

FLOM- OG OVERVANNSNOTAT

Regulering av Lunnstadmyrvegen

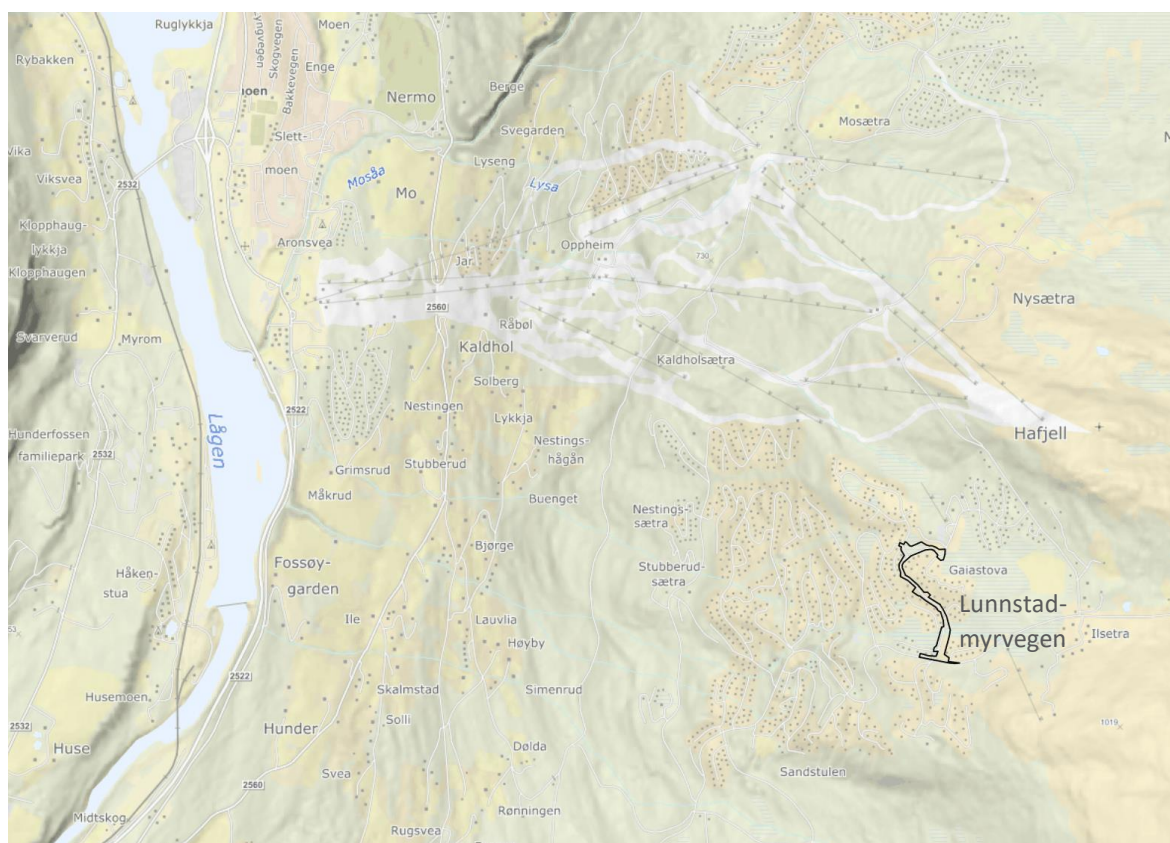
Til: **Gaiastova AS v/ Siri Annette Voie**

Kopi: **Areal+ AS v/ Erik Sollien**

Prosjektnr.: **22057**

Rev.nr.: **00**

Dok.type: **Flom- og overvannsnotat**



Revisjon	Dato	Revisjonen gjelder
00	14.01.2025	Original

For Structor	
Oppdragsleder	Vegard Sagbakken
Utarbeidet av	Sindre Skjevdal
Internkontroll av	Tore Nesje-Haugli

1 Sammendrag

I forbindelse med etablering av Fakkellbyen, som skal erstatte dagens Gaiastova, er det behov for bedre adkomstveg og etablering av ny gang- og sykkelveg langs Lunnstadmyrvegen. Planområdet krysser tre bekker og utvidelse av veg er planlagt ut i eksisterende bekk og faresone for flom som omfatter Stubberudbekken. Området ble befart i juni 2024 med tanke på å kartlegge eks. stikkrenner, avgrense nedbørsfelt og se på muligheter for hvordan Stubberudbekken kan ivaretas der veg er planlagt ut i eks. bekk og faresone.

De tre bekkene, to løp av Bjørgebekken samt Stubberudbekken, drenerer mye av det samme myrområdet og feltgrensene er utydelige. Det er derfor en del usikkerhet knyttet til flomberegningene og det er gjort antakelser som er nærmere forklart i rapporten. Dimensjonerende vannføring ved 200-årsflom med 40% klimapåslag for søndre og nordre løp av Bjørgebekken er hhv. 3,2 og 1,9 m³/s, og 2,8 m³/s for Stubberudbekken.

