



Bilde: Setnesgrova som går under E136 i Veblungsnes. Kilde: Asplan Viak

RAPPORT Flomvurdering Setnesgrova

Planarbeid E136 Dombås-Vestnes Strekningen Veblungsnes

Nasjonal PlanID: NV15E136VV

Prosjekt nr.:	629042-06
Oppdragsgiver:	Nye Veier AS

Revisjonsoversikt

Revisjon	Dato	Utarbeidet av	Kontrollert av	Godkjent av
00	08.09.22	HMK/AV	MSL/AV	GSY/VN
01	22.11.22	HMK/AV	MSL/AV	LIS/VN

Endringsoversikt

Revisjon	Endringsbeskrivelse
00	<i>Flomvurdering av eksisterende situasjon</i>
01	<i>Vurdering av hyppighet for oversvømmelse av vei (kap. 8)</i>

Forord

E136 på stekningen fra Dombås til Vestnes er en del av hovedveiforbindelsen mellom Vestlandet og Østlandet. Nye Veier har ansvar for planlegging og bygging av denne veistrekningen.

På vegne av Nye Veier har Plan AAV utført flomvurdering av Setnesgrova, i forbindelse med reguleringsplan for E136 Veblungsnes. Flomvurderingen er utført i henhold til krav gitt i Statens vegvesens vegnormaler, samt veiledere og retningslinjer fra NVE og SVV, og inngår som en del av grunnlaget for utarbeidelse av reguleringsplan E136 Veblungsnes.

Kontaktinformasjon:

Fagansvarlig for hydrologi:

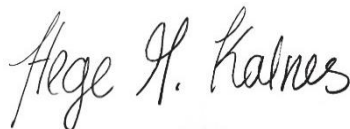
Asplan Viak, Hege Merete Kalnes, 94180886, hege.kalnes@asplanviak.no

Oppdragsleder Plan AAV:

ViaNova, Geir Syrtveit, 90886230, geir.syrtveit@vianova.no

Trondheim, 22.11.2022

Dato/Sted



Signatur av fagansvarlig hydrologi HEGE MERETE KALNES

Innhold

1	Sammendrag	5
2	Innledning	6
3	Bakgrunn for flomvurdering av Setnesgrova	7
4	Forutsetninger, regelverk og grunnlag	8
4.1	Generelle forutsetninger	8
4.2	Områdebeskrivelse	8
4.3	Krav til dimensjonering	9
4.4	Beregningsforutsetninger	13
4.5	Utarbeidelse og bruk av flomsonekart	13
5	Flomberegninger	14
5.1	Beskrivelse av nedbørfelt	14
5.2	Tilgjengelige observerte data	15
5.3	Beregning av 200-årsflom	18
5.4	Oppsummering og endelig estimat	22
5.5	Fordeling av tilsig	23
6	Hydrauliske beregninger	25
6.1	Programvare og modelltype	25
6.2	Modelloppsett	25
6.3	Resultater fra hydraulisk beregning	29
7	Kapasitetsvurdering	33
7.1	Eksisterende situasjon	33
7.2	Aktuelle tiltak	34
8	Vurdering av oversvømmelseshyppighet	36
8.1	Beregning av kritisk vannføring	36
8.2	Beregning av hyppighet/returperiode	38
9	Konklusjon og anbefalinger	40
10	Referanseliste	41
11	Vedlegg	42

1 Sammendrag

Det er gjennomført flomvurdering av Setnesgrova, i forbindelse med reguleringsplan for E136 Veblungsnes. Som en del av denne vurderingen er det foretatt flomsonekartlegging av bekken, som dekker hele hovedløpet ned til utløp i sjø/Rauma. Kartleggingen er basert på hydrologiske og hydrauliske beregninger, og er utført for 200-årsflom inkludert 40% klimapåslag og 10% usikkerhetspåslag (gjelder for sikkerhetsklasse V2). Hovedfokuset i rapporten er flomvannstander og kapasitet ved krysningen med E136, hvor det er undersøkt om dimensjoneringskrav i Vegnormal N200 er oppfylt. Det bemerkes at disse dimensjoneringskravene kun gjelder for ny vei.

Nedbørfeltet til Setnesgrova ved krysningen med E136 har en størrelse på 1.3 km², og består hovedsakelig av skog. Flomberegninger er utført med flere typer flomfrekvensanalyser og nedbør-avløpsmetoder, og dimensjonerende flomvannføring (inkl. klima og usikkerhet) er estimert til $Q_{dim,200} = 5.3 \text{ m}^3/\text{s}$. På grunn av at strekningen som er kartlagt er såpass lang, er det valgt å fordele vannføringen på tre lokale tilsig.

Det er utført hydrauliske beregninger med en todimensjonal hydraulisk modell i programmet HEC-RAS. Beregningene er utført for situasjon med både åpent og tilstoppet (1/3 av innløpshøyde) gjennomløp under E136. Resultatene viser at **eksisterende kulvert ikke har tilstrekkelig kapasitet** i forhold til gjeldende dimensjoneringskrav, verken i åpen eller tilstoppet tilstand. Ved tilstopping blir i tillegg E136 overtoppet, med flomvann over vegbanen. Beregning av oversvømmelsehyppighet viser at dette er noe som kan opptre relativt jevnlig i et fremtidig klima hvis kulverten blir tilstoppet.

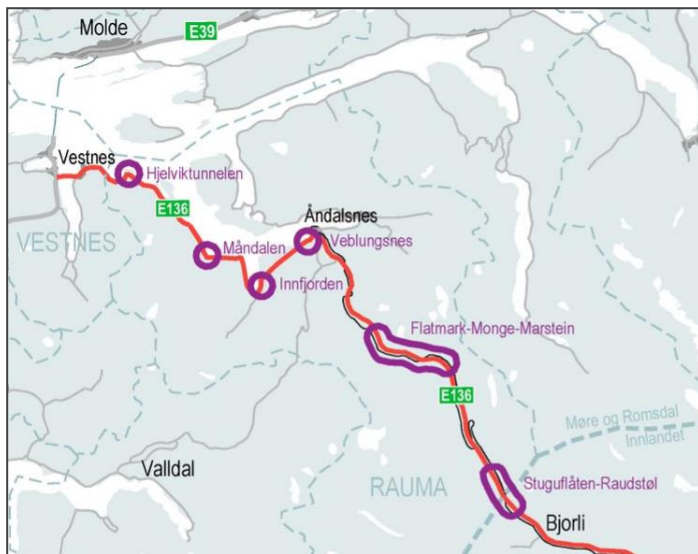
Hvis det velges å etablere ny vei ved bekkekrysningen, vil det være behov for å gjøre tiltak for å øke kapasiteten. Både anleggelse av et ekstra gjennomløp og full utbygging av eksisterende kulvert er aktuelt. Sistnevnte er spesielt aktuelt med tanke på at det muliggjør å åpne deler av den nokså lange bekkelukkingen.

Hvis det skal gjøres tiltak i bekken, er det anbefalt å gjennomføre analyser for situasjon med valgte tiltak. Dette er både for å undersøke om de er tilstrekkelig dimensjonert, og for å kartlegge eventuelle konsekvenser. Det burde da også sees nærmere på erosjonsforhold og behov for erosjonssikring.

2 Innledning

Nye Veier AS ble opprettet av Stortinget i 2016 med mål om å oppnå en effektiv og helhetlig utbygging, drift og vedlikehold av trafikksikre riksveger. Stortinget har gitt Nye Veier mandat til å prioritere rekkefølgen på prosjektene ut ifra samfunnsøkonomisk lønnsomhet.

E136 på stekningen fra Dombås til Vestnes er en del av hovedveiforbindelsen mellom Vestlandet og Østlandet. Nye Veier har denne veistrekningen i sin portefølje og har nå prioritert å starte opp planarbeidet.



Figur 2-1 Strekingen E136 Dombås-Vestnes.

Dagens E136 er av variabel standard, og sikkerhet og framkommelighet er ikke tilfredsstillende. Veien er en viktig transportkorridor, særlig for næringstrafikken. Store deler av strekingen har i dag dårlig veistandard med krappe svinger, mange kryss og avkjørsler. Det er i tillegg identifisert elleve skredpunkter på strekingen. Det er trafikale problemer knyttet til stigning oppover Romsdalen, og til vinterdrift i snøtungt område rundt Bjorli.

Dette oppdraget ser i hovedsak på to strekninger:

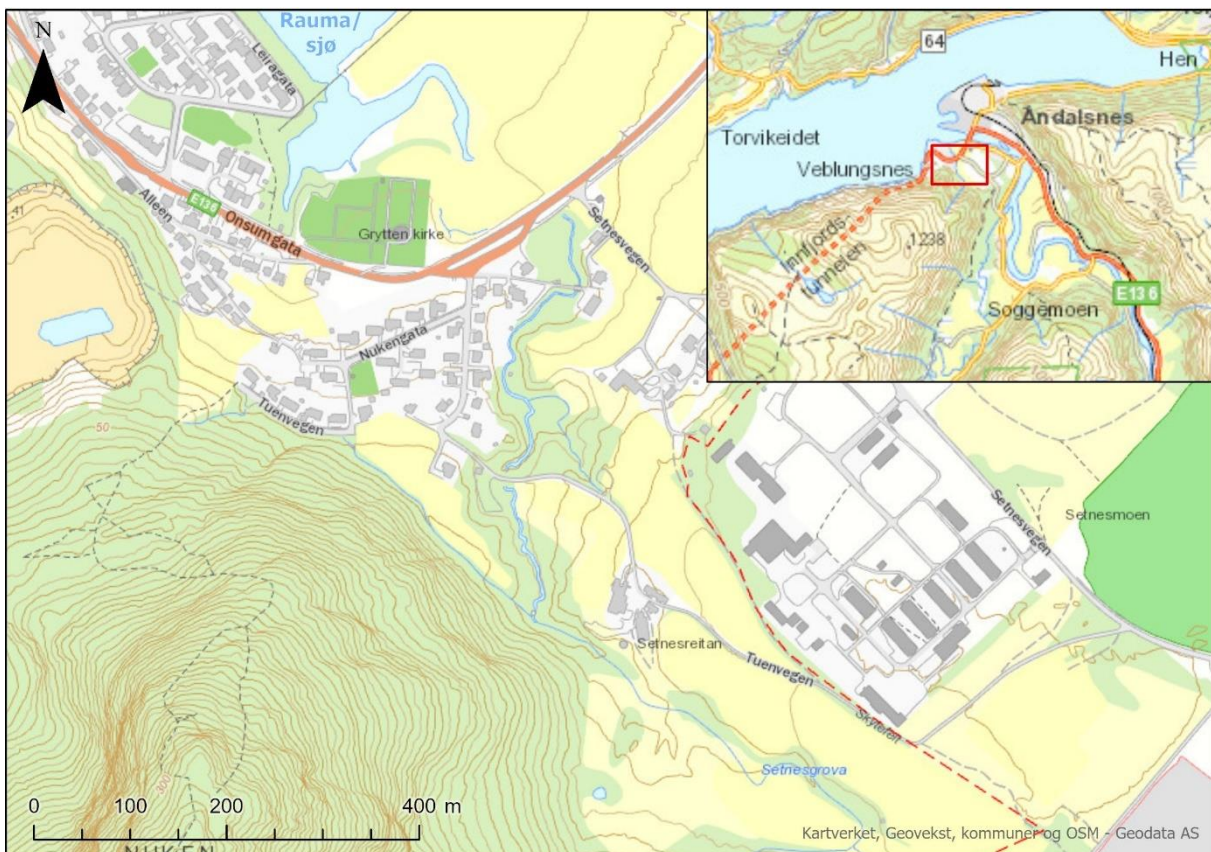
1. Fullføring av et allerede påbegynt reguleringsplanarbeid for strekingen Flatmark-Monge-Marstein hvor Statens vegvesen har utarbeidet forslag til reguleringsplan og oversendt forslaget til Rauma kommune for behandling. I samråd med Nye Veier har Rauma kommune valgt å ikke ta saken opp til behandling i påvente av at Nye Veier går igjennom planmaterialet for å se etter optimaliseringsmuligheter, både i forhold til prissatte og ikke prissatte konsekvenser av planforslaget.
2. Utarbeidelse av reguleringsplan forbi Veblungsnes. Her har Statens vegvesen utarbeidet et grunnlag for utarbeidelse av reguleringsplan. Nye Veier har fått vedtatt i Rauma kommune at tunnelalternativet, som også foreslått av Statens vegvesen, nå er lagt bort.

I tillegg inneholder oppdraget en opsjon på mulig utrednings- og planarbeid på strekingen Veblungsnes – Vestnes.

3 Bakgrunn for flomvurdering av Setnesgrova

E136 krysser bekken Setnesgrova i Veblungsnes – se Figur 3-1. Bekken har ikke blitt kartlagt før, og det er ukjent om dagens vanngjennomløp oppfyller krav til vannhåndtering gitt i Vegnormal N200 *Vegbygging* (2021). Bekken går også igjennom to kvikkleiresoner, og det er en fare for at erosjon i bekken kan utløse skred.

Denne rapporten omhandler flomsonekartlegging av Setnesgrova, basert på hydrologiske og hydrauliske beregninger. Kartleggingen er gjort for å vurdere flomvannstand og kapasitet ved kryssningen med E136. Rapporten skal benyttes som et kunnskapsgrunnlag for å avklare behov for tiltak, slik at sikkerhet mot flom ivaretas for vegstrekningen.



Figur 3-1 Oversiktskart som viser hvor E136 krysser Setnesgrova.

4 Forutsetninger, regelverk og grunnlag

4.1 Generelle forutsetninger

Flomsonekartleggingen av Setnesgrova utføres for å avklare om den kryssende vegstrekningen er utsatt for flom.

Hovedfokuset i rapporten er flomvannstander og kapasitet. Det er ikke gjort nærmere undersøkelser av erosjonsforhold, men resultatene av kartleggingen kan benyttes til vurdering av erosjon på et senere tidspunkt. Det er videre forutsatt at bekkeflommen opptrer samtidig som en høyvannssituasjon i sjøen, da det er flomvannstander som er i hovedfokus. Hvis det skal gjøres erosjonsvurderinger/-beregninger for den nedre delen av Setnesgrova, ved utløpet til Rauma/sjøen, bør det legges til grunn en lavvannssituasjon.

Kartleggingen er utført for dagens tilstand i vassdraget, og det er gitt generelle anbefalinger/forslag til tiltak for å ivareta flomsikkerhet. Det bemerkes at krav til flomsikkerhet gitt i Staten vegvesens vegnormaler kun gjelder for *ny* veg.

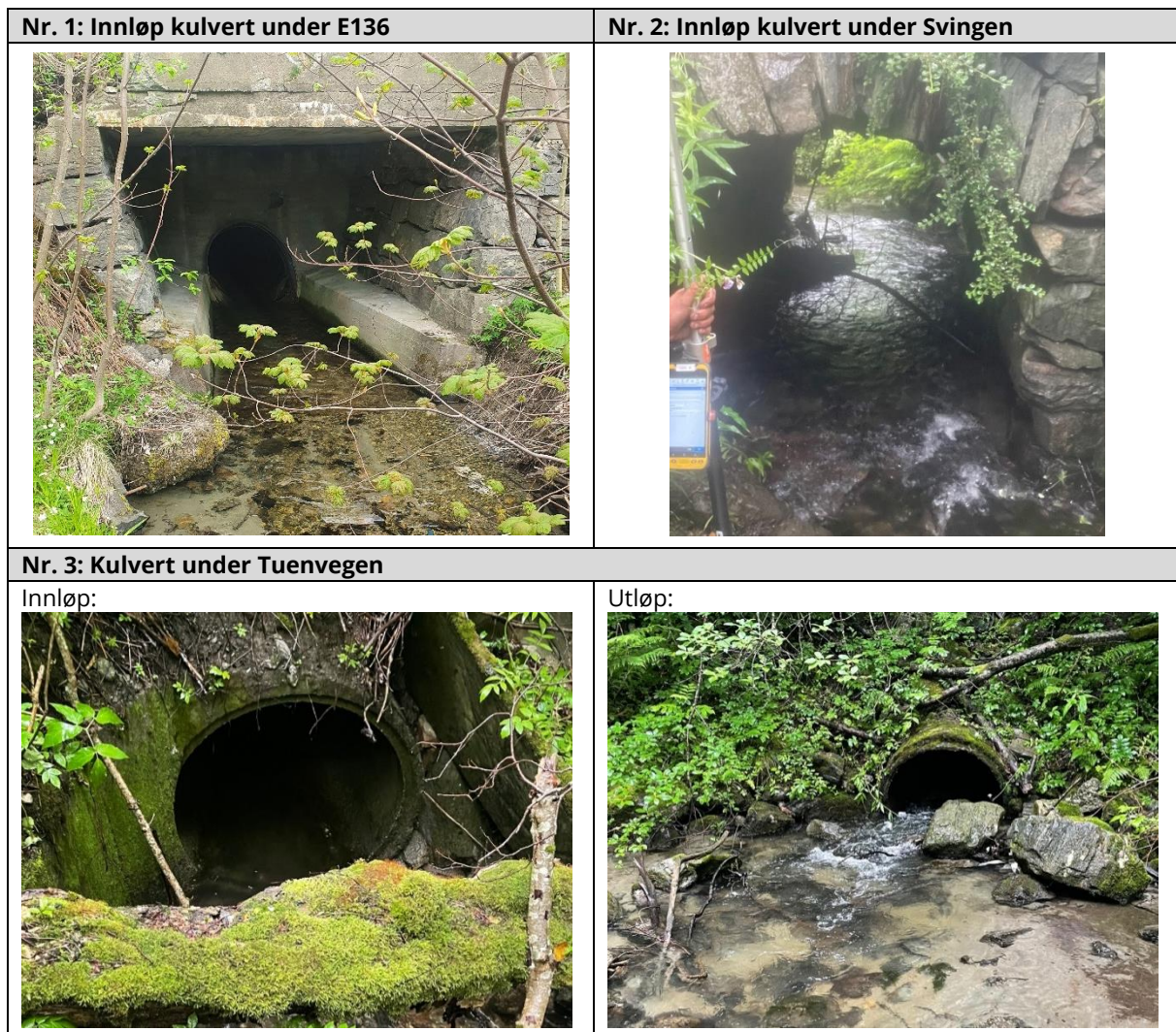
Kartleggingen hensyntar ikke eventuell vannstrømning gjennom masser i bakken – analysene ser på grunnen som impermeabel. Videre er det forutsatt at terrenget forholder seg konstant under flomsituasjonen – altså er ikke eventuelle terrengendringer som følge av erosjon, utglidninger og/eller sedimentasjon hensyntatt.

