

Oppdragsgiver	Navn Søa Eiendom AS	Kontaktperson Arild Bjerkli
Oppdrag	Nummer og navn 25135 Heim, Kyrksæterøra - Flomfarevurdering for reguleringsplan for Haugøyen.	Oppdragsleder Mikkel Arne Kristiansen
Dokument	Nummer 25135-01-1 Utført av Mikkel Arne Kristiansen	Dato 2025-04-22 Kontrollert av Ingrid Alne

Versjon	Dato	Utført	Kontroll	Beskrivelse
1	22.04.2025	MAK	IA	Original

Flomfarevurdering for reguleringsplan Haugøyen, Heim kommune

Sammendrag

Det jobbes med reguleringsplanen Haugaøyen for et område rundt Idrettsplassen ved Haugaelva i Heim kommune. Området ligger innenfor en tidligere kartlagt flomsone fra 2019. Skred AS har derfor utført en oppdatering av tidligere flomfarevurdering iht. NVEs veileder *Sikkerhet mot flom – Utredning av flomfare i reguleringsplan og byggesak*. Vurderingen er gjort iht. TEK 17 § 7-2 for sikkerhetsklasse F2 (fremtidig 200-årsflom).

Dimensjonerende 200-årsflom i Haugaelva inkludert et klimapåslag på 20 %, er beregnet til 107 m³/s. Vi har etablert en hydraulisk modell av Haugaelva med omliggende områder.

Vurderingen har tatt utgangspunkt i terrengdata representativt for 2019 vurderingen, senere lagrede masser på Idrettsplassen i 2024 er ikke tatt høyde for, da de sannsynlig er midlertidig anlagt.

Vi har tegnet faresoner for sikkerhetsklasse F2 i kartleggingsområdet som viser utstrekning av dimensjonerende flom. Flomsonen dekker deler av området rundt Idrettsplassen innenfor kartleggingsområdet. Dersom det er planlagt utbygging innenfor faresoner er det nødvendig med risikoreduserende tiltak for å oppnå tilstrekkelig flomsikkerhet. Ved utbygging innenfor faresonene anbefaler vi å benytte et sikkerhetspåslag på 0.2 meter over kartlagte vannlinjer,

og i tillegg sette av tilstrekkelig areal til en flomvei igjennom området. Flomveien bør planlegges og dimensjoneres i detalj og det må dokumenteres at tiltakene ikke gir økt ulempe for omgivelsene, ref. TEK17 §7-1.

I henhold til krav i TEK17 §7-2 (4) skal byggverk plasseres eller sikres slik at det ikke oppstår skade ved erosjon. Dagens forhold vurderes som trygge i forhold til faren for erosjon. For å opprettholde sikkerheten anbefales det å ivareta et belte på 6 meter fra toppen av elvebredden med kantvegetasjon.

Innhold

1	Innledning	5
1.1	Forord	5
1.2	Bakgrunn	5
1.3	Mål	5
1.4	Kartleggingsområdet	5
1.5	Forbehold	6
2	Regelverk og krav	7
2.1	Lovverket	7
2.2	Krav til sikkerhet mot flom i TEK17	7
2.3	Aktuelle krav	7
3	Metode og data	8
3.1	Valg av metode	8
3.2	Tidligere utredninger i nærheten	8
3.3	Observerte flommer og kalibreringsdata	8
3.4	Befaring	8
3.5	Terrengdata	8
3.6	Beskrivelse av vassdraget	8
3.7	Grunnforhold	10
4	Flomberegning	12
4.1	Metode	12
4.2	Beskrivelse av nedbørfelt	12
4.3	Flomfrekvensanalyse	12
4.4	Nedbør-avløpsmetoder	16
4.5	Klimapåslag	16
4.6	Vurdering av resultater	16
4.7	Dimensjonerende vannføring	17
4.8	Klassifisering av flomberegning	17
5	Hydrauliske beregninger	18
5.1	Modellvalg	18
5.2	Oppsett av modell	18
5.3	Kalibrering og tilpasning av modell	20
5.4	Modellering av dimensjonerende flommer	20
5.5	Følsomhetsanalyser	21
5.6	Klassifisering av hydraulisk modell	21
5.7	Sikkerhetspåslag	21
6	Andre farer i vassdraget	23
6.1	Tilstopping og vann på avveie	23
6.2	Erosjon og massetransport	23
6.3	Isproblematikk	23

7	Resultater og konklusjon	24
7.1	Dimensjonerende vannføring	24
7.2	Faresoner for flom.....	24
7.3	Sikkerhet mot erosjon	25
7.4	Tiltak for å oppnå tilstrekkelig sikkerhet.....	25
8	Referanser	27
Vedlegg A: Befaringsnotat.....		Feil! Bokmerke er ikke definert.
Vedlegg B: Faresoner		Feil! Bokmerke er ikke definert.

1 Innledning

1.1 Forord

Plan- og bygningsloven (pbl) og Byggteknisk forskrift (TEK 17 §7-2) stiller krav til sikkerhet mot naturfare. For reguleringsplan og byggesak/-tiltak, søknadspliktig eller ikke, må det derfor dokumenteres at tilstrekkelig sikkerhet mot flomfare vil bli oppnådd i henhold til disse sikkerhetskravene.

Denne utredningen er utført av fagkyndig personell og følger NVEs veileder *Sikkerhet mot flom – Utredning av flomfare i reguleringsplan og byggesak* (NVE, 2022a) og vil dermed kunne dokumentere om sikkerhetskravene er oppfylt.

1.2 Bakgrunn

Det jobbes med reguleringsplan for et område i Heim kommune. Deler av området ligger innenfor tidligere kartlagt flomsone fra Haugaelva. Det er nå ønskelig med oppdatering av tidligere utredning for det aktuelle området etter ny flomveileider og beregning av flomsikre nivå innenfor faresonen.

1.3 Mål

Oppdraget omfatter vurdering av flomfare i henhold til TEK 17 § 7-2 for følgende sikkerhetsklasse med tilhørende årlig sannsynlighet: F2 (1/200).

1.4 Kartleggingsområdet

Kartleggingsområdet ligger rundt Idrettsplassen og Hellandsjøveien på nordsiden av Haugaelva. Beliggenheten til kartleggingsområdet er vist på Figur 1.



Figur 1: Beliggenheten til kartleggingsområdet, ved Haugaelva i Heim kommune.

1.5 Forbehold

Flomvurderinger er gjort ut fra terreng og vegetasjon slik det fremsto i 2019. Hvis terreng eller vegetasjon endres betydelig, kan det ha betydning for flomforholdene. Det er ikke tatt høyde for avlagrede masser synlig i Figur 2, da disse virker midlertidige. Vi har ikke fått rede på hva hensikten med disse massene er. Ved større fysiske endringer i vassdraget eller endring i klimaframskrivninger anbefales det å utføre en ny vurdering.

Kartleggingsområdet ligger under marin grense der marin avsetning og kvikkleire potensielt kan forekomme. Våre vurderinger av erosjonssikkerhet tar utgangspunkt i registreringer under befaringen og foreliggende løsmassekart. Det tar ikke høyde for potensiell kvikkleire eller andre materialer med sprøbruddegenskaper der erosjon kan gi brå, større utglidninger. Dersom kvikkleire påvises i forbindelse med grunnundersøkelser eller vurderinger etter TEK17 §7-3 må det gjøres supplerende vurderinger av erosjonssikkerhet basert på aktuelle veiledere og sikkerhetsklasse.

Informasjon om tidligere flomhendelser er viktige for vurderingene. Dersom det kommer mer informasjon om tidligere hendelser, bør det tas med i betraktningene.

Resultatene som fremkommer av rapporten gjelder kun for det definerte kartleggingsområdet og kan ikke benyttes direkte til vurdering av flomfare for andre nærliggende områder.

