

► Flomvurdering Larvik legevakt

Sammendrag

Nye Larvik legevakt ligger innenfor NVEs aktsomhetssone for flom, og det er gjennomført flomfarevurdering for tiltaket på oppdrag fra Larvik kommune. Larvik legevakt er et F2-tiltak, og dimensjonerende flom vil være 200-årsflom + 20% klimapåslag.

Det er gjennomført flomberegning for nedbørfelt tilhørende kulvert. Beregnet 200-årsflom for punkt ved innløp i kulvert er på 5.4 m³/s (inkludert 20% klimapåslag).

Hydrauliske beregninger av kanal og kulvert ved Skyvveien, som grenser til tomten er gjennomført i HEC-RAS 6.6. Resultater av beregningen viser at vannføring ved dimensjonerende flom går marginalt ut av kanal, og åpningen i flomvoll overtoppes med 6 cm.

I hydraulisk modell berøres tomten ikke av vannføring ut av kanal ved dimensjonerende flom. Vannet som går ut av kanal vil hindre tilkomst til tomt ved en dimensjonerende flomhendelse. For å oppfylle NVEs krav til sikkerhetsmargin anbefales det å fylle igjen flomvollen ved Skyvveien, hvor det i dag er bygget en trebro. Hydraulisk modell viser at dersom flomvollen tettes, vil den overholde NVEs krav til sikkerhetsmargin.

Kulverten i beregningstrekket har tilstrekkelig kapasitet. Kapasiteten er beregnet med HEC-RAS 6.6 og Hy-8. Faren for tilstopping vurderes som lav, som konsekvens av stor lysåpning og lite vegetasjon oppstrøms kulvert.



D01	2025-06-13	For godkjenning hos oppdragsgiver	SVESVE	CECKVA	SVESVE
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 oppdrag	4
1.1	Beskrivelse av oppdrag	4
1.2	Formål og omfang	4
1.3	Tilgjengelig informasjon og datagrunnlag	4
2	Flomberegning	5
2.1	Nedbørfeltet og flomregime	5
2.2	Normalavrenning	5
2.3	Beregning av flomstørrelse	6
2.4	Beregning av flomstørrelse	6
2.5	Flomfrekvensanalyse – Målestasjon Istreelva (15.174.0)	6
2.5.1	Sammenligning nedbørfelt bekk og nedbørfelt Istreelva (15.174.0)	7
2.5.2	Flomverdier Istreelva (15.174.0)	7
2.6	Norconsults regionale formelverk	8
2.7	Endelig valg av flomstørrelse og klimapåslag	8
3	Vannlinjemodellering	9
3.1	Beregningsmodell og datakvalitet	9
3.2	Grensebetingelser og friksjonsforhold	10
3.3	Kapasitet i kulvert	10
3.4	Åpning i flomvoll oppstrøms kulvert	12
4	Resultater	14
4.1	Resultater dagens utforming	14
4.2	Resultater sensitivitetsanalyse	14
4.3	Resultater med tett flomvoll	15
5	Sikkerhetsmargin, kvalitet og usikkerheter	15
5.1	Vurdering av sikkerhetsmargin	15
5.2	Vurdering av kvalitet og usikkerhet	17
6	Konklusjon	18
7	Vedlegg	18
	Vedlegg 1 – Nedbørfeltsparemetere NEVINA	20
	Vedlegg 2 – Flomberegning NEVINA – Nedbørfelt tilhørende bekk	21
	Vedlegg 3 – Gumbelfordeling Istreelva	22
	Vedlegg 4 – Nedbørfeltsparemetere NEVINA Istreelva	23
	Vedlegg 5 – Flomberegning NEVINA Istreelva	24

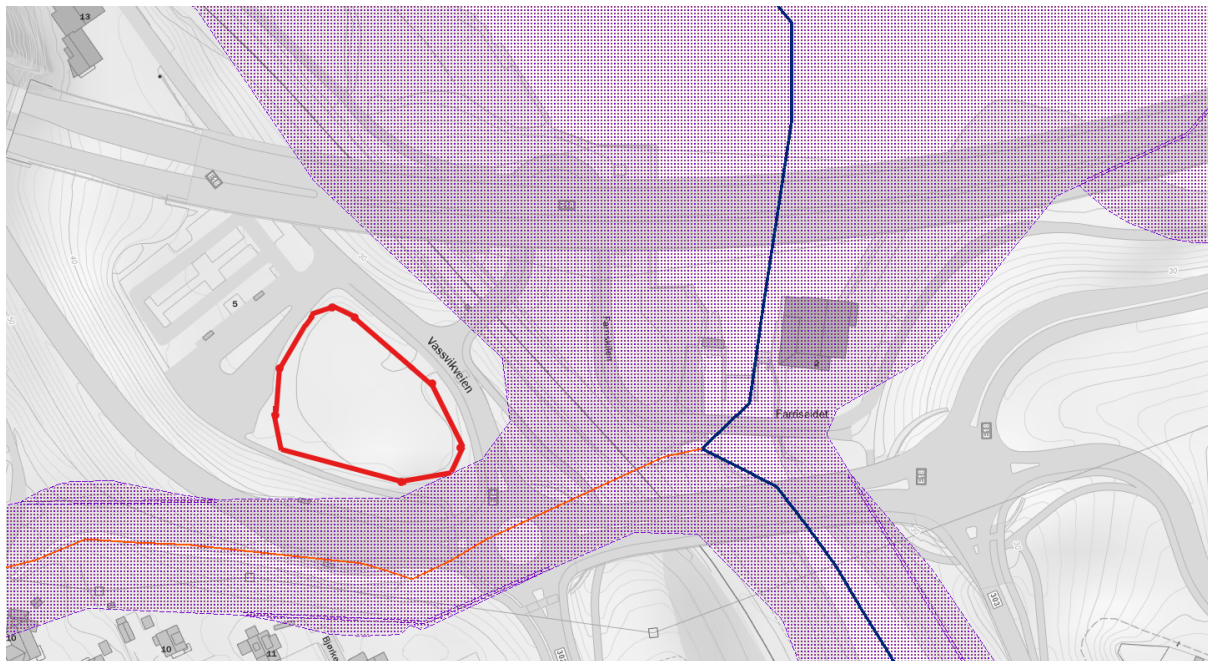
Vedlegg 6– Resultater sensitivitetsanalyse 30% tett flomvoll	25
Vedlegg 7 – Bilde kanal	27
Vedlegg 8 – Bilde kanal kritisk punkt	28
Vedlegg 9 – Bilde innløp kulvert	28
Vedlegg 10 – Bilde oppstrøm fra kulvert	30
Vedlegg 11 – Bilde kulvertåpning	31
Vedlegg 12 – Bilde kulvertåpning	32
Vedlegg 13 – Bilde i øvre del av kulvert	33

1 Introduksjon og beskrivelse av oppdrag

1.1 Beskrivelse av oppdrag

Norconsult har på oppdrag fra Larvik Kommune, utført en flomvurdering for ny legevakt (gnr/bnr. 4067/15) i Larvik kommune.

Tomten ligger innenfor NVEs aktsomhetssone for flom, og det er derfor behov for å utføre en mer detaljert flomfarevurdering for avklaring av reell flomsone i henhold til gjeldende krav til sikkerhet mot naturfare i TEK17.



Figur 1 NVEs aktsomhetssone for flom. Rød markering viser plassering på nye Larvik Legevakt.

Beregningene er utført i henhold til gjeldende praksis for denne typen flomvurderinger. Detaljer omkring vurderingene som er utført, er gitt nedenfor.

1.2 Formål og omfang

Denne rapporten har som hensikt å svare ut flomfaren ved nye Larvik legevakt.

1.3 Tilgjengelig informasjon og datagrunnlag

Alle høyder som er lagt til grunn i denne flomsonekartleggingen refererer til høydegrunnlaget NN2000.

2 Flomberegning

2.1 Nedbørfeltet og flomregime

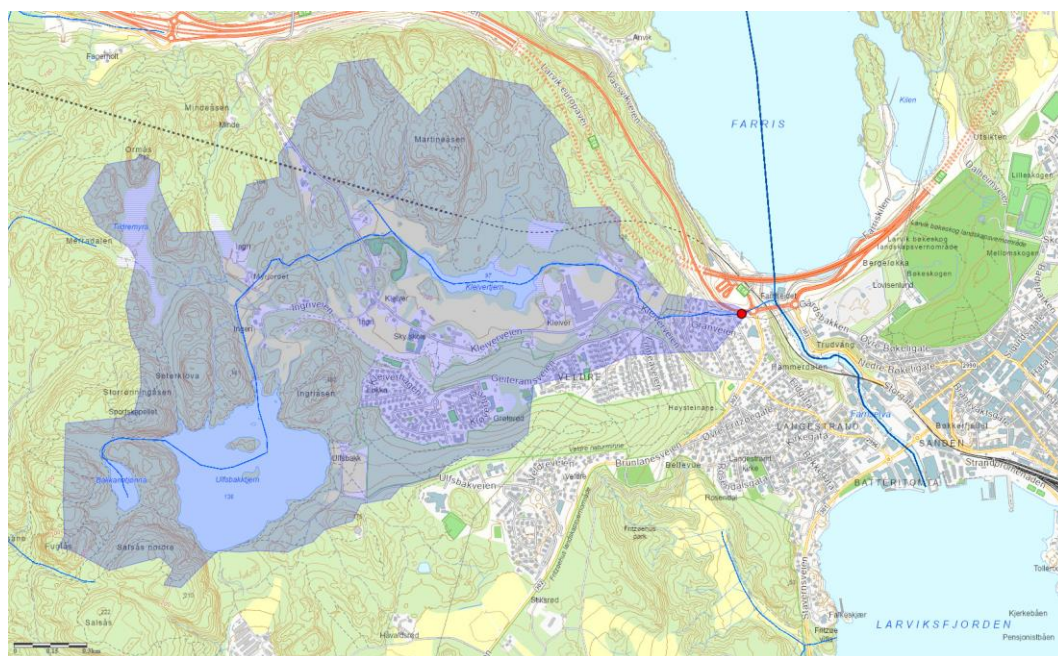
Nye Larvik legevakt ligger i Larvik kommune i Vestfold fylke.

