

Oppdragsgiver	Navn Structor Lillehammer AS	Kontaktperson Harald Snippen
Oppdrag	Nummer og navn 21115 Åmot, Ygla – Flomvurdering og mulighetsstudie elveomlegging	Oppdragsleder Lars Staver Eid
Dokument	Nummer 21115-01-2 Utført av Lars Staver Eid, Ingvild Brekke (flomberegning)	Dato 2021-08-25 Kontrollert av Petter Reinemo, Ingrid Alne (flomberegning)

Versjon	Dato	Utført	Kontroll	Beskrivelse
2	25.8.2021	LSE	PR	Inkludert NVEs aktsomhetssoner flom utenfor vurdert område, innenfor planområde.
1	25.7.2021	LSE	PR	Til utsendelse

Flomfarevurdering og mulighetsstudie elveomlegging.

Sammendrag

Dimensjonerende 200-årsflom i Ygla, inkludert et klimapåslag på 30 %, er beregnet til 21 m³/s, mens dimensjonerende 1000-årsflom inkludert 30 % klimapåslag er beregnet til 29 m³/s.

Det er etablert en hydraulisk modell av Ygla i tilknytning til den militære flyplassen. Det er tegnet faresoner for flom med største årlige sannsynlighet 1/200 i år 2100, tilsvarende sikkerhetsklasse F2 i TEK 17 §7-2. Det er også tegnet faresoner for sikkerhetsklasse F3. Faresonene gjelder for dagens situasjon.

Modelleringen viser at elveløpet til Ygla ikke har tilstrekkelig kapasitet, og at en hoveddel av flomvannet avledes langs det militære hoppfeltet på sørsiden av flyplassen. Rullebane, flytårn og hangarbygg, samt militært treningsbygg ligger utenfor faresoner for flom.

Grunnet krav til hinderfritt terreng i en avstand på 75 m fra senter fra rullebane er det behov for å forskyve elveløpet til Ygla langs et strekke på ca. 450 m. Vi har vurdert et utkast til

elveomlegging fremlagt av Structor Lillehammer opp mot den hydrauliske modellen etablert for flomfarevurderingen.

Det vurderes gjennomførbart å legge om Ygla over den aktuelle strekningen uten å påføre omliggende områder økt flomulempe. Vi foreslår at elveløpet planlegges med slakere sideskråninger og større bunnbredde enn i fremlagt utkast, og at det ikke etableres flomvoller langs elveløpet. Det nye elveløpet burde i størst mulig grad gis variasjon og strukturer for å etterligne det opprinnelige elveløpet langs strekningen. Den endelige utførelsen bør verifiseres hydraulisk ved detaljprosjektering.

Structor Lillehammer og Forsvarsbygg opplyser at de selv vil følge opp utredning av akvatisk miljø og konsekvensvurdering for biologisk mangfold for tiltaket.

Avgrensningen til oppdragsgivers reguleringsplan dekker et større område enn hva som er vurdert rundt flyplassen, regulert som LNF-område. NVEs aktsomhetssoner for flom indikerer flomfare fra et par mindre bekker her, samt at planområdet grenser ned mot Glomma. Det er ikke utført detaljerte vurderinger av flomfare fra andre vassdrag enn Ygla, rundt flyplassen. Det foreslås at NVEs aktsomhetssoner for flom tas inn i plankartet for øvrige deler av planområdet, og at det gjøres en nærmere vurdering av flomfare dersom det skal planlegges bebyggelse eller infrastruktur her

Innhold

1	Innledning	6
1.1	Bakgrunn	6
1.2	Befaring	6
1.3	Forbehold	6
2	Krav til sikkerhet	8
2.1	Lovverket	8
2.2	Flom	8
2.2.1	Aktuelle krav	9
3	Beskrivelse av området, elveløp, konstruksjoner og grunnforhold	10
3.1	Område og elveløp	10
3.2	Historiske flyfoto	12
3.3	Konstruksjoner	13
3.3.1	Kulvert under adkomst til hangarbyggene (1)	13
3.3.2	Bru adkomst hoppfelt (2)	14
3.4	Beverdam oppstrøms flyplass (3)	14
3.5	Grunnforhold	15
4	Flomberegning	16
4.1	Metode	16
4.2	Beskrivelse av nedbørfelt	16
4.3	Beregning med utvalgte metoder	17
4.3.1	Målestasjoner og flomfrekvensanalyse	17
4.3.2	Flomformler for små nedbørfelt	20
4.3.3	PQRUT	20
4.4	Klimaframskrivninger	21
4.5	Vurdering av resultater	21
4.6	Dimensjonerende vannføring	22
5	Hydraulisk modellering	23
5.1	Metode	23
5.2	Oppsett av modell	23
5.2.1	Modelloppsett	23
5.2.2	Konstruksjoner	24
5.3	Modellert fremtidig 200-årsflom	24
5.4	Modellert fremtidig 1000-årsflom	24
5.5	Sensitivitetsanalyse	25
6	Faresoner for flom	26
6.1	Detaljerte flomfaresoner rundt Rena Militære flyplass	26
6.2	Øvrige deler av planområdet	27

7	Vurdering av erosjonssikkerhet	28
7.1	Erosjonssikkerhet.....	28
8	Risikoreduserende tiltak.....	29
9	Elveomlegging Ygla.....	30
9.1	Generelt	30
9.2	Forhold til lovverk.....	31
9.3	Verifikasjon av økt flomulempe.....	31
9.4	Tverrsnitt, utførelse og erosjonssikring.....	32
9.4.1	Tverrsnitt	32
9.4.2	Erosjonssikring.....	33
9.4.3	Utførelse.....	33
9.5	Biologisk mangfold og økologiske verdier	33
10	Konklusjon	34
11	Vedlegg	35

Figurer

Figur 1: Vurdert område, Rena militære flyplass.	6
Figur 2: Oversiktskart over vurdert område og elveløp.	10
Figur 3: Oversikt over strekk av Ygla som planlegges omlagt	11
Figur 4: Typisk elvesnitt langs flyplassen. Venstre foto er tatt nedenfor beverdam, høyre foto er tatt ovenfor beverdam.	11
Figur 5: Venstre foto: Beverdam i elveløpet. Høyre foto: Meandrering av elveløpet i øvre del	12
Figur 6: Langs nedre del av planområdet er elva kanalisert nedskåret i terrenget.	12
Figur 7: Flyfoto fra 2017 (v) og 1976 (h) (Norge i Bilder)	12
Figur 8: Lokasjon av konstruksjoner som påvirker strømningsforholdene i elva	13
Figur 9: Kulvert under adkomst til flyhangarer	13
Figur 10: Bru for adkomst til treningsområde.....	14
Figur 11: Beverdam i elveløp.....	14
Figur 12: Utdrag fra NGUs løsmassekart (kartlagt i 1:50 000)	15
Figur 13: Feltgrensene til Ygla.	17
Figur 14: Lokasjon til utvalgte målestasjoner.	18
Figur 15: Hypsografisk kurve til Ygla og vurderte målestasjoner.....	19
Figur 16: Resultater fra PQRUT for vurdert nedbørfelt, 200-årsflom.	21
Figur 17: Illustrasjon av terrengmodell, beregningsgrid og plassering av grensebetingelser.	23
Figur 18: Faresone som viser områder utsatt for flom med en årlig sannsynlighet større enn 1/200 i år 2100 (sikkerhetsklasse F2) og 1/1000 (sikkerhetsklasse F3).	26
Figur 19: NVEs aktsomhetssoner for flom innenfor avgrensning av reguleringsplan	27
Figur 20: Illustrasjon av sikkerhetssone mot erosjon (gjengitt fra TEK17 §7-2 fjerde ledd)....	28
Figur 21: Utkast til omlegging av Ygla, fremlagt av Structor Lillehammer.....	30

Figur 22: Foreslått normalprofil for omlegging, fremlagt av Structor Lillehammer	30
Figur 23: Strømningsforhold ved 200-årsflom inkl. klimapåslag ved planlagt elveomlegging (for eksisterende utforming av elveløp).....	31
Figur 24: Skisse av mulig tverrsnitt for omlegging av elveløp.....	32

Tabeller

Tabell 1: Sikkerhetsklasser ved plassering av byggverk i flomfareområde. Fra veileder til byggteknisk forskrift, TEK17 (DiBK, 2018).	8
Tabell 2: Feltkarakteristika til Ygla.	16
Tabell 3: Utvalgte målestasjoner som er vurdert representative for Ygla.....	18
Tabell 4: Resultater fra flomfrekvensanalyse på årsflommer (døgnmiddel).	19
Tabell 5: Forholdstall mellom kulminasjon- og døgnmiddelvanntføring fra NVE (2015a).....	19
Tabell 6: Resultater fra flomformelverket for små nedbørfelt for Ygla (kulminasjon).	20
Tabell 7: Sammenligning av resultater fra flomberegninger med ulike metode (kulm.).	22
Tabell 8: Dimensjonerende flommer (kulminasjon) for Ygla ved vurdert kryssing.	22
Tabell 9: Parametere benyttet i Hec-Ras modell for Ygla.	23

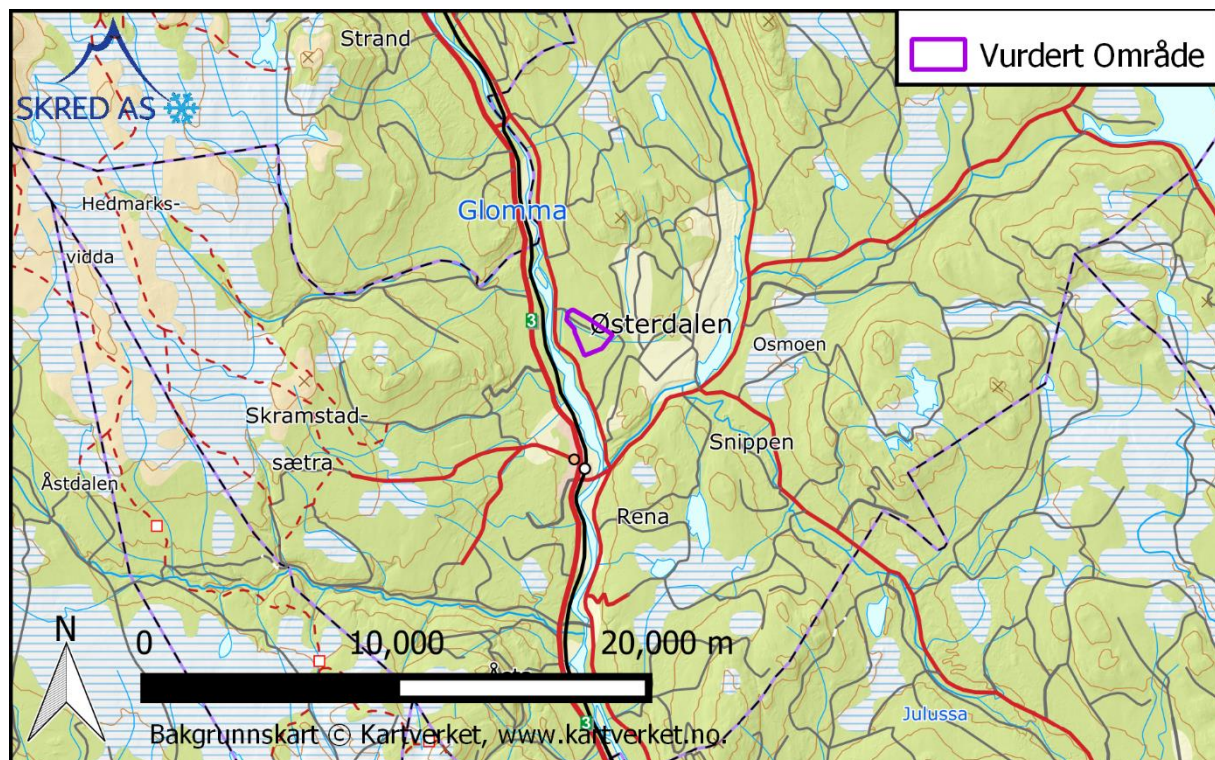
1 Innledning

1.1 Bakgrunn

Skred AS er forespurt av Structor Lillehammer om bistand til flomfarevurdering og mulighetsstudie for elveomlegging av Ygla i forbindelse med detaljregulering av Rena militære flyplass på oppdrag for Forsvarsbygg. Deler av området ligger i dag innenfor aktsomhetssone for flom iht. NVE Atlas. Det er behov for å flytte elveløpet lengre unna rullebanen grunnet sikkerhetskrav, som utløser behov for en detaljreguleringsplan. I tillegg vurderes det å etablere en ny brannstasjon i tilknytning til flyplassen.