2 Regelverk og krav

2.1 Lovverket

Plan- og bygningsloven § 28-1 stiller krav om tilstrekkelig sikkerhet mot fare for nybygg og tilbygg:

«Grunn kan bare bebygges, eller eiendom opprettes eller endres, dersom det er tilstrekkelig sikkerhet mot fare eller vesentlig ulempe som følge av natur- eller miljøforhold. Det samme gjelder for grunn som utsettes for fare eller vesentlig ulempe som følge av tiltak.»

2.2 Krav til sikkerhet mot flom i TEK17

Byggteknisk forskrift TEK17 § 7-2 definerer krav til sikkerhet mot flom og stormflo for nybygg. Paragrafen gjelder for saktevoksende flommer som normalt ikke medfører fare for menneskeliv. Sannsynligheten i Tabell 1 angir største årlige sannsynligheten for flom. Byggverk skal plasseres, dimensjoneres eller sikres i henhold til aktuell sikkerhetsklasse. I veilederen til TEK17 gis retningsgivende eksempler på byggverk som kommer inn under de ulike sikkerhetsklassene for flom (Direktoratet for byggkvalitet, 2023).

Tabell 1: Sikkerhetsklasser ved plassering av byggverk i flomfareområde. Fra veileder til byggteknisk forskrift, TEK17 (Direktoratet for byggkvalitet, 2023).

Sikkerhetsklasse for flom	Konsekvens	Største nominelle årlige sannsynlighet	Preaksepterte ytelser
F1	Liten	1/20	Garasje, lager og andre bygg med lite personopphold.
F2	Middels	1/200	Boliger, fritidsboliger, arbeidsplasser og andre bygg beregnet for personopphold.
F3	Stor	1/1000	Sårbare samfunnsfunksjoner som sykehjem, beredskap eller kritisk infrastruktur, eller stor forurensningsfare som avfallsdeponi.

I paragrafens fjerde ledd er det gitt at byggverk skal plasseres eller sikres slik at det ikke oppstår skade ved erosjon. Avstanden til erosjonsutsatt elvekant bør være minst like stor som høyden på elvekanten og ikke under 20 meter. Dersom vassdraget sikres mot erosjon kan avstanden være mindre.

2.3 Aktuelle krav

I retningslinjene til TEK17 er det gitt ulike eksempler på hva slags bebyggelse som ligger innenfor de ulike sikkerhetsklassene mot flom. Det er opp til kommunen å fastsette sikkerhetsklasse mot flom. Vi foreslår sikkerhetsklasse F2 for planlagt tiltak.

3 Metode og data

3.1 Valg av metode

Vi forventer at Haugaelva kan utgjøre en reell flomfare for kartleggingsområdet. Vi utfører derfor en detaljert flomfarekartlegging etter veilederen til NVE (2022a). Det inkluderer beregning av dimensjonerende vannføring etter aktuell veileder (NVE, 2022b), en detaljert hydraulisk modellering av vassdrag med konstruksjoner, samt vurdering hvordan andre vassdragsrelaterte farer kan påvirke faren for flom.

3.2 Tidligere utredninger i nærheten

Skred AS har tidligere gjort en vurdering for et lengre strekke av Haugaelva i rapport 19169-01-1 datert 08.10.2019 for tidligere Hemne kommune. Denne vurderingen er benyttet og delvis oppdatert.

3.3 Observerte flommer og kalibreringsdata

Vi har ikke fått informasjon om tidligere flommer i Haugaelva på den aktuelle strekningen som kan benyttes til å kalibrere eller verifisere den hydrauliske modellen og resultatene.

3.4 Befaring

Befaring i området ble utført i 2019 av Lars Staver Eid, Skred AS. Værforholdene under befaring var klarvær og bar bakke. Registreringer ble gjort til fots, samt med bilderegistreringer fra drone.

3.5 Terrengdata

Vi har etablert en terrengmodell med horisontal oppløsning på 1 x 1 meter basert på bakkepunkter fra LiDAR-data av området fra 2016 (NDH Hemne-Aure 2kt 2016) (Kartverket, 2025a).

Alle høyder i rapporten er oppgitt i høydesystem NN2000.

3.6 Beskrivelse av vassdraget

3.6.1 Elveløpet

Haugaelva avgrenser prosjektområdet mot sør, hvor elva renner fra vest mot øst. Elva munner ut i fjorden ca. 600 meter nedstrøms prosjektområdet. Rundt sørsiden av prosjektområdet tar elva en brei sving, hvor prosjektområdet ligger i innersving, før den renner under en bru og videre mot fjorden på nordsiden av Kyrksæterøra sentrum. Elva har en relativt slak profil forbi prosjektområdet. Bunns substrat består av varierte løsmasser, med en stor andel stor blokk. Bunns substrat og kantvegetasjon tilsier relativt høy ruhet mot vannmassene. Det er anlagt erosjonssikring i yttersving, på motsatt bredde av prosjektområdet, og på nordsiden av elva, like nedstrøms bruløpet.

Det er fra google streetview tydelig at det er lagt opp løsmasser på den tidligere fotballbanen i 2024, se Figur 2. Det er ikke avklart hva som er hensikten med disse, om de er midlertidig lagret eller om de er ment for å planere ut område. Deler av den tidligere fotballbanen ligger innenfor faresone for flom, hvor terrengendringer kan forverre en

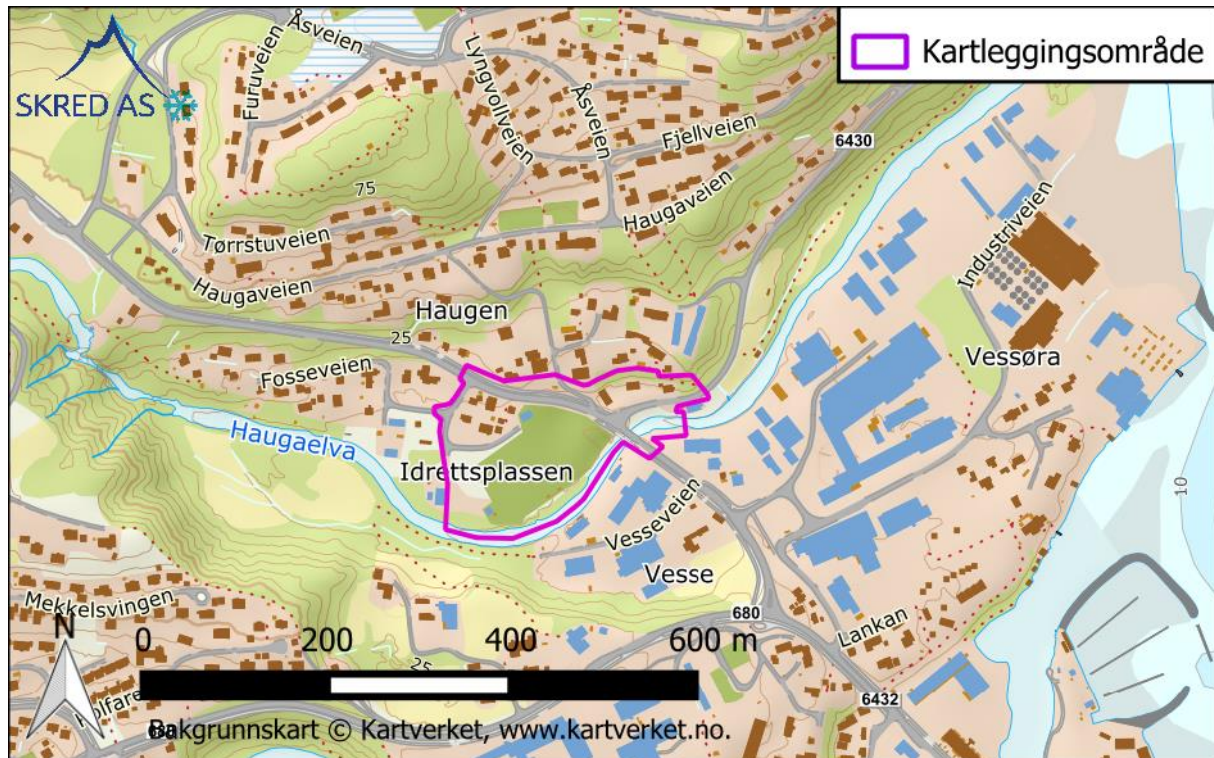
potensiell flomsituasjon. For framtidig utvikling av området så er det viktig at det legges en plan for håndtering av vann i flomsonen før det utføres terrenginngrep.

