

► Flomberegning for Tysla ved Elvål

Sammendrag/konklusjon

Norconsult er engasjert av NVE for å prosjektere flomsikring langs deler av Tysla ved Elvål. Bakgrunnen for arbeidet er flere større flomhendelser som har ført til oversvømmelse og skade på bygninger. Denne rapporten er en flomberegning som har til hensikt å fastsette dimensjonerende flomvannføringer som senere skal benyttes som grunnlag i en flomsonekartlegging.

Utførte flomberegninger vektlegger måleserier fra vannmerkene Unsetåa og Tysla som begge ligger i vassdragene hvor flomvannføring skal fastsettes. Vannføringen er fastsatt ved bruk av frekvensanalyse og forutsetninger presentert i punktlisten under. Registrert vannføring i Tysla er bemerkelsesverdig lav sammenlignet med andre målestasjoner, og det er derfor inkludert en sikkerhetsmargin i beregningene. Valgte flomvannføringer for 20- og 200-årsflom er presentert i påfølgende tabeller, mens flere gjentakintervaller er inkludert i rapporten.

Følgende forutsetninger er benyttet ved beregning av flomvannføring:

- Kulminasjonsfaktor = 1,1
- Sikkerhetsmargin Tysla = 20%
- Sikkerhetsmargin Unsetåa = 1,0
- Klimapåslag Tysla = 20%
- Klimapåslag Unsetåa = 0%

Beregnete flomvannføringer for Tysla ved Unsetåa inkl. 20% sikkerhetsmargin

Gjentaksintervall (år)	Spesifikk døgnavannføring (l/s/km ²)	Døgnavannføring (m ³ /s)	Kulminasjonsvannføring (m ³ /s)	Kulminasjonsvannføring inkl. klimapåslag (m ³ /s)
20-årsflom (Q ₂₀)	227	52	57	68
200-årsflom (Q ₂₀₀)	365	84	92	110

Beregnete flomvannføringer for Unsetåa ved Tysla.

Gjentaksintervall (år)	Spesifikk døgnavannføring (l/s/km ²)	Døgnavannføring (m ³ /s)	Kulminasjonsvannføring (m ³ /s)
20-årsflom (Q ₂₀)	339	214	235
200-årsflom (Q ₂₀₀)	547	345	379

J02	2022-08-26	For bruk etter tilbakemeldinger fra NVE	Gunnar Fiskum	Daniel Fossberg	Daniel Fossberg
D01	2022-08-26	For kontroll hos NVE	Gunnar Fiskum	Daniel Fossberg	Daniel Fossberg
Versjon	Dato	Beskrivelse	Utarbeidet	Fagkontrollert	Godkjent

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

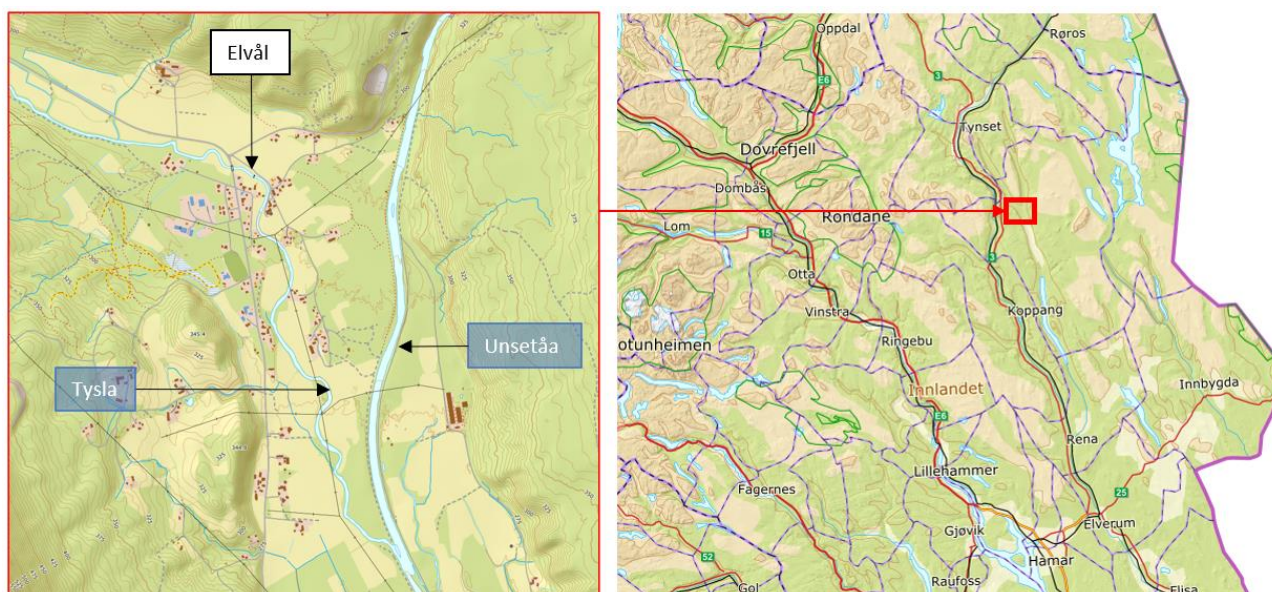
Innhold

1	Introduksjon og beskrivelse av oppdraget	3
1.1	Beskrivelse av oppdraget	3
1.2	Beskrivelse av Elvål	3
1.3	Tidligere utført arbeid	3
1.4	Krav til flomsikring	4
2	Flomberegning og hydrologisk grunnlag	5
2.1	Hydrologisk grunnlag og beregningsmetodikk	5
2.2	Beskrivelse av nedbørfelt	5
2.3	Målestasjoner i området	6
2.4	Frekvensanalyse på utvalgte målestasjoner	8
2.5	Registrerte flommer og vurdering av kulminasjonsfaktor	8
2.6	Vurdering av kulminasjonsfaktor	10
2.7	Vurdering av samtidighet og flomforløp	10
3	Resultater	11
3.1	Valg av spesifikk flomvannføring	11
3.2	Forholdstall mellom ulike gjentakintervall	11
3.3	Vurdering av klimapåslag	12
3.4	Valg av flomvannføring	13
3.5	Sammenligning mot tidligere flomberegninger	14
4	Referanser	15
4.1	Bilag	15
4.2	Referanser	15

1 Introduksjon og beskrivelse av oppdraget

1.1 Beskrivelse av oppdraget

Norconsult er engasjert av NVE for å prosjektere flomsikring langs deler av Tysla ved Elvål. Bakgrunnen for arbeidet er flere større flomhendelser som har ført til oversvømmelse og skade på bygninger. Denne rapporten er en flomberegning som har til hensikt å fastsette dimensjonerende flomvannføringer som senere skal benyttes som grunnlag i en flomsonekartlegging. Arbeidet er en kontroll og oppdatering av tidligere flomberegninger som er gjort for vassdraget. Et oversiktskart med markering av Elvål er vist i Figur 1.



