

Oppdragsgiver	Navn Gangnæs Eiendom AS	Kontaktperson Erik Gangnæs
Oppdrag	Nummer og navn 24742 Aurskog-Høland, Bjørkelangen - Flomfarevurdering for gbnr. 75/6, detaljregulering for leilighetsbygg med parkeringskjeller. Bjørkeveien 6	Oppdragsleder Ingvild Brekke
Dokument	Nummer 24742-01-1 Utført av Ingvild Brekke	Dato 2025-01-09 Kontrollert av Ingvild Brekke

Versjon	Dato	Utført	Kontroll	Beskrivelse
1	2025-01-09	IB	RH	Original

Flomfarevurdering for gbnr. 75/6 i Aurskog-Høland kommune

Sammendrag

Det planlegges et nytt leilighetsbygg med parkeringskjeller på gbnr. 75/6 i Aurskog-Høland kommune. Tomta ligger innenfor NVEs aktsomhetssoner for flom. Skred AS har derfor utført en 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. Det medfører et krav om en årlig sannsynlighet for flom $< 1/200$ der foreliggende klimaframskrivninger er hensyntatt.

Dimensjonerende 200-årsflom i Lierelva inkludert et klimapåslag på 20 %, er beregnet til $90 \text{ m}^3/\text{s}$. Det er etablert en hydraulisk modell av vassdraget med omliggende områder. Beregningene viser at vurdert tomt ikke oversvømmes, og dermed ligger utenfor flomfare. Vi anbefaler likevel at parkeringskjelleren bygges vanntett opp til flomsikkert nivå. Flomsikkert nivå for tomte er 127,1 moh., inkludert 0,2 meter sikkerhetspåslag.

I henhold til krav i TEK17 §7-2 (4) skal byggverk plasseres eller sikres slik at det ikke oppstår skade ved erosjon. Kartleggingsområdet ligger 40 meter fra Lierelva, og høyden på elveskråningen er mindre enn 5 meter, så erosjonssikkerheten vurderes som tilstrekkelig.

Innhold

1	Innledning	4
1.1	Forord	4
1.2	Bakgrunn	4
1.3	Mål	4
1.4	Kartleggingsområdet	4
1.5	Forbehold	5
2	Regelverk og krav	6
2.1	Lovverket	6
2.2	Krav til sikkerhet mot flom i TEK17	6
2.3	Kommunedelplan for Bjørkelangen	6
2.4	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	11
4	Flomberegning	12
4.1	Metode	12
4.2	Beskrivelse av nedbørfelt	12
4.3	Flomfrekvensanalyse	13
4.4	Nedbør-avløpsmetoder	17
4.5	Klimapåslag	18
4.6	Vurdering av resultater	19
4.7	Dimensjonerende vannføring	20
4.8	Klassifisering av flomberegning	20
5	Dimensjonerende vannstand i innsjøen Bjørkelangen	21
5.1	Samtidighet mellom Lierelva og innsjøen Bjørkelangen	21
5.2	Målestasjoner	21
5.3	Regulantens flomberegning for dam Fosser	21
5.4	Benyttet 200-årsvannstand	22
6	Hydrauliske beregninger	23
6.1	Modellvalg	23
6.2	Oppsett av modell	23
6.3	Kalibrering og tilpasning av modell	26
6.4	Modellering av dimensjonerende flommer	26
6.5	Følsomhetsanalyser	27

6.6	Klassifisering av hydraulisk modell	28
6.7	Sikkerhetspåslag	28
7	Andre farer i vassdraget	29
7.1	Tilstopping og vann på avveie	29
7.2	Erosjon og massetransport.....	29
7.3	Isproblematikk	30
8	Resultater og konklusjon.....	31
8.1	Dimensjonerende vannføring	31
8.2	Fare for flom	31
8.3	Sikkerhet mot erosjon	31
8.4	Behov for tiltak for å oppfylle krav til sikkerhet	Feil! Bokmerke er ikke definert.
9	Referanser.....	32

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

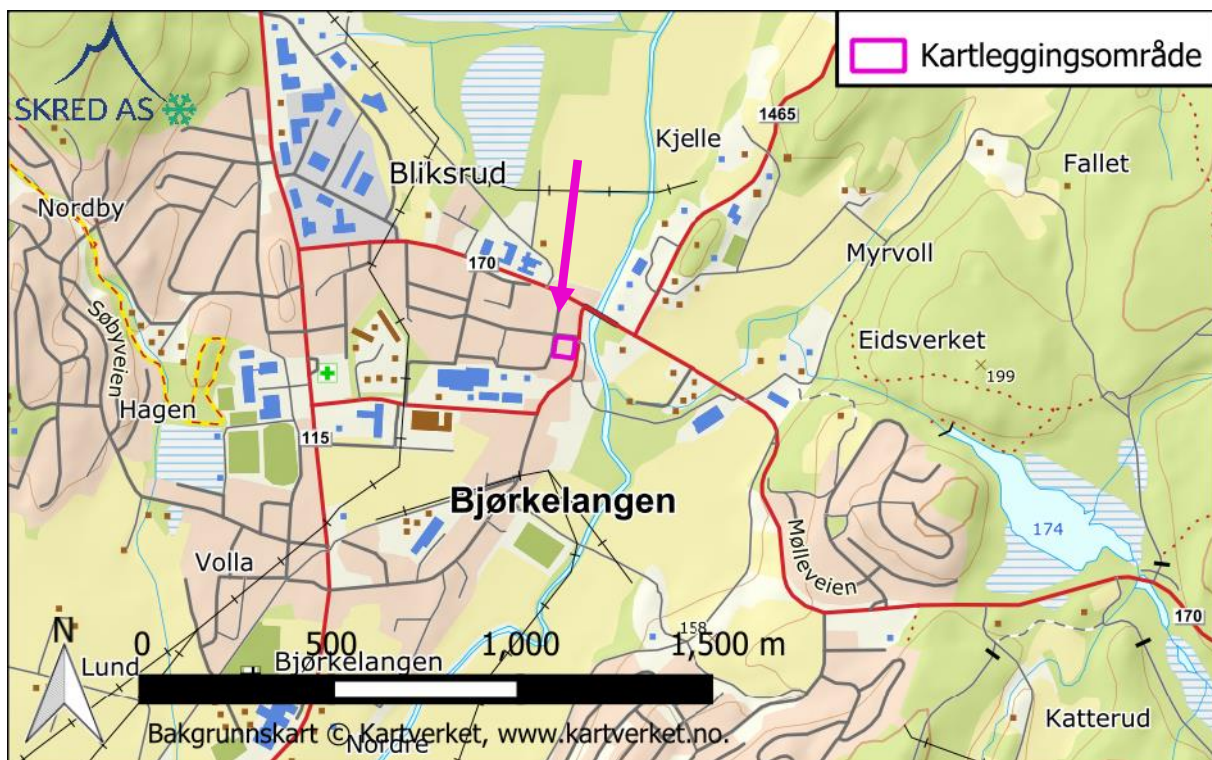
Det planlegges et nytt leilighetsbygg med parkeringskjeller på gbnr. 75/6 i Aurskog-Høland kommune. Kartleggingsområdet ligger innenfor NVEs aktsomhetssoner for flom der Lierelva utgjør en potensiell flomfare. Det ønskes derfor en detaljert flomfarevurdering.

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 i Bjørkelangen i Aurskog-Høland kommune. Beliggenheten til kartleggingsområdet er vist på Figur 1.



Figur 1: Beliggenheten til kartleggingsområdet på Bjørkelangen i Aurskog-Høland kommune.

1.5 Forbehold

Flomvurderinger er gjort ut fra terreng og vegetasjon slik det fremsto på vurderingstidspunktet. Hvis terreng eller vegetasjon endres betydelig, kan det ha betydning for flomforholdene. Det kan innbefatte fysiske endringer i vassdraget eller endring i klimaframskrivninger. Da anbefales det å utføre en ny vurdering.

Kartleggingsområdet ligger under marin grense der marin avsetning og kvikkleire potensielt kan forekomme. Vurderingene av erosjonssikkerhet tar utgangspunkt i registreringer under befaringen og foreliggende løsmassekart, og 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.