4.2 Områdebeskrivelse

Setnesgrova krysser tre veger før utløpet til Rauma/sjø – se Figur 4-1. Informasjon om vanngjennomløpene er hentet fra SVVs karttjeneste Vegkart samt befaring (foretatt av Lingen Grunnboring 06.07.2022). Alle vanngjennomløpene klassifiseres som kulverter etter Statens vegvesens definisjon (se Tabell 4-5).



Figur 4-1 Kart som viser vanngjennomløp (kulverter) i Setnesgrova.



Figur 4-2 Bilder av vanngjennomløp (kulverter) i Setnesgrova. Kilde: Asplan Viak og Lingen Grunnboring.

Tabell 4-1 Beskrivelse av vanngjennomløp i Setnesgrova.

Nr. / navn	Beskrivelse	Dimensjoner	Høyder [moh.]	
			Innløp	Utløp
Kulvert 1 – E136	Løpet er todelt; første del er stålrør, siste og lengste del er plastrør. Begge løp er korrugert.	D = 1.4 m	2.55	0.48
Kulvert 2 – Svingen	Gammel kulvert i naturstein. Noe ujevn form - tilnærmet rektangulært løp.	BxH = ca. 2x2 m	3.20	3.15
Kulvert 3 – Tuenvegen	Gammelt betongrør.	D = 1.0 m	10.10	8.65

4.3 Krav til dimensjonering

4.3.1 Dimensjonerende flomvannføring

Dimensjonerende vannføring beregnes etter følgende formel, gitt i Vegnormal N200;

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

Der $Q_{dim,T}$ er dimensjonerende vannføring, og er produktet av flomvannføring med et gitt gjentaksintervall (Q_T), påslag for klima (F_k) og en usikkerhetsfaktor (F_u).

4.3.1.1 Sikkerhetsklasse for flom og gjentaksintervall

Gjentaksintervall for flom bestemmes fra sikkerhetsklassen vegen faller under (se Tabell 4-2) og konstruksjonstype.

Basert på informasjon om trafikkmengde fra SVVs karttjeneste Vegkart, hadde strekningen av E136 i Veblungsnes en ÅDT på 3700 i 2021, noe som plasserer vegstrekningen i **sikkerhetsklasse V2**. Det er også begrenset med omkjøringsmuligheter på strekningen.

I henhold til krav i Vegnormal N200, settes dimensjonerende gjentaksintervall følgelig til **T_{dim} = 200 år** (se Tabell 4-2). Dette er også gjeldende gjentaksintervall for vanngjennomløp som klassifiseres som bru (spennvidde over 2.5 meter), i henhold til Vegnormal N400 *Bruprosjektering* (2022).

Tabell 4-2 Sikkerhetsklasse for flom og dimensjonerende gjentaksintervall basert på årlig trafikkmengde (ÅDT), hentet fra Vegnormal N200.

Sikkerhets-klasse	ÅDT	Returperiode for flomhendelse			
		Med omkjøring		Uten omkjøring	
		Tverrdrenering	Langsgående drenering	Tverrdrenering	Langsgående drenering
V1	0 - 500	50 år	50 år	100 år	50 år
V2	500 - 4000	100 år	50 år	200 år	100 år
V3	> 4000	200 år	100 år	200 år	100 år

4.3.1.2 Klimafaktor

Økt regnintensitet som følge av klimaendringer vil føre til større flommer i små vassdrag over hele landet. I NVEs *Veileder for flomberegninger* (1/2022), er det anbefalt å benytte et klimapåslag på minst 20% for alle nedbørfelt med areal mindre enn 60 km². Generelt vil økt regnintensitet som følge av klimaendringer få større effekt i vassdrag som reagerer raskt på nedbør.

Vegnormal N200 gir krav til klimafaktor for små og store nedbørfelt i Norge – se Tabell 4-3. I henhold til kravet for små nedbørfelt i Møre og Romsdal, benyttes en klimafaktor på **F_k = 1.4** (40% påslag).

Tabell 4-3 Klimafaktorer for små og store nedbørfelt i Møre og Romsdal, hentet fra Vegnormal N200.

Fylke	Klimafaktor, F _k	
	Små nedbørfelt	Store nedbørfelt
Møre og Romsdal	1.4	1.4

4.3.1.3 Usikkerhetsfaktor

For alle anlegg med levetid over 50 år skal det brukes en usikkerhetsfaktor, for å hensynta usikkerhet i beregningene. Usikkerhetsfaktoren som skal benyttes velges ut ifra hvilken sikkerhetsklasse konstruksjonen tilhører (se Tabell 4-4).

I henhold til kravet for konstruksjoner i sikkerhetsklasse V2, benyttes en usikkerhetsfaktor på $F_u = 1.1$ (10% påslag).

Tabell 4-4 Usikkerhetsfaktor for ulike sikkerhetsklasser for flom, hentet fra Vegnormal N200.

Sikkerhetsklasse	Usikkerhetsfaktor, F_u
V1 eller F1	1.0
V2 eller F2	1.1
V3 eller F3	1.2

4.3.2 Dimensjonering av vanngjennomløp

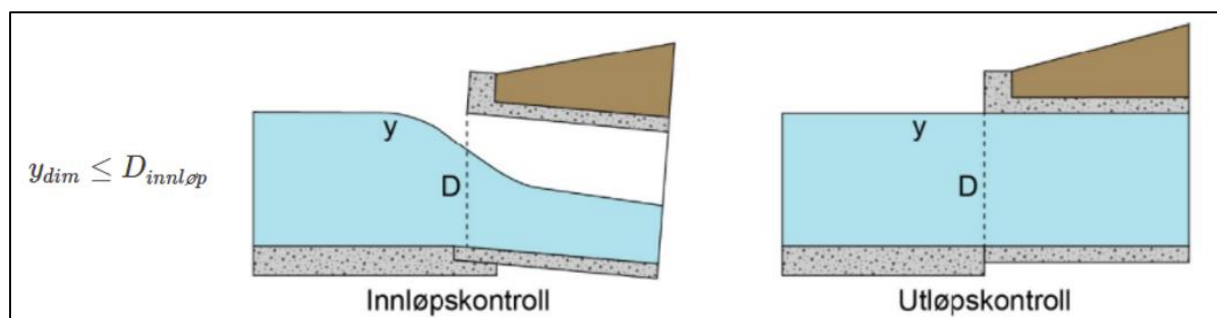
Et vanngjennomløp defineres som kulvert eller bru avhengig av spennvidde/diameter - se Tabell 4-5. Dimensjoneringskrav for de to konstruksjonstypene er gitt i påfølgende underkapitler.

Tabell 4-5 Definisjon av kulvert og bru i henhold til Statens vegvesens vegnormaler.

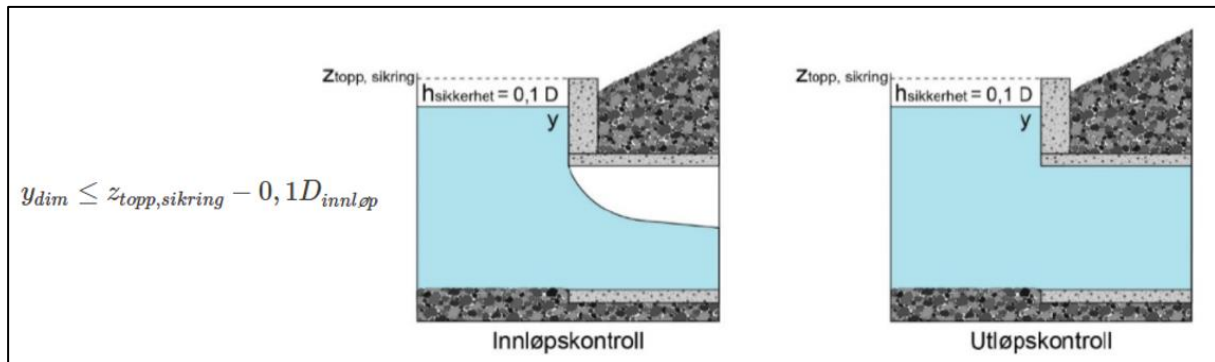
Type konstruksjon	Definisjon
Kulvert	Vanngjennomløp på tvers av vegen, med spennvidde/diameter opptil 2.5 meter.
Bru	Bærende konstruksjon med spennvidde større enn eller lik 2,5 meter og som skal bære trafikklaster. Med bru menes også nedfylte konstruksjoner som kulverter og rør med spennvidde eller diameter på 2.5 meter eller mer.

4.3.2.1 Dimensjonering av kulverter

Krav til dimensjonering av kulvert er omfattet i Vegnormal N200 *Vegbygging* (2021), og er illustrert i Figur 4-3 og Figur 4-4. For fyllinger uten tett sikring, skal vanddybden ved innløpet ikke være høyere enn toppen av innløpet ved dimensjonerende flom. Ved bruk av tett sikring, som hindrer skader på fyllingen som følge av vanninntrenging eller erosjon, tillates en vanddybde opptil $0.1 \cdot D$ under toppen av sikringen.

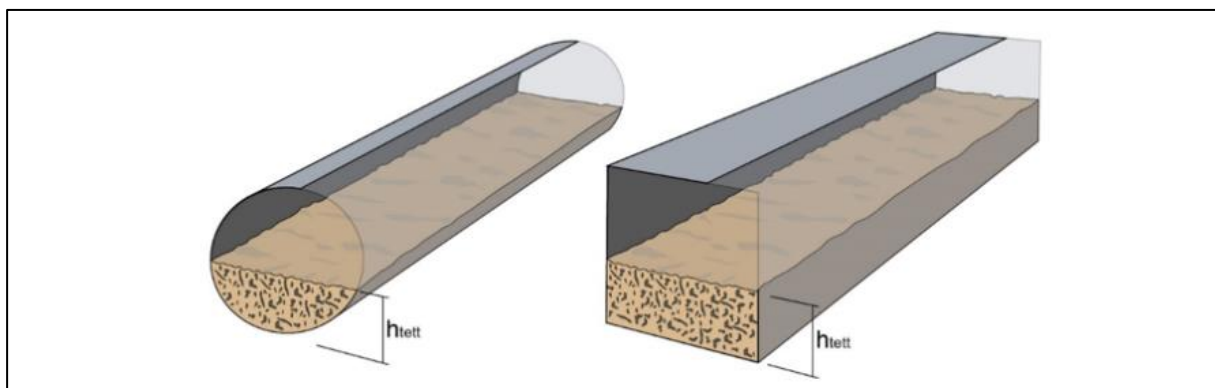


Figur 4-3 Dimensjoneringskriterier for vanddybde ved kulvertinnløp for fyllinger uten tett sikring. Figuren er hentet fra Vegnormal N200.



Figur 4-4 Dimensjoneringskriterier for vanddybde ved kulvertinnløp for fyllinger med tett sikring. Figuren er hentet fra Vegnormal N200.

Det skal også hensyntas at gjennomløpet kan bli delvis gjentettet, på grunn av masseavsetning og/eller gjenising – se Figur 4-5. Forventet/dimensjonerende gjentetting skal i utgangspunktet antas å være 1/3 av innløpets høyde. Ved bruk av inntaksrist, fangrist eller fangdam, eller i tilfeller der det kan vises at det forekommer lite massetransport, kan man anta en lavere gjentettingsgrad opp til fullt tverrsnitt i kapasitetsberegningen. Det er ikke bakgrunn for å velge en lavere gjentettingsgrad for Setnesgrova, og følgelig benyttes **1/3** av innløpshøyden. Det er også sett på situasjon med åpent gjennomløp, for å undersøke om tiltak og/eller økt vedlikehold for å hindre gjentetting vil kunne bidra til å oppfylle ønsket kapasitet.



Figur 4-5 Dimensjonerende gjentetting av kulverter. Figuren er hentet fra Vegnormal N200.

4.3.2.2 Dimensjonering av bruer

Krav til dimensjonering av bruer er omfattet i Vegnormal N400 *Bruprosjektering* (2022). For bruer over vassdrag, er det krav til at det skal være **minimum 50 cm klaring** mellom overbygningen og dimensjonerende flomhøyde. Den dimensjonerende flomhøyden tilsvarer høyeste vannstand som opptrer ved 200-årsflom inkludert påslag for klima og usikkerhet.

For buede overbygninger, avhenger kravet til fribord av utformingen på konstruksjonen. For sirkulære rør, gjelder kravet til topp innvendig rør. For bue-, fagverks- eller sprengverksbru med lav kapasitet i tverretning, må hele konstruksjonen ha en klaring på mer enn 50 cm.

4.4 Beregningsforutsetninger

4.4.1 Flomberegninger

Flomberegninger er utført for Setnesgrova ved krysningen med E136, og er utført i henhold til NVEs *Veileder for flomberegninger* (1/2022).

I flomberegningene er det benyttet en rekke hydrologiske data fra NVEs databaser og karttjenester, samt meteorologiske data fra Norsk Klimaservicesenter. Nedbørfelt og feltparametere er generert via NVEs karttjeneste NEVINA, og validert via overflatemodellen SCALGO Live. Beregningsmetoder og endelig estimat er basert på tilgjengelige observerte data, samt egnethet i forhold til feltegenskaper.

Strekningen av Setnesgrova som skal kartlegges er nokså lang, og det er relativt store tilsig som strømmer inn i bekken sett i sammenheng med det totale feltet. For å hensynta dette, er den totale flomvannføringen (beregnet ved E136) fordelt på tre tilsig ved bruk av beregnet spesifikk vannføring og delfeltareal. Hvor tilsigene plasseres, og tilhørende delfeltareal, er vurdert fra analyser i SCALGO Live.

4.4.2 Hydrauliske beregninger

Hydrauliske beregninger er utført med en todimensjonal hydraulisk modell i programmet HEC-RAS versjon 6.2. Det er foretatt to analyser; en med åpent gjennomløp under E136, og en hvor den er tilstoppet i henhold til dimensjoneringskrav (se kapittel 4.3.2.1).

Hovedgrunnlaget for de hydrauliske beregningene er en terrengmodell basert på siste tilgjengelige laserdata, lastet ned fra Kartverkets forvaltningsløsning Høydedata. Laserdata kan ha unøyaktige høyder for terreng under tett vegetasjon. Det er derfor foretatt mindre manuelle redigeringer, der det er tydelig at vegetasjon har forhindret skanning av bekkebunn.

Det er plassert tre tilsig i modellen, hvor antagelse om normalstrømning og konstruerte flomforløp benyttes om øvre grensebetingelse. Utløpet er plassert i Rauma/sjøen, hvor kjent havnivå er benyttet som nedre grensebetingelse.

Modellen er ikke kalibrert mot observert flom da det ikke foreligger stedlige vannføringsdata, og ruhetsforhold er vurdert fra bilder, flyfoto og kartgrunnlag.

4.5 Utarbeidelse og bruk av flomsonekart

Resultatene fra de hydrauliske beregningene er benyttet til å utarbeide flomsonekart, som viser utbredelsen av dimensjonerende 200-årsflom og beregnede flomnivåer i moh. (gitt som flomkoter).

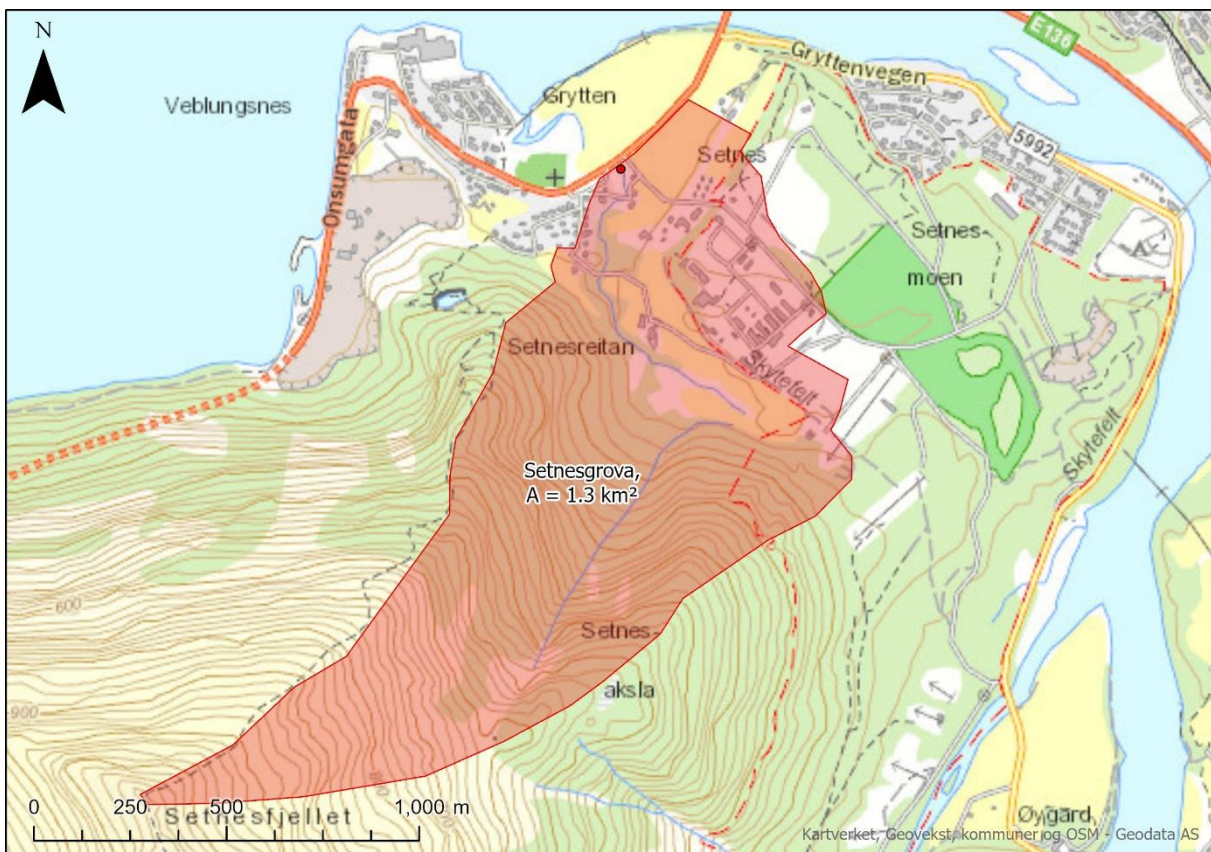
Flomsonekartet er generert ved bruk av GIS, og er utarbeidet i koordinatsystemet EUREF89 UTM32 og høydesystemet NN2000.

5 Flomberegninger

5.1 Beskrivelse av nedbørfelt

Nedbørfelt og tilhørende feltparametere er generert i NVEs karttjeneste NEVINA (rapport er gitt i Vedlegg 1). Kontrollanalyse i overflatemodellen SCALGO Live viser at NEVINA gir en noe grov avgrensning av feltet, og feltgrensene er derfor noe justert i forhold til hva som er automatisk generert. Det avgrensede feltet er vist i Figur 5-1, og er utvalg av feltparametere er gitt i Tabell 5-1.