Videre vurdering i rapporten tar utgangspunkt i terrenget slik det er framstilt i datasettet fra 2016, uten eventuell utfylling på fotballbanen.



Figur 2: Bilde fra google streetview av deler av prosjektområdet med flomsone, Idrettsplassen. Fra 2023 (øvre bildet) til 2024 er det lagret en del løsmasser på den tidligere fotballbanen.

Figur 3 viser et oversiktskart over området.



Figur 3: Kart over kartleggingsområdet.

3.6.2 Konstruksjoner

Konstruksjonene som kan påvirke vannlinja ved kartleggingsområdet er vist i Figur 4. Hellansjøveien og en gangbro krysser Haugaelva i østre del av prosjektområdet. Lysåpningen av kryssingen er 14 x 3,3 meter, som gir et tverrsnitt på rundt 46 m².



Figur 4: Foto av bruer i østlig del av prosjektområdet.

3.7 Grunnforhold

Området består ifølge NGU sitt løsmassekart av elveavsetninger (kartlagt i 1:50 000).

Kartleggingsområdet ligger ifølge NVE Atlas under marin grense hvor marin avsetning og potensielt kvikkleire eller andre materialer med sprøbruddegenskaper kan forekomme.

4 Flomberegning

4.1 Metode

NVE sin veileder for flomberegninger (2022b) er lagt til grunn for beregning av dimensjonerende flommer.

4.2 Beskrivelse av nedbørfelt

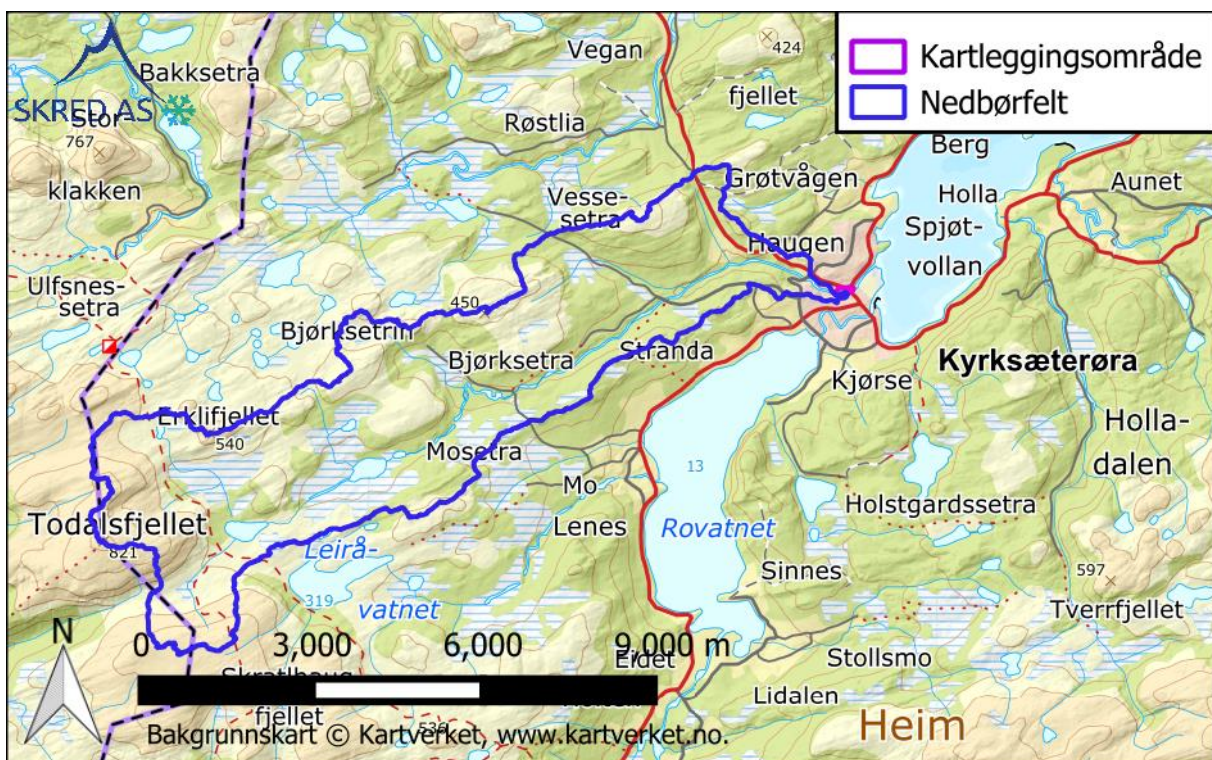
Nedbørfeltet til Haugaelva er karakterisert som langstrakt med få større sidevassdrag. Feltet har sin kilde i Todalsfjellet og er i de øvre områdene dominert av snaufjell. Det er få flate områder og innsjøer i feltet som bidrar med naturlig dempning av flomtoppene, noe som resulterer i en lav effektiv sjøprosent.

Feltkarakteristika til Haugaelva er vist i Tabell 2 og feltgrensene er vist i Figur 5.

Tabell 2: Feltkarakteristika til Haugaelva.

Vassdrag	Feltareal [km ²]	q _N * [l/s/km ²]	Eff. sjø [%]	Skog [%]	Snaufjell [%]	Feltlengde [km]	Høydeint. [moh.]
Haugaelva	33,9	49	0,4	38	27	13,9	6 - 820

*fra NVE sitt avrenningskart for normalperioden 1961-90.



Figur 5: Feltgrensene til Haugaelva ved kartleggingsområdet.

4.3 Flomfrekvensanalyse

4.3.1 Målestasjoner

Vi kjenner ikke til noen målinger av flomvannføring i Haugaelva. Vi har derfor funnet representative målestasjoner fra nærliggende vassdrag som kan gi en indikasjon på flomforholdene i det vurderte nedbørfeltet og gi grunnlag for lokal flomfrekvensanalyse.