2 Regelverk og krav

2.1 Lowerket

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 Kommunedelplan for Bjørkelangen

Kommunedelplanen for Bjørkelangen (Aurskog-Høland kommune, 2014) har følgende bestemmelse knyttet til flom:

1.5 Sikring mot flom

Bygge- og anleggstiltak under kote 127,7 er ikke tillatt. Ved bygge- og anleggstiltak under kote 128,7 må det legges fram dokumentasjon og gjennomføres tiltak som sikrer mot flom. I områder avsatt til sentrumsformål under kote 128,7 kan parkering i 1.etasje tillates. Gjeldende høydegrunnlag er NN2000.

2.4 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 Lierelva kan utgjøre en reell flomfare for kartleggingsområdet. Vi utfører derfor en detaljert flomfarekartlegging etter veiledningen i 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

Vi har tidligere (februar 2022) vurdert flomfaren for et område i Bjørkelangen lenger nedstrøms Lierelva. Denne vurderingen er en oppdatering av 2022-vurderingen, siden det siden da har kommet en ny veileder fra NVE for utredning av flomfare.

3.3 Observerte flommer og kalibreringsdata

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

3.4 Befaring

Befaring av den aktuelle elvestrekningen ble utført 11. februar 2022 av Ingvild Brekke, Skred AS, i forbindelse med et annet oppdrag. Det var oppholdsvær og bar bakke, men stort sett islagt elv. Registreringer ble gjort til fots.

3.5 Terrengdata

Vi har etablert en terrengmodell med horisontal oppløsning på 0,5 x 0,5 meter basert på bakkepunkter fra LiDAR-data av området fra 2018 (NDH Aurskog-Høland 2018).

Alle høyder i rapporten er oppgitt i høydesystem NN2000.

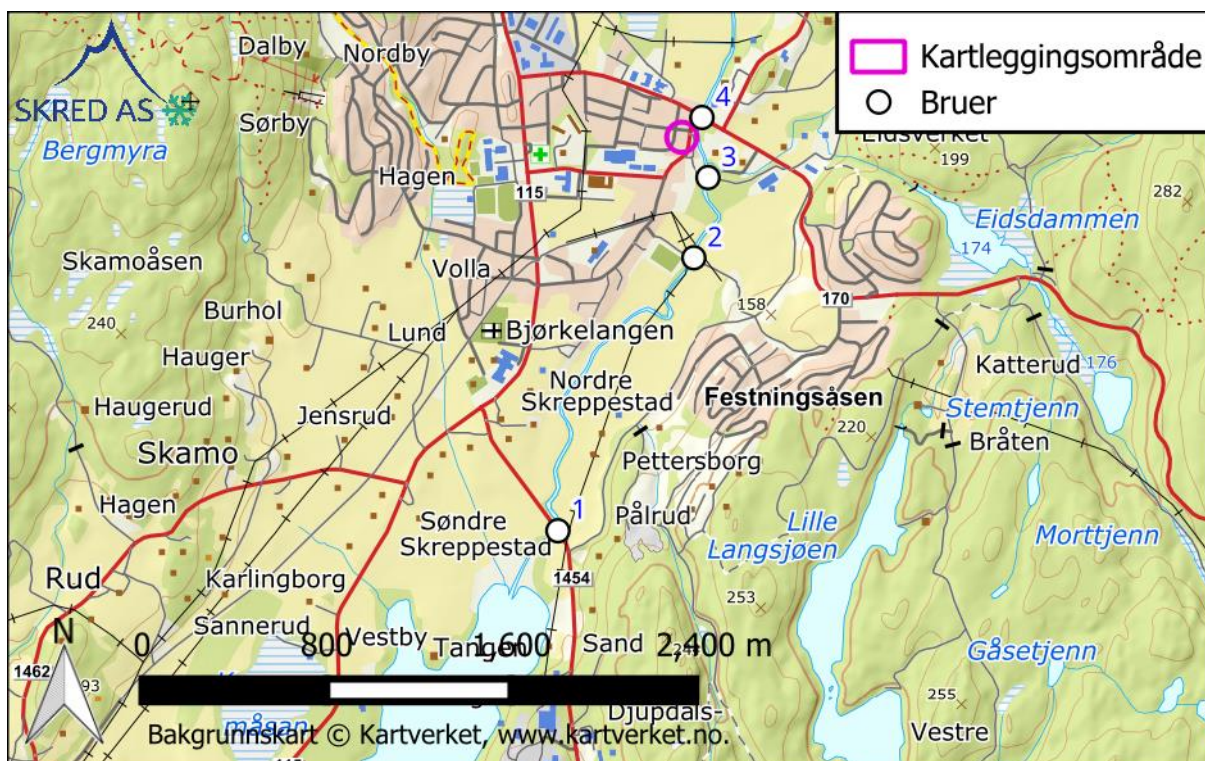
3.6 Beskrivelse av vassdraget

3.6.1 Elveløpet

Det vurderte planområdet ligger omtrent 40 meter vest for Lierelva, omtrent 4 meter høyere enn elva. Området er slakt, elva har liten helning og er sakteflytende. Drøyt 80 meter oppstrøms kartleggingsområdet krysser Bjørkelangen bru (nummer 4 i Tabell 2). 170 meter nedstrøms krysser det en gangbru over elva (nummer 3 i Tabell 2). Det gjør det også 500 meter nedstrøms planområdet (nummer 2 i Tabell 2). I tillegg går det en kjørebru over elva 1,8 km nedstrøms (nummer 1 i Tabell 2), før elva utløper i innsjøen Bjørkelangen drøyt 2 km nedstrøms. Fra elva ved kartleggingsområdet og ned til utløpet i innsjøen er det omtrent 0,2 meter fall, noe som tilsvarer en helning på 0,01 %. Eventuell begrenset kapasitet under bruene nedover elva vil dermed kunne påvirke vannlinja ved kartleggingsområdet.

På grunn av is under befaringen ble det ikke gjort skikkelige registreringer av bunnforholdene i elva. Noen flate steiner var synlige i de grunneste områdene under de øverste bruene. Basert på elvenes slake og sakteflytende karakteristikk forventes elvebunnen å utgjøres av fine avsetninger som vil yte liten friksjon mot vannmassene.

Figur 2 viser et oversiktskart over området, mens Figur 3 viser et representativt bilde av elveløpet.



Figur 2: Oversiktskart over kartleggingsområdet og Lierelva.



Figur 3: Representativt bilde av elveløpet nedover elva rett nedstrøms Bjørkelangen bru.

3.6.2 Konstruksjoner

Konstruksjonene som kan påvirke vannlinja ved kartleggingsområdet er listet opp i Tabell 2. Plasseringen til konstruksjonene er vist på Figur 2. Figur 4 viser et bilde av bru 3, rett nedstrøms kartleggingsområdet.

Tabell 2: Beskrivelse av konstruksjoner. Nivå brudekke er hentet fra DOM (2018) fra høydedata.no.

Nr.	Beskrivelse	Dimensjon lysåpning	Bunnivå innløp* [moh.]	Nivå veg [moh.]
1	Betongbru med store stålbjelker og rekkverk på toppen. 1,4 meter tykt brudekke. Brua innsnevrer i liten grad elveløpet. En rørledning med 0,9 meter i diameter rett oppstrøms brua. Bunn rør ligger 0,4 meter lavere enn underkant bru med topp rør på 127,5 moh.	18 x 3,6 m (til is)	123,1	128,3
2	Trebru. Brudekke 0,5 meter tykt. Åpent flettverksgjerde som rekkverk. Brua gir ingen innsnevring av elveløpet.	20,2 x 2,7 m (til is).	123,1	126,7
3	Stålbru. Brudekke 1,8 meter tykt. Bjelke langs kantene på brua er 10 cm høyere enn nivået på vegen.	15 x 2,8 m (til is)	123,1	128,0
4	Betongbru. Lysåpning 20 meter bred, men med en 3 x 1 meter høy innsnevring på vestsiden. Nivå fortau er 10 cm høyere enn nivå veg.	20 x 3,5 m	123,1	129,2