Figur 1 Oversiktskart over Elvål.

1.2 Beskrivelse av Elvål

Elvål er en grend i Rendalen kommune som er etablert langs elven Tysla. Grenden består i hovedsak av bolighus og gårdsbygninger hvor arealene mellom bygningene enten er jordbruksareal eller skog. Mye av arealene som er benyttet til bolighus ligger på den naturlige flomsletten mellom elvene Tysla og Unsetåa.

1.3 Tidligere utført arbeid

I etterkant av flomhendelsen som berørte Rendalen i 2013 har NVE arbeidet med å etablere flomvern ved Tysla, og det er utarbeidet flere rapporter samt en skissert løsning for flomsikring. Punktlisten under oppsummerer det viktigste hydrologiske arbeidet.

- NVE (2014), Flomberegning for Tysla, notat 002.
- NVE (2015), Vannlinjeberegning, Tysla-Elvål, Rendalen kommune.
- NVE (2021), Beregning av vannstand for 200 års flom i Tysla elva, Internt notat.

1.4 Krav til flomsikring

Det heter i TEK17 at byggverk hvor konsekvensen av flom er særlig stor ikke skal plasseres i flomutsatte områder. Videre skal byggverk plasseres, dimensjoneres eller sikres mot flom med bestemte gjentakintervall. Hvilket gjentakintervall som blir dimensjonerende avgjøres av konsekvensomfanget som skade på bygget vil medføre. En oversikt over sikkerhetsklassene med tilhørende krav til gjentakintervall er vist i punktlisten under.

- F1 – Liten konsekvens (Garasje, lager, boder) – 20-årsflom
- F2 – Middels konsekvens (Bolighus, fritidsbolig, skole, kontorbygg) – 200-årsflom
- F3 – Stor konsekvens (Sykehjem, brann-/politistasjon, avfallsdeponi) – 1000-årsflom

Langs Tysla er det vurdert at bygninger, både eksisterende og nye, vil falle inn under sikkerhetsklasse F1 eller F2. Disse skal dermed sikres mot 20-årsflom eller 200-årsflom. F1 omfatter de fleste bygninger uten personopphold, mens F2 omfatter de fleste bygninger som har personopphold. Hvis det skal etableres mer samfunnskritiske bygninger som faller inn under sikkerhetsklasse F3 må det også gjøres beregninger for 1000-årsflom. Norconsult er ikke kjent med at F3 bygninger er planlagt.

Flomsikring langs Tysla har som hovedhensikt å sikre bolighus mot flom, og dimensjonerende flomsituasjon er fastsatt til vannføring med 200-års gjentakintervall inkl. klimapåslag. Som en del av flomsikringsarbeidet er også andre gjentakintervaller vurdert. Dels er dette gjort for å vurdere når skadeflom inntreffer, og dels som grunnlag for nytt/kost-vurderinger som skal utføres.

2 Flomberegning og hydrologisk grunnlag

2.1 Hydrologisk grunnlag og beregningsmetodikk

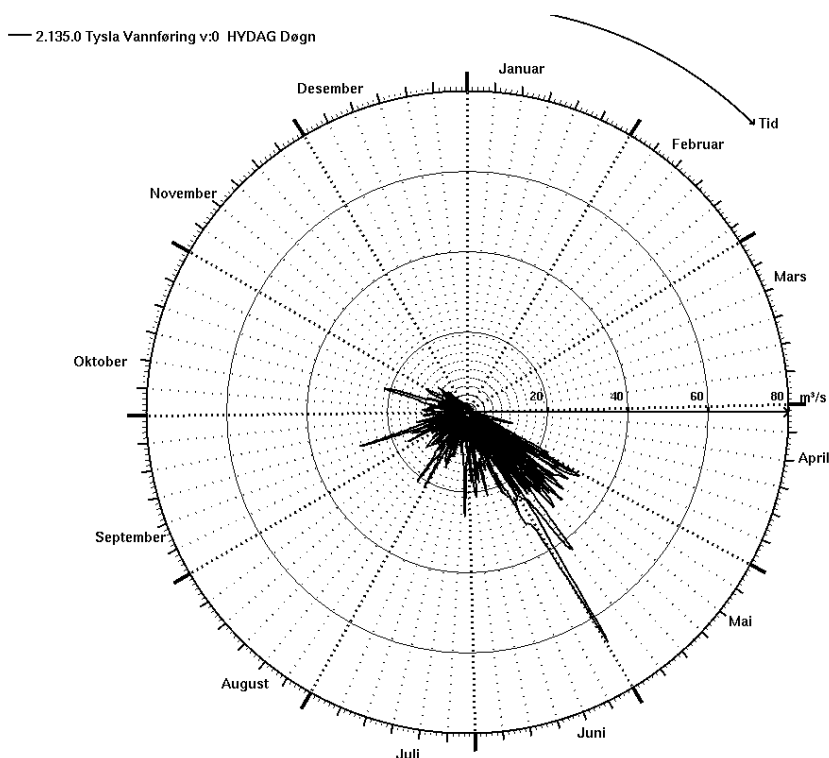
Beregning av flomvannføring i denne rapporten er basert på målte vannføringer fra målestasjoner som ligger i Tysla og Unsetåa. Målestasjonene ligger i vassdragene hvor flomvannføring skal fastsettes, og det hydrologiske grunnlaget betraktes som veldig bra.

2.2 Beskrivelse av nedbørfelt

Denne flomberegningen fastsetter flomvannføring i samløpet mellom Tysla og Unsetåa samt oppstrøms bebyggelsen i Elvål langs Tysla. Vassdragene ligger forholdsvis høyt, har lav effektiv sjø-% og forholdsvis store nedbørfelt. Plasseringen i landet og høyden over havet gjør at vårflokker er dominerende, noe som kommer tydelig frem i målinger fra vassdraget. Et plott som viser flomfordeling over året i Tysla er vist i Figur 2. Plottet viser at en overvekt av flomhendelser forekommer i mai. Generelle nedbørfeltparametere er presentert i Tabell 1, mens et oversiktskart med nedbørfelt er vist i Figur 3.