Oppdimensjonering av stikkrenner kan medføre endret avrenningsmønster ved ekstreme flomhendelser ved at vann som med for små stikkrenner kommer på avveie, nå vil følge vassdrag. Dette vil gjøre situasjonen verre for noen naboer og bedre for andre. Problemstillingen er drøftet i rapporten og på oppfordring fra NVE opplyses kommunen om problemstillingen.

Omlegging av Stubberudbekken for å gi plass til bebyggelse planlagt over eksisterende bekk er allerede godkjent i tidligere reguleringsplan. Utvidelse av Lunnstadmyrvegen medfører at veg er planlagt lagt ut i flomsone på deler av strekket og over eksisterende bekk på andre deler, et omfang som er større enn forutsatt i eksisterende reguleringsplan. Flomsone og sikringstiltak er derfor utredet og dimensjonert på nytt for å ivareta en sikker og helhetlig håndtering av Stubberudbekken. Naturbaserte løsninger er valgt i tråd med overordnede retningslinjer, med fokus på å ivareta mest mulig av eksisterende bekk, samt etablering av kulper og naturligt bekkeløp.

Foreslåtte tiltak er lagt inn i en terrengmodell skissemessig og det er etablert en hydraulisk modell for å sjekke at tiltakene som helhet gir tilstrekkelig sikkerhet mot flom. Tiltak må detaljprosjekteres før utførelse.

Sist i rapporten er det listet opp anbefalinger til planbestemmelser som oppsummerer de forutsetninger og anbefalinger som følger av denne utredningen.

Innhold

1	Sammendrag	2
2	Bakgrunn	5
3	lover, retningslinjer og tidligere utredninger	5
3.1	Byggteknisk forskrift (TEK 17).....	5
3.2	Vannressursloven	5
3.3	Grannelova	6
3.4	Statlige planretningslinjer for klima- og energiplanlegging og klimatilpasning (2018).....	6
3.5	Kommunedelplan for Øyer Sør (2006-2015).....	6
3.6	Kommunedelplan Øyer sør (2024-2034).....	7
3.7	Sårbarhetsvurdering av bekker i Øyer sør.....	8
3.7.1	Bjørgebekken.....	8
3.7.2	Stubberudbekken	9
3.8	Konsekvens ved bytte av stikkrenner	9
4	Eksisterende situasjon.....	10
4.1	Planområde Lunnstadmyrvegen - Gaiastova	10
4.2	Aktsomhetsområde for flom	11
4.3	Befaring	12
4.3.1	Eks. stikkrenner langs Lunnstadmyrvegen	12
4.3.2	Usikkerhet i nedbørsfelt	14
4.3.3	Stubberudbekken langs Lunnstadmyrvegen	16
5	Planlagt utbygging.....	18
6	Flomberegning.....	19
6.1	Beskrivelse av nedbørsfelt.....	19
6.1.1	Nedbørsfelt Bjørgebekken sør.....	19
6.1.2	Nedbørsfelt Bjørgebekken nord	20
6.1.3	Nedbørsfelt Stubberudbekken	20
6.2	Metode flomberegning	21
6.2.1	Dimensjonerende returperiode.....	21
6.2.2	Flomformel for små nedbørsfelt (regional flomfrekvensanalyse, NIFS)	21
6.2.3	Rasjonelle formel (nedbør/avløpsmodell).....	22
6.2.3.1	Nedbørsdata (IVF-kurve).....	22
6.2.3.2	Avrenningsfaktorer	23
6.2.3.3	Feltparametere og flomberegning.....	24

6.2.4	Klimapåslag	24
6.3	Dimensjonerende flomvannføring	24
7	Sikringstiltak	26
7.1	Stikkrennedimensjoner	26
7.2	Omlegging av bekk	26
7.2.1	Årsak til omlegging	26
7.2.2	Avbøtende tiltak	27
7.2.3	Helhetlig tiltaksplan	28
7.2.4	Dimensjonering av tiltak	29
7.2.4.1	Tiltak T3, T5 og T14 – Flomvoll mot utsatte områder	29
7.2.4.2	Tiltak T11 – Fullprofilsikring av nytt bekkeløp	29
7.3	Modellbasert kontroll av flomsikkerhet	30
7.3.1	Oppsett av modell	30
7.3.2	Resultat fra modell – faresone flom	31
7.3.3	Sensitivitetsanalyse	33
7.4	Vurdering av erosjonssikkerhet	33
8	Drift og vedlikehold	33
9	Anbefalinger til plankart og bestemmelser	33
10	Referanser	34
11	Vedlegg	34

2 Bakgrunn

Lunnstadmyrvegen er en ca 900 m lang adkomstveg fra Hundersætervegen til dagens Gaiastova. Et nytt byggeprosjekt, Fakkkelbyen, skal erstatte Gaiastova. Regulering av Lunnstadmyrvegen gjøres for å øke vegbredden og etablere gang- og sykkelveg. Planområdet krysser tre bekker og utvidelse av veg er planlagt ut i eksisterende bekk og faresone for flom som omfatter Stubberudbekken. Planområdet og områdene rundt er preget av fritidsbebyggelse og myr. Structor er engasjert for å ivareta hensynet til flom og overvann i reguleringsplanen.