* konservativt anslått



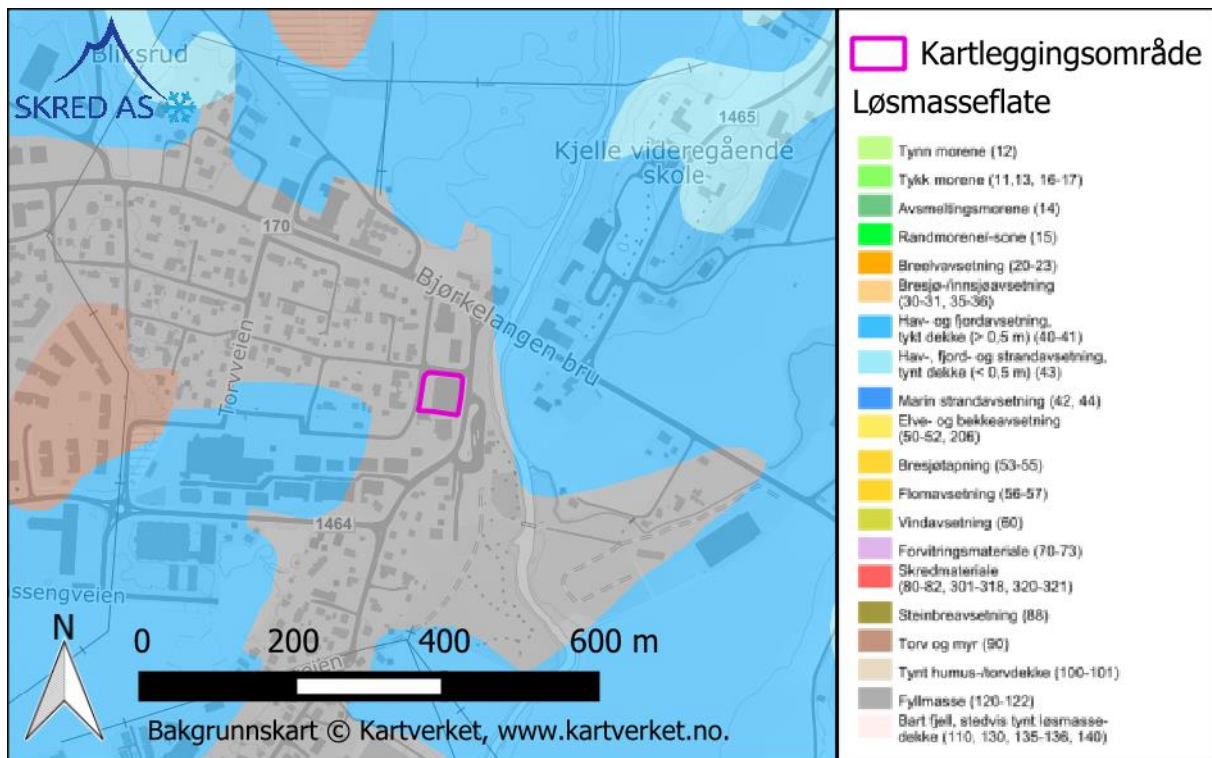
Figur 4: Foto av bru 3, som har minst kapasitet blant bruene.

3.7 Grunnforhold

Området består ifølge NGU sitt løsmassekart av fyllmasser (kartlagt i 1:50 000), se Figur 5.

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

Løvlien Georåd har vurdert at områdestabiliteten for kartleggingsområdet.



Figur 5: Løsmassekart, NGU.

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

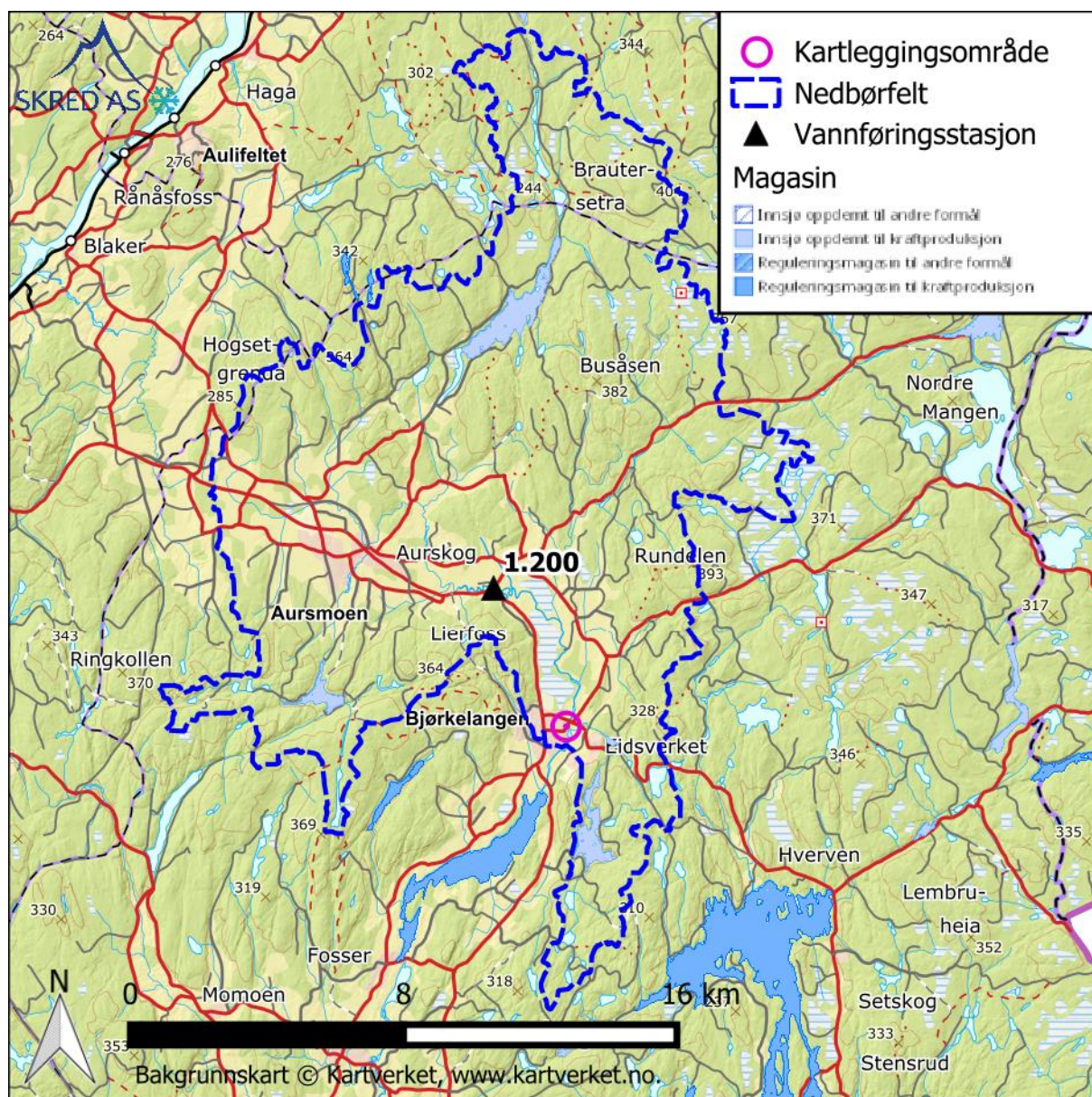
Nedbørfeltet til Lierelva drenerer i hovedsak sørover. Mesteparten av feltet består av skog, men vestover forbi Aursmoen er det en del bebyggelse og jordbruk. Feltet er slakt, og flere av de mindre elvene meandrerer før de samløper med Lierelva. Flere av de største innsjøene i feltet er demmet opp, men ingen av de er reguleringsmagasin ifølge NVE Atlas, så ved store returperioder forventes det ingen flomdemping på grunn av regulering.

Feltkarakteristika til Lierelva er vist i Tabell 3 og feltgrensene er vist i Figur 6.

Tabell 3: Feltkarakteristika til Lierelva.

Vassdrag	Feltareal [km ²]	q_N^* [l/s/km ²]	Eff. sjø [%]	Skog [%]	Dyrket [%]	Feltlengde [km]	Høydeint. [moh.]
Lierelva	222	14,2	0,3	75	14	20,6	124-401

*fra NVE sitt avrenningskart for normalperioden 1961-90.



Figur 6: Feltgrensene til Lierelva ved kartleggingsområdet.

4.3 Flomfrekvensanalyse

4.3.1 Målestasjoner

Målestasjonen 1.200 Lierelv ligger 5 km oppstrøms i Lierelva, men den har usikre vannføringsdata og er beskrevet av NVE å være uegnet for flomanalyser. Vi benytter derfor målestasjonen kun til å vurdere avrenning. Vi har derfor funnet representative målestasjoner fra nærliggende vassdrag for lokal flomfrekvensanalyse som også kan gi en indikasjon på flomforholdene i Lierelva.