Setnesgrova faller under kategorien små felt (< 60 km²), på grensen til mikrofelt (< 1 km²). Feltet er bratt (høyt relieff forhold), og det er ingen åpne vann. Det består hovedsakelig av skog, men det er også en del snaufjell i de høyereliggende områdene og dyrket mark i de lavtliggende. Feltegenskapene indikerer at feltet vil reagere raskt på nedbør, altså har det lite flomdempning og vil ha spisse flomforløp.



Figur 5-1 Nedbørfeltet til Setnesgrova ved krysning med E136, generert i NEVINA./SCALGO.

Tabell 5-1 Feltparametere for Setnesgrova, generert i NEVINA.

Felt	Areal [km ²]	Eff. sjø [%]	Felt lengde [km]	Maks høyde [moh]	Relieff [m/km]	Skog [%]	Snau- fjell [%]	Dyrket mark [%]	q _N * [l/s·km ²]
Setnesgrova	1.3	0.0	2.0	1179	228.8	53.3	19.9	10.2	31.8

*Spesifikk normalavrenning i referanseperioden 1961-90 beregnet fra NVEs avrenningskart.

5.2 Tilgjengelige observerte data

Flere beregningsmetoder beror seg på observerte data som grunnlag for beregning av flomvannføring. Derfor presenteres tilgjengelige data i følgende underkapitler.

5.2.1 Tilgjengelige vannføringsdata

Det beste grunnlaget for hydrologiske analyser, er vannføringsmålinger over lengre tid fra det aktuelle vassdraget. Dette foreligger ingen slike data for Setnesgrova. Det kan alternativt benyttes vannføringsdata fra nærliggende målestasjoner (referansestasjoner), som skaleres til det aktuelle feltet. Dette forutsetter imidlertid at målestasjonene har sammenlignbare feltegenskaper som det aktuelle feltet, og en brukbar måleserie med kontrollerte data.

Det er sett på aktuelle målestasjoner i området, ved bruk av kartdata fra NVE. Det er generelt sparsomt med representative stasjoner i området; de fleste har for stort felt, for høy reguleringsgrad og/eller kort måleserie. Målestasjoner det er sett nærmere på er vist i Figur 5-2, og tilhørende stasjonsdata og feltparametere er gitt i Tabell 5-2.



Figur 5-2 Regional oversikt over referansestasjoner med vannføringsdata som har blitt vurdert.

Tabell 5-2 Stasjonsdata og feltparametere for aktuelle referansestasjoner (Kilde: NVE Seriekart/Hydra II).

Stasjonsnummer		Setnesgrova	103.20.0	104.22.0	104.23.0	107.3.0	
Stasjonsnavn			Isa v/Morstøl bru	Midtre Mardalsvatn	Vistdal	Farstadelva v/Farstad	
Areal	[km ²]	1.3	44.4	13.7	66.5	24.2	
Effektiv sjø	[%]	0.0	0.2	4.0	0.2	2.7	
Feltlengde	[km]	2.0	9.8	5.9	11.4	9.2	
Relieff forhold	[m/km]	228.8	52.2	50.6	34.0	35.8	
Bre	[%]	0.0	5.3	0.0	0.0	0.0	
Dyrket mark	[%]	10.2	0.4	0.0	2.1	31.1	
Myr	[%]	0.0	0.4	0.0	4.1	10.0	
Skog	[%]	53.3	18.2	0.0	31.9	19.9	
Sjø	[%]	0.0	2.0	7.3	2.3	4.6	
Snaufjell	[%]	19.9	72.8	80.7	55.2	13.9	
Urban	[%]	0.9	0.0	0.0	0.0	0.2	
Uklassifisert	[%]	15.6	1.1	12.0	4.4	20.4	
Høyde min	[moh]	5	110	880	46	11	
Høyde 50	[moh]	179	912	1132	737	56	
Høyde maks	[moh]	1179	1724	1575	1516	794	
Avrenning	1961-90	[l/s·km ²]	31.8	68.8	56.8	58.5	45.3
	(q _N)	Observert	[l/s·km ²]	-	66.5	82.2	58.4
Døgn data	Observasjonsperiode	-	1973-2021	1976-2018	1976-2021	1966-2020	
	Antall år med data	-	49	43	46	55	
Kulm. data	Observasjonsperiode	-	1973-2021	1989-2019*	1976-2021	1984-2020	
	Antall år med data	-	49	31*	46	37	

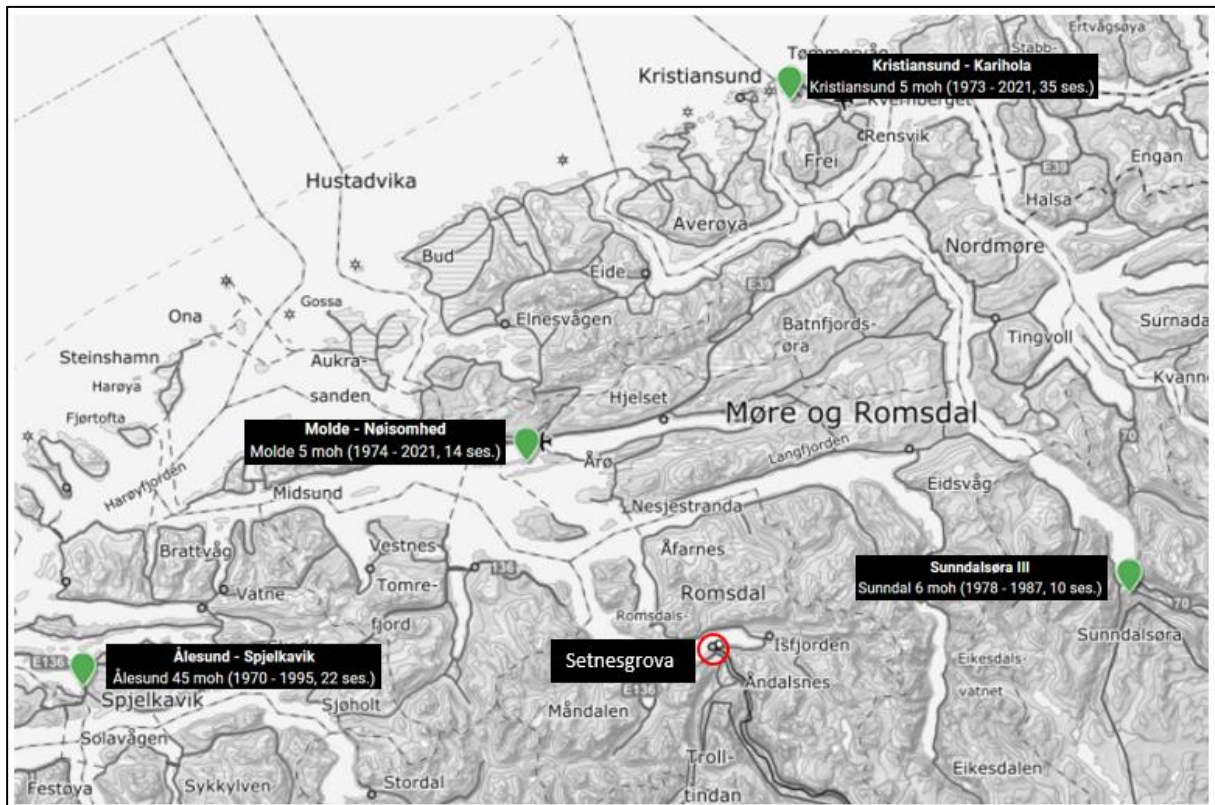
*Flere og lengre perioder med manglende kulminasjonsdata.

Det er valgt å kun benytte data fra målestasjon 103.20 Isa v/Morstøl bru og 104.23 Vistdal. Det er ikke grunnlag for å vektlegge den ene stasjonen mer enn den andre, og følgelig er de vektet likt i beregningene. 104.22 Midtre Mardalsvatn er valgt bort, siden den har en svært ufullstendig måleserie med kulminasjonsdata, som er viktig for flomberegninger i små felt. 107.3 Farstadelva v/Farstad er også valgt bort, siden det er opplyst at den har registreringsproblemer og den anbefales ikke.

Enkelte flomberegningsmetoder benytter normalavrenning (q_N) som en inngangsparameter. Derfor er det gjort en vurdering av avrenningen estimert i NEVINA fra NVEs avrenningskart (referanseperiode 1961-90) og avrenning estimert fra observasjoner i området. Målt avrenning ved Isa v/Morstøl bru og Vistdal samsvarer godt med avrenningen fra kartet. Det er derfor valgt å ikke justere normalavrenningen for Setnesgrova.

5.2.2 Tilgjengelige nedbørsdata

Nedbørstatistikk for gjentakintervaller opp til og med 200 år er offentlig tilgjengelig, og kan hentes via blant annet Norsk Klimaservicesenter. For Setnesgrova, er det sparsomt med nærliggende meteorologiske målestasjoner med tilstrekkelig serielengde for ekstremnedbørstatistikk – se Figur 5-3. Den nærmeste stasjonen ligger i Molde, men det er opplyst at denne har en kort og i tillegg svært usikker måleserie (se Tabell 5-3). Det er valgt å benytte stasjonen Kristiansund – Karihola, med bakgrunn i at denne har den lengste observasjonsperioden og at kvaliteten på dataene klassifiseres som god.



Figur 5-3 Utsnitt fra Seklima som viser meteorologiske målestasjoner med IVF-data basert på minimum 10 sesonger.

Tabell 5-3 Stasjonsdata for meteorologiske målestasjoner (Kilde: Seklima/Norsk Klimaservicesenter).

Stasjonsnummer	SN64300	SN62290	SN60940	SN63420
Stasjonsnavn	Kristiansund - Karihola	Molde - Nøisomhed	Ålesund - Spjelkavik	Sunndalsøra III
Høyde [moh]	5	5	45	6
Kvalitetsklasse	God	Svært usikker	Noe usikker	Svært usikker
Observasjonsperiode	1973-2021	1974-2021	1970-1995	1978-1987
Antall sesonger med data	35	14	22	10

Benyttede IVF-data er gitt i Tabell 5-4, og er hentet fra Norsk Klimaservicesenters tjeneste Seklima. Disse IVF-verdiene er punktverdier, som er konvertert til arealnedbør ved bruk av arealreduksjonsfaktorer (ARF). Arealreduksjonsfaktorene for Setnesgrova er estimert fra anbefalte verdier med hensyn til feltstørrelse og varighet oppgitt i NVEs *Veileder for flomberegninger* (1/2022).

Tabell 5-4 Verdier for ekstremnedbør fra målestasjon Kristiansund - Karihola og arealreduksjonsfaktorer (ARF).

Antall timer		0.5	1	2	3	6	12	24
Punkt P200	[mm]	22.9	27.2	34.5	40.2	49.6	73.6	98.2
	[l/s-ha]	127.3	75.5	47.9	37.3	23.0	17.0	11.4
ARF (1.3 km ²)	[-]	0.944	0.964	0.974	0.975	0.977	0.987	0.990
Areal P200	[mm]	21.6	26.2	33.6	39.2	48.5	72.6	97.2
	[l/s-ha]	120.2	72.8	46.7	36.4	22.5	16.8	11.3

5.3 Beregning av 200-årsflom

Det er benyttet forskjellige metoder for å beregne 200-årsflom i Setnesgrova;

- Flomfrekvensanalyser:
 - Lokal analyse
 - Regional analyse (NIFS-formelverk)
 - Forenklet lokal i kombinasjon med regional analyse
- Nedbør-avløpsmetoder:
 - Den rasjonale formel
 - Hydrologisk flommodell - PQRUT

Det vises til NVEs *Veileder for flomberegninger* (1/2022) og NVEs rapport *Lokal og regional flomfrekvensanalyse* (10/2020) for utdypende beskrivelse av metodene samt formler/ligninger som er benyttet i beregningene.

5.3.1 Flomfrekvensanalyser

I en flomfrekvensanalyse (FFA) estimeres en indeksflom (middelflom – Q_M), og et vekstkurveforhold som gir forholdet mellom indeksflommen og en flom med et vilkårlig gjentaksintervall T (Q_T/Q_M).

Den dimensjonerende flomvannføringen er en kulminasjonsverdi, det vil si vannføringstoppen under en flomhendelse. I flomfrekvensanalyser på kulminasjonsverdier beregnes dette direkte, mens i analyser på døgnverdier må estimatene konverteres til kulminasjonsverdier ved bruk av faktor ($Q_{mom}/Q_{døgn}$). Videre skiller det mellom flomfrekvensanalyser med hensyn til om de er basert på observerte data (lokale analyser) eller om det benyttes regionale formelverk / regresjonsligninger.

I små felt som Setnesgrova, er det i NVEs veileder (01/2022) anbefalt å utføre flomfrekvensanalyser på kulminasjonsverdier. Dette er med bakgrunn i at flomtoppen i slike felt ikke vil vare lenge, og døgndata vil ikke nødvendigvis fange opp den reelle flomtoppen. Siden målestasjonene for vannføring (se kapittel 5.2.1) har i tillegg lange måleserier med kulminasjonsdata, er det derfor valgt å se bort ifra flomfrekvensanalyse på døgnverdier.

5.3.1.1 Lokal analyse

Den lokale flomfrekvensanalysen er utført på vannføringsdata fra de utvalgte målestasjonene 103.20 Isa v/Morstøl bru og 104.23 Vistdal (se kapittel 5.2.1).

Kulminasjonsverdi for middelflom og vekstkurve for 200-årsflom for målestasjonene er hentet fra NVEs database FINUT i Hydra II ved bruk av programmet Ekstremverdianalyse. Middelflommen deles på feltarealet til målestasjonen, slik at en får en spesifikk verdi (q_M – $l/s \cdot km^2$) som kan skaleres til Setnesgrova. For å finne vekstkurven, anbefaler NVEs veileder å benytte toparameterfordeling (Gumbel) eller treparameterfordeling (GEV) hvis en har henholdsvis mindre eller mer enn 50 år med data. De to målestasjonene har tett

opp mot 50 år med kulminasjonsdata, og det er derfor valgt å benytte gjennomsnittet gitt av parameterfordelingene.

Resultatene fra flomfrekvensanalysen på målestasjonene er gitt i Tabell 5-5. Utledelede flomverdier for Setnesgrova basert på disse er gitt i Tabell 5-6.

Tabell 5-5 Resultater fra flomfrekvensanalyse på kulminasjonsdata fra utvalgte målestasjoner.

Målestasjon	Parameterfordeling	Middelflom [l/s·km ²]	Q ₂₀₀ /Q _M [-]	Vekting
103.20.0 Isa v/Morstøl bru	Gjennomsnitt Gumbel og GEV	738	2.992	50%
104.23.0 Vistdal	Gjennomsnitt Gumbel og GEV	945	2.431	50%
Vektet snitt:		841	2.712	-

Tabell 5-6 Beregnet middelflom, vekstkurve og 200-årsflom i Setnesgrova basert på lokal flomfrekvensanalyse.

Felt	Middelflom		Q ₂₀₀ /Q _M [-]	200-årsflom	
	[l/s·km ²]	[m ³ /s]		[l/s·km ²]	[m ³ /s]
Setnesgrova	841	1.09	2.712	2282	2.97

5.3.1.2 Regional analyse (NIFS-formelverk)

Regional flomfrekvensanalyse for kulminasjonsverdier (også kalt NIFS-formelverk), er utarbeidet for naturlige små (≤ 60 km²) felt til beregning av flom med opptil 200-års gjentaksintervall. Formelverket består av to regresjonsligninger, som benytter inngangsparameterne feltareal, spesifikk middelavrenning og effektiv sjøprosent. Den første ligningen estimerer kulminasjon for middelflom, som generelt har stor usikkerhet knyttet til seg. Den andre ligningen er for vekstkurven, som ansees som svært robust for små felt.

Estimerte verdier fra NIFS-formelverk er gitt i Tabell 5-7.

Tabell 5-7 Beregnet middelflom, vekstkurve og 200-årsflom basert på regional flomfrekvensanalyse (NIFS).

Felt	Middelflom		Q ₂₀₀ /Q _M [-]	200-årsflom	
	[l/s·km ²]	[m ³ /s]		[l/s·km ²]	[m ³ /s]
Setnesgrova	923	1.20	2.703	2495	3.24

5.3.1.3 Forenklet lokal i kombinasjon med regional analyse

For å hensynta usikkerheten knyttet til indeksflommen fra regionale formelverk, kan man benytte en metodikk der en benytter en vektet indeksflom fra regionale og lokale analyser med hensyn til antall år med lokale data. Denne vektede indeksflommen brukes så i kombinasjon med vekstkurveforhold fra regionale formelverk. Den vektede middelflommen er her beregnet ved bruk av formler gitt i NVEs rapport *Lokal og regional flomfrekvensanalyse* (10/2020), hvor det er benyttet et representativt antall år med data på $n = 48$ år. Resultatet er gitt i Tabell 5-8.

Tabell 5-8 Beregnet middelflom og 200-årsflom ved bruk av forenklet lokal i kombinasjon med regional analyse.

Felt	Middelflom [m ³ /s]			Q ₂₀₀ /Q _M fra NIFS [-]	200-årsflom [m ³ /s]
	Lokal FFA	NIFS	Vektet		
Setnesgrova	1.09	1.20	1.10	2.703	2.96

5.3.2 Nedbør-avløpsmetoder

I nedbør-avløpsmetoder beregnes flomvannføring fra nedbør (evt. i kombinasjon med snøsmelting) ved bruk av en hydrologisk modell eller en empirisk formel som gjengir responsen til nedbørfeltet. Det er her gjort beregninger ved bruk av den rasjonale formel, samt en forenklet hydrologisk flommodell kalt PQRUT.

I små felt er det ikke forventet at snøsmelting vil bidra nevneverdig til de største flommene, og det er følgelig sett bort i fra dette.

5.3.2.1 Den rasjonale formel

Den rasjonale formel består av en ligning som beregner flomvannføring som en direkte funksjon av avrenningsfaktor og regnintensitet ($Q = C \cdot I \cdot A$). I NVEs veileder (01/2022) anbefales det å kun benytte metoden i felt som er mindre enn 0.5-2 km², og har liten flomdempning.

Avrenningsfaktorer (C) er valgt basert på anbefalte verdier i NVEs veileder (01/2022), og endelig verdi er arealvektet gjennomsnitt. I veilederen (01/2022) er det anbefalt å legge til et påslag i C-verdien, som følge av økt metningsgrad i bakken ved nedbørhendelser med større returperioder. C-verdier for naturlige overflater er derfor økt med 30%, i henhold til anbefalingen for 200 års gjentakintervall, se Tabell 5-9.

