomberegninger	10
4.1.2	Sammenligning av flomverdier fra ulike metoder	10
4.2	Sikkerhetsmargin	11
4.3	Hydrauliske beregninger	11
5.	Konklusjon	13
6.	Referanser	13
VEDLEGG 1		14
VEDLEGG 2		16

1. Bakgrunn og oppdrag

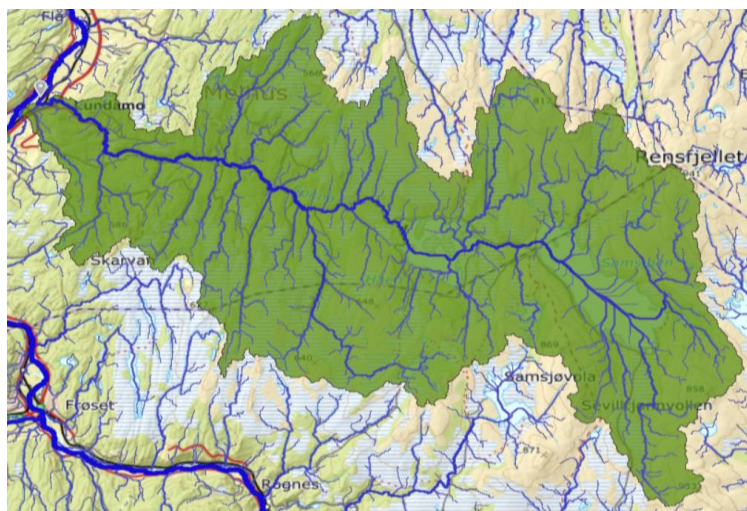
Rambøll Norge AS er engasjert til å utarbeide forprosjektet for ny Lundamo bru i Melhus kommune. Den eksisterende brua er i dårlig forfatning og skal erstattes. Brua er en del av dagens E6 og strekker seg over Lundesokna. Tiltaksområdet befinner seg innenfor NVE sitt aktsomhetsområde for flom som vist i Figur 1. I forbindelse med forprosjektet er det utført en flomfarevurdering av Lundesokna, som tar for seg hydrologiske og hydrauliske beregninger. Formålet med vurderingen er å utarbeide et flomsonekart med vannlinjeberegninger for å sikre at fremtidig utbygging er flomsikker i henhold til gjeldende myndighetskrav.



Figur 1: Aktsomhetsområdet for flom og flomsonekart. Eksisterende brua på E6 over Lundesokna er markert med svart sirkel.

1.1 Områdebeskrivelse

Lundesokna har nedbørfelt på ca. 242 km² (Figur 2) ved Lundamo bru. Feltareal, feltlengde, helning og høyeste punkt er beregnet i analyseverktøyet SCALGO Live (www.scalgo.com). Lengden til nedbørfeltet er ca. 27 km med høyeste punkt i feltet på 941 moh., og helning på ca. 1,9%. Feltet domineres av skog (48,5%) og har en del myr og snaufjell. Vannføring i elva regulert i Dam Håen som ligger ca. 10 km oppstrøms for Lundesokna ved E6.



Figur 2: Lundesokna sitt nedbørfelt, med dreneringslinjer. Utsnittet er hentet fra SCALGO Live (www.scalgo.com)

1.2 Befaring

Området ble befart av hydrologene Nitesh Godara og Per Ludvig Bjerke 30. april 2024. Figur 3 viser bilder av bruer fra oppstrøms side mot gang- og sykkelvei bru og under ifra kjørebri ved elva. Vannstand i elva, bruer og omliggende vei ble målt inn med differensiell GPS (Leica), og disse målingene ble senere brukt til hydraulisk modellering. Vanndybde ble målt ved bruk av måleverktøyet Fish Deeper (www.deepersonar.com). Data fra Deeper ble brukt for å modifisere elvebunnen og til å kalibrere den hydrauliske modellen.



Figur 3: Bilder fra oppstrøms sida og fra under bru.

2. Regelverk og myndighetskrav

Iht. SVV Vegnormal N200 dimensjonerende vannføring ($Q_{dim,T}$) beregnes ved bruk av flere metoder tilpasset nedbørfeltets størrelse og feltegenskaper. På den beregnede vannføringen (Q_T) skal det legges på en klimafaktor (F_k) og usikkerhetsfaktor (F_u):

$$Q_{dim,T} = Q_T \times F_k \times F_u$$

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_u = Sikkerhetsfaktor for usikkerhet ved beregningsmetode.

2.1 Dimensjonerende flom gjentakintervall

Etter krav 2.2.1 i håndbok N200 skal returperiode for flomhendelser bestemmes ut fra veiens årsdøgntrafikk (ÅDT) og omkjøringsmuligheter. Ifølge Vegkart (vegkart.atlas.vegvesen.no) har E6 en ÅDT på 10500 og ingen omkjøringsmuligheter. Med bakgrunn i dette faller vegen inn under sikkerhetsklasse V3 og dimensjonerende gjentakintervall for flom er dermed 200 år, ifølge tabellene 2.2.1-1 i N200 (SVV, 2022).

2.2 Klimafaktor og usikkerhetsfaktor

Ved bruk av klimapåslag skal det benyttes klimafaktorer basert på anbefalinger fra Norsk klimaservicesenter. For Trøndelag anbefales et klimapåslag på minst 20% (<https://klimaservicesenter.no/kss/klimaprofiler/sor-trondelag>). Dette er i samsvar med tabell 2.3.1-1 i N200 (SVV, 2022) som angir klimafaktor som skal brukes for ulike fylker. For Sør-Trøndelag er F_k satt til 1,2 for både små og store nedbørfelt.

Tabell 2.3.1-2 i N 200 (SVV, 2022) angir usikkerhetsfaktor 1,2 for sikkerhetsklasse V3. I henhold til NVE rapport nr.3/2022 *Sikkerhet mot flom* (NVE, 2022a), så er det anbefalt å legge sikkerhetspåslag på både flomberegningen og hydraulisk modell basert på en klassifisering av flomberegningene. Dette er diskutert senere i rapporten.

2.3 Krav

Ny bruløsning skal tilfredsstillende følgende to krav i N400 (SVV, 2024):

- For vassdrag skal det være klaring $\geq 0,5$ meter til overbygningen ved dimensjonerende vannføring med returperiode på 200 år. (Krav 3.6.2—1).
- Fri avstand fra terreng til underkant bru skal være $\geq 2,0$ meter. (Krav 3.6.2—4).

3. Metode og data

3.1 Flomberegninger

For å vurdere dimensjonerende flomverdi i vassdraget har det blitt benyttet metoder og formler som anbefalt i NVE-veilederen 1/2022 *Veileder for flomberegninger* (NVE, 2022b). Under er det gitt en kort forklaring av de ulike metodene som har blitt benyttet. For flere detaljer henvises det til veilederen (NVE, 2022b).

3.1.1. Flomverdier fra NEVINA

For beregning av vannmengder ved flom i nedslagsfelt med størrelse opp mot 60 km² anbefales det å bruke nasjonalt formelverk for små nedbørfelt (NIFS) (NVE, 2022b). For større nedbørfelt brukes RFFA-2018, som beregnes i NEVINA, og flomfrekvensanalyse. Formelverket baserer seg på parameterne feltstørrelse, middelvannføring og andel sjø, og beregner kulminerende flomverdier for ulike gjentakintervall (fra middelflom til 200-årsflom), samt et troverdighetsintervall representert ved en høy og lav verdi. Ved bruk av NVEs analyseverktøy NEVINA kan nedbørfelt, feltkarakteristika og flomverdier genereres og beregnes.

3.1.2. PQRUT

Nedbør-avrenningsmodellen PQRUT er en forenkling av HBV-modellen som benyttes for større vassdrag og er anbefalt som metode for nedbørfelt fra 2 – 800 km² (NVE, 2022b). Modellen krever feltkarakteristikkene areal, effektiv sjøprosent, hypsografisk kurve (H25 og H75), feltlengde og spesifikk normalavrenning for å «kalibrere» modellparameterne K1, K2 og T1. Konsentrasjonstiden er beregnet som oppgitt i neste avsnitt. For beregninger av flomverdier i PQRUT er nedbørdata input. Nedbørsforløpet er konstruert for nedbørshendelse med gjentaksintervall 200 år ved hjelp av IVF-kurven (Intensitet, varighet, frekvens).