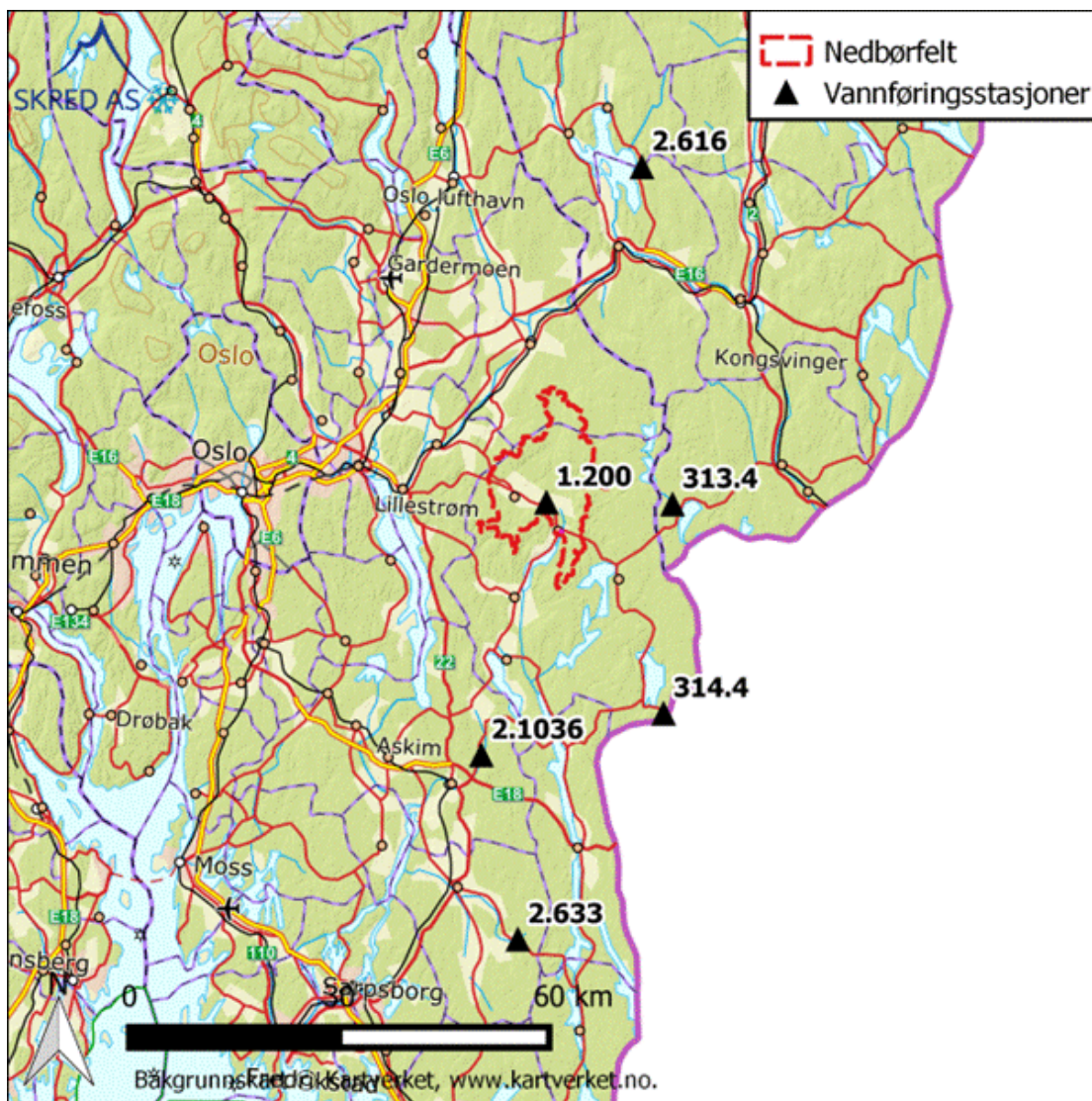
Målestasjonene er ikke påvirket av regulering. Vurderingen av kurvekvaliteten er gjort av NVE. Dersom NVE ikke har oppgitt noen kurvekvalitet, har vi selv vurdert kurven som brukbar.

Tabell 4 viser et utvalg målestasjoner med feltkarakteristika. Middelvrenning (q_n) er beregnet basert på måleserien ved hver stasjon. Beliggenheten til målestasjonene er vist i Figur 7, mens høydefordelinga (hypsografisk kurve) til målestasjonene er vist i Figur 8.

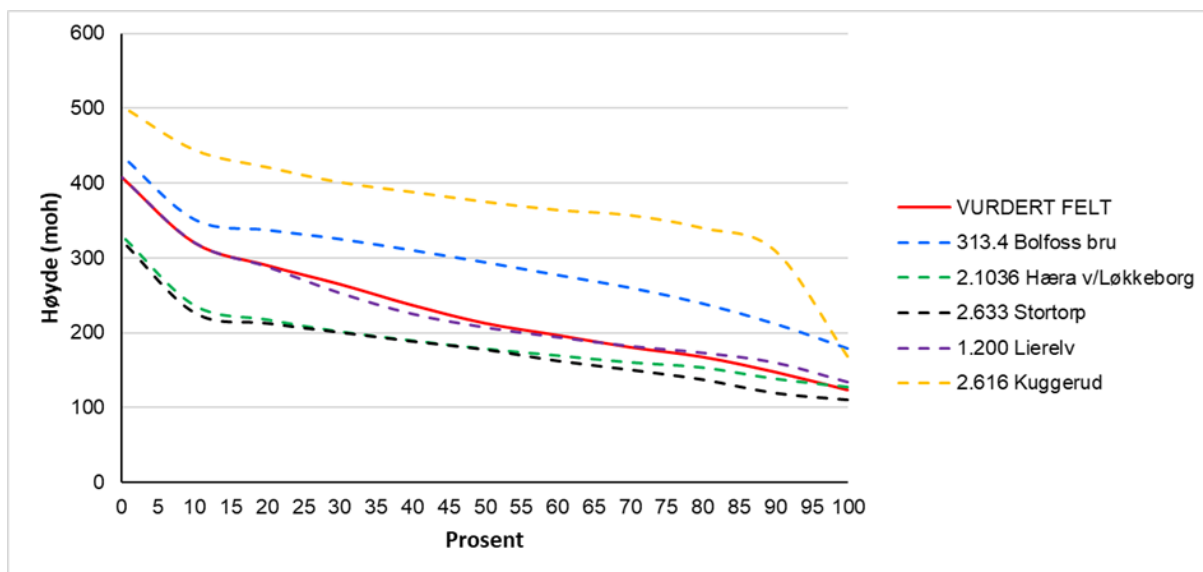
Tabell 4: Feltkarakteristika og kurvekvaliteten til utvalgte målestasjoner.

Målestasjon	Felt-areal [km ²]	Måle-periode [år]	q_n [l/s/km ²]	Eff. sjø [%]	Skog [%]	Dyrket [%]	Median - høyde [moh.]	Kurve-kvalitet (flom)
Lierelva	222	-	14.2*	0,3	75	14	236	-
1.200 Lierelv	133	2011-2022	15.3	0.6	74	16	207	Uegnet
2.616 Kuggerud	48	1977-2023	16.3	1.1	85	0	375	Usikker
313.4 Bolfoss bru	267	1911-1984	14.9	3.2	82	0	294	Bra
2.1036 Hæra v/Løkkeborg	133	2006-2023	17.7	0.3	71	21	178	Bra
2.633 Stortorp	87	1980-2023	19.7	0.4	86	4	198	Usikker

**fra NVE sitt avrenningskart for normalperioden 1961–1990.*



Figur 7: Beliggenheten til utvalgte målestasjoner.



Figur 8: Høydefordelinga til Lierelva og vurderte målestasjoner.

4.3.2 Valg av metode for flomfrekvensanalyse

For å kunne sammenligne direkte med det regionale formelverket RFFA-2018, har vi valgt å utføre flomfrekvensanalyse på døgndata, og finne kulminasjonsfaktor fra større flomhendelser der det finnes både døgns- og findata.

4.3.3 Lokal flomfrekvensanalyse

Vi har hentet ut og analyser 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 5 presenterer analysene utført med Flom_analyse-programmet i Hydra II på døgndata. Programmet tar utgangspunkt i årsflommer. År med mer enn 10 % manglende dager fjernes i analysen.