3 Lover, retningslinjer og tidligere utredninger

3.1 Byggteknisk forskrift (TEK 17)

§ 7-2 Sikkerhet mot flom og stormflo

(2) Byggverk skal plasseres, dimensjoneres eller sikres mot flom slik at største nominelle årlige sannsynlighet i tabellen ikke overskrides.

TABELL 1 SIKKERHETSKLASSE FOR FLOM

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

Hvilken sikkerhetsklasse et byggverk tilhører er avhengig av konsekvensene ved oversvømmelse. Konsekvensene er igjen avhengig av både hvilke funksjoner byggverket har og kostnadene ved skader.

Sikkerhetsklasse F1

Byggverk med lite personopphold (garasje, lager, osv.)

Sikkerhetsklasse F2

De fleste byggverk for personopphold (bolig, fritidsbolig, kontor, industri, skole, osv.)

Sikkerhetsklasse F3

Byggverk for sårbare samfunnsfunksjoner (sykehjem, sykehus, brannstasjon, avfallsdeponi, osv.)

(4) Byggverk skal plasseres eller sikres slik at det ikke oppstår skade ved erosjon.

3.2 Vannressursloven

§ 5 Forvalteransvar og aktsomhetsplikt

Enhver skal opptre aktsomt for å unngå skade eller ulempe i vassdraget for allmenne eller private interesser.

Vassdragstiltak skal planlegges og gjennomføres slik at de er til minst mulig skade og ulempe for allmenne og private interesser.

§ 7 Vannets løp i vassdrag og infiltrasjon i grunnen

Ingen må hindre vannets løp i vassdrag uten hjemmel i denne lov.

Utbygging og annen grunnutnytting bør fortrinnsvis skje slik at nedbøren fortsatt kan få avløp gjennom infiltrasjon i grunnen. Vassdragsmyndigheten kan gi pålegg om tiltak som vil gi bedre infiltrasjon i grunnen, dersom dette kan gjennomføres uten urimelige kostnader.

§ 11 Kantvegetasjon

Langs bredden av vassdrag med årssikker vannføring¹ skal det opprettholdes et begrenset naturlig vegetasjonsbelte som motvirker avrenning og gir levested for planter og dyr.

3.3 Grannelova

§ 2 *Ingen må ha, gjera eller setja i verk noko som urimeleg eller uturvande er til skade eller ulempe på granneeigedom. Inn under ulempe går òg at noko må reknast for farleg.*

3.4 Statlige planretningslinjer for klima- og energiplanlegging og klimatilpasning (2018)

4.3 Krav til planprosess og beslutningsgrunnlag

Ved planlegging av nye områder for utbygging, fortetting eller transformasjon, skal det vurderes hvordan hensynet til et endret klima kan ivaretas. Det bør legges vekt på gode helhetlige løsninger og ivaretagelse av økosystemer og arealbruk med betydning for klimatilpasning, som også kan bidra til økt kvalitet i uteområder. Planer skal ta hensyn til behovet for åpne vannveier, overordnede blågrønne strukturer, og forsvarlig overvannshåndtering.

Bevaring, restaurering eller etablering av naturbaserte løsninger (slik som eksisterende våtmarker og naturlige bekker eller nye grønne tak og vegger, kunstige bekker og basseng mv.) bør vurderes. Dersom andre løsninger velges, skal det begrunnes hvorfor naturbaserte løsninger er valgt bort.

3.5 Kommunedelplan for Øyer Sør (2006-2015)

Kommuneplan ble vedtatt av Øyer kommunestyre 31.05.2007.

1.0.2 *Eksisterende vegetasjonsbelter langs Lågen og bekker i området skal bevares og de skal forsterkes der det er nødvendig. Der bredden er mindre enn 10 m på hver side, er det en målsetting å øke bredden. Nye inngrep i form av konstruksjoner og fyllinger skal som hovedregel ha en minste avstand på 10 m fra vannkant ved normalvannføring. (...) Der denne avstanden er mindre, skal det gjennomdetaljplaner og byggesaker søkes løsninger som kompenserer for dette ved at vegetasjonsbeltet over en viss strekning har en gjennomsnittlig bredde som tilsvarer minstekravet.*

¹ Årssikker vannføring - Vannressursloven § 3c: Vannføring som ved middeltemperatur over frysepunktet ikke tørker ut av naturlige årsaker oftere enn hvert tiende år i gjennomsnitt.