Konsentrasjonstiden for PQRUT er beregnet med metode presentert i 2022 «Veileder for flomberegninger» (NVE, 2022b).

$T_c [s] = \text{Feltlengde [m]} / \text{Vannhastighet [m/s]}$ og

$T_c [\text{time}] = T_c [s] / 3600 [s/\text{time}]$,

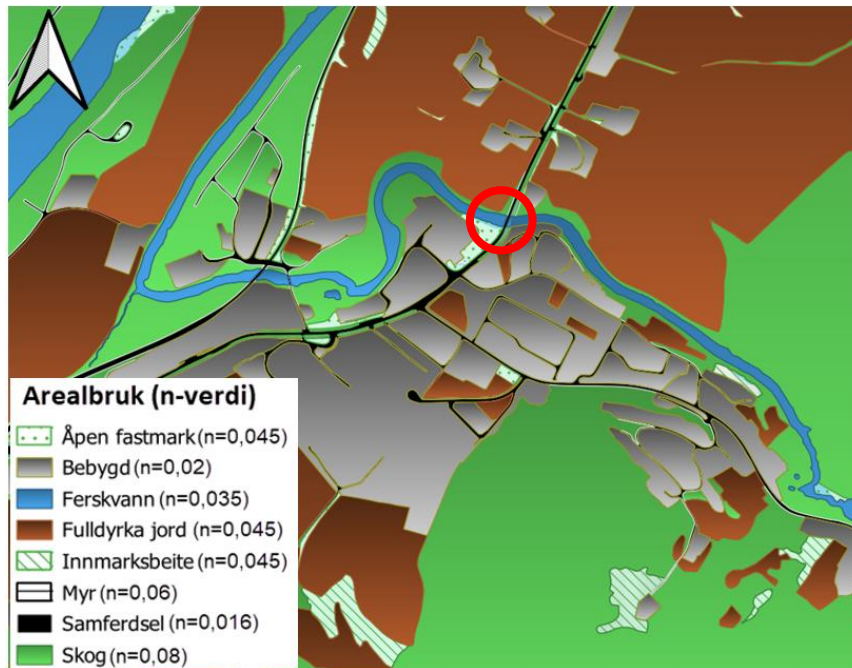
hvor vannet antas å ha en gjennomsnittshastighet på 1-2 m/s.

3.1.3. Flomfrekvensanalyse

Flomfrekvensanalyser er statistiske analyser som utføres på observerte flomdata for å bestemme flomverdier for ulike gjentaksintervaller. Der det ikke foreligger lokale flomdata, må data fra representative målestasjoner benyttes. Analysene kjøres i NVE sin database HYDRA II med de mest oppdaterte dataene. Analysene utføres enten på døgnverdier eller på timesverdier (kulminasjonsverdier) for vannføring. Når beregningene utføres på døgnverdier, må forhåndstallet mellom døgn- og kulminasjonsverdi (kulminasjonsfaktor) og kulminasjonsverdi bestemmes.

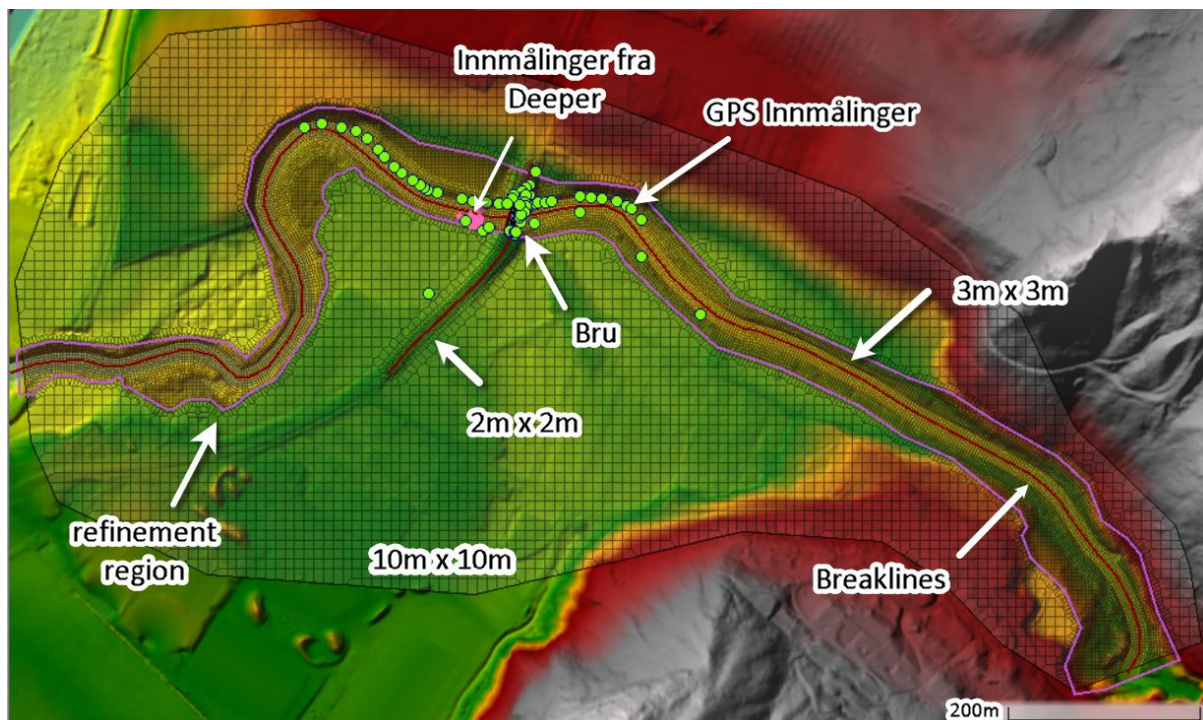
3.2 Hydrauliske beregninger

Programvaren HEC-RAS 6.5 er benyttet ved beregning av vannlinjer. HEC-RAS er et anerkjent 1- og 2-dimensjonal elvemodell program som beregner vannlinjer ved ulike hydrauliske forhold. Datagrunnlaget for terrengmodellen er fra prosjekt NDH Trondheim 2022 med 5 pkt./m² med koordinatsystem Euref89 UTM32 og vertikalt datum «NN2000» lastet ned fra høydedata.no 19.02.2024. Mannings ruhetsverdi ble brukt basert på arealforbruk i nedbørfeltet (Figur 4).



Figur 4: Ruhetsverdier 'n' basert på areal-forbruk (NIBIO, 2023) i nedbørfeltet. Brua er markert med rød sirkel.

Modellen er kjørt med tidsskritt basert på Courant-tall på under 1 for å oppnå modellstabilitet. Ligningssettet er SWE-ELM er benyttet for å beregne lokal akselerasjon. 10m x 10m cellestørrelse ble brukt i geometrien og mindre cellestørrelser på «Breaklines» og «refinement region». Cellestørrelser brukt på ulike steder i modellen, innmålinger og plassering av bruer er vist i Figur 5. Modellen ble kalibrert for vannføring i elva (oppgitt på befaringsdagen telefonisk av VTA) mot vannstand på befarings dag, og ved å modifisere elvebunn basert på målt dybde ved hjelp av Deeper.



Figur 5: Cellestørrelser brukt i ulike deler av modellen samt innmålinger, plassering av «breaklines» og «refinement region».

4. Resultater

4.1 Flomestimat

4.1.1. NIFS beregninger fra NEVINA

For Lundesokna sitt nedbørfelt oppstrøms E6 er NEVINA-NIFS benyttet (Vedlegg 1). Følgende flomverdier er beregnet for middelflom (Q_M), 200 års flom (Q_{200}) og 200 års flom med klimafaktor ($Q_{200, FK}$):

$$Q_M = 68 \text{ m}^3/\text{s} \text{ og } Q_{200} = 167 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$\text{Med kulminasjonsfaktor } Q_{200} = 167 \times 1,09 = 182 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q_{200, FK} = 182 \times 1,2 = \mathbf{218,4 \text{ m}^3/\text{s}}$$

4.1.2. PQRUT

Dimensjonerende nedbørintensitet for ulike gjentakintervall og konsentrasjons-avrenningstider er hentet fra representativ nedbørstasjon fra Klimaservicesenter (*Klimaservicesenter*, 2024). Konstruksjonen av nedbørsforløpet er gjort etter anbefalingene i NVE veileder 7/2015 (NVE, 2015), hvor den mest intense nedbøren hentes fra IVF-kurven med varighet lik konsentrasjonstiden. Nærmest nedbørstasjon med IVF- kurver er Saupstad, men har kvalitetsklasse: Svært usikker (3). Derfor ble Risvolla stasjon brukt for å hente IVF-verdier som har kvalitetsklasse: God (1).