Tabell 5-9 Grunnlag for og beregning av avrenningsfaktor (C).

Arealtype	C basis [-]	C påslag [%]	C inkl. påslag [-]	Areal [%]
Skog	0.20	30	0.26	53
Dyrket mark	0.30	30	0.39	10
Snau fjell / åpen fastmark*	0.40	30	0.52	36
Urban / bebyggd	0.50	0	0.50	1
Endelig avrenningsfaktor:	0.37			

*Inkluderer uklassifisert areal

Regnintensitet (I) er hentet fra IVF-data fra nedbørmålestasjon Kristiansund - Kariholta (arealverdier - se Tabell 5-4), hvor varigheten på regnet er satt til konsentrasjonstiden til feltet. Konsentrasjonstiden er beregnet med formler gitt i NVEs veileder, som bruker inngangsparameterne høydeforskjell, feltlengde og effektiv sjøprosent. Det er en ligning for naturlige felt og en for urbane, hvorav beregnet konsentrasjonstid er på henholdsvis 35 og 8 minutter. Feltet til Setnesgrova består stort sett av naturlige overflater, og det er derfor valgt å benytte en konsentrasjonstid på 30 minutter.

En oppsummering av grunnlag benyttet i flomberegning med den rasjonale formel, samt beregnet vannføring for 200-årsflom, er gitt i Tabell 5-10.

Tabell 5-10 Benyttede verdier og beregnet 200-årsflom med den rasjonale formel.

Felt	Areal [ha]	Konsentrasjons- tid [min]	Avrennings- faktor [-]	Regn- intensitet [l/s·ha]	200-årsflom [m ³ /s]
Setnesgrova	130	30	0.37	120.2	5.75

5.3.2.2 Hydrologisk flommodell - PQRUT

I den forenklede hydrologiske modellen PQRUT beregnes avrenningen som opptrer som følge av et gitt nedbørforløp. Det er en lineær karmodell, hvor nedbørfeltet er representert som et kar med to utløp som har forskjellig tømmekonstant (K_1 og K_2) og er skilt av et terskelnivå (T). Modellen er anbefalt å benyttes i felt med areal rundt 2-800 km². Videre bør den kun benyttes for gjentaksintervall større eller lik 200 år, da den baserer seg på antagelse om full metning som initialtilstand i feltet noe som ikke vil være rimelig for lavere gjentaksintervall. Det er her benyttet NVEs nett-versjon av modellen.

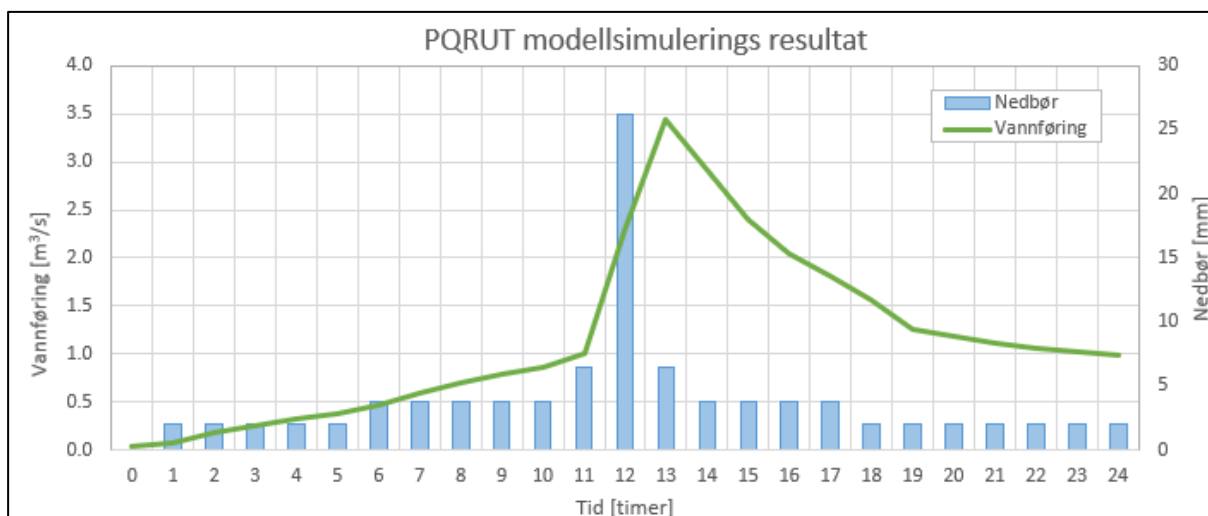
Parameterne til PQRUT bør helst bestemmes via kalibrering mot observert vannføring fra det aktuelle vassdraget. Siden dette ikke foreligger, er de beregnet ut fra ligninger gitt i NVEs veileder (01/2022) – se Tabell 5-11. Konsentrasjonstiden til feltet er beregnet til rundt 30 min, men er satt til en time i modellen da dette er det laveste mulig i NVEs nett-versjon.

Tabell 5-11 Beregnede modellparametere i PQRUT for Setnesgrova.

Felt	K1 [1/time]	K2 [1/time]	T [mm]	Konsentrasjonstid [timer]
Setnesgrova	0.390	0.151	25.64	1

Nedbørforløp for en 200-års hendelse er konstruert med utgangspunkt i IVF-data fra nedbørmålestasjon Kristiansund - Kariholta (arealverdier - se Tabell 5-4). Forløpet er konstruert etter anbefalinger gitt i NVEs veileder (01/2022); varighet på 24 timer (anbefales for felt < 10-20 km²), en symmetrisk fordeling omkring høyeste nedbørintensitet (anbefalt for varigheter ≤ 2 døgn) og tidsskritt på en time. Flere mulige former på nedbørforløp er testet for å finne størst kulminasjonsverdi.

Konstruert nedbørforløp og estimert flomforløp med 200-års gjentaksintervall er vist i Figur 5-4. Nøkkeltall fra beregningen med PQRUT er gitt i Tabell 5-12. Flomforløpet er relativt spisst, noe som reflekterer at Setnesgrova er et lite og bratt felt.



Figur 5-4 Konstruert nedbørførløp og beregnet flomforløp med PQRUT for 200-årsflom.

Tabell 5-12 Nøkkeltall for beregning av 200-årsflom med den hydrologiske flommodellen PQRUT.

Felt	Nedbør totalt [mm/døgn]	Nedbør max [mm/time]	200-årsflom [m³/s]
Setnesgrova	97.2	26.2	3.44

5.4 Oppsummering og endelig estimat

Beregnete flomvannføringer med alle metoder er gitt i Tabell 5-13. Det er generelt god overensstemmelse mellom metodene, med unntak av den rasjonale formel som gir en betydelig større flomverdi.

Erfaringstall for spesifikk kulminasjonsverdi (time) ved 200-årsflom ($q_{200\text{ kulm}}$) i små felt i Trøndelag og Møre og Romsdal, varierer stort sett mellom 800-3000 l/s·km². De høyeste verdiene finner en i Møre og Romsdal, og for felt med lav selvreguleringsevne. Alle metodene med unntak av den rasjonale formel, gir estimater innenfor dette intervallet (rundt 2500 l/s·km²). Det kan antas at den rasjonale formel overestimerer flomvannføringen, med både med tanke på erfaringstallene og at feltet er noe stort i forhold til hva som er anbefalt for anvendelse av metoden i enkelt litteratur.

De øvrige metodene gir fornuftige verdier. Siden feltet er såpass lite og bratt, bør det estimatet ligge i det øvre sjiktet av erfaringstallene. Det er konservativt valgt å ta utgangspunkt i flomverdien gitt av PQRUT, som er noe høyere enn de gitt av flomfrekvensanalyser.

For å ta hensyn til fremtidige klimaendringer og usikkerhet i beregningene, skal det legges til et påslag på henholdsvis 40% og 10% på det endelige estimatet (se kapittel 4.3.1). Dette gir en dimensjonerende flomvannføring på $Q_{dim,200} = 5.3 \text{ m}^3/\text{s}$.

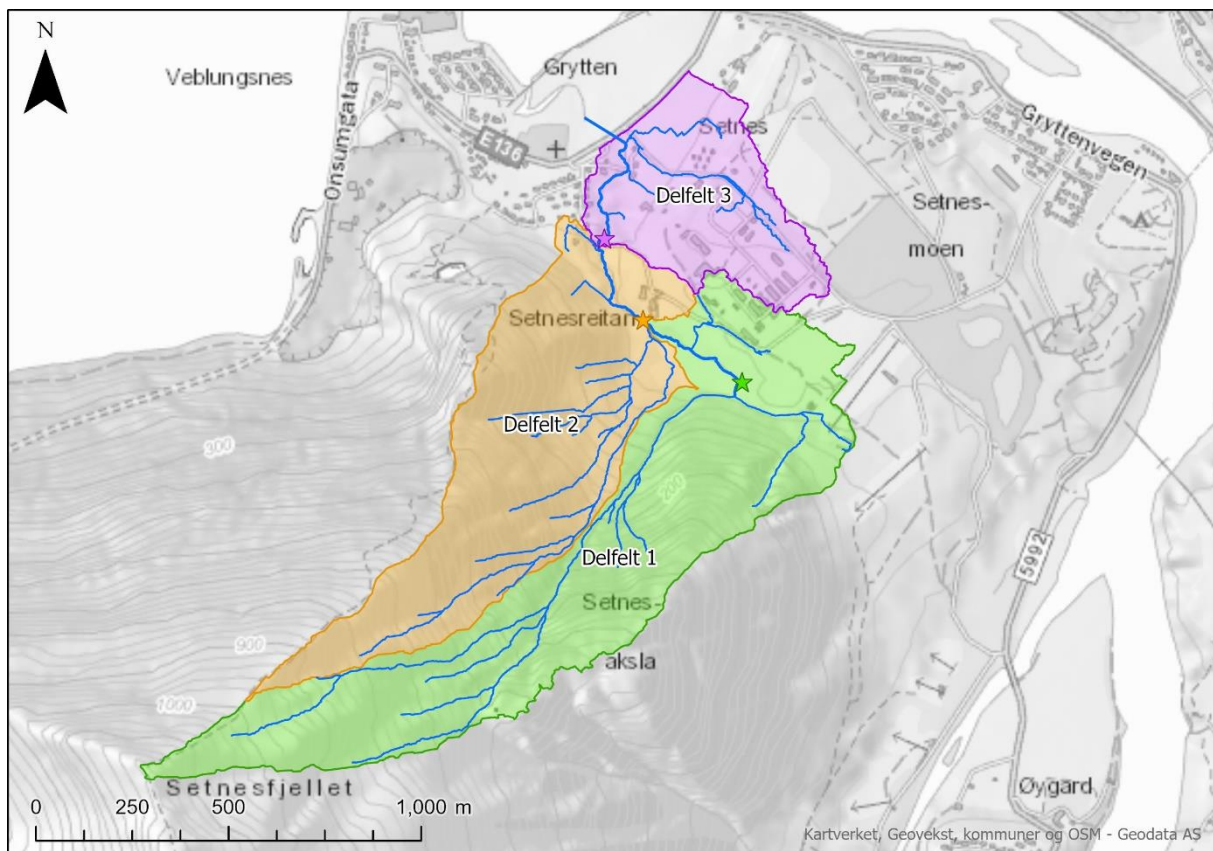
Tabell 5-13 Beregnede flomverdier og endelig estimat for 200-årsflom i Setnesgrova.

Metode		200-årsflom	
		[l/s·km ²]	[m ³ /s]
Flomfrekvensanalyse kulminasjonsverdier	Lokal analyse	2282	3.0
	Regional analyse (NIFS)	2495	3.2
	Forenklet lokal + regional analyse	2280	3.0
Nedbør-avløpsmetoder	Den rasjonale formel	4421	5.7
	Flommodell PQRUT	2646	3.4
Endelig estimat:		2646	3.4
Inkludert påslag for klima (40%) og usikkerhet (10%):		4075	5.3

5.5 Fordeling av tilsig

Strekningen av Setnesgrova som skal kartlegges er nokså lang, og det er relativt store tilsig som strømmer inn i bekken sett i sammenheng med det totale feltet. For å hensynta dette, er det valgt å fordele den totale flomvannføringen (beregnet ved E136) ved bruk av beregnet spesifikk vannføring og delfeltareal.

Hvor tilsigene plasseres, og tilhørende delfeltareal, er basert på analyser av dreneringslinjer i SCALGO Live. Det er vurdert at det er tilstrekkelig å fordele vannføringen på tre tilsig – se Figur 5-5. Beregnede tilsig er gitt i Tabell 5-14.



Figur 5-5 Kart som viser genererte dreneringslinjer (i blått) og delfelt i SCALGO Live, samt plassering av tilsig (markert med stjerne).

Tabell 5-14 Fordeling av tilsig i Setnesgrova basert på beregnet spesifikk vannføring for dimensjonerende 200-årsflom og delfeltareal.

Felt	$q_{dim,200}$ [l/s·km ²]	Feltareal		$Q_{dim,200}$ [m ³ /s]	
		[% av tot]	[km ²]	Lokalt	Akkumulert
Tilsig 1	4075	48	0.6	2.5	2.5
Tilsig 2		35	0.5	1.9	4.4
Tilsig 3		17	0.2	0.9	5.3

6 Hydrauliske beregninger

6.1 Programvare og modelltype

Hydrauliske beregninger er utført med programvaren HEC-RAS versjon 6.2, som er utviklet av United States Army Corps of Engineers. I HEC-RAS kan en utføre endimensjonale stasjonære hydrauliske beregninger, og en- og todimensjonal dynamisk modellering. For detaljert informasjon om funksjonaliteter, modelloppbygging og beregningsteori, vises det til brukermanualen til HEC-RAS (HEC, 2022).

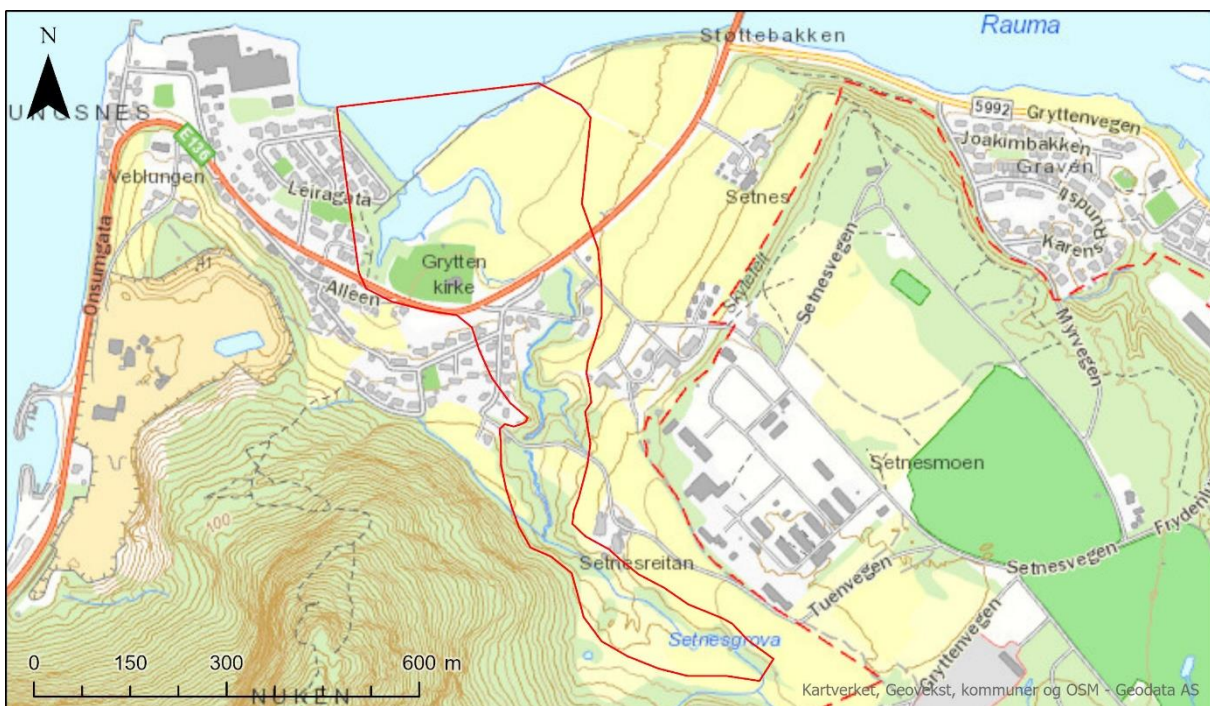
Det er valgt å benytte en todimensjonal dynamisk modell. Dette betyr at strømmingen er ikke-stasjonær (varierer over tid), og kan opptre i horisontalplanet. En slik modell vil bedre kunne simulere strømming utenfor bekkeløp som går i flere retninger, samt oppstuvende effekter som følge av mangel på kapasitet i kulverter og/eller flatt terreng, sammenlignet med en tradisjonell endimensjonal stasjonær modell.

6.2 Modelloppsett

6.2.1 Analyseområdet

Innløpet i modellen er plassert i starten av hovedløpet til Setnesgrova, og utløpet et lite stykke ut i Rauma/sjøen – se Figur 6-1.

Analyseområdet for øvrig er romslig avgrenset, slik at all strømming og vannoppsamling som kan ha en betydning for flomsituasjonen blir inkludert i analysen.



Figur 6-1 Kartutsnitt som viser avgrensning av analyseområdet for hydrauliske beregninger.

6.2.2 Beregningsnett

Den hydrauliske modellen baserer seg på et rutenett, hvor det for hver enkelt rute gjøres beregninger. Rutestørrelsen er satt til 2 meter i sideterreng, og 1 meter i og rundt bekkeløpet. Senterlinje for bekkeløp, veier og byggomriss er satt inn som knekklinjer, slik at beregningsrutene blir orientert i riktig retning og strømmingen blir mer nøyaktig modellert.