Tabell 5: Resultater fra flomfrekvensanalyse på utvalgte måleserier, døgnmiddel.

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	
2.616 Kuggerud	46	5.7	119	1.88	2.25	2.63	GEV
313.4 Bolfoss bru	74	23.6	88	2.07	2.40	2.76	GEV
2.1036 Hæra v/Løkkeborg	18	16.3	123	1.78	2.29	2.71	Gumbel
2.633 Stortorp	44	13.4	154	1.81	2.12	2.44	Gumbel

4.3.4 Observerte kulminasjonsfaktorer

Når flomfrekvensanalysen er utført på døgndata (Q_{døgn}) må også kulminasjonsvannføring (Q_{mom}) estimeres. NVE (2022b) anbefaler at forholdstallet mellom kulminasjonsflom og døgnmiddelflom anslås ved å vurdere en eller flere av de største flommene i vassdraget eller nærliggende vassdrag.

Kulminasjonsfaktoren avhenger av om det er smelteflom eller regnflom, og av hvor stor flomdemping det er i feltet. Siden 1.200 Lierelv er uegnet for flomanalyse og 313.4 Bolfoss bru kun har døgndata, er de ikke egnede. Vi har derfor valgt å vurdere de største flommene ved 2.1036 Hæra v/Løkkeborg, som vurderes å være mest relevant. Tabell 6 viser beregnede kulminasjonsfaktorer.

Tabell 6: Beregnet kulminasjonsfaktor for de største flommene ved utvalgt målestasjon.

Målestasjon	Dato	Q_{mom} [m ³ /s]	$Q_{døgn}$ [m ³ /s]	$Q_{mom}/Q_{døgn}$
2.1036 Hæra v/Løkkeborg	28.08.23	24.3	23.45	1.04
2.1036 Hæra v/Løkkeborg	16.12.11	24.1	22.9	1.05
2.1036 Hæra v/Løkkeborg	17.01.08	23.13	22.55	1.03

4.3.5 Regional flomfrekvensanalyse (RFFA-2018)

Formelverket RFFA-2018 beregner medianflom, vekstkurver og forholdstall mellom kulminasjonsflom og døgnmiddelflom i umålte felt. Formelverket er utviklet for alle feltstørrelser. Vi har benyttet en middelavrenning på 15,3 l/s/km² i flomformelverket, tilsvarende 1.200 Lierelv. Analysen gir døgnmiddelvanntføring og en kulminasjonsfaktor ($Q_{mom}/Q_{døgn}$).

Resultatene gitt fra RFFA-2018 for Lierelva er presentert i Tabell 7.

Tabell 7: Resultater fra RFFA-2018 (døgnmiddel).

	Medianflom Q_M [m ³ /s]	Medianflom q_M [l/s/km ²]	Q_{200}/Q_M	Q_{200} [m ³ /s]	$Q_{mom}/Q_{døgn}$
Lav (2,5 %)	18.9	85		44	
Middel	32.5	146	2.47	80.1	1.13
Høy (97,5 %)	55.8	251		146	

4.4 Nedbør-avløpsmetoder

4.4.1 PQRUT

PQRUT er en nedbør-avløpsmodell som er utformet som en lineær karmodell. I NVE (2022b) er det gitt en beskrivelse av modellen og hvordan den kan benyttes. PQRUT fungerer best når gjentaksintervallet er minst 200 år, feltstørrelsen er mellom 2 og 500 km², regnflommer er dominerende og feltet har lav effektiv sjøprosent.

I henhold til anbefalinger i NVE (2022b) benytter vi et dimensjonerende nedbørforløp på 24 timer og et tidsskritt på 1 time. Konsentrasjonstiden til feltet er estimert til 6 timer basert på den pragmatiske metoden.

Det ligger en stor grad av usikkerhet i valget av dimensjonerende nedbørverdier og nedbørforløp. Målestasjonene med timesdata i rimelig nærhet begynte målinga i 2018, så de har for korte måleserier til at de kan benyttes. Vi har utført frekvensanalyse på nedbørdata

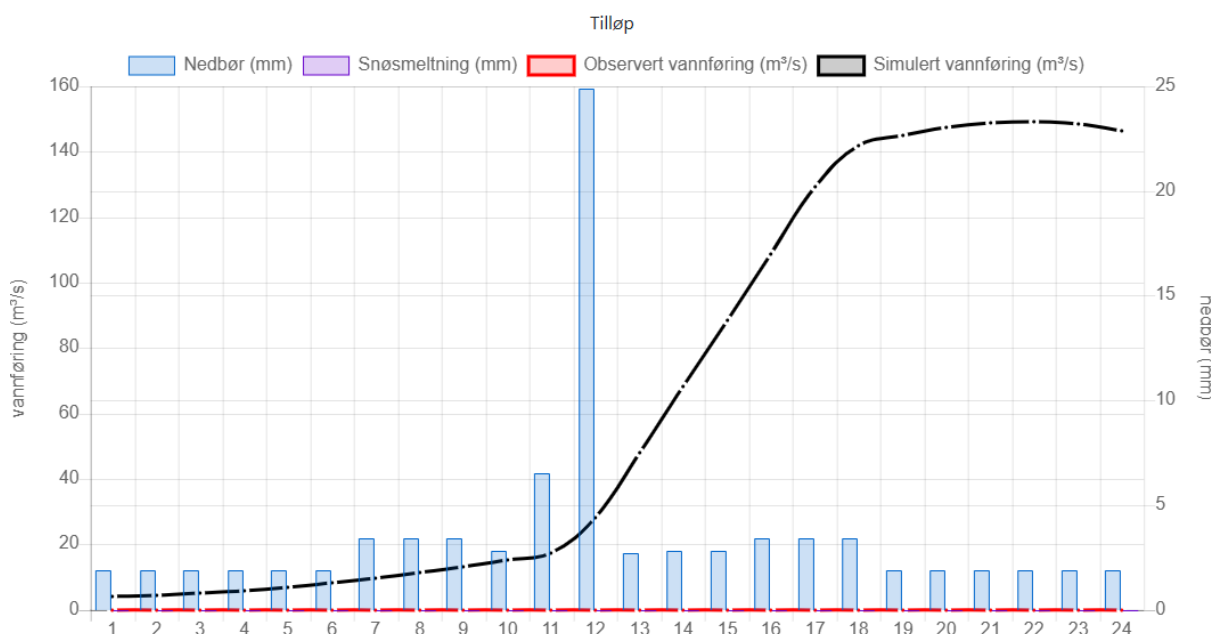
fra målestasjonen Bjørkelangen I og II, som er presentert i Tabell 8. For å justere fra døgnnedbør til vilkårlig 24-timers nedbør har vi multiplisert med en faktor på 1,13.

Tabell 8: Resultater fra frekvensanalyse på nedbør.

Nedbørstasjon	Måleperiode [år]	Høyde [moh.]	200-årsnedbør [mm]		Metode
			Døgn [mm]	24-timer [mm]	
2600 + 2610 Bjørkelangen	1957-2011	135	81	92	GEV (I-mom)

Fra frekvensanalysen har vi satt 92 mm som dimensjonerende 24-timers nedbør. For varigheter ned mot en time har vi skalert mot den regionale kurven for region 2. Kurven har vi brukte til å konstruere et 200-års nedbørforløp som er tilnærmet symmetrisk om den mest intensive nedbørperioden. Initialvannføringen i PQRUT fra Nevina er benyttet.

PQRUT-modellen gir en estimert 200-årsflom på 149 m³/s, vist i Figur 9.



Figur 9: Resultater fra PQRUT for vurdert nedbørfelt, 200-årsflom.

4.4.2 Den rasjonelle metoden

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

4.5 Klimapåslag

I henhold til anbefalinger i Klimaprofil for Oslo og Akershus (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

Alle de vurderte nedbørfeltene er i likhet med Lierelva slake skogsfelt.

2.616 Kuggerud har et betydelig mindre felt og noe høyere spesifikk avrenning, som begge tilsier høyere spesifikke flommer. Samtidig har 2.616 Kuggerud noe høyere effektiv sjøprosent som gir mer naturlig flomdemping.

313.4 Bolfoss bru har omtrent samme feltstørrelse og spesifikke avrenning, men relativt høy effektiv sjøprosent. Vi forventer at spesifikke flommer i Lierelva er i samme størrelsesorden eller noe høyere. Måleserien er god, og vektlegges derfor i fastsettelse av middelflom.