Krav til sikkerhet mot flom gitt av TEK17 §7-2 er lagt til grunn for vurderingene. Alle høyder er oppgitt i NN2000 med mindre annet er oppgitt.

Lokasjon av det vurderte området er vist på figur 1.



Figur 1: Vurdert område, Rena militære flyplass.

1.2 Befaring

Befaring av området og elvestrekningen ble utført 03.05.2021 av Lars Staver Eid (Skred AS). Flere representanter fra Forsvarsbygg deltok på befaringen. Det var klarvær, bar bakke og generelt gode befaringsforhold. Registreringer ble gjort til fots.

1.3 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.

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

2 Krav til sikkerhet

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 Flom

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 (DiBK, 2018).

Tabell 1: Sikkerhetsklasser ved plassering av byggverk i flomfareområde. Fra veileder til byggteknisk forskrift, TEK17 (DiBK, 2018).

Sikkerhetsklasse for flom	Konsekvens	Største nominelle årlige sannsynlighet
F1	Liten	1/20
F2	Middels	1/200
F3	Stor	1/1000

Sikkerhetsklasse F1 omfatter byggverk der oversvømmelse har liten konsekvens, både økonomisk og samfunnsmessig. Det innebærer byggverk med lite personopphold som garasjer og lagerbygninger.

Sikkerhetsklasse F2 omfatter tiltak der flom vil føre til middels konsekvenser. Dette innebærer de fleste byggverk beregnet for personopphold som bolighus, hytter, kontorer, skoler og barnehager. Det kan tillates større økonomiske konsekvenser, men kritiske samfunnsfunksjoner skal ikke påvirkes.

Sikkerhetsklasse F3 omfatter tiltak der flom vil føre til store konsekvenser. Sårbare samfunnsfunksjoner og byggverk der oversvømmelse kan påføre omgivelsene stor forurensning ligger innenfor sikkerhetsklassen. Sykehjem, beredskapsfunksjoner, kritisk infrastruktur og avfallsdeponier er nevnt som eksempler.

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.

2.2.1 Aktuelle krav

I retningslinjene til TEK17 er det gitt ulike eksempler, beskrevet på forrige side, på hva slags bebyggelse som ligger innenfor de ulike sikkerhetsklassene mot flom.

Det er opp til kommunene å vurdere aktuelle krav til sikkerhet i de ulike arealplan- og byggesakene.

TEK 17§7-2 (1) angir at «*Byggverk hvor konsekvensen av en flom er særlig stor, skal ikke plasseres i flomutsatt område*». Veileder til bestemmelsen utdyper at kravet gjelder «*...byggverk som har nasjonal eller regional betydning for beredskap og krisehåndtering, slik som regionsykehus, regionale eller nasjonale beredskapsinstitusjoner og lignende*».

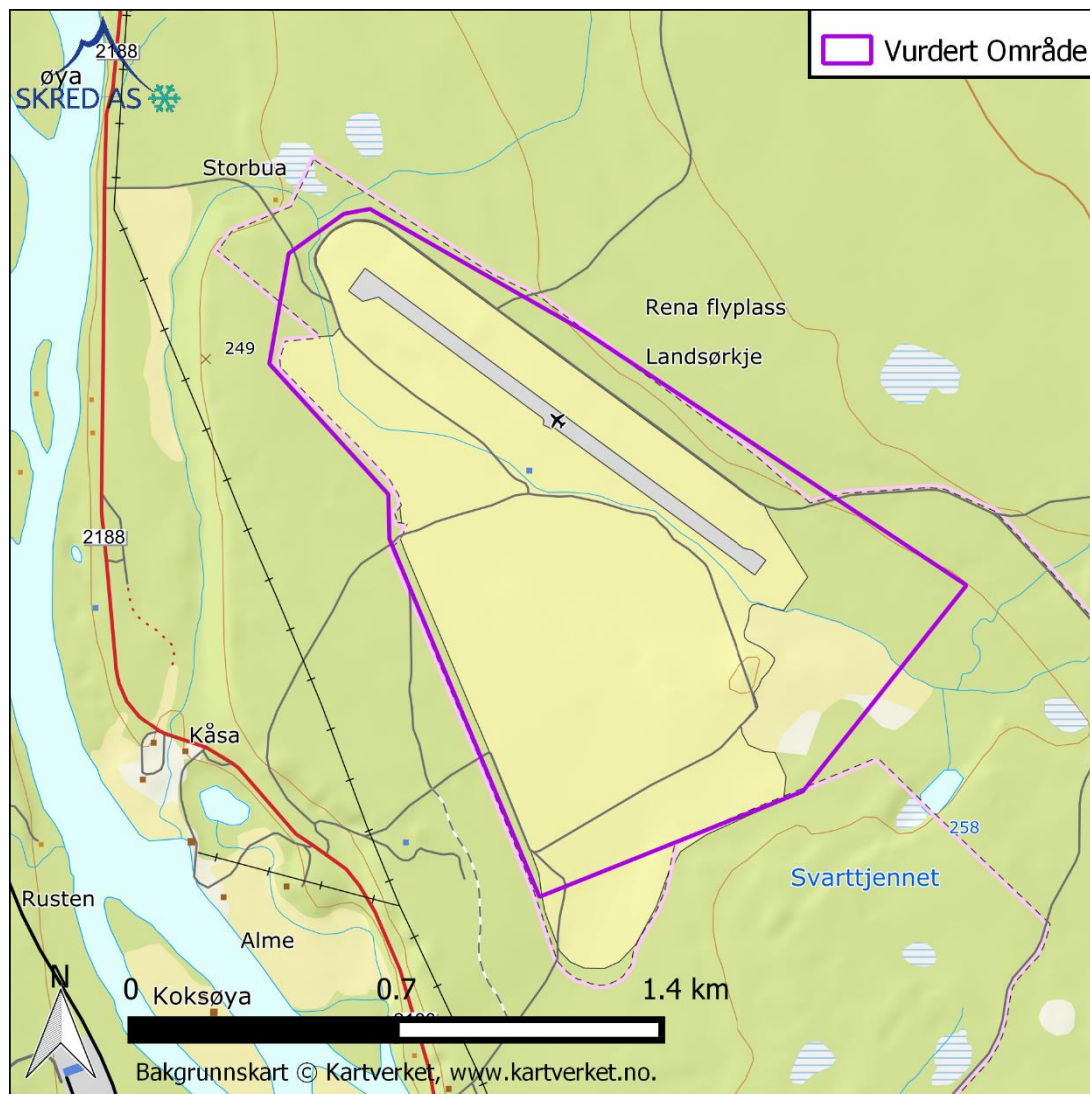
Det er uklart for oss hvorvidt funksjonen til en eventuell brannstasjon til den militære flyplassen vil falle inn under tolkningen av byggverk med særlig stor konsekvens av flom ref. bestemmelsen over. For en sivil brannstasjon vil normalt sikkerhetsklasse F3, samt kravet om at byggverket må etableres utenfor flomutsatt område (eventuelt på flomsikker fundamenteringshøyde) være aktuelle.

I det videre er det derfor vurdert faresoner og vannlinjer for både sikkerhetsklasse F2 og F3.

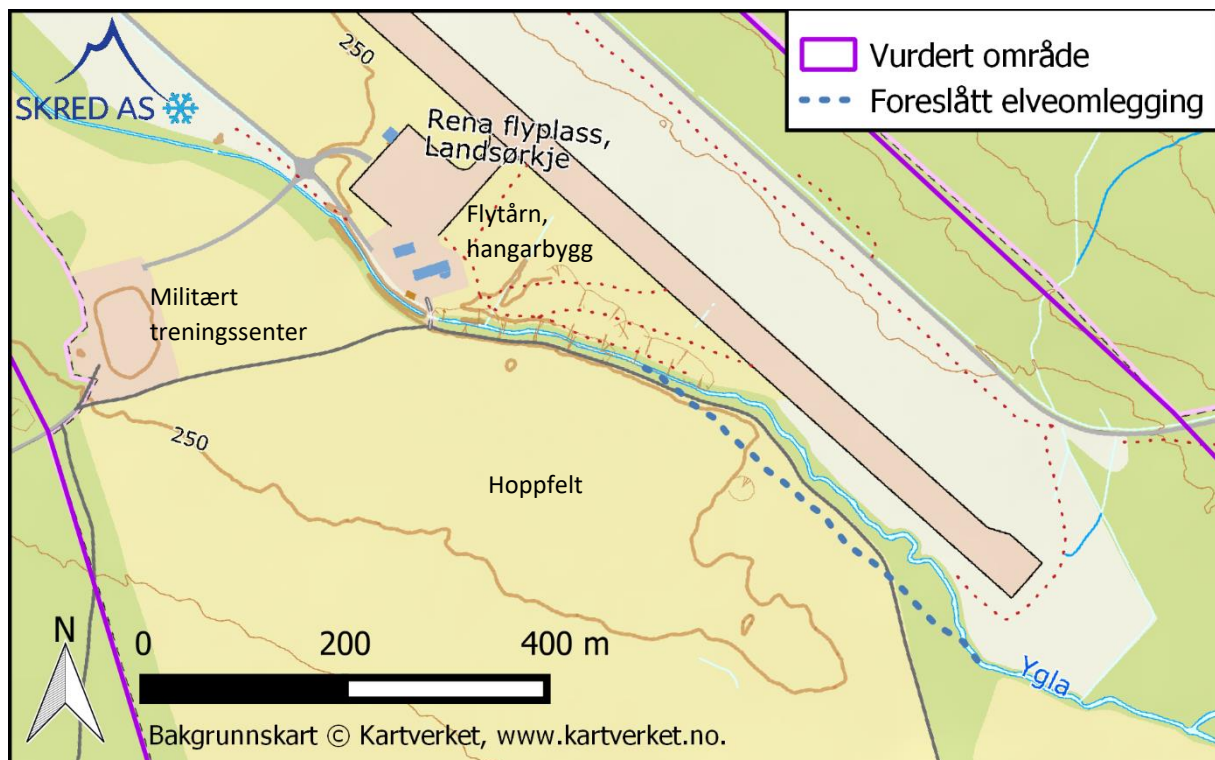
3 Beskrivelse av området, elveløp, konstruksjoner og grunnforhold

3.1 Område og elveløp

Det vurderte arealet er militært område. Bekken Ygla renner gjennom området fra øst mot vest, med slak gradient. Langs nordsiden av elveløpet ligger Rena militære flyplass, mens langs sørsiden er et stort åpent område som bl.a. benyttes som landingsplass for fallskjermhopp som del av utdanning for militært personell. Figur 2 viser en oversikt over vurdert område, mens Figur 3 viser nærmere plassering av strekket langs Ygla som vurderes lagt om.



Figur 2: Oversiktskart over vurdert område og elveløp.



Figur 3: Oversikt over strekk av Ygla som planlegges omlagt

I vestre del av vurdert område er bekkeløpet kanalisert og betydelig nedskåret i terrenget, mens i øvre del har elveløpet en større grad av naturlig variasjon. Elvebankene er dekket av torv og gress med lav vegetasjon.

Elveløpet nærmest flytårnet og hangarbyggene har en bredde på rundt 2,5 – 3,5 m, sideskråningene er relativt bratte og svakt nedskåret i terrenget. Lenger oppstrøms er elveløpet mer meanderende og har en bredde på rundt 4-5 m.

Ved befaringen ble det ca. 250 m oppstrøms flyplassen registrert en beverdam som påvirker strømmingen i elveløpet oppstrøms, spesielt i normalsituasjoner. Et strekke på omtrent 400 m oppstrøms beverdammen var preget av oppstuvning bak dammen.