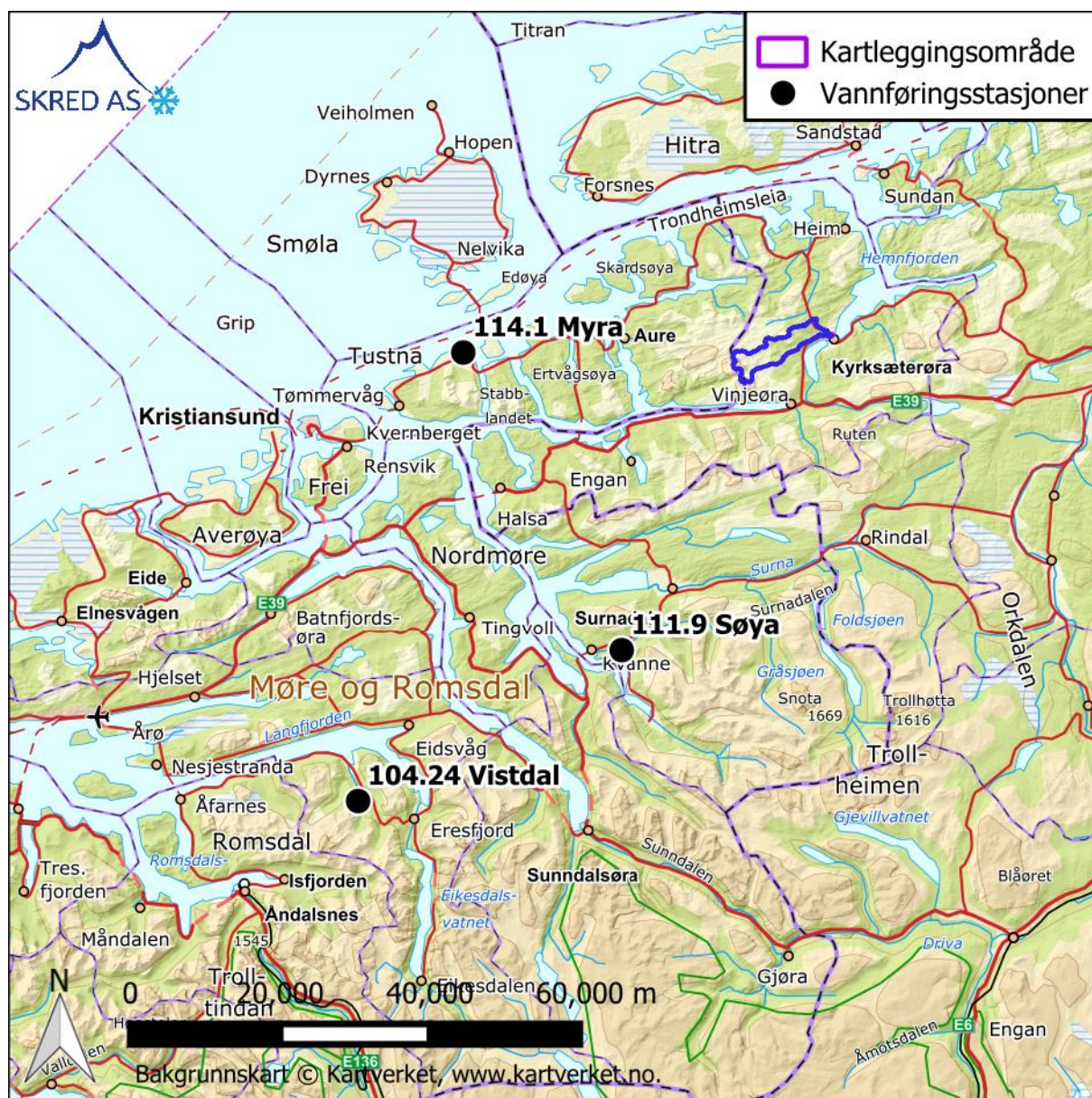
Målestasjonene er ikke påvirket av regulering. Vurderingen av kurvekvaliteten er gjort av NVE. Dersom NVE ikke har oppgitt noen kurvekvalitet, har vi selv vurdert kurven som nyttig.

Tabell 3 viser et utvalg målestasjoner med feltkarakteristika. Middellavrenning (q_n) er beregnet basert på døgnmåleserien ved hver stasjon. Beliggenheten til målestasjonene er vist i Figur 6, mens høydefordeling (hypsografisk kurve) til målestasjonene er vist i Figur 7.

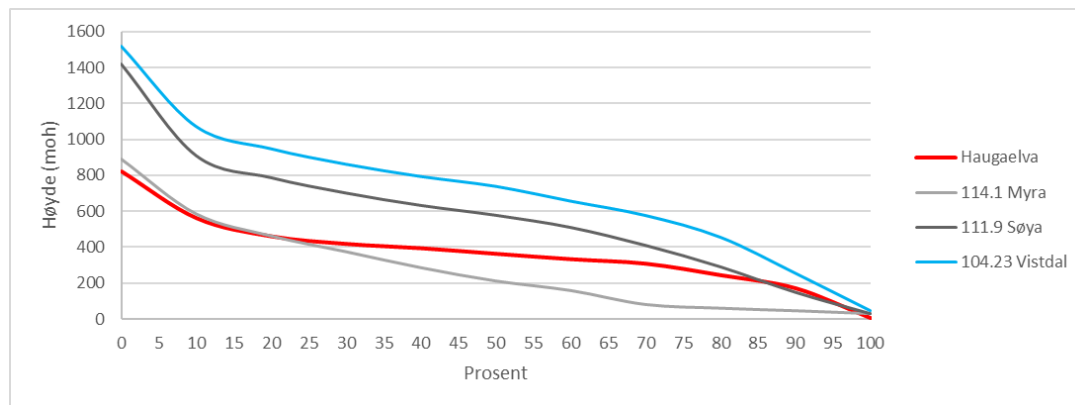
Tabell 3: Feltkarakteristika og kurvekvaliteten til utvalgte målestasjoner.

Målestasjon	Felt-areal [km ²]	Måle- periode [år]	q_n [l/s/km ²]	Eff. sjø [%]	Skog [%]	Snau- fjell [%]	Median- høyde [moh.]	Kurve- kvalitet (flom)
Haugaelva	33.9	-	49*	0.40	38	27	363	-
114.1 Myra	16.5	1989-dd	56	0.00	39	42	212	Middels**
111.9 Søya	137.4	1975-dd	63	0.00	36	37	577	Bra
104.23 Vistdal	66.5	1975-dd	59	0.16	32	55	737	Middels/God

*fra NVE sitt avrenningskart for normalperioden 1961–1990. **Skred AS sin egen vurdering av vannføringskurva, kurva mangler revisjon, men høye målinger i senere tid indikerer at den treffer middels på middelflom.



Figur 6: Beliggenheten til utvalgte målestasjoner.



Figur 7: Høydefordeling til Haugaelva og vurderte målestasjoner.

4.3.2 Valg av metode for flomfrekvensanalyse

Ved de utvalgte målestasjonene er det lange serier med findata (> 25 år), og vi har derfor valgt å gjøre flomfrekvensanalyse direkte på findata.

4.3.3 Lokal flomfrekvensanalyse

Vi har hentet ut og analysert vannføringsmålinger fra de utvalgte målestasjonene gjennom NVE-databasen Hydra2. Vi har valgt type frekvensfordeling basert på serielengde og vekstkurven sin tilpasning til hver av måleseriene. Tabell 4 presenterer analysene utført med Flom_analyse-programmet i Hydra II på findata. Programmet tar utgangspunkt i årsflommer. År med mer enn 10 % manglende dager fjernes i analysen.

Tabell 4: Resultater fra flomfrekvensanalyse på utvalgte måleserier, findata.

Målestasjon	År	Middelflom		Q ₂₀₀ / Q _M			Metode
		Q _M [m ³ /s]	q _M [l/s/km ²]	Nedre estimat	Middel- estimat	Øvre estimat	
114.1 Myra	32	22	1325	1.78	2.17	2.55	Gumbel
111.9 Søya	44	135	983	1.52	2.14	2.97	GEV
104.23 Vistdal	38	63	942	1.74	2.42	3.39	Gumbel

4.3.4 Regional flomfrekvensanalyse

4.3.4.1 RFFA-NIFS

Formelverket RFFA-NIFS er et nasjonalt formelverk for flomberegninger i nedbørfelt med feltareal mellom 0,2 og 53 km². Inngangsparameterne til formelen er feltareal, midlere avrenning og effektiv sjøprosent. Den største usikkerheten i formelverket er estimat av middelflom. Vekstkurven vurderes av NVE (2022b) som robust for returperioder opp mot 200 år.

Middelavrenning fått fra NVE sitt avrenningskart for normalperioden 1961-1990 virker rimelig sammenlignet med verdiene ved målestasjonene. Vi har derfor valgt å benytte en middelavrenning på 49 l/s/km² i flomformelverket.

Resultatene gitt fra flomformelverket for små nedbørfelt er presentert i Tabell 6.

Tabell 5: Resultater fra RFFA-NIFS (kulminasjon).

	Middelflom	Middelflom	Q ₂₀₀ / Q _M	Q ₂₀₀ [m ³ /s]
	Q _M [m ³ /s]	q _M [l/s/km ²]		
Lav (95%)	12.5	370		32.9
Middel	25.1	740	2.62	65.7
Høy (95)	50.2	1480		131.4

4.4 Nedbør-avløpsmetoder

4.4.1 PQRUT

Siden PQRUT er beheftet en stor grad av usikkerhet, og den ikke ble vektlagt i tidligere vurdering fra 2019 for sikkerhetsklasse F2, er det valgt å ikke benytte denne metoden.

4.4.2 Den rasjonelle metoden

Den rasjonelle metoden anbefales for nedbørfelt mindre enn 2 km². Siden Haugaelva er betydelig større, har vi valgt å basere flomberegninga på andre metoder.