Vannhastighet på 1,5 m/s ble brukt. Konsentrasjonstid ble beregnet til $T_c = 5,1$ timer. Siden tidssteget i modellen bare kan være heltall, ble konsentrasjonstiden satt til 5 timer. Dimensjonerende nedbøren ble videre fordelt symmetrisk om den intense nedbøren slik at summen gjennom døgnet tilsvarer 24-timers hendelsen i IVF-kurven.

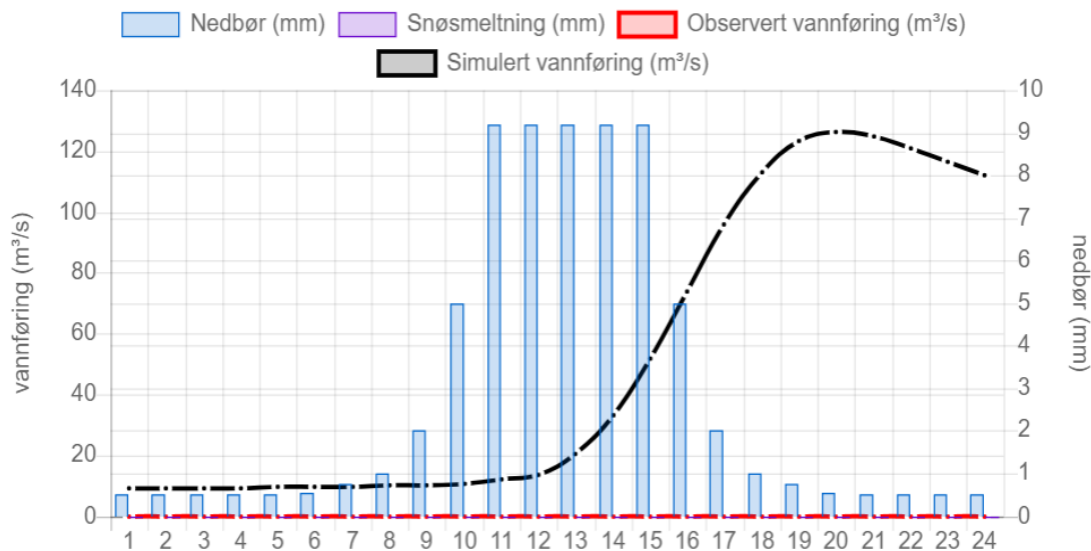
Modellparameterne som ble benyttet i PQRUT er gitt i Tabell 1. Verdier for alle parameterne, dreneringstetthet, årlig nedbør og andel skog er hentet ut fra NEVINA.

Tabell 1: Modellparametere benyttet i PQRUT etter kalibrering etter feltparametere.

Modellparameter	Verdi	Enhet
K1	0,056	1/time
K2	0,0064	1/time
T1	46,3146	mm

Figur 6 viser flomforløpet som sort stiplet linje som resultat av angitt nedbørforløp (blå søyler). Maksimal vannføring beregnes på bakgrunn av dette til $Q_{200} = 126,4 \text{ m}^3/\text{s}$.

$$Q_{200, FK} = 126,4 \times 1,2 = \mathbf{151,7 \text{ m}^3/\text{s}}$$



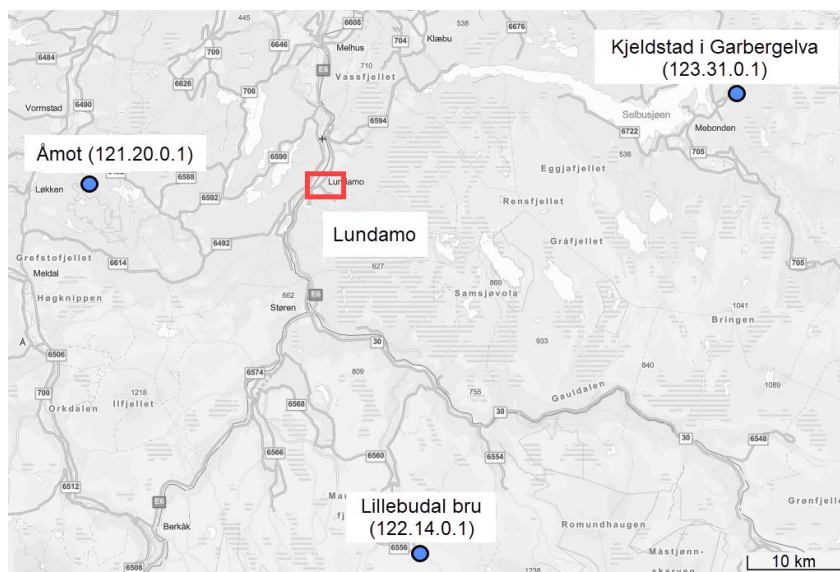
Figur 6: Simulert vannføring med PQRUT. Blå søyler viser nedbør og sort stiplet linje viser vannføring.

4.1.3. Flomfrekvensanalyse

Håen kraftverk ligger ca. 10 km oppstrøms Lundesokna ved E6. Vannføring i Lundesokna er derfor regulert. Det foreligger ingen målinger av vannføring fra frifeltet mellom Dam Håen og E6 og en må derfor bruke data fra nærliggende representative felt med målinger der måleserien ikke er for gammel. Lundesokna sitt nedbørfelt areal er ca. 242 km^2 og har lav effektiv sjøprosent. Frifeltet mellom dam og E6 er ca. 75 km^2 .

Nærliggende nedbørfelt med måleserie som har sammenlignbart feltareal (100- 300 km^2) og effektiv sjøprosent under 5% er vist i Figur 7. Tabell 2 viser en oversikt over viktige feltegenskaper for sammenligning med Lundesokna nedbørfelt.

Programmet FLOM_ANALYSE i Hydra II er kjørt på ICEcorr_Hykval dataserien med timesverdier ble valgt for alle de tre stasjonene. Resultatene fra flomfrekvensanalysen er vises i Tabell 3 og i vedlegg 2.



Figur 7: Utsnitt fra seriekart.nve.no med stasjoner med areal mellom 100 og 300 km^2 og innsjøprosent mindre enn 5 or skogprosent større enn 30% i nærheten av Lundamo (rød firkant).

Tabell 2: Sammenligning av feltegenskapene til Lundesokna sitt nedbørfelt med representativ målestasjon for vannføring (seriekart.nve.no) (* hentet fra Nevina) (*hentet fra Scalgo).

Stasjon	Åmot (121.20.0.1)	Lillebudal bru (122.14.0.1)	Kjeldstad i Garbergelva (123.31.0.1)	Lunde- sokna
Antall år med findata	36	38	37	-
Feltareal (km ²)	282,7	168,1	143	241 [#]
Normal-avløp, Q _N (l/s*km ²)	22,73	28,96	39,59	30,5
Skog (%)	59	21	42	48,5
Myr (%)	15	8	15	18,3
Snaufjell	14	65	35	13
H _{min} -H _{max} (moh)	205-1226	516-1315	200-1166	30-941 [#]
Høyde over havet	210	515	173	-
Avstand fra Lundamo (km)	24	39	42	
Kurvekvalitet	Meget bra	Bra	Bra	-
Fysiske forhold for måling	Bra	Middels	-	-
Tids.oppl.	Time	Time	Time	-

Tabell 3: Resultater fra flomfrekvensanalyser på representativ nabostasjonen (seriekart.no). (*fra Nevina).