Nedbørfeltarealet er beregnet i Nevina til 3,4 km², vist i Figur 2. Feltet består av mye skog. Nøkkeldata for nedbørfeltet er gitt i Tabell 1.

Nedbørfeltet er lite, og det er sannsynligvis regnflommer som vil gi høyest vannføring i elven.

Tabell 1 Nøkkeldata nedbørfelt.

Nedbørfelt	Areal km ²	Eff.sjøandel %	Høyde (H _{min} -H ₅₀ -H _{max})	Normaltilsig l/(s*km ²)
Bekk ved nye Larvik Legevakt	3,4	2,9	35-154-221	25.2



Figur 2 Nedbørfelt tilhørende bekk ved nye Larvik legevakt.

2.2 Normalavrenning

NVEs avrenningskart har usikkerheter, og målestasjon Istreelva (15.174.0) er brukt for å vurdere middelavrenning i nedbørfeltet.

Av Tabell 2 fremkommer det at målestasjon Istreelva måler en marginalt høyere middelavrenning, sammenlignet med den estimerte middelavrenningen fra Nevina i samme punkt. NVE estimerer middelvannføringen ut fra observasjoner i feltet eller ut fra avrenningskart for gjeldende klimaperiode (NVE, 2022). Middelavrenningen inngår i de nasjonale formelverkene for flomestimer (RFFA-NIFS og RFFA-2018) og har stor innflytelse på resultatet av flomberegningen.

Tabell 2 Årlig middelavrenning, NVEs avrenningskart og målestasjon Istreelva (15.174.0)

Metode	Verdi
NEVINA – Estimert årlig middelavrenning (1991-2020)	21.3 l/s*km ²

Målestasjon Istreelva (15.174.0) (måledata 2011-2025)	23 l/s*km ²
--	------------------------

For nedbørfelt tilhørende bekk som passerer tiltaket, er estimert årlig middelavrenning lik **25.2 l/s*km²** ved NEVINA. Dette er vurdert som realistisk basert på sammenligning med data fra målestasjon Istreelva (15.174.0).

Et spesifikt årsmiddeltilsig på 25.2 l/(s*km²) legges derfor til grunn i beregningene.

2.3 Beregning av flomstørrelse

Beregning av 200-års flomvannføring er i denne analysen gjort med følgende metodikk:

- NIFS-2015 - Nasjonalt formelverk for små nedbørfelt (<50-60 km²)
- Norconsults eget formelverk for regionen
- FFA på målestasjon Istreelva (15.174.0)

For NIFS formelverk vurderes analysen direkte på kulminasjonsverdier. Estimert kulminasjonsfaktor for flommer i nedbørfeltet er estimert fra innmålinger Istreelva (15.174.0), og er brukt også i Norconsults eget formelverk for regionen.

2.4 Beregning av flomstørrelse

Nasjonalt formelverk for små nedbørfelt (NIFS-2015) gir verdier oppsummert i Tabell 3 for bekk tilhørende ny Larvik legevakt. RFFA-2018 er sett bort fra da dette formelverket er ment for større nedbørfelt. Fullstendig flomberegning hentet fra NEVINA er vist i Vedlegg 2 – Flomberegning NEVINA – Nedbørfelt tilhørende bekk.

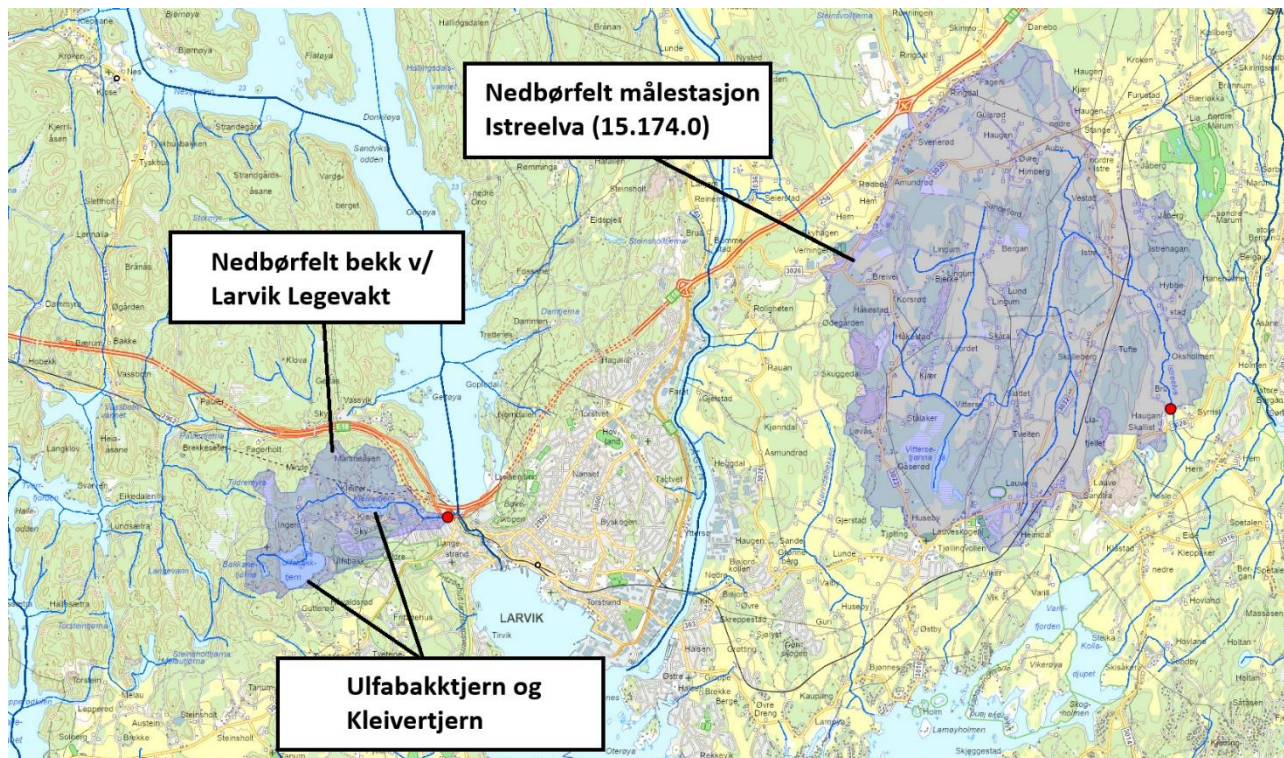
Tabell 3 Resultater for NIFS-2015, kulminasjonsverdier.

Kulminasjonsverdi	Q _M [m ³ /s]	Q ₂₀ [m ³ /s]	Q ₂₀₀ [m ³ /s]	Q ₁₀₀₀ [m ³ /s]
NIFS-2015	1.1	1.9	3.1	4.5

2.5 Flomfrekvensanalyse – Målestasjon Istreelva (15.174.0)

Flomfrekvensanalyse er gjennomført på døgndata og kulminasjonsvannføringer. Målestasjon Istreelva (15.174.0) logger data to ganger i timen. Det foreligger måledata fra 2007 til dags dato. I analysen er det benyttet data etter 2010 som følge av usikkerhet rundt målinger frem til dette tidspunktet. Totalt 15 år med pålitelige måledata er noe marginalt for estimering av 200-årsflom.

Målestasjonens geografiske plassering er vist i Figur 3. Målestasjonen ligger i umiddelbar nærhet til Larvik. Nedbørfelt tilhørende målestasjonen er 8 ganger større enn nedbørfelt tilhørende bekk, og vil dermed respondere noe saktere på kraftige nedbørshendelser. Nedbørfelt tilhørende bekk har en effektiv sjøprosent på 2,9 %, og innsjøene Kleivertjern og Ulfabakktjern vil dempe hurtige flomhendelser. Plassering på tjernene er vist i Figur 3. Forskjeller i areal og sjøprosent har motsatt effekt, og totalt sett er Istreelva vurdert som et godt felt å sammenligne mot. Tabell 4 oppsummerer nøkkeldata for de to nedbørfeltene.



Figur 3 Kart som viser plassering på målestasjon sammenlignet med nedbørfelt tilhørende bekk v/ Larvik Legevakt.

2.5.1 Sammenligning nedbørfelt bekk og nedbørfelt Istreelva (15.174.0)

Tabell 4 Nøkkeldata sammenligning nedbørfelt bekk og nedbørfelt tilhørende målestasjon.

	Nedbørfelt bekk	Nedbørfelt Målestasjon Istreelva 15.174.0
Areal [km ²]	3.4	24.4
Effektiv sjøprosent [%]	2.9	0
Estimert årlig middelavrenning [l/s/km ²]	25.2	21.3
H _{max} -H ₅₀ -H _{min} [m]	35-154-221	3-63-115
Feltlengde [km]	3	5.6

2.5.2 Flomverdier Istreelva (15.174.0)

Estimerte flomdata for Istreelva (15.174.0), fra NEVINA er vist i Tabell 5.

Tabell 5 Estimert data for punkt Istreelva (15.174.0), hentet fra NEVINA.

Istreelva Nevina	Verdi	Enhet
Estimert normalavrenning Nevina (1991-2020)	21.3	[l/s/km ²]
Estimert kulminasjon NIFS-2015, Q _M	318	[l/s/km ²]
Estimert kulminasjon RFFA-2018, Q _M	290	[l/s/km ²]

Gumbel (Bayesiansk) frekvensfordeling er brukt for å estimere gjentakintervall basert på måledata i perioden 2011-2025. Resultater av flomfrekvensanalysen for målestasjonen er oppsummert i Tabell 6. Fullstendig plot som viser frekvensfordeling, er vist i

Vedlegg 3 – Gumbelfordeling Istreelva.