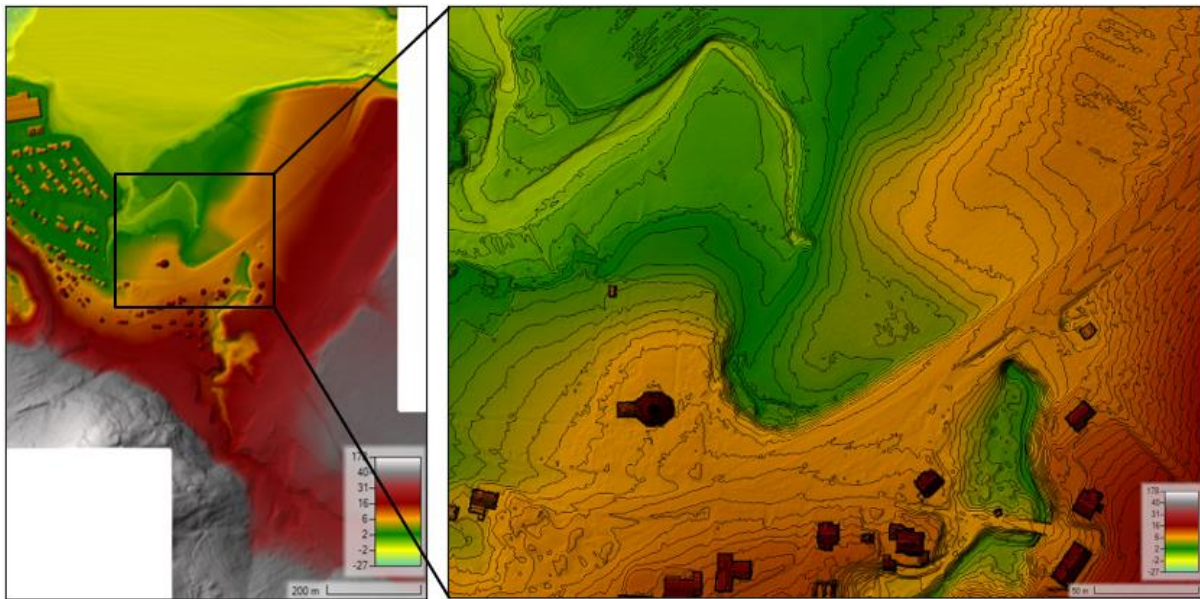
Figur 6-2 Beregningsnett i hydraulisk modell.

6.2.3 Terrengmodell

Det er satt opp en terrengmodell som utgjør hovedgrunnlaget for de hydrauliske beregningene – se Figur 6-3. Modellen har en oppløsning på 0.5x0.5 meter.

Terrengmodellen er primært basert på luftbåren laserskanning av området foretatt i 2014 (prosjekt Molde Aukra Fræna og Rauma 2014), da dette er det mest oppdaterte datasettet. Laserdata kan ha unøyaktige høyder for terreng under tett vegetasjon, da vegetasjonen skygger for underliggende terreng. Terrengmodellen er derfor supplert med laserdata fra 2007 (prosjekt Rauma 1 pkt 2007), der disse gir mer nøyaktige data for bekkeløp. Det er også foretatt mindre manuelle redigeringer, der det er tydelig at bekkeløpet ikke har blitt skannet. Redigeringene er blant annet basert på innmålinger av bekkeløp ved kulverter (foretatt av Lingen Grunnboring 06.07.2022). Ved utløpet til Rauma, er det benyttet batymetridata fra elvebunnkartlegging av Rauma som ble foretatt i 2018 (prosjekt NVE Rauma 2018). Disse dataene strekker seg helt opp til utløpet til kulverten under E136.

Laser- og dybde dataene som er benyttet i modellen er lastet ned fra Kartverkets forvaltningsløsning Høydedata.



Figur 6-3 Terrengmodell som er benyttet i hydrauliske beregninger.

6.2.4 Friksjonsforhold

Vannstrømningen påvirkes av friksjonsforhold, det vil si ruheten til overflaten det strømmer over. Dette varierer etter type underlag og utforming av bekkeløpet. Ruheten i modellen er gitt som Manningstall (n), hvor et høyt n -tall betyr høyere ruhet.

Friksjonsforhold er vurdert fra kart, flyfoto og bilder. Benyttede ruhetsverdier i modellen er gitt i Tabell 6-1.

Tabell 6-1 Benyttede ruhetsverdier i hydraulisk modell.

Type overflate	Ruhetsverdi	
	n	$M (=1/n)$
Bekkeløp (noe meandring og kulper, små til middels stein)	0.035	29
Hav (fint bunnsstrat og stor dybde)	0.010	100
Lav vegetasjon (dyrket mark, åpen fastmark, etc.)	0.040	25
Buskelandskap	0.050	20
Skogsområder	0.065	15
Tette flater (veg/asfalt)	0.020	50

6.2.5 Konstruksjoner i vassdraget

De tre vanngjennomløpene som er beskrevet i kapittel 4.2 er lagt i den hydrauliske modellen. Data som er benyttet for gjennomløpene er oppsummert i Tabell 6-2.

Friksjonstap i kulvertene er representert gjennom ruhetsverdier, hvor Manningstall er vurdert med hensyn til materiale, tilstand og form. Energi-/falltap ved inn- og utløp til kulvertene er representert gjennom singulærtapskoeffisienter (k), hvor 0 betyr ingen tap og 1 er full tap av energihøyden. Koeffisient for utløpstap (k_{ut}) er alle satt til 1, som er en

vanlig antagelse for kulverter med mindre dimensjoner. Koeffisient for innløpstep (k_{inn}) er vurdert ut ifra innløpsarrangement. Manningstall og koeffisienter er valgt basert på standardverdier i *Vassdragshåndboka* (Fergus m.fl., 2010).

Det er også lagt inn gjentetting for kulvertene. For den under E136, er det både sett på situasjon med åpent gjennomløp og situasjon med dimensjonerende gjentetningsgrad på 1/3 av innløpshøyden (se kapittel 4.3.2.1). For de to øvrige kulvertene, er det benyttet samme gjentetningsgrad i begge analysene. Det er ikke lagt inn gjentetning for den naturlige steinkulverten under Svingen, da dimensjoner er gitt ned til et naturlig bunnsstrat. I det gamle betongrøret under Tuenvegen er det lagt inn 1/10 gjentetting. Innløpet til denne er nokså åpent, men utløpet er delvis ført ned i bekkebunnen (se bilde i Figur 4-2) og det kan antas at deler av gjennomløpet også er noe gjentettet.

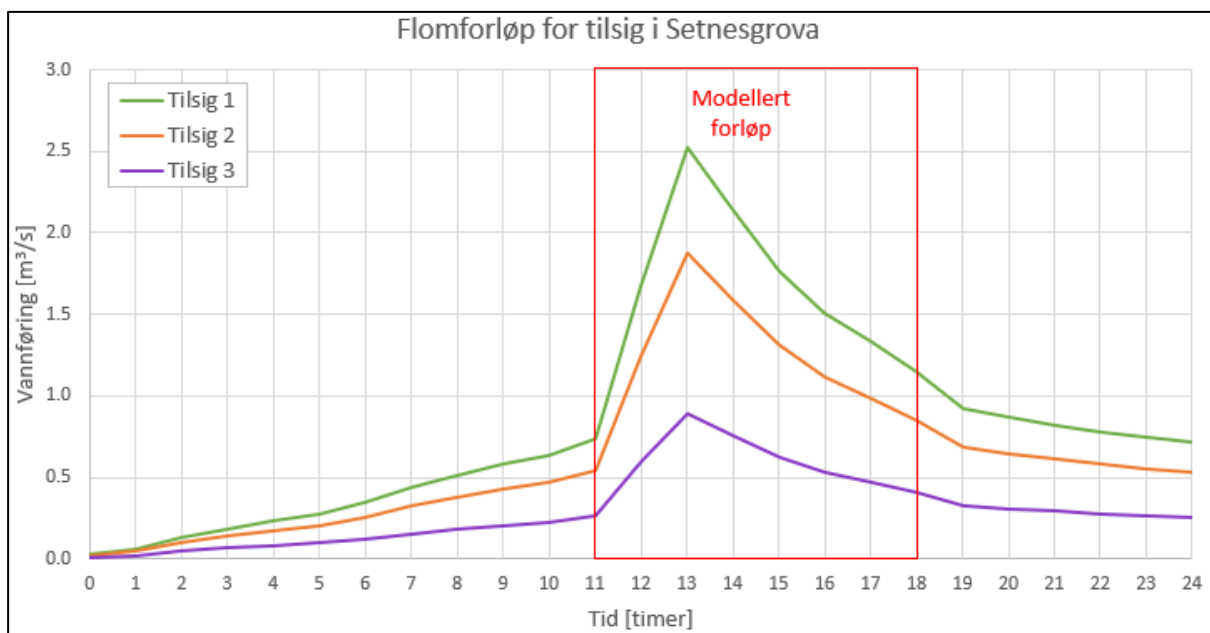
Tabell 6-2 Data for vanngjennomløp som er benyttet i hydraulisk beregning.

Navn	Type	Innløpsarrangement	Dimensjoner	Ruhetsverdi		Innløpstep k_{inn}	Gjentetting [andel]
				n	M		
Kulvert 1 - E136	Korrugert plast/stålrør	Kuttet i flukt med skråning	D = 1.4 m	0.022	45	0.7	1/3
Kulvert 2 - Svingen	Rektangulært løp i naturstein	Frontmur	BxH = 2x2 m	0.030	33	0.5	0
Kulvert 3 - Tuenvegen	Betongrør	Skadet frontmur	D = 1.0 m	0.015	67	0.5	1/10

6.2.6 Grensebetingelser

De øvre grensebetingelsene i modellen er de lokale tilsigene fra delfeltene (se kapittel 5.5). I felt som Setnesgrova har flomforløpet en stor betydning, da flomtoppen ikke nødvendigvis vil vare lenge og det kan opptre oppstuvning som følge av manglende kapasitet i kulverter. For tilsigene er det derfor benyttet konstruerte flomforløp som inngangsdata, hvor det er tatt utgangspunkt i resultatene fra PQRUT (se kapittel 5.3.2.2). Beregnet forløp med PQRUT er skalert med hensyn til beregnede tilsig ved dimensjonerende 200-årsflom, slik at «formen» på forløpet beholdes, men korrekte flomstørrelser benyttes – se Figur 6-4. Videre er kun forløpet fra time 11 til 18 benyttet i selve simuleringen, da dette er tilstrekkelig for å modellere kulminasjonen og resesjonen av flomhendelsen.

Ved utløpet i modellen i Rauma/sjøen, er havnivå ved 1-års stormflo benyttet som nedre grensebetingelse, etter anbefaling i NVEs rapport *Flom og stormflo* (83/2015). Da kartleggingen er gjort for fremtidens klima, er det valgt å legge til havnivåstigning hvor benyttet verdi er satt i henhold til anbefalinger i DSBs veileder *Havnivåstigning og stormflo* (2016). Nivåene for Setnesgrova er hentet fra Kartverkets tjeneste Se havnivå, hvor 1-års stormflo/høyvann er 143 cm, og havnivåstigning lik 95-persentilen for utslippsscenario RPC8.5 i årene 2081-2100 er 68 cm (se Vedlegg 2). Det er videre avrundet til nærmeste 10 cm, i henhold til anbefaling i DSBs veileder, slik at endelig benyttet havnivå er +2.1 moh.



Figur 6-4 Flomforløp for tilsig som er benyttet i hydrauliske beregninger.

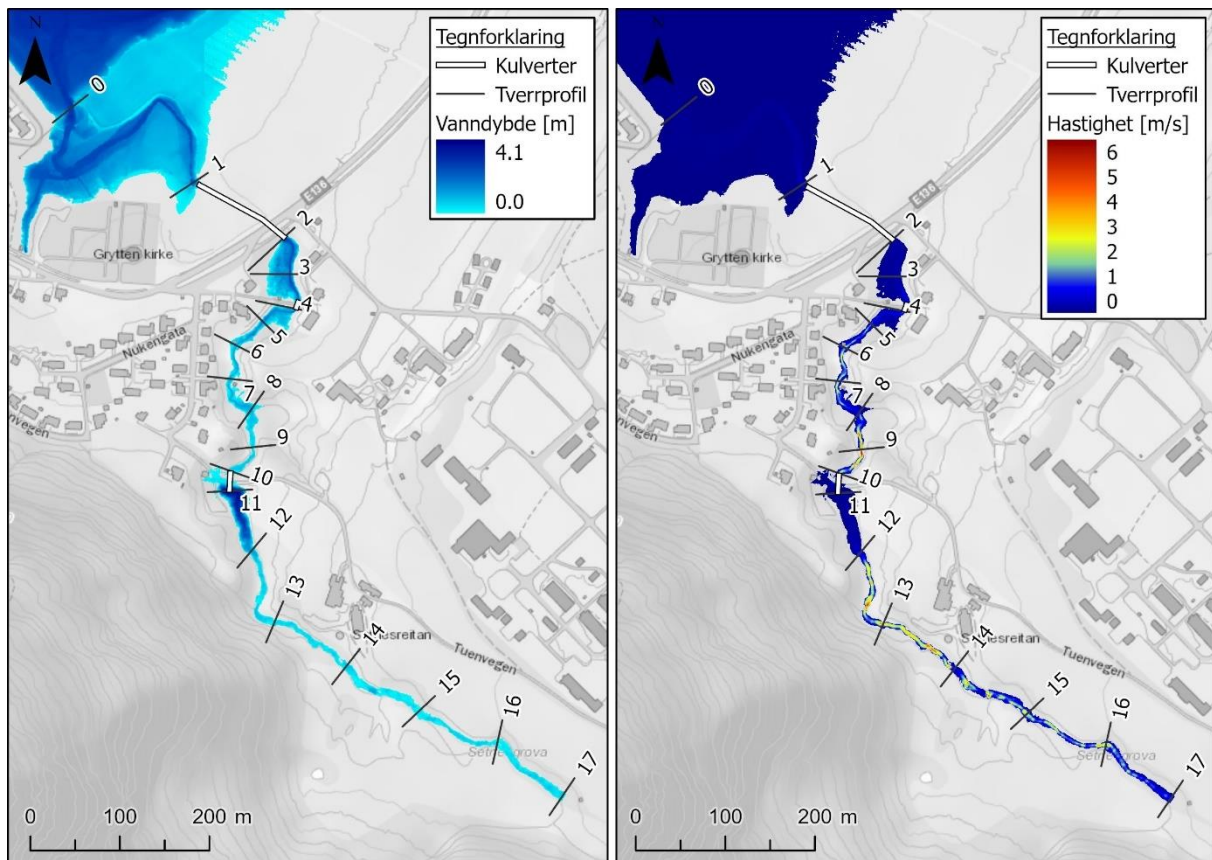
6.3 Resultater fra hydraulisk beregning

6.3.1 Situasjon med åpent gjennomløp

Resultater fra den hydrauliske beregningen med åpent gjennomløp i kulverten under E136 er vist i Figur 6-5 og gitt for utvalgte tverrprofiler i Tabell 6-3.

Tabell 6-3 Resultater for 200-årsflom inkl. 40% klima og 10% usikkerhet, med åpent gjennomløp under E136.

Profil nr.	Setnesgrova - Åpent gjennomløp E136 kulvert		
	Vannstand [moh]	Vanddybde (maks) [m]	Hastighet (maks) [m/s]
17	30.55	0.50	1.00
16	29.15	0.31	2.31
15	26.80	0.28	2.67
14	21.64	0.62	1.08
13	17.34	0.43	3.41
12	14.03	1.31	0.84
11 (oppstrøms Tuenvegen kulvert)	14.03	3.93	0.16
10 (nedstrøms Tuenvegen kulvert)	9.44	0.81	2.39
9	7.35	0.65	4.65
8	6.09	1.05	1.07
7	5.64	0.99	2.04
6	5.36	0.99	2.27
5	5.24	1.47	1.39
4 (oppstrøms Svingen bru)	5.22	2.02	1.76
3	5.05	2.38	0.35
2 (oppstrøms E136 kulvert)	5.05	2.51	0.27
1 (nedstrøms E136 kulvert)	2.10	2.28	0.42
0 (utløp i hav / Rauma)	2.10	2.83	0.12



Figur 6-5 Beregnet utbredelse, vanndybder og vannhastigheter i Setnesgrova ved 200-årsflom inkl. 40% klima og 10% usikkerhet, med åpent gjennomløp under E136.

Modelleringen indikerer at flommen holder seg stort sett innenfor bekketrauet, med unntak oppstrøms bekkekrysningene. Ingen av kulvertene har stor nok kapasitet til å ta unna flomvannet, noe som gir oppstuvning med påfølgende store vanndybder. Flommen tar ikke andre løp som følge av dette, men Tuenvegen blir overtoppet.

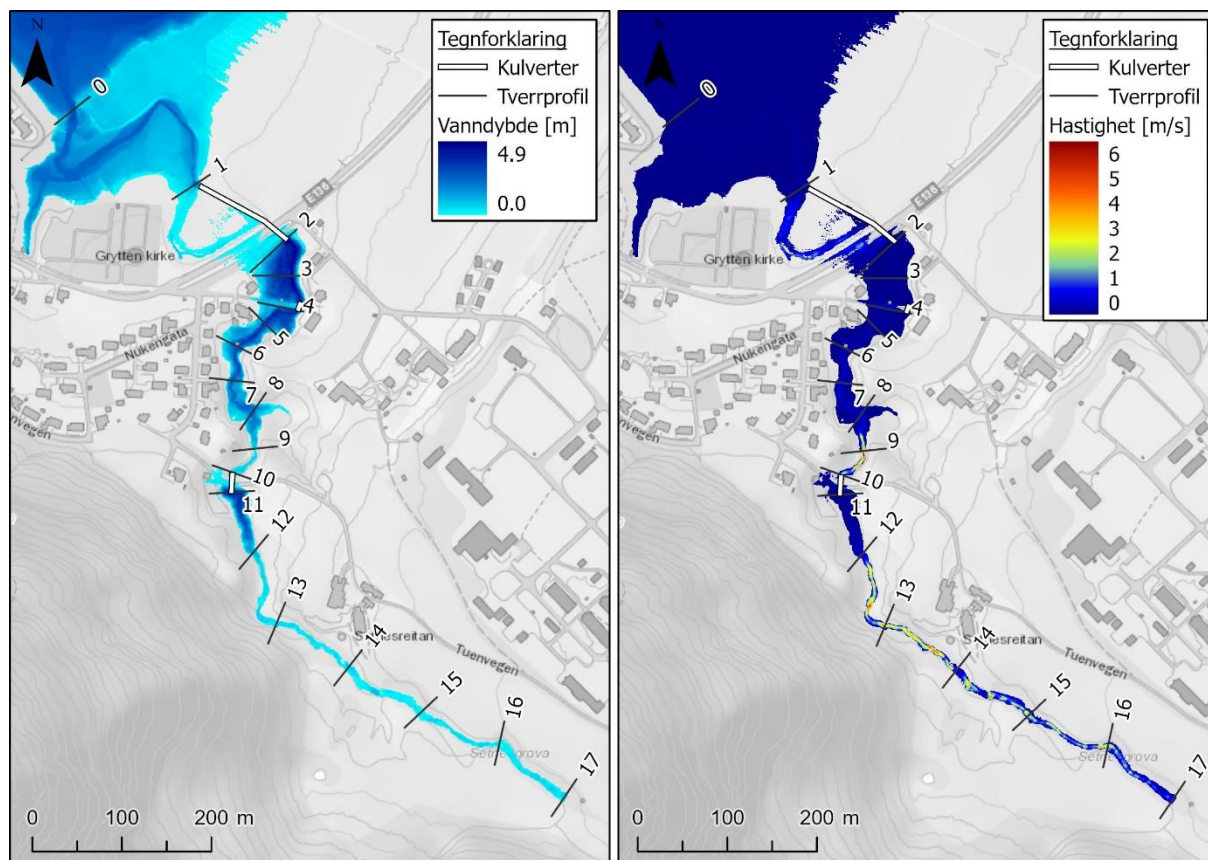
Vannhastigheten i bekken er varierende. I slakere partier er den rundt 1 m/s, mens i bratte partier kan den bli opptil 6 m/s. Oppstrøms kulverter er vannhastighetene generelt svært lave, som følge av oppstuvning. Det er følgelig en risiko for at eroderte masser sedimenterer foran kulvertene, noe som vil øke faren for gjentetning ytterligere.