Stasjon	Q _M (m ³ /s ↔ l/s*km ²)	Q ₂₀₀ (m ³ /s ↔ l/s*km ²)	Relative-måleverdi Q ₂₀₀ /Q _M	Fordelings- funksjon
Åmot (121.20.0.1)	57,6 ↔ 204	123,3 ↔ 436	2,14	Gumbel
Lillebudal bru (122.14.0.1)	88,0 ↔ 523	244,4 ↔ 1454	2,78	Gumbel
Kjeldstad i Garbergelva (123.31.0.1)	88,3 ↔ 617	191,0 ↔ 1336	2,16	Gumbel
Lundesokna* (RFFA-2018 – Med kulminasjonsfaktor)	72,1 ↔ 302	182,0 ↔ 742	2,46	

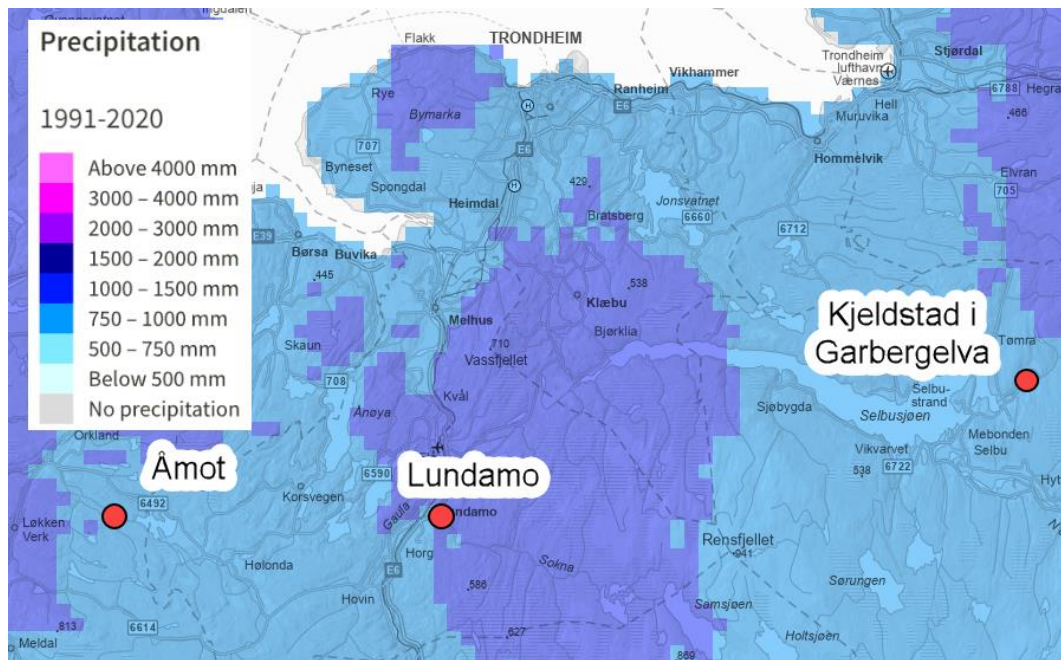
Spesifikk verdi for middelflom forventes å øke med redusert feltstørrelse, og man kan derfor forvente at Lundesokna skal ligge mellom ytterpunktene av disse stasjonene. I like måte har et felt med høy årlig middelavrenning jevnt over høyere spesifikke flomtopper og omvendt.

Kjeldstad i Garbergelva har større snaufjellandel enn Lundesokna som gir raskere avrenning og spissere flomforløp enn Lundesokna som forklarer høyere spesifikk verdi for middelflom. Lillebudal bru har mindre skogandel som forklarer større spesifikkverdi på grunn av lite dampning effekt enn i Lundesokna nedbørfelt. Men Lundamo har større årsnedbør enn de andre to stasjonene (Figur 8).

Ut ifra sammenligning med de tre stasjonene brukes en mer konservativ verdi enn gitt i NEVINA (se vedlegg 1) for Lundesokna, og kulminerende spesifikk middelflom for Lundesokna settes til 350 l/s*km². Denne verdien ligger mellom middelflommen for de tre stasjonene. Ved bruk av forholdstall mellom middelflom og 200-årsflom, Q₂₀₀/Q_M = 2,74 (hentet fra NEVINA), kan 200-årsflom beregnes til:

$$Q_{200} = 350 \times 2,46 = 861 \text{ l/s/km}^2 = 208 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q_{200, Fk} = 232 \times 1,2 = \underline{\underline{250 \text{ m}^3/\text{s}}}$$



Figur 8: Årsnedbør i perioden 1991-2020 (senorge.no)

4.1.1 Tidligere flomberegninger

1. Flomberegning for Dam Håen (Norconsult, 2007)
 $Q_{200} = 0,85 \times Q_{1000} = 0,85 \times 144 = 122,4 \text{ m}^3/\text{s}$. (Felt-areal = 120 km²)
 Feltareal for Lundesokna til E6 bru = 242 km²
 $Q_{200} = (242/120) \times 122,4 = \underline{247 \text{ m}^3/\text{s}}$
2. Boligfelt Lundamo Vurdering av flomfare (Heimdal Sag Prosjekter AS, 2010)
 $Q_{200} = \underline{213 \text{ m}^3/\text{s}}$

4.1.2 Sammenligning av flomverdier fra ulike metoder

Tabell 4 viser beregnede flomverdier med 200 års gjentakintervall med klimafaktor på 1,2 for de tre ulike metodene og tidligere flomberegningene.

Tabell 4: Sammenstilling av beregnede 200 års kulminasjonsverdier med ulike metoder

Metode	Q_{200} (m ³ /s)	Q_{200} med $F_k=1,2$ (m ³ /s ↔ l/s/km ²)
NEVINA	182	218 ↔ 900
PQRUT	126	152 ↔ 630
FFA	208	250 ↔ 1030
Heimdal Sag Prosjekter AS, 2010	213	256 ↔ 1060
Norconsult, 2007	247	296 ↔ 1220

PQRUT har mest sannsynligvis undervurdert 200års flom når sammenlignes med resultater fra de andre metodene. I «Veileder for flomberegning» (NVE, 2022b) er det anbefalt at de beregnede flomstørrelsene sammenlignes med andre flomberegninger og observasjoner i området samt med erfaringstall. I Trøndelag varierer flomverdiene i stort fra 800-3000 l/s*km². Alle verdiene ligger i dette intervallet utenfra PQRUT. Vi bestemmer å ha en verdi nært gjennomsnitt av verdiene i Tabell 4.

$$Q_{200, FK} = \underline{255 \text{ m}^3/\text{s}}$$

4.2 Sikkerhetsmargin

I henhold til NVE 3/2022, skal det brukes en sikkerhetsfaktor for å ta hensyn til usikkerhet i flomberegningen. Etter tabell 10-2 i NVE veileder «Sikkerhet mot flom» (NVE, 2022a), ligger flomberegninger i klasse 2 på grunn av brukbart hydrologisk datagrunnlag, med observasjoner nært vassdraget og flomberegninger fra dam Håen på Lundesokna. Den hydrauliske modellen ligger i klasse C etter tabell 10-i samme veileder fordi modellen er kalibrert for en vannføring som er mindre enn en 20-årsflom, og avviket mellom de beregnede og observerte vannstandene er i inntil 30 cm.

