

Flomvurdering Plura Valley



Dronebilde av gårdstunet ved Jordbru hvor Plura Valley holder til (Foto: Plura Valley).

Dokumentinformasjon

Oppdragsgiver: Visit Plura AS

Tittel på rapport: Flomvurdering Plura Valley

Oppdragsnavn: Skred- og flomvurdering Jordbrua - Plura Valley

Oppdragsnummer: 641731-01

Utarbeidet av: Hege Merete Kalnes

Oppdragsleder: Ingrid Gulbrandsen

Tilgjengelighet: Åpen

01	11. sep. 2023	Nytt dokument	HMK	MSL
Ver	Dato	Beskrivelse	Utarb. av	KS

Sammendrag

Det er gjennomført flomvurdering av et gårdstun ved Jordbrua, i Rana kommune. Vurderingen er basert på flomsonekartlegging av **200-årsflom i fremtidens klima**, og gjelder for sikkerhetsklasse F2 for flom jf. TEK 17 §7-2. Kartleggingen er utført for elva Plura, samt en sidebekk som er lagt i rør under tunet.

Kartleggingen er basert på flomberegninger og hydraulisk modellering, og er utført i henhold til prosedyrene beskrevet i NVEs *Veileder for flomberegninger* (1/2022) og *Sikkerhet mot flom* (3/2022). Flomberegninger er basert på et brukbart hydrologisk grunnlag, da det finnes gamlevannføringsmålinger i Plura. Disse målingene er imidlertid fra en nedlagt stasjon, og reflekterer ikke situasjonen i vassdraget etter at det ble regulert (med en større dam lengre oppstrøms). På grunn av reguleringen, er det mulig at valgt flomverdi er noe overestimert. I henhold til anbefalinger fra NVE og Norsk klimaservicesenter, er det benyttet et **klimapåslag på 40%** for både Plura og sidebekken. Hydraulisk modellering er utført med en todimensjonal hydraulisk modell i programmet HEC-RAS, og modellen er kalibrert opp mot en 20- til 30-årsflom. Basert på kriterier i NVE veileder 3/2022, er flomberegningene plassert i **klasse 2** og den hydrauliske modellen i **klasse A**. I henhold til klassifiseringen, er det benyttet et **sikkerhetspåslag på 10%** for å hensynta usikkerhet i beregningene.

Beregnet flomsone som inkluderer klima- og sikkerhetspåslag, viser at gårdstunet ikke er utsatt for flom fra hovedelva Plura. Eksisterende bebyggelse ligger ca. 3 meter over flomvannstanden i elva. Rørene som fører sidebekken under tunet har imidlertid for dårlig kapasitet, noe som fører til flomvann på avveie. Det er tre eksisterende bygg som blir delvis berørt av dette, men dybde, hastighet og DV-tall ved byggene er såpass lave at de trolig ikke vil ta skade under en flom.

På generell basis anbefales det å plassere eventuelle nye bygg utenfor flomsone som inkluderer sikkerhetspåslaget, og i en byggehøyde over de flomsikre nivåene. Dersom det planlegges tiltak i flomsone, må avbøtende tiltak i henhold til anbefalinger i TEK 17 §7-2 gjennomføres.

Forord

Asplan Viak har vært engasjert av Visit Plura AS for å utføre naturfarekartlegging av et gårdstun på Jordbru i Rana kommune, Nordland fylke. Denne rapporten omhandler flomfarekartlegging av elva Plura og dens sidebekk, og beskriver utredningens grunnlag, fremgangsmåte og resultater.

Hege Merete Kalnes har utført flomvurderingen og skrevet tilhørende rapport. Arbeidet og rapporten er kontrollert av Martin Solbakken Løvaas. Ingrid Gulbrandsen er oppdragsleder for prosjektet i Asplan Viak, mens Ina Santala Jordbru er kontaktperson for Visit Plura AS.

Trondheim, 11.09.2023

Hege Merete Kalnes

Utførende

Martin Solbakken Løvaas

Kvalitetssikrer

Ingrid Gulbrandsen

Oppdragsleder

Innholdsfortegnelse

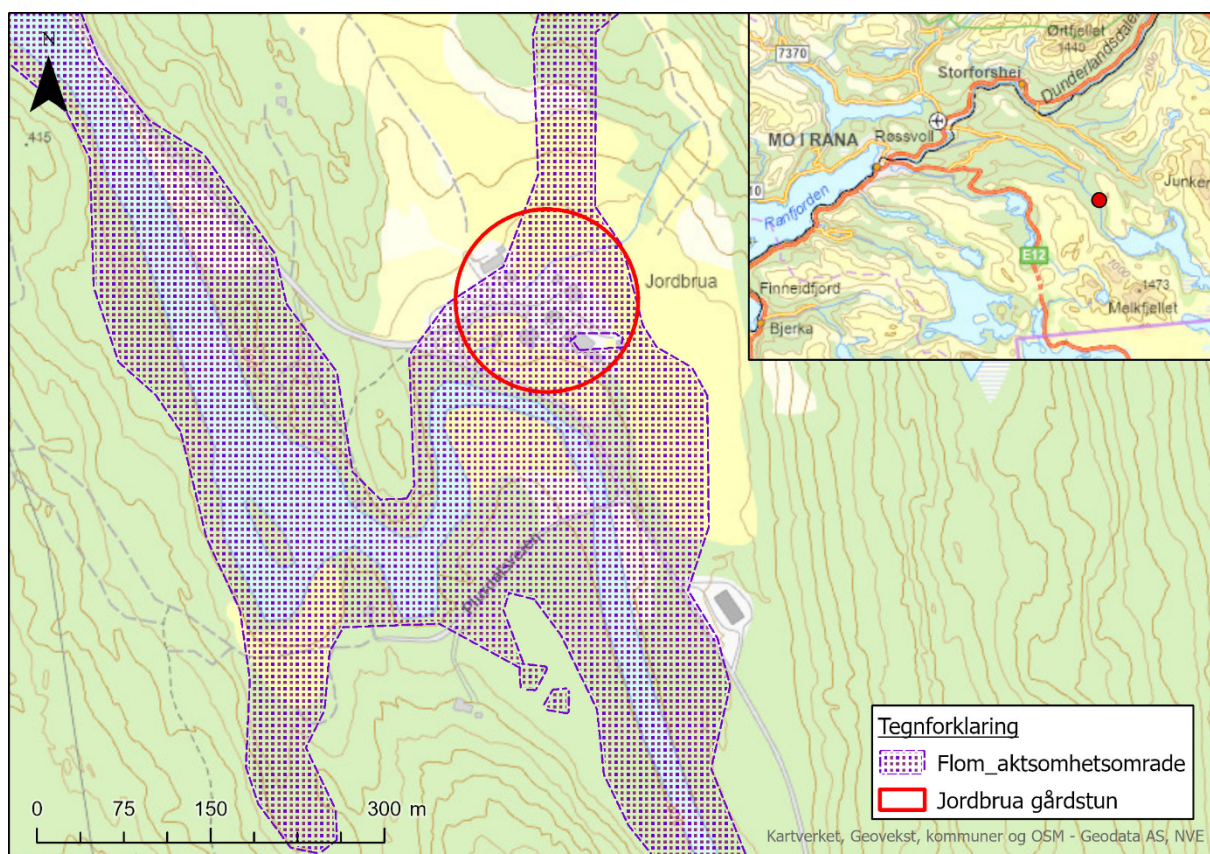
1. Innledning	5
1.1. Bakgrunn	5
1.2. Tidligere flomvurderinger	6
2. Forutsetninger og grunnlag	7
2.1. Generelle forutsetninger	7
2.2. Sikkerhetsklasse og dimensjonerende returperiode for flom	7
2.3. Beregningsforutsetninger	8
2.4. Utarbeidelse og bruk av flomsonekart	8
3. Flomberegninger	10
3.1. Beskrivelse av nedbørfelt	10
3.2. Tilgjengelige observerte data	12
3.3. Beregning av 200-årsflom	16
3.4. Klimapåslag og dimensjonerende flom	24
3.5. Samløpsproblematikk	24
3.6. Flomforløp	25
4. Hydrauliske beregninger	26
4.1. Programvare og modelltype	26
4.2. Modelloppsett	26
4.3. Resultater fra hydraulisk beregning	32
4.4. Følsomhetsanalyser	35
5. Klassifisering, sikkerhetspåslag og flomsonekart	36
5.1. Klassifisering og sikkerhetspåslag	36
5.2. Flomsonekart og flomsikre nivå	37
6. Konklusjoner og anbefalinger	39
Kilder	40
Vedlegg	41

1. Innledning

1.1. Bakgrunn

Plura Valley er et foretak som driver med grottedykking i det spesielle grottesystemet tilknyttet elva Plura, i Rana kommune. Foretaket ønsker å utvide sin virksomhet, som i dag styres fra et gårdstun ved Jordbrua. Det legges blant annet opp til inntil 30 overnattingsplasser i tilknytning til gårdstunet, fordelt på flere bygninger. Eksisterende bebyggelse på tunet skal benyttes til formålet, i tillegg til at det kan bli aktuelt med oppføring av nye bygninger.

NVEs aktsomhetsområde for flom indikerer at gårdstunet er utsatt for flom – se Figur 1-1. Flomfaren er knyttet både til hovedelva Plura, og en sidebekk til denne som er delvis lagt i rør under tunet. For å avklare den reelle flomfaren i området er det derfor behov for en detaljert flomsonekartlegging.



Figur 1-1 Kart som viser gårdstunet ved Jordbrua hvor Plura Valley holder til, og NVEs aktsomhetsområder for flom som indikerer flomfare knyttet til elva Plura og en sidebekk.

1.2. Tidligere flomvurderinger

Asplan Viak har ikke funnet dokumentasjon på at det tidligere har blitt utført flomsonekartlegginger av elva Plura. Plura er sterkt regulert (for mer informasjon se kapittel 3.1.3), og det har blitt forsøkt å finne flomberegninger for dammen lengre opp i vassdraget (dam Kalvatn). Vi har funnet en referanse til en flomberegning utført av Statkraft i 1990 («*Flomberegning for Akersvatn, Kaldvatn og Grasvatn, Ranaverkene*»), men har ikke funnet den tilhørende rapporten.

Det er imidlertid funnet dokumentasjon på en kartlegging som er gjort i Ranavassdraget, som Plura er en del av. NVE gjorde en kartlegging av Ranelva i 2003 (NVE flomsonekart 8/2003), som Plura har utløp i. Denne kartleggingen er imidlertid utført for en strekning *oppstrøms* utløpet til Plura, og inneholder derfor lite informasjon om flomforhold i Plura. Men, det er gitt noe informasjon om de forskjellige overføringene inn og ut av magasinet Kalvatn.

Familien til oppdragsgivers representant (Ina Santala Jordbru) har bodd på gårdstunet ved Jordbrua i 6 generasjoner, siden 1760. Hun kan fortelle at det ikke har vært notert noen flom- eller skredhendelser på tunet siden familien bosatte seg der for ca. 260 år siden. Under stormen «Sally» i 2020, estimerte de at elva steg med ca. 1 meter på det meste. Til sammenligning, indikerer analyser fra NVE at Sally førte til en flom med gjentaksintervall mellom 500 og 1000 år i Ranaelva (NVE oppdragsrapport B, 2/2021). Ifølge oppdragsgiver sørger regulering lengre opp i Plura for at flommer håndteres i stor grad, i tillegg til at grottesystemer tilknyttet elva tar unna store vannmengder.

2. Forutsetninger og grunnlag

2.1. Generelle forutsetninger

Flomvurderingen utføres for å avklare reell flomfare for gårdstunet ved Jordbrua. Vurderingen er utført i henhold til prosedyrene beskrevet i NVEs *Veileder for flomberegninger* (1/2022) og *Sikkerhet mot flom* (3/2022).

Beregninger og analyser er utført for dagens situasjon i vassdraget – eventuelle fremtidige endringer som kan påvirke flomsituasjonen er ikke hensyntatt.

Kartleggingen tar ikke hensyn til eventuell vannstrømning i masser under bakken – analysen ser på grunnen som helt tett. Dette gjelder også delvis for grottesystemet tilknyttet Plura. Påvirkningen grottesystemet har på vannføringen i elva er forsøkt hensyntatt gjennom analyser på historiske vannføringsdata i elva (for mer info se kapittel 3.2.1). Grottesystemet som ligger i selve kartleggingsområdet er imidlertid ikke modellert, da dette ville ha krevd svært komplekse analyseverktøy og detaljert informasjon om grottesystemet. Videre er det forutsatt at terreng og elve- og bekkegeometri forholder seg konstant. Altså er ikke eventuelle endringer som følge av erosjons- eller sedimentasjonsprosesser hensyntatt.

2.2. Sikkerhetsklasse og dimensjonerende returperiode for flom

Tiltakene som planlegges på gårdstunet faller under sikkerhetsklasse F2 for flom i henhold til TEK17 §7-2 *Sikkerhet mot flom og stormflo* (se Tabell 2-1). Dette betyr at bygninger skal plasseres, dimensjoneres eller sikres mot flom med en dimensjonerende returperiode på 200 år.

Klimaframskrivninger viser at klimaet vil endres ytterligere i årene fremover, noe som igjen påvirker flomsituasjonen i elver og bekker. I henhold til §29-5 i plan- og bygningsforskriften, skal det tas særlige hensyn til klimatiske forhold ved prosjektering og utførelse av tiltak.

Følgelig er kartleggingen utført for en 200-årsflom, i fremtidens klima.

Tabell 2-1 Sikkerhetsklasser for flom og stormflo, gitt av TEK17 §7-2.

Sikkerhets-klasse	Type bygninger	Største årlige nominelle sannsynlighet
F1	Byggverk med lite personopphold. Små økonomiske og samfunnsmessige konsekvenser.	1/20
F2	Byggverk beregnet for personopphold. Moderate økonomiske og samfunnsmessige konsekvenser.	1/200
F3	Byggverk for sårbare grupper av befolkningen og byggverk som skal fungere i lokal beredskapssituasjon. Stor samfunnsmessig konsekvens.	1/1000

2.3. Beregningsforutsetninger

2.3.1. Flomberegninger

Flomberegninger for Plura og dens sidebekk er utført i henhold til anbefalinger gitt i NVEs *Veileder for flomberegninger* (1/2022). Nedbørfelt og feltegenskaper er generert i NVEs kartapplikasjon NEVINA.

Plura er regulert, og det er gjort en vurdering av hvordan dette påvirker flomforholdene i vassdraget basert på tilgjengelig informasjon. Det bemerkes imidlertid at det ikke er gjort detaljerte flomberegninger for dammen lengre opp i vassdraget, basert på magasinruting, da dette krever informasjon om blant annet utforming på dam og flomløp (noe som ikke er offentlig tilgjengelig).

Beregningsmetoder og endelig estimat er valgt basert på tilgjengelige observerte data, samt egnethet i forhold til feltegenskaper. Klimaendringer er hensyntatt i form av et klimapåslag på vannføringen, som er valgt basert på anbefalinger fra NVE og Norsk Klimaservicesenter.

2.3.2. Hydrauliske beregninger

Hydrauliske beregninger er utført med en todimensjonal hydraulisk modell i programmet HEC-RAS. Beregnede flomvannføringer er gitt som inngangsdata i modellen, som igjen beregner flomutbredelse, vanndybder og vannhastighet.

Hovedgrunnlaget for analysene er en terrengmodell basert på siste tilgjengelige laserdata, lastet ned fra Kartverkets forvaltningsløsning Høydedata. Stikkrenner, kulverter og bruer er målt inn, og lagt inn i modellen.

Modellen er kalibrert opp mot observert flom i Plura, og ruhetsforhold er vurdert fra kalibrering samt bilder, flyfoto og kartgrunnlag. For å tallfeste usikkerhet knyttet til ruhet, samt beregnet flomvannføring, er det utført følsomhetsanalyser der disse er økt.

2.4. Utarbeidelse og bruk av flomsonekart

I henhold til NVEs veileder *Sikkerhet mot flom* (3/2022), er det gjort en klassifisering av flomberegningene og den hydrauliske modellen basert på kvaliteten av grunnlaget som er benyttet, samt kalibrering og følsomhetsanalyser. Klassifiseringen er så benyttet til å bestemme et sikkerhetspåslag på vannføringen, som den hydrauliske modellen kjøres for.

Det endelige flomsonekartet er utarbeidet fra resultatene fra hydrauliske beregning som inkluderer sikkerhetspåslag. Dette avvirker noe fra metodikken beskrevet i NVE veileder

3/2022, hvor det beskrives å legge til en ekstra høyde/sikkerhetsmargin basert på resultatene med sikkerhetspåslag. Å benytte flomsonekart som inkluderer sikkerhetspåslag er imidlertid fordelaktig, da en kan avlese flomsikker sone og flomsikre nivå direkte.