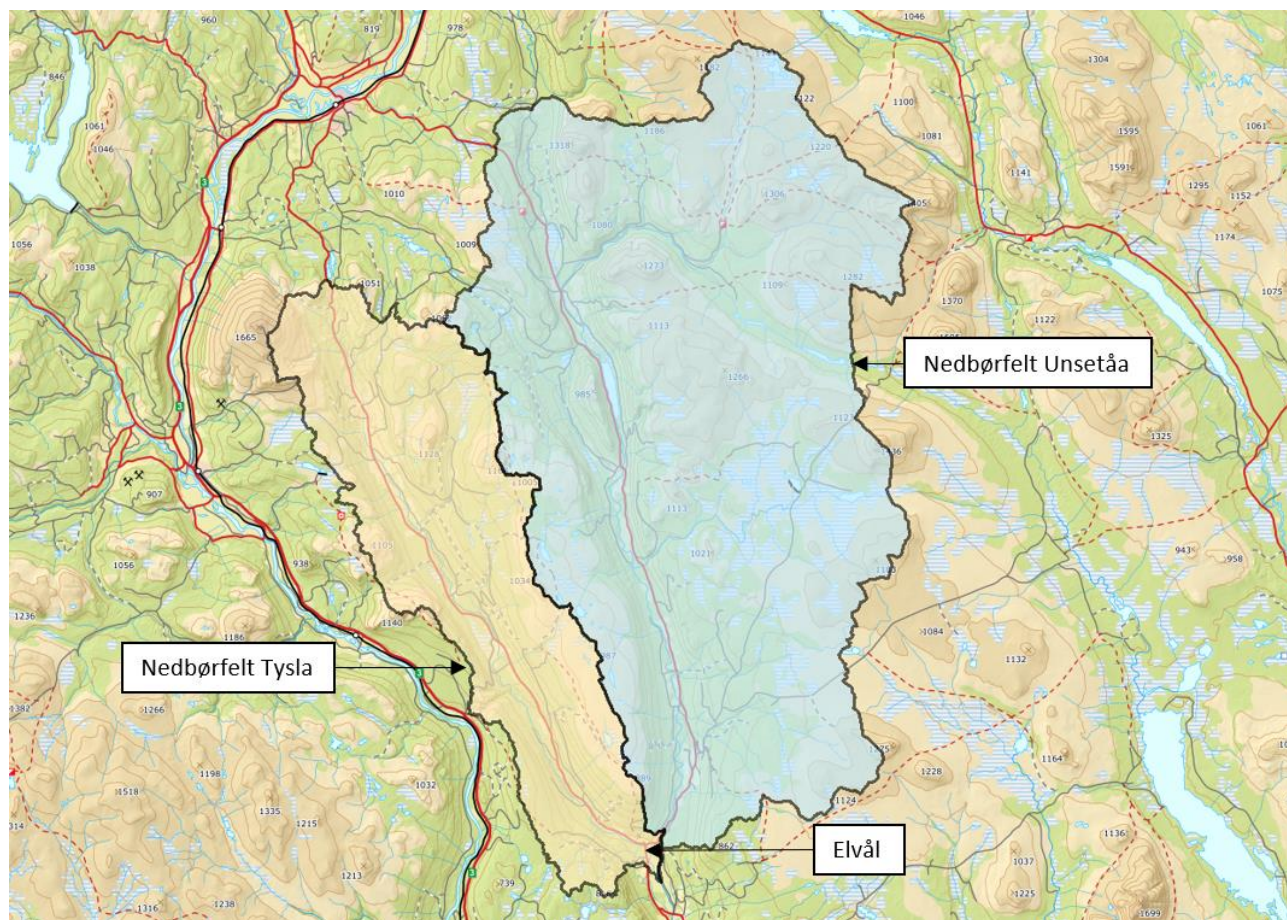
Tabell 1 Nedbørfeltparametere for Tysla og Unsetåa.

Nedbørfelt	Areal (km ²)	Eff. sjø % (%)	Høyde, min-med-maks (moh.)	Qn ¹ (l/s/km ²)
Tysla oppstrøms analyseområdet	220	0,01	280-744-1651	11,6
Tysla ved Unsetåa	230	0,01	271-739-1651	11,4
Unsetåa ved Tysla	630	0,09	272-925-1433	17,0



Figur 2 Årspolarplott for Tysla

¹ Spesifikk middelvannføring (61-90) beregnet med NVEs webapplikasjon Nevina.



Figur 3 kart med markering av nedbørfeltene til Tysla og Unsetåa ved samløpet.

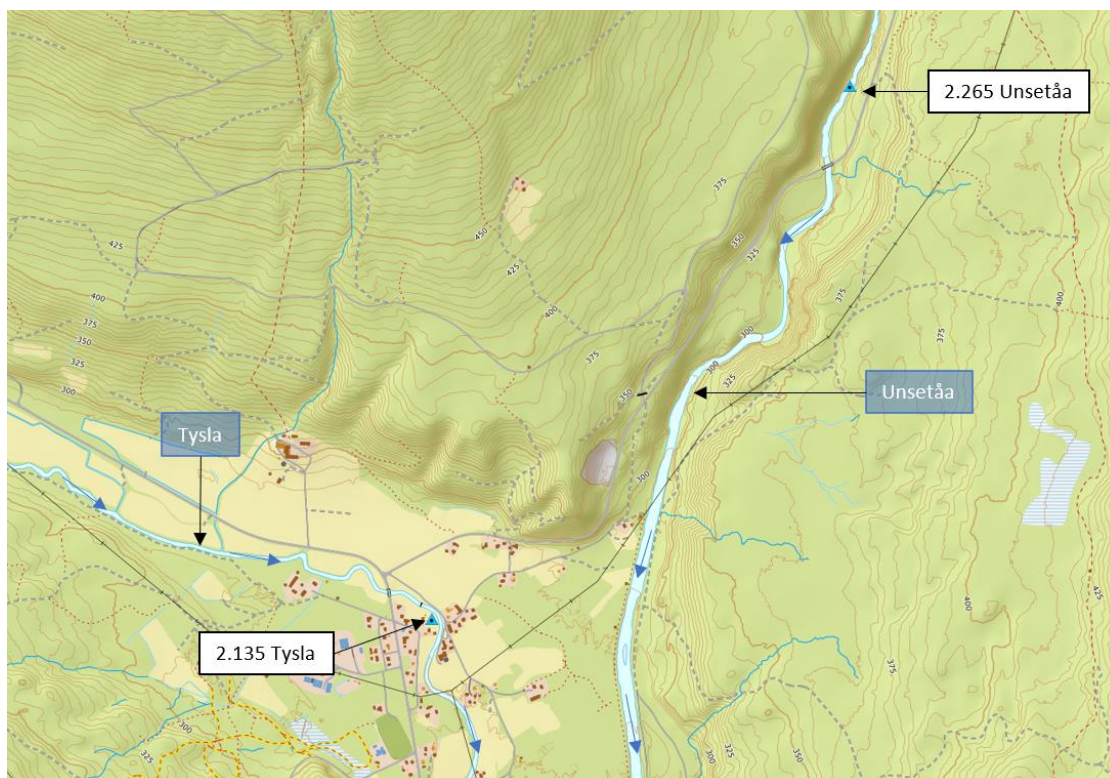
2.3 Målestasjoner i området

Målestasjonene 2.135 Tysla og 2.265 Unsetåa er benyttet i en regional flomanalyse for å fastsette flomvannføring. Stasjonene er valgt fordi de ligger i vassdragene som undersøkes. Et oversiktskart med markering av disse to vannmerkene er vist i Figur 4, mens en oversikt over relevante feltparametere er presentert i Tabell 2. Det er også valgt å inkludere vannmerkene 2.11 Narsjø og 311.460 Engeren som sammenligningsgrunnlag på grunn av lange måleserier. Informasjonen som er listet opp er hentet fra NVEs database for målestasjoner (Hydra II). Et oversiktskart som viser alle vannmerkene, er vist i Figur 5.