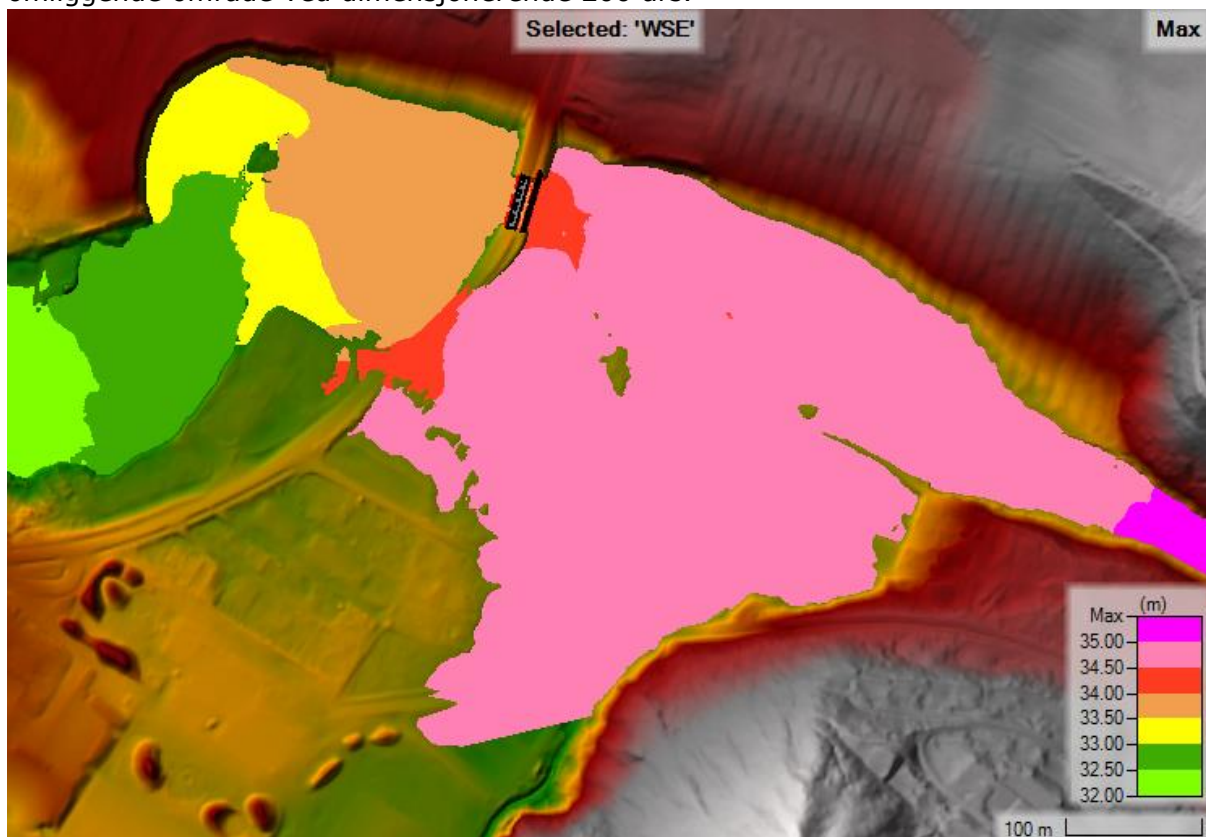
Basert på klassifisering av flomberegningen og hydraulisk modell, blir prosentvist usikkerhetspåslag på vannføringen 20% etter tabell 10-3 i NVE 3/2022 (NVE, 2022a). Derfor blir dimensjonerende 200 års flomverdi med 20% klimapåslag og 20% usikkerhetsfaktor til:

$$Q_{\text{dim},200} = Q_{200, F_k, F_u} = 255 \times 1,2 = \mathbf{306 \text{ m}^3/\text{s}}.$$

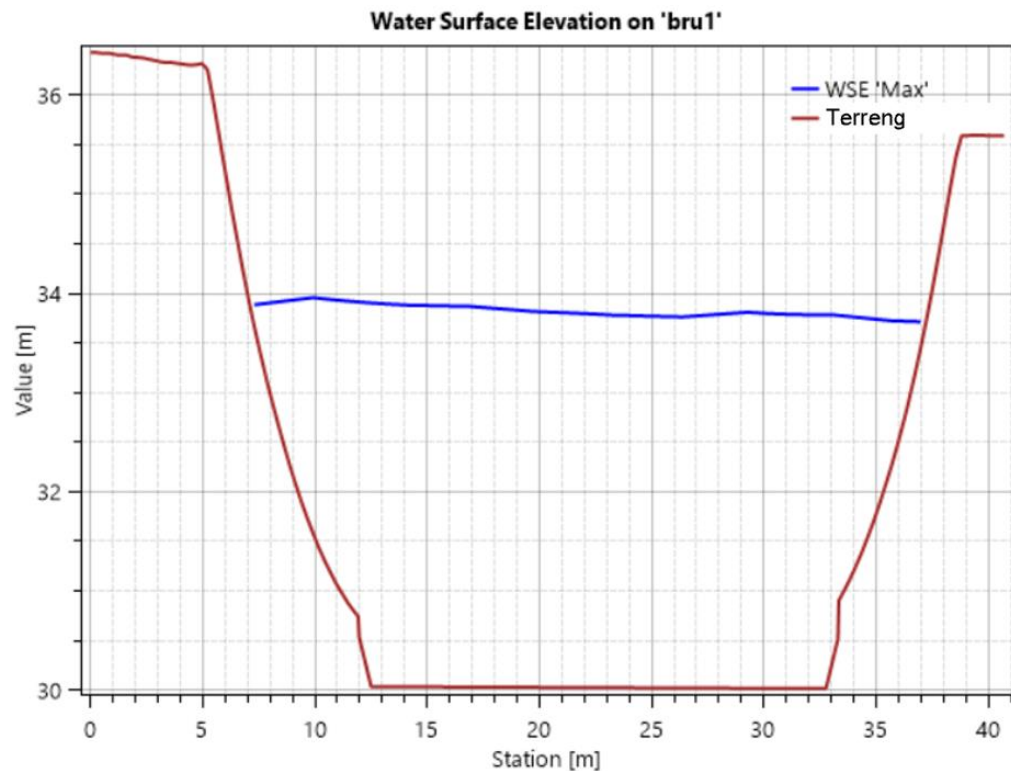
4.3 Hydrauliske beregninger

Figur 9 viser maks vannstand i området ved dimensjonerende 200 års flom $306 \text{ m}^3/\text{s}$ med 20% klimafaktor og 20% usikkerhetsfaktor. Maks vannstand ved brua er 33,96 moh. Figur 10 viser at den eksisterende brua tilfredsstiller kravet om 2 m til terreng og 0,5 m fribord med dimensjonerende flom, men vannet vil gå over E6 sør for brua.

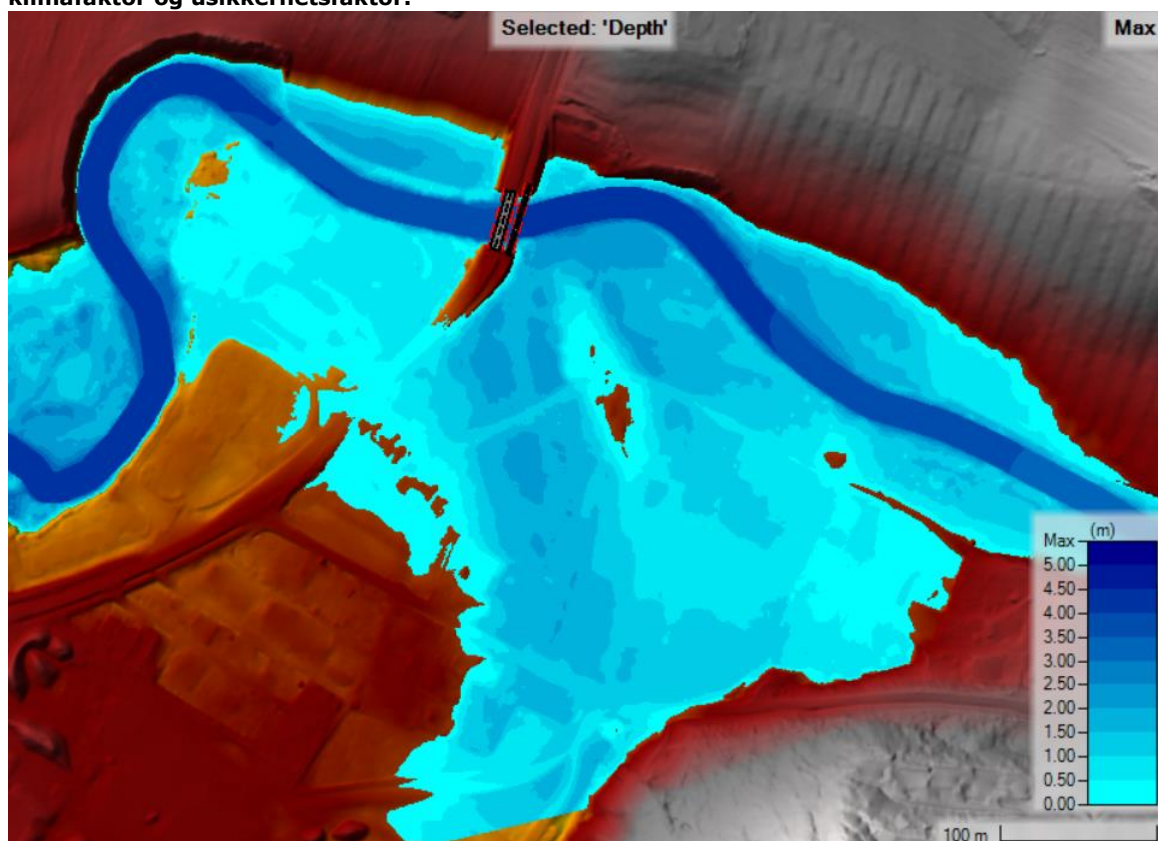
Figur 11 og Figur 12 viser maksimale vanndybder og vannhastigheter i elva og omliggende område ved dimensjonerende 200 års.