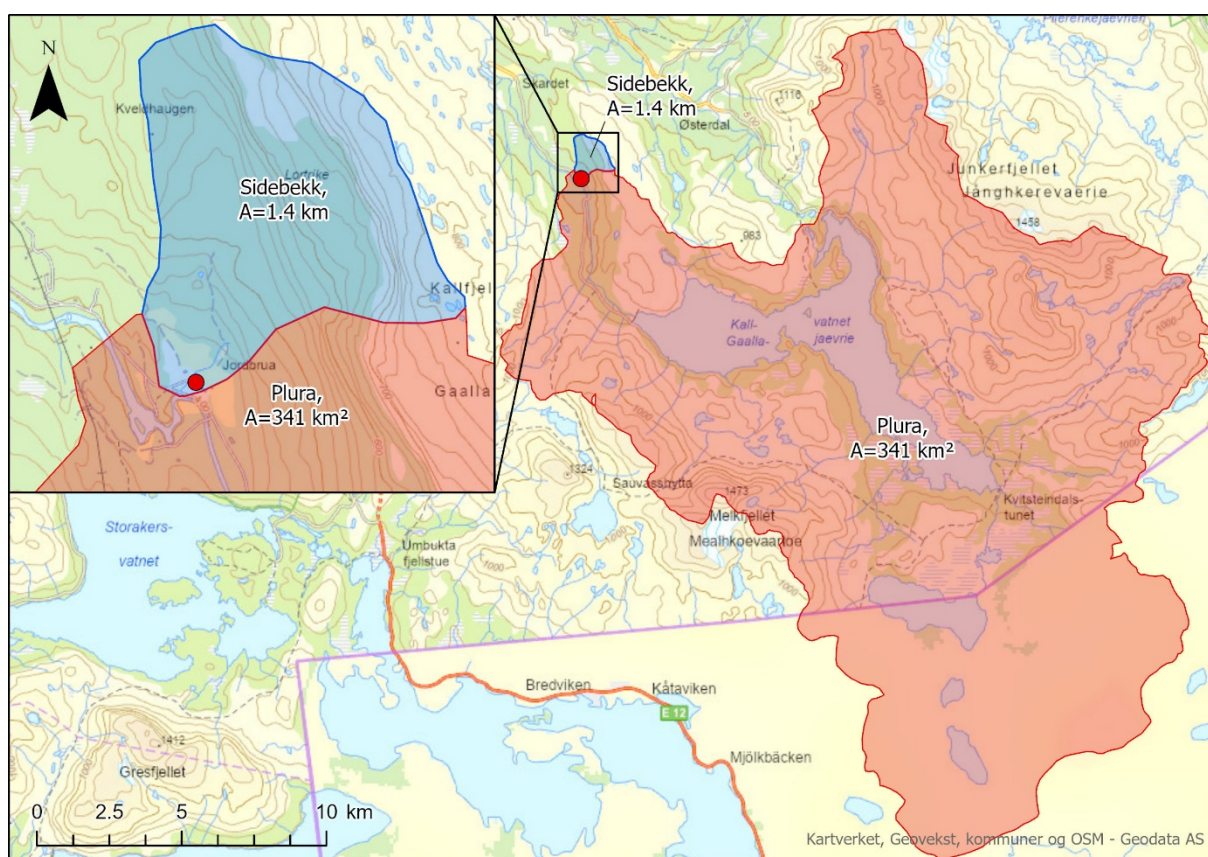
Flomsonekartet er generert ved bruk av GIS, i koordinatsystemet EUREF89 UTM33 og høydesystemet NN2000, og er utarbeidet i henhold til NVE sin standard.

3. Flomberegninger

3.1. Beskrivelse av nedbørfelt

3.1.1. Avgrensning av nedbørfelt

Nedbørfeltet til Plura og sidebekken er generert i NVEs kartapplikasjon NEVINA (se rapporter i Vedlegg 1), samt kontrollert opp mot avrenningsanalyser i overflatemodellen SCALGO Live. De avgrensede feltene er vist i Figur 3-1.



Figur 3-1 Nedbørfeltet til Plura og sidebekken ved gårdstunet ved Jordbru.

3.1.2. Feltegenskaper

Et utvalg av feltparametere generert i NEVINA er gitt i Tabell 3-1.

Plura faller inn under kategorien middels store felt (50-500 km²), og har en ganske stor effektiv sjøprosent og er relativt flatt (lavt relieff forhold). Disse egenskapene indikerer at Plura vil ha betydelig flomdempning i feltet, spesielt fra innsjøene, og da treg respons på nedbør og lave spesifikke flommer. Videre består feltet hovedsakelig av snaufjell, som vil

bidra til noe rask avrenning, men også en betydelig andel skog som gir ytterligere flomdempning.

Sidebekken som går under gårdstunet faller inn under kategorien små felt ($< 50 \text{ km}^2$), og er på grensen til et mikrofelt ($< 1 \text{ km}^2$). Det har heller ingen åpne vann, og feltet er svært bratt, noe som er egenskaper som indikerer at det vil reagere raskt på nedbør og spisse flomforløp med høye spesifikke flommer. En betydelig andel skog vil imidlertid bidra til noe flomdempning.

Tabell 3-1 Feltparametere for Plura og sidebekk, generert i NEVINA.

Felt	Areal [km ²]	Eff. sjø [%]	Felt- lengde [km]	Høyde [moh]		Relieff forhold [m/km]	Skog [%]	Snau- fjell [%]	q _N * [l/s·km ²]
				H _{min}	H _{maks}				
Plura	341	2.67	27.6	398	1469	10.1	12.1	64.1	33.1
Sidebekk	1.4	0	1.5	399	824	103.3	69.8	21.1	28.1

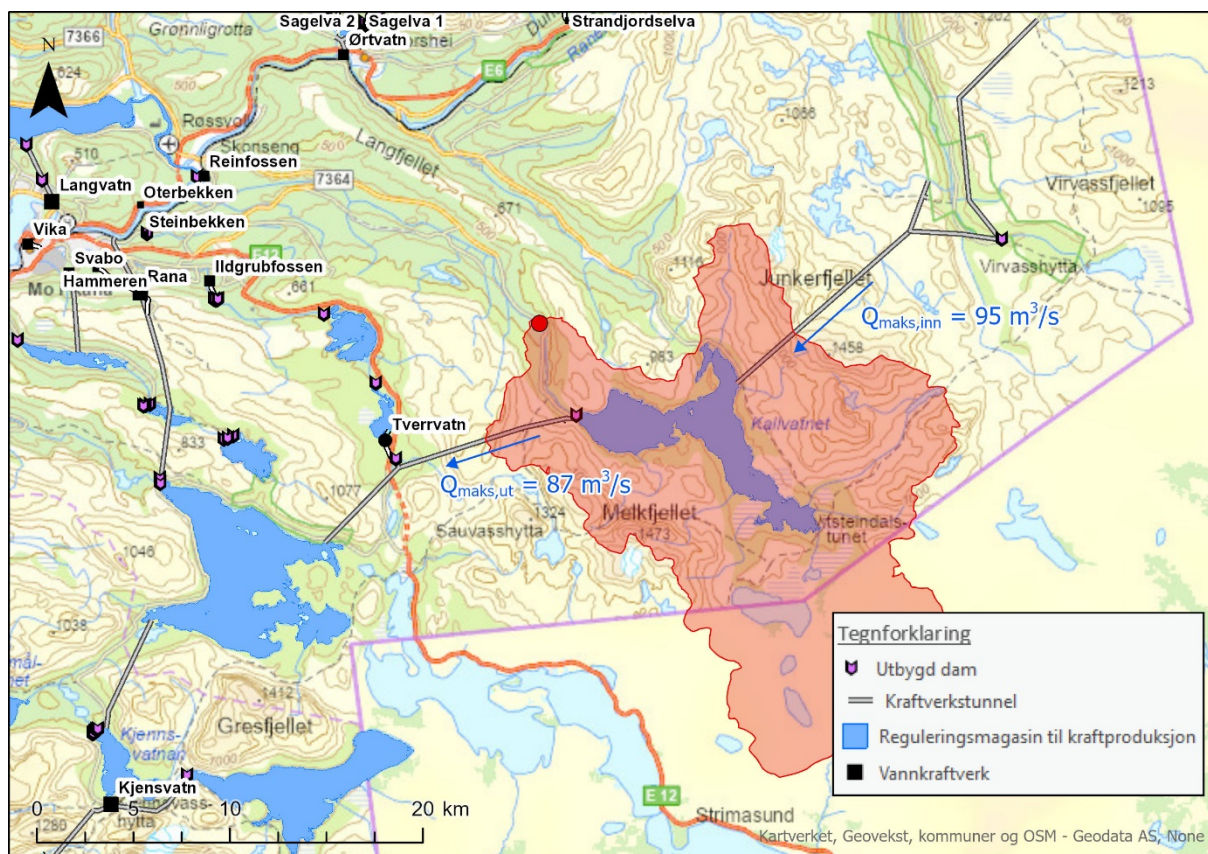
* Spesifikk middelavrenning i referanseperioden 1961-90 gitt av NVEs avrenningskart.

3.1.3. Reguleringer

Rundt 5 km lengre opp i vassdraget i forhold til gårdstunet ved Jordbrua, ligger magasinet Kalvatn. Magasinet med en utstrekning på 28.6 km^2 var tidligere to mindre innsjøer (Store og Lille Kallvatnet på henholdsvis 6 og 2.5 km^2), og ble regulert med en stor steinfyllingsdam i 1967 i forbindelse med etablering av Rana kraftstasjon. Flomoverløpet fra dammen føres ned i Plura.

Gjennom en overføring fra øst, mottar Kalvatn vann fra flere mindre bekkeinntak (Randalselva, Andfjellåga, Dausmannselva, Virvasselva, Bærvåga, Kaffebecken og Blekerelva). Vann fra Kalvatn føres ut av feltet gjennom en overføringstunnel til Akersvatn, og videre derfra ned til Rana kraftverk. I flomberegningsrapporten utarbeidet ifm. NVEs flomsonekartlegging av Ranelva (Pettersen, 2004) står det at overføringen *inn* til Kalvatn har en maksimal overføringskapasitet på $95 \text{ m}^3/\text{s}$, men at en får flomtap ved bekkeinntakene når det totale tilløpet overstiger $85 \text{ m}^3/\text{s}$. Overføringen *ut* har en maksimal kapasitet på $87 \text{ m}^3/\text{s}$. Overføringene er vist i Figur 3-2.

Magasinet Kalvatn vil bidra til betydelig flomdempning; magasinet har stor utstrekning og håndterer avrenningen fra ca. 90% av nedbørfeltet til Plura ved gårdstunet. Det ikke forventet at overføringene tilknyttet Kalvatn vil ha en nevneverdig innvirkning på flomvannføringene i Plura. Dette er med bakgrunn i at overføringen inn og ut har omtrentlig lik kapasitet, og vil trolig «kansellere» hverandre ut i en flomsituasjon.



Figur 3-2 Kart som viser vannkraftreguleringer i området rundt Plura/Kalvatn.

3.2. Tilgjengelige observerte data

3.2.1. Tilgjengelige vannføringsdata

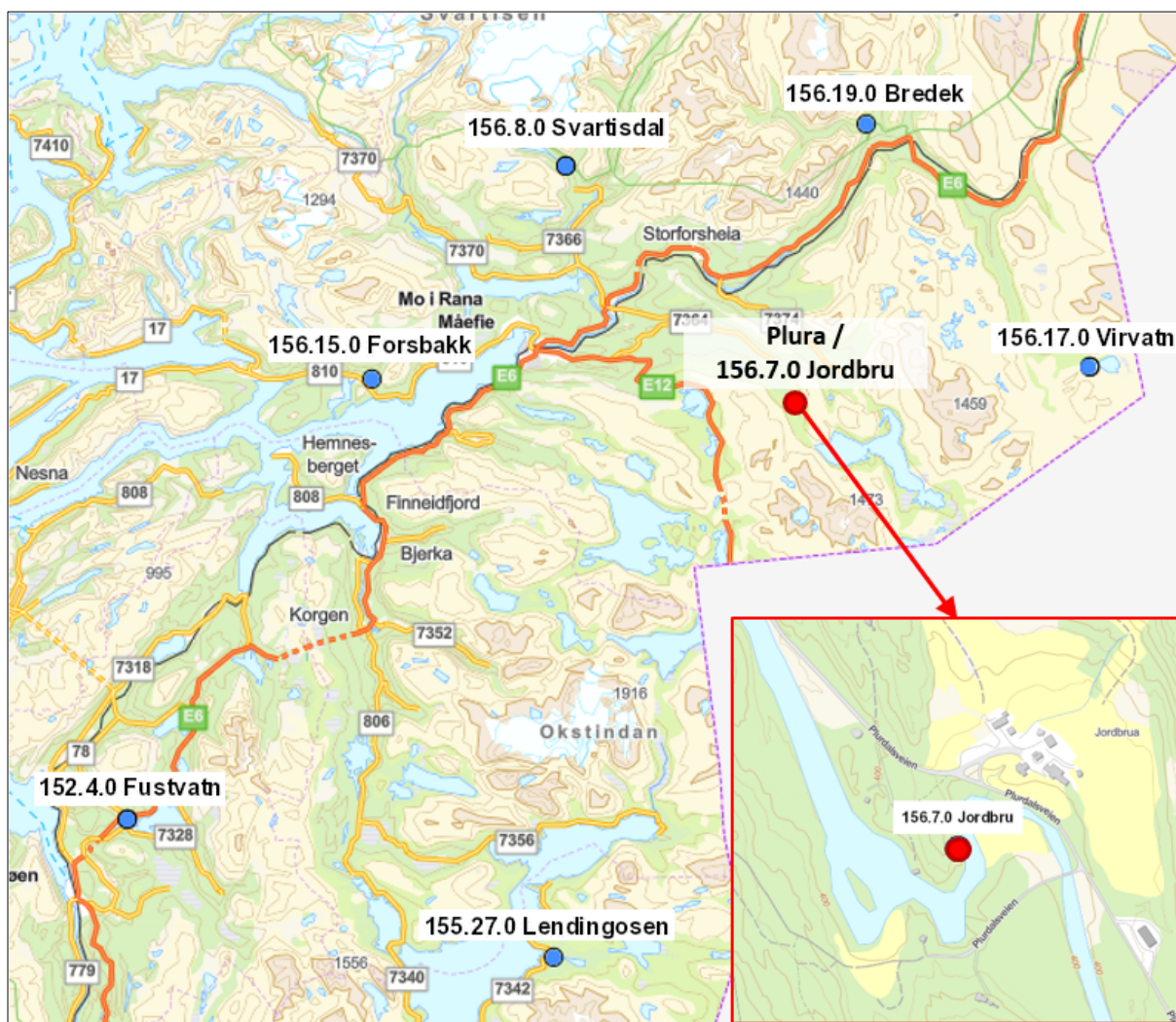
Det beste grunnlaget for hydrologiske analyser, er vannføringsmålinger over en lang periode fra det aktuelle vassdraget. Dette foreligger for Plura; akkurat ved gårdstunet lå målestasjonen 156.7.0 Jordbru. Stasjonen ble etablert i 1927, og foretok målinger helt frem til den ble lagt ned i 1968 (har 40 år med fullstendige data). Altså reflekterer vannføringsmålingene fra stasjonen en situasjon *før* vannkraftutbyggingen av Kalvatn. Denne stasjonen vil imidlertid egne seg dårlig til beregninger i sidebekken (som har helt andre feltegenskaper enn Plura), og har i tillegg gamle data som kan ha usikkerhet knyttet til seg.

Det er derfor sett på andre aktuelle målestasjoner i området, ved å bruke NVEs kartapplikasjon Seriekart. Målestasjoner som ikke lenger er aktive (utenom 156.7 Jordbru) og har feltareal større enn ca. 500 km² er filtrert bort, da disse ikke vil egne seg. Videre er det valgt å ikke ta med regulerte felt, da ulik regulering kan gi svært andre flomforhold. Etter

filtreringen står en igjen med fem mulige stasjoner, utover 156.7 Jordbru – se Figur 3-3 og Tabell 3-2. Det bemerkes at det generelt er sparsomt med hydrologiske stasjoner i området.

Ved å se nærmere på feltegenskapene til stasjonene, er det kun 152.4 Fusvatn og 155.27 Lendingosen som har noenlunde like egenskaper som Plura. 156.8 Svartisdal har altfor stor breandel, mens 156.15 Forsbakk og 156.17 Virvatn har for små felt. Men, 152.4 Fusvatn og 155.27 Lendingosen ligger ganske langt unna, og vil heller ikke reflektere påvirkningen fra det spesielle grottesystemet knyttet til Plura. Det er derfor valgt å vektlegge 156.7 Jordbru mest i flomberegninger for Plura (80%), til tross for en gammel måleserie, da denne ligger i vassdraget akkurat ved prosjektområdet. 152.4 Fusvatn og 155.27 Lendingosen tas imidlertid med for å redusere eventuelle usikkerheter, men med mindre vektning (10% hver).