Figur 4: Typisk elvesnitt langs flyplassen. Venstre foto er tatt nedenfor beverdam, høyre foto er tatt ovenfor beverdam.



Figur 5: Venstre foto: Beverdam i elveløpet. Høyre foto: Meandrering av elveløpet i øvre del



Figur 6: Langs nedre del av planområdet er elva kanalisert nedskåret i terrenget.

3.2 Historiske flyfoto

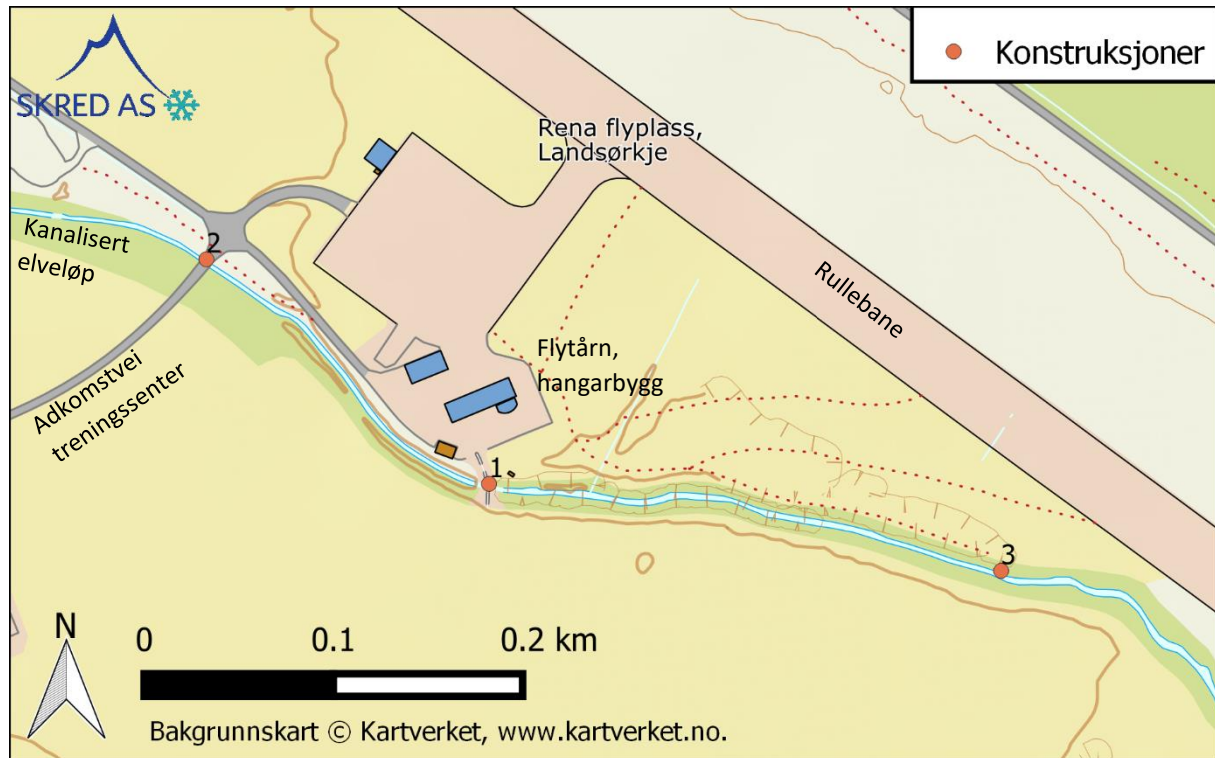
Vi er ikke kjent med når nedre del av elveløpet ble kanalisert og rettet ut. Det eldste foto tilgjengelig i Norge i bilder er fra 1973 og viser at den nedre del av elveløpet (venstre side av foto) den gang var kanalisert ifm. jordbruk. Øvre del av elva var den gang omsluttet av skog, elveløpet er her ikke synlig på bildet..



Figur 7: Flyfoto fra 2017 (v) og 1976 (h) (Norge i Bilder)

3.3 Konstruksjoner

Under følger en kort beskrivelse av konstruksjoner i elveløpet som påvirker strømningsforholdene.



Figur 8: Lokasjon av konstruksjoner som påvirker strømningsforholdene i elva

3.3.1 Kulvert under adkomst til hangarbyggene (1)

Ved adkomstvei inn til flyhangarene går elva i en rektangulær betongkulvert med åpen bunn av naturlig substrat. Horisontal lysåpning er målt til 2,3 m, høyde 1,3 m fra bunn til UK betongkant. UK Betong ligger på rundt kote 250,25 moh. (NN 2000).



Figur 9: Kulvert under adkomst til flyhangarer

3.3.2 Bru adkomst hoppfelt (2)

Veien inn til treningsområdet krysser Ygla i en bru med horisontal lysåpning 4,0 m, og høyde rundt 1,2 m fra bunn til UK Bru. Nivå av underkant bru ble målt til rundt 249,55 moh.



Figur 10: Bru for adkomst til treningsområde

3.4 Beverdam oppstrøms flyplass (3)



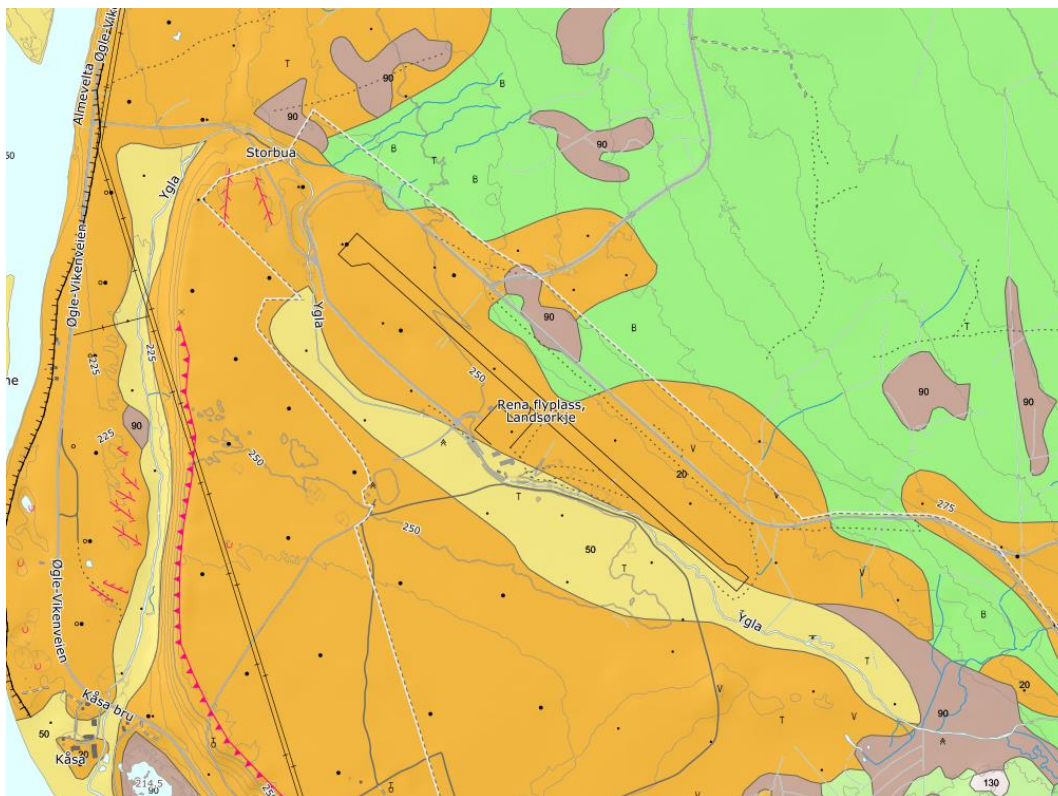
Figur 11: Beverdam i elveløp

Det er etablert en beverdam i elveløpet rundt 250 m oppstrøms flyplassen som påvirker strømmingen i Ygla videre oppstrøms. Høydeforskjellen på vannstanden over beverdammen ble på befaring grovt estimert til rundt 1m.

Det foreligger egne regler for fjerning av beverdammer, med utgangspunkt i bl.a. Naturmangfoldsloven. Normalt kreves tillatelse fra kommunen for å fjerne disse.

3.5 Grunnforhold

NGU sitt løsmassekart vist i Figur 12 under indikerer at området består av breelvavsetninger (glasifluviale avsetninger, oransje) og elve- og bekkeavsetninger (fluviale avsetninger, gult). De tilstøtende områdene i nord er kartlagt til morenemateriale (grønt) og Torv og myr (grått). Området ligger over marin grense.



Figur 12: Utdrag fra NGUs løsmassekart (kartlagt i 1:50 000)

4 Flomberegning

4.1 Metode

Hvilke metoder som bør benyttes ved en flomberegning avhenger av flere forhold. Valg av metode må blant annet gjøres ut fra geografiske- og meteorologiske parametere, om det finnes målestasjoner i vassdraget eller i nærliggende vassdrag, kvalitet og lengde på eventuelle måleserier, samt det aktuelle nedbørfeltets størrelse og feltkarakteristika. Metodene benyttet i flomberegningene er beskrevet under.

Retningslinjer for flomberegninger (NVE, 2011), *Veileder for flomberegninger i små nedbørfelt* (NVE, 2015a) og *Anbefalte metoder for flomberegninger i små uregulerte felt* (NVE, 2015b) er lagt til grunn for flomberegningen.

4.2 Beskrivelse av nedbørfelt

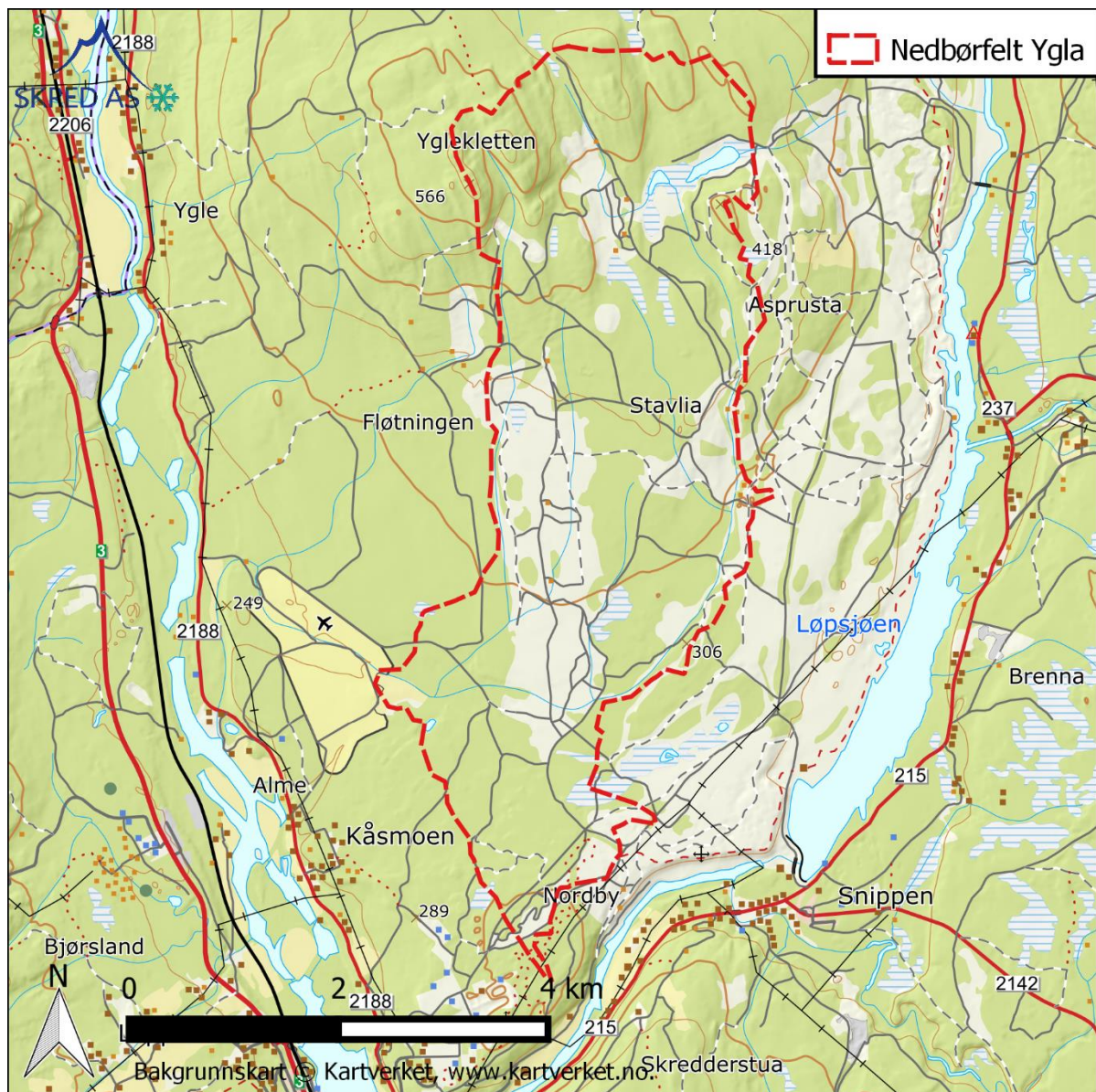
Mesteparten av nedbørfeltet til Ygla drenerer sørover. Lengst nord i nedbørfeltet er toppen Yglekletten, men ellers er feltet ganske flatt. Store og Vesle Yglesjøen befinner seg også i nordenden av feltet, men de er så små og ligger så langt oppe i feltet at de har svært liten flomdempende effekt. Ellers består feltet hovedsakelig av skog, men også av større åpne områder uten trær. I hele feltet er det innslag av mindre myrer og skogsveier på kryss og tvers. Feltet er ikke påvirket av regulering.