Tabell 6 Resultater av flomfrekvensanalyse for Istreelva (15.174.0)

Målestasjon Istreelva 15.174.0	Q _M [l/s/km ²]	Q ₂₀ [l/s/km ²]	Q ₂₀₀ [l/s/km ²]	Q ₁₀₀₀ [l/s/km ²]
Døgnmiddelflom	305	572	857	1070
Kulminasjonsverdi	480	893	1339	1669

Skalert til bekk tilhørende Larvik legevakt gir dette vannføringer oppsummert i Tabell 7. Analysen er gjennomført direkte på kulminasjonsverdier.

Tabell 7 Resultater av flomfrekvensanalysen, skalert til nedbørfelt tilhørende bekk ved Larvik Legevakt. Flomstørrelsene er kulminasjonsverdier.

	Q _M [m ³ /s]	Q ₂₀ [m ³ /s]	Q ₂₀₀ [m ³ /s]	Q ₁₀₀₀ [m ³ /s]
Bekk ved legevakt	1.63	3.04	4.55	5.68

2.6 Norconsults regionale formelverk

Norconsult har i forbindelse med tidligere flomberegninger satt opp eget formelverk for beregning av døgnmiddelflom i små felt. I datagrunnlaget inngår en rekke mindre nedbørfelt på det sentrale Østlandet og nedover mot Sørlandet.

$$Q_M \text{ (l/(s*km}^2\text{)) (døgnmiddel)} = 107 - 24,8 \cdot \ln(A) - 26,47 \cdot A_{SE} + 11,32 \cdot Q_N$$

For Q_M resulterer dette i en døgnmiddelflom på 285.2 l/(s*km²).

Hvor A er feltareal, A_{SE} effektiv sjøprosent og Q_N spesifikt årsmiddeltlig. Ved innsetting av parametere for nedbørfelt tilhørende bekk, forholdstall mellom Q_M og Q₂₀₀ på 2,97 (hentet fra NIFS-2015), samt oppskalering fra døgnmiddel til momentanverdi med 1,56 gir denne ligningen en momentan 200-årsflom på 4,5 m³/s, altså en spesifikk avrenning på 1320 l/(s*km²). Kulminasjonsfaktoren er hentet fra sammenligning av døgnmiddelflommer og kulminasjonsverdier i flomfrekvensanalysen.

2.7 Endelig valg av flomstørrelse og klimapåslag

Tabell 8 oppsummerer flomverdier fra de ulike metodene.

NIFS er vurdert å gi noe underestimerte resultater, etter sammenligning av FFA og NIFS-2015 estimert ved målestasjonens plassering. Kulminasjonsverdier fra målestasjon underbygger dette, da spesifikk avrenning jevnt overstiger estimerer gitt av NIFS-2015. I 2011, 2014 og 2015 ble det logget en spesifikk avrenning, kulminasjonsverdi, på henholdsvis 707, 742 og 925 l/(s*km²) ved målestasjonen. Til sammenligning gir NIFS-2015 en estimert spesifikk avrenning for 20-årsflom på 484 l/(s*km²).

Flomfrekvensanalyse basert på målestasjon Istreelva og Norconsults formelverk er vurdert å gi mer presise flomverdier sammenlignet med NIFS-2015, og disse metodene er vektet likt i fastsettelsen av endelig flomstørrelse. Det presiseres at kulminasjonsfaktor (1,56) beregnet fra data fra målestasjon er benyttet også i Norconsult formelverk.

For å ta hensyn til fremtidige endringer i klimaet er det utarbeidet klimaprofiler for ulike deler av landet, se www.klimaservicesenter.no (et samarbeid mellom Meteorologisk institutt, Norges vassdrags- og energidirektorat, NORCE og Bjerknessenteret). I klimaprofilen for Vestfold er det forventet at episoder med kraftig nedbør øker både i intensitet og hyppighet i alle årstider. I mindre vassdrag (elver og bekker) som reagerer raskt på regn, og i tettbygde strøk vil mer intens lokal nedbør skape særlige problemer. I mindre bekker og elver må man også forvente minst 20 % økning i flomvannføringerne og

man må være spesielt oppmerksom på at mindre elver kan finne nye flomveier (Norsk Klimaservicesenter, 2024).

Det velges på dette grunnlaget å legge til grunn en 200-årsflom med klimapåslag (kulminasjonsverdi) på 5.4 m³/s (1435 l/(s*km²)).

Tabell 8 Flomstørrelser (200-årsflom) med ulike metodikker og valgt flomverdi.

Metode	Spesifikk flomverdi l/(s*km ²)	Absolutt flomverdi m ³ /s
FFA	1339	4.6
NIFS-2015	927	3.1
RFFA-2018	615	2.1
Norconsult formelverk	1320	4.5
Valgt flomverdi	1196	4.5
Valgt flomverdi +20% klimapåslag	1435	5.4

3 Vannlinjemodellering

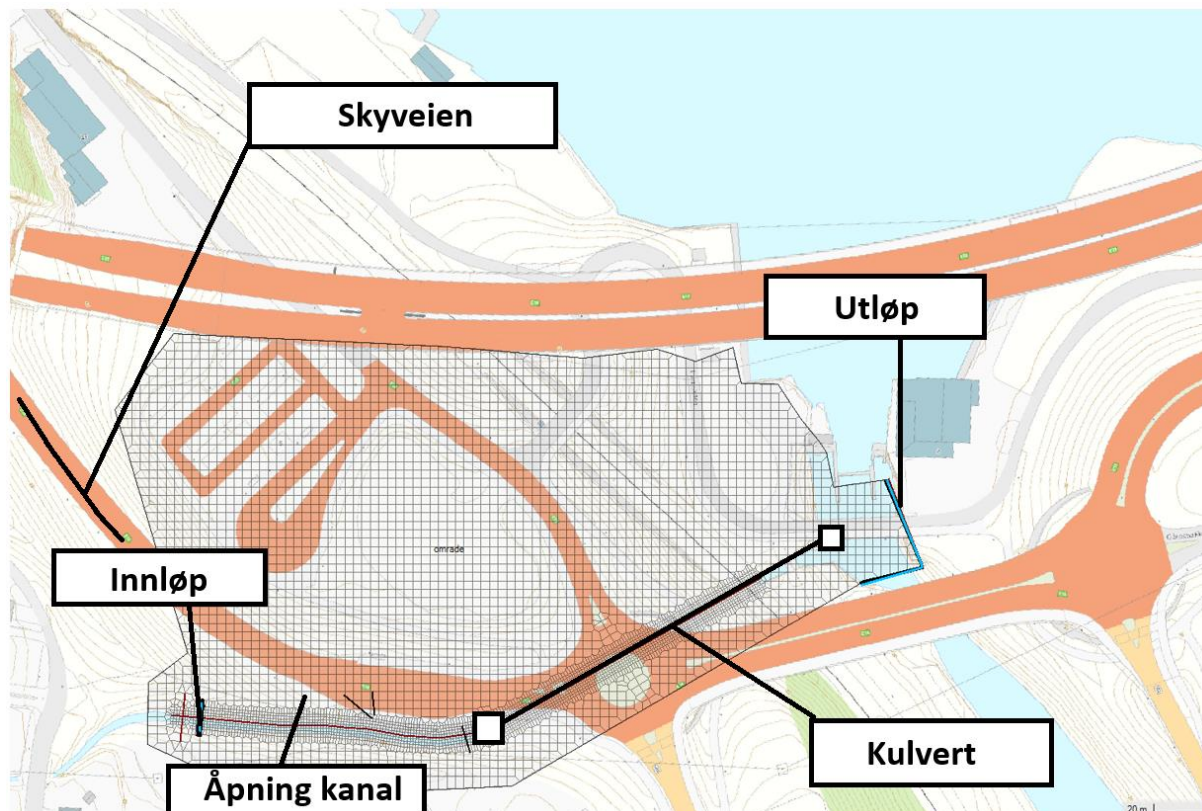
3.1 Beregningsmodell og datakvalitet

Beregning av 200-års flomvannstand med klimapåslag gjøres på grunnlag av beregnet flomvannføring. For å kunne gjøre om vannføring til vannstand må flomvannføringen rutes gjennom en hydraulisk modell. I denne analysen er programvaren HEC-RAS 6.6 benyttet. HEC-RAS 6.6 kan beregne strømning i 2 dimensjoner, noe som er egnet for å vurdere flomsone langs vassdrag.

Høydemodellen i beregningen er hentet fra www.hoydedata.no, der det foreligger en scanning over området fra 2022 med tetthet på 10 pkt./m², høyder i NN2000. Beregningsmeshet er satt til en oppløsning på 1m x 1m og Mannings tall er satt til 0.05, basert på tabell 4.1 i Vassdragshåndboka (NVE, 2010). Utenfor kanalen er det brukt et mesh på 3m x 3m.

Det er gjennomført innmålinger av høyder på befaring i mai 2025, som viser at terrenget fra 2022 ikke er endret. Innmålingene bekrefter at det ikke er gjort endringer i terrenget, og sammenfaller i åpning av flomvoll med DTM fra 2022, som er et viktig punkt i beregningen. Punktet er vist i Figur 4.

Øvre grensebetingelse er dimensjonerende flomvannføring, nedre grensebetingelse er normaldybde. Beregningsstrekningen er vist i Figur 4.



Figur 4 Beregningsstrekket i hydraulisk modell.

3.2 Grensebetingelser og friksjonsforhold

Ved utredning av flomfare, anbefales det å kalibrere modellen. Ved kalibrering justeres parameterne (primært ruheten) i modellen slik at den beregnede vannstanden blir mest mulig lik den observerte. For å kalibrere en modell er en avhengig av at det finnes samtidige målinger av vannstand og vannføring. Det er ikke gjennomført kalibrering av modellen, ettersom det ikke er gjort samtidige målinger av vannstand og vannføring i bekken. Dette medfører en økt usikkerhet til resultatet av beregningene.