For sidebekken er det ingen av stasjonene som er egnet; de har altfor store felt og ligger i tillegg langt unna, og vannføringsmålene vil ikke kunne reflektere det lille og bratte feltet.



Figur 3-3 Utsnitt fra NVE Seriekart, som viser aktuelle målestasjoner for vannføring.

Tabell 3-2 Stasjonsdata og feltparametere for aktuelle hydrologiske målestasjoner (Kilde: NVE Seriekart/Hydra II).

Stasjonsnummer	156.7.0	152.4.0	155.27.0	156.8.0	156.15.0	156.17.0
Stasjonsnavn	Jordbru	Fusvatn	Lendingose	Svartisdal	Forsbakk	Virvatn
Areal [km ²]	341.0	525.7	159.0	122.0	56.3	79.1
Effektiv sjø [%]	2.7	2.6	4.3	3.9	0.0	3.2
Feltlengde [km]	27.6	26.5	25.0	14.8	10.0	11.1
Relieff forhold [m/km]	10.1	16.3	8.8	43.8	32.4	26.0
Bre [%]	0.0	0.6	0.3	45.9	0.0	0.0
Dyrket mark [%]	0.0	1.3	0.3	0.0	0.0	0.0
Myr [%]	4.1	6.5	3.5	0.1	2.7	1.9
Skog [%]	12.1	37.5	42.4	6.0	24.7	1.9
Sjø [%]	11.9	6.5	7.7	6.3	1.9	3.9
Snaufjell [%]	64.1	36.1	19.7	32.2	58.2	92.1
Urban [%]	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Uklassifisert [%]	7.8	11.6	26.1	9.6	12.5	0.2
Høyde min [moh]	398	35	413	71	49	642
Høyde 50 [moh]	761	465	654	902	445	833
Høyde maks [moh]	1469	1531	1375	1578	1194	1250
q _N	1961-90 [l/s·km ²]	33.1	63.4	51.7	86.3	85.1
	Observer [l/s·km ²]	34.5	61.3	38.9	82.4	88.3
Døgn data	Obs.periode	1928-1967	1909-2022	1994-2022	1930-2022	1964-2022
	Antall år med data	40	114	23	92	59
Kulm. data	Obs.periode	Ingen data	1975-2022	1994-2022	1968-2022	1969-2022
	Antall år med data	Ingen data	37	23	23	39
Kurvekvalitet flom	dårlig/ meget bra*	ukjent	meget bra	bra	dårlig	bra

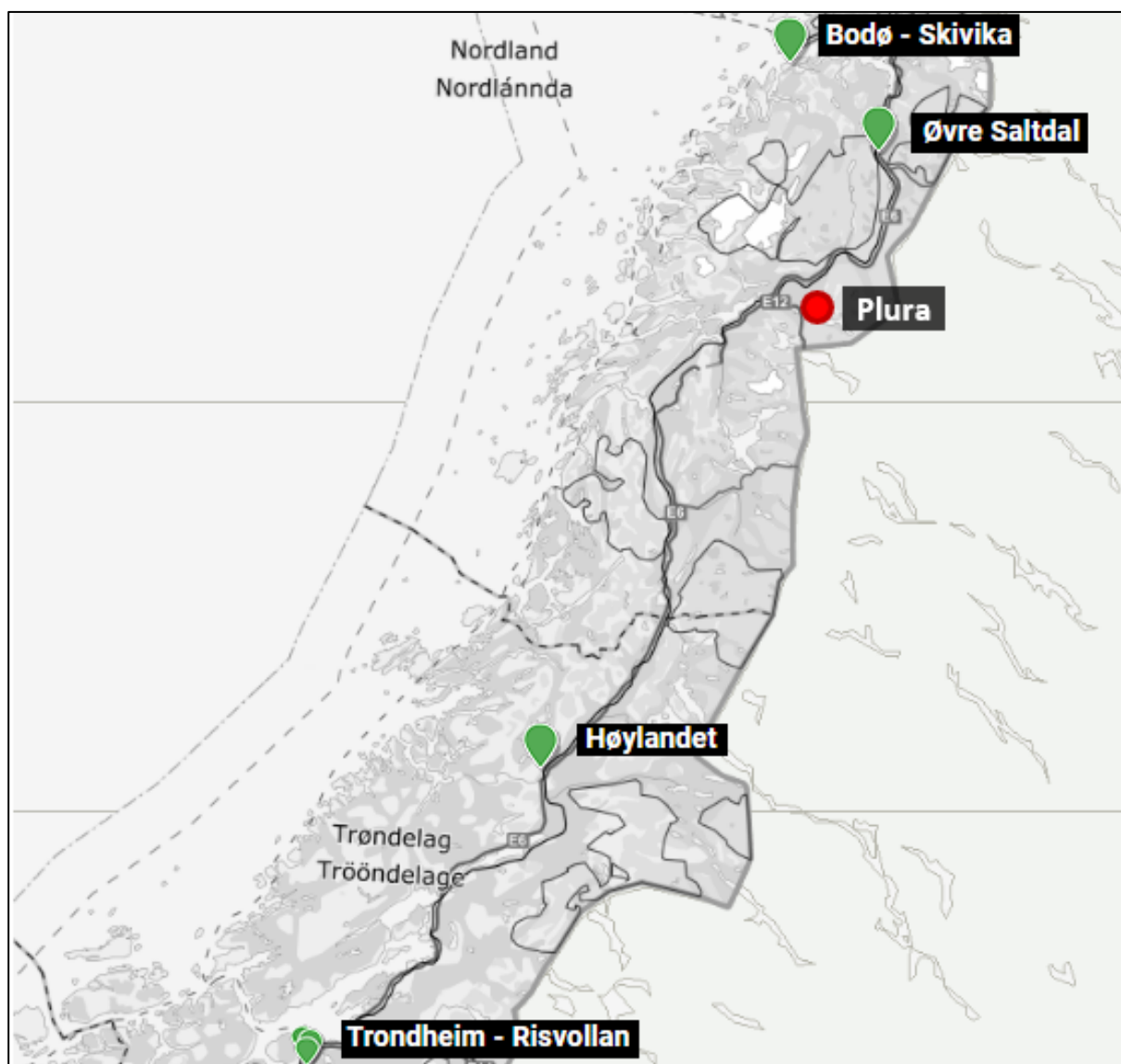
* Dårlig kurvekvalitet for data mellom 1928-1954, meget bra mellom 1955-1968.

3.2.2. Tilgjengelige nedbørsdata

Nedbørstatistikk for gjentaksintervaller opp til og med 200 år og varighet opp til 24 timer er offentlig tilgjengelig, og kan hentes via blant annet Norsk Klimaservicesenter. For Plura, er det sparsomt med nærliggende meteorologiske målestasjoner i nærheten med tilstrekkelig serielengde for ekstremnedbørstatistikk – se Figur 3-4. De nærmeste stasjonene ligger i Bodø og Saltdal i nord, og Høylandet i sør, men det er opplyst om at disse har en noe kort og i tillegg usikker måleserie (se Tabell 3-3). Dette er nok grunnen til at det i Rana kommunes veileder for overvannshåndtering (2020), står at stasjonen Trondheim – Risvollan skal benyttes for overvannsberegninger i kommunen. Denne ligger langt unna, men har en lang måleserie med god kvalitet. I mangel på bedre data, benyttes stasjonen Trondheim – Risvollan. Benyttede IVF-data er gitt i Tabell 3-4.

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

Stasjonsnummer	SN81620	SN82310	SN72850	SN68230
Stasjonsnavn	Øvre Saltdal	Bodø - Skivika	Høylandet	Trondheim - Risvollan
Høyde [moh]	26	5	22	84
Info om data	Obs.periode	1967-1981	1997-2022	1967-1980
	Antall sesonger	12	19	10
	Kvalitetsklasse	Svært usikker (3)	Noe usikker (2)	Svært usikker (3)
				God (1)



Figur 3-4 Utsnitt fra Seklima, som viser meteorologiske målestasjoner i regionen med IVF-data basert på minimum 10 sesonger.

Tabell 3-4 IVF-data i mm hentet fra Norsk Klimaservicesenter.

Trondheim - Risvollan (SN68230)																	
Antall sesonger: 34 (1986-2022)																	
		Regnvarighet [min]															
Gjentaksintervall [år]		1	2	3	5	10	15	20	30	45	60	90	120	180	360	720	1440
	2	1.1	1.9	2.5	3.5	5.0	6.0	6.6	7.5	8.7	9.8	11.6	13.4	16.2	24.1	32.9	43.4
	5	1.6	2.9	4.0	5.5	7.6	8.8	9.6	10.8	12.3	13.3	15.3	17.2	20.5	29.8	41.6	56.3
	10	2.0	3.6	5.1	6.9	9.3	10.7	11.6	13.1	14.9	15.9	17.9	20.0	23.4	33.4	46.9	65.2
	20	2.4	4.3	6.1	8.2	10.9	12.5	13.6	15.5	17.5	18.7	20.6	22.7	26.1	36.9	52.1	73.5
	25	2.5	4.6	6.4	8.6	11.4	13.1	14.2	16.3	18.4	19.6	21.5	23.7	27.1	38.0	53.8	76.2
	50	2.9	5.3	7.5	10.0	13.0	14.9	16.1	18.8	21.4	22.7	24.4	26.6	29.9	41.3	58.8	84.4
	100	3.4	6.1	8.6	11.3	14.6	16.6	18.0	21.4	24.5	26.1	27.4	29.6	32.6	44.4	63.6	92.6
	200	3.8	6.9	9.8	12.8	16.1	18.4	20.0	24.2	27.9	29.8	30.6	32.7	35.4	47.5	68.4	101.0

3.3. Beregning av 200-årsflom

3.3.1. Beregningsmetoder

Flomberegningsmetoder skilles mellom flomfrekvensanalyser og nedbør-avløpsmetoder;

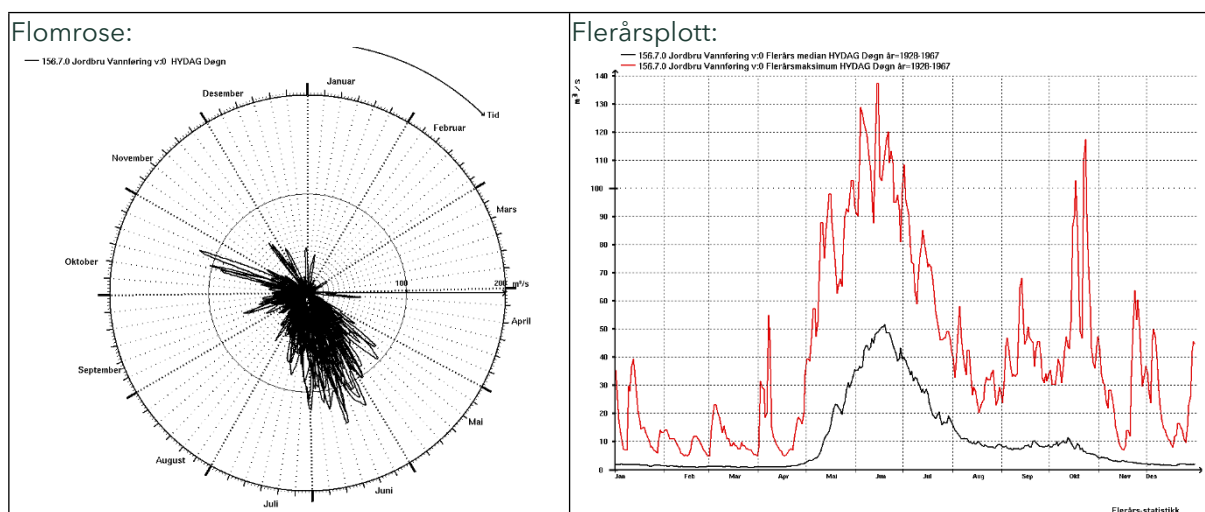
- Flomfrekvensanalyser
 - I slike analyser estimeres en indeksflom (middelflom Q_M) og vekstkurveforhold som angir forholdet mellom indeksflommen og en flom med et vilkårlig gjentakintervall T (Q_T/Q_M).
 - Den dimensjonerende flomvannføringen er en kulminasjonsverdi, det vil si vannføringstoppen under en flomhendelse. I flomfrekvensanalyser på kulminasjonsverdier (typisk timesverdier) beregnes dette direkte, mens i analyser på døgnverdier må estimatene konverteres til kulminasjonsverdier ved bruk av en faktor ($Q_{mom}/Q_{døgn}$).
 - Videre skilles det mellom flomfrekvensanalyser med hensyn til om de er direkte basert på observerte data (lokale analyser), eller om det benyttes regionale formelverk. Det er utarbeidet to regionale formelverk i Norge;
 - RFFA-2018; beregner døgnverdier – anbefalt for felt > ca. 60 km²
 - RFFA-NIFS: beregner kulm.verdier – anbefalt for felt < ca. 60 km²
- Nedbør-avløpsmetoder
 - I nedbør-avløpsmetoder beregnes flomvannføring fra nedbør (evt. i kombinasjon med snøsmelting) ved bruk av en hydrologisk modell eller en empirisk formel som gjengir responsen til nedbørfeltet.
 - I Norge benyttes vanligvis to metoder;
 - Den hydrologiske flommodellen PQRUT – anbefalt for felt 2-800 km²
 - Den rasjonale formel – anbefalt for felt < 2 km²

Det henvises til NVEs *Veileder for flomberegninger* (1/2022) og NVEs rapport *Lokal og regional flomfrekvensanalyse* (10/2020) for utdypende beskrivelse av metodene.

Hvilke metoder man benytter avhenger av tilgjengelige data, og egnethet i forhold til feltegenskaper. Siden hovedelva Plura og sidebekken har såpass forskjellige egenskaper, er det her valgt å gjøre egne beregninger for de to med forskjellige metoder.

3.3.2. Beregning Plura

Plura er et mellomstort felt (341 km²), med mye flomdempning. Ved å se på vannføringsstatistikk fra 156.7 Jordbru (se Figur 3-5), kommer det også tydelig frem at feltet er dominert at snøsmelteflommer på våren/sommeren, men at det også kan forekomme større regnflommer på høsten. Dette er et såkalt kombinasjonsregime.



Figur 3-5 Plott fra 156.7 Jordbru; flomrose og flerårsplott (median i svart og maksimum i rødt) som illustrerer hvordan vannføringen varierer over året.

Det er valgt å kun benytte to typer flomfrekvensanalyser; lokal analyse på observerte døgndata og regional analyse for døgnaverdier (RFFA-2018). Lokal analyse på kulminasjon/timesverdier er valgt bort, da stasjonen 156.7 Jorsbru ikke har dette (pga. gammel måleserie). Det regionale formelverket for kulminasjonsverdier (RFFA-NIFS) er ikke anbefalt for felt større enn 60 km², og velges derfor bort.

Det er valgt å ikke benytte nedbør-avløpsmetoder for Plura. Den rasjonale formel kan ikke brukes i større felt, og velges derfor bort. Ved bruk av den hydrologiske flommodellen PQRUT i større felt (> ca. 20 km²) anbefaler NVE at det benyttes nedbørdata med varighet *lengre* enn 24 timer for å fange opp flomdempningen i feltet. Videre skal en bruke sesongdata for nedbør hvis en skal kombinere det med snøsmelting. Nedbørstatistikk med varighet lengre enn 1 døgn, og sesongstatistikk, er ikke offentlig tilgjengelig. Bruk av PQRUT med de tilgjengelige nedbørdataene (IVF-kurve fra Trondheim-Risvollan), vil derfor trolig gi feilaktig beregning for Plura og velges derfor bort.

3.3.2.1 Lokal flomfrekvensanalyse – døgnaverdi

Den lokale analysen utføres på døgnavannføringsdata fra de utvalgte målestasjonene beskrevet i kapittel 3.2.1. Verdier for middelflom og vekstkurveforhold er hentet fra NVEs database Hydra II ved bruk av programmet Flomanalyse. Middelflommen deles på feltarealet til målestasjonene, slik at en får en spesifikk middelflom (q_M) som kan benyttes for det aktuelle feltet. For å finne vekstkurven, er det benyttet parameterfordelinger i henhold til anbefalinger i forhold til serielengde gitt i NVEs veileder, samt hvor godt de reflekterer de observerte flommene.

Resultatene er gitt i Tabell 3-5. En kan se at det er relativt god overensstemmelse mellom flomverdiene fra de forskjellige målestasjonene. 156.7 Jordbru har lavest spesifikk middelflom, til tross for at 152.4 Fusvatn har et større felt og 155.27 Lendingosen har en større effektiv sjøprosent (noe som tilsier at de bør har mer flomdempning). Dette er trolig på grunn av at grottesystemet tilknyttet Plura tar unna mye av flomvannet.