Feltkarakteristika til Ygla er vist i Tabell 2 og feltgrensene er vist i Figur 13.

Tabell 2: Feltkarakteristika til Ygla.

Vassdrag	Feltareal [km ²]	q_N^* [l/s*km ²]	Eff. sjø [%]	Skog [%]	Myr [%]	Snaufjell [%]	Høydeint. [moh]
Ygla	18,4	15	0,03	68	4	0	254-568

**fra NVE sitt avrenningskart for normalperioden 1961-90.*



Figur 13: Feltgrensene til Ygla.

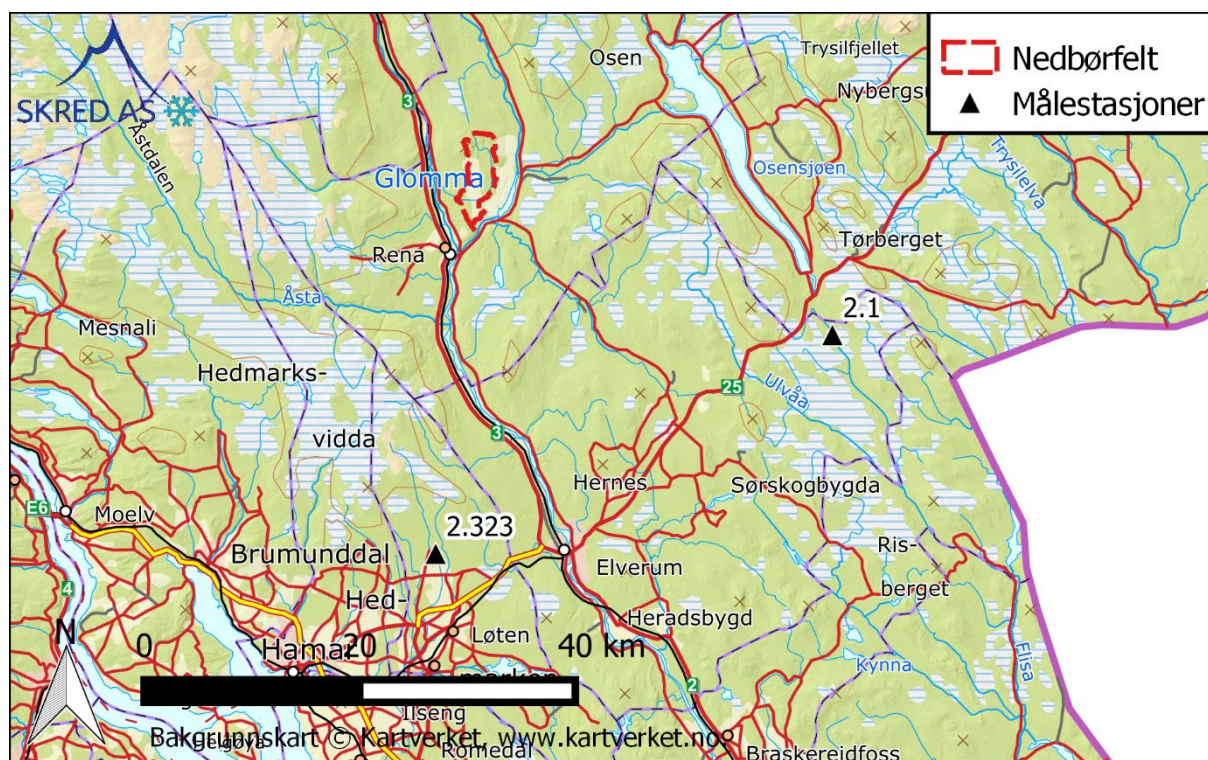
4.3 Beregning med utvalgte metoder

4.3.1 Målestasjoner og flomfrekvensanalyse

Det foreligger ingen kjente målinger av flomvannføring i Ygla. Det er derfor funnet et utvalg målestasjoner som sammen kan gi en indikasjon på flomforholdene i elva. Indikasjonen fås gjennom beregning og vurdering av spesifikk middelflom og flomfrekvensanalyse, samt analyse av feltkarakteristika opp mot aktuelt nedbørfelt.

I Tabell 3 er det gitt et utvalg målestasjoner, inkludert feltkarakteristika, som sammen kan gi en indikasjon på flomforholdene i det vurderte nedbørfeltet. Det er valgt ut stasjoner som ikke er påvirket av regulering og hvor det foreligger et datagrunnlag med tilstrekkelig

kvalitet. Middelavrenning (q_n) er beregnet basert på måleserien ved hver stasjon.
 Hypsografisk kurve til stasjonene er vist i Figur 15 og beliggenhet er vist i Figur 14.

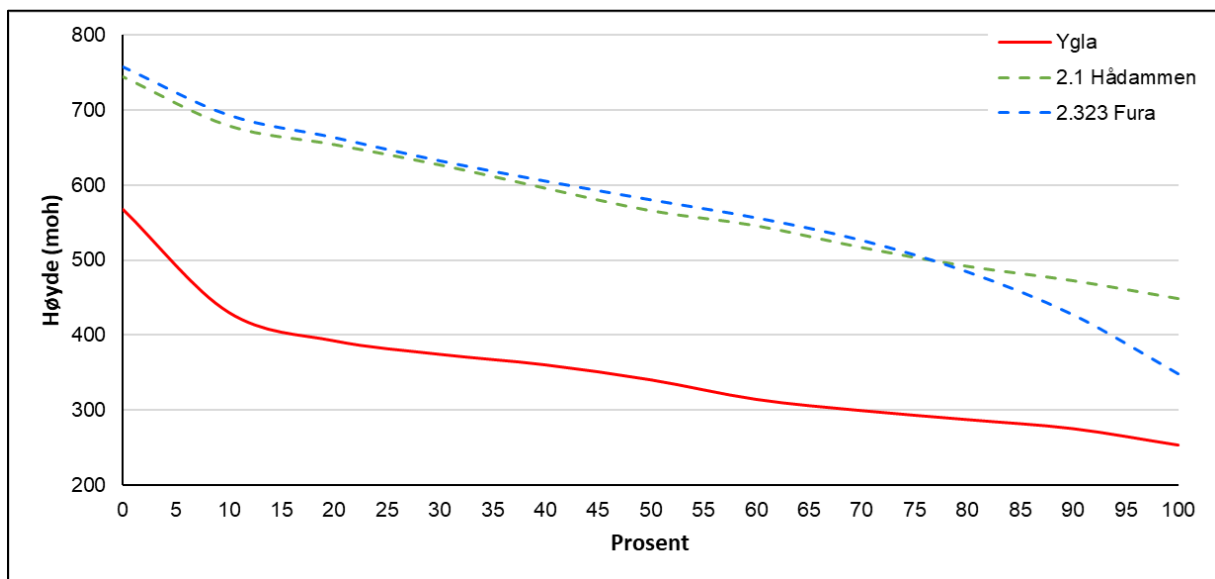


Figur 14: Lokasjon til utvalgte målestasjoner.

Tabell 3: Utvalgte målestasjoner som er vurdert representative for Ygla.

Målestasjon	Feltareal [km ²]	Målinger [år]	q_n [l/s*km ²]	Eff. sjø [%]	Skog [%]	Snau-fjell [%]	Høyde [moh]
Ygla	18,4	-	15	0,03	68	0	254-568
2.1 Hådammen	37,9	1990-dd	23	0,81	70	0	449-744
2.323 Fura	36,4	1971-dd	26	0	80	0	349-758

*fra NVE sitt avrenningskart for normalperioden 1961-90



Figur 15: Hypsografisk kurve til Ygla og vurderte målestasjoner.

Vannføringsmålinger fra de aktuelle målestasjonene er hentet ut og analysert gjennom NVE-databasen Hydra2. Det er gjort flomfrekvensanalyse av måleseriene på årsflommer. Kvaliteten til vannføringskurvene er gitt av NVE sin vurdering av aktuell kurve, noe som er avgjørende for kvaliteten til måledataene.

For hver måleserie er det gjort et valg av type frekvensfordeling basert på serielengde og frekvenskurven sin tilpasning til dataene. Resultatene fra analysen er presentert i Tabell 4.

Tabell 4: Resultater fra flomfrekvensanalyse på årsflommer (døgnmiddel).

Målestasjon	År	Middelflom		Q_{200} / Q_M	Q_{1000} / Q_M	Metode	Kurvekvalitet (flom)
		Q_M [m ³ /s]	q_M [l/s*km ²]				
2.1 Hådammen*	30	9.3	245	2.06	2.43	Gumbel (max)	Bra
2.323 Fura	50	13.6	374	2.13	2.51	GEV (l-mom)	Bra

*benyttet data for perioden 1990-2017 og 2019-2020.

4.3.1.1 Forholdstall mellom kulminasjon- og døgnmiddelvannføring

Kulminasjonsvannføringen kan være vesentlig større enn døgnmiddelvannføringen beregnet i Tabell 4. Generelt er forholdstallet ofte størst i små og bratte nedbørfelt med liten innsjødempning. I NVE (2015a) er forholdet mellom kulminasjon- og døgnmiddelflom ved et utvalg målestasjoner i Norge der feltareal er mindre enn 50 km² estimert. Tabell 5 viser forholdstall ved vurderte målestasjoner.

Tabell 5: Forholdstall mellom kulminasjon- og døgnmiddelvannføring fra NVE (2015a).

Målestasjon	Areal [km ²]	Eff. sjø [%]	Kulm/døgn
2.1 Hådammen	38	0,81	1,16
2.323 Fura	36	0	1,45

I NVE (2011) er det presentert et formelverk som gir forhold mellom kulminasjon- og døgnmiddelvannføring for vår- og høstflom. For det vurderte nedbørfeltet gir formelverket et forholdstall for vår- og høstflom på henholdsvis 1,5 og 1,9.

Siden nedbørfeltet til Ygla er så flatt, virker resultatene fra formelverket for høye. Basert på forholdstallene ved de vurderte stasjonene synes et forholdstall på ca. 1,2 realistisk.

4.3.2 Flomformler for små nedbørfelt

I NVE (2015a) presenteres et nasjonalt formelverk for flomberegninger i nedbørfelt der feltareal er mindre enn 50 km². Inngangsparameterne til formelen er feltareal, midlere avrenning og effektiv sjøprosent. Den største usikkerheten i formelverket er estimat av middelflom, og resulterende vekstkurve vurderes som robust. Det betyr at et godt estimat av middelflom vil redusere usikkerheten i beregningene betraktelig.