- 1.0.4 *Før det gis tillatelse til bygging langs vassdrag skal det dokumenteres at området ikke er utsatt for flom eller erosjon.*

3.6 Kommunedelplan Øyer sør (2024-2034)

Ny kommunedelplan for Øyer sør er ikke vedtatt, men er til andregangsbehandling. Bestemmelsene under er derfor til orientering, men de kan bli gjeldende dersom kommunedelplanen blir vedtatt før reguleringsplanen blir vedtatt.

1.12 Grønnstruktur

A) I alle plan- og utbyggingsprosesser skal det legges vekt på å bevare og utvikle en sammenhengende og allment tilgjengelig blågrønn struktur (vegetasjon og vannstruktur). Dette for å legge til rette for utvikling av gode bomiljøer og sentrumsområder, sikre vannveger og flomveger og biologisk mangfold.

1.17 Overvannshåndtering

A) Ved planlegging og oppføring av ny bebyggelse og/eller større ombygging/rehabiliteringer skal overvann håndteres lokalt. Naturbaserte løsninger skal benyttes. Dersom andre løsninger velges, skal det begrunnes hvorfor disse er valgt bort.

B) I alle nye reguleringsplaner skal det foreligge godkjent overvannsplan som redegjør for hvordan overvann skal håndteres. Notat «Håndtering av overvann i Øyer kommune», datert 13.01.22 skal være førende for håndtering av overvann.

C) Ved søknad om tiltak skal det konkretiseres hvordan overvann skal håndteres. Det er krav til overvannsplan ved større bygge- og anleggstiltak.

D) Når nye reguleringsplaner eller tiltak berører kartlagte/kjente flomveger eller lager nye flomveger skal konsekvenser av dette utredes. Der det er behov skal det avsettes og sikres areal for nye flomveger.

E) Utomhusplan skal, sammen med overvannsplan, vise hvordan disponering og drenering av overvann skal løses.

F) Overvann skal ikke kobles direkte på kommunalt ledningsnett eller føres direkte til bekker og mindre vassdrag.

G) Overvann kan ikke ledes til dreneringssystem for offentlig veg uten godkjenning av vegeier.

H) Vassdrag skal ikke lukkes eller utsettes for andre inngrep. Naturlige flomveger skal bevares, slik at risikoen for overvannsflom reduseres.

I) All utbygging skal tilpasse seg og ta hensyn til naturlig terreng, vegetasjon og bekker/flomveier i området.

J) Ved beregning av overvann skal 200-års hendelse og min. 40% klimafaktor eller siste anbefalte klimafaktor for Innlandet fra Norsk Klimaservicesenter legges til grunn.

K) Taknedløp skal ikke føres til overvannsledning eller spillvannsledning.

L) Ved all utbygging og skogsdrift, som hogst, tynning og bygging av skogsbilveier, skal en ikke påvirke de naturlige dreneringsveiene slik at en får vann på avveie. Kjøreskader og andre inngrep i terreng skal utbedres slik at en ikke får nye vannveier.

1.19 Byggegrenser langs vassdrag

- A) Med mindre området inngår i godkjent reguleringsplan med annen byggegrense, er tiltak etter PBL § 1-6 første ledd, med unntak av PBL §20-1 bokstav m, ikke tillatt nærmere vassdrag enn 100 m langs Lågen og 50 m fra innsjøer, elver og bekker med årssikker vannføring.
- B) I sone på 100 m og 50 m langs vassdrag, jf. pkt. A skal det tas særlige hensyn til natur- og kulturmiljø, friluftsliv, landskap og andre allmenne interesser.
- C) Vassdrag, eller deler av disse, skal ikke lukkes eller utsettes for andre inngrep.
- D) Langs vassdrag/myrområder skal det opprettholdes et minimum seks meter bredt naturlig vegetasjonsbelte til hver side. Den endelige bredden skal fastsettes med utgangspunkt iblant annet de økologiske funksjonene som kantvegetasjonen skal ivareta. Det er ikke tillatt med inngrep i dette området.
- E) Krysning av vassdrag med hogst-/anleggsmaskiner ol. skal kun gjøres der det er etablert permanente krysnings, som bruer/klopper/kulverter/stikkrenner.