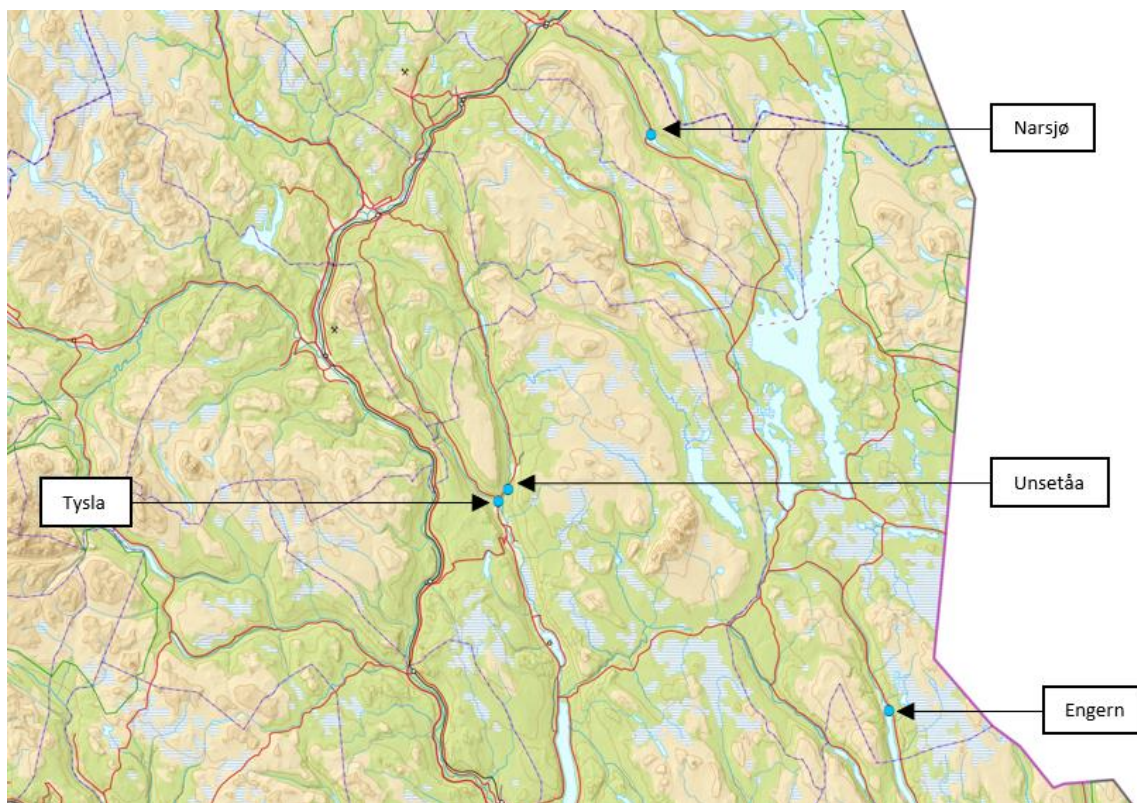
Kvaliteten på målestasjonen 2.135 Tysla er vurdert å være «bra» av NVE. For resterende de andre tre målestasjonene er kvaliteten ukjent.

Tabell 2 Representative målestasjoner med nedbørfeltparametere.

Nr.	Navn	Periode	År	Areal (km ²)	Medianhøyde (moh.)	Eff. sjø-% (%)	Årsavløp (l/s/km ²)
2.135	Tysla	1920-1996	43	229	740	0.01	12,1
2.265	Unsetåa	1962-2021	55	622	926	0.09	16,2
2.11	Narsjø	1931-2021	91	119	940	1.65	19,4
311.460	Engeren	1912-2021	110	395	837	2.99	19,6



Figur 4 Kart med markering av målestasjonene 2.135 Tysla og 2.265 Unsetåa.



Figur 5 Oversiktskart med markering av vannmerker.

2.4 Frekvensanalyse på utvalgte målestasjoner

Det er utført flomfrekvensanalyse på vannmerkene listet opp i Tabell 2. Beregningene er gjort med NVEs programvare for ekstremverdianalyse, DAGUT, ved bruk av Gumbelfordeling og GEV-fordeling. Tabell 3, Tabell 4 og Tabell 5 viser spesifikk vannføring ved middelflom, 20-årsflom og 200-årsflom for ulike måleperioder.

Estimert vannføringer varierer både mellom målestasjonene og ulike tidsperioder. Det mest tydelige avviket er at spesifikk vannføring i Tysla ligger lavere enn ved resterende vannmerker. Denne forskjellen er også til stede når lik måleperiode legges til grunn (Tabell 4). En annen tydelig effekt er at flomhendelsen i 1995 tydelig påvirker resultatet.

Tabell 3 Frekvensanalyse fra utvalgte målestasjoner med komplette måleserier.

Nr.	Navn	Type	Periode	Antall år	Areal (km ²)	Q _m (l/s/km ²)	Q ₂₀ (l/s/km ²)	Q ₂₀₀ (l/s/km ²)	Fordeling
2.265	Unsetåa	Døgn	1962-2021	55	622	165	339	547	Gumbel/GEV
2.135	Tysla	Døgn	1920-1996	43	229	97	179	270	GEV
2.11	Narsjø	Døgn	1931-2021	91	119	198	346	534	GEV
311.460	Engeren	Døgn	1912-2021	110	395	137	236	354	GEV

Tabell 4 Sammenligning av vannføring i Tysla og Unsetåa i tidsperioden 1962-1996.

Nr.	Navn	Type	Periode	Antall år	Areal (km ²)	Q _m (l/s/km ²)	Q ₂₀ (l/s/km ²)	Q ₂₀₀ (l/s/km ²)	Fordeling
2.265	Unsetåa	Døgn	1962-1996	30	622	171	382	588	Gumbel
2.135	Tysla	Døgn	1962-1996	35	229	97	189	304	GEV

Tabell 5 Sammenligning av døgn- og timesvannføring Unsetåa i tidsperioden 1999-2021.