Det virker rimelig at middelavrenning fått fra NVE sitt avrenningskart for normalperioden 1961-1990 en noe lavere enn verdiene ved målestasjonene. Det er derfor valgt å benytte en middelavrenning på 15 l/s*km² i flomformelverket.

Resultatene gitt fra flomformelverket for små nedbørfelt er presentert i Tabell 6. Det er gitt resultater for middelestimat, samt øvre- og nedre konfidensintervall (95%).

Tabell 6: Resultater fra flomformelverket for små nedbørfelt for Ygla (kulminasjon).

Estimat	Middelflom		Q_{200} / Q_M	Q_{1000} / Q_M	Q_{200} [m ³ /s]	Q_{1000} [m ³ /s]
	Q_M [m ³ /s]	q_M [l/s*km ²]				
Lav (95 %)	3.0	162			8.6	12.0
Middel	6.0	325	2.89	4.01	17.3	23.9
Høy (95 %)	11.9	649			34.5	47.9

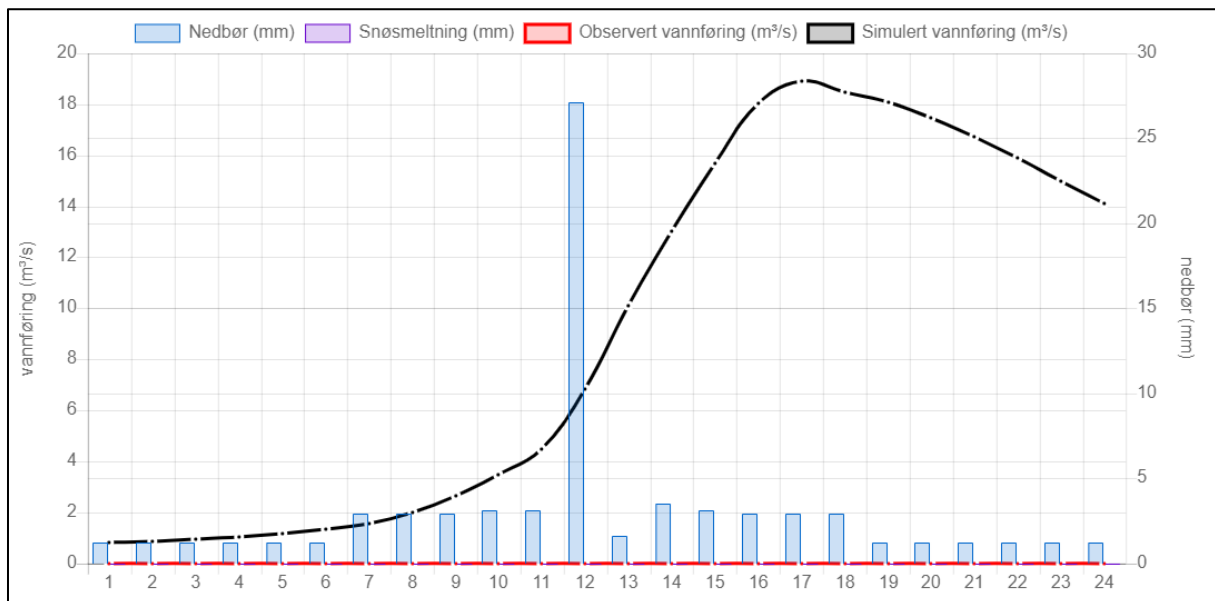
4.3.3 PQRUT

PQRUT er en nedbør-avløpsmodell som er utformet som en lineær karmodell. Modellen er en forenklet versjon av HBV-modellen. I NVE (2015a) er det gitt en beskrivelse av modellen og hvordan den kan benyttes i små nedbørfelt. Det er flere usikkerhetsmomenter som ligger i bruken av modellen for mindre felt, slik at usikkerheten i resultatene forventes å være stor.

I henhold til anbefalinger i NVE (2015b) benyttes det et dimensjonerende nedbørforløp på 24 timer og et tidsskritt på 1 time. Konsentrasjonstiden til feltet er estimert til ca. 5 timer, basert på SVVs formel for naturlige felt.

Det ligger stor grad av usikkerhet i valget av dimensjonerende nedbørverdier og nedbørforløp. Det foreligger ingen nærliggende målestasjoner med oppløsning på 1 time eller finere, så IVF-kurven for Hamar II (45 km sørvest for feltet) benyttes. Det høyeste gjentakintervallet er 200 år, så det er videre konstruert et 200-års nedbørforløp som er tilnærmet symmetrisk om den mest intensive nedbørperioden. Initialvannføringen i PQRUT er satt til 0,8 m³/s som tilsvarer ca. tre ganger middelvannføringen.

PQRUT-modellen gir en estimert 200-årsflom på 18,9 m³/s, vist i figur 16.



Figur 16: Resultater fra PQRUT for vurdert nedbørfelt, 200-årsflom.

4.4 Klimaframskrivninger

I henhold til anbefalinger i NVE (2016) og Norsk klimaservicesenter (2019) blir et klimapåslag på 30 % benyttet for å ta hensyn til forventet økning i flomstørrelser frem mot år 2100.

4.5 Vurdering av resultater

Begge de vurderte målestasjonene, Hådammen og Fura, har god kvalitet på målingene ved stor vannføring og lav effektiv sjøprosent. Ygla har et mindre nedbørfelt enn målestasjonene, men samtidig er nedbørfeltet til Ygla noe flatere, noe som gir tregere avrenning. Hådammen virker mest representativ, noe som tilsier en spesifikk middelflom på rundt 250 l/s*km². Med et forholdstall mellom kulminasjon og døgnmiddelflom på 1,2 gir det en kulminert spesifikk middelflom på 300 l/s*km².

Vurdert middelflom fra stasjonene ligger litt under middelestimatet fått fra flomformelverket, mens resultatet fra PQRUT ligger litt over middelestimatet fra flomformelverket. Vekstkurven fra flomformelverket er en del høyere enn for målestasjonene, for eksempel er 200-årsvekstkurven fra flomformelverket høyere enn 1000-årsvekstkurven fra målestasjonene. Erfaringsstall for Østlandet (NVE, 2015a) tilsier at spesifikk 200-årsflom er i intervallet 500-1500 l/s*km², og siden dette feltet er relativt flatt, bør dimensjonerende flom være i nedre del av dette intervallet. Resultatene fra de ulike flomberegningsmetodene er oppsummert i

Tabell 7.

Tabell 7: Sammenligning av resultater fra flomberegninger med ulike metode (kulm.).

Metode	q_m [l/s*km ²]	q_{200} [l/s*km ²]	q_{1000} [l/s*km ²]
Vurdert fra referensefelt	300	-	-
Formelverk for små nedbørfelt	160-650	470-1880	650-2600
PQRUT	-	1030	-

4.6 Dimensjonerende vannføring

Det er valgt å sette kulminert spesifikk middelflom på 300 l/s*km², som vurdert fra målestasjonene. Vekstkurven fra flomformelverket benyttes, siden den anses som robust.

Dimensjonerende 200-årsflom beregnet for Ygla er gitt i Tabell 8. Spesifikk 200-årsflom inkludert klimatillegg er beregnet til ca. 1130 l/s*km², mens spesifikk 1000-årsflom med klimatillegg er beregnet til ca. 1560 l/s*km².

Tabell 8: Dimensjonerende flommer (kulminasjon) for Ygla ved vurdert kryssing.

Vassdrag	Feltareal [km ²]	Klimatillegg [%]	Middelflom		Q_{200} [m ³ /s]	Q_{1000} [m ³ /s]
			Q_M [m ³ /s]	q_M [l/s*km ²]		
Ygla	18,4	30	6,2	390	21	29

5 Hydraulisk modellering

5.1 Metode

I beregning av vannlinje og hydrauliske parametere er programvaren Hec-Ras versjon 6.0.0 benyttet. De viktigste inngangsparameterne til Hec-Ras modellen er geometri (terrengmodell, grid, elvebanker og konstruksjoner), ruhet, grensebetingelser og vannføring. For å best mulig vurdere strømningsforholdene er en 2-dimensjonal-modell vurdert hensiktsmessig.

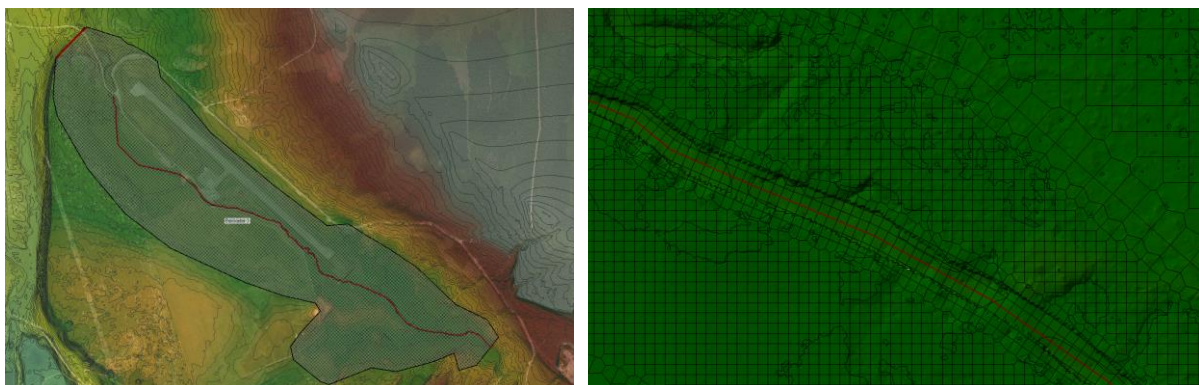
5.2 Oppsett av modell

5.2.1 Modelloppsett

Basert på bakkepunkter fra LiDAR-data av området fra 2017 er det etablert en terrengmodell med horisontal oppløsning på 0,5 x 0,5 meter. LiDAR-dataene inneholder ikke punkter for elvebunn, og terrengmodellen interpolerer i utgangspunktet mellom elvebreddene. Terrengmodellen i elveløpet er manuelt justert ned med 0,6 meter i øvre del og 0,9 meter i nedre del basert på innmålinger gjort under befaringen for å bedre representere strømningsforholdene. Benyttede parametere for modelleringen fremkommer av Tabell 9. Terrengmodell, benyttet beregningsgrid og plassering av grensebetingelser er illustrert i Figur 17. Den omtalte beverdammen i elveløpet er ikke hensyntatt, ettersom vi får opplyst at Forsvarsbygg akter å få denne fjernet. Effekten av dammen forventes også å avta ved økt vannføring som en konsekvens av oppstuvning ved nedstrøms konstruksjoner.

Tabell 9: Parametere benyttet i Hec-Ras modell for Ygla.

Parameter	Verdi
Oppløsning på terrengmodell	0,5 x 0,5 meter
Oppstrøms grensebetingelse	Normalstrømning
Nedstrøms grensebetingelse	Normalstrømning
Cellestørrelse beregningsgrid	1x1 meter i elveløp, 2x2 meter og 5x5 meter utenfor elveløp
Likningssett	Full momentum
Tidsskritt	Gitt av courant-number mellom 0,1 og 1,0
Manningstall	25 i elveløp og dyrket jord, 10 i skog



Figur 17: Illustrasjon av terrengmodell, beregningsgrid og plassering av grensebetingelser.

5.2.2 Konstruksjoner

Aktuelle konstruksjoner i elveløpet er beskrevet i avsnitt 3.3. De to øverste bruene/kulvertene forventes å kunne påvirke vannlinjen ved det vurderte området ved flom. Lysåpningen til disse ble målt opp under befaringen og er lagt inn i den hydrauliske modellen. Den øverste er lagt inn som en kulvert og den nederste er lagt inn som en bru. Bilder av bruene er vist i Figur 9 og Figur 10.

Helt vest i flyplassområdet går Ygla gjennom en stor rørkulvert. Denne forventes å ha minimal påvirkning på vannlinjen ved det vurderte området og er derfor ikke lagt inn i modellen.