3.3 Kapasitet i kulvert

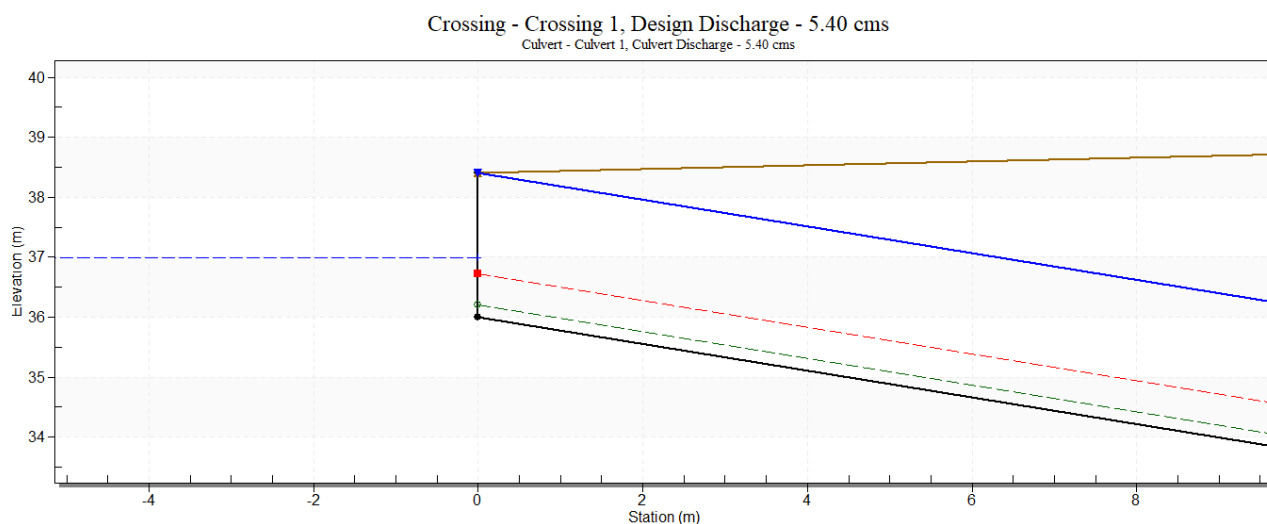
Kulvertens utforming er viktig for kapasiteten. Kulverten har et totalt fall på 15m, og det forutsettes innløpskontroll som en konsekvens av dette. Kulverten er 110m lang og er vist i Figur 4.



Figur 5 Innløp til kulvert.

Lysåpningen på innløpet er 2,8 m bred og 2,4 m høy, innmålt av Norconsult på befaring i mai 2025. Det er vangemurer inn mot lysåpning, i tillegg til sidehelning mot senter av kanal. Innløpskoeffesient er satt til 0,2, fra tabell 10.11 i vassdragshåndboka (NVE, 2010). Programvare Hy-8 og HEC-RAS 6.6 er brukt for å vurdere kapasitet i kulverten. Beregningen viser at dimensjonerende flomvannføringer ivaretatt med god margin. Beregninger fra Hy-8 viser at ved omtrent 18 m³/s begynner kulvertåpning å gå full.

Ved dimensjonerende flom vil det være en vannstand på omtrent 1 m i kulvertåpningen vist i Figur 6.



Figur 6 Resultater fra Hy-8.

Tilstoppingsfaren for kulverten er vurdert som lav, ettersom vangemurer har god utforming for å lede løvsøre og kvister, og lysåpningen er vurdert som tilstrekkelig for å ta unna eventuell vegetasjon. Bilder fra befaring viser beskjeden vegetasjon, med enkelte mindre busker i bekkeløp.

3.4 Åpning i flomvoll oppstrøms kulvert

Det er etablert en flomvoll langs nordlig side av bekken oppstrøms kulvertåpning. Det er en åpning i flomvollen, som kan føre til vann ut av kanalen, vist i Figur 4. Hensikten med åpningen er ikke funnet.

Siden 2022, hvor innskanning benyttet i terrengmodellen ble gjennomført, er det bygget en trebro, vist i Figur 9. Av Google Streetview, datert 2022 fremkommer det også at det er en rist i åpningen i flomvollen. Dimensjoner og kapasitet av denne er ikke kartlagt, og hydraulisk modell tar ikke høyde for kapasitet til risten.



Figur 7 Kart fra 2022 som viser punkt som kritisk i hydraulisk modell. Rødt område markerer kritisk punkt mtp. Overtopping.

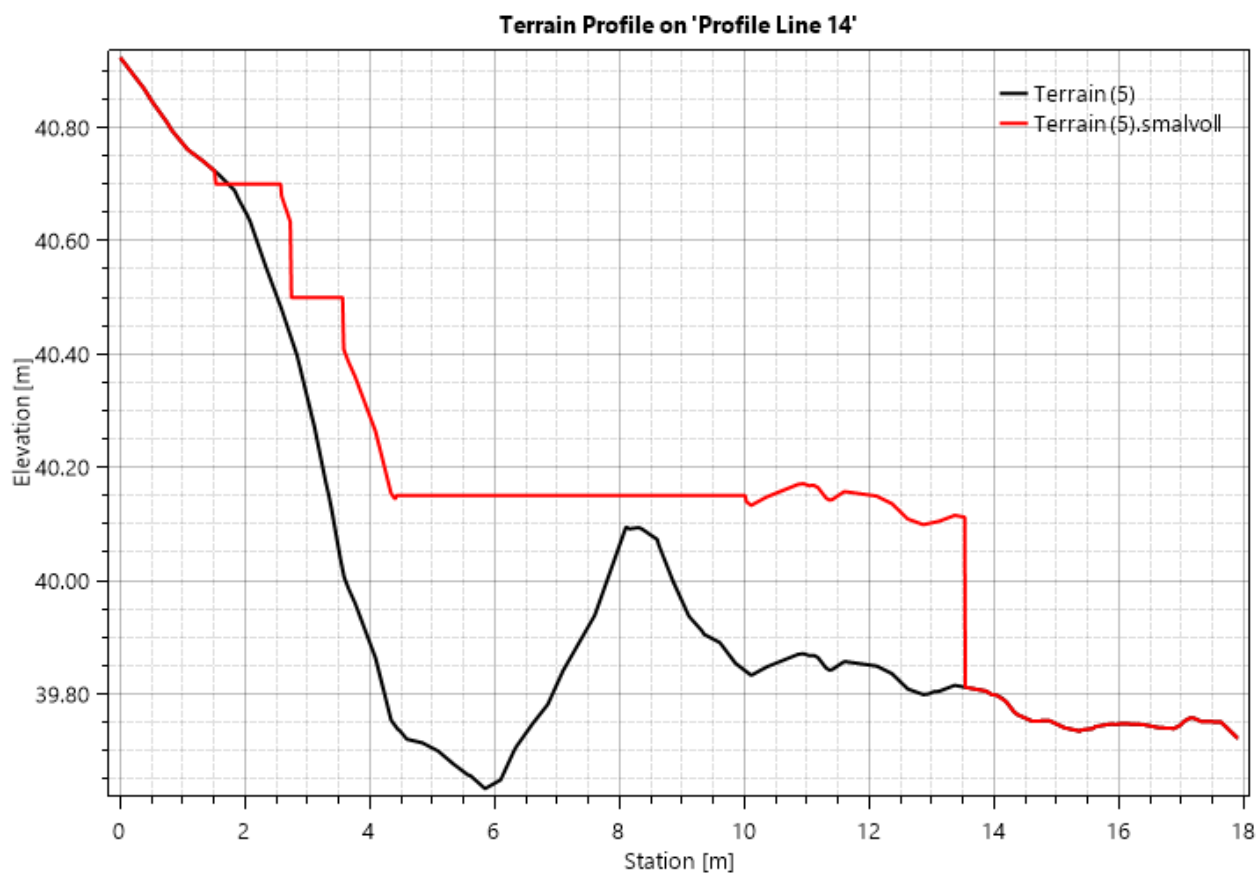


Figur 8 Bilde hentet fra Google Streetview. Bildet er tatt i 2022. Rist er markert med sirkel i bildet.



Figur 9 Bilde tatt av Norconsult 16. mai 2025. Trebro er satt opp siden 2022, og det kan se ut som det er lagt på noe mer steiner sammenlignet med bilder fra 2022. Innmålinger viser like terrenghøyder i åpningen i 2022 og 2025.

Det er gjennomført beregninger i HEC-RAS, for å kartlegge effekten av å fylle igjen flomvullen. I Hydraulisk modell er dette gjort ved å fylle igjen åpningen i flomvullen. Terrenget er hevet opptil 0.5 m i et strekke på 10m, vist i Figur 10. I realiteten vil det sannsynligvis være et kortere strekke det vil være behov for å bygge opp.