7.2.2 Soner for flom (H320)

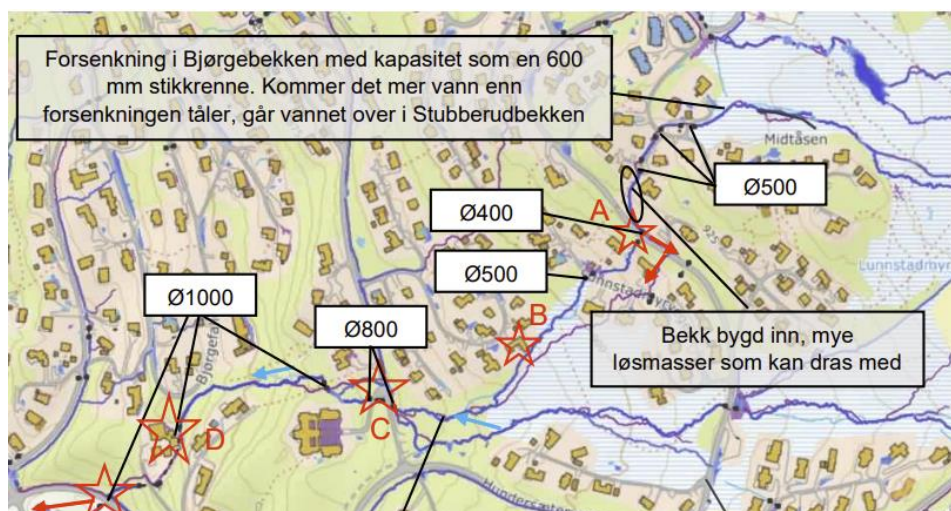
- A) All virksomhet i områder utsatt for flom, skal dokumentere tilstrekkelig sikkerhet i tråd med gjeldende sikkerhetskrav i byggeteknisk forskrift (TEK) før bygging kan starte.
- B) Dersom det er behov for sikringstiltak og/eller risikoreduserende tiltak i beredskapsmessig sammenheng, skal dette være etablert før byggingen kan igangsettes.
- C) For tiltak innenfor H320 som medfører bruksendring og nye enheter beregnet for personopphold jf. sikkerhetsklasse F2/F3, større terrenginngrep som parkeringsplass, alpinbakker og skiløyper, samt vegtiltak som også omfattes av bestemmelsesområder for flom- og overvannstiltak skal det være gjennomført flom- og overvannstiltak før det kan gis tillatelse til tiltakene, jf. pkt. 8.1.

3.7 Sårbarhetsvurdering av bekker i Øyer sør

Norconsult utarbeidet på oppdrag fra Øyer kommune en sårbarhetsvurdering av bekker i Øyer sør (Norconsult AS, 2022) basert på omfattende befaringer i området. Bekkene i planområdet er omtalt i rapporten, og viktigste punkter er oppsummert her.

3.7.1 Bjørgebekken

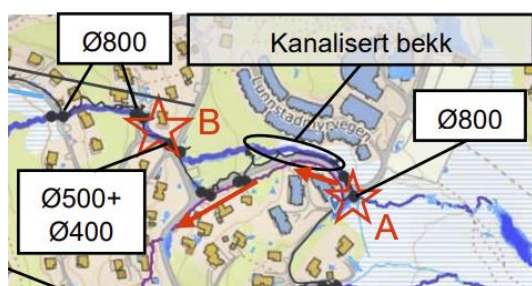
Bjørgebekkens nordre løp ved kryssing av Lunnstadmyrvegen er markert som et sårbart punkt (A) i Norconsults rapport, se figur 1. Stikkrennen er for liten og utsatt for gjentetting, det er erosjonsskader på vegen der bekken går langs vegen, og bekken oppstrøms er kanalisert og med løsmasser som kan dras med i det bratte partiet.



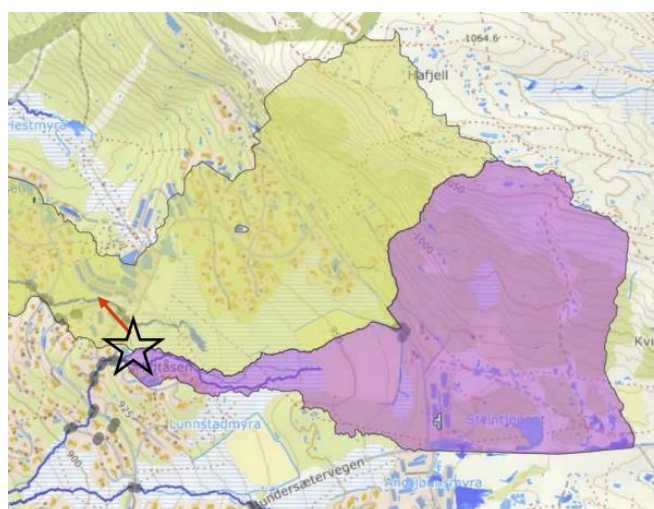
FIGUR 1 SÅRBARE PUNKTER PÅ BJØRGEBEKKEN VED PLANOMRÅDET. RØDE PILER VISER DER VANN KAN KOMME PÅ AVVEIE (FIGUR HENTET FRA NORCONSULTS RAPPORT)

3.7.2 Stubberudbekken

Usikre feltgrenser mot Bjørgebekken på Lunnstadmyra påpekes. En forsenkning på Lunnstadmyra leder vann til Bjørgebekken, men dersom kapasiteten til denne forsinkingen overskrides vil vann drenere over til Stubberudbekken. Bekken vil da få bidrag av vann fra et område på 0,44 km², se figur 3. Stikkrennen under Lunnstadmyrvegen er markert som et sårbart punkt (A) på figur 2.