2.1036 Hæra v/Løkkeborg har et nedbørfelt som er drøyt halvparten så stort og noe høyere spesifikk avrenning. Dette tilsier noe lavere spesifikke flommer i Lierelva. De har samme effektive sjøprosent. Måleserien er god, og vektlegges derfor i fastsettelse av middelflom.

2.633 Stortorp har et felt som er litt mindre enn halvparten av Lierelva, og omtrent samme effektive sjøprosent. Den spesifikke avrenninga er en del høyere, og vi forventer derfor lavere spesifikke flommer i Lierelva.

Ut fra målestasjonene vurderes en realistisk spesifikk døgnmiddelflom i Lierelva å være 90-120 l/s/km². Dette ligger mellom nedre og middelestimat fra flomformelverket.

For vurdering av kulminasjonsfaktor har vi vurdert de største flommene ved 2.1036 Hæra v/Løkkeborg. De største flommene har oppstått om høsten/tidlig vinter, og forventes å være regnflommer ev. med et lite smeltebidrag. Vi forventer at det også er regnflommer som vil være dimensjonerende for Lierelva. Blant de fem største flommene ved 1.200 Lierelv har fire vært om høsten. Ved 1.200 Lierelv har flere flommer på findata vært inntil 1,5 av døgnflommen. Men, siden stasjonen vurderes å være uegnet for flommer og dataene er usikre, ønsker vi ikke å vektlegge dem. Det gjør likevel at vi velger å vektlegge kulminasjonsfaktoren fra RFFA-2018 på 1,13 over de svært lave kulminasjonsfaktorene ved 2.1036 Hæra v/Løkkeborg.

4.6.2 Vekstfaktor

313.4 Bolfoss bru har den lengste måleserien, og god kurvekvalitet på flom, og vi vurderer derfor at den har det beste grunnlaget for vurdering av vekstkurve. Den har også tilnærmet lik spesifikk avrenning som Lierelva, og vurderes å gi godt grunnlag for sammenligning. 313.4 Bolfoss bru har en vekstkurve på 2,40, mens RFFA-2018 gir 2,47. Siden 313.4 Bolfoss bru er god og relevant, velger vi å vektlegge den.

4.6.3 Sammenligning og vurdering av resultater fra ulike metoder

Vi velger å sette kulminert spesifikk middelflom på 140 l/s*km², mellom nedre og middelestimatet fra den regionale flomfrekvensanalysen og tilsvarende målestasjon 2.1036 Hæra. Resultatet fra PQRUT ligger rett under øvre estimat fra flomformelverket, og vi vurderer at PQRUT overestimerer flomvannføringen. Resultatene fra de ulike flomberegningsmetodene er oppsummert i Tabell 9.

Tabell 9: 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 referansefelt	110 - 140	2.40	-
Regional frekvensanalyse	100 – 280 (170)	2.47	250 – 690 (420)
PQRUT	-	-	670
VALGT	140	2.40	336

4.7 Dimensjonerende vannføring

Dimensjonerende vannføring beregnet for Lierelva er gitt i Tabell 10. Spesifikk 200-årsflom med klimatillegg er beregnet til 400 l/s/km².

Tabell 10: Dimensjonerende vannføring i Lierelva 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]		
Lierelva	222	Ingen	31	140	2.4	75
Lierelva	222	1.2	37	168	2.4	90

4.8 Klassifisering av flomberegning

Vi vurderer det hydrologiske datagrunnlaget til klasse 2 (på en skala fra 1 – 5 der 1 er best) fordi det foreligger noen observasjoner av god kvalitet nært vassdraget, men det er relativt store gradienter i spesifikke flomstørrelser.

5 Dimensjonerende vannstand i innsjøen Bjørkelangen

5.1 Samtidighet mellom Lierelva og innsjøen Bjørkelangen

Siden elva er så slak ned til Bjørkelangen, forventes det at vannstanden i Bjørkelangen kan ha innvirkning på vannstanden ved planområdet. Vannstanden i Bjørkelangen er regulert ved dam Fosser, der det er en reguleringshøyde på 1,36 meter (122,3 til 123,66 moh., NN2000, NVE Atlas). Vannstanden reguleres noe ved flom (Haldenvassdragets brukseierforening, n.d.), men ved høye gjentakintervall forventes den flomdempende effekten å reduseres. Vi forventer relativt langvarig flomtopp i Lierelva og tar derfor utgangspunkt i tilnærmet samtidig 200-årsvannføring i Lierelva og 200-årsvannstand i Bjørkelangen.

5.2 Målestasjoner

Det finnes en målestasjon i Bjørkelangen, 1.57 Bjørkelangen, som har målt vannstand siden høsten 2023. Den høyeste målte vannstanden ved 1.57 Bjørkelangen er 125,0 moh. (NN2000).

Tidligere fantes målestasjonen 1.51 Bjørkelangen, som målte vannstand fra 1963 til 2023. Den høyeste målte vannstanden ved 1.51 Bjørkelangen var 2,87 moh. over LRV som gir 125,17 moh. (NN2000). 1.51 Bjørkelangen lå i utløpet av sjøen, og er ifølge NVE (i Hydra-II) ikke representativ for vannstanden i sjøen. Samtidig, så samsvarer nivåene ved 1.57 Bjørkelangen og 1.51 Bjørkelangen for den samtidige perioden på to uker.

5.3 Regulantens flomberegning for dam Fosser

I forbindelse med et tidligere prosjekt i Haldenvassdraget har vi fått tilsendt resultatene fra regulantens flomberegning for Bjørkelangen/dam Fosser. For dam Fosser er det beregnet for Q500 og 1,5*Q500. Tabell 11 viser data fra regulantens flomberegning.

Tabell 11: Regulantens flomberegning for Bjørkelangen (Multiconsult, 2011). Høyder i NN1954.

Tilløpsflom [m ³ /s]	Vannstandsstigning [m]	Vannstand [moh.]
135	3,00	126,23
203	3,71	126,94

Vi har gjort en grov forenkling og benyttet lineær interpolasjon av dataene i Tabell 11 til å beregne vannstand ved en 200-årsflom. Det er ti år mer data og andre tilgjengelige metoder i dag enn da Q500 ble beregnet for Bjørkelangen (Multiconsult, 2011), noe som kan forklare at beregnet 200-årsflom med klimatillegg i denne rapporten er i nærheten av 500-årsflommen fra 2011.

Bjørkelangen har et nedbørfelt på 276 km². En oppskalering på feltareal av dimensjonerende flom i Lierelva gir en tilløpsflom til Bjørkelangen på 112 m³/s. Ved utløpet av Bjørkelangen ligger NN2000 0,176 meter over NN1954. Tabell 12 viser beregnet 200-årsvannstand ut fra regulantens flomberegning.

Tabell 12: Beregnet 200-årsvannstand basert på lineær interpolasjon av regulantens flomberegning.

Tilløpsflom [m ³ /s]	Vannstandsstigning [m]	Vannstand [moh.]	
		NN1954	NN2000
112	2,75	125,99	126,17

5.4 Benyttet 200-årsvannstand

Når den oppskalerte tilløpsflommen til Bjørkelangen er såpass nær Q500 (Multiconsult, 2011), virker det rimelig at vannstanden er relativt nær. Høyeste nivå fra målestasjonene ligger omtrent 1 meter lavere enn Q500-vannstanden. Dette virker lavt, og det er derfor valgt å benytte den lineært interpolerte vannstanden beregnet i Tabell 12 som nedre grensebetingelse i den hydrauliske modellen.

6 Hydrauliske beregninger

6.1 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.

6.2 Oppsett av modell

6.2.1 Terrengmodell

Terrengmodellen som er benyttet i den hydrauliske modellen er beskrevet i avsnitt 3.5. Punktettheten for laserscanninga viser at den ikke har scannet punkter på elvebunnen. Elvebunnen har dermed blitt interpolert ut fra høyden på elvebreddene. Vi har ikke hatt tilgang til profileringsdata for elvebunnen for denne jobben.

På befaring ble et par punkter med bunndybde under isfrie bruer målt inn, men det er noe usikkerhet knyttet til disse målingene. Ved brua på høyde med planområdet ble vanndybden målt til 20 cm på vestsiden, 50 cm midt i og 90 cm ved østre elvebredde. Samtidig ble nivået på isen ved alle bruene målt inn, som varierte fra 123,4 moh. ved den nederste brua, 123,5 moh. ved de midtre bruene og 123,6 moh. ved Bjørkelangen bru. Høyden på elvebunnen er som en forenkling konservativt satt til 123,1 moh. for hele den modellerte strekningen. Effekten av bunndybden undersøkes i følsomhetsanalysen, se avsnitt 6.3.