4.5 Klimapåslag

I henhold til anbefalinger i Klimaprofil for Trøndelag (Norsk Klimaservicesenter, 2025) benytter vi klimapåslag på 20 % for å ta hensyn til forventet økning i flomstørrelser frem mot år 2100.

4.6 Vurdering av resultater

4.6.1 Middelflom

114.1 Myra har halvparten så stort nedbørfelt som Haugaelva ved prosjektområdet, men er ellers relativt likt etter arealklassifisering og høydefordeling. Nedbørfeltet til Myrdal har en del høyere snaufjell og lavere demping, og sammen med lavere feltareal veier dette mot at det forventes en god del høyere spesifikk middelflom. Kurvekvaliteten er vurdert til middels.

111.9 Søya har et vesentlig større felt, har noe høyereliggende areal, og litt høyere andel snaufjell i feltet. Kun feltstørrelsen av disse faktorene tilsier lavere spesifikk avrenning, men siden størrelsesforskjellen er langt større enn ulikheten i de to andre to faktorene vurderes det at feltet vil ha noe lavere spesifikk middelflom. Kurvekvaliteten er satt til god.

104.23 Vistdal er ca. dobbelt så stort som nedbørfelt til Haugaelva, men har brattere og mer høyereliggende terreng og høyere andel snaufjell. Feltet ligger geografisk lengre sørvest for det aktuelle feltet og forventes å ha et noe annerledes klimatiske forhold, som øker usikkerheten i sammenligningsgrunnlaget. Vektet mot hverandre, basert på feltbeskrivelse, så forventes det at feltet vil ha relativt lik spesifikk middelflom som Haugaelva. Kurvekvaliteten er satt til middels/god.

Ut fra målestasjonene vurderes en kulminert middelflom i Haugaelva på 1000 l/s/km² som realistisk. Dette ligger mellom middel- og øvre estimat fra RFFA-NIFS.

4.6.2 Vekstfaktor

De vurderte målestasjonene har alle middels til god kvalitet, men har begrenset statistisk grunnlag for å vurdere vekstfaktor for 1/200 (32-44 år med data). Vekstfaktoren fra frekvensanalysen fra målestasjonene ligger mellom 2,14 til 2,42.

Det regionale formelverket RFFA-NIFS gir en vekstfaktor på 2,62. Vekstkurven fra NIFS anses som robust for gjentaksintervall opp til 1/200, og blir derfor vektet ved valg av 200-års flomvannføring.

4.6.3 Sammenligning og vurdering av resultater fra ulike metoder

Dimensjonerende middelflom er basert på frekvensanalysen av de utvalgte stasjonene. Vekstkurven fra NIFS er valgt. Resultatene fra de ulike flomberegningsmetodene er oppsummert i Tabell 6.

Tabell 6: Sammenligning av resultater fra flomberegninger med ulike metoder (kulm.).

Metode	q_m [l/s/km ²]	Q_{200}/Q_M	q_{200} [l/s/km ²]
Vurdert fra målestasjoner	942 – 1325	2,14 – 2,42	-
Formelverk for små nedbørfelt	370 - 1480	2,62	969 - 3877
VALGT	1000	2,62	2620

4.7 Dimensjonerende vannføring

Dimensjonerende vannføring beregnet for Haugaelva er gitt i Tabell 7. Spesifikk 200-årsflom med klimatillegg er beregnet til 3144 l/s/km².

Tabell 7: Dimensjonerende vannføring i Haugaelva med og uten klimapåslag (kulminasjon).

Vassdrag	Feltareal [km ²]	Klima-påslag	Middelflom	Middelflom	Q_{200}/Q_M	Q_{200} [m ³ /s]
			Q_M [m ³ /s]	q_M [l/s/km ²]		
Haugaelva	33,9	Ingen	34	1000	2.62	89
Haugaelva	33,9	1.2	41	1200	2.62	107

4.8 Klassifisering av flomberegning

Vi vurderer det hydrologiske datagrunnlaget til klasse 3 (på en skala fra 1 – 5 der 1 er best) fordi det foreligger observasjoner relativt nært vassdraget, men dataseriene er noe begrenset i lengde til tross for middels til god kvalitet. Det er noe variasjon i spesifikke flomstørrelser, men stort sett bra samsvar mellom stasjonene.

5 Hydrauliske beregninger

5.1 Modellvalg

For beregning av vannlinje og hydrauliske parametere har vi benyttet programvaren Hec-Ras versjon 6.6. Vi vurderer at det er hensiktsmessig å etablere en 2D-modell for å best mulig vurdere strømningsforholdene.

5.2 Oppsett av modell

5.2.1 Terrengmodell

Terrengmodellen som er benyttet i den hydrauliske modellen er beskrevet i avsnitt 3.5. Terrengdata fra 2016 er ikke justert med pålagte løsmasser på den tidligere fotballbanen, synlig på google streetview fra 2024.

5.2.2 Grensebetingelser

Oppstrøms grensebetingelse er plassert ca. 300 meter oppstrøms kartleggingsområdet.

Nedstrøms grensebetingelse er plassert etter et stryk ca. 200 meter nedstrøms kartleggingsområdet.

5.2.3 Flomforløp

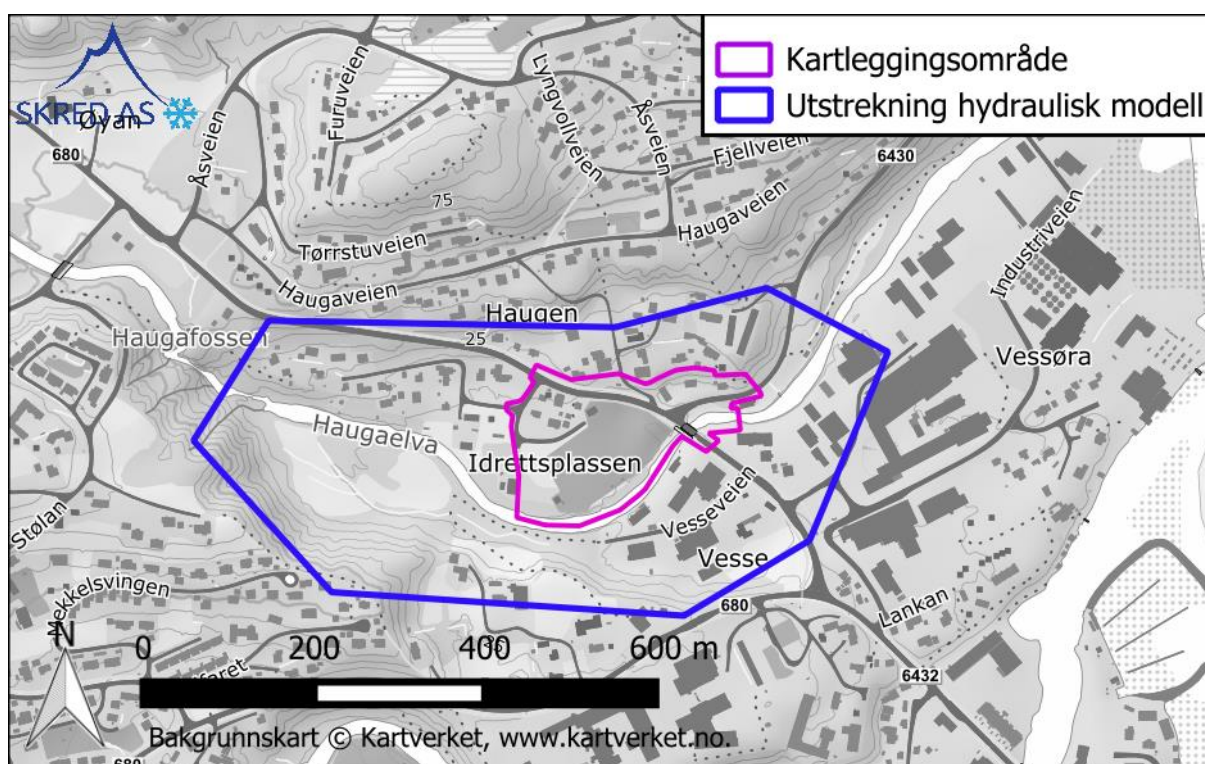
Siden den hydrauliske modellen stabiliserer seg raskt (på mindre enn én time), har vi benyttet konstant kulminasjonsvannføring i den hydrauliske modellen.