5.3 Modellert fremtidig 200-årsflom

For en fremtidig 200-årsflom indikerer modelleringen at elveløpet til Ygla ovenfor flyplassen har svært begrenset kapasitet, og at store områder av hoppfeltet sør for elveløpet og rullebanen blir oversvømt. Noe vann avledes også nord for rullebanen. Modellen indikerer at kun rundt en fjerdedel av vannmengdene avledes i elveløpet, mens en hoveddel avledes over de åpne områdene over hoppfeltet.

Selve rullebanen og området rundt flytårn og hangarbygg står utenfor flomsonen, mens øvrig område mellom elveløpet og rullebanen er delvis oversvømt. Kapasiteten av kulverten ved hangarbyggene overskrides, og 50 m oppstrøms kulverten oppstår et flomløp over veibanen sørover og ut på hoppfeltet.

Sør for flyplassområdet utgjør adkomstveien til det militære bygget en terskel for flomvannet, som gir en oppstuvning på ca. 0,8 m vanddybde og svært lave strømningshastigheter for oversvømmelsen over hoppfeltet. Selve adkomstveien til det militære bygget overstrømmes med ca. 20 cm vann med en strømningshastighet på rundt 1,5 m/s. Veien ligger på en fylling på ca. 50 cm overhøyde mot omliggende terreng, det er ikke vurdert hvorvidt veien vil stå imot denne overstrømningen uten å eroderes bort.

Fordelingen mellom vann i elveløpet og i terrenget sør for elveløpet fortsetter ned mot nordenden av planområdet. Modellen indikerer at to raviner aktiveres med flomvann, i tillegg til vann i elvas hovedløp.

5.4 Modellert fremtidig 1000-årsflom

Modellen kjørt for fremtidig 1000-årsflom gir svært like resultater som for 200-årsflom. Den beskjedne økningen i utbredelse av flom og i flomvannstand forklares med den store utbredelsen av oversvømt areal allerede ved en 200-årsflom, og at en økning i vannmengde da kun gir svært liten ytterligere økning i flomvannstand. Det er kun en beskjedne økning i vannføring i elveløpet, mens hoveddelen av det ekstra vannet fordeles over det oversvømte arealet langs hoppfeltet.

For fremtidig 1000-årsflom indikerer modellen at også baksiden av det militære bygget sør for flyplassen oversvømmes. Ved en 1000-årsflom overtoppes adkomstveien til bygget med ca. 25 cm.

5.5 Sensitivitetsanalyse

Da vi ikke har tilgang på kalibreringsdata er det gjennomført en sensitivitetsanalyse av modellen. I sensitivitetsanalysen er hhv. vannføringen og ruheten i modellen økt med 20 %, sammenlignet med kjøringen for 200-årsflom inkl. klimapåslag.

Mesteparten av den økte vannføringen avledes over hoppfeltet. Ved økt vannføring er økningen i vannstand over hoppfeltet på rundt 5 cm, mens den langs elveløpet er helt marginal.

Med økning i ruhet i modellen observeres omtrent den samme økningen i vannstand over hoppfeltet som ved økning av vannføring. Ved økning av ruhet i modellen øker også vannstanden i elveløpet med rundt 2-3 cm. Endringene har svært liten innvirkning på oversvømt areal.

Generelt vurderes modellen å være robust mot usikkerhet for disse parameterne. Den største usikkerheten vurderes å være usikkerhet i bunnforhold i øvre deler av elveløpet der flomvannet fordeles ut over hoppfeltet.

6 Faresoner for flom

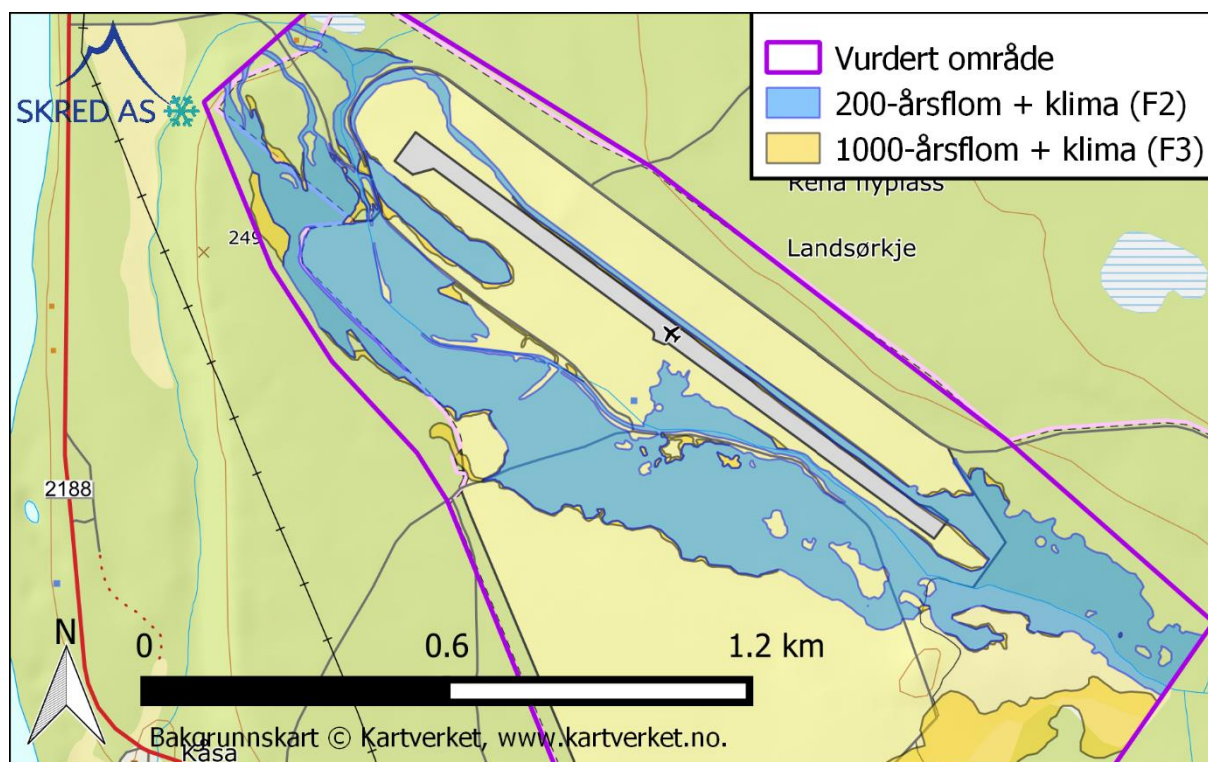
6.1 Detaljerte flomfaresoner rundt Rena Militære flyplass

Basert på resultater fra modelleringen og analysene er det tegnet opp faresone for flom for det vurderte området. Faresonen viser hvilke områder som vurderes utsatt for flom med en årlig sannsynlighet større enn 1/200 i år 2100, som tilsvarer sikkerhetsklasse F2 i TEK17.

Det er også tegnet faresoner for hvilke områder som vurderes utsatt for flom med en årlig sannsynlighet større enn 1/1000 i år 2100, som tilsvarer sikkerhetsklasse F3 i TEK17.

Faresonene er i stor grad en konsekvens av begrenset kapasitet i elveløpet oppstrøms området, der flomvann fordeles ut over store flate områder langs elva, samt begrenset kapasitet av konstruksjoner langs elveløpet som gir overløp over veibanene.

En oversikt over faresonene er vist i Figur 18, og opptegnet i detalj i Vedlegg 1. Dersom det etableres bebyggelse innenfor sonen anbefales det å benytte en ekstra sikkerhetsmargin på ytterligere minimum 0,5 meter.

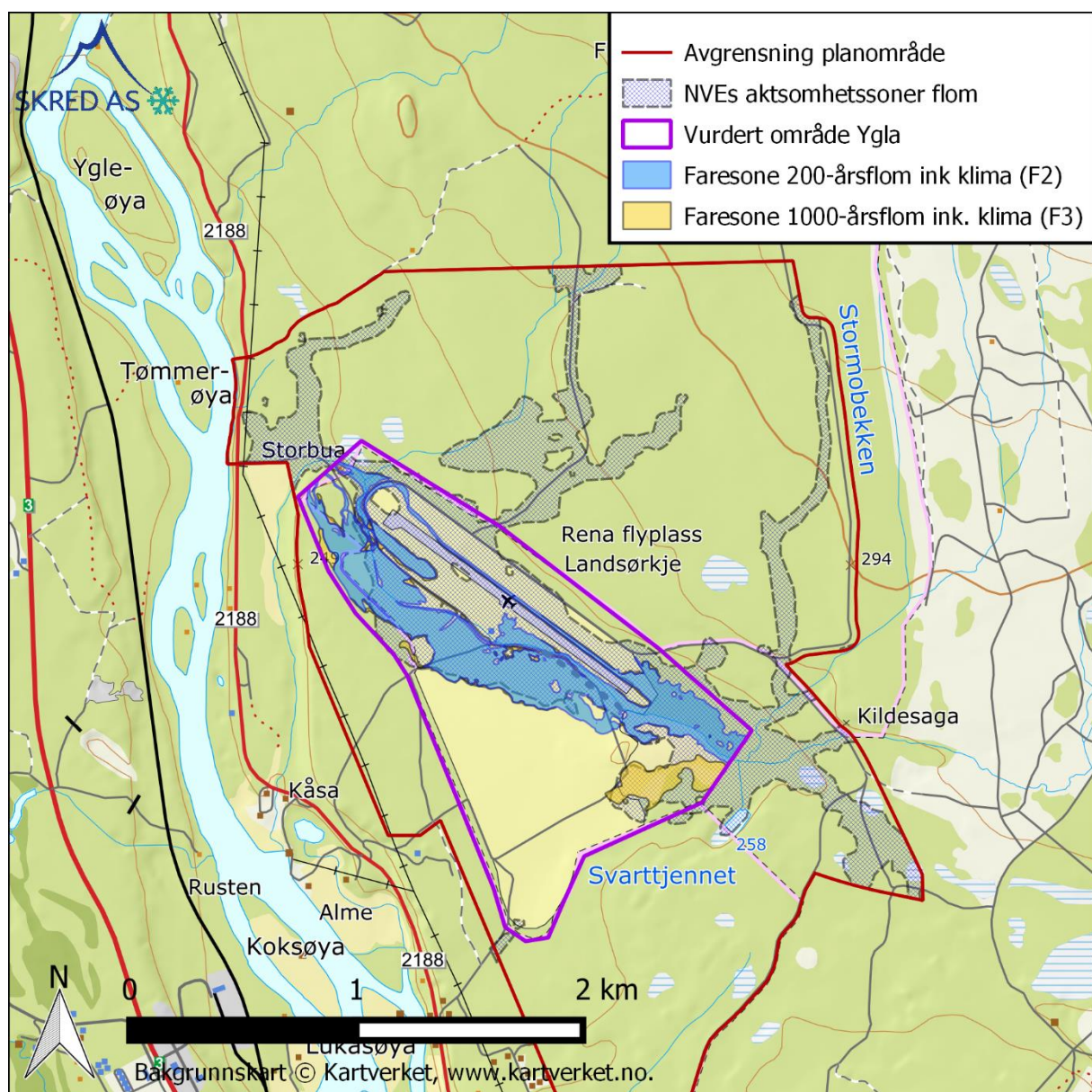


Figur 18: Faresone som viser områder utsatt for flom med en årlig sannsynlighet større enn 1/200 i år 2100 (sikkerhetsklasse F2) og 1/1000 (sikkerhetsklasse F3).

6.2 Øvrige deler av planområdet

Avgrensningen til oppdragsgivers reguleringsplan dekker et større område enn hva som er vurdert rundt flyplassen, regulert som LNF-område. NVEs aktsomhetssoner for flom indikerer flomfare fra et par mindre bekker her, samt at planområdet grenser ned mot Glomma. Det er ikke utført detaljerte vurderinger av flomfare fra andre vassdrag enn Ygla, rundt flyplassen. Det foreslås at NVEs aktsomhetssoner for flom tas inn i plankartet for øvrige deler av planområdet, og at det gjøres en nærmere vurdering av flomfare dersom det skal planlegges bebyggelse eller infrastruktur her.

Avgrensning av NVEs aktsomhetssoner for flom innenfor planområdet er vist i Figur 19, og opptegnet i detalj i vedlegg 3.