Tabell 3-5 Resultater fra lokal flomfrekvensanalyse på døgndata for utvalgte målestasjoner.

Flomfrekvensanalyse målestasjoner, døgndata						
Målestasjon	Areal [km ²]	Ant. år med data	Parameter- fordeling	Middelflom [l/s·km ²]	Q ₂₀₀ /Q _M [-]	Vekting
156.7.0 Jordbru	341	40	Tre (GEV)	260	2.165	80%
152.4.0 Fusvatn	523	114	Tre (GEV)	309	1.992	10%
155.27.0 Lendingosen	159	23	To (Gumbel)	287	2.279	10%
Vektet snitt:				267	2.159	-

Resulterende verdier for middelflom og 200-årsflom i Plura ved bruk av vektet snitt fra de utvalgte målestasjonene, er gitt i Tabell 3-6.

Tabell 3-6 Beregnet middelflom, vekstkurve og 200-årsflom (døgnverdi) med lokal analyse på døgndata.

Felt	Middelflom [m ³ /s]	Q ₂₀₀ /Q _M [-]	200-årsflom [m ³ /s]
Plura	88.5	2.159	196.8

3.3.2.2 Regional flomfrekvensanalyse – døgnverdi (RFFA-2018)

NVE har utarbeidet et regionalt formelverk for flomberegninger i større (> 60 km²), som beregner døgnverdier for flom. Dette er ofte kalt RFFA-2018. Formelverket består av to regresjonsligninger for beregning av flom, som benytter flere hydrologiske inngangsparametere som normalavrenning, effektiv sjøprosent, temperaturer, nedbør mm. Den første ligningen er for estimat av medianflom (døgnverdi), som generelt har usikkerhet knyttet til seg. Den andre ligningen er for vekstkurven (Q_T/Q_M), som ansees som svært robust (NVE, 2022).

I utgangspunktet tar RFFA-2018 *ikke* hensyn til reguleringer i feltet, da den baserer seg på statistikk fra uregulerte målestasjoner. Men, i og med at effektiv sjøprosent gis som inngangsdata, blir flomdempningen i det store magasinet Kalvatn delvis hensyntatt.

Estimert medianflom, vekstkurveforhold og 200-årsflom med RFFA- 2018 er gitt i Tabell 3-7.

Tabell 3-7 Beregnet middelflom, vekstkurve og 200-årsflom (døgnverdi) med RFFA-2018.

Felt	Medianflom [m ³ /s]	Q ₂₀₀ /Q _M [-]	200-årsflom [m ³ /s]
Plura	78.4	2.099	164.5

3.3.2.3 Kulminasjonsfaktor

For å estimere kulminasjonsverdier fra døgnmiddelverdier, benyttes forholdstallet $Q_{\text{mom}}/Q_{\text{døgn}}$ - også kalt kulminasjonsfaktor. Denne faktoren kan estimeres fra regresjonsligninger fra formelverket RFFA-2018, eller estimeres fra observasjoner. Det er her gjort begge deler. Kulminasjonsfaktor fra observasjoner er estimert fra de 3 største observerte flommene ved målestasjon 152.4 Fusvatn og 155.27 Lendingosen. 156.7 Jordbru kan ikke benyttes, i mangel på timesdata. Beregnede forholdstall og endelig valgt kulminasjonsfaktor er gitt i Tabell 3-8.

Kulminasjonsfaktor fra observasjoner ligger på rundt 1.01-1.02, mens RFFA-2018 gir en faktor på rundt 1.05. Det er altså små forskjeller, og faktorene er lave noe som reflekterer mye flomdempning i både Plura og referansefeltene. Det er valgt å ta utgangspunkt i faktoren fra RFFA-2018, primært siden referansestasjonene ligger langt unna og har noe forskjellig feltegenskaper. Endelig kulminasjonsfaktor er følgelig satt til $Q_{\text{mom}}/Q_{\text{døgn}} = 1.05$.

Tabell 3-8 Estimerte kulminasjonsfaktorer basert på observasjoner og RFFA-2018, samt endelig valgt verdi.

Flomhendelse	Kulminasjon [m³/s]	Døgnmiddel [m³/s]	Q _{mom} /Q _{døgn} [-]
Målestasjon 152.4 Fusvatn			
Største observerte flom (12.01.2002)	298.04	292.36	1.019
2. største observerte flom (03.01.2020)	253.55	248.53	1.020
3. største observerte flom (27.01.2017)	250.25	246.81	1.014
Målestasjon 155.27 Lendingosen			
Største observerte flom (04.06.1995)	85.63	83.88	1.021
2. største observerte flom (14.06.2005)	66.63	66.12	1.008
3. største observerte flom (10.06.2011)	59.60	58.35	1.021
Beregnete verdier			
Beregnet med RFFA-2018	-		1.053
Valgt kulminasjonsfaktor:			1.050

3.3.2.4 Oppsummering og endelig estimat

Beregnete vannføringer (døgnverdier) for Plura, samt konvertering til kulminasjonsverdier, er gitt i Tabell 3-9.

For å vurdere troverdigheten til resultatene, benyttes ofte erfaringstall oppgitt i NVEs veileder (1/2022). Det foreligger imidlertid ikke erfaringstall for 200-årsflom for mellomstore felt (50-500 km²), kun for 1000-årsflom. Beregning av 1000-årsflom med de samme metodene, gir en spesifikk døgnverdi ($q_{1000 \text{ døgn}}$) på 724 l/s·km² ved bruk av lokal analyse og 567 l/s·km² ved bruk av RFFA-2018. Erfaringstallene for $q_{1000 \text{ døgn}}$ i Nord-Norge ligger mellom 500-2000 l/s·km², hvor de laveste verdiene typisk opptrer i indre strøk av Nordland og Troms. Altså gir metodene estimater innenfor erfaringstall, og er fornuftige i forhold til

lokasjonen til vassdraget. RFFA-2018 gir et estimat helt i det nedre sjiktet, mens den lokale analysen gir en typisk verdi for regionen.

Den lokale analysen reflekterer trolig situasjonen i vassdraget *før* regulering bra, men det er forventet etablering av dam/magasin Kalvatn har ført til betydelig mer flomdempning i ettertid. Det er derfor sannsynlig at RFFA-2018 gir et mer realistisk estimat, da denne delvis hensyntar flomdempningen i Kalvatn gjennom effektiv sjøprosent. Erfaringsmessig gir også RFFA-2018 en *større* flomverdi sammenlignet med mer detaljerte magasinruting-beregninger (som hensyntar forhold ved flomoverløp i dammer osv. i større grad). Det er imidlertid vanskelig å si dette med sikkerhet, uten å gjøre en slik magasinruting.

Mer bakgrunn i overnevnte momenter, er det valgt å ta utgangspunkt i beregnet flomverdi med RFFA-2018. Endelig estimat for 200-årsflom for Plura er derfor satt til **$Q_{200} = 175 \text{ m}^3/\text{s}$** .

Tabell 3-9 Beregnede flomverdier for Plura, og endelig estimat for 200-årsflom.

Metode		200-årsflom Plura				
		Døgnmiddel		$Q_{\text{mom}}/Q_{\text{døgn}}$	Kulminasjon	
		[l/s·km ²]	[m ³ /s]		[l/s·km ²]	[m ³ /s]
Flomfrekvensanalyse døgnverdier	Lokal analyse	577	196.8	1.050	606	206.7
	Regional analyse (RFFA-2018)	482	164.5		507	172.7
Endelig estimat:		489	166.7	1.050	513	175.0

3.3.3. Beregning sidebekk

Sidebekken til Plura, som går under gårdstunet, har et lite felt (1.4 km²) – på grensen til mikrofelt. De største flommene i slike felt opptrer typisk som følge av intense nedbørhendelser.

I mangel på gode og representative referansestasjoner (se kapittel 3.2.1), er det valgt å ikke utføre lokale flomfrekvensanalyser for sidebekken. Videre er ikke formelverket RFFA-2018 egnet for små felt, og det er derfor valgt å kun benytte det regionale formelverket RFFA-NIFS til flomfrekvensanalyse.

Til tross for at det er nokså sparsomt med nedbørdata i området, er det valgt å benytte nedbør-avløpsmetoder for sidebekken – mest for å få noen flere estimer som kan sammenlignes. Sidebekken vil ha en mye raskere respons på nedbør sammenlignet med Plura, og IVF-data som har varighet opp til 24 timer vil derfor være mer enn tilstrekkelig til å kunne fange opp flomforholdene i bekken, i tillegg til at snøsmelting vil ha en neglisjerbar innvirkning. Det er valgt å benytte både den rasjonale formel og PQRUT, da sidebekken har en feltstørrelse som er helt i grenseland for begge to.

IVF-data hentet fra Norsk Klimaservicesenter (se Tabell 3-4) er punktverdier. Det er valgt å konvertere disse til arealnedbør ved bruk av arealreduksjonsfaktorer (ARF), som er estimert fra anbefalte verdier med hensyn til feltstørrelse og varighet oppgitt i NVEs veileder (1/2022) – se Tabell 3-10.

Tabell 3-10 Verdier for ekstremnedbør fra målestasjon Trondheim-Risvolla og arealreduksjonsfaktorer (ARF).

Antall timer		1	2	3	6	12	24
Punkt P200	[mm]	29.8	32.7	35.4	47.5	68.4	101
	[l/s·ha]	82.7	45.4	32.8	22	15.8	11.7
ARF (1.4 km ²)	[-]	0.962	0.972	0.973	0.976	0.986	0.990
Areal P200	[mm]	28.7	31.8	34.4	46.4	67.4	100.0
	[l/s·ha]	79.5	44.1	31.9	21.5	15.6	11.6

3.3.3.1 Regional flomfrekvensanalyse - kulminasjonsverdi (RFFA-NIFS)

NVE har utarbeidet et regionalt formelverk for flomberegninger i små (< 50-60 km²) uregulerte felt, som beregner kulminasjonsverdier direkte. Dette er ofte kalt NIFS-formelverk. Formelverket består av to regresjonsligninger for beregning av flom, som bruker inngangsparameterne feltareal, spesifikk middelavrenning og effektiv sjøprosent. Den første ligningen er for estimat av middelflom (kulminasjonsverdi), som generelt har usikkerhet knyttet til seg. Den andre ligningen er for vekstkurven (Q_T/Q_M), som ansees som svært robust for gjentaksintervall mindre eller lik enn 200 år i små felt (NVE, 2022).

Estimert middelflom, vekstkurveforhold og 200-årsflom er gitt i Tabell 3-11.

Tabell 3-11 Beregnet middelflom, vekstkurve og 200-årsflom (kulminasjon) med NIFS-formelverk.

Felt	Middelflom [m ³ /s]	Q_{200}/Q_M [-]	200-årsflom [m ³ /s]
Sidebekk	1.2	2.732	3.2

3.3.3.2 Den rasjonale formel

Den rasjonale formel består av en ligning som beregner flomvannføring som en direkte funksjon av avrenningsfaktor og regnintensitet.

Avrenningsfaktorer (C) er valgt basert på anbefalte verdier i NVEs veileder, og endelig verdi er arealvektet gjennomsnitt. I veilederen er det anbefalt å legge til et påslag i C-verdien, som følge av økt metningsgrad i bakken ved nedbørhendelser med større returperioder. C-verdier for overflater som har en lagringsevne i grunnen er derfor økt med 30%, i henhold til anbefalingen for 200 års gjentaksintervall. Se Tabell 3-12.

Tabell 3-12 Grunnlag for og beregning av avrenningsfaktor (C).

Arealtype	C basis [-]	C påslag [%]	C inkl. påslag [-]	Areal [%]
Skog	0.15	30	0.20	69.8
Dyrket mark	0.40	30	0.52	2.7
Snau fjell / åpen fastmark	0.70	0	0.70	27.5
Endelig avrenningsfaktor:	0.34			

Regnintensitet er hentet fra IVF-data fra nedbørmålestasjon Trondheim-Risvolla (arealverdier - se Tabell 3-10), hvor varigheten på regnet er satt til konsentrasjonstiden til feltet. Denne er beregnet med formel for naturlige felt gitt i NVEs veileder, som bruker inngangsparametere som høydeforskjell, feltlengde og effektiv sjøprosent. Denne gir en konsentrasjonstid på 44 minutter for sidebekken, men erfaringsmessig underestimerer formelen tiden noe når feltstørrelsen øker. Det er derfor valgt å benytte en konsentrasjonstid på 60 minutter.

En oppsummering av grunnlag benyttet i flomberegning med den rasjonale formel, samt beregnet vannføring for 200-årsflom, er gitt i Tabell 3-13.

Tabell 3-13 Benyttede verdier og beregnet 200-årsflom med den rasjonale formel.

Felt	Areal [ha]	Konsentrasjons- tid [min]	Avrennings- faktor [-]	Regn- intensitet [l/s·ha]	200-årsflom [m ³ /s]
Sidebekk	141	60	0.34	79.5	3.8

3.3.3.3 Hydrologisk flommodell (PQRUT)

I den forenklete hydrologiske modellen PQRUT beregnes avrenningen som opptrer som følge av et gitt nedbørforløp. Det er en lineær karmodell, hvor nedbørfeltet er representert som et kar med to utløp som har forskjellig tømmekonstant (K_1 og K_2) og er skilt av et terskelnivå (T). Det er her benyttet NVEs nett-versjon av modellen.

Parameterne til PQRUT bør helst bestemmes via kalibrering mot observert vannføring fra det aktuelle vassdraget. Siden dette ikke foreligger for sidebekken, er de beregnet ut fra ligninger gitt i NVEs veileder (01/2022) - se Tabell 3-14.

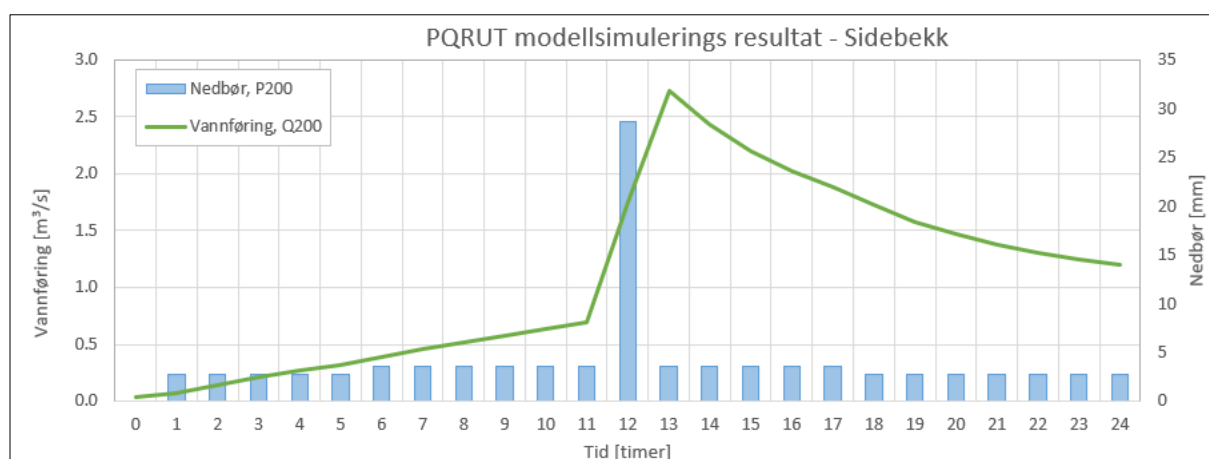
Tabell 3-14 Beregnede modellparametere i PQRUT.

Felt	K1 [1/time]	K2 [1/time]	T [mm]	Konsentrasjonstid [timer]
Sidebekk	0.244	0.073	27.72	1

Nedbørforløp for en 200-års hendelse er konstruert med utgangspunkt i hentet fra IVF-data til nedbørmålestasjon Trondheim-Risvolla (arealverdier - se Tabell 3-10). Forløpet er

konstruert etter anbefalinger gitt i NVEs veileder; varighet på 24 timer (anbefales for felt < 10-20 km²), en symmetrisk fordeling omkring høyeste nedbørintensitet (anbefalt for varigheter ≤ 2 døgn) og tidsskritt på en time. Flere mulige former på nedbørforløp er testet for å finne størst kulminasjonsverdi.

Konstruert nedbørforløp og estimert flomforløp med 200-års gjentakintervall er vist i Figur 3-6. Nøkkeltall fra beregningen med PQRUT er gitt i Tabell 3-15. Flomforløpet er relativt spisst, noe som reflekterer at sidebekken er et lite og bratt felt.



Figur 3-6 Konstruert nedbørforløp og beregnet flomforløp med PQRUT for 200-årsflom i sidebekk.