5.2.4 Modelloppsett

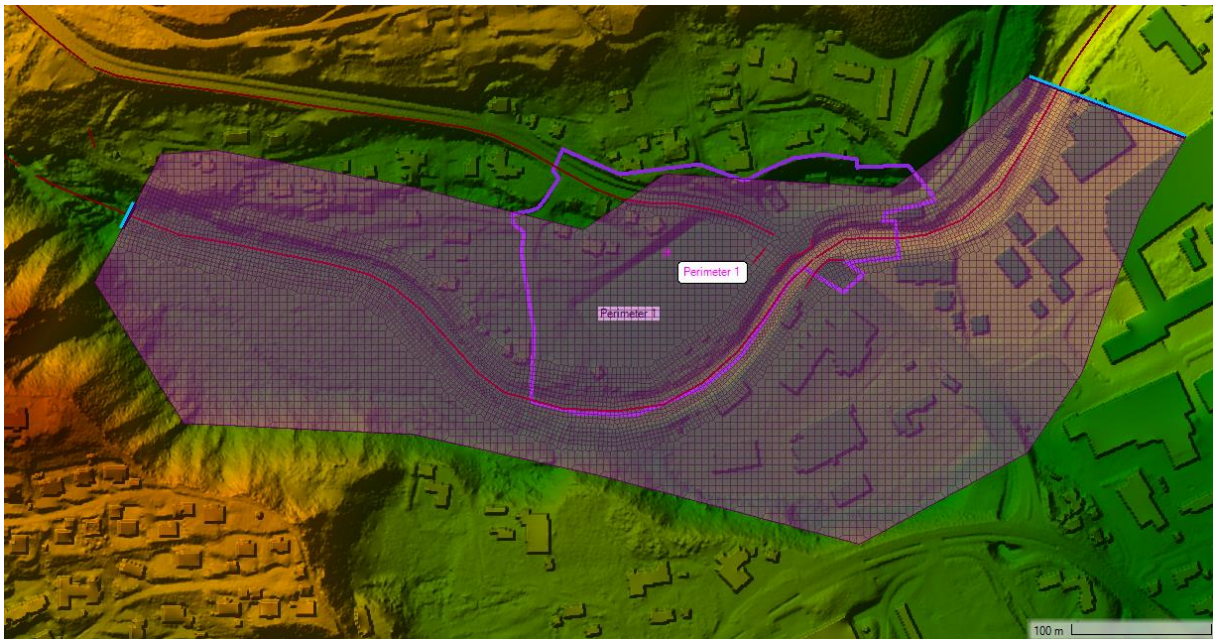
Benyttede parametere i modellen er oppsummert i Tabell 8. Utstrekningen til den hydrauliske modellen er vist på Figur 8. Terrengmodell, benyttet beregningsgrid og plassering av grensebetingelser er illustrert i Figur 9.

Tabell 8: Parametere benyttet i Hec-Ras-modell for Haugaelva.

Parameter	Verdi
Oppløsning på terrengmodell	1 x 1 meter
Oppstrøms grensebetingelse	Normalstrømning
Nedstrøms grensebetingelse	Normalstrømning
Cellestørrelse beregningsgrid	2 x 2 meter
Likningssett	Full momentum
Tidsskritt	Gitt av Courant-nummer mellom 0,1 og 1,0
Manningstall	Elv 20 Skog 15 Bebyggd 40



Figur 8: Utstrekning til hydraulisk modell.



Figur 9: Illustrasjon av terrengmodell, beregningsgrid og plassering av grensebetingelser.

5.2.5 Konstruksjoner

Horizontal lysåpning ved bruløpet ved Hallandveien er lagt inn i terrengmodellen. Høyden på brudekket er kontrollert mot beregnede vannlinjer for å sikre at det er fribord i under brua. Fribord ved dimensjonerende vannvannføring vil basert på modellering være rundt 1 meter.

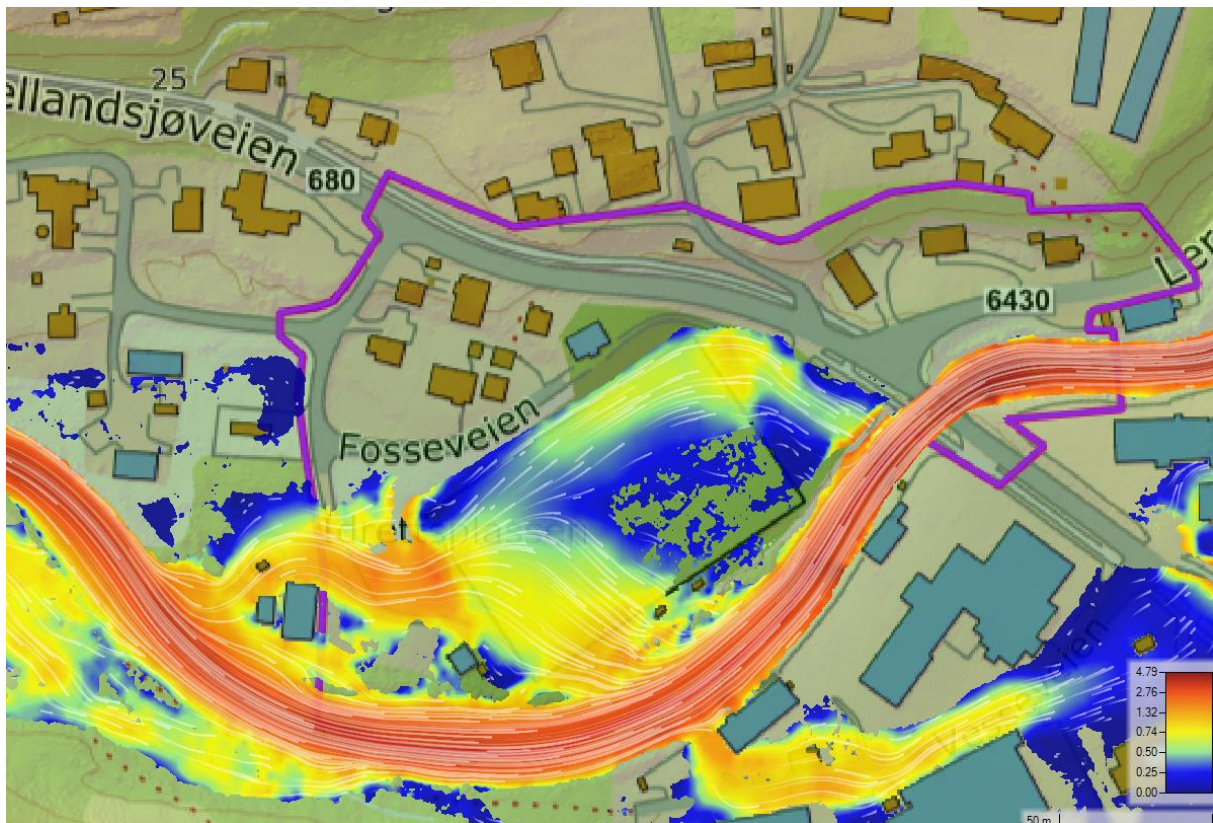
5.3 Kalibrering og tilpasning av modell

Modellen er verken tilpasset eller kalibrert fordi vi ikke har tilgang til samtidige vannstand og vannføringsmålinger. Ruhet er basert på erfaringstall fra tilsvarende vassdrag.