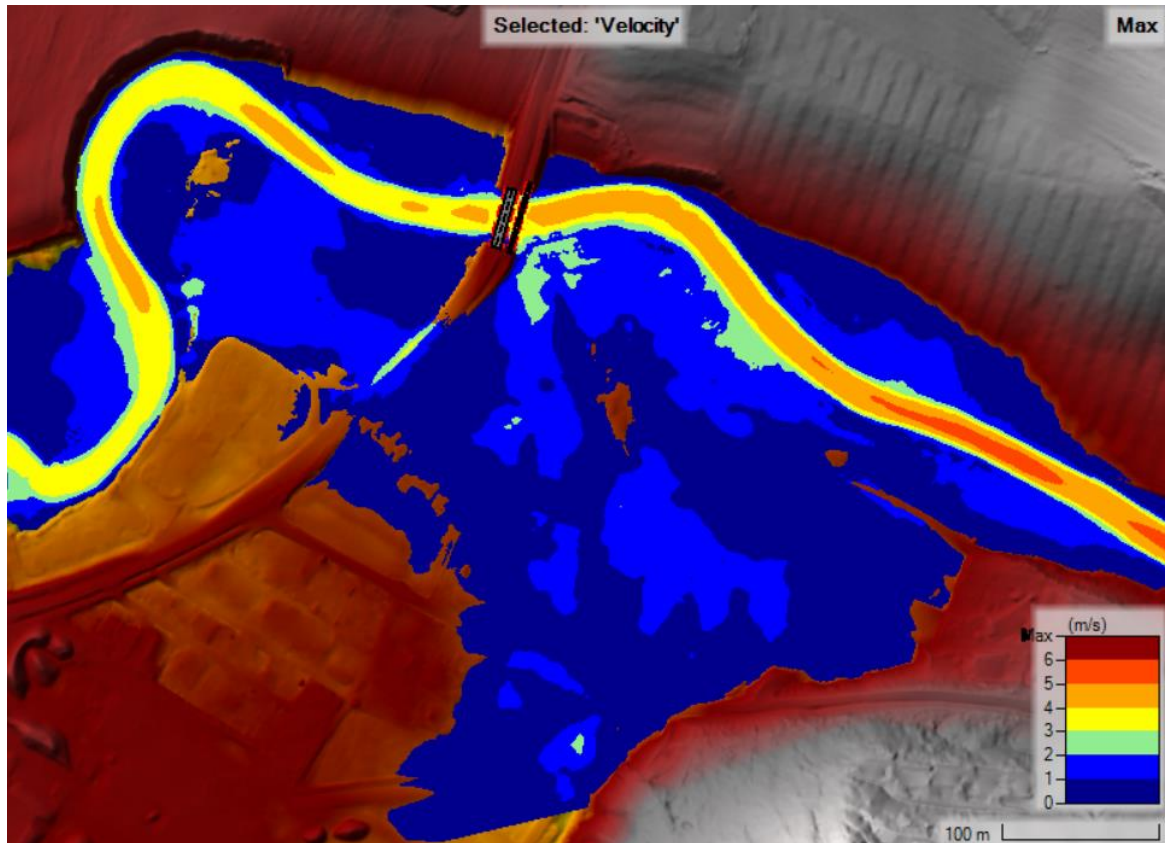
Figur 9: Maks vannstand i området ved 200års dimensjonerende flom $306 \text{ m}^3/\text{s}$ med 20% klimafaktor og usikkerhetsfaktor.



Figur 10: Maks vannstand ved bru ved 200års dimensjonerende flom $306 \text{ m}^3/\text{s}$ med 20% klimafaktor og usikkerhetsfaktor.



Figur 11: Maks vanddybder i området ved 200års dimensjonerende flom $306 \text{ m}^3/\text{s}$ med 20% klimafaktor og usikkerhetsfaktor.



Figur 12: Maks vannhastigheter i området ved 200års dimensjonerende flom $306 \text{ m}^3/\text{s}$ med 20% klimafaktor og usikkerhetsfaktor.

5. Konklusjon

I denne rapporten er det gjort flomberegninger og hydrauliske beregninger for Lundesokna i Lundamo. Beregnet dimensjonerende flom Q_{200} , F_k , F_u med 20% klima- og 20% usikkerhet- faktorer er $306 \text{ m}^3/\text{s}$.

Hydrauliske simuleringer som viser maks vann stand på forskjellige steder i elva. Resultatene viser også at den eksisterende brua tilfredsstiller kravet om 2 m til terreng og 0,5 m fribord med dimensjonerende flom.

6. Referanser

klimaservicesenter. (2024). <https://klimaservicesenter.no/ivf?locale=nb>

NVE. (2022a). *Sikkerhet mot flom*. https://publikasjoner.nve.no/veileder/2022/veileder2022_03.pdf

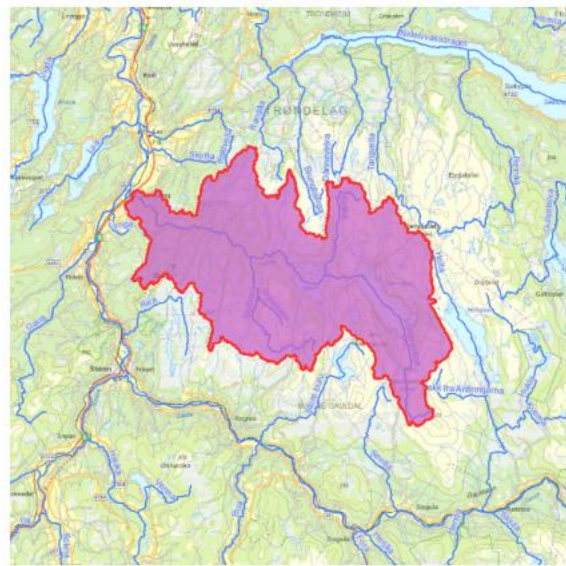
NVE. (2022b). *Veileder for flomberegninger*. https://publikasjoner.nve.no/veileder/2022/veileder2022_01.pdf

SVV. (2022). *N200 vegbygging*. <https://viewers.vegnorm.vegvesen.no/product/859942/nb>

SVV. (2024). *N400*. <https://viewers.vegnorm.vegvesen.no/product/859986?langUI=nb&filePath=684e96cc-188d-4a46-9675-a7a835ae3c89.pdf&fileType=Pdf>

SVV 2023. *Veileder V240 Vannhåndtering*. <https://store.vegnorm.vegvesen.no/nv240-23>

VEDLEGG 1



Kartbakgrunn: Statens Kartverk
Kartdatum: EUREF89 WGS84
Projeksjon: UTM 33N
Beregn.punkt: 262742 E
7011580 N

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

Feltparametere		
Areal (A)	243	km ²
Effektiv sjø (A _{SE})	1.5	%
Elvleengde uten sjø (E _{TLnet})	337.4	km
Elvegradient (E _G)	21.9	m/km
Elvegradient ₁₀₈₅ (E _{G,1085})	16.4	m/km
Helning	8.7	°
Dreneringstetthet (D _T)	1.6	km ⁻¹
Feltlengde (F _L)	27.9	km