Tabell 3-15 Nøkkeltall for beregning av 200-årsflom i sidebekk med den hydrologiske flommodellen PQRUT.

Felt	Nedbør totalt [mm/døgn]	Nedbør maks [mm/time]	200-årsflom [m³/s]
Sidebekk	100.0	28.7	2.7

3.3.3.4 Oppsummering og endelig estimat

Beregnete vannføringer for sidebekken til Plura (kulminasjonsverdier) er gitt i Tabell 3-16.

Erfaringstall for spesifikk kulminasjonsverdi (time) ved 200-årsflom ($q_{200 \text{ kulm}}$) i små felt i Nordland ligger mellom 800-4000 l/s·km². De største verdiene finner en stort sett langs kysten og/eller i felt med lite selvreguleringsevne. De minste verdiene er i indre strøk og/eller i felt med større selvreguleringsevne. Alle metodene benyttet for sidebekken gir estimer innenfor erfaringstallene. I forhold til egenskapene og lokasjonen til feltet gir også metodene fornuftige verdier; det ligger i indre strøk (lavere verdier), men har liten selvregulering/flomdemping (større verdier). Den rasjonale metode gir størst flomverdi (noe som er svært vanlig), og PQRUT lavest.

Med bakgrunn i at nedbørsdataene som er benyttet i den rasjonale formel og PQRUT er fra en stasjon som er såpass langt unna (Trondheim – Risvollan), er det valgt å ta utgangspunkt

i beregnet flomverdi med RFFA-NIFS. Denne gir i tillegg et noe midlere estimat. Endelig estimat for 200-årsflom for sidebekken er derfor satt til **$Q_{200} = 3.2 \text{ m}^3/\text{s}$** .

Tabell 3-16 Beregnede flomverdier for sidebekk, og endelig estimat for 200-årsflom.

Metode		200-årsflom Sidebekk	
		[l/s·km ²]	[m ³ /s]
Flomfrekvensanalyse kulminasjon	Regional analyse (RFFA-NIFS)	2241	3.2
Nedbør-avløpsmetoder	Den rasjonale formel	2725	3.8
	Flommodell PQRUT	1936	2.7
Endelig estimat:		2241	3.2

3.4. Klimapåslag og dimensjonerende flom

Klimaendringer vil føre til endrede flomforhold i Norges vassdrag. Som følge av økte regnintensiteter, forventes det en økning i flomstørrelse i vassdrag hvor regnflommer er årets største flom, og spesielt i små felt. Med bakgrunn i dette, er det i NVEs veileder (1/2022) anbefalt å benytte et klimapåslag på 40% for alle felt mindre enn 10 km² og 20% i store felt hvor regnflom er årets største flom. I *Klimaprofil Nordland* (Norsk Klimaservicesenter, 2021) er det anbefalt å benytte et klimapåslag på 40% for alle nedbørfelt sør for Saltdal. Dette er også spesifikt anbefalt for Ranelva, som Plura har utløp i.

Med bakgrunn i overnevnte anbefalinger, er det valgt å benytte et **klimapåslag på 40%** for både Plura og sidebekken.

Dimensjonerende flomverdi skal inkludere klimapåslag, for å hensynta fremtidige klimaendringer. Dette gir verdier som oppsummert i Tabell 3-17.

Tabell 3-17 Endelige estimat for 200-årsflom, og dimensjonerende flomverdier som inkluderer klimapåslag.

Felt	200-årsflom [m ³ /s]	200-årsflom + 40% klima [m ³ /s]
Plura	175.0	245.0
Sidebekk	3.2	4.4

3.5. Samløpsproblematikk

Det er valgt å kartlegge en situasjon hvor dimensjonerende flom kulminerer i Plura og sidebekken samtidig. Elva og sidebekken har imidlertid svært forskjellige feltegenskaper, og i realiteten kan flommen i Plura være på retur, eller enda ikke nådd flomtoppen, når flommen i sidebekken kulminerer. Det kan også være at en nedbørhendelse som fører til en 200-årsflom i sidebekken, kun gir f.eks. en middelflom i Plura.

Dette er altså en noe konservativ tilnærming, men har imidlertid trolig lite å si for resultatene. Flomforhold i Plura vil ha lite innvirkning på sidebekken, da bekken ligger en del høyere i forhold til elva der den går under gårdstunet. Bekken har også liten innvirkning på Plura, da dens flombidrag blir lite i forhold til vannføringen i hovedelva.

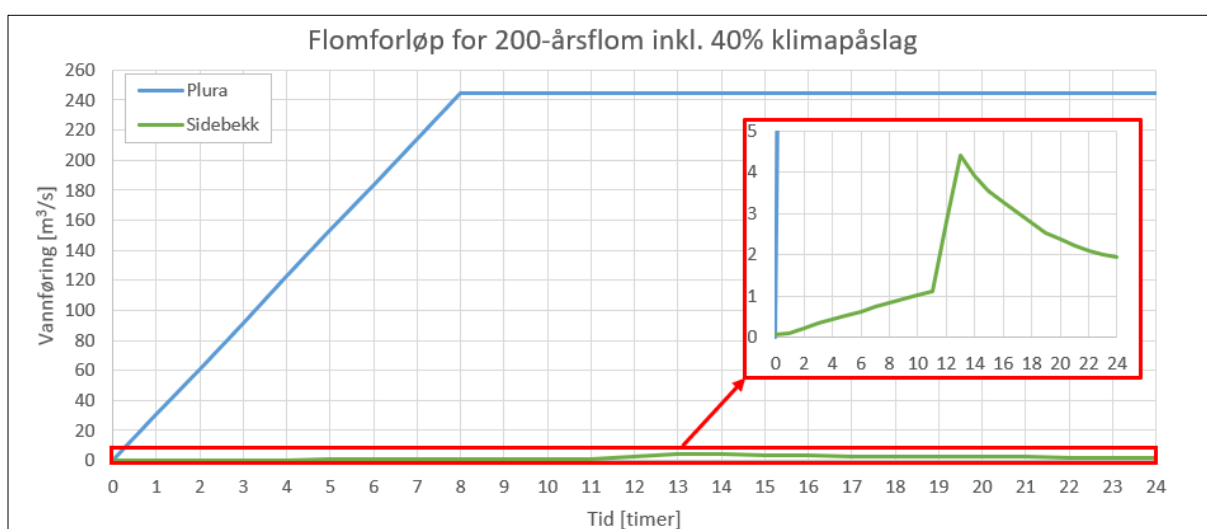
3.6. Flomforløp

I todimensjonal hydraulisk modellering må flommen gis som et forløp, det vil si en serie med vannføringsverdier over tid. Dette er spesielt viktig i små vassdrag hvor flomtoppen ikke nødvendigvis vil vare lenge, og man kan få oppstuvende effekter som følge av manglende kapasitet i kulverter, rundt bruer og ved flatt terreng.

For Plura er det valgt å benytte et forenklet flomforløp, med gradvis oppbygging og konstant vannføring lik beregnet kulminasjonsverdi over en lengre periode. Dette er et stort vassdrag med mye flomdempning, og kulminasjon- og døgnmiddelerverdi er nokså lik ($Q_{\text{mom}}/Q_{\text{døgn}} = 1.05$). Den gradvise oppbyggingen er lagt inn for å hindre at modellen blir ustabil i starten av simuleringen.

Sidebekken har et betydelig mindre felt, og vil ha større forskjell mellom kulminasjon- og døgnverdi. Videre går den igjennom et par stikkrenner i analyseområdet, og her kan en få oppstuvning og flomvann på avveie. Det er derfor valgt å konstruere et noe mer realistisk flomforløp for sidebekken. Flomforløpet er basert på skalering av det modellerte flomforløpet ved bruk av PQRUT (se Figur 3-6), slik at «formen» på forløpet beholdes men korrekte flomstørrelser benyttes.

Flomforløp som er benyttet er illustrert i Figur 3-7.



Figur 3-7 Flomforløp for dimensjonerende 200-årsflom (inkl. 40% klimapåslag) i Plura og sidebekk.

4. Hydrauliske beregninger

4.1. Programvare og modelltype

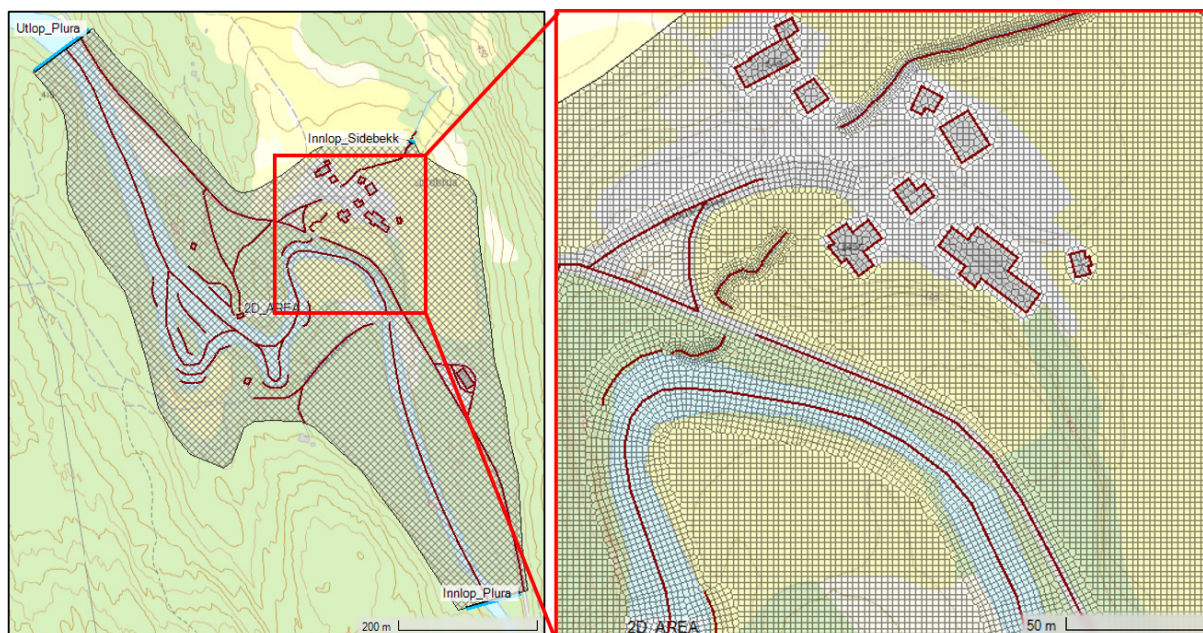
Hydrauliske beregninger er utført med programvaren HEC-RAS versjon 6.4.1, som er utviklet av United States Army Corps of Engineers. I HEC-RAS kan en utføre endimensjonale stasjonære hydrauliske beregninger, og en- og todimensjonal dynamisk (ikke-stasjonær) modellering. For detaljert informasjon om funksjonaliteter, modelloppbygging og beregningsteori, vises det til brukermanualen til HEC-RAS (HEC, 2023).

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

4.2. Modelloppsett

4.2.1. Analyseområde, beregningsnett og grensebetingelser

Den hydrauliske modellen består av et analyseområde, beregningsnett og grensebetingelser – se Figur 4-1.



Figur 4-1 Kart som viser analyseområdet, grensebetingelser og beregningsnett i hydraulisk modell.

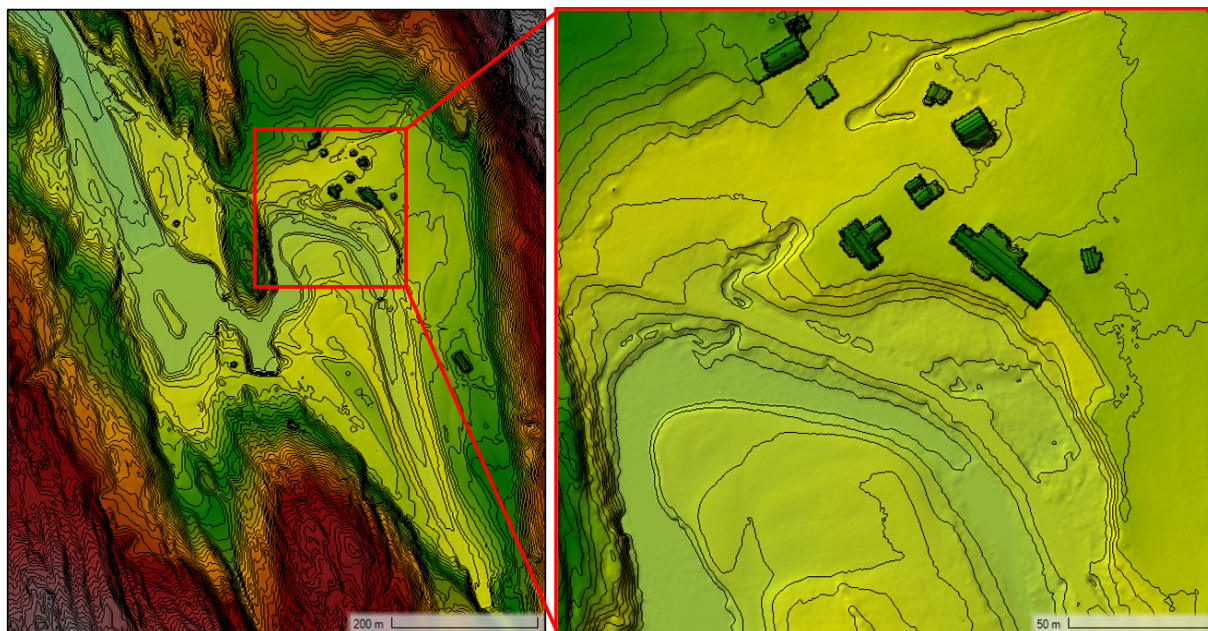
Det er definert to innløp i modellen; ett for Plura og ett for sidebekken. Disse er plassert et stykke oppstrøms gårdstunet, slik at korrekte strømningsforhold blir modellert der. Utløpet i modellen er plassert et stykke nedstrøms i Plura av samme grunn. Analyseområdet for øvrig er romslig avgrenset, slik at all strømning og vannoppsamling som kan ha en betydning for flomsituasjonen blir inkludert i analysen.

Den hydrauliske modellen baserer seg på et rutenett, hvor det for hver enkelt rute gjøres beregninger. Rutenettstørrelsen er satt til 2 meter, og noe lavere (1 meter) i og rundt løpet til sidebekken. Rundt bygg, langs veier og i elve- og bekkeløp, er det også lagt inn knekklinjer i modellen, noe som orienterer rutene i riktig retning og gjør at strømningen blir mer nøyaktig modellert.

Ved innløpet i modellen, er det benyttet konstruerte flomforløp for 200-årsflom inkl. klimapåslag (se Figur 3-7) sammen med antagelse om normalstrømning som øvre grensebetingelse. Ved utløpet er det benyttet antagelse om normalstrømning som nedre grensebetingelse.

4.2.2. Terrengmodell

Det er satt opp en terrengmodell, som er hovedgrunnlaget for de hydrauliske beregningene – se Figur 4-2. Modellen har en oppløsning på 0.5x0.5 meter



Figur 4-2 Terrengmodell som er benyttet i hydrauliske beregninger.

Terrengmodellen er basert på laserskanning av området foretatt i 2019 (prosjekt *NDH Rana nordøst 2pkt 2019*). Dette er det eneste datasettet for området, men de er relativt nylige og

reflekterer trolig dagens situasjon bra. Laserdata kan ha unøyaktige høyer for terreng under tett vegetasjon, da vegetasjonen skygger for underliggende terreng. Det er imidlertid sparsomt med vegetasjon både langs Plura og sidebekken, og laserdataene antas å reflektere terrenget godt. Det er enkelte steder i sidebekken at nøyaktige bunnforhold ikke er registrert, og det er derfor foretatt mindre manuelle redigeringer her.

Vanlig laserskanning klarer heller ikke å fange opp bunnforhold under større vanndybder, da det registrerer kun vannoverflater. Stort sett er tilsynelatende både sidebekken og Plura tilnærmet tørrlagt på tidspunktet for skanningen, og dette gir derfor lite utslag. Det er imidlertid et parti i Plura hvor en har noe større vanndybder, som følge av en etablert terskel rett ved inngangen til grottesystemet. De største vanndypene er et stykke nedstrøms gårdstunet, og mangel på registrering av bunnforhold vil derfor trolig ha minimal innvirkning på strømningsforhold i elva ved tunet, spesielt under flom.

Eksisterende bygninger er lagt inn i modellen, ved å klippe disse ut fra overflatemodeller. Andre oppstikkende detaljer som trær er ikke lagt inn.

4.2.3. Friksjonsforhold og ruhetsverdier

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

Friksjonsforhold er vurdert ut fra kart, flyfoto og bilder tatt under befarings. Benyttede ruhetsverdier i modellen er gitt i Tabell 4-1. Disse er basert på standardverdier i *Vassdragshåndboka* (Fergus m.fl., 2010), samt kalibrering mot observert flom (se kapittel 4.2.6).