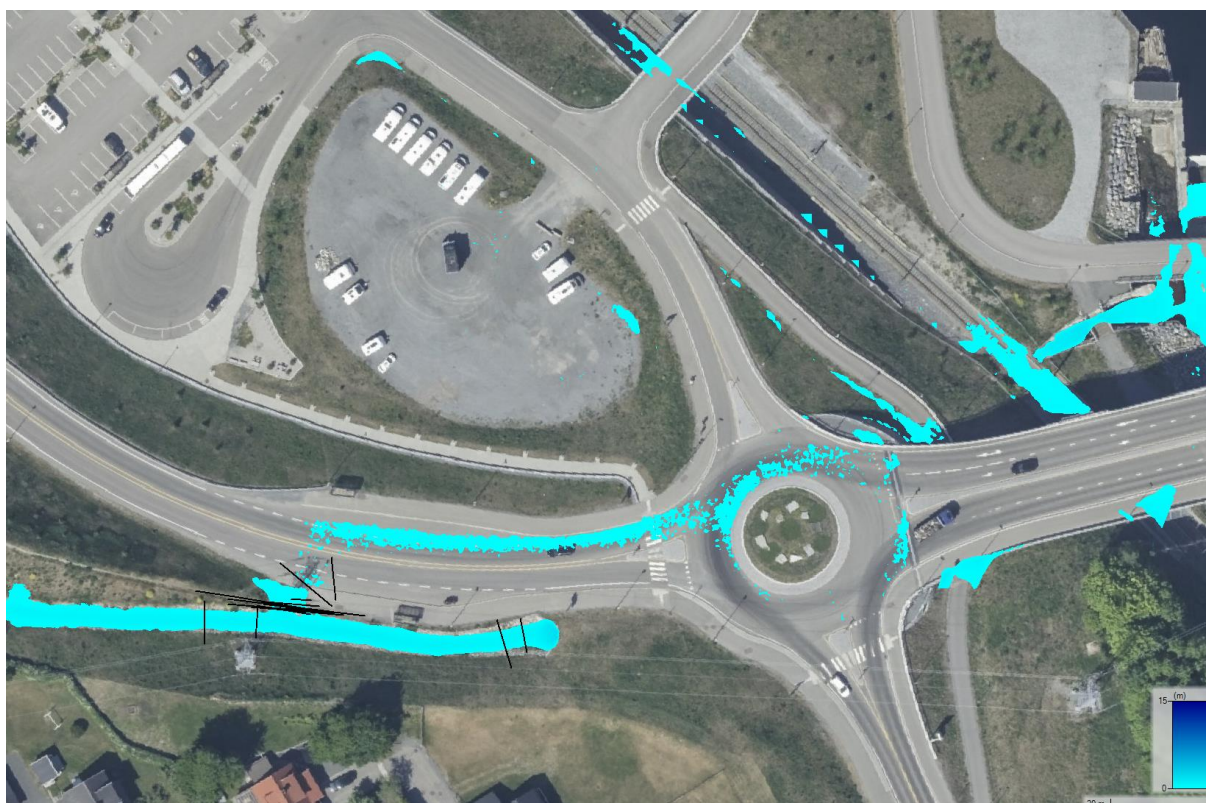
Figur 10 Flomvoll i snitt. Terrenget er hevet opptil 0.5 m i et strekke på 10m.

4 Resultater

4.1 Resultater dagens utforming

Resultater fra hydraulisk simulering av beregnet 200-årsflom med 20 % klimapåslag er vist i Figur 11. Vannføring i hydraulisk modell går marginalt ut av kanal, og åpningen i flomvollen overtoppes med 6 cm. En maksimal vannføring på 0.2 m³/s går ut i veibanen. Vannet følger veibanen i rundkjøringen, og resultat av hydraulisk beregning viser at tomt for nye Larvik Legevakt ikke berøres ved dimensjonerende flomhendelse, selv om noe vann kan følge veibanen nordover.

Det er fra 2022 bygget en enkel trebro i beregningsstrekket, som er vurdert å ikke spille inn på resultatene. Denne er ikke modellert i hydraulisk modell.



Figur 11 Beregnet flomsone ved tomt Larvik legevakt ved 200-årsflom med klimapåslag. Vanndybder mindre enn 5cm er ikke vist i utsnittet.

4.2 Resultater sensitivitetsanalyse

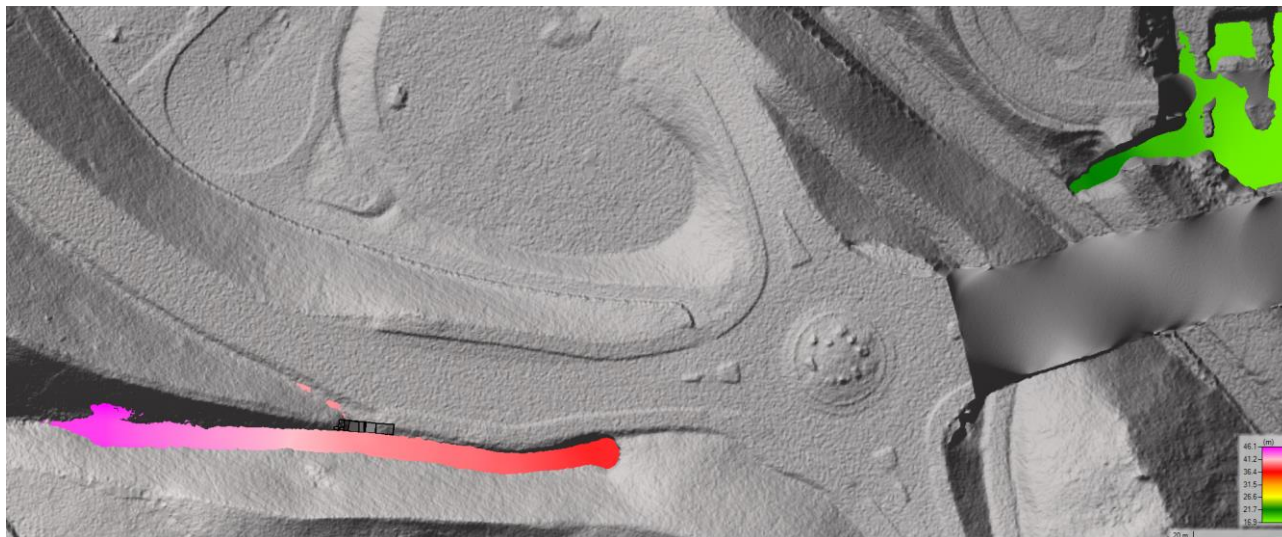
Det er gjennomført en sensitivitetsanalyse for å undersøke hvilken effekt usikkerhet i underlaget kan utgjøre, i henhold til veileder for flomberegning (NVE, 2022). Et påslag på 20% på vannføring og ruhet fører til en vannstandsøkning på henholdsvis ca. 5 og 6 cm i kanal.

Tabell 9 Resultater av sensitivitetsanalyse.

Kanal ved Skyveien	Vannstand i åpning av flomvoll [m]	Vannføring ut av kanal [m ³ /s]	Vannstand i nedre ende av kanal [m]
Basecase - QDim (1.2xQ200)	0.06	0.19	0.56
Økt vannføring 20%	0.09	0.35	0.61
Økt ruhet 20%	0.08	0.24	0.62

4.3 Resultater med tett flomvoll

Det er gjort manuelle endringer i terrenget for å kartlegge effekten av å tette igjen flomvollen. Resultater viser at dette er tilstrekkelig for å hindre overtopping ved dimensjonerende flomhendelse. Resultater av beregningen er vist i Figur 12.



Figur 12 Beregnet flomsone ved igjenfylling av flomvoll. Terrenget er hevet opptil 0.5 m i et strekke på 10m.

5 Sikkerhetsmargin, kvalitet og usikkerheter

Modellen er ikke tilpasset mot en målt vannlinje, og følsomhetsanalysen viser at endringer i vannstanden er tilnærmet 30 cm eller lavere. I henhold til tabell 10-1 i Veileder for flomberegning er hydraulisk modell vurdert å ligge i klasse D (NVE, 2022).

Hydrologisk datagrunnlag er vurdert som brukbart, med observasjoner i eller nært vassdraget (målestasjon Istreelva (15.174.0)). I henhold til tabell 10-2 i Veileder for flomberegning (NVE, 2022) er flomberegningen vurdert til å ligge i klasse B.

5.1 Vurdering av sikkerhetsmargin

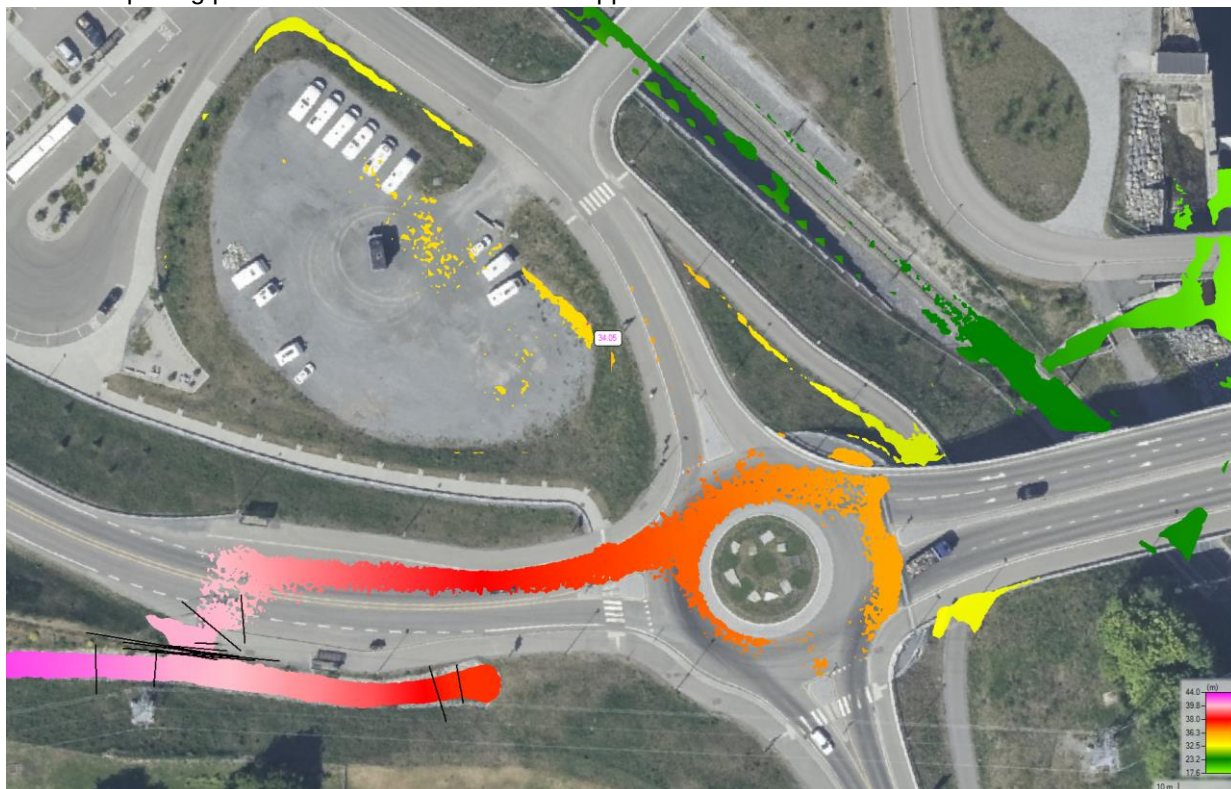
For alle byggesaker skal behovet for et vertikalt sikkerhetspåslag på beregnede flomnivåer vurderes. Det gjøres for å ta hensyn til usikkerheter i beregningene. Størrelsen på sikkerhetspåslaget fastsettes ved å øke vannføringen med prosentvise påslag og avhenger av kvaliteten på det hydrologiske grunnlaget og hvor bra kalibreringsdataene er. Tabell 10-2 i Veileder for flomberegning (NVE, 2022) gir 30% sikkerhetspåslag på vannføringen som.