6.3.2 Situasjon med gjentettet gjennomløp

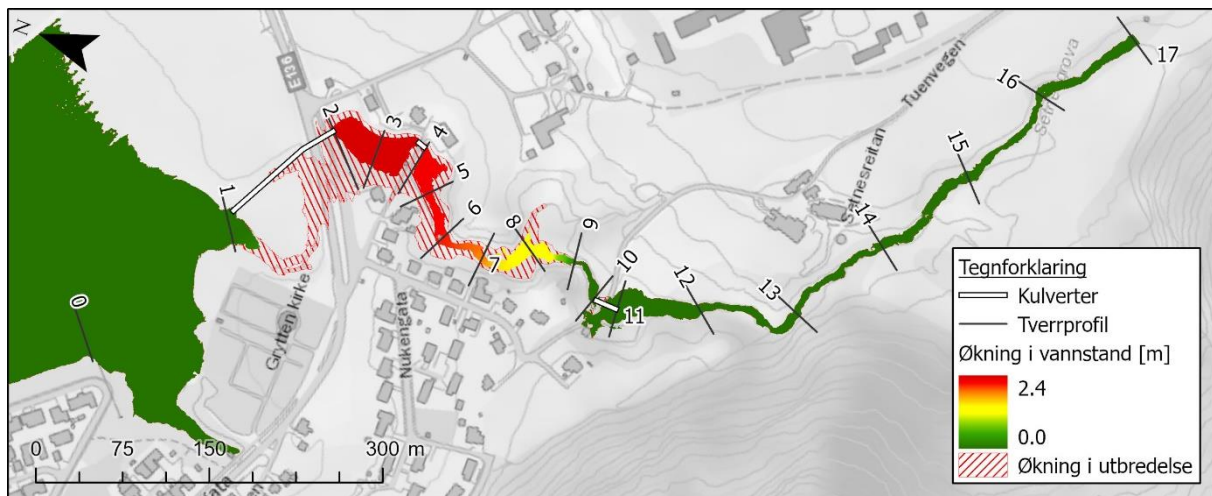
Resultater fra den hydrauliske beregningen med gjentettet gjennomløp i kulverten under E136 er vist i Figur 6-6 og gitt for utvalgte tverrprofiler i Tabell 6-4. Endringer i flomsituasjonen som følge av gjentetning er illustrert i Figur 6-7.

Tabell 6-4 Resultater for 200-årsflom inkl. 40% klima og 10% usikkerhet, med gjentettet gjennomløp under E136.

Profil nr.	Setnesgrova - Gjentettet gjennomløp E136 kulvert		
	Vannstand [moh]	Hastighet (maks) [m/s]	Endring vannstand [±m]
17	30.55	1.00	0.00
16	29.15	2.31	0.00
15	26.80	2.67	0.00
14	21.64	1.08	0.00
13	17.34	3.41	0.00
12	14.03	0.84	0.00
11 (oppstrøms Tuenvegen kulvert)	14.03	0.16	0.00
10 (nedstrøms Tuenvegen kulvert)	9.44	2.39	0.00
9	7.49	4.63	+0.14
8	7.42	0.51	+1.33
7	7.41	0.60	+1.77
6	7.41	0.39	+2.05
5	7.41	0.32	+2.17
4 (oppstrøms Svingen bru)	7.41	0.26	+2.19
3	7.41	0.07	+2.36
2 (oppstrøms E136 kulvert)	7.41	0.08	+2.36
1 (nedstrøms E136 kulvert)	2.10	0.23	0.00
0 (utløp i hav / Rauma)	2.10	0.06	0.00



Figur 6-6 Beregnet utbredelse, vanndybder og vannhastigheter i Setnesgrova ved 200-årsflom inkl. 40% klima og 10% usikkerhet, med gjentettet gjennomløp (1/3 av innløpshøyde) under E136.



Figur 6-7 Beregnet økning i vannstand og flomutbredelse som følge av gjentetting av kulvert under E136.

Gjentetning av gjennomløpet under E136 har nokså store konsekvenser for flomsituasjonen i bekken. En kan se at en får betydelig oppstuvning, med en vannstandsøkning på opptil 2.4 meter. Denne økningen medfører at E136 overtoppes, og vannet strømmer over veggen og videre nordover.

I oppstrøms del av bekken har imidlertid gjentetningen ikke noen innvirkning. Ved profil 9 er det et ganske bratt parti i bekken, noe som medfører at oppstuvningen ikke brer seg lengre oppover i vassdraget (se vannlinje/lengdeprofil i Vedlegg 5).

7 Kapasitetsvurdering

7.1 Eksisterende situasjon

I Tabell 7-1 er det gitt en oppsummering av utformingen av den eksisterende kulverten under E136, og gjort en kapasitetsvurdering basert på resultatene fra de hydrauliske beregningene og dimensjoneringskrav i Vegnormal N200. Lengdeprofil av kulverten med inntegnede vannlinjer er vist i Figur 7-1.

Beregningene viser at eksisterende kulvert ikke har stor nok kapasitet til å ta unna flomvannet, heller ikke når den er helt åpen. Altså er dimensjoneringskrav ikke oppfylt.

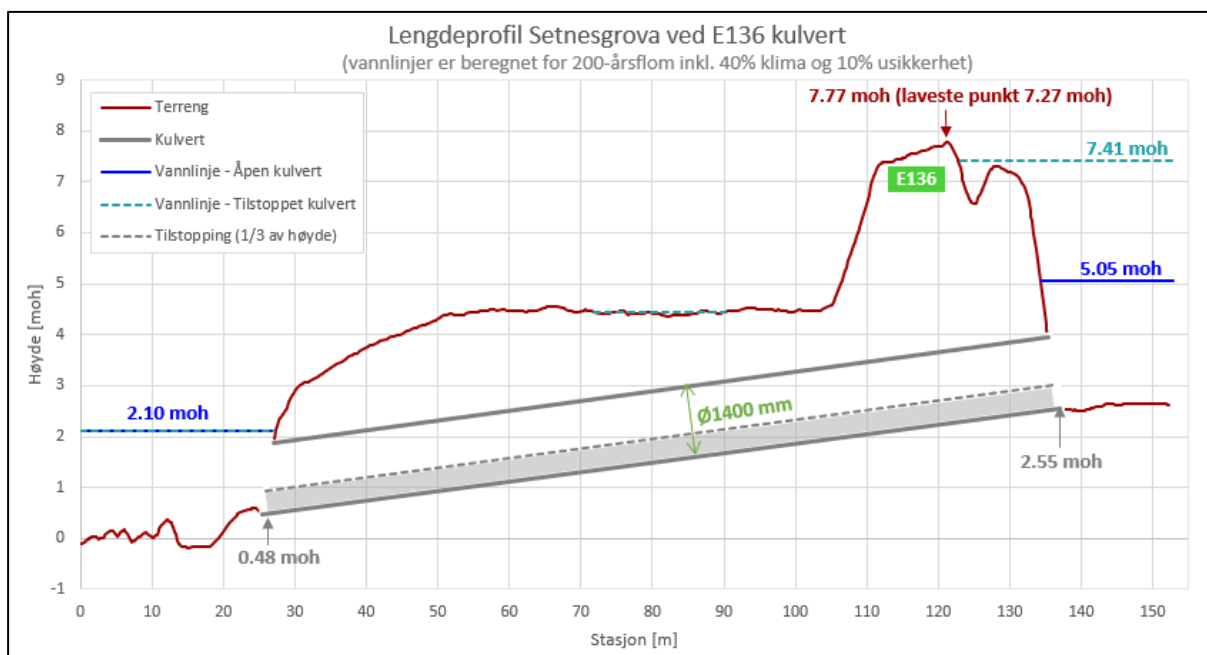
Tabell 7-1 Oppsummer av utforming av eksisterende kulvert under E136, og kapasitetsvurdering i henhold til krav i Vegnormal N200. Høyder er gitt i NN2000.

Kulvert under E136		Utforming og grunnlag	
Type		Korrugert plastrør / stålrør	
Innløpsarrangement		Tilpasset skråningshelning i betongmur	
Dimensjoner (diameter, D)	[m]	1.4	
Høyde	Innløp [moh.]	2.55	
bunn rør	Utløp [moh.]	0.48	
Lengde	[m]	110	
Fall i gjennomløp	[‰]	19	
Høyde topp kjørebane*	[moh.]	7.27	
Dimensjonerende 200-årsflom	[m ³ /s]	5.3	

*Laveste punktet på vegen

Situasjon:	Åpent gjennomløp	Gjentettet gjennomløp (1/3 av innløpshøyde)
Type kontroll	Utløpskontrollert	Utløpskontrollert
Vannstand ved innløp	[moh.] 5.05	7.41
Vanndybde ved innløp (y)	[m] 2.50	4.86
Maks. overført vannmengde	[m ³ /s] 4.80	2.73
Dykket innløp?	JA	JA
Overtopping av veg?	NEI	JA*
Dimensjoneringskrav	$y \leq D$	$y \leq D$
Dimensjoneringskrav oppfylt?	NEI	NEI

* En vannmengde på 1.75 m³/s strømmer over vegen. Maks. vanndybde i kjørebane er 20 cm.



Figur 7-1 Lengdeprofil av eksisterende kulvert under E136 med inntegnede vannlinjer for 200-årsflom i kombinasjon med 1-års stormflo.

7.2 Aktuelle tiltak

En generell beskrivelse av tiltak for å øke kapasitet i vanngjennomløp er gitt i Tabell 7-2. Det er gjort en vurdering av om hvilke tiltak som er aktuelle for kulverten under E136 tilknyttet Setnesgrova i Tabell 7-3.

Tabell 7-2 Generell beskrivelse av tiltak for å øke kapasitet i vanngjennomløp.

Tiltak	Beskrivelse
1 Rist og/eller fangdam	Det bygges inntaksrist, fangrist og/eller fangdam ved innløpet for å hindre at kulverten tilstoppes. MERK; krever jevnlig vedlikehold/rensk.
2 Tett sikring ved innløpet	Innløpet utformes med tett sikring for å hindre skader på fyllingen som følge av vanninntrenging eller erosjon – for krav se kap. 4.3.2.1.
3 Nytt innløpsarrangement	Utformingstiltak ved innløpet for å øke kapasiteten; avfasede kanter eller muffende, traktform og/eller ekstra fall på innløp. MERK; har ikke en betydelig effekt hvis kulverten er utløpskontrollert.
4 Ekstra gjennomløp	Det føres et ekstra gjennomløp gjennom fyllingen for å øke kapasiteten. Det ekstra gjennomløpet legges med fordel på et høyere nivå enn det andre (normalt tørr ved lav vannføring), slik at det ikke blir gjentettet.
5 Nytt gjennomløp	Eksisterende gjennomløp byttes ut for et av større dimensjon.

Tabell 7-3 Vurdering av om tiltak er aktuelt for kulvert under E136 knyttet til Setnesgrova.

Tiltak	Aktuelt?	Kommentar
1 Rist og/eller fangdam	Ikke alene	Dim.krav ikke oppfylt selv med åpent gjennomløp.
2 Tett sikring ved innløpet	Ikke alene	Overtopping av vegbane ved gjentetning. I tillegg svært stor vanddybde med påfølgende fare for brudd på vegfylling.
3 Nytt innløpsarrangement	Ikke alene	Kulvert er utløpskontrollert – tiltak ved innløp vil ikke ha stor effekt.
4 Ekstra gjennomløp	Ja	Aktuelt – kan bli vanskelig å gjennomføre pga. noe spesiell utforming på eksisterende innløp.
5 Nytt gjennomløp	Ja	Svært aktuelt. Det bør da også vurderes å åpne deler av lukkingen (primært nedre del).

Merk at bruk av innløpsrist (varegrind) er et generelt krav i Vegnormal N200 der dyr eller mennesker har tilkomst til kulvertinnløpet. Dette er spesielt viktig for lengre (> 50 m) og/eller dykkede kulverter for å unngå drukningsulykker. Ved dagens kulvert er det nokså lett tilgang til innløpet, og kulverten er lang. Følgelig vil det være svært aktuelt å bygge en varegrind ved innløpet hvis en beholder en lignende utforming som dagens.

8 Vurdering av oversvømmelseshyppighet

Det er gjort en vurdering av hvor ofte det kan forventes at flomvann oversvømmer veibanen, som følge av manglende kapasitet i kulverten under E136. Det er også sett på hvor ofte en får dykking av kulvertinnløpet, med stående vann mot vegfyllingen. Dette for å gi en sammenligning opp mot dimensjoneringskrav for vanngjennomløp.

Grunnlaget for denne vurderingen er beregning av kritisk vannføring som skaper flomproblematikk, og en tilbakeberegning for å finne hvilken returperiode for flom (hyppighet) denne vannføringen tilsvarer.

8.1 Beregning av kritisk vannføring

Beregning av kritisk vannføring er gjort ved bruk av det forenklete hydrauliske programmet HY-8, utgitt av Federal Highway Administration (FHWA). I programmet er kulverten lagt inn med de dimensjoner og utforming som er beskrevet i Tabell 7-1.

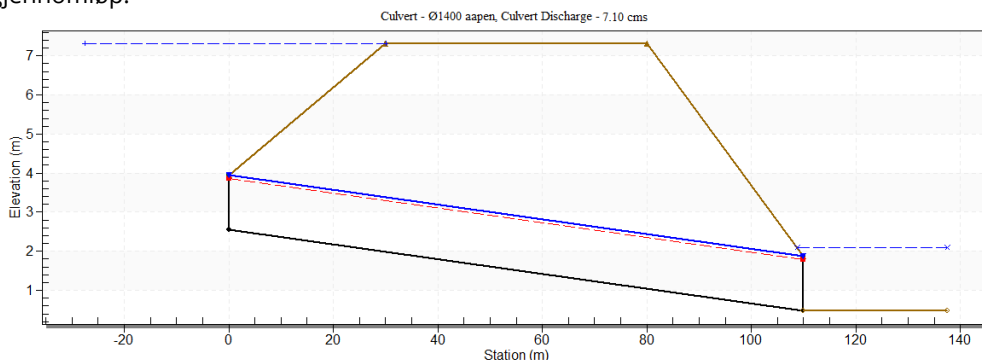
Resultatene fra HY-8 er gitt i Tabell 8-1, samt illustrert i Figur 8-1.

Tabell 8-1 Beregning av kritisk vannføring som gir oversvømmelse av vei og dykking av kulvertinnløp.

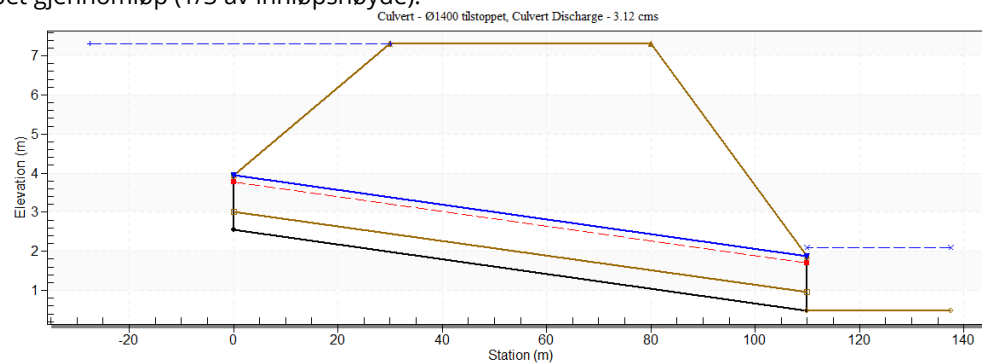
Situasjon: Overtopping av vei	Oppstrøms vannstand [moh]	Kritisk vannføring (Q_{krit}) [m ³ /s]
Åpent gjennomløp	7.27	7.10
Tilstoppet gjennomløp		3.12
Situasjon: Dykking av kulvertinnløp (dimensjoneringskrav er ikke oppfylt)	Oppstrøms vannstand [moh]	Kritisk vannføring (Q_{krit}) [m ³ /s]
Åpent gjennomløp	3.95	2.97
Tilstoppet gjennomløp		1.64

Situasjon: Overtopping av vei

Åpent gjennomløp:

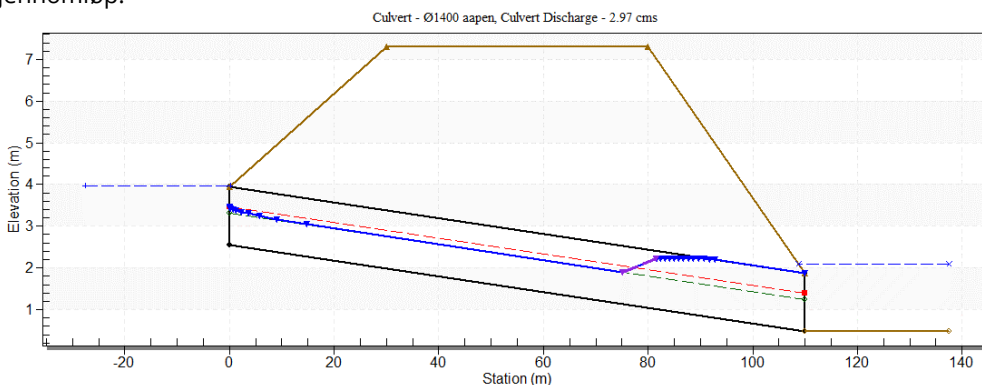


Tilstoppet gjennomløp (1/3 av innløpshøyde):

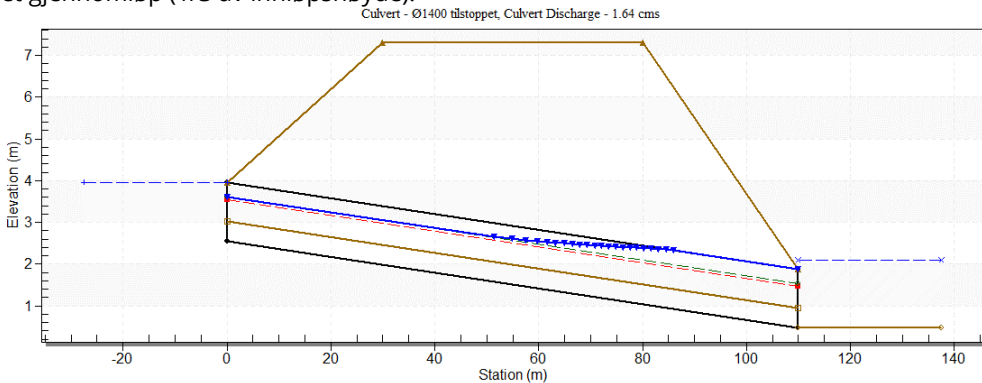


Situasjon: Dykket innløp

Åpent gjennomløp:



Tilstoppet gjennomløp (1/3 av innløpshøyde):



Figur 8-1 Utsnitt fra HY-8 som viser strømningssituasjoner ved E136 kulvert med åpent og tilstoppet gjennomløp.