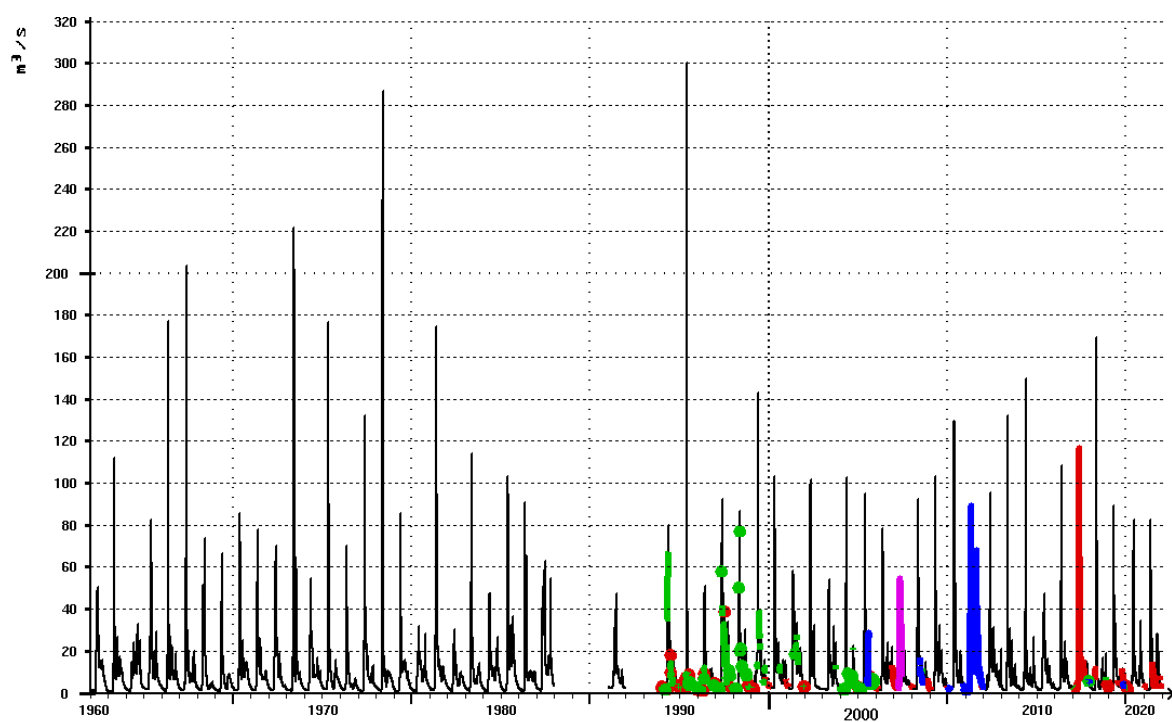
Nr.	Navn	Type	Periode	Antall år	Areal (km ²)	Q _m (l/s/km ²)	Q ₂₀ (l/s/km ²)	Q ₂₀₀ (l/s/km ²)	Fordeling
2.265	Unsetåa	Døgn	1999-2021	23	622	158	260	359	Gumbel
2.265	Unsetåa	Timer	1999-2021	23	622	170	285	394	Gumbel

2.5 Registrerte flommer og vurdering av kulminasjonsfaktor

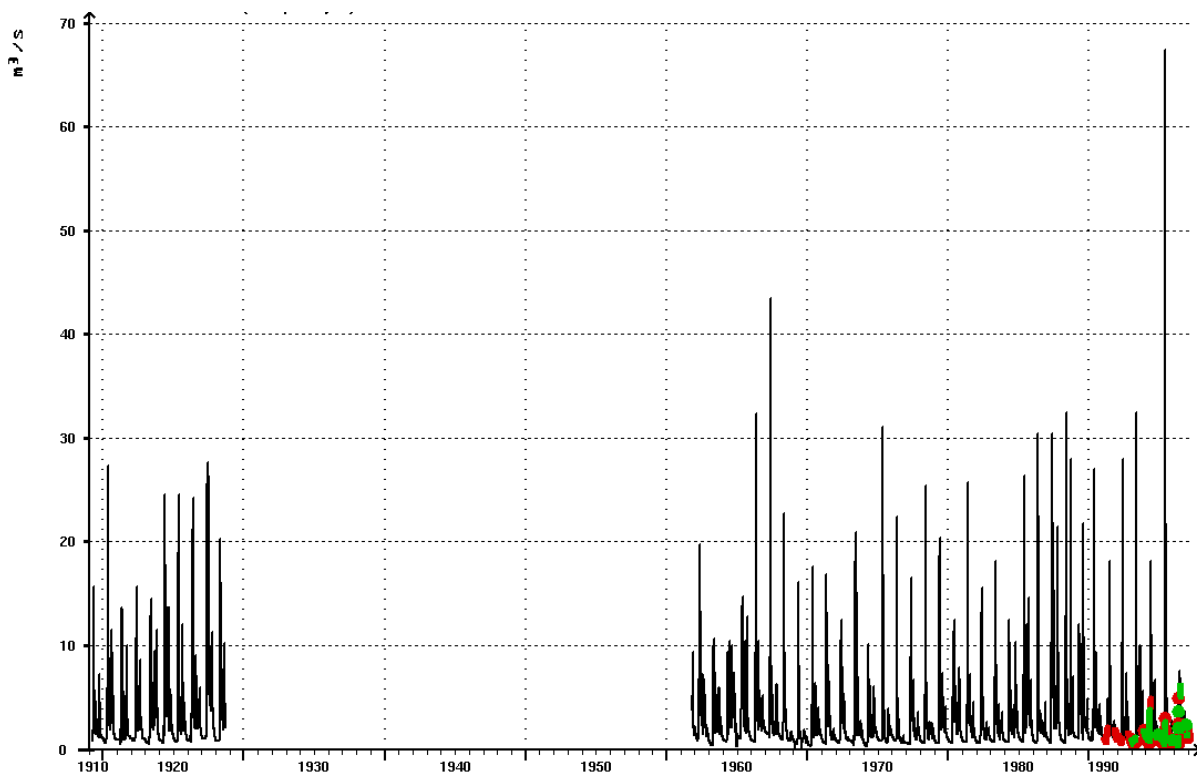
Det er registrert flere store flomhendelser i både Tysla og i Unsetåa. Vannføringsserier for begge målestasjonene er vist i Figur 6 og Figur 7. For Unsetåa er det spesielt flommene i 1995 og 1978 som skiller seg ut, mens 1995-flommen er den største som er registrert i Tysla. En oversikt over de fem største flomhendelse i Unsetåa med korresponderende flom i Tysla er vist i Tabell 6. Oversikten viser at de spesifikke vannføringene er større i Unsetåa sammenlignet med Tysla. Sammenligningen viser også at den største registrerte hendelsen i 1995 har et gjentakintervall opp mot 200-årsflom hvis resultater fra frekvensanalysen legges til grunn.

Tabell 6 Størst registrert vannføring i Tysla og Unsetåa.