5.4 Modellering av dimensjonerende flommer

For en fremtidig 200-årsflom viser modelleringen Haugaelva har lav kapasitet for dimensjonerende vannføring. Elva vil dra ut i enden av yttersvingen oppstrøms Idrettsplassen, og inn igjennom prosjektområdet. Vannet på avveie vil renne over Fosseveien og store deler av den tidligere fotballbanen før vannet renner tilbake til elveløpet ved brustedet og ved vestre del av tidligere fotballbane. Det vil også gå et flomløp ut på sørsiden av elva, ca. 50 meter oppstrøms brustedet. Igjennom prosjektområdet vil vannet ha relativt rolige hastigheter sammenlignet med i elveløpet, 1-2 m/s igjennom prosjektområdet og 3-4 m/s i elveløpet. Vanddyb i flomsonen, innenfor prosjektområdet, vil være opp mot 0,5 meter dyp.

Figur 10 viser en illustrasjon av modellert strømnings situasjon.



Figur 10: Illustrasjon av modellert strømmingssituasjon ved kartleggingsområdet for en fremtidig 200-årsflom.

5.5 Følsomhetsanalyser

Vi har utført følsomhetsanalyser av den hydrauliske modellen for å få et inntrykk av hvor følsom den er for variasjon av ulike parametere. Følgende er vurdert:

- Økning i vannføring med 20 %
- Økning i ruhet med 20 %

Økt vannføring øker vannstand med ca. 20 cm og økt ruhet øker vannstand med ca. 10 cm, som tilsier at modellen er relativt lite til moderat følsom.

5.6 Klassifisering av hydraulisk modell

Vi vurderer den hydrauliske modellen til klasse D fordi den er lite følsom (mindre 0,3 meter endring), men ikke er kalibrert eller tilpasset.

5.7 Sikkerhetspåslag

For å ta hensyn til usikkerhet i de hydrologiske og hydrauliske beregningene anbefaler NVE at det legges på et sikkerhetspåslag. NVE (2022a) anbefaler å ta utgangspunkt i en metodikk der man estimerer en økt vannstandsstigning basert på en økt vannføring som grunnlag for valg av sikkerhetspåslag. Økningen i vannføring gis av klassifiseringen til flomberegningen og den hydrauliske modellen. Metoden forutsetter at det ikke er gjort konservative valg under utredningen. I tillegg skal faglig skjønn legges til grunn.

For Haugaelva er et prosentvis påslag på vannføringen som grunnlag for vurdering av sikkerhetspåslag funnet til 40 % som vist i Tabell 9.

Tabell 9: Grunnlag for å vurdere sikkerhetspåslag som prosentvis påslag på vannføring.

Klassifisering av hydraulisk modell	Klasse E	40 %	45 %	50 %	60 %
	Klasse D	20 %	30 %	40 %	50 %
	Klasse C	15 %	20 %	30 %	40 %
	Klasse B	10 %	15 %	20 %	30 %
	Klasse A	5 %	10 %	15 %	25 %
		Klasse 1	Klasse 2	Klasse 3	Klasse 4/5

Klassifisering av flomberegning

Basert på resultatene fra modellering med 40 % økt vannføring anbefaler vi at det benyttes et sikkerhetspåslag på 0,2 meter ved tiltak innenfor faresonene.

6 Andre farer i vassdraget

6.1 Tilstopping og vann på avveie

Brua nedstrøms prosjektområdet kan være utsatt for tilstopping i en flomsituasjon, men det vurderes at konsekvensen ikke vil gi økt flomfare for det vurderte området.

6.2 Erosjon og massetransport

6.2.1 Erosjonsfare

I henhold til krav i TEK17 §7-2 (4) skal byggverk plasseres eller sikres slik at det ikke oppstår skade ved erosjon.

Modellert vannhastighet inn mot elvebredden er moderat, mellom 3-4 m/s. Løsmassene i elveløpet består hovedsakelig av store blokker, og yttersvingene sør for Idrettsplassen og like nedstrøms bruløpet øst i kartleggingsområdet er det en eldre erosjonssikring. Yttersving på nordsiden av elva, oppstrøms Idrettsplassen, hvor vannet vil dra ut av elveløpet er ikke erosjonssikret, og kan være noe mer sårbar. Denne svingen ligger utenfor prosjektområdet.

Mot kartleggingsområdet vurderer vi at erosjonssikkerheten er tilstrekkelig. Vi anbefaler at det settes av en hensynssone for erosjon på 6 meter mot elveskråningen der kantvegetasjonen skal bevares for å opprettholde tilstrekkelig sikkerhet mot erosjon.

6.2.2 Massetransport

Basert på vannhastigheter og elveprofil vurderes det som sannsynlig med lite til moderat massetransport under dimensjonerende flom. Størst utfordring vil være eventuell bunnheving oppstrøms og ved prosjektområdet, da dette vil potensielt føre til mer vann på avveie inn mot prosjektområdet.

6.3 Isproblematikk

Vi er ikke kjent med at isganger, ispropper eller svellis fører til problemer på den aktuelle strekningen av Haugaelva. Eventuell isgang og ispropper vil sannsynligvis ikke overgå beregnede vannlinjer ved dimensjonerende flom, men kan påføre større erosjonsskader langs elveskråningene og endrede strømningsmønstre.

7 Resultater og konklusjon

7.1 Dimensjonerende vannføring

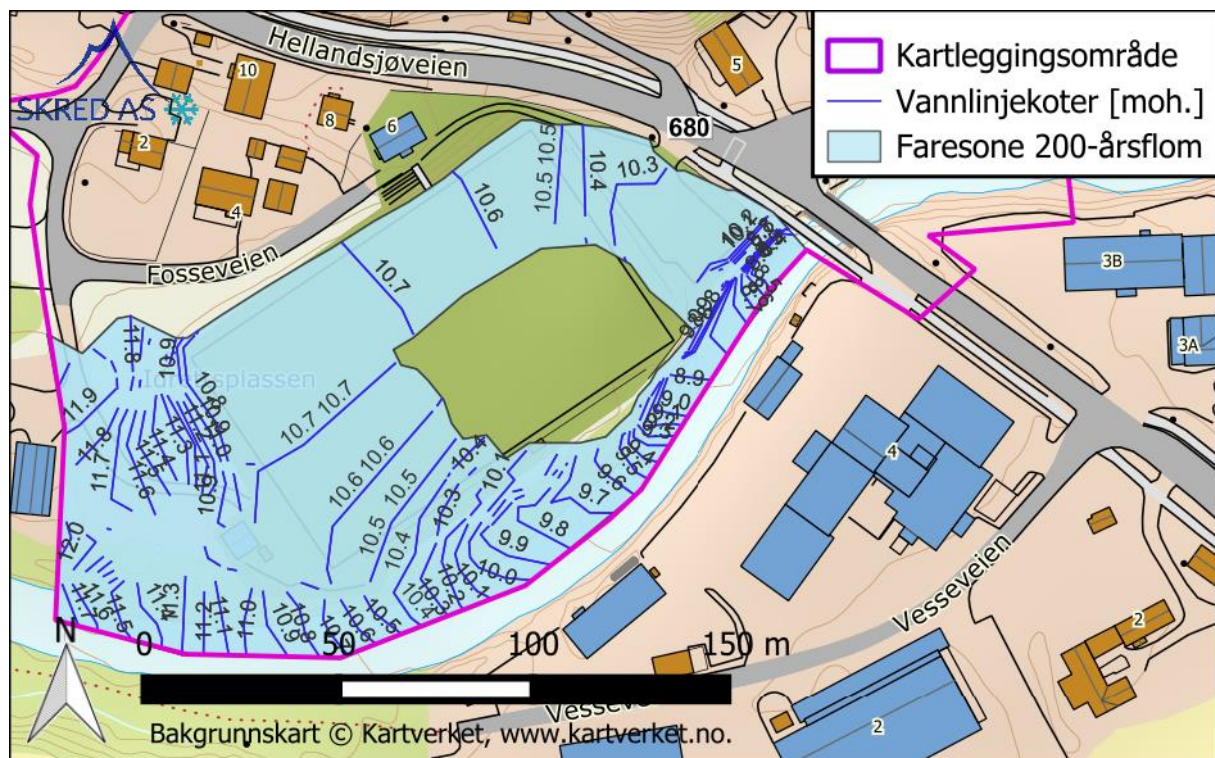
Dimensjonerende 200-årsflom inkludert 20 % klimapåslag er beregnet til 107 m³/s for Haugaelva.