FIGUR 2 SÅRBARE PUNKT PÅ STUBBERUBEKKEN VED PLANOMRÅDET. RØDE PILER VISER DER VANN KAN KOMME PÅ AVVEIE (FIGUR HENTET FRA NORCONSULTS RAPPORT)



FIGUR 3 POTENSIELT EKSTRA NEDBØRSFELT (ROSA) VED LUNNSTADMYRA I PUNKT VIST MED SORT STJERNE OG RØD PIL (FIGUR HENTET FRA NORCONSULTS RAPPORT)

3.8 Konsekvens ved bytte av stikkrenner

Bytte av stikkrenner til store nok dimensjoner som kan håndtere dimensjonerende flom vil endre måten vannet renner på ved ekstreme nedbørshendelser. Med bytte av stikkrenner vil vann ledes videre i vassdraget. Uten bytte av stikkrenner vil vann komme på avveie. For nærmeste naboer vil situasjonen bli bedre siden vann på avveie unngås, men for naboer langs vassdraget lengre ned vil vannføringen i bekken øke siden mindre vann kommer på avveie bort fra bekken.

Det er usikkert hvordan grannelova (avsnitt 3.3) håndterer problemstillingen. Vannressursloven § 7 (avsnitt 3.2) er tydelig på at «ingen må hindre vannets løp i vassdrag». Oppdimensjonering av stikkrenner kan dermed sees på som oppretting av tidligere brudd på denne paragraf, eller tilpassing til et våtere klima og mer utbygging i nedbørsfeltet som begge gir større flommer som ikke skal hindres i vassdrag etter vannressursloven § 7.

Problemstillingen er tidligere luftet med NVE, som var kjent med problemstillingen, men ikke hadde noen fasit. Ideelt sett skulle man starte med forbedringstiltak nederst i vassdraget, men med fragmenterte ansvarsforhold er ikke det alltid mulig. NVE påpekte derimot at det var viktig å gjøre tiltakshaver og kommunen som vassdragsmyndighet oppmerksom på problemstillingen.

I arbeidet med denne reguleringsplanen er det valgt å oppdimensjonere stikkrenner slik at vann ikke skal komme på avveie bort fra vassdrag innenfor planområdet, men det er opp til kommunen å godkjenne denne løsningen.

4 Eksisterende situasjon

4.1 Planområde Lunnstadmyrvegen - Gaiastova

Detaljreguleringsplan for Lunnstadmyrvegen-Gaiastova ble vedtatt 30.03.2023. Bekken er forutsatt flyttet for å gi plass til ny bebyggelse. Langs Lunnstadmyrvegen ligger en hensynssone for flomfare, vist med rød skravur på figur 5.

Figur 4 viser utsnitt fra overvannsplanen tilhørende reguleringsplanen. Blå linje er planlagt som et kunstig bekkeløp erosjonssikret med rauset sprengstein og kantvegetasjon.