Årstall	Døgnvannføring Unsetåa	Spesifikk døgnvannføring Unsetåa	Døgnvannføring Tysla	Spesifikk døgnvannføring Tysla
1995	300 m ³ /s	482 l/s/km ²	67 m ³ /s	294 l/s/km ²
1978	287 m ³ /s	461 l/s/km ²	25 m ³ /s	111 l/s/km ²
1973	221 m ³ /s	356 l/s/km ²	21 m ³ /s	91 l/s/km ²
1967	204 m ³ /s	327 l/s/km ²	43 m ³ /s	190 l/s/km ²
1966	177 m ³ /s	285 l/s/km ²	32 m ³ /s	141 l/s/km ²



Figur 6 Vannføringsserie fra Unsetåa.



Figur 7 Vannføringsserie fra Tysla.

2.6 Vurdering av kulminasjonsfaktor

Flomstørrelsene beregnet i avsnittene over gjelder i hovedsak for gjennomsnittlig vannføring over ett døgn. Maksimal flomstørrelse vil imidlertid alltid være større enn døgnmiddelverdien. Fortrinnsvis fastsettes forholdet mellom maksimal flomstørrelse og døgnmiddelflom ved å analysere de største flomhendelsene som har forekommet i vassdraget. Alternativt kan NVEs formelverk for beregning av kulminasjonsfaktor benyttes.

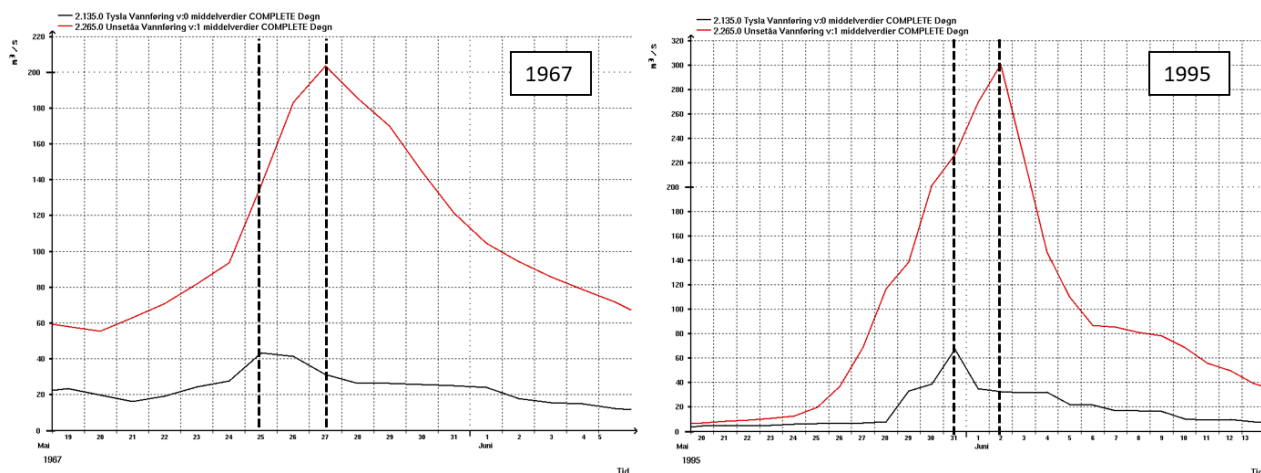
Vannmerket 2.265 Unsetåa har både døgndata og timesdata i tidsperioden 1999-2021. Hvis forholdet mellom døgn- og timesdata sammenlignes i tidsperioden, varierer forholdstallet ($Q_{\text{mom}}/Q_{\text{døgn}}$) fra 1,02-1,16 med en gjennomsnittsverdi på 1,07. Den største flomhendelsen har et forholdstall på 1,07, mens det største forholdstallet (1,16) kommer fra den nest største flomhendelsen. Hvis flomvannføringer fra frekvensanalysen benyttes varierer forholdstallet fra 1,08-1,10.

NVEs formelverk skiller mellom høst- og vårflokker. Hvis ligningen tilpasset vårflokker benyttes på nedbørfeltet til Tysla ved Unsetåa gir det et forholdstall på 1,31.

Norconsult mener det er riktig å vektlegge registrerte vannføringer og velger å benytte et forholdstall mellom døgnmiddelflom og kulminasjonsflom på 1,1 videre i denne rapporten.

2.7 Vurdering av samtidighet og flomforløp

Tysla og Unsetåa blir berørt av de samme flomhendelsene, men på grunn av feltstørrelsen, lengden på vassdraget og topografien, er flomforløpene ulike. Registrerte flomhendelser tilsier at Tysla reagerer raskere og har hurtigere flomforløp. Det er forventet, og ved simulering av kulminasjonsflom i Tysla vil en fornuftig tilnærming være å betrakte flommene i Unsetåa som stigende. Figur 8 viser en sammenligning av flommene i 1995 og 1967 som er to av de største registrerte flomhendelsene i vassdraget. Kulminasjonsflom i Tysla inntreffer ca. 2 døgn før kulminasjonsflom i Unsetåa. Vurderingene stemmer bra med tidligere betraktninger gjort av NVE (2010) som anslår at flomvannføringen i Unsetåa er 3,6 ganger større enn vannføringen i Tysla ved kulminasjon i Tysla.



Figur 8 Sammenligning av flomhendelser i Tysla og Unsetåa.

3 Resultater

3.1 Valg av spesifikk flomvannføring

Flomstørrelse i Tysla og Unsetåa er fastsatt ved bruk av målinger fra vannmerkene som ligger i nedbørfeltene. Målingene i Unsetåa vurderes som fornuftige og er benyttet uten påslag med spesifikke vannføringer som presentert i Tabell 7. Målingene i Tysla betraktes som mer usikre på grunn av stort avvik mot andre vannmerker i området. Det er derfor valgt å inkludere sikkerhetsmargin ved fastsettelse av spesifikk vannføring i vassdraget. Tabell 8 viser spesifikke vannføringer i Tysla ved 20- og 200-årsflom når det tillegges et sikkerhetspåslag fra 0-35%. Også etter oppjustering er vannføringene lavere enn hva som er registrert ved andre nærliggende målestasjoner. Vannføringer registrert i Tysla må ilegges en sikkerhetsmargin på ca. 50% for å komme opp på nivå med målingene i Unsetåa.

Variasjonen mellom Tysla og Unsetåa er ikke uventet siden Tysla ligger lavere og har mer markante fjellsider. Det gjør at snøsmeltingen i lavlandet skjer gradvis og er ferdig før den intensive snøsmeltingen i fjellet begynner. Unsetåa har større og høyere liggende områder med mindre høydeforskjell som gjør at snøsmeltingen kan inntreffe samtidig og føre til større snøsmelteflommer.

Tabell 7 Spesifikk flomvannføring i Unsetåa ved Tysla.