Kanalen vil være naturlig punkt å flomsikre. Sikker byggehøyde for F2 er hentet fra resultater fra hydraulisk beregning med 30% påslag på vannføring. Utsnitt av modellen er vist i Vedlegg 6– Resultater sensitivitetsanalyse 30% dagens situasjon.

Tabell 10 Påslag på flomberegningen.

Hva	Klasse / faktor / nivå
Klassifisering av kalibreringsnivå	Klasse D
Klassifisering av flomberegning	Klasse 2
Prosentvist påslag på flomberegning	30 % økt vannføring
Sikker byggehøyde for F2 – dagens situasjon	34.1 moh.

Effekten av tett flomvoll i hydraulisk modell. For utforming med tett flomvoll beregning med sikkerhetspåslag på 30% at flomvollen ikke overtoppes.



Vedlegg 7– Resultater sensitivetsanalyse 30% tett flomvoll viser resultater av beregningen. Det vurderes at flomvollen må tettes for å overholde NVEs krav til sikkerhetsmargin ved tiltaket.

5.2 Vurdering av kvalitet og usikkerhet

Usikkerhet på hydrologisk grunnlag

Det vil alltid være usikkerhet beheftet med beregning av flomvannføring. Usikkerheten er søkt minimert ved å benytte flere ulike metoder for beregning av flomstørrelsen. Usikkerheten er størst i bestemmelsen av kulminasjonsflommens størrelse. En sensitivetsanalyse er gjennomført for å kartlegge effekten av en eventuell feil i beregningene

Usikkerhet på kart og terrenggrunnlag

Innmålinger i åpning i flomvoll viser at det ikke er gjort endringer fra 2022 til 2025. Sammenligning mellom bilder fra befaring og bilder fra 2022 viser at det likevel visuelt kan se ut som det er små forskjeller i punktet. Dersom terrenget er hevet marginalt, kan dette spille inn på resultatene. Som en konservativ forutsetning er det lagt til grunn at terrenget ikke er hevet siden 2022, når innskanningen ble gjennomført.

6 Konklusjon

Nye Larvik legevakt ligger innenfor NVEs aktsomhetssone for flom, og det er gjennomført flomfarevurdering for tiltaket på oppdrag fra Larvik kommune. Larvik legevakt er et F2-tiltak, og dimensjonerende flom vil være 200-årsflom + 20% klimapåslag.

Det er gjennomført flomberegning for nedbørfelt tilhørende kulvert. Beregnet 200-årsflom for punkt ved innløp i kulvert er på 5.4 m³/s (inkludert 20% klimapåslag).

Hydrauliske beregninger av kanal og kulvert ved Skyvveien, som grenser til tomten er gjennomført i HEC-RAS 6.6. Resultater av beregningen viser at vannføring ved dimensjonerende flom går marginalt ut av kanal, og åpningen i flomvoll overtoppes med 6 cm.

I hydraulisk modell berøres tomten ikke av vannføring ut av kanal ved dimensjonerende flom. Vannet som går ut av kanal vil hindre tilkomst til tomt ved en dimensjonerende flomhendelse. For å oppfylle NVEs krav til sikkerhetsmargin anbefales det å fylle igjen flomvollen ved Skyveien, hvor det i dag er bygget en trebro. Hydraulisk modell viser at dersom flomvollen tettes, vil den overholde NVEs krav til sikkerhetsmargin.

Kulverten i beregningstrekket har tilstrekkelig kapasitet. Kapasiteten er beregnet med HEC-RAS 6.6 og Hy-8. Faren for tilstopping vurderes som lav, som konsekvens av stor lysåpning og lite vegetasjon oppstrøms kulvert.

7 Bibliografi

Norsk Klimaservicesenter. (2024). <https://klimaservicesenter.no/kss/klimaprofiler/rogaland>. Hentet fra <https://klimaservicesenter.no/kss/klimaprofiler/rogaland>

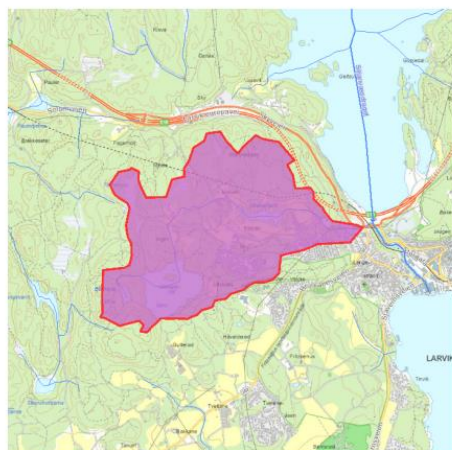
NVE. (2010). *Vassdragshåndboka*.

NVE. (2022). *Veileder 3 flomberegninger*.

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

8 Vedlegg

Vedlegg 1 – Nedbørfeltsparemetere NEVINA



Norges
vassdrags- og
energidirektorat

Kartbakgrunn: Statens Kartverk
Kartdatum: EUREF89 WGS84
Projeksjon: UTM 33N
Beregn.punkt: 213870 E
6556894 N

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

Nedbørfeltsparemetere

Vassdragsnr.: 015.4A
Kommune.: Larvik
Fylke.: Vestfold
Vassdrag.: Siljanvassdraget

Feltparametere

Areal (A)	3.4 km ²
Effektiv sjø (A _{SE})	2.9 %
Elveleengde (E _L)	4.1 km
Elvegradient (E _G)	31.8 m/km
Elvegradient ₁₀₈₅ (E _{G,1085})	12.3 m/km
Helning	8.8 °
Dreneringstetthet (D _T)	1.3 km ⁻¹
Feltleengde (F _L)	3 km

Arealklasse

Bre (A _{BRE})	0 %
Dyrket mark (A _{JORD})	11 %
Myr (A _{MYR})	2.2 %
Leire (A _{LEIRE})	0 %
Skog (A _{SKOG})	69.4 %
Sjø (A _{SJO})	9.3 %
Snaufjell (A _{SF})	0 %
Urban (A _U)	6.8 %
Uklassifisert areal (A _{REST})	1.4 %

Hypsografisk kurve

Høyde _{MIN}	35 m
Høyde ₁₀	112 m
Høyde ₂₅	121 m
Høyde ₅₀	147 m
Høyde ₆₀	143 m
Høyde ₇₅	154 m
Høyde ₈₀	163 m
Høyde ₉₀	173 m
Høyde ₉₅	187 m
Høyde ₉₉	193 m
Høyde _{MAX}	221 m

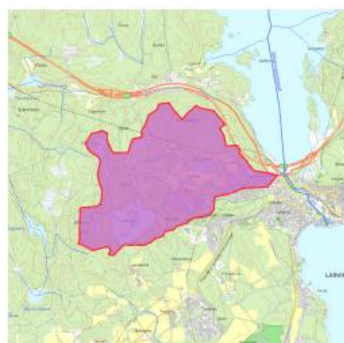
Klima- /hydrologiske parametere (1991-2020)

Årlig middelavrenning (Q _N)	25.2 l/s*km ²
Årlig middelavrenning	796 mm
Usikkerhet middelavrenning	23.1 %
Nedbør juni - august	284 mm
Nedbør desember - februar	309 mm
Årstemperatur	5.7 °C
Sommertemperatur	15 °C
Vintertemperatur	-1 °C

GUID: 3ea94b56-d4a2-4ad2-b2cc-ae6013f01a6c

Rapportdato: 08/06/2025

© nevina.nve.no



Norges
vassdrags- og
energidirektorat

Kartbakgrunn: Statens Kartverk
Kartdatum: EUREF89 WGS84
Projeksjon: UTM 33N
Beregn.punkt: 213870 E
6556894 N

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

Feltparametere

Areal (A)	3.40 km ²
Effektiv sjø (A _{SE})	2.9 %
Elveleengde uten sjø (E _{TL,UT})	2.8 km
Elvegradient (E _G)	31.8 m/km
Elvegradient ₁₀₈₅ (E _{G,1085})	12.3 m/km
Helning	8.8 °
Dreneringstetthet (D _T)	1.3 km ⁻¹
Feltleengde (F _L)	3 km

Arealklasse

Bre (A _{BRE})	0 %
Dyrket mark (A _{JORD})	11 %
Myr (A _{MYR})	2.2 %
Leire (A _{LEIRE})	0 %
Skog (A _{SKOG})	69.4 %
Sjø (A _{SJO})	9.3 %
Snaufjell (A _{SF})	0 %
Urban (A _U)	6.8 %
Uklassifisert areal (A _{REST})	1.4 %

Hypsografisk kurve

Høyde _{MIN}	35 m
Høyde ₁₀	112 m
Høyde ₂₅	134 m
Høyde ₅₀	154 m
Høyde ₇₅	180 m
Høyde _{MAX}	221 m

Klima- /hydrologiske parametere 1961-1990

Årlig middelavrenning 1961-1990 (Q _N)	17.1 l/s*km ²
Nedbør juni	65 mm
Nedbør juli	77 mm
Regn og snøsmelting mai	99 mm
Regn og snøsmelting juni	73 mm
Regn og snøsmelting årlig maks. over 4 dager	91 mm
Regn og snøsmelting november	108 mm
Temperatur februar	-4.1 °C
Temperatur mars	-1 °C