Tabell 4-1 Benyttede ruhetsverdier i hydraulisk modell.

Type overflate		Ruhetsverdi	
		n	$M (=1/n)$
Bekkeløp (ganske rett, noe vegetasjon)		0.035	29
Elveløp	Tørrlagt parti (middels stein, ganske rett)	0.040	25
	Dypere parti (finere bunn, meandrering)	0.035	29
Plen		0.030	33
Dyrket mark		0.040	25
Buskelandskap		0.060	17
Skog		0.080	13
Grus (vei og tun)		0.025	40

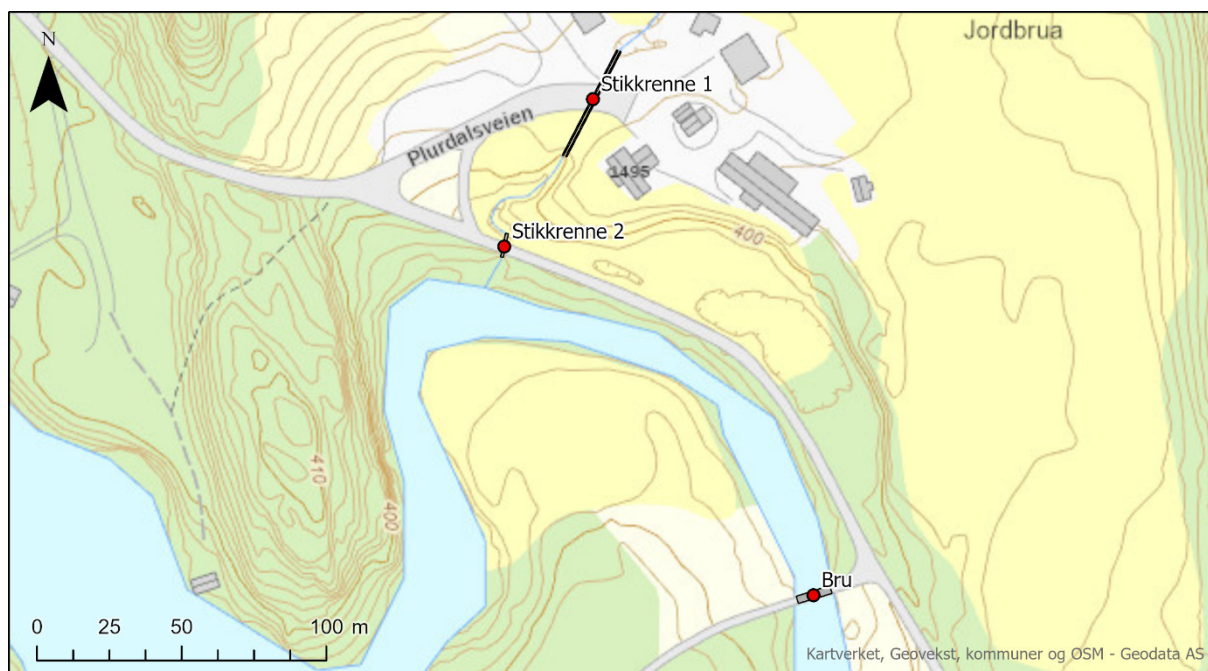
4.2.4. Konstruksjoner i vassdraget

Plura går under en bru og sidebekken ledes gjennom to stikkrenner innenfor analyseområdet – se Figur 4-3. Stikkrenne og brua ble målt inn i august 2023 av både Asplan Viak og oppdragsgiver. Bilder av konstruksjonene er vist i Figur 4-4.

Disse konstruksjonene er lagt inn i modellen, og data som er benyttet er oppsummert i Tabell 4-2. Friksjonstap er representert gjennom ruhetsverdier, hvor Manningstall er vurdert med hensyn til materiale, tilstand og form. Energi-/falltap ved inn- og utløp er representert gjennom singulærtapskoeffisienter (k), hvor 0 betyr ingen tap og 1 er full tap av energihøyden. Koeffisient for utløpstap (k_{ut}) er satt til 1 for begge stikkrennene, som er en vanlig antagelse for vanngjennomløp med mindre dimensjoner. For brua er denne satt til $k_{ut}=0.5$, da denne har en bredde tilnærmet det samme som hovedløpet i elva. Koeffisienter for innløpstap (k_{inn}) er vurdert fra innløpsarrangement. Manningstall og koeffisienter er valgt basert på standardverdier i *Vassdragshåndboka* (Ferguson m.fl., 2010).

Det er ikke lagt inn gjentetning for vanngjennomløpene, med bakgrunn i at disse var åpne under befaring.

Det er en terskel i elva, som ikke er lagt inn som en egen konstruksjon i modellen. Denne er imidlertid lagt inn i terrengmodellen, og strømming over og rundt terskelen er hensyntatt gjennom dette.



Figur 4-3 Kart som viser lokasjon til bru og stikkrenner i analyseområdet.

Sidebekk, stikkrenne 1

Innløp rør:



Utløp rør:



Sidebekk, stikkrenne 2

Innløp:



Innvendig:



Plura, bru



Figur 4-4 Bilder av bruer og kulvert i analyseområdet (foto tatt i august 2023).

Tabell 4-2 Data for vanngjennomløp som er benyttet i hydraulisk modell.

Nr./navn	Type	Dimensjoner	Lengde [m]	Høyde [moh.]		Ruhetsverdi		Tap innløp Ki
				Innløp	Utløp	n	M (=1/n)	
Stikkrenne 1	To glatte stålrør	Ø500mm	8.4	400.12	399.62	0.015	67	0.5
		Ø500mm	8.4	400.42	399.92	0.015	67	0.5
Stikkrenne 2	Korrugert stålrør	Ø1000mm	41.0	396.52	396.02	0.022	45	0.5
Bru	Stålbjelkebru	BxH = 12.2x2.0 m	2.7	396.47	396.47	0.030	33	0.2

4.2.5. Øvrige modellparametere

Det er benyttet ligningssettet Diffusion Wave til grunnlag for beregningene, og 0.2 sekunds beregningstidssteg. De første 18 timene av flomforløpet (se Figur 3-7) er modellert, da dette er tilstrekkelig til å fange opp flomtoppen.

4.2.6. Kalibrering

Kalibrering av en hydraulisk modell innebærer å justere modellparametere, primært ruhetsverdier, slik at modellert vannstand stemmer overens med observert vannstand under en gitt flomhendelse. Dette krever at det finnes samtidige målinger av vannstand og vannføring innenfor det aktuelle analyseområdet.

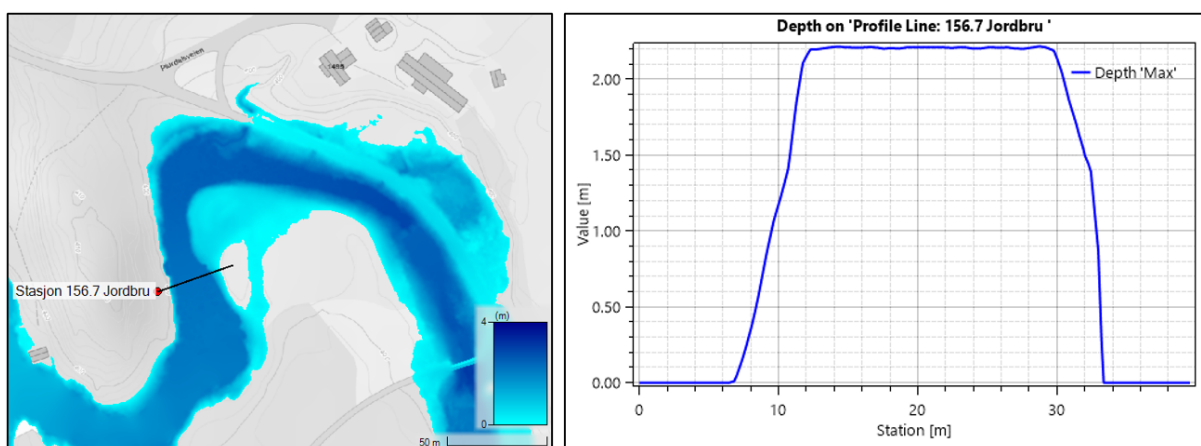
Dette finnes for Plura; rett ved gårdtunet lå den nedlagte målestasjonen 156.7 Jordbru (se kapittel 3.2.1), omtrentlig midt i analyseområdet. Den største flomhendelsen som ble registrert ved 156.7 Jordbru var i 1943, og basert på frekvensanalyser tilsvarte dette mellom en 50- og 100-årsflom. I NVEs databasesystem (Hydra II) står det imidlertid at det er stor usikkerhet knyttet til kurvekvaliteten på flom perioden 1927-1954. Med dette menes at det er usikkerhet knyttet til sammenhengen mellom observert vannstand og utledet vannføring. Det er derfor valgt å kalibrere mot den nest største observerte flommen, i 1961. Kurvekvaliteten på flom i perioden 1955-1968 er nemlig vurdert som meget bra. I tillegg tilsvarte flommen i 1961 mellom en 20- til 30-årsflom, noe som danner et svært godt kalibreringsgrunnlag.

Kalibreringsgrunnlaget er oppsummert i Tabell 4-3, og resultater fra modellering med observert flom som inngangsdata er vist i Figur 4-5. Med oppsettet på modellen som er beskrevet i foregående delkapitler, får man et avvik mellom observert og modellert vannstand på 7 cm. Dette er svært lite, og en kan derfor konkludere at modellen trolig reflekterer faktiske forhold i vassdraget svært bra.

Det bemerkes at modellen kun er kalibrert mot observert flom i Plura, og ikke sidebekken. Det er derfor en viss usikkerhet knyttet til modellparametere som er benyttet for bekken.

Tabell 4-3 Kalibreringsgrunnlag for hydraulisk modell.

Kalibreringsdata		
Stasjon		156.7.0 Jordbru
Dato for flomhendelse		04.06.1961
Flomhendelse		Mellom 20- og 30-årsflom
Observert vannføring	[m ³ /s]	128.7
Observert vanddybde	[m]	2.28
Modellert vanddybde	[m]	2.21
Avvik vanddybde	[±m]	0.07



Figur 4-5 Resultater i form av dybder fra modellering av / kalibrering mot observert flom i 1961 ved 156.7 Jordbru.

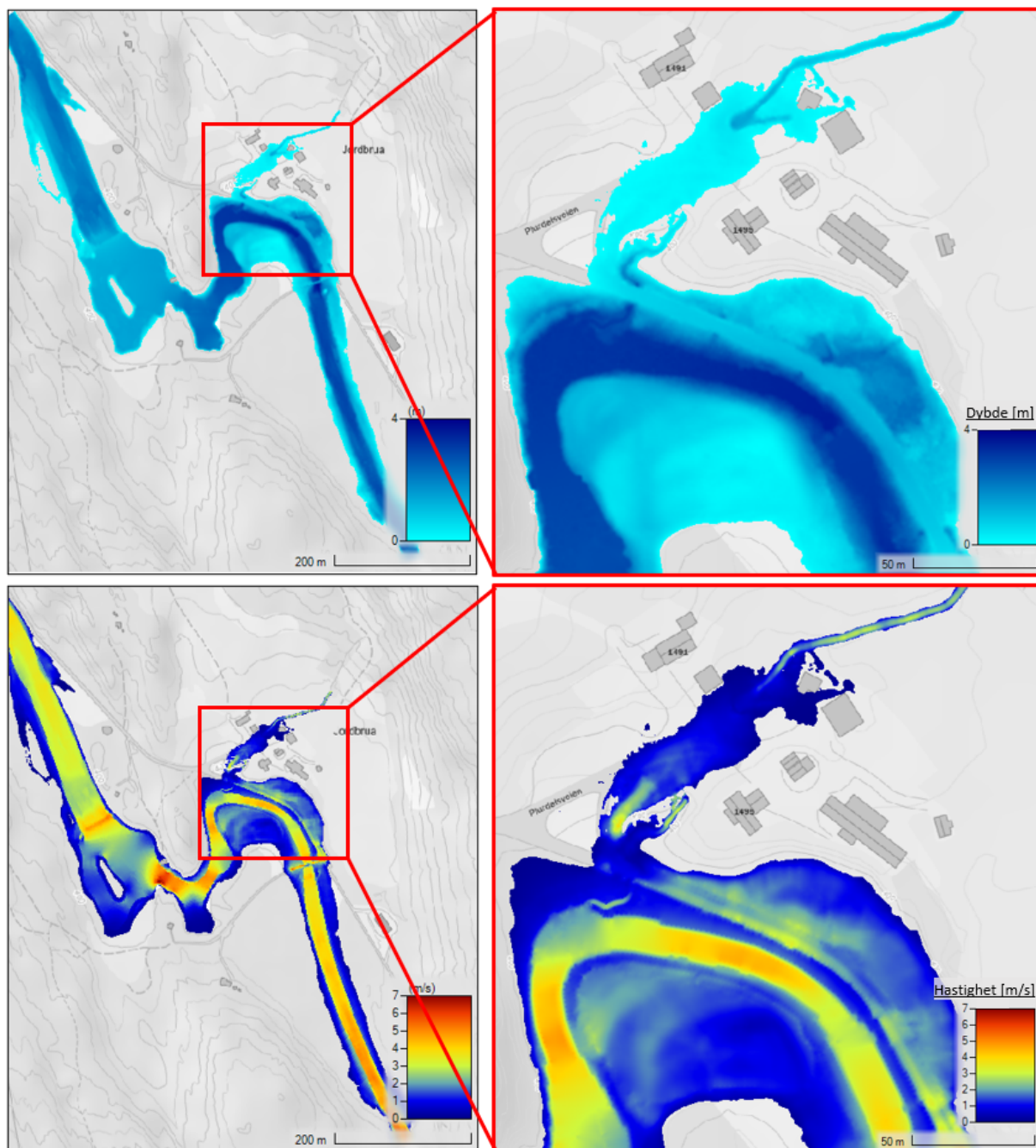
4.3. Resultater fra hydraulisk beregning

4.3.1. Flomdybder og hastighet

Beregnete flomdybder og vannhastigheter under 200-årsflom i fremtidens klima (inkl. 40% klimapåslag), er vist i Figur 4-6.

Resultatene viser at flommen i hovedelva Plura stort sett holder seg innenfor elvetrauet, med noen unntak. Brua ligger for lavt og blir overtoppet, og det er en del dyrka mark rett nedstrøms brua som blir oversvømt. Flommen i Plura når imidlertid ikke opp til gårdstunet. Terrenget ved byggene som er nærmest elvekanten, ligger omtrentlig 3 meter over flomvannstanden i Plura. I den øvre og «trangere» delen av Plura ligger flomdybden på rundt 2.5-3.0 meter, mens lengre nedstrøms der elva vider seg ut er de rundt 1.5-2.0 meter. Hastighetene varierer mellom ca. 2 og 7 m/s i elva, hvor de største verdiene opptrer i trangere partier, samt over terskelen.

Selve løpet/kanalen i sidebekken har stor nok kapasitet til å ta unna flomvannmengdene, og vanndybden i bekken er rundt 1 meter og hastighetene 2-3 m/s. De to rørene som fører bekken under gårdstunet (stikkrenne nr. 1) har imidlertid ikke det. Til sammen viderefører de kun 25% av kulminasjonsflomvannføringen i bekken, noe som medfører oppstuvning og flomvann på avveie. Stort sett blir ikke de eksisterende byggene på tunet berørt av dette, med delvis unntak av de tre som ligger nærmest sidebekken.



Figur 4-6 Dybde- og hastighetsplott for 200-årsflom med 40% klimapåslag i Plura og sidebekk.