6.2.2 Grensebetingelser

Oppstrøms grensebetingelse er plassert 80 meter oppstrøms Bjørkelangen bru (bru 4), 170 meter oppstrøms kartleggingsområdet.

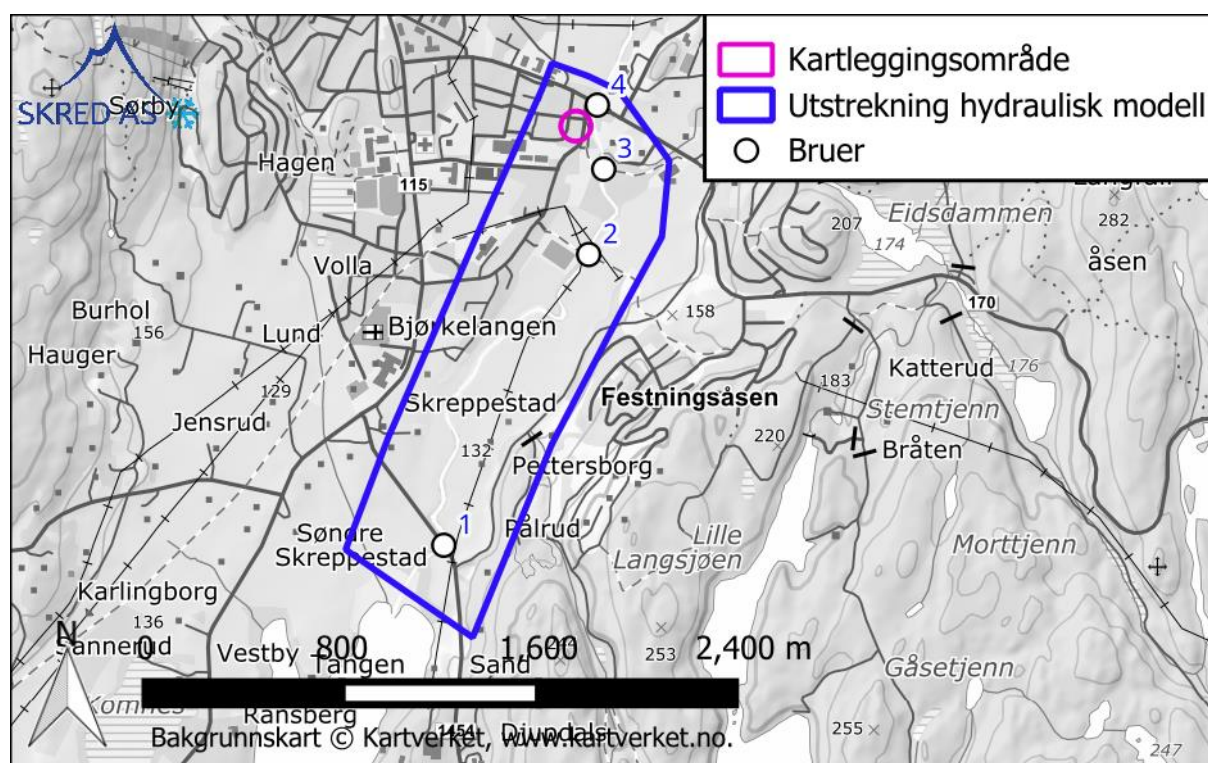
Nedstrøms grensebetingelse er plassert etter utløpet i innsjøen Bjørkelangen. Vannstanden satt til 126,17 moh., som vurdert i kapittel 5.4.

6.2.3 Modelloppsett

Benyttede parametere i modellen er oppsummert i Tabell 13. Utstrekningen til den hydrauliske modellen er vist på Figur 10. Terrengmodell, benyttet beregningsgrid og plassering av grensebetingelser er illustrert i Figur 11.

Tabell 13: Parametere benyttet i Hec-Ras-modell for Lierelva.

Parameter	Verdi
Oppløsning på terrengmodell	0,5 x 0,5 meter
Oppstrøms grensebetingelse	Normalstrømning
Nedstrøms grensebetingelse	Fast vannstand 126,17 moh.
Cellestørrelse beregningsgrid	4 x 4 meter i elva, 15 x 15 meter på jordene
Likningssett	Full momentum
Tidsskritt	Gitt av courant-number mellom 0,1 og 1,0
Manningstall	Elv 30 Jorder 25 Skog 13



Figur 10: Utstrekning til hydraulisk modell.



Figur 11: Illustrasjon av terrengmodell, beregningsgrid og plassering av grensebetingelse ved kartleggingsområdet.

6.2.4 Konstruksjoner

Bruene er lagt inn i den hydrauliske modellen. Benyttete parametere i brumodelleringen er vist i Tabell 14, samt resultat fra kontroll av parametere opp mot modellering av «åpen situasjon». Bru 1 er modellert åpen, og det er kontrollert at vannstanden ikke når underkant bru.

Tabell 14: Parametere benyttet i Hec-Ras for modellering av bruene.

Parameter	Bru 2	Bru 3	Bru 4
Geometri	Se Tabell 2.	Se Tabell 2.	Se Tabell 2.
Metode for høy og lav vannstand	Trykk	Trykk	Trykk
Kontraksjonskoeffisient	0.3	0.3	0.3
Ekspansjonskoeffisient	0.5	0.5	0.5
Bruvinkel i modell (skew angle)	0	0	0
Kontroll mot modell uten brudekke	Ingen endring i vannstand	Brudekket gir 10 cm oppstuvning	Brudekket gir ingen ekstra oppstuvning

6.3 Kalibrering og tilpasning av modell

Modellen er verken tilpasset eller kalibrert fordi vi ikke har tilgang til samtidige vannstand og vannføringsmålinger.

6.4 Modellering av dimensjonerende flommer

For en fremtidig 200-årsflom viser modelleringen at elva vil gå over sine bredder, og oversvømme store deler av jordene langs elva. Store deler av disse områdene ligger lavere enn flomvannstanden i innsjøen Bjørkelangen, så det er ikke nødvendigvis dimensjonerende flomvannføring som blir avgjørende.

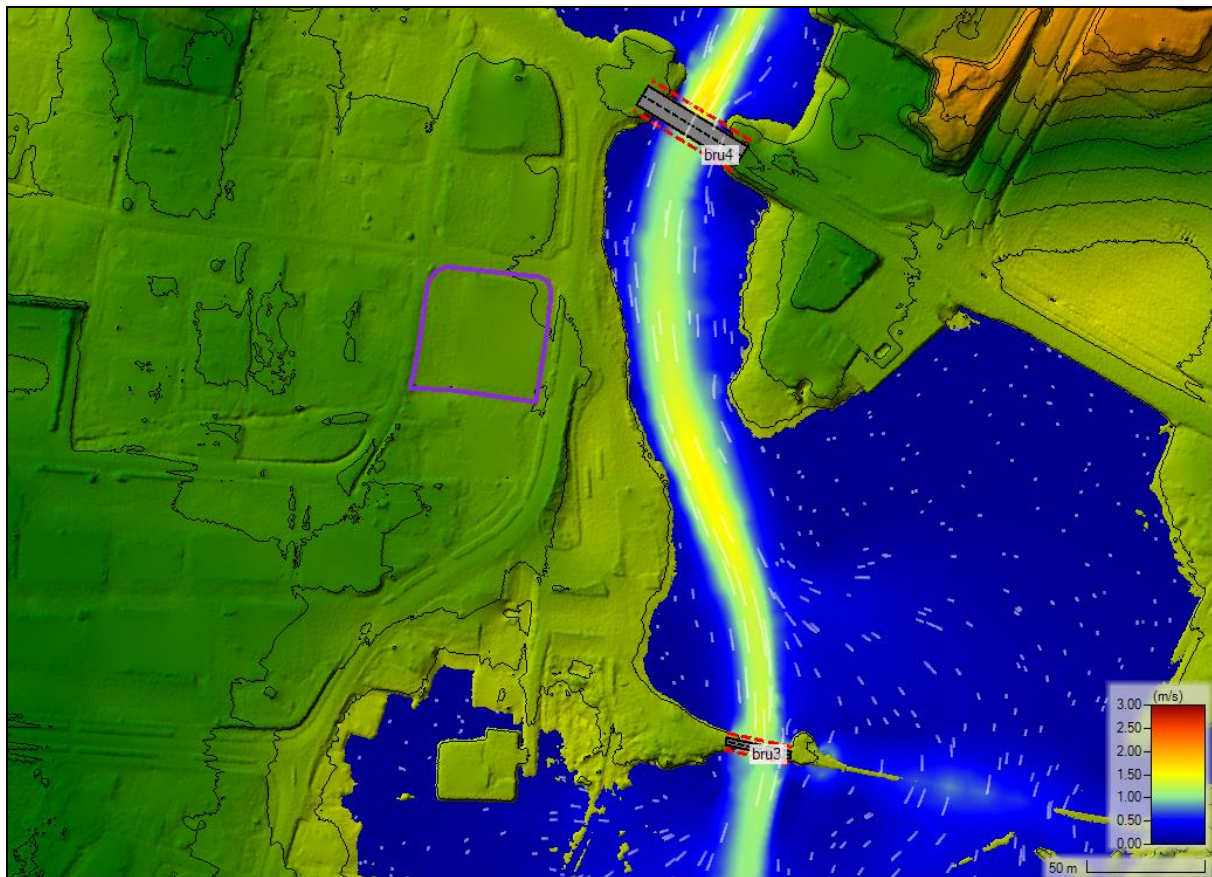
Mye av terrenget vest for bru 1 (Nyveien) oversvømmes. Terrenget ligger lavere enn brudekket, og vannet slår ikke opp i det. Brua har tilstrekkelig kapasitet for det vannet som når den. Bru 1 og Nyveien gir likevel en oppstuvning på omtrent 0,25 meter.