Arealklasse		
Bre (A _{BRE})	0	%
Dyrket mark (A _{JORD})	0.5	%
Myr (A _{MYR})	18.5	%
Leire (A _{LEIRE})	0.9	%
Skog (A _{SKOG})	48.3	%
Sjø (A _{SJO})	8	%
Snaufjell (A _{SF})	12.9	%
Urban (A _U)	0.1	%
Uklassifisert areal (A _{REST})	11.8	%

Hypsografisk kurve		
Høyde _{MIN}	30	m
Høyde ₁₀	373	m
Høyde ₂₅	465.5	m
Høyde ₅₀	546	m
Høyde ₇₅	617.5	m
Høyde _{MAX}	941	m

Klima- /hydrologiske parametere 1961-1990		
Årlig middellavrenning 1961-1990 (Q _N)	30.7	l/s*km ²
Nedbør juni	80	mm
Nedbør juli	106	mm
Regn og snøsmelting mai	288	mm
Regn og snøsmelting juni	101	mm
Regn og snøsmelting årlig maks. over 4 dager	90	mm
Regn og snøsmelting november	43	mm
Temperatur februar	-6	°C
Temperatur mars	-3.9	°C

Regional flomberegning 1961 - 1990

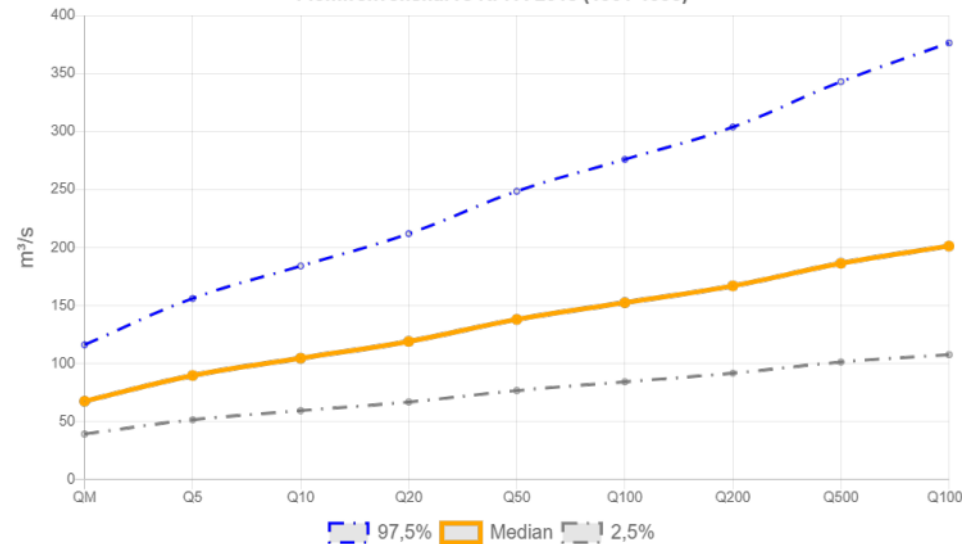
Vassdragsnr.: 122.AA2
 Kommune.: Melhus
 Fylke.: Trøndelag
 Vassdrag.: Lundesokna
 Nedbørfeltareal: 243 km²

Flomestimater 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.

Flomfrekvenskurve RFFA-2018 (1961-1990)



RFFA-2018

Tidsoppløsning	Døgn	-
Indeksflom (QM): Medianflom	278	l/s*km ²
Klimapåslag	20	%
Kulminasjonsfaktor	1.09	-

NIFS-2015

Tidsoppløsning	Kulminasjon	-
Indeksflom (QM): Middelflom	-	l/s*km ²
Klimapåslag	-	%

Annet

Tilløpsflom	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 _T / Q _M)	1	1.33	1.55	1.76	2.04	2.26	2.47	2.76	2.98	-
Flomverdier, m ³ /s	67.5	89.7	105	119	138	152	167	186	201	200
Flom usikkerhet (97,5%), m ³ /s	116	156	184	212	248	276	304	343	376	-
Flom usikkerhet (2,5%), m ³ /s	39.3	51.6	59.4	66.9	76.7	84.2	91.7	101	108	-

NIFS (kulminasjon)

Ikke beregnet pga. areal større enn 60km²

Flomfrekvensfaktor (Q _T / Q _M)										
Flomverdier, m ³ /s										
Flom usikkerhet (97,5%), m ³ /s										
Flom usikkerhet (2,5%), m ³ /s										

VEDLEGG 2

Åmot (121.20.0.1)

121.20.0 SPESAVL HYKVAL(virt.isred.) Timesdata Valgte år: 1989-2023 (årsavgrensning:ingen) tolerans=10.0%

Gjennomsnittelig maksimalverdi (middelflom) : 203,835

Median maksimalverdi (indeksflom for døgndata) : 195,659

Gumbel (Bayesiansk); $f(x)=(1/\alpha)\exp(-(x-u)/\alpha)-\exp(-(x-u)/\alpha)$ $\alpha=46.2$ ± 6.3 $u=182$ ± 8.4

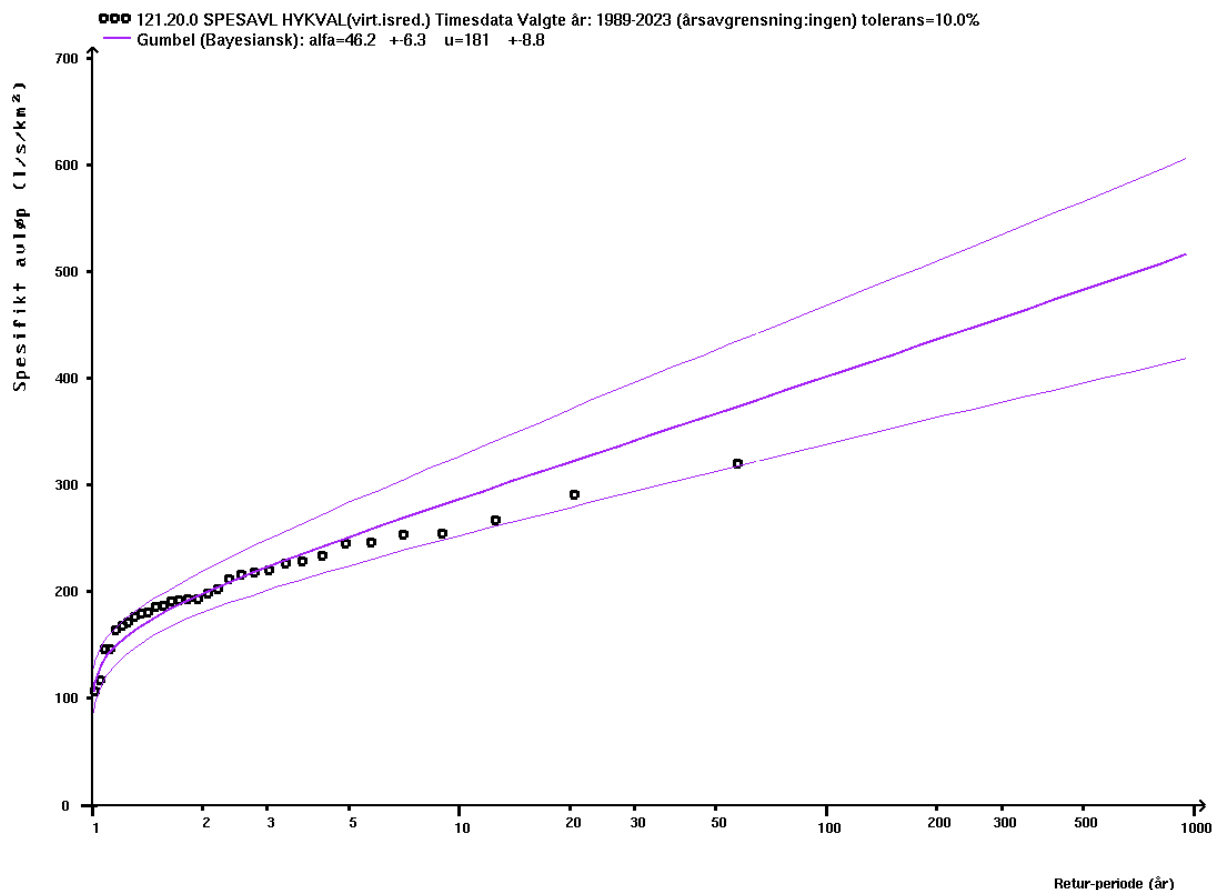
Maksimums-kvantiler:

Gjentaks- intervall (år)	Måle- verdier	Relative måle- verdier	Øvre estimat	Nedre estimat
2	198.40	0.973	181.80	218.39
5	251.22	1.232	226.33	281.26
10	286.83	1.407	254.15	326.23
20	321.40	1.577	279.74	369.35
50	366.82	1.800	313.19	426.94
100	401.28	1.969	338.44	468.36
200	436.02	2.139	364.36	509.68
500	482.38	2.367	396.15	565.98
1000	518.13	2.542	421.05	609.11

Relativ måleverdi = flomverdi / middelflom.