Gjentaksintervall (år)	20-årsflom (Q_{20}) [l/s/km ²]	200-årsflom (Q_{200}) [l/s/km ²]
Spesifikk døgnvannføring	339	547

Tabell 8 Spesifikk flomvannføring i Tysla gitt sikkerhetspåslag.

Sikkerhetspåslag	20-årsflom (Q_{20}) [l/s/km ²]	200-årsflom (Q_{200}) [l/s/km ²]
0%	189	304
10%	208	334
15%	217	350
20%	227	365
25%	236	380
30%	246	395
35%	255	410

3.2 Forholdstall mellom ulike gjentaksintervall

For å kunne skalere valgt flomvannføring mellom ulike gjentaksintervall er det satt opp en oversikt med forholdstall relativt til 200-årsflom. Oversikten er vist i Tabell 9 og er basert på frekvensanalyse på målestasjonene 2.135 Tysla og 2.265 Unsetåa. For målingene i Tysla er GEV-fordeling lagt til grunn, mens for målingene i Unsetåa er en kombinasjon mellom GEV, og Gumbel/GEV benyttet.

Tabell 9 Forholdstall mellom ulike gjentaksintervall ved 2.135 Tysla og 2.265 Unsetåa.

Forholdstall	2.135 Tysla	2.265 Unsetåa
Q_m/Q_{200}	0.32	0.30
Q_5/Q_{200}	0.42	0.40
Q_{10}/Q_{200}	0.52	0.50
Q_{20}/Q_{200}	0.62	0.62
Q_{50}/Q_{200}	0.76	0.75
Q_{100}/Q_{200}	0.88	0.87
Q_{200}/Q_{200}	1.00	1.00
Q_{500}/Q_{200}	1.18	1.19
Q_{1000}/Q_{200}	1.32	1.34

3.3 Vurdering av klimapåslag

Klimaframskrivninger for Norge tilsier en generell økning i fremtidig temperatur og nedbør, som videre vil føre til større flomhendelser. Et av unntakene fra dette er større nedbørfelt på Østlandet som er preget av snøsmelteflommer. For disse nedbørfeltene forespeiler NVEs rapport om klimaendringer at flomvannføringer vil reduseres. Vurderinger av vannmerket 2.265 Unsetåa tilsier en reduksjon fra -5% til -23% avhengig av hvilket fremtidsscenario som legges til grunn. NVEs generelle anbefaling er at 0% klimapåslag benyttes for nedbørfelt i innlandet hvor snøsmelteflommer dominerer. Med bakgrunn i tilgjengelig informasjon vurderer Norconsult at 0% klimapåslag bør benyttes for Tysla.

Norsk klimaservicesenter har også vurdert behovet for klimapåslag ved flom i Tysla og kommet med følgende anbefaling:

«Da har jeg (Deborah Lawrence) sett litt på egenskapene til nedbørfeltet, også i forhold til andre felt i dette området som har klimaframskrivninger for flom (dvs. Atnasjø 2.32 og Unsetåa 2.265). Mens Atnasjø (areal på 426 km²) har en forventet median økning på 22% (3-69% for 10nd og 90nd prosentilene), har Unsetåa (areal på 621 km²) en forventet reduksjon på -23% for 200 års-flommen. Dette gjenspeiler det vi ser med de nye klimaframskrivningene fra 2016, dvs. at det hovedsakelig er bare nedbørfeltene som ligger i Hedmark som fortsatt viser en framtidig reduksjon, og nedbørfeltene i den vestlige delen av Innlandet viser en økning med de nyere klimaframskrivningene. Økningen skyldes økt snømagasinering pga økt nedbør om vinteren som fortsatt kommer som snø, dvs. akkurat likt det som vi ser i år. Om dette gjelder i framtiden i Tysla er uklart, men på grunn av resultatene for Atnasjø kan vi ikke utelukke at en økt flomfare også forventes i Tysla. I tillegg er nedbørfeltet til Tysla ikke så stort (229 km²), og formen (som er lang og smal) til feltet er slikt at det kan konsentrere vann ganske raskt fordi det ikke er en lang avstand til elvenett. Effektiv sjøprosent er også veldig liten (0.01%) som betyr at naturlig flomdemping i feltet er lav. Derfor anbefaler jeg at dere bruker et klimapåslag på 20% for å ta høyde for en mulig økning i flomfare i framtida.»

Basert på vurderinger fra Norsk klimaservicesenter er det benyttet et klimapåslag på 20% for Tysla videre i denne flomberegningen.

3.4 Valg av flomvannføring

Tabell 10, Tabell 11 og Tabell 12 viser fastsatt vannføring i Tysla og Unsetåa ved middeflom samt 5-, 10-, 20-, 50-, 100-, 200-, 500- og 1000-årsflom. Tabell 13 viser redusert vannføring i Unsetåa for å ta hensyn til at flomtoppen i vassdraget kommer senere enn hva som er tilfelle for Tysla.

Følgende forutsetninger er benyttet ved beregning av flomvannføring:

- Kulminasjonsfaktor = 1,1
- Sikkerhetsmargin Tysla = 20%
- Sikkerhetsmargin Unsetåa = 1,0
- Klimapåslag Tysla = 20%
- Klimapåslag Unsetåa = 0%

Tabell 10 Beregnede flomvannføringer for Tysla oppstrøms analyseområdet inkl. 20 % sikkerhetsmargin.

Gjentaksintervall (år)	Spesifikk døgnvannføring (l/s/km ²)	Døgnvannføring (m ³ /s)	Kulminasjonsvannføring (m ³ /s)	Kulminasjonsvannføring inkl. klimapåslag (m ³ /s)
Middelflom (Q _m)	117	26	28	34
5-årsflom (Q ₅)	154	34	37	45
10-årsflom (Q ₁₀)	190	42	46	55
20-årsflom (Q ₂₀)	227	50	55	66
50-årsflom (Q ₅₀)	278	61	67	81
100-årsflom (Q ₁₀₀)	320	70	77	93
200-årsflom (Q ₂₀₀)	365	80	88	106
500-årsflom (Q ₅₀₀)	429	94	104	124
1000-årsflom (Q ₁₀₀₀)	481	106	116	140

Tabell 11 Beregnede flomvannføringer for Tysla ved Unsetåa inkl. 20% sikkerhetsmargin.

Gjentaksintervall (år)	Spesifikk døgnvannføring (l/s/km ²)	Døgnvannføring (m ³ /s)	Kulminasjonsvannføring (m ³ /s)	Kulminasjonsvannføring inkl. klimapåslag (m ³ /s)
Middelflom (Q _m)	117	27	30	35
5-årsflom (Q ₅)	154	35	39	47
10-årsflom (Q ₁₀)	190	44	48	58
20-årsflom (Q ₂₀)	227	52	57	69
50-årsflom (Q ₅₀)	278	64	70	84
100-årsflom (Q ₁₀₀)	320	74	81	97
200-årsflom (Q ₂₀₀)	365	84	92	111
500-årsflom (Q ₅₀₀)	429	99	108	130
1000-årsflom (Q ₁₀₀₀)	481	111	122	146

Tabell 12 Beregnede flomvannføringer for Unsetåa ved Tysla (uten klimapåslag og sikkerhetsmargin).