Figur 19: NVEs aktsomhetssoner for flom innenfor avgrensning av reguleringsplan

7 Vurdering av erosjonssikkerhet

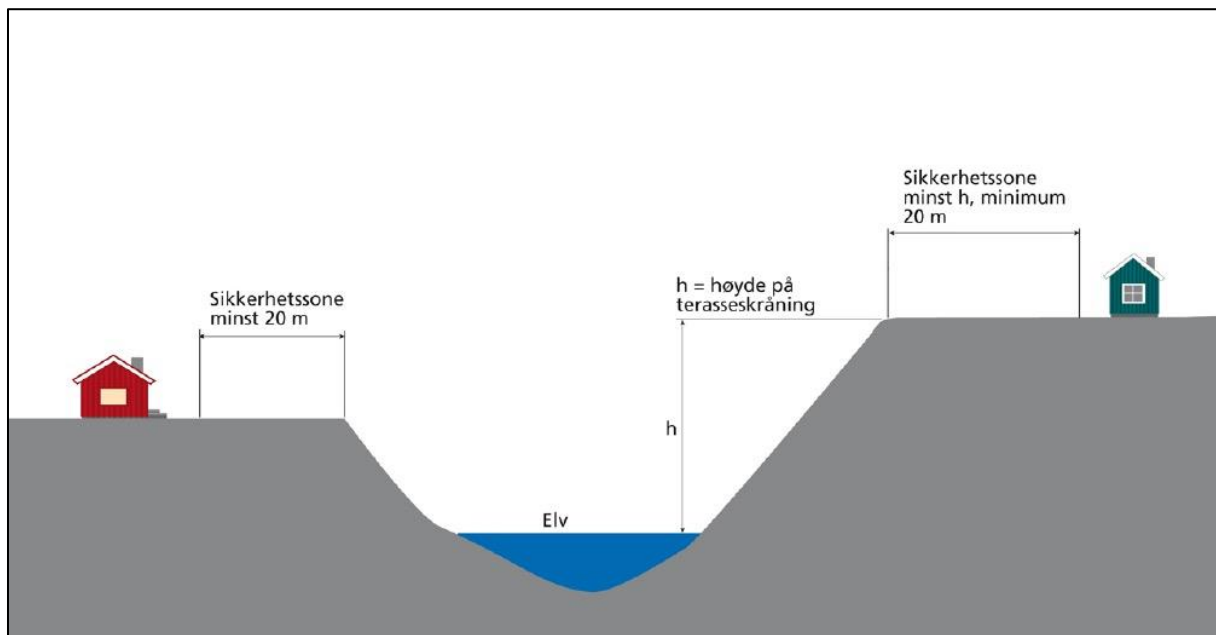
7.1 Erosjonssikkerhet

I henhold til krav i TEK17 §7-2 (4) skal byggverk plasseres eller sikres slik at det ikke oppstår skade ved erosjon, med krav om minimumsavstand fra erosjonsutsatt elvekant.

Under befaringen ble det observert noe pågående utgraving i sidekantene i elveløpet, men i beskjeden grad. Modelleringen indikerer at vannet ved større flommer vil fordele seg ut over store åpne områder, og vannhastighetene er funnet til å være svært lave. Elvekantene vurderes derfor ikke til å være erosjonsutsatte.

Elveløpet over det flate området var i naturlig tilstand buktende og meandrerende. Over tid vil naturlige prosesser søke å gjenopprette denne tilstanden gjennom avlagring i innersving og erosjon i yttersving.

Som et minimum anbefales det uansett å opprettholde et definert vegetasjonsbelte langs løpet.



Figur 20: Illustrasjon av sikkerhetssone mot erosjon (gjengitt fra TEK17 §7-2 fjerde ledd)

8 Risikoreduserende tiltak

Ny bebyggelse bør i utgangspunktet plasseres utenfor faresonen for flom. Dersom det skal etableres ny bebyggelse innenfor faresonen som faller inn under sikkerhetsklasse hhv. F2 eller F3 må det utføres risikoreduserende tiltak. Tiltak kan enten ha som mål å redusere faresonen, eller at byggverk dimensjoneres på en måte slik at det ikke tar skade ved dimensjonerende flom. Vi er ikke kjent med at det planlegges bebyggelse som vil falle innenfor faresonene.

Det bør vurderes hvorvidt adkomstveien til treningsbygget vil tåle en overtopping på ca. 20 cm. ved 200-årsflom og 25 cm ved 1000-årsflom, og hvorvidt denne overtoppingen er akseptabel for adkomst til og fra bygget. Man kan eventuelt erosjonssikre nedstrøms side av veifyllingen for å hindre utvasking. Veibanen her bør ikke heves, da dette vil heve flomvannstanden for hele det ovenforliggende området.

Dersom det skal etableres en ny brannstasjon bør det vurderes å legge en erosjonssikring som sikring mot fremtidig meandering av elveløpet.

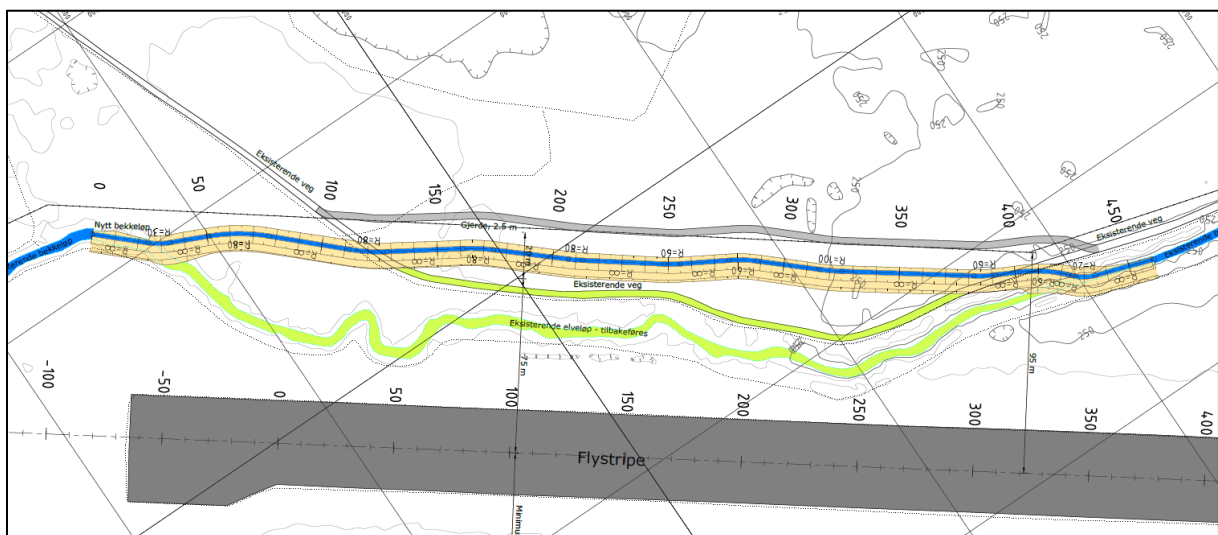
9 Elveomlegging Ygla

9.1 Generelt

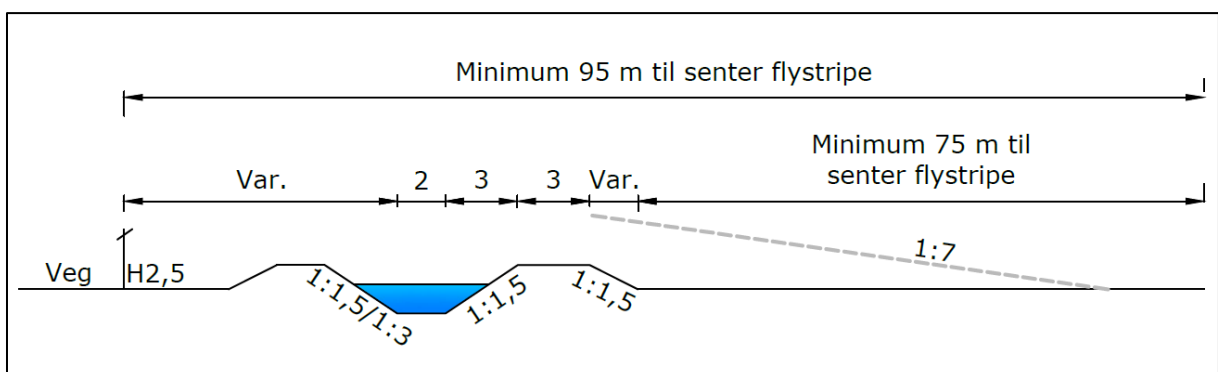
Structor Lillehammer har utarbeidet et utkast til en omlegging av Ygla langs flyplassen for å tilfredsstille krav til hinderfri avstand til rullebanen.

Det skal holdes et hinderfritt område på minimum 75 m fra senter rullebane, utenfor dette skal terrenget ligge nedenfor en teoretisk linje med stigning 1:7 i minst 20 m bredde. Dagens elveløp av Ygla ligger innenfor sonen på 75 m fra senter rullebane og bryter dermed med kravene.

Fremlagt forslag innebærer en forskyving av Ygla over en strekning på rundt 450 m. Eksisterende inngjerding av hoppfeltet sør for elveløpet forskyves til 95 m fra senter rullebane, og elveløpet til Ygla forskyves etter. Utsnitt av fremlagt utkast til elveomlegging fra Structor Lillehammer er vist i Figur 21 og Figur 22.



Figur 21: Utkast til omlegging av Ygla, fremlagt av Structor Lillehammer.



Figur 22: Foreslått normalprofil for omlegging, fremlagt av Structor Lillehammer

Basert på den hydrauliske modellen etablert for flomfarevurderingen har vi vurdert premisser for gjennomføring av elveomleggingen.

9.2 Forhold til lovverk

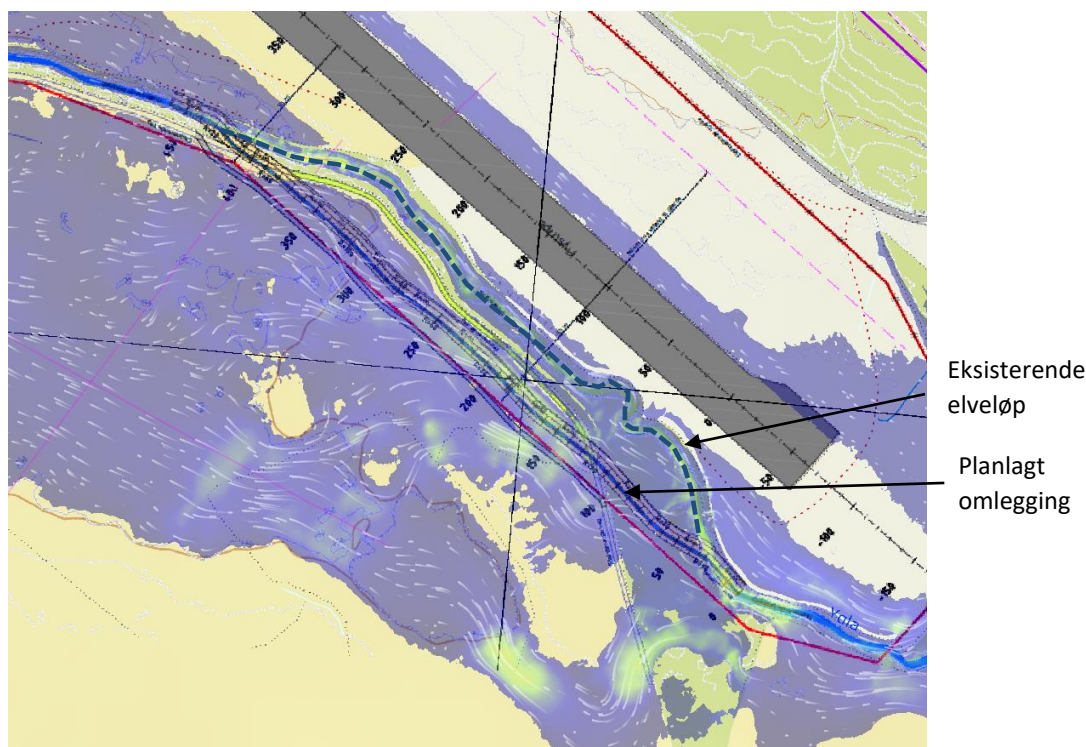
Omlegging av Ygla vil defineres som et vassdragstiltak etter Vannressursloven og en eventuell tillatelse eller konsesjon fra NVE vil normalt måtte foreligge før en detaljreguleringsplan vil kunne behandles.