GUID: 3ea94b56-d4a2-4ad2-b2cc-ae6013f01a6c

Rapportdato: 08/06/2025

© nevina.nve.no

Vedlegg 2 – Flomberegning NEVINA – Nedbørfelt tilhørende bekk

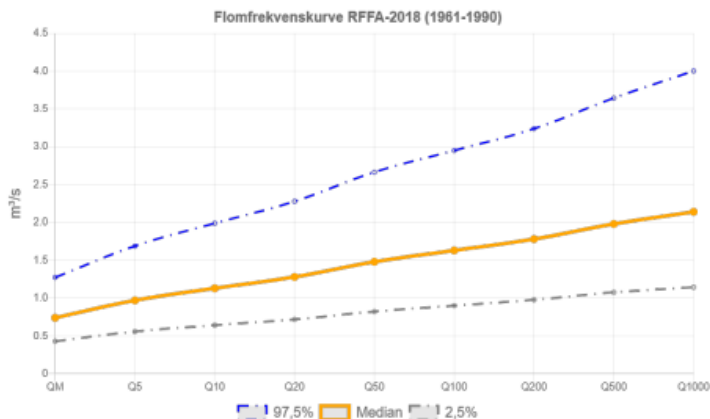
Regional flomberegning 1961 - 1990

Vassdragsnr.: 015.4A
 Kommune.: Larvik
 Fylke.: Vestfold
 Vassdrag.: Siljanvassdraget
 Nedbørfeltareal: 3.40 km²

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

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

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

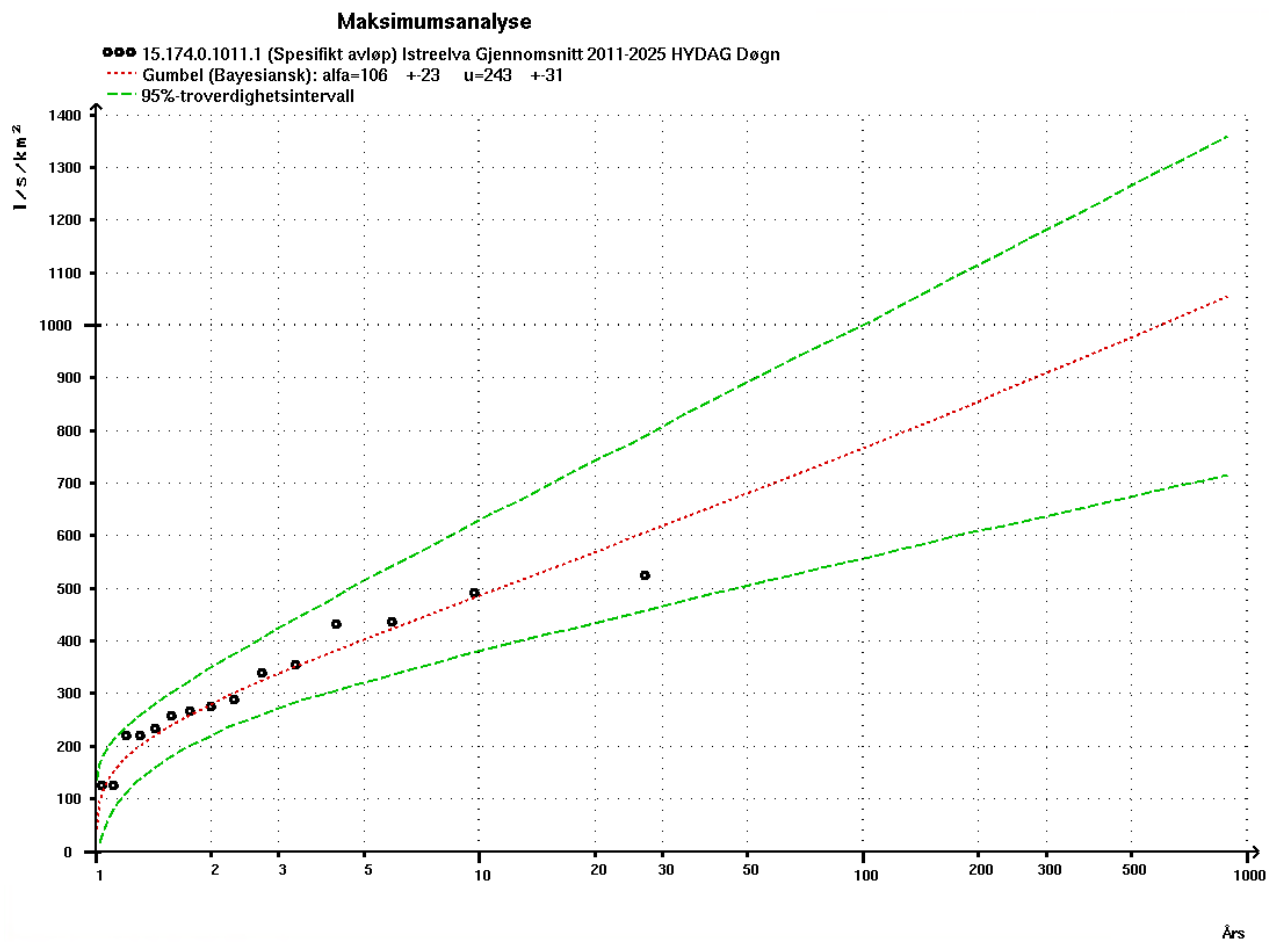


RFFA-2018		
Tidsoppløsning	Døgn	-
Indeksflom (QM): Medianflom	218	l/s*km ²
Klimapåslag	20	%
Kulminasjonsfaktor	1.17	-
NIFS-2015		
Tidsoppløsning	Kulminasjon	-
Indeksflom (QM): Middelflom	312	l/s*km ²
Klimapåslag	40	%
Annet		
Tiløpsflom	Nei	-

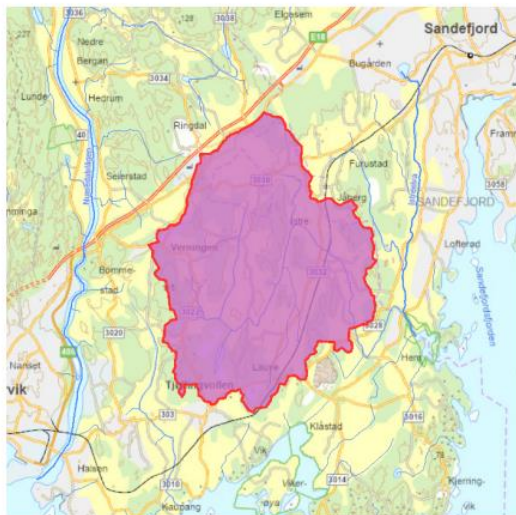
RFFA-2018 (døgnmiddel)	Q _M	Q ₅	Q ₁₀	Q ₂₀	Q ₅₀	Q ₁₀₀	Q ₂₀₀	Q ₅₀₀	Q ₁₀₀₀	Q ₂₀₀₀ klima
Flomfrekvensfaktor (Q _T / Q _M)	1	1.31	1.53	1.73	2	2.20	2.41	2.68	2.89	-
Flomverdier, m ³ /s	0.7	1.0	1.1	1.3	1.5	1.6	1.8	2.0	2.1	2.1
Flom usikkerhet (97,5%), m ³ /s	1.3	1.7	2.0	2.3	2.7	3.0	3.2	3.6	4.0	-
Flom usikkerhet (2,5%), m ³ /s	0.4	0.6	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0	1.1	1.1	-
NIFS (kulminasjon)										
Flomfrekvensfaktor (Q _T / Q _M)	1	1.25	1.51	1.77	2.19	2.56	2.97	3.63	4.23	-
Flomverdier, m ³ /s	1.1	1.3	1.6	1.9	2.3	2.7	3.1	3.9	4.5	4.4
Flom usikkerhet (97,5%), m ³ /s	1.9	2.4	3.0	3.6	4.5	5.4	6.3	7.7	9.0	-
Flom usikkerhet (2,5%), m ³ /s	0.6	0.7	0.9	1.0	1.2	1.4	1.6	1.9	2.2	-

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

Vedlegg 3 – Gumbelfordeling Istreelva



Vedlegg 4 – Nedbørfeltparametere NEVINA Istreelva

Norges
vassdrags- og
energidirektorat

Kartbakgrunn: Statens Kartverk
 Kartdatum: EUREF89 WGS84
 Projeksjon: UTM 33N
 Beregn.punkt: 223996 E
 6558414 N

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

Nedbørfeltparametere

Vassdragsnr.: 015.22
 Kommune.: Larvik
 Fylke.: Vestfold
 Vassdrag.: Istreelva

Feltparametere

Areal (A)	24.4 km²
Effektiv sjø (A _{SE})	0 %
Elvleengde (E _L)	10.7 km
Elvegradient (E _G)	4.2 m/km
Elvegradient 1085 (E _{G,1085})	3 m/km
Helning	4.3 °
Dreneringstetthet (D _T)	0.9 km ⁻¹
Feltlengde (F _L)	5.6 km

Arealklasse

Bre (A _{BRE})	0 %
Dyrket mark (A _{JORD})	50.2 %
Myr (A _{MYR})	1.2 %
Leire (A _{LEIRE})	23.5 %
Skog (A _{SKOG})	41 %
Sjø (A _{SJØ})	0.5 %
Snøfjell (A _{SF})	0 %
Urban (A _U)	1.7 %
Uklassifisert areal (A _{REST})	5.4 %

Hypsografisk kurve

Høyde _{MIN}	3 m
Høyde ₁₀	53 m
Høyde ₂₀	55 m
Høyde ₃₀	53 m
Høyde ₄₀	55 m
Høyde ₅₀	63 m
Høyde ₆₀	64 m
Høyde ₇₀	72 m
Høyde ₈₀	79 m
Høyde ₉₀	87 m
Høyde _{MAX}	115 m

Klima- /hydrologiske parametere
(1991-2020)