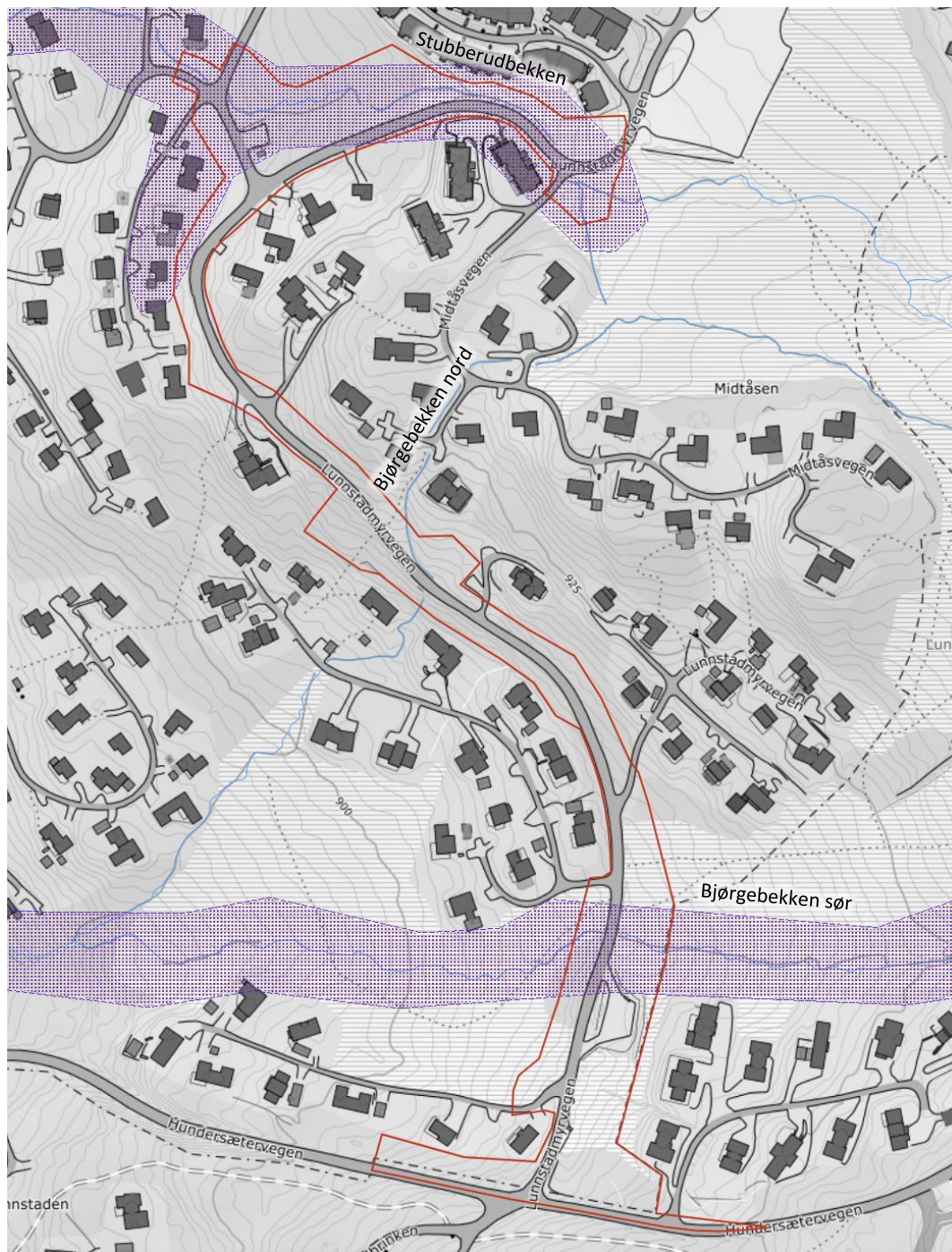


FIGUR 5 PLANOMRÅDET FOR DETALJREGULERING LUNNSTADMYRVEGEN - GAIASTOVA. PLANOMRISS ER VIST MED SORT STIPLET LINJE



**FIGUR 4
UTSNITT FRA
OVERVANNPLAN**

4.2 Aktsomhetsområde for flom



FIGUR 6 NVEs AKTSOMHETSOMRÅDE FOR FLOM ER VIST MED LILLA SKRAVUR, PLANOMRÅDET ER VIST MED RØDT OMRIS

Figur 6 viser at planområdet er berørt av aktsomhetsområder for flom knyttet til Stubberudbekken og Bjørgebekken sør.

Detaljeringsgraden på NVEs aktsomhetskart er tilpasset kommuneplannivået og er egnet som et første vurderingsgrunnlag på dette plannivået for å sjekke hvilke områder som er egnet til utbygging uten ytterligere flomtiltak.