Gjentaksintervall (år)	Spesifikk døgnvannføring (l/s/km ²)	Døgnvannføring (m ³ /s)	Kulminasjonsvannføring (m ³ /s)
Middelflom (Q _m)	165	104	114
5-årsflom (Q ₅)	217	137	150
10-årsflom (Q ₁₀)	276	174	191
20-årsflom (Q ₂₀)	339	214	235
50-årsflom (Q ₅₀)	412	260	286
100-årsflom (Q ₁₀₀)	477	301	331
200-årsflom (Q ₂₀₀)	547	345	379
500-årsflom (Q ₅₀₀)	648	409	449
1000-årsflom (Q ₁₀₀₀)	732	462	508

Tabell 13 Redusert vannføring i Unsetåa (3,6x vannføring i Tysla) som benyttes i modellering.

Gjentaksintervall (år)	Spesifikk døgnvannføring (l/s/km ²)	Døgnvannføring (m ³ /s)	Kulminasjonsvannføring (m ³ /s)
Middelflom (Q _m)	154	97	108
5-årsflom (Q ₅)	200	126	140
10-årsflom (Q ₁₀)	251	158	173
20-årsflom (Q ₂₀)	297	187	205
50-årsflom (Q ₅₀)	365	230	252
100-årsflom (Q ₁₀₀)	422	266	292
200-årsflom (Q ₂₀₀)	479	302	331
500-årsflom (Q ₅₀₀)	565	356	389
1000-årsflom (Q ₁₀₀₀)	633	400	439

3.5 Sammenligning mot tidligere flomberegninger

Flomberegning NVE (2014) [2]

I forbindelse med tidligere flomsikringsarbeid ved Elvål utarbeidet NVE en flomberegning for Tysla. Beregningene ble i hovedsak basert på målinger fra vannmerke 2.135 Tysla med måleperiodene 1919-1928 og 1961-1996. Resultater fra beregningene er vist i Tabell 14.

For Tysla og måleperioden 1962-1995 ble spesifikk middelflomverdi estimert til 99 l/s/km². Det er betydelig lavere enn spesifikk middelflom som er målt ved andre målestasjoner i området. Av den grunn, og som en konservativ tilnærming, valgte NVE å oppjustere flomverdien til 125 l/s/km². Skalering til høyere gjentaksintervall ble gjort med forholdstall hentet fra frekvensanalysen på målestasjonen i nedbørfeltet. Forholdet mellom døgnmiddelflom og kulminasjonsflom ble beregnet til 1,31 ved bruk av NVEs formelverk for vårflokker. Klimapåslag ble vurdert, men ikke inkludert. En oppsummering av forutsetninger er vist i Tabell 15.

Tabell 14 Fastsatte flomverdier i Tysla fra NVE-rapport (2014).

Flomsituasjon	Middelflom (Q _m)	20-årsflom (Q ₂₀)	200-årsflom (Q ₂₀₀)
Døgnmiddelflom (l/s/km ²)	125	231	334
Døgnmiddelflom (m ³ /s)	29	53	77
Kulminasjonsflom (m ³ /s)	38	70	101

Tabell 15 Forutsetninger valgt i NVEs flomberegning

Forutsetning	Verdi
Areal	231 km ²
Kulminasjonsfaktor	1,31
Sikkerhetsmargin	1,26
Klimapåslag	0 %

Vannlinjeberegning, Tysla-Elvål, Rendalen kommune (2015) [3]

NVEs vannlinjeberegning fra 2015 benytter flomberegningen fra 2014 som hydrologisk grunnlag. I tillegg til flomberegningen opplyser NVE at vannlinjemodellen har kalibreringsdata fra 2013 og 2014 med vannstand og vannføringsmålinger som gitt i Figur 9. Vannføringene er større enn hva som er registrert ved vannmerke 2.135 Tysla. Etter avklaringer med NVE er det konkludert at «kalibreringsdataene» ikke er tilstrekkelig gode, og at opplyste vannføringer er beregnet teoretisk, sannsynligvis ved bruk av oppmålte tverrsnitt. Vannføringene er derfor ikke vektlagt i denne flomberegningen.

Dato	Q m ³ /s	Års flom	Avlest vannstand	Sim. vannstand
10.05.2013	86	<200	282.50	282.63
20.05.2014	73	~100	282.27	282.13
23.05.2014	65	~100	282.12	282.09

Figur 9 Kalibreringsdata benyttet av NVE [3].

Beregning av vannstand for 200 års flom i Tysla elva, internt notat (2021) [4]

Hvilke hydrologiske forutsetninger som er gjort ved nyere vurdering av 200-årsvannstand i Tysla er krevende å lese ut av rapporten. Rapporten opplyser at grunnlaget er hentet fra flomberegningen «Flomberegning for Glommavassdraget oppstrøms Vorma». Denne rapporten opplyser at 200-årsflom i Tysla er 71 m³/s, mens NVE-notat opplyser at 101 m³/s er benyttet. Siste verdi samsvarer med flomberegningen fra 2014. Nyere rapport skiver også at 20% klimapåslag er benyttet basert på klimaprofil for Oppland. Det er ikke mulig å lese ut fra rapporten om påslaget faktisk er inkludert og vanskelig å forstå hvor i klimaprofilen 20% anbefales. Ellers ser forutsetningene og modellen ut til å være den samme som i 2015.

Sammenligning med vurderinger gjort av Norconsult

Tidligere beregninger gjort av NVE har litt andre forutsetninger enn hva som er lagt til grunn av Norconsult i denne flomberegningen. En sammenligning av forutsetningene er vist i Tabell 16. På tross av litt ulike forutsetninger og valg av verdier blir kulminasjonsvannføring ved 200-årsflom forholdsvis lik.

Tabell 16 Sammenligning av forutsetninger i ny og eksisterende flomberegning.

Forutsetning	Verdi NVE	Verdi Norconsult
Kulminasjonsfaktor	1,31	1,10
Sikkerhetsmargin	1,26	1,20
Klimapåslag	0 %	20%

4 Referanser

4.1 Bilag

Bilag 1 - Frekvensplott

4.2 Referanser

Litteratur:

- [1] NVE (2014), *Retningslinjer for flomberegninger*, nr. 4/2011
- [2] NVE (2014), *Flomberegning Tysla*, notat 002
- [3] NVE (2015), *Vannlinjeberegning, Tysla-Elvål, Rendalen kommune*
- [4] NVE (2021), *Beregning av vannstand for 200 års flom i Tysla elva*, internt notat