Planlegging av elveomleggingen vil måtte svare ut krav i bl.a. Naturmangfoldslova, det forventes å være nødvendig med supplerende utredninger av bl.a. biologisk mangfold og akvatisk miljø. Structor Lillehammer og Forsvarsbygg opplyser at de selv vil følge opp utredning av akvatisk miljø og konsekvensvurdering for biologisk mangfold for tiltaket.

9.3 Verifikasjon av økt flomulempe

Iht. Vannressurslova og Grannelova skal tiltak ikke medføre urimelig ulempe for omliggende områder, herunder økt flomulempe.

Foreslått omlegging av Ygla er tenkt langs partiet der store deler av flomvannet strømmes ut av elveløpet og ut mot det åpne hoppfeltet sør for elva. Strømningsmønster ved eksisterende forhold er vist i Figur 23 under, med Structor Lillehammer sitt utkast til elveomlegging som bakgrunn.



Figur 23: Strømningsforhold ved 200-årsflom inkl. klimapåslag ved planlagt elveomlegging (for eksisterende utforming av elveløp).

Som figuren viser er elveomleggingen her tenkt langs partiet av elva der flomvann fordeles mellom elveløpet og ut mot hoppfeltet på sørsiden av elva ved flom.

Fremlagt foreslått normalprofil for elveomleggingen vist i Figur 22 indikerer lave flomvoller langs begge sider av elveløpet. En flomvoll mellom elveløpet og hoppfeltet vil bidra til å

avskjære vann fra å oversvømme hoppfeltet, og vil avlede større vannmengder langs elveløpet og forbi kontrolltårn og hangarbygg. Dette vil kunne øke flomvannstand og utvidelsen av faresoner her.

Dersom en større vannmengde avskjæres fra å oversvømme det store hoppfeltet vil også dette områdets store fordrøyende effekt begrenses betydelig, noe som vil kunne gi mer konsentrert flomforløp og forverrede flomforhold nedstrøms planområdet.

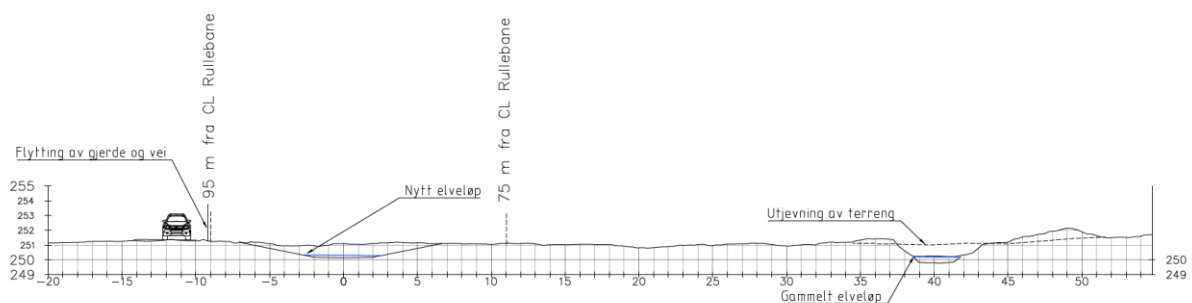
Det foreslås derfor at elveløpet legges uten omliggende flomvoller, og at elvekantene heller får gå i ett med omliggende terreng. Dette gir også større plass til et bredere elveløp med slakere skråningshelninger, og større handlingsrom for å etablere noe naturlig variasjon og strukturelementer langs strekket. Modellen indikerer at en slik løsning ikke vil forverre flomforholdene hverken langs rullebanen eller langs hoppfeltet, dette bør verifiseres ved endelig detaljprosjektering.

9.4 Tverrsnitt, utførelse og erosjonssikring

9.4.1 Tverrsnitt

Fremlagt forslag til normalprofil angir bratte sideskråninger, med helning 1:1,5. Vi mener det bør etterstrebes å gi elveløpet så stor plass som mulig innenfor begrensningene som gis av sikkerhetskrav til flyplassen, og holde sideskråningene så slake som mulig. Dette vil også gi større handlingsrom for å legge inn litt variasjon og strukturer i linjeføringen av elva, slik at denne ikke blir snorrett og kanalisert.

Under har vi skissert inn et mulig tverrsnitt for en elveomlegging, der elvekantene er gitt slake sideskråninger på 1:5 og en bunnbredde på 4 m. Tverrsnittet er sett med strømningsretningen, ved bekkeløpets pel 100 i Structor sin oversiktsplan i Figur 21.



Figur 24: Skisse av mulig tverrsnitt for omlegging av elveløp

Ideelt bør tiltaket planlegges med et varierende tverrsnitt innenfor den tilgjengelige sonen. Både bunnbredde og skråningshelning kan variere. Det vil være tilstrekkelig plass til å gi elveløpet noen slake svinger for å etterligne naturlige forhold.

Skråningene bør etableres med kantvegetasjon. Grunnet fly- og fallskjermaktivitet i området har forsvaret et spesielt behov om å holde kantvegetasjon lav. I tillegg til kantvegetasjon kan det med fordel legges inn noen strukturer som gamle rotstubber, kvistfaskiner og større steiner langs elvebredden for å skape variasjon og skjulesteder for fisk og dyr.

Bunnssubstrat bør planlegges spesielt for å legge til rette for et godt akvatisk miljø. I prinsippet bør mest mulig av forholdene i eksisterende elveløp «kopieres» over i nytt løp, og masser til nytt bunnssubstrat kan trolig hentes fra opprinnelig løp. En kartlegging av akvatisk miljø og økologisk tilstand i elva vil kunne belyse dette nærmere.

9.4.2 Erosjonssikring

Med slake skråningshelninger og lav gradient i elva vil erosjonsbelastningen mot sideskråningene være liten. Dette underbygges av lave vannhastigheter i den hydrauliske modellen. Erosjon i elveløpet utgjør heller ingen potensiell fare for omliggende områder, og vi anbefaler å la elva få lov til å utvikle seg på en naturlig måte.

Den største konsekvensen av utvikling av erosjon langs elva vil være vedlikehold av gjerde og vei langs ytterkant av forswarets hoppfelt. Der elva legges tett mot gjerdet eller veg kan det eventuelt vurderes å etablere en steinfylt grøft, som vil aktiveres som sikring dersom elva skulle grave seg utover.

De første årene etter omlegging før kantvegetasjonen har fått etablert seg skikkelig vil være mest utsatte, deretter vil denne stabilisere skråningen.

9.4.3 Utførelse

Tiltak i vassdrag bør planlegges spesielt mtp beredskap for utslipp og forurensning, og utføres i henhold til bestemmelser i vannressursloven.

Ettersom det gamle elveløpet skal jevnes fritt for hindringer samtidig som det etableres et nytt elveløp forventes det at tiltaket burde kunne gå tilnærmet i massebalanse.

Ved utgraving av nytt elveløp vil det være viktig å legge til side og ivareta eksisterende humusholdige toppmasser for gjenbruk. Dette gjelder både langs eksisterende elveløp som skal fylles igjen, og langs ny trasse for elveløp. En god oppfølging mot utførende entreprenør vil være viktig for å oppnå et godt resultat.

Det bør tas høyde for oppfølging og justering av tiltakene de første 1-2 årene etter etablering, slik at man ser at man oppnår ønsket funksjon.

9.5 Biologisk mangfold og økologiske verdier

Vi er kjent med at Forsvarsbygg generelt i størst mulig grad ønsker å hensynta biologisk mangfold og økologiske verdier. Alle aktiviteter bør derfor i størst mulig grad unngå, minimalisere og restaurere forringelse av naturverdier.

Selv om Ygla er liten og strekningen relativ kort, er akkurat denne strekningen nærmest rullebanen mindre kanalisert enn oven- og nedenfor. For å bevare og forbedre elvens naturverdier, burde utforming ideelt etterstrebtes å være like buktene som dagens, men med forbedret og mer variert bunnstruktur og kantsoner. På denne måten kan de forbedre leveområder for flora og fauna både på land og i vann.

Disse hensynene må balanseres mot tilgjengelig plass, og Forsvarets behov for området.

10 Konklusjon

Dimensjonerende 200-årsflom i Ygla, inkludert et klimapåslag på 30 %, er beregnet til 21 m³/s, mens dimensjonerende 1000-årsflom inkludert 30 % klimapåslag er beregnet til 29 m³/s.

Det er etablert en hydraulisk modell av området. Det er tegnet faresoner for flom for flom med største årlige sannsynlighet 1/200 i år 2100, tilsvarende sikkerhetsklasse F2 i TEK 17 §7-2. Det er også tegnet faresoner for sikkerhetsklasse F3.

Modelleringen viser at elveløpet til Ygla ikke har tilstrekkelig kapasitet, og at en hoveddel av flomvannet avledes langs det militære hoppfeltet på sørsiden av flyplassen. Flytårn og hangarbygg ligger utenfor faresoner for flom. Adkomstvei til militært treningssenter på andre siden av hoppfeltet vil oversvømmes ved stor flom i Ygla.

Grunnet krav til hinderfritt terreng i en avstand på 75 m fra senter fra rullebane er det behov for å forskyve elveløpet til Ygla langs et strekke på ca. 450 m. Vi har vurdert et utkast til elveomlegging fremlagt av Structor Lillehammer opp mot den hydrauliske modellen etablert for flomfarevurderingen.

Det vurderes gjennomførbart å legge om Ygla over den aktuelle strekningen uten å påføre omliggende områder økt flomulempe. Vi foreslår at elveløpet planlegges med slakere sideskråninger og større bunnbredde enn i fremlagt utkast, og at det ikke etableres flomvoller langs elveløpet. Det nye elveløpet burde i størst mulig grad gis variasjon og strukturer for å etterligne det opprinnelige elveløpet langs strekningen. Den endelige utførelsen bør verifiseres hydraulisk ved detaljprosjektering.

Structor Lillehammer og Forsvarsbygg opplyser at de selv vil følge opp utredning av akvatisk miljø og konsekvensvurdering for biologisk mangfold for tiltaket.

Avgrensningen til oppdragsgivers reguleringsplan dekker et større område enn hva som er vurdert rundt flyplassen, regulert som LNF-område. NVEs aktsomhetssoner for flom indikerer flomfare fra et par mindre bekker her, samt at planområdet grenser ned mot Glomma. Det er ikke utført detaljerte vurderinger av flomfare fra andre vassdrag enn Ygla, rundt flyplassen. Det foreslås at NVEs aktsomhetssoner for flom tas inn i plankartet for øvrige deler av planområdet, og at det gjøres en nærmere vurdering av flomfare dersom det skal planlegges bebyggelse eller infrastruktur her.

11 Vedlegg

Vedlegg 1: Faresone F2 og F3 (A3)

Vedlegg 2: Utdrag faresoner rundt flyplassområdet (A3)

Vedlegg 3: NVEs aktsomhetssoner flom innenfor planområdet (A3)

Referanser

DiBK. (2018). *Byggteknisk forskrift med veiledning (TEK 17)*.

MET. (2015). *24/2015: Dimensjonerende korttidsnedbør*.

Norsk Klimaservicesenter. (2019). *Klimapåslag for korttidsnedbør - Anbefalte verdier for Norge*.

NVE. (2011). *Retningslinjer for flomberegninger*.

NVE. (2015a). *Veileder for flomberegninger i små uregulerte felt*.

NVE. (2015b). *Anbefalte metoder for flomberegninger i små felt*. NVE.

NVE. (2016). *Klimaendring og framtidige flommer i Norge*.

SINTEF. (1992). *STF60 A92101 - Flomberegning og Kulvertdimensjonering*.