Årlig middellavrenning (Q _N)	21.3 l/s*km²
Årlig middellavrenning	671 mm
Usikkerhet middellavrenning	6.7 %
Nedbør juni - august	277 mm
Nedbør desember - februar	306 mm
Årstemperatur	6.2 °C
Sommertemperatur	15.0 °C
Vintertemperatur	-0.2 °C

Vedlegg 5 – Flomberegning NEVINA Istreelva

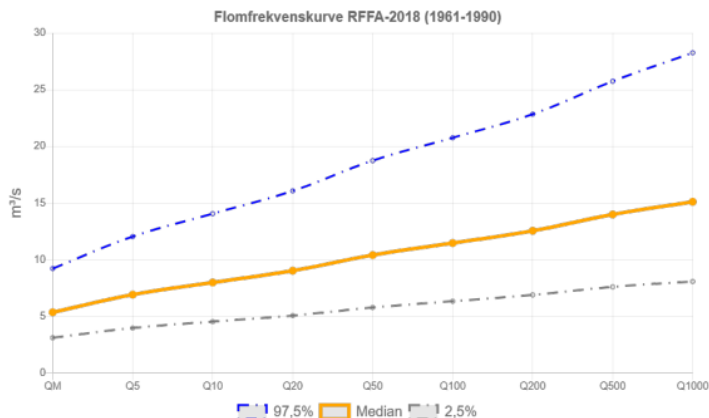
Regional flomberegning 1961 - 1990

Vassdragsnr.: 015.22
 Kommune.: Larvik
 Fylke.: Vestfold
 Vassdrag.: Istreelva
 Nedbørfeltareal: 24.4 km²

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

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

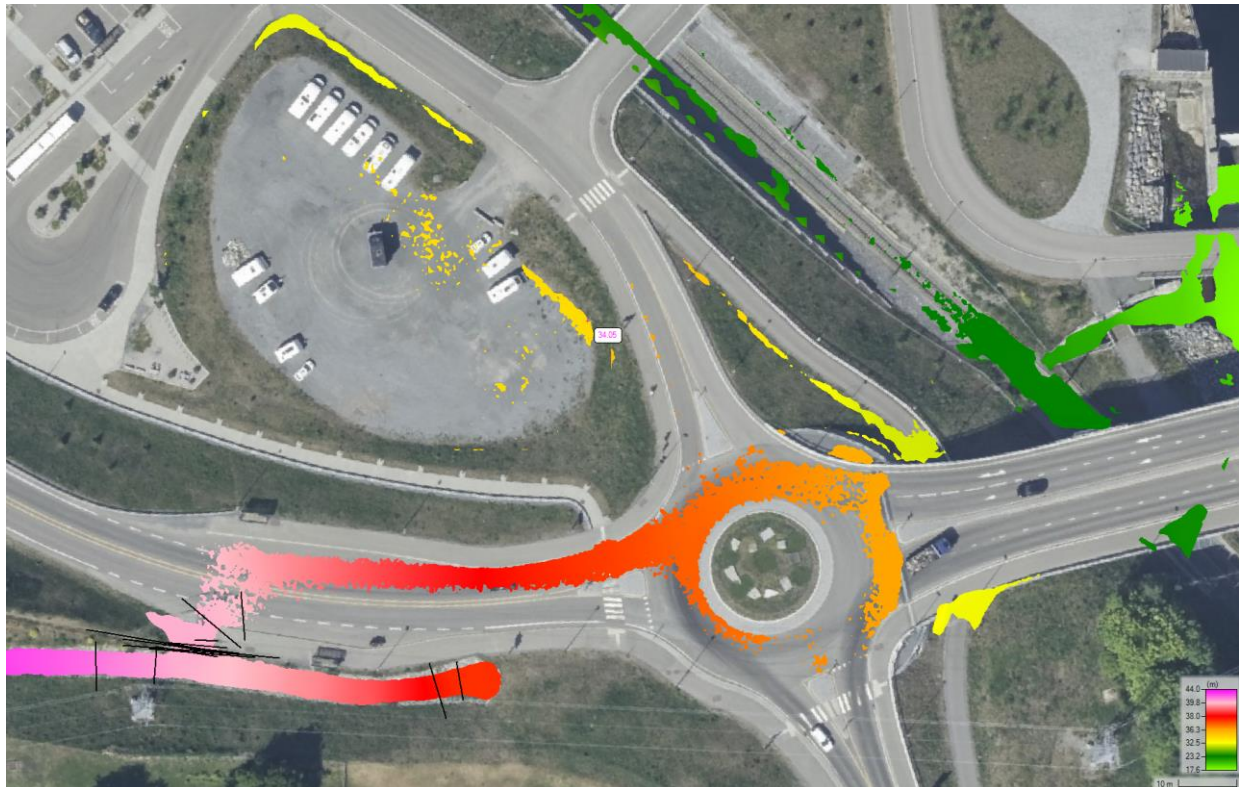
Formelverket er basert på data fra avrenningskart 1961-1990. Vi anbefaler derfor ikke å bruke data fra avrenningskart 1991-2020 ved beregning av flomverdier. Nytt formelverk basert på 1991-2020-dataene er under utarbeiding.



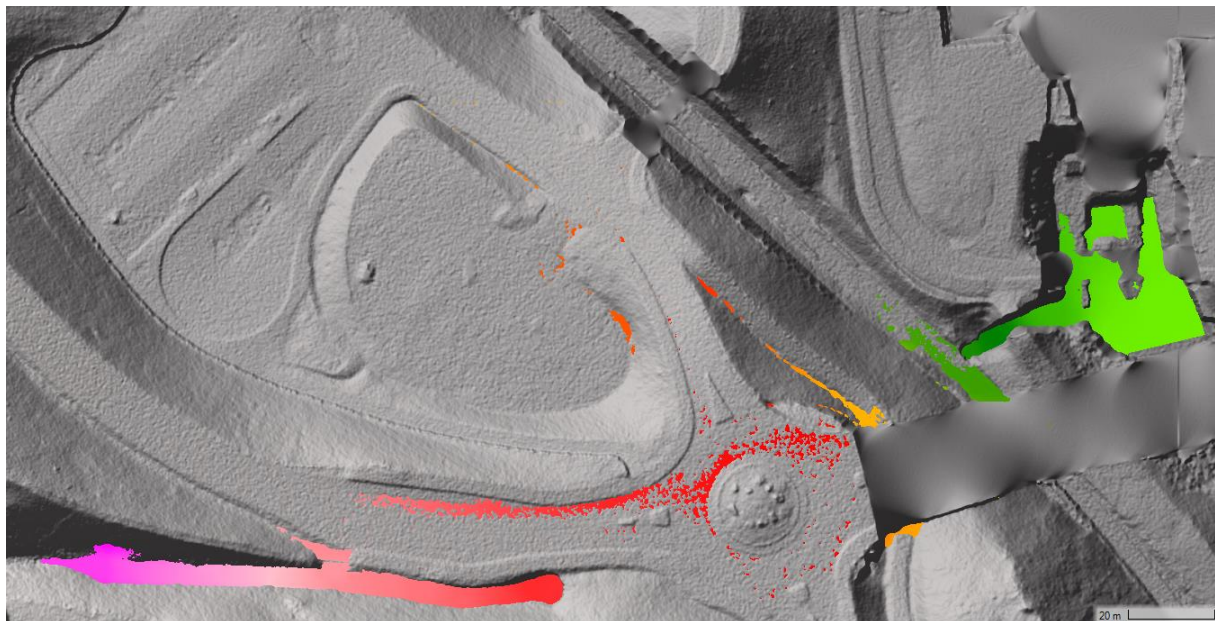
RFFA-2018		
Tidsoppløsning	Døgn	-
Indeksflom (QM): Medianflom	220	l/s*km ²
Klimapåslag	20	%
Kulminasjonsfaktor	1.32	-
NIFS-2015		
Tidsoppløsning	Kulminasjon	-
Indeksflom (QM): Middelflom	318	l/s*km ²
Klimapåslag	40	%
Annet		
Tilløpsflom	Nei	-

RFFA-2018 (døgnmiddel)	Q _M	Q ₅	Q ₁₀	Q ₂₀	Q ₅₀	Q ₁₀₀	Q ₂₀₀	Q ₅₀₀	Q ₁₀₀₀	Q _{200-klima}
Flomfrekvensfaktor (Q _T / Q _M)	1	1.29	1.49	1.68	1.94	2.14	2.34	2.61	2.82	-
Flomverdier, m ³ /s	5.4	6.9	8.0	9.0	10.4	11.5	12.6	14.0	15.1	15.1
Flom usikkerhet (97,5%), m ³ /s	9.2	12.0	14.1	16.1	18.7	20.8	22.8	25.7	28.3	-
Flom usikkerhet (2,5%), m ³ /s	3.1	4.0	4.5	5.1	5.8	6.3	6.9	7.6	8.1	-
NIFS (kulminasjon)										
Flomfrekvensfaktor (Q _T / Q _M)	1	1.27	1.51	1.78	2.17	2.51	2.90	3.49	4.02	-
Flomverdier, m ³ /s	7.8	9.9	11.8	13.8	16.8	19.5	22.5	27.1	31.2	31.5
Flom usikkerhet (97,5%), m ³ /s	13.8	17.8	21.8	26.1	32.8	39.0	45	54.3	62.4	-
Flom usikkerhet (2,5%), m ³ /s	4.4	5.4	6.4	7.3	8.6	9.7	11.3	13.6	15.6	-

Vedlegg 6– Resultater sensitivitetsanalyse 30% dagens situasjon



Vedlegg 7– Resultater sensitivitetsanalyse 30% tett flomvoll



Vedlegg 8 – Bilde kanal



Vedlegg 9 – Bilde kanal kritisk punkt



Oppdragsgiver:

Oppdragsnr.: **52408679** Dokumentnr.: **N01** Versjon: **D01**



Vedlegg 10 – Bilde oppstrøms fra kulvert



Vedlegg 11 – Bilde kulvertåpning



Vedlegg 12 – Bilde kulvertåpning



Vedlegg 13 – Bilde i øvre del av kulvert