8.2 Beregning av hyppighet/returperiode

For å finne ut hvor ofte man kan forvente at en får flomvann i veibanen, og hvor ofte kulvertinnløp blir dykket, er det gjort en tilbakeberegning av hvilken returperiode for flom den kritiske vannføringen tilsvarer.

Denne returperioden (T) avhenger av om man hensyntar fremtidige klimaendringer og usikkerhet, eller ikke. Med utgangspunkt i dagens klima, tilsvarer T -årsflommen den kritiske vannføringen ($Q_T = Q_{krit}$). I fremtidens klima, inkludert usikkerhet, må den kritiske vannføringen justeres for klima- og usikkerhetsfaktor ($Q_T = Q_{krit}/F_k \cdot F_u$). Det er her gjort beregninger for både dagens og fremtidig klima.

For å finne selve gjentakintervallet, er det valgt å benytte de ligningene som inngår i NIFS-formelverk (for mer info om metoden, se kapittel 5.3.1.2). Grunnlaget fra flomberegningene benyttes til å estimere middelflom i Setnesgrova – se Tabell 8-2. Med utgangspunkt i beregnet T -års flomvannføring (Q_T) utledet fra kritisk vannføring, er det så beregnet vekstkurveforhold (Q_T/Q_M) – se Tabell 8-3. Det er så gjort en tilbakeberegning av hvilken returperiode som gir dette vekstkurveforholdet, basert på regresjonsligningen som inngår i NIFS-formelverk.

Tabell 8-2 Grunnlag fra flomberegninger for tilbakeberegning av returperiode.

Parameter		Verdi
Endelig estimat av 200-årsflom	(Q_{200}) [m ³ /s]	3.40
Beregnet vekstkurveforhold for 200 år (NIFS)	(Q_{200}/Q_M) [-]	2.703
Estimert middelflom	(Q_M) [m ³ /s]	1.26

Tabell 8-3 Beregning av T -årsflom og vekstkurveforhold, basert på kritisk vannføring og middelflom.

Situasjon: Overtopping av vei		Q_T [m ³ /s]	Q_T/Q_M [-]
Åpent gjennomløp	Dagens klima ¹⁾	7.10	5.645
	Fremtidig klima + usikkerhet ²⁾	4.61	3.665
Tilstoppet gjennomløp (1/3 av innløpshøyde)	Dagens klima ¹⁾	3.12	2.480
	Fremtidig klima + usikkerhet ²⁾	2.03	1.611
Situasjon: Dykking av kulvertinnløp (dimensjoneringskrav er ikke oppfylt)		Q_T [m ³ /s]	Q_T/Q_M [-]
Åpent gjennomløp	Dagens klima ¹⁾	2.97	2.361
	Fremtidig klima + usikkerhet ²⁾	1.93	1.533
Tilstoppet gjennomløp (1/3 av innløpshøyde)	Dagens klima ¹⁾	1.64	1.304
	Fremtidig klima + usikkerhet ²⁾	1.06	0.847

¹⁾ Basert på historisk vannføringsstatistikk

²⁾ Er tillagt et klimapåslag på 40% og usikkerhetspåslag på 10%, iht. SVV Vegnormal N200.

Beregnete returperioder er gitt i Tabell 8-4. I praksis kan disse tolkes som at oversvømmelse/overtopping av vegbanen aldri vil opptre så lenge gjennomløpet forholder seg åpent. Det er imidlertid en betydelig sjanse for at gjennomløpet blir tilstoppet, enten som følge av sedimentering over tid eller tilførsel av en stor mengde sedimenter og drivgods under en større flomhendelse. Resultatene viser da at oversvømmelse av veibanen kan opptre noe jevnlig i et fremtidig klima, med mindre gjennomløpet gjenåpnes

Beregningene viser at dykking av kulvertinnløpet kan skje relativt ofte – spesielt i fremtidig klima. Hvis kulverten blir tilstoppet, er dette noe som kan opptre omtrentlig hvert andre år i fremtidens klima. Over tid, kan en slik jevnlig dykking medføre skader på vegfyllingen som følge av indre erosjon.

Det bemerkes at NIFS-formelverk ikke er gyldig for returperioder større enn 200 år (er svært stor usikkerhet for returperioder større enn dette) – følgelig kan estimater over dette tolkes som «mer enn 200 år» i praksis.

Tabell 8-4 Beregnet returperiode for flom, basert på NIFS-formelverk.

Situasjon: Overtopping av vei		Returperiode/hyppighet [år]
Åpent gjennomløp	Dagens klima	8533 (>200) *
	Fremtidig klima + usikkerhet	938 (>200) *
Tilstoppet gjennomløp (1/3 av innløpshøyde)	Dagens klima	130
	Fremtidig klima + usikkerhet	16
Situasjon: Dykking av kulvertinnløp (dimensjoneringskrav er ikke oppfylt)		Returperiode/hyppighet [år]
Åpent gjennomløp	Dagens klima	101
	Fremtidig klima + usikkerhet	12
Tilstoppet gjennomløp (1/3 av innløpshøyde)	Dagens klima	6
	Fremtidig klima + usikkerhet	2

* estimater over dette tolkes som «mer enn 200 år» i praksis

9 Konklusjon og anbefalinger

Flomvurderingen av Setnesgrova, viser at E136 på strekningen Veblungsnes er utsatt for flom. Vurderingen er gjort for 200-årsflom inkludert 40% klimapåslag og 10% usikkerhetspåslag, og gjelder for sikkerhetsklasse V2 for flom.

Flomvurderingen viser at eksisterende kulvert under E136 har for liten kapasitet i forhold til dimensjoneringskrav gitt i Vegnormal N200. Det er sett på situasjon med både åpent gjennomløp og tilstopping (1/3 av innløpshøyde), og analysene viser at kulverten har utilstrekkelig kapasitet i begge situasjoner. Ved tilstopping blir E136 i tillegg overtoppet.

Beregning av oversvømmelseshyppighet, viser at det er usannsynlig at veggen overtoppes så lenge gjennomløpet forholdes åpent. Dersom røret blir tilstoppet, vil det med fremtidens klima oppstå overtopping relativt jevnlig (ca. hvert 15 år).

Hvis ny veg berører bekkekrysningen, må det utføres tiltak for å oppnå dimensjoneringskravene i Vegnormal N200. Det må da enten føres gjennom et ekstra gjennomløp, eller så må den eksisterende kulverten byttes helt ut. Sistnevnte er sannsynligvis mest aktuelt, både med tanke på en noe spesiell utforming på eksisterende innløp og at det muliggjør bekkeåpning i den nedre delen av kulverten.

Hvis det skal gjøres tiltak i Setnesgrova, anbefales det å gjennomføre analyser for planlagt situasjon. Dette er både for å undersøke om disse er tilstrekkelig dimensjonert, og for å kartlegge eventuelle konsekvenser i tilstøtende områder. Det er da også anbefalt å se nærmere på erosjonsforhold i bekken, for å avklare behov for erosjonssikring. Eventuell erosjonssikring skal dimensjoneres i henhold til krav i SVVs vegnormaler, og bør generelt følge anbefalinger gitt i veiledere fra SVV og NVE.

10 Referanseliste

Kilder:

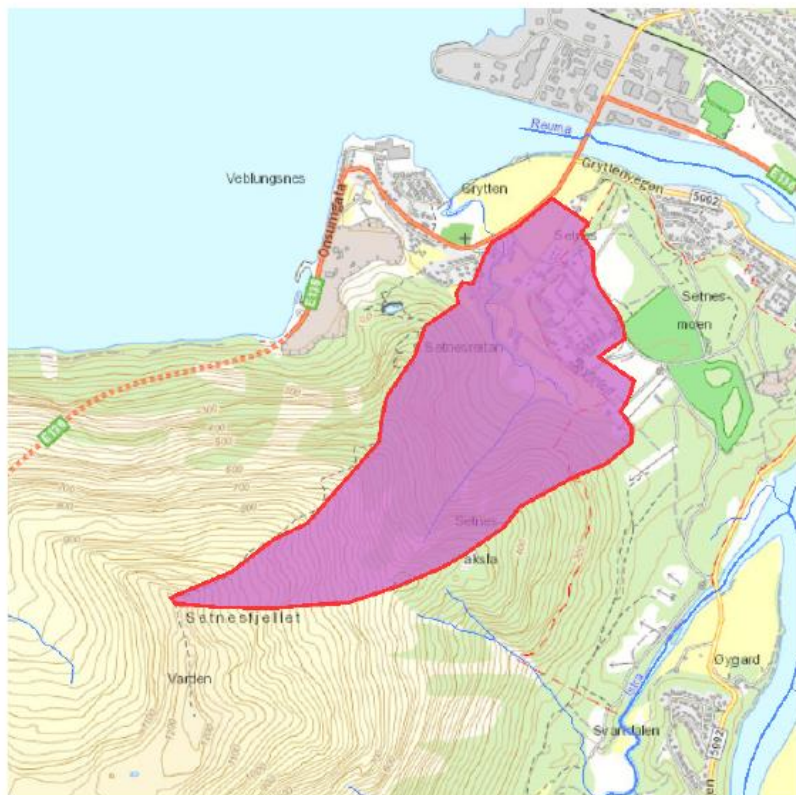
- **Engeland, K., Glad, P., Hamududu, B.H., Li, H., Reitan, T. og Stenius, S.M.** (2020) *Lokal og regional flomfrekvensanalyse*. NVE rapport 10/2020.
- **DSB** (2016). *Havnivåstigning og stormflo*. DSB-veileder.
- **Fergus, T., Hoseth K.A., Sæterbø, E.** (2010). *Vassdragshåndboka*. Tapir akademisk forlag.
- **HEC** (2022). *HEC-RAS River Analysis System*. User's Manual. Version 6.2.
- **NVE** (2022). *Veileder for flomberegninger*. NVE veileder 1/2022.
- **Ryalen, P. C., Orvedal, K.** (red) (2015). *Flom og stormflo*. NVE rapport 83/2015.
- **SVV** (2021). *Vegnormal N200 – Vegbygging*. Digital vegnormal. Statens vegvesen.
- **SSV** (2022). *Vegnormal N400 – Bruprosjektering*. Digital vegnormal. Statens vegvesen.

Databaser og verktøy:

- **Hydra II** (juni, 2022). NVE. Database for hydrologiske og meteorologiske data.
- **Høydedata** (juni, 2022). Kartverket. Hentet fra <https://hoydedata.no/LaserInnsyn/>
- **NVE karttjenester** (juni, 2022). NVE. Hentet fra <https://kartkatalog.nve.no/#kart>
- **PQRUT** (juni, 2022). NVE. Hentet fra <http://pqrout.nve.no/#/T/1>
- **Se havnivå** (juni, 2022). Kartverket. Hentet fra <https://www.kartverket.no/til-sjos/se-havniva>
- **Seklima** (juni, 2022). Norsk Klimaservicesenter. Hentet fra <https://klimaservicesenter.no/ivf?locale=nb>
- **Vegkart** (juni, 2022). Statens vegvesen. Hentet fra <https://vegkart.atlas.vegvesen.no/>

11 Vedlegg

- Vedlegg 1** NEVINA rapport
- Vedlegg 2** Stormflo og havnivåstigning, hentet fra Se havnivå
- Vedlegg 3** Oversiktskart
- Vedlegg 4** Resultater hydraulisk beregning
- Vedlegg 5** Vannlinje i lengdeprofil
- Vedlegg 6** Flomsonekart



Norges vassdrags- og energidirektorat

Kartbakgrunn: Statens Kartverk
 Kartdatum: EUREF89 WGS84
 Prosjeksjon: UTM 33N
 Beregn.punkt: 123931 E
 6957146 N

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

Nedbørfeltparametere

Vassdragsnr.: 103.3
 Kommune.: Rauma
 Fylke.: Møre og Romsdal
 Vassdrag.: KYSTFELT

Feltparametere	
Areal (A)	1.3 km ²
Effektiv sjø (A _{SE})	0 % ¹
Elvleengde (E _L)	1.6 km
Elvegradient (E _G)	291.4 m/km
Elvegradient ₁₀₈₅ (E _{G,1085})	209.6 m/km
Helning	26.9 °
Dreneringstetthet (D _T)	1.4 km ⁻¹
Feltlengde (F _L)	2.0 km

Feltparametere Tilløp	
Effektiv sjø – Tilløp (A _{SET})	0 % ¹
Feltlengde – Tilløp (F _{L,T})	0 km ¹

Arealklasse	
Bre (A _{BRE})	0 %
Dyrket mark (A _{JORD})	10.2 %
Myr (A _{MYR})	0 %
Leire (A _{LEIRE})	0 %
Skog (A _{SKOG})	53.3 %
Sjø (A _{SJO})	0 %
Snaufjell (A _{SF})	19.9 %
Urban (A _U)	0.9 %
Uklassifisert areal (A _{REST})	15.6 %

Hypsografisk kurve	
Høyde _{MIN}	5 m
Høyde ₁₀	27 m
Høyde ₂₀	37 m
Høyde ₃₀	39 m
Høyde ₄₀	96 m
Høyde ₅₀	179 m
Høyde ₆₀	294 m
Høyde ₇₀	422 m
Høyde ₈₀	569 m
Høyde ₉₀	776 m
Høyde _{MAX}	1179 m

Klima- /hydrologiske parametere	
Avrenning 1961-90 (Q _N)	31.8 l/s*km ²
Sommernedbør	407 mm
Vinternedbør	758 mm
Årstemperatur	6.7 °C
Sommertemperatur	11.5 °C
Vintertemperatur	3.3 °C

1) Verdien er editert

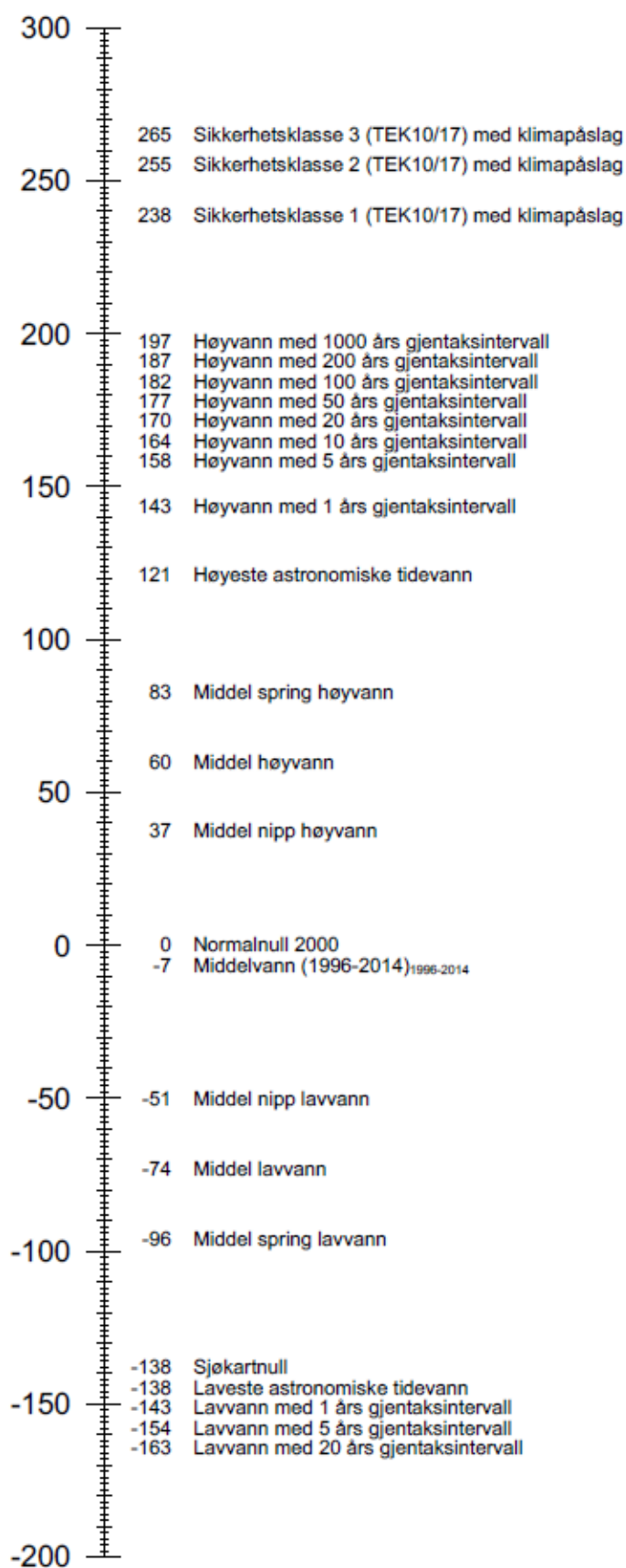
Vedlegg 2 – Stormflonivåer og havnivåstigning

N62°32,9' E7°40,9'

SETNESGROVA

Nivåskisse

Nivå knyttet til tidevann er hentet fra Kristiansund, justert med faktor 0,98.



Tall som presenteres her er basert på rapporten «Sea Level Change for Norway - Past and Present Observations and Projections to 2100», bestilt av Miljødirektoratet. Rapporten inneholder de offisielle tallene.

Hvordan havnivåendringen blir, avhenger av hvor stort utslipp av klimagasser vi kommer til å ha fremover. Ulike utslippsscenarioer for klimagasser er beskrevet i den femte hovedrapporten til FNs klimapanel (IPCC), og tre av disse er vurdert her.