4.3.2. Vurdering av flomfare

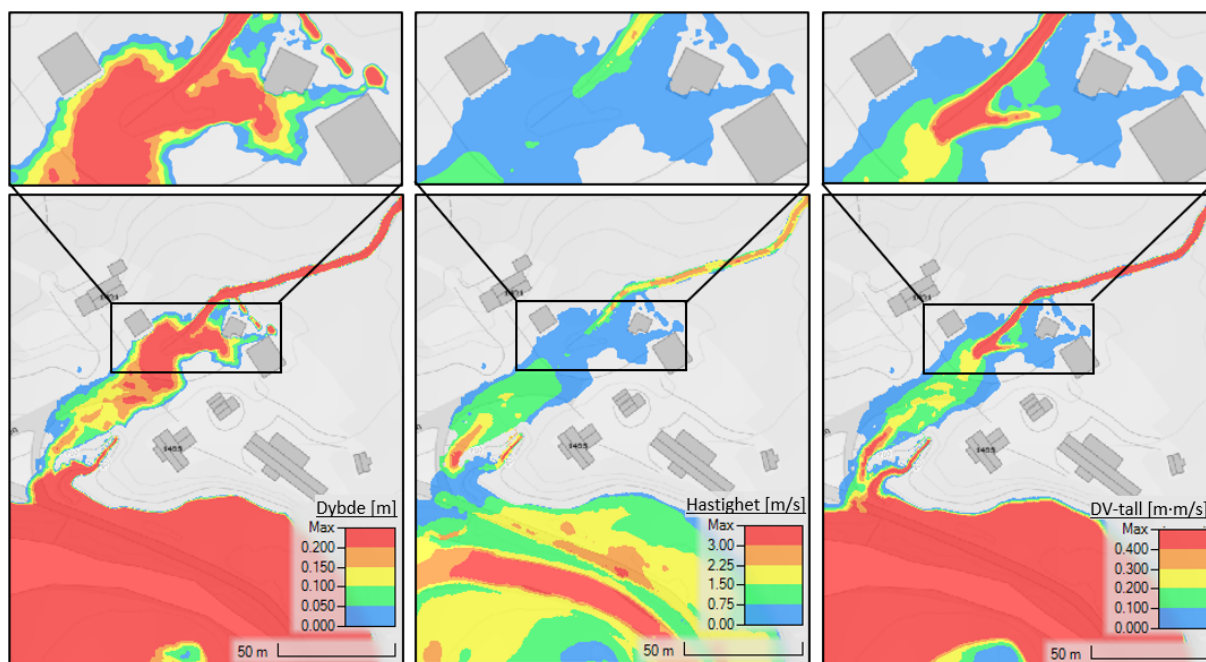
For å vurdere flomfaren, er det sett nærmere på flomdybder, hastigheter og DV-tall i området rundt gårdstunet. DV-tall er produktet av Dybde x Vannhastighet, og gir en indikasjon på flommens «styrke».

I NVEs *Rettleiar for handtering av overvatn i arealplanar* (4/2022) er det gitt anbefalte maksimalverdier for dybde, hastighet og DV-tall i forhold til sikkerhet knyttet til forskjellige arealformål. Det er her sett nærmere på anbefalt grenseverdier for bygninger – se Tabell 4-4. Det bemerkes at anbefalingene i utgangspunktet gjelder for *overvannsflom* ved klimajustert 100-årsregn, men kan antas å også gi en god indikasjon på fare knyttet til vassdragsflom ved 200-årsflom i fremtidig klima.

I Figur 4-7 angir røde områder steder hvor en har dybde, hastighet og/eller DV-tall over anbefalte maksimalverdier. Som tidligere nevnt, ligger eksisterende bygg stort sett utenfor den modellerte flomsonen, med unntak av de tre byggene nærmest sidebekken (pga. manglende kapasitet i rør). Dybde, hastighet og DV-tall ved disse byggene er imidlertid under anbefalte grenseverdier, og byggene vil derfor trolig ikke ta skade under flom.

Tabell 4-4 Anbefalte maksimalverdier for bygninger, gitt i NVE veileder 4/2022).

Arealformål	Anbefalte maksimalverdier		
	Dybde [m]	Hastighet [m/s]	DV-tall [m·m/s]
Bygninger	0.2	3.0	0.4



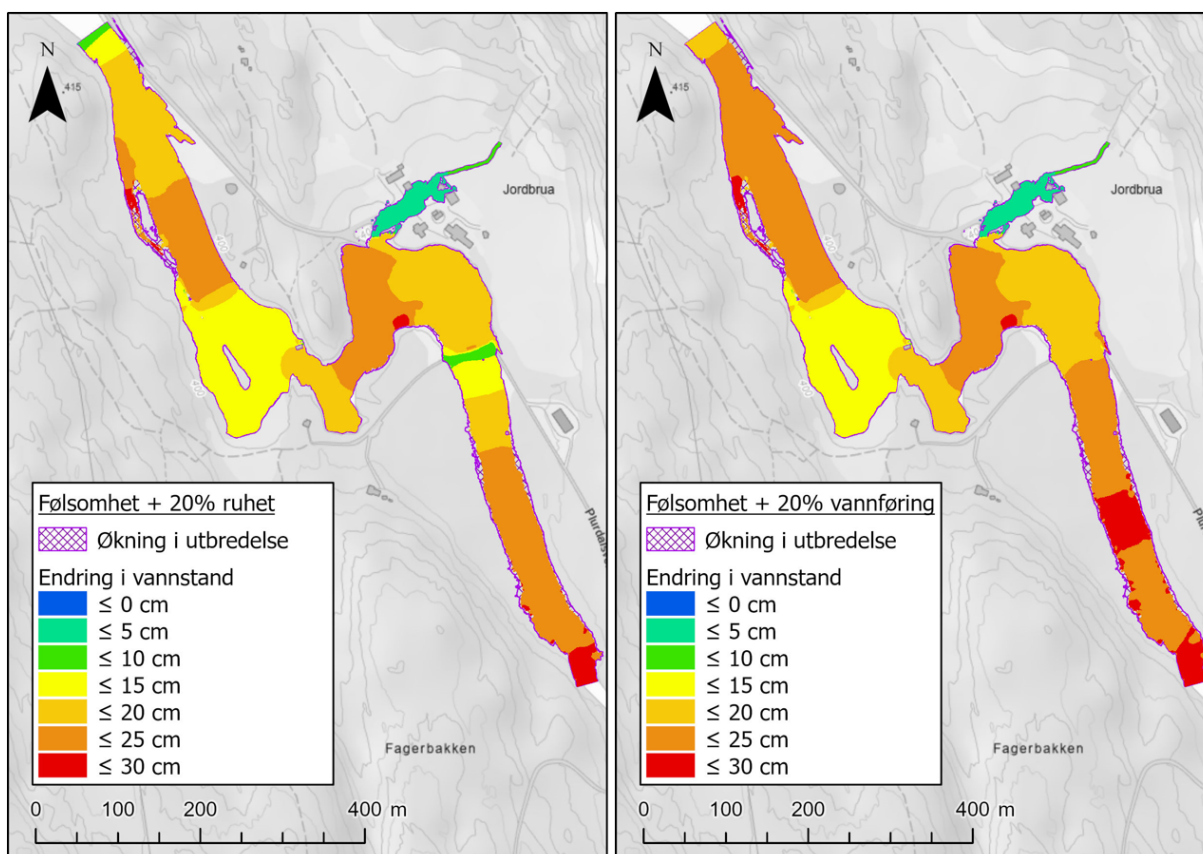
Figur 4-7 Plott som illustrerer grenseverdier for dybde, hastighet og DV-tall. Røde områder har verdier over anbefalt maksimalverdi for bygninger gitt i NVE veileder 4/2022.

4.4. Følsomhetsanalyser

Modellen er kalibrert, og modelleringen av observert flom viser at det er lite avvik mellom beregnet og observert vannstand i Plura (se kapittel 4.2.6). Kalibreringen er imidlertid kun utført for Plura, og ikke sidebekken, og kalibreringen sørger kun for en reduisering av usikkerhet knyttet til benyttede modellparametere (ruhetsverdier) og ikke vannføring.

For å få et tall på usikkerheten knyttet til benyttede ruhetsverdier i sidebekken, samt beregnet vannføring, er det utført følsomhetsanalyser der den hydrauliske modellen er kjørt med en økning i ruhet på +20% og vannføring på +20%.

Resultatene fra analysen er vist i Figur 4-8. Disse viser at usikkerheten knyttet til ruhet og vannføring i sidebekken er veldig liten; vannstandendringer her er mindre enn +5 cm. Det er noe større usikkerhet knyttet til vannføring i hovedelva Plura - her kommer endringen opp i +30cm. Dette er imidlertid fortsatt ganske lite, og endringer i utbredelsen av flomsonen er også minimal i både Plura og sidebekken. Følgelig kan modellen ansees som lite følsom for endringer i både vannføring og ruhet.



Figur 4-8 Resultater fra følsomhetsanalyse, der ruhet og vannføring er økt med +20%.

5. Klassifisering, sikkerhetspåslag og flomsonekart

5.1. Klassifisering og sikkerhetspåslag

For å kunne ta hensyn til usikkerhet i beregningene i størst mulig grad, anbefaler NVE (veileder 3/2022) at det legges til et sikkerhetspåslag på vannføringen, slik at flomsikker sone og nivå kan bestemmes. Sikkerhetspåslaget skal velges ut ifra en klassifisering av flomberegningene og den hydrauliske modellen, basert på kriterier gitt i NVE veileder 3/2022 – se Tabell 5-1 til Tabell 5-3.

Datagrunnlaget for flomberegninger i Plura ansees som brukbart, da en har observasjoner i vassdraget. Disse er imidlertid noe gamle, og hensyntar ikke regulering i vassdraget som ble etablert i etterkant av målingene. Endelig flomverdi for Plura er valgt basert på regionale analyser (RFFA-2018), da disse hensyntar reguleringen i større grad. Det forventes at regulering i realiteten gir ytterligere flomdempning, og valgt flomverdi ansees derfor å være noe overestimert.

Datagrunnlaget for flomberegninger i sidebekken ansees som svært begrenset; en har ikke sammenlignbare stasjoner, og nedbørsdata som er benyttet kommer fra en stasjon som er svært langt unna. Følsomhetsanalysene viser imidlertid at usikkerheten knyttet til vannføring i sidebekken er svært liten. Det er derfor valgt å vektlegge det gode hydrologiske grunnlaget for Plura, og det er vurdert at flomberegningene havner i **klasse 2**.

Tabell 5-1 Klassifisering av flomberegninger (NVE veileder 3/2022).

Klasse	Klassifiseringskriterier
1	Godt hydrologisk datagrunnlag, med observasjoner i vassdraget.
2	Brukbart hydrologisk datagrunnlag, med observasjoner i, eller nært vassdraget
3	Brukbart hydrologisk datagrunnlag, men store gradienter i spesifikke flomstørrelser i området.
4	Begrenset hydrologisk datagrunnlag
5	Begrenset hydrologisk datagrunnlag og store gradienter i spesifikke flomstørrelser i området.

Den hydrauliske modellen er kalibrert mot en vannføring i Plura tilsvarende en 20- til 30-årsflom, og resultatene viser at avviket mellom beregnet og observert vannføring er mindre enn 10 cm. Ruhetsforhold i sidebekken er ikke kalibrert, men følsomhetsanalyser viser endret ruhet gir svært lite utslag i vannføring her (mindre enn 5 cm). På bakgrunn av kalibreringen av Plura, er det vurdert at den hydrauliske modellen havner i **klasse A**.

Tabell 5-2 Klassifisering av hydraulisk modell (NVE veileder 3/2022).

Klasse	Klassifiseringskriterier
A	Modellen er kalibrert for en vannføring tilsvarende en 20-årsflom, og avviket mellom de beregnede og observerte vannstandene er i hovedsak mindre enn 10 cm.
B	Modellen er kalibrert for en vannføring tilsvarende en 20-årsflom eller større, og avviket mellom de beregnede og observerte vannstandene er i hovedsak mellom 10 – 30 cm.
C	Modellen er kalibrert for en vannføring som er mindre enn en 20-årsflom, og avviket mellom de beregnede og observerte vannstandene er i hovedsak inntil 30cm.
D	Modellen er tilpasset mot en målt vannlinje, og følsomhetsanalysen viser at endringene i vannstanden er tilnærmet 30 cm eller lavere.
E	Følsomhetsanalysen viser at endringer i vannstanden er større enn 30 cm. Eventuelt er modellen ikke tilpasset mot en målt vannlinje.

Klasse 2 for flomberegninger, og klasse A for hydraulisk modell, tilsier at det skal benyttes et **sikkerhetspåslag på 10%**.

Tabell 5-3 Sikkerhetspåslag på vannføring basert på klassifisering av beregninger (NVE veileder 3/2022).

Klassifisering av hydraulisk modell		Sikkerhetspåslag			
	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 flomberegninger					

5.2. Flomsonekart og flomsikre nivå

Endelig flomsonekart er utarbeidet for en såkalt «flomsikker situasjon», som inkluderer sikkerhetspåslag i henhold til vurdering og klassifisering gjort i foregående delkapittel.

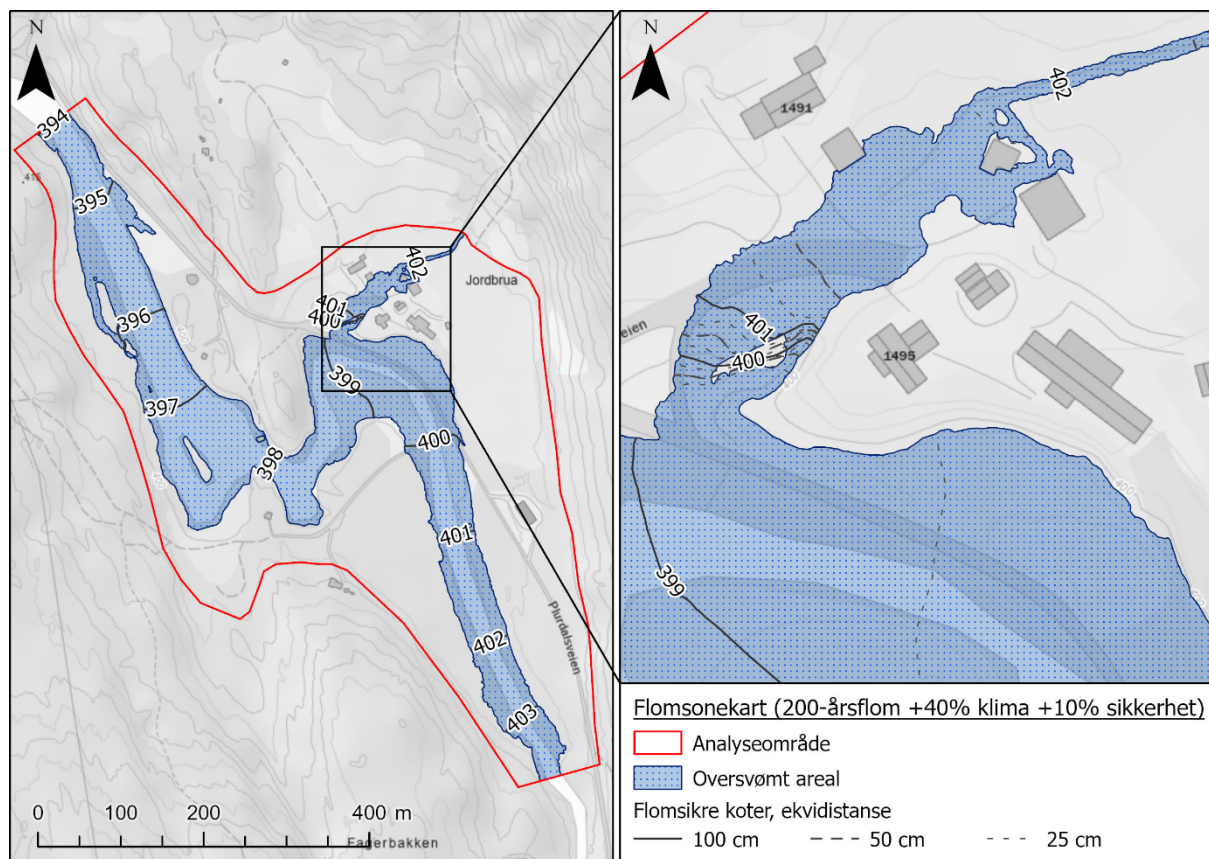
Den hydrauliske modellen (se kapittel 4) er kjørt for en flomsikker vannføring, tilsvarende dimensjonerende flomvannføring (200-årsflom inkl. 40% klimapåslag), pluss et sikkerhetspåslag på 10%. De forskjellige vannføringene er oppsummert i Tabell 5-4.

Tabell 5-4 Oppsummering av verdier for 200-årsflom, inkludert klima og sikkerhetspåslag.

Flomsituasjoner	Vannføring [m ³ /s]	
	Plura	Sidebekk
Dagens situasjon: 200-årsflom	175	3.2
Dimensjonerende: 200-årsflom inkl. 40% klimapåslag	245	4.4
Flomsikker: 200-årsflom inkl. 40% klima og 10% sikkerhetspåslag	270	4.8

Basert på disse resultatene, er det generert kart i GIS som viser flomsikker sone og flomsikre nivåer i form av koter. Dette er gitt i Vedlegg 2. Et utsnitt av flomsonekartet er presentert i Figur 5-1.

Flomsituasjonen er nokså lik den som opptrer uten sikkerhetspåslag. Både vannstand og flombredelse er minimalt økt, noe som er naturlig når sikkerhetspåslaget er såpass lite (10%). Det er ikke noen flere bygg som blir utsatt for flom med sikkerhetspåslaget.



Figur 5-1 Flomsonekart for Plura og sidebekk, ved 200-årsflom inkl. 40% klimapåslag og 10% sikkerhetspåslag. Større flomsonekart er gitt i Vedlegg 2.