Underkant bru til gangbruene, bru 2 og bru 3, ligger omtrent på høyde med dimensjonerende vannstand i Bjørkelangen, så begge disse går fulle. For bru 2 har dette begrenset påvirkning på vannlinja siden mye av terrenget vest for elva ligger lavere enn brua. Det gir likevel en oppstuvning på 0,03 meter. Ved bru 3 ligger terrenget relativt høyt i forhold til brua, så bruas begrensede kapasitet gir omtrent 0,2 meter oppstuvning oppstrøms.

Ved Bjørkelangen bru (bru 4) vil vannet stå litt opp på underkant bru, noe som gir en oppstuvning på knapt 0,1 meter. Alt vannet drar gjennom brua.

Kartleggingsområdet oversvømmes ikke. Vannstanden i elva ved kartleggingsområdet er 126,9 moh. Laveste del av kartleggingsområdet ligger på 127,9 moh., så det er minst 1 meter margin.

Modellert vannhastighet i elva er generelt lav, 1,5 m/s midt i elva, og enda lavere på jordene langt fra elva. Figur 12 viser en illustrasjon av modellert strømningssituasjon.



Figur 12: Illustrasjon av modellert strømningssituasjon ved kartleggingsområdet for en fremtidig 200-årsflom.

6.5 Følsomhetsanalyser

Det er 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 % gir 0,1 meter høyere vannstand ved kartleggingsområdet.
- Økning i ruhet med 20 % gir 0,03 meter høyere vannstand ved kartleggingsområdet.
- Nivå på elvebunn som tilsvarer isnivået på befaring, 123,4 moh. gir 0,02 meter høyere vannstand ved kartleggingsområdet.
- Ved 50 % redusert bredde på lysåpningen i Bjørkelangen bru (bru 4) blir vannstanden 0,5 meter høyere oppstrøms brua, men alt vannet går fortsatt gjennom brua. Brua er dermed lite sårbar for tilstopping.

Ut fra resultatene i følsomhetsanalysen vurderes den hydrauliske modellen å være lite følsom. Dette er naturlig siden det er store flomsletter som oversvømmes, og bruene i utgangspunktet går fulle.

6.6 Klassifisering av hydraulisk modell

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

6.7 Sikkerhetspåslag

For å ta hensyn til usikkerhet i de hydrologiske og hydrauliske beregningene anbefaler NVE at vi legger på et sikkerhetspåslag. NVE (2022a) anbefaler å ta utgangspunkt i en metodikk der man estimerer en økt vannstandssigning 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 Lierelva er et prosentvis påslag på vannføringen som grunnlag for vurdering av sikkerhetspåslag funnet til 30 % som vist i Tabell 15.

Tabell 15: 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 30 % økt vannføring anbefaler vi at det benyttes et sikkerhetspåslag på 0,2 meter ved utbygging innenfor faresonene.

7 Andre farer i vassdraget

7.1 Tilstopping og vann på avveie

Bjørkelangen bru oppstrøms kartleggingsområdet utgjør i liten grad en innsnevring av elveløpet og har en åpningsbredde på 20 meter. Mulige kilder til drivgods vurderes å være trær og f.eks. rundballer. Vi vurderer det som lite sannsynlig at brua vil tilstoppes helt, og følsomhetsanalysen viser at vannet fremdeles vil dra gjennom brua dersom den halvveis tilstoppes.

7.2 Erosjon og massetransport

7.2.1 Erosjonsfare

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

På befaring observerte vi ingen pågående erosjon i den aktuelle strekningen av vassdraget. Ut fra nyere bilder (Google Streetview, juni 2024) ser det ut til å ha oppstått noe erosjon i den aller nederste kanten mot elva der gressvekster er borte. Videre oppover har elvebredden fremdeles naturlig erosjonsbeskyttelse av kantvegetasjon som stabiliserer elveskråningen. Etter kategoriene gitt i NVE sin sikringshåndbok (NVE, 2023) vurderes omfanget av erosjon på vurdering strekning til kategori 1 – litt erosjon.



Figur 13: Litt erosjon langs elva er markert i gult. Det hvite bygget til høyre i bildet er dagens bebyggelse på kartleggingsområdet. Bilde hentet fra Google Streetview.

Kartleggingsområdet ligger 40 meter fra elva og minst 25 meter fra topp elveskråning. Elveskråningen er knapt 5 meter høy ut fra våre (grove) innmålinger av elvebunnen. Det går en vei som antagelig ligger på grovere masser mellom kartleggingsområdet og elva. Avstanden til elva er mer enn kravet om 20 meter fra erosjonsutsatt elveskråning i TEK17. Vi vurderer derfor at erosjonssikkerheten for kartleggingsområdet er tilfredsstillende.

7.2.2 Massetransport

Lierelva er normalt sakteflytende, og vi er ikke kjent med utfordringer knyttet til massetransport i vassdraget.

7.3 Isproblematikk

Vi er ikke kjent med at isganger, ispropper eller svellis fører til problemer på den aktuelle strekningen av Lierelva.

8 Resultater og konklusjon

8.1 Dimensjonerende vannføring

Dimensjonerende 200-årsflom inkludert 20 % klimapåslag er beregnet til 90 m³/s for Lierelva.

8.2 Fare for flom

Basert på resultater fra modelleringen og analysene er kartleggingsområdet ikke flomutsatt i henhold til sikkerhetsklasse F2 i TEK17.

Det planlegges parkeringskjeller i kartleggingsområdet, som vi forventer at delvis kommer til å ligge under flomsikkert nivå. Ut fra grunnforholdene i området forventer vi begrenset gjennomstrømning i grunnen, men samtidig forventer vi forholdsvis langvarige flomtopper i Lierelva. Vi anbefaler derfor at parkeringskjelleren bygges vanntett opp til flomsikkert nivå. Flomsikkert nivå for tomta er 127,1 moh., inkludert 0,2 meter sikkerhetspåslag.

8.3 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.

Siden kartleggingsområdet ligger minst 25 meter fra topp elveskråning, vurderes erosjonssikkerheten å være tilstrekkelig.

9 Referanser

Aurskog-Høland kommune, 2014. Kommunedelplan Bjørkelangen 2014-2025.

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

Haldenvassdragets brukseierforening, n.d. Bjørkelangen [WWW Document]. URL <https://www.haldenvassdragetsbrukseierforening.no/bjorkelangen/> (accessed 1.9.25).

Multiconsult, 2011. Flomberegning for bl.a. dam Fosser. Hovedresultater tilsendt av VTA Marcus Lundquist, Akershus Energi, 01.10.18.

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

NVE, 2023. 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.