7.2 Faresoner for flom

Basert på resultater fra modelleringen og analysene har vi tegnet opp faresone for flom for sikkerhetsklasse F2 for kartleggingsområdet. Faresonen viser hvilke områder som vurderes utsatt for 200-årsflom (årlig sannsynlighet større enn 1/200) i et fremtidig klima.

Faresonen er en konsekvens av at elveløpet oppstrøms Idrettsplassen har for lav kapasitet til beregnede vannmengder som fører til at en del vann vil renne igjennom prosjektområdet. Vannet vil renne tilbake over den tidligere fotballbanen i to løp, ved begge kortsidene, tilbake i elveløpet oppstrøms brustedet. Elva har bedre kapasitet mot brustedet. Det vil også oppstå en flomløp fra sørlig bredde, utenfor kartleggingsområdet.

Dimensjonerende 200-årsvannstand for kartleggingsområdet er gitt av vannstandskotene i Figur 11. Dersom det etableres bebyggelse innenfor flomfaresonen anbefaler vi at det benyttes et sikkerhetspåslag på 0,2 meter oppå de beregnede vannlinjekotene. Faresonen for flom er vist i Figur 11.

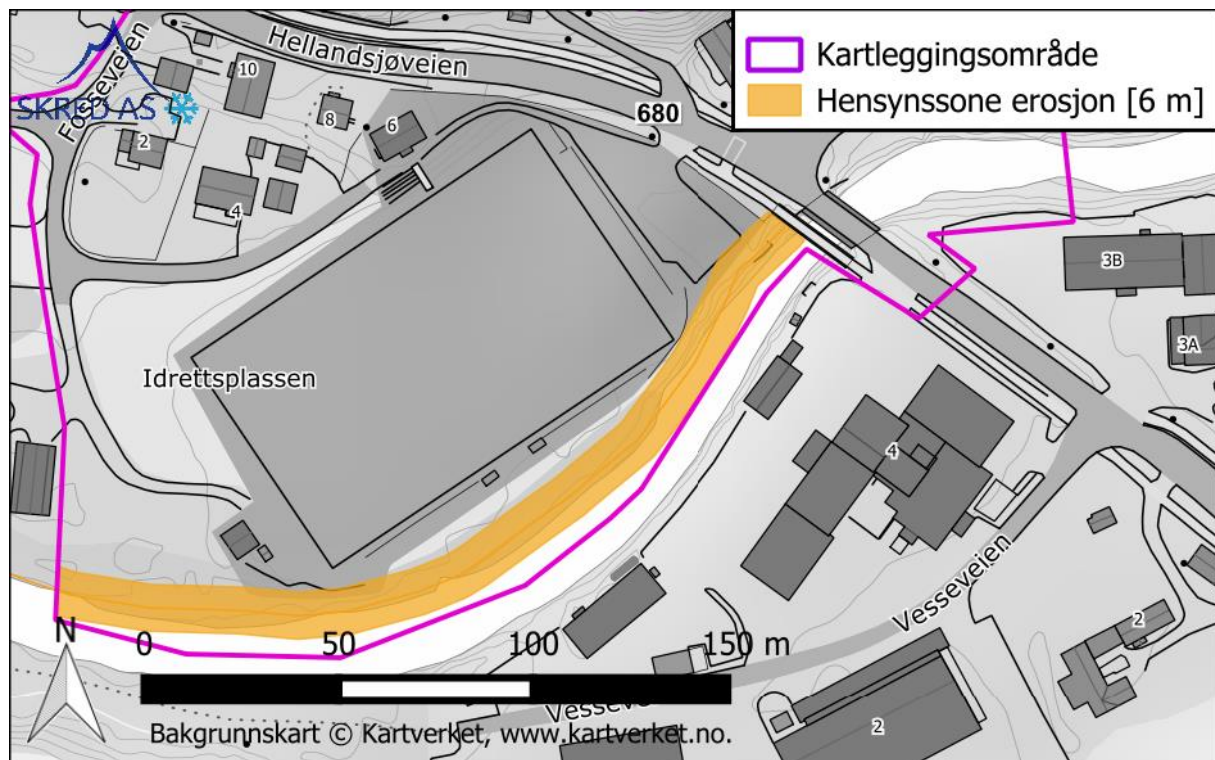


Figur 11: Faresone som viser flomutsatte områder for sikkerhetsklasse F2 (200-årsflom med klimapåslag) med beregnede vannlinjehøyder.

7.3 Sikkerhet mot erosjon

I henhold til krav i TEK17 §7-2 fjerde ledd skal byggverk plasseres eller sikres slik at det ikke oppstår skade ved erosjon.

For dagens situasjon vurderes erosjonssikkerheten tilstrekkelig. For å opprettholde tilstrekkelig erosjonssikkerhet over tid, anbefales det at man setter av 6 meter fra toppen av elvebredden for å ivareta kantvegetasjon, se Figur 12.



Figur 12: Hensynssone erosjon. Anbefalt å bevare vegetasjon innenfor 6 meter fra topp av elveskråning.

7.4 Tiltak for å oppnå tilstrekkelig sikkerhet

Ny bebyggelse bør i utgangspunktet plasseres utenfor faresonen for flom. Dersom det skal etableres ny bebyggelse innenfor faresonen som faller inn under sikkerhetsklasse F2 må det utføres risikoreduserende tiltak. Tiltak kan enten ha som mål å sikre bygget mot oversvømmelse, eller at byggverket dimensjoneres slik at det tåler belastningene og skader unngås. Elva har for lav kapasitet oppstrøms bruløpet, og det er derfor viktig at man setter av areal til en flomslette eller flomløp ved eventuell utvikling av området med kartlagt flomsone.

Aktuelle sikringstiltak for kartleggingsområdet kan være:

- Heve planeringshøyden for bygg innenfor flomsone til flomsikkert nivå, som vil si beregnede vannlinjer + 0,2 meter.
- All utvikling innenfor flomsone forutsetter at det settes av areal til en flomvei over den tidligere fotballbanen.

Eventuelle risikoreduserende tiltak må detaljeres og prosjekteres til et nivå som sikrer at tiltaket ivaretar krav til sikkerhet mot flom og erosjon. Arbeidet bør utføres av et foretak med vassdragsteknisk kompetanse og vi anbefaler at NVE sin sikringshåndbok legges til grunn. Det må også dokumenteres at tiltakene ikke gir økt ulempe for omgivelsene, ref. TEK17 §7-1.

8 Referanser

Direktoratet for byggkvalitet, 2023. Byggteknisk forskrift (TEK17) med veiledning § 7-2 [WWW Document]. URL <https://dibk.no/regelverk/byggteknisk-forskrift-tek17/7/7-2>

Direktoratet for samfunnssikkerhet og beredskap, 2024. Havnivåstigning og høye vannstander i samfunnsplanlegging.

Kartverket, 2025a. Høydedata [WWW Document]. URL <https://hoydedata.no/LaserInnsyn2/>

Kartverket, 2025b. Se havnivå [WWW Document]. URL <https://kartverket.no/til-sjos/se-havniva/>

MET, 2015. Rapport 24/2015 - Dimensjonerende korttidsnedbør.

Norsk Klimaservicesenter, 2025. Klimaprofiler [WWW Document]. URL <https://klimaservicesenter.no/kss/klimaprofiler/om>

NVE, 2023a. Sikringshåndboka - Modul F1.200: Mulige tiltak mot erosjon.

NVE, 2023b. Sikringshåndboka - Modul F1.005: Klassifisering av erosjon i felt.

NVE, 2022a. Veileder 03/2022 - Sikkerhet mot flom.

NVE, 2022b. Veileder 01/2022 - Veileder for flomberegninger.