6. Konklusjoner og anbefalinger

Flomsonekartlegging av Plura og dens sidebekk ved gårdstunet Jordbru i Rana kommune, viser at tunet er delvis utsatt for flom. Kartleggingen er utført for en returperiode på 200 år i fremtidens klima, og gjelder for sikkerhetsklasse F2 for flom jf. TEK 17 §7-2.

Kartleggingen viser at flom i Plura ikke utgjør en fare for gårdstunet; flomvannstanden i elva ligger rundt 3 meter lavere enn terrenget ved de nærmeste byggene. Flomfaren er knyttet til sidebekken som er lagt i rør under tunet, hvor manglende kapasitet fører til flomvann på avveie. Det er tre eksisterende bygg som blir delvis berørt av dette. Dybde, hastighet og DV-tall ved disse er imidlertid såpass lave, at byggene trolig ikke vil ta skade under en flomsituasjon.

På generell basis anbefales det å plassere eventuelle nye bygg *utenfor* flomsone som inkluderer sikkerhetspåslaget, og i en byggehøyde *over* de flomsikre nivåene. Dersom det planlegges tiltak i flomsona, må avbøtende tiltak i henhold til anbefalinger i TEK 17 §7-2 gjennomføres.

Det frarådes å plassere nye bygg i flomsonen til Plura; dette vil kreve at terrenget langs elva heves og da redusere tverrsnittet flommen har å bre seg utover i, noe som kan medføre økt vannstand og -hastighet i elva. I tillegg vil det trolig kreve betydelig erosjonssikring, for å hindre at den eventuelle fyllinga vaskes bort under flom. Flomproblematikken knyttet til sidebekken er imidlertid mer løsbart; ved å skifte ut rørene under tunet kan man hindre flomvann på avveie. Basert på en noe forenklet dimensjonsberegning, vil f.eks. to betongrør med dimensjoner Ø1200 mm være tilstrekkelig til å håndtere 200-årsflom inkl. 40% klimapåslag i sidebekken.

Kilder

- **Bjerke, P.L.** (2021). *Hydraulisk analyse av flommen i Ranelva i september 2020*. NVE oppdragsrapport B 2/2021.
- **Bævre, I. og Larsen, C.K** (2003). *Flomsonekart Delprosjekt Røssvoll*. NVE flomsonekart 8/2003.
- **Engeland, K., Glad, P., Hamududu, B.H., Li, H., Reitan, T. og Stenius, S.M.** (2020) *Lokal og regional flomfrekvensanalyse*. NVE rapport 10/2020.
- **Direktoratet for byggkvalitet** (2017). *Byggteknisk forskrift*. TEK17.
- **Fergus, T., Hoseth K.A., Sæterbø, E.** (2010). *Vassdragshåndboka*. Tapir akademisk forlag.
- **HEC** (2023). *HEC-RAS River Analysis System. User's Manual*. Version 6.4.
- **Norsk Klimaservicesenter** (2021). *Klimaprofil Nordland*.
- **NVE** (2022). *Veileder for flomberegninger*. NVE veileder 1/2022.
- **NVE** (2022). *Sikkerhet mot flom – Utredning av flomfare i reguleringsplan og byggesak*. NVE veileder 3/2022.
- **NVE** (2022). *Rettleiar for handtering av overvatn i arealplanar*. NVE veileder 4/2022.
- **Petterson, L.E.** (2004). *Flomsonekartprosjekt. Flomberegning for Ranelva*. NVE dokument 1/2004.
- **Rana kommune** (2020). *Overvann, Rana – Veiledende tekniske bestemmelser*. Revisjon 4, 15.05.2020.

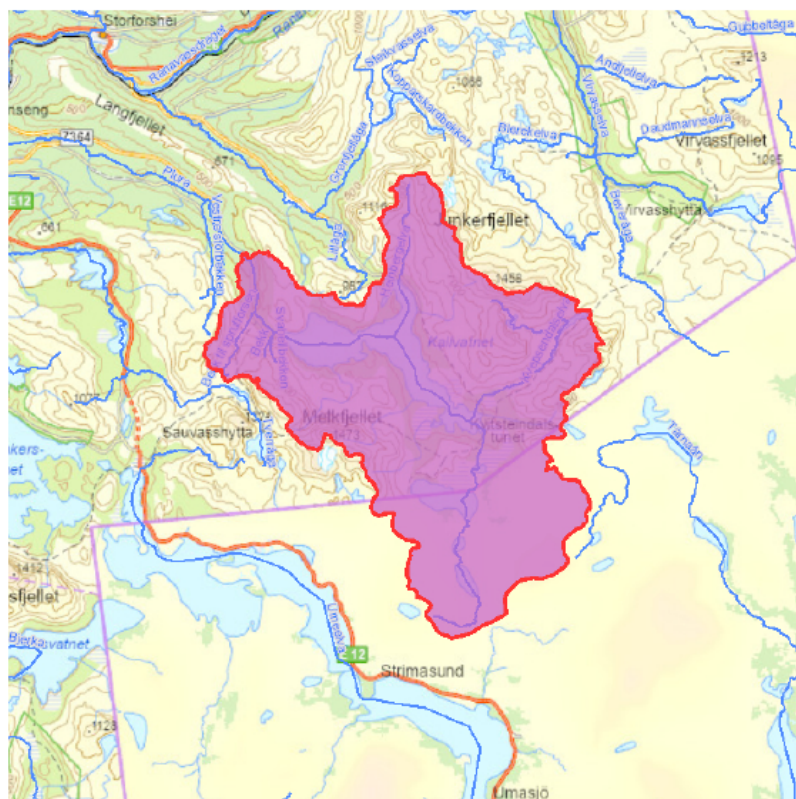
Databaser og verktøy:

- **Høydedata** (august, 2023). Hentet fra <https://hoydedata.no/LaserInnsyn/>
- **NVE karttjenester** (august, 2023). NVE. Hentet fra <https://kartkatalog.nve.no/#kart>
- **PQRout** (august, 2023). NVE. Hentet fra <http://pqrout.nve.no/#/T/1>
- **Seklima - Nedbørintensitet** (august, 2023). Norsk Klimaservicesenter. Hentet fra <https://klimaservicesenter.no/ivf?locale=nb>

Vedlegg

Vedlegg 1 NEVINA-rapporter

Vedlegg 2 Flomsonekart



Norges
vassdrags- og
energidirektorat

Kartbakgrunn: Statens Kartverk
Kartdatum: EUREF89 WGS84
Projeksjon: UTM 33N
Beregn.punkt: 487586 E
7351572 N

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

Nedbørfeltparametere

Vassdragsnr.: 156.BB50
Kommune.: Rana
Fylke.: Nordland
Vassdrag.: Plura

Feltparametere

Areal (A)	341	km ²
Effektiv sjø (A _{SE})	2.67	%
Elvleengde (E _L)	41.2	km
Elvegradient (E _G)	11.3	m/km
Elvegradient ₁₀₈₅ (E _{G,1085})	5.0	m/km
Helning	9.6	°
Dreneringstetthet (D _T)	2.1	km ⁻¹
Feltlengde (F _L)	27.6	km

Arealklasse

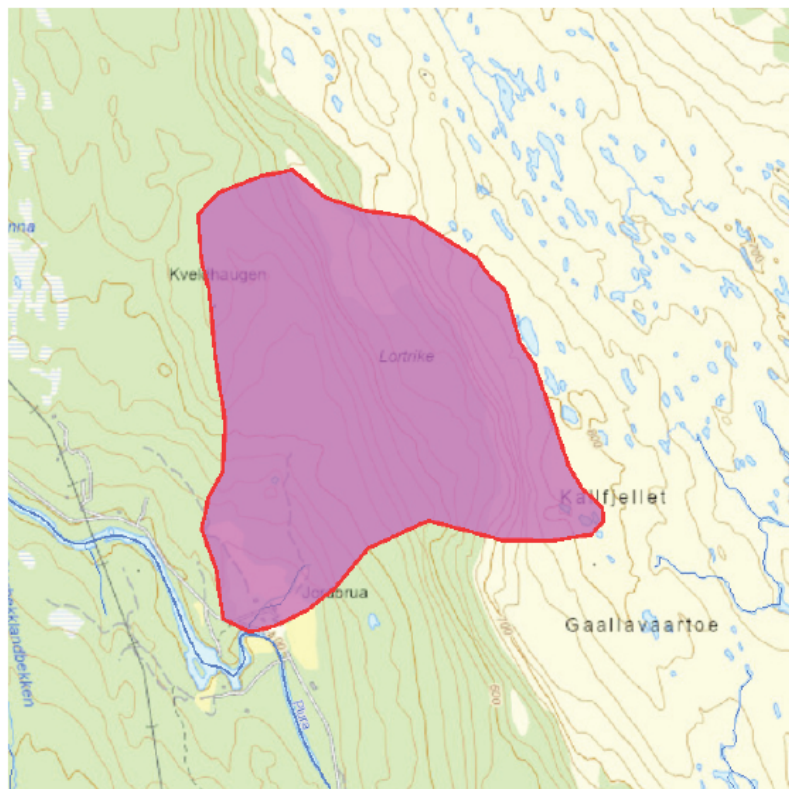
Bre (A _{BRE})	0	%
Dyrket mark (A _{JORD})	0.0	%
Myr (A _{MYR})	4.1	%
Leire (A _{LEIRE})	0	%
Skog (A _{SKOG})	12.1	%
Sjø (A _{SJO})	11.9	%
Snau fjell (A _{SF})	64.1	%
Urban (A _U)	0	%
Uklassifisert areal (A _{REST})	7.8	%

Hypsografisk kurve

Høyde _{MIN}	398	m
Høyde ₁₀	564	m
Høyde ₂₀	624	m
Høyde ₃₀	655	m
Høyde ₄₀	703	m
Høyde ₅₀	761	m
Høyde ₆₀	820	m
Høyde ₇₀	884	m
Høyde ₈₀	954	m
Høyde ₉₀	1057	m
Høyde _{MAX}	1469	m

Klima- /hydrologiske parametere

Avrenning 1961-90 (Q _N)	33.1	l/s*km ²
Sommernedbør	356	mm
Vinternedbør	592	mm
Årstemperatur	-2.3	°C
Sommertemperatur	5.4	°C
Vintertemperatur	-7.8	°C



Kartbakgrunn: Statens Kartverk
Kartdatum: EUREF89 WGS84
Projeksjon: UTM 33N
Beregn.punkt: 487918 E
7351387 N

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

Nedbørfeltparametere

Vassdragsnr.: 156.BB6
Kommune.: Rana
Fylke.: Nordland
Vassdrag.: Sidebekk Plura

Feltparametere

Areal (A)	1.4	km ²	
Effektiv sjø (A_{SE})	0	%	1
Elvleengde (E_L)	0.3	km	
Elvegradient (E_G)	93.7	m/km	
Elvegradient ₁₀₈₅ ($E_{G,1085}$)	72.4	m/km	
Helning	16.6	°	
Dreneringstetthet (D_T)	0.2	km ⁻¹	
Feltlengde (F_L)	1.5	km	

Feltparametere Tilløp

Effektiv sjø – Tilløp (A_{SE-T})	0	%	1
Feltlengde – Tilløp (F_{L-T})	1.9	km	1

Arealklasse

Bre (A_{BRE})	0	%
Dyrket mark (A_{JORD})	2.7	%
Myr (A_{MYR})	0	%
Leire (A_{LEIRE})	0	%
Skog (A_{SKOG})	69.8	%
Sjø (A_{SJO})	0.1	%
Snauffjell (A_{SF})	21.1	%
Urban (A_U)	0	%
Uklassifisert areal (A_{REST})	6.4	%

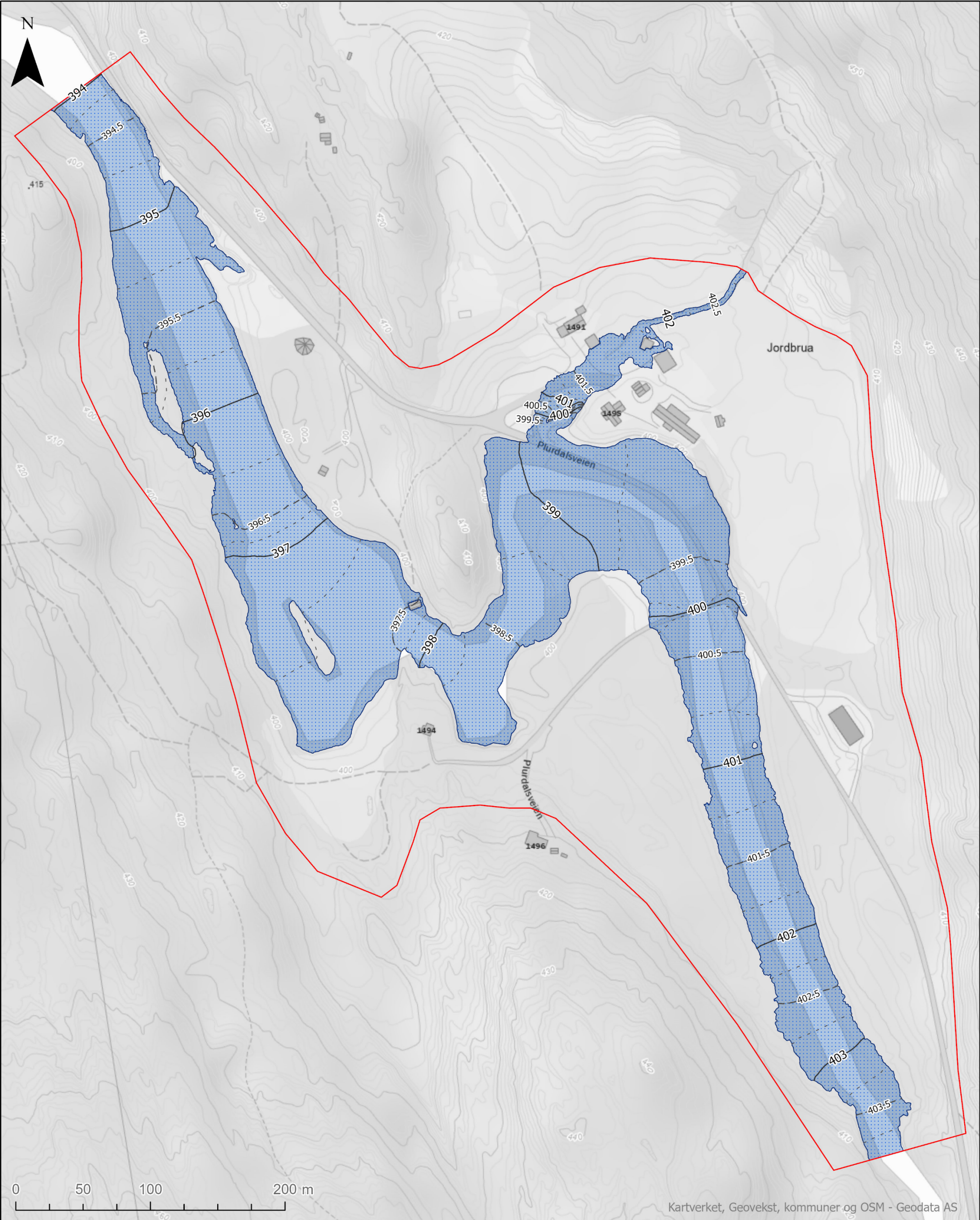
Hypsografisk kurve

Høyde _{MIN}	399	m
Høyde ₁₀	446	m
Høyde ₂₀	502	m
Høyde ₃₀	522	m
Høyde ₄₀	547	m
Høyde ₅₀	570	m
Høyde ₆₀	622	m
Høyde ₇₀	647	m
Høyde ₈₀	687	m
Høyde ₉₀	767	m
Høyde _{MAX}	824	m

Klima- /hydrologiske parametere

Avrenning 1961-90 (Q_N)	28.1	l/s*km ²
Sommernedbør	397	mm
Vinternedbør	664	mm
Årstemperatur	-1.5	°C
Sommertemperatur	5.8	°C
Vintertemperatur	-6.7	°C

1) Verdien er editert



Flomsonekart Plura ved Jordbrua

Kartleggingen er utført for 200-årsflom inkludert 40% klimapåslag og 10% sikkerhetspåslag. Verdier i kart angir flomsikkert nivå i moh (NN2000).

Tegnforklaring

- Red outline: Analyseområde
- Blue hatched area: Oversvømt areal
- Flomsikre koter, ekvidistanse
 - 100 cm
 - 50 cm
 - 25 cm

Format: A3
Målestokk: 1:2,500
Koordinatsystem: ETRS 1989 UTM Zone 33N
Koordinater senter kart: 33W 487859 7351241

Oppdragsgiver: Visit Plura AS
Oppdragsnr.: 641731-01
Utarbeidet av: HMK
Status: Leveranse
Dato: 11.09.2023