Nedre/øvre estimat angir grensene for å posteriori 95% troverdighetsintervall

Usikkerheten i parameterestimer er her angitt med '+/-' standardavvik (stdev). Under normal-fordelings-antagelser for å posteriori-fordelingen til hver parameter, betyr det at et 95% troverdighetsintervall kan lages med estimat ± 1.96 *stdev som grenser.



Lillebudal bru (122.14.0.1)

122.14.0 SPESAVL HYKVAL(virt.isred.) Timesdata Valgte år: 1987-2023 (årsavgrensning:ingen) tolerans=10.0%

Gjennomsnittelig maksimalverdi (middelflom) : 523.331
 Median maksimalverdi (indeksflom for døgndata) : 424.51

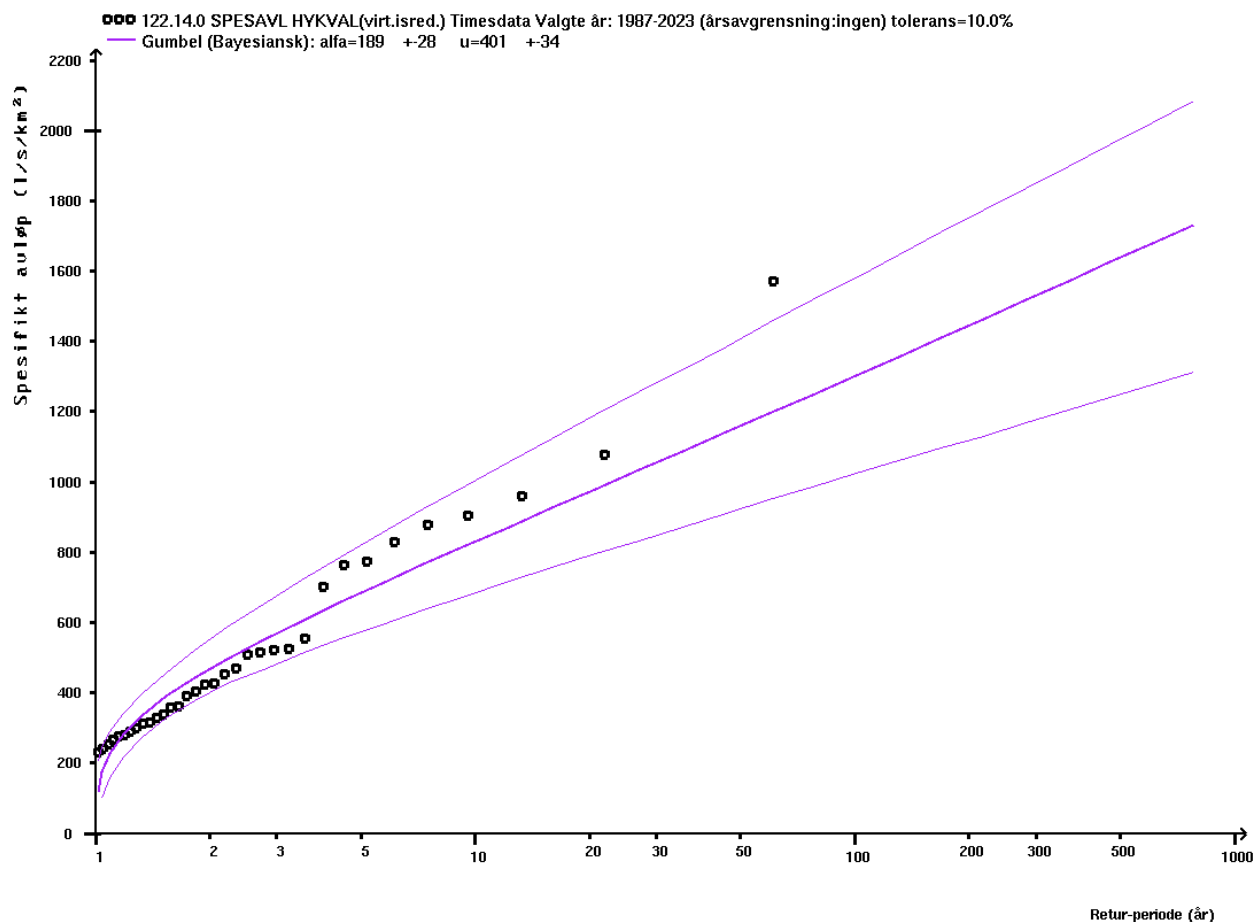
Gumbel (Bayesiansk): $f(x)=(1/\alpha)\exp(-(x-u)/\alpha)\exp(-(x-u)/\alpha)$ $\alpha=191$ ± 27 $u=401$ ± 34
 Maksimums-kvantiler:

Gjentaks- intervall (år)	Måle- verdier	Relative måle- verdier	Øvre estimat	Nedre estimat
2	469.67	0.897	406.90	551.26
5	688.74	1.316	586.80	812.54
10	835.91	1.597	701.47	990.62
20	977.97	1.869	805.96	1161.81
50	1167.52	2.231	940.39	1385.92
100	1309.41	2.502	1040.63	1557.90
200	1453.82	2.778	1141.38	1727.72
500	1646.94	3.147	1272.93	1954.41
1000	1793.53	3.427	1373.87	2127.71

Relativ måleverdi = flomverdi / middelflom.

Nedre/øvre estimat angir grensene for å posteriori 95% troverdighetsintervall

Usikkerheten i parameterestimer er her angitt med '+/-' standardavvik (stdev). Under normal-fordelings-
 antagelser for å posteriori-fordelingen til hver parameter, betyr det at et 95% troverdighetsintervall kan lages med
 estimat ± 1.96 *stdev som grenser.



Kjeldstad i Garbergelva (123.31.0.1)

123,31,0 SPESAVL HYKVAL(virt.isred.) Timesdata Valgte år: 1986-2023 (årsavgrensning:ingen) tolerans=10,0%

Gjennomsnittelig maksimalverdi (middelflom) : 617,272
 Median maksimalverdi (indeksflom for døgndata) : 576,56

Gumbel (Bayesiansk): $f(x)=(1/\alpha)\exp(-(x-u)/\alpha)-\exp(-(x-u)/\alpha)$ $\alpha=146$ $+20$ $u=531$ $+26$
 Maksimums-kvantiler:

Gjentaks- intervall (år)	Måle- verdier	Relative måle- verdier	Øvre estimat	Nedre estimat
2	583,65	0,946	531,10	646,23
5	750,96	1,217	670,40	843,71
10	863,99	1,400	756,72	982,97
20	973,62	1,577	838,52	1118,64
50	1116,41	1,809	943,47	1293,55
100	1225,39	1,985	1018,75	1426,50
200	1335,80	2,164	1094,77	1556,55
500	1482,75	2,402	1200,88	1727,43
1000	1595,01	2,584	1278,75	1857,63

Relativ måleverdi = flomverdi / middelflom.

Nedre/øvre estimat angir grensene for å posteriori 95% troverdighetsintervall

Usikkerheten i parameterestimer er her angitt med '+/-' standardavvik (stdev). Under normal-fordelings-
 antagelser for å posteriori-fordelingen til hver parameter, betyr det at et 95% troverdighetsintervall kan lages med
 estimat $\pm 1,96$ *stdev som grenser.