RCP2.6 innebærer drastiske utslippskutt allerede fra 2020

RCP4.5 innebærer små endringer av utslipp fram til 2050 og deretter utslippskutt

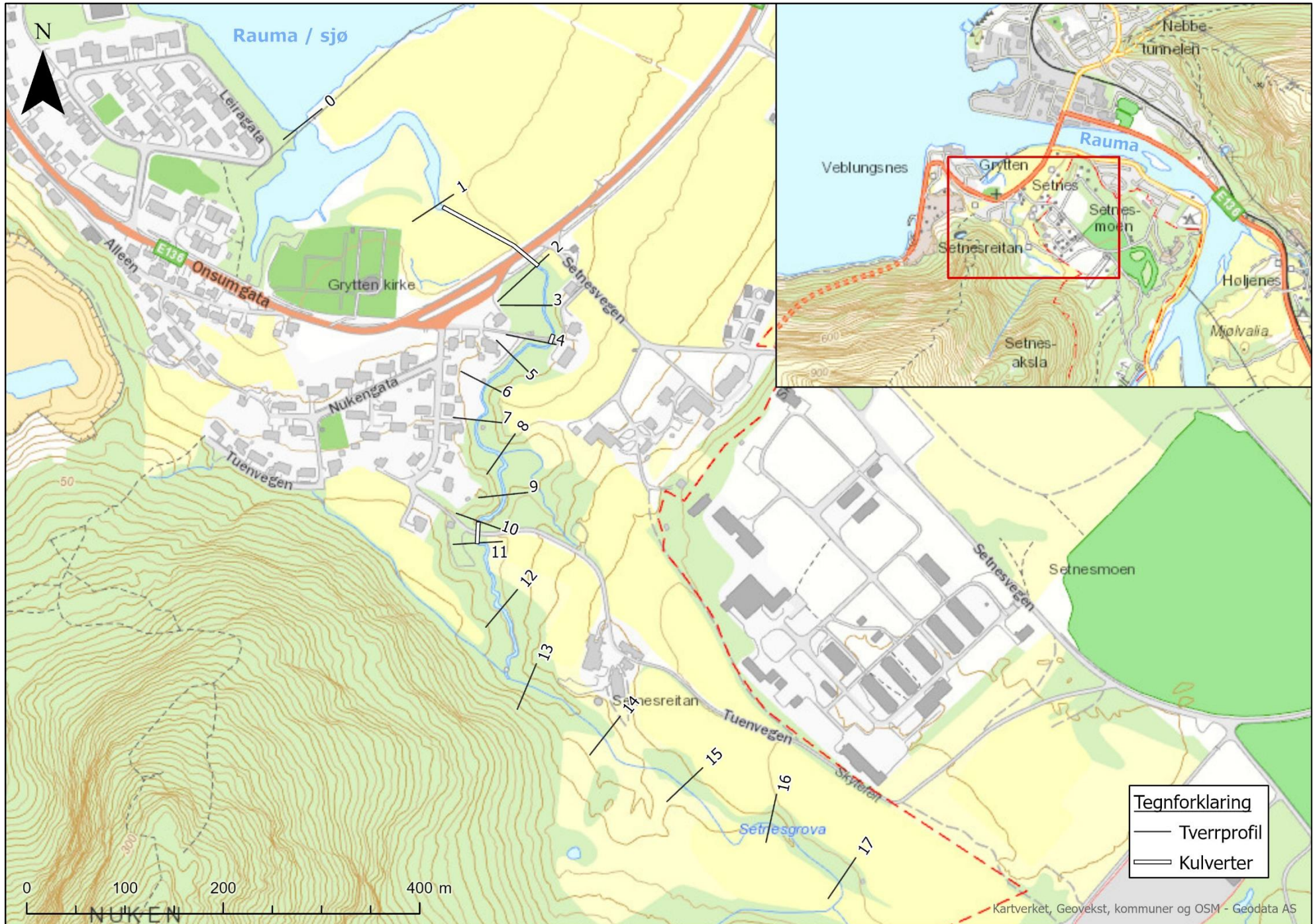
RCP8.5 innebærer at utslippene av klimagasser fortsetter å øke i dagens tempo

Tallene gjelder for Rauma kommune. Utgangspunktet for modellene er Åndalsnes.

	2041-2060	2081-2100	2100
Lavt utslipp (RCP2.6)	11 cm (-3 – 25 cm)	16 cm (-9 – 42 cm)	19 cm (-10 – 47 cm)
Redusert utslipp (RCP4.5)	12 cm (-1 – 25 cm)	23 cm (-2 – 48 cm)	25 cm (-4 – 53 cm)
Høyt utslipp (RCP8.5)	15 cm (1 – 28 cm)	39 cm (9 – 68 cm)	44 cm (9 – 79 cm)

Tabellen presenterer framskrivinger for framtidig havnivå for årene fram til 2100 sammenlignet med perioden 1996-2005. Tabellen viser framskrivingenes middelerverdier samt nedre og øvre grense for det sannsynlige intervallet for havnivåendringene.

Vedlegg 3 - Oversiktskart



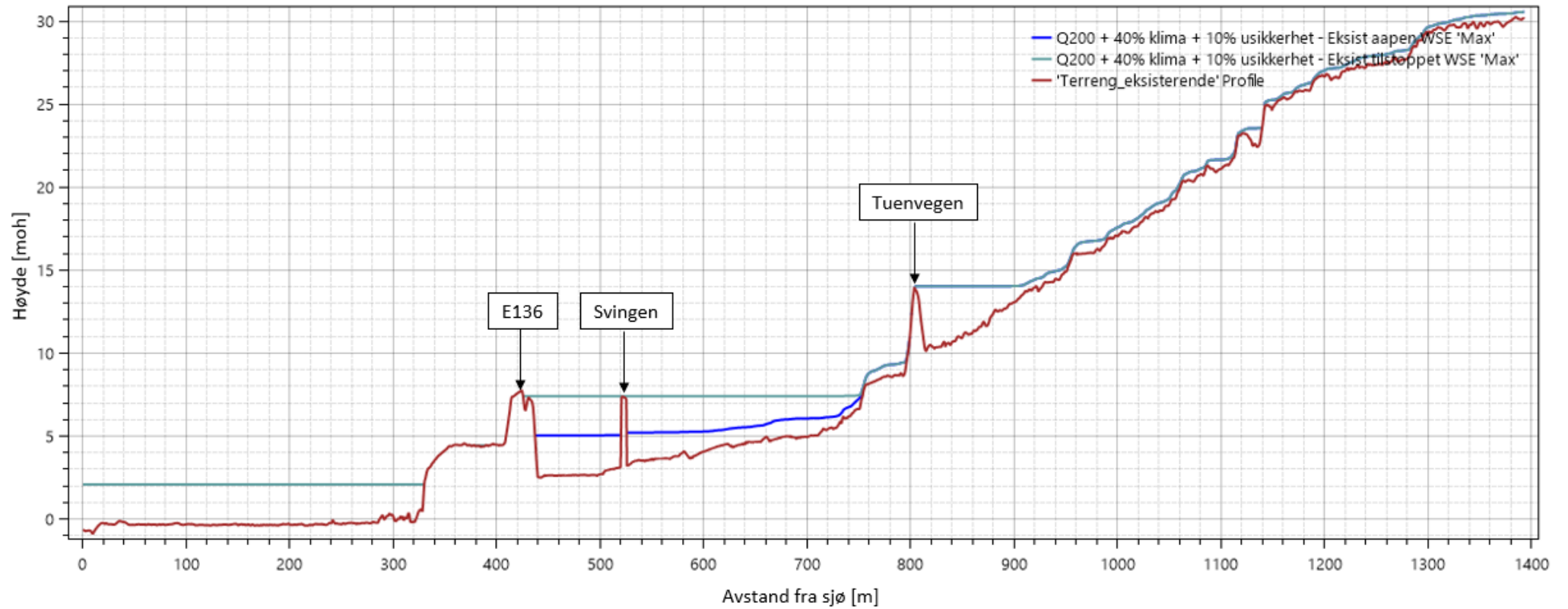
Vedlegg 4 – Resultater hydraulisk beregning

200-årsflom inkl. 40% klimapåslag og 10% usikkerhetspåslag - Eksisterende situasjon

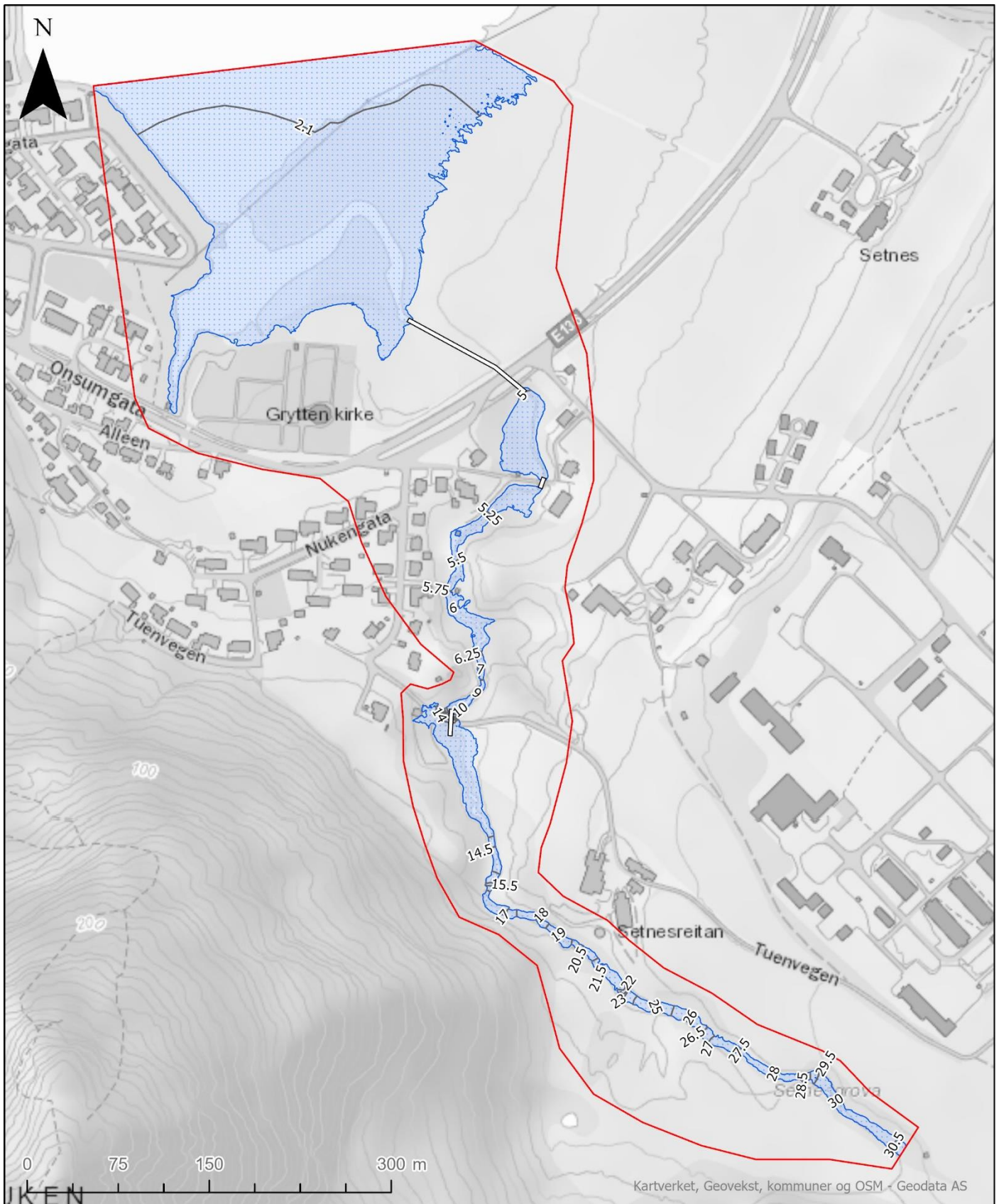
Profil nr.	Bekkebunn [moh]	Uten gjentetning			Med gjentetning av E136 kulvert			
		Vannstand [moh]	Vanddybde [m]	Hastighet [m/s]	Vannstand [moh]	Vanddybde [m]	Hastighet [m/s]	Endring vannstand [±m]
17	30.05	30.55	0.50	1.00	30.55	0.50	1.00	0.00
16	28.84	29.15	0.31	2.31	29.15	0.31	2.31	0.00
15	26.52	26.80	0.28	2.67	26.80	0.28	2.67	0.00
14	21.02	21.64	0.62	1.08	21.64	0.62	1.08	0.00
13	16.91	17.34	0.43	3.41	17.34	0.43	3.41	0.00
12	12.72	14.03	1.31	0.84	14.03	1.31	0.84	0.00
11 (oppstrøms Tuenvegen)	10.10	14.03	3.93	0.16	14.03	3.93	0.16	0.00
10 (nedstrøms Tuenvegen)	8.63	9.44	0.81	2.39	9.44	0.81	2.39	0.00
9	6.70	7.35	0.65	4.65	7.49	0.79	4.63	+0.14
8	5.04	6.09	1.05	1.07	7.42	2.38	0.51	+1.33
7	4.65	5.64	0.99	2.04	7.41	2.76	0.60	+1.77
6	4.37	5.36	0.99	2.27	7.41	3.04	0.39	+2.05
5	3.77	5.24	1.47	1.39	7.41	3.64	0.32	+2.17
4 (oppstrøms Svingen)	3.20	5.22	2.02	1.76	7.41	4.21	0.26	+2.19
3	2.67	5.05	2.38	0.35	7.41	4.74	0.07	+2.36
2 (oppstrøms E136)	2.54	5.05	2.51	0.27	7.41	4.87	0.08	+2.36
1 (nedstrøms E136)	-0.18	2.10	2.28	0.42	2.10	2.28	0.23	0.00
0 (utløp i hav / Rauma)	-0.73	2.10	2.83	0.12	2.10	2.83	0.06	0.00
Minimal:		-	0.28	0.12	-	0.28	0.06	0.00
Gjennomsnitt:		-	1.41	1.43	-	2.21	1.17	+0.80
Maksimal:		-	3.93	4.65	-	4.87	4.63	+2.36

Vedlegg 5 – Vannlinje

Lengdeprofil / vannlinje



Vedlegg 6 - Flomsonekart



Kartverket, Geovekst, kommuner og OSM - Geodata AS

Flomsonekart Setnesgrova ved E136

Situasjon: Åpen kulvert

Kartleggingen er utført for 200-årsflom inkludert 40% klimapåslag og 10% usikkerhetspåslag (gjelder for sikkerhetsklasse V2)

Tegnforklaring

- Kulverter
- Analyseområde
- Flomhøyde - Koter
- Oversvømt areal

Oppdragsgiver: Nye Veier

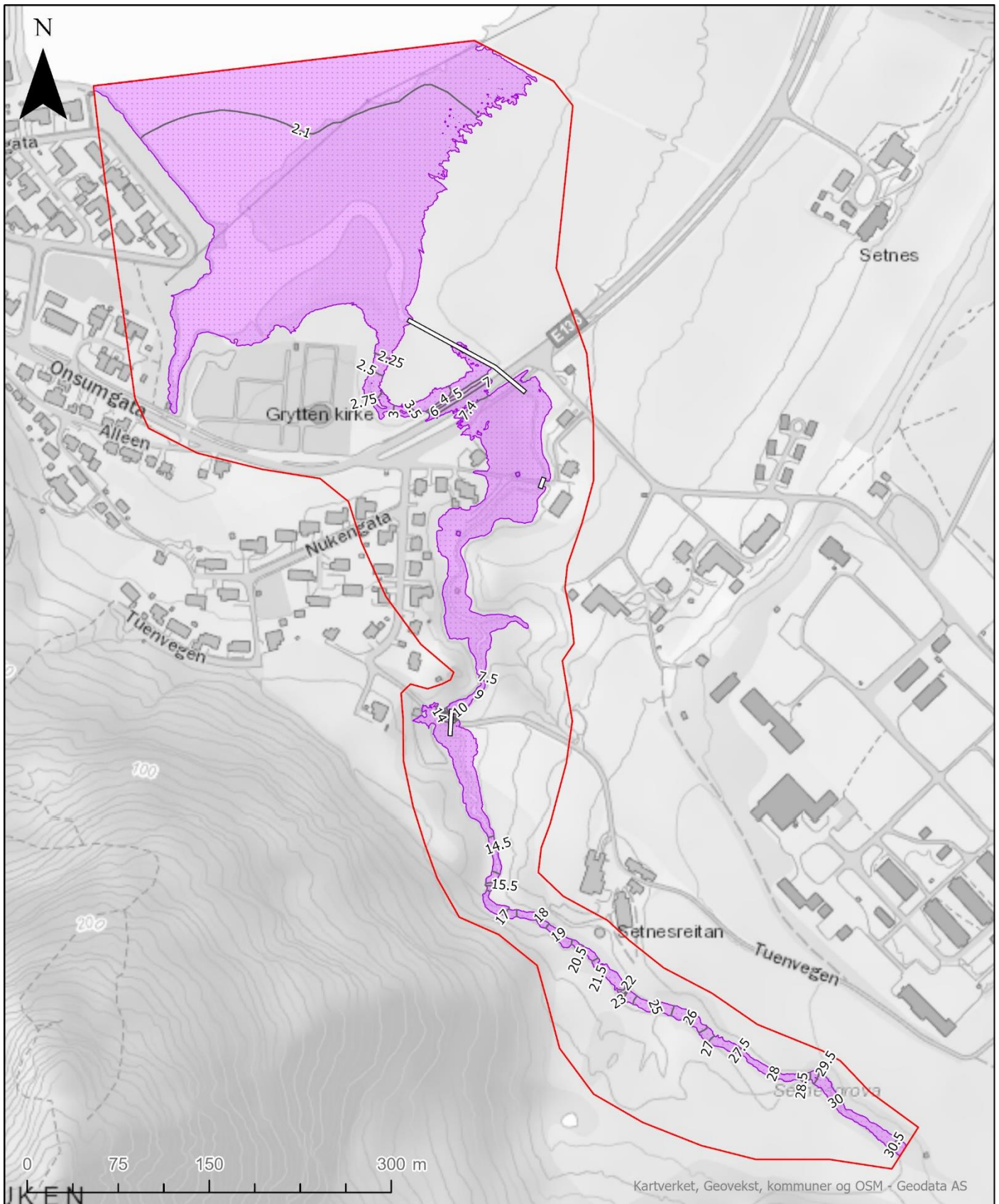
Utarbeidet av: HMK

Status: Leveranse

Dato: 17.08.2022

asplan
viak

Vedlegg 6 - Flomsonekart



Flomsonekart Setnesgrova ved E136

Situasjon: Tilstoppet kulvert (1/3 av innløpshøyde)

Kartleggingen er utført for 200-årsflom inkludert 40% klimapåslag og 10% usikkerhetspåslag (gjelder for sikkerhetsklasse V2)

Tegnforklaring

- Kulverter
- Analyseområde
- Oversvømt areal
- Flomhøyde - koter

Oppdragsgiver: Nye Veier
 Utarbeidet av: HMK
 Status: Leveranse
 Dato: 17.08.2022