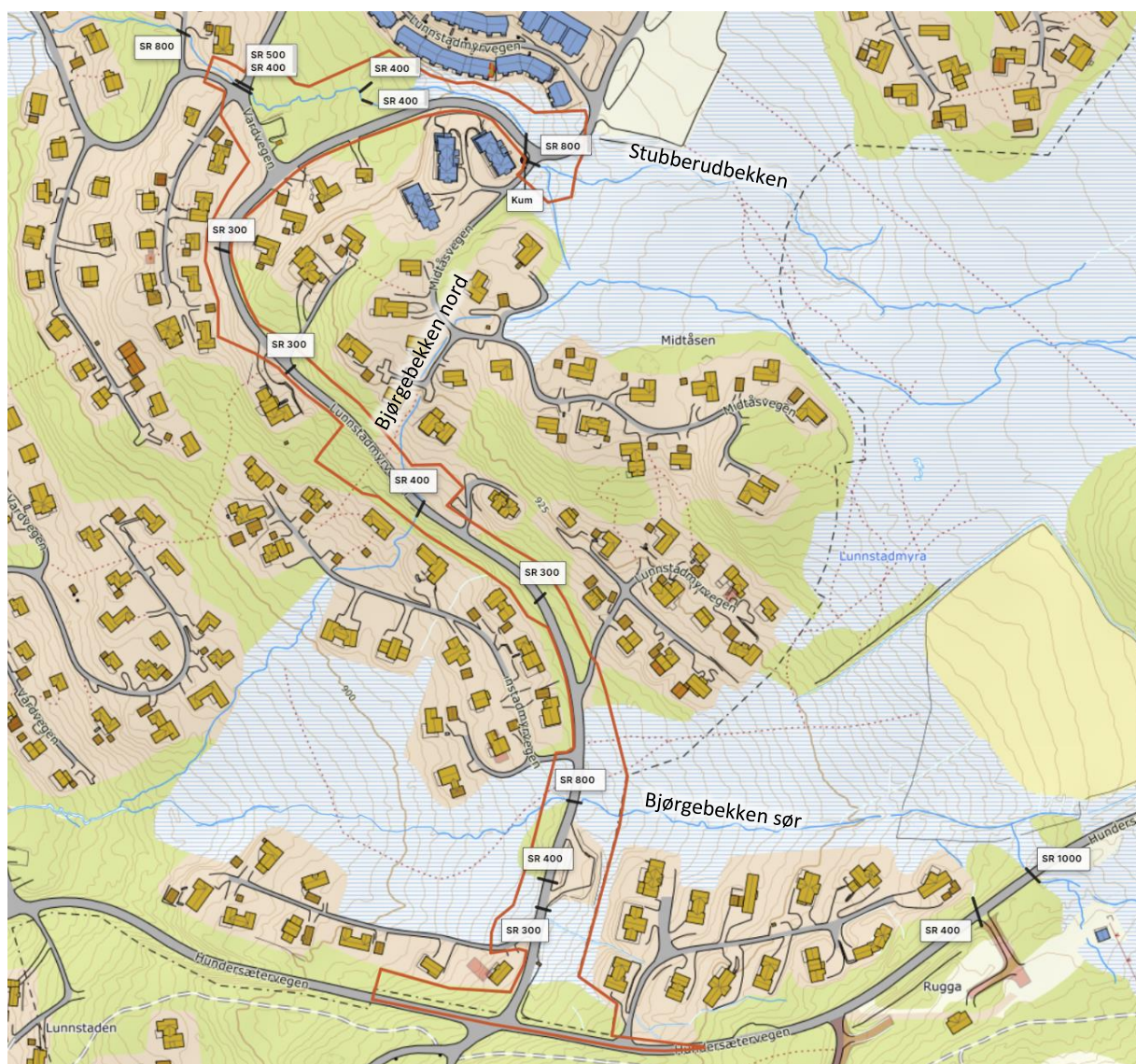
4.3 Befaring

Feltundersøkelse ble gjennomført av Structor Lillehammer AS ved Sindre Skjevdal den 19.06.2024. Det var klarvær og gode forhold for befaring.

Planområdet ble gjennomgått for å kartlegge stikkrenner, usikkerheter i nedbørsfelt og Stubberudbekken der denne går langs Lunnstadmyrvegen.

4.3.1 Eks. stikkrenner langs Lunnstadmyrvegen

Figur 7 viser oversikt over innmålte stikkrenner i planområdet og dimensjon.



FIGUR 7 STIKKRENNER I PLANOMRÅDET (RØDT OMRIS)

Bjørgebekken sør krysser Lunnstadmyrvegen i et myrområde med en 800 mm stikkrenne i betong, se figur 8. Både opp- og nedstrøms er det god plass til å etablere ny stikkrenne og tiltak ved inn- og utløp. Ved utløpet er det gjort tiltak i bekken tidligere og bekken er noe kanalisert som kan øke vannhastigheten og dermed faren for erosjon nedstrøms. Det bør etableres en kulp ved utløpet som bremser vannet.



FIGUR 8 BJØRGEBEKKEN SØR: OMRÅDET VED INNLØP T.V. OG UTLØP T.H.

Bjørgebekken nord går langs vegen noen meter og her var det erosjonsskader på vegen, se figur 9. Bekken krysser Lunnstadmyrvegen med en 400 mm stikkrenne av plast som var deformert pga. en stein som var plassert oppå innløpet. Nedstrøms stikkrennen er det bratt og bekken går mellom to hytter. Det er en kulp ved utløpet fra stikkrennen som bidrar til å dempe hastigheten på vannet videre nedover. Langs kanten av kulpen er det pågående erosjon. Ny kulp etableres for å redusere vannhastigheten mest mulig før bekken renner videre i bratt terreng.



FIGUR 9 BJØRGEBEKKEN NORD: EROSJONSSKADER PÅ VEG T.V. OG KULP OG BRATT TERRENG NEDSTRØMS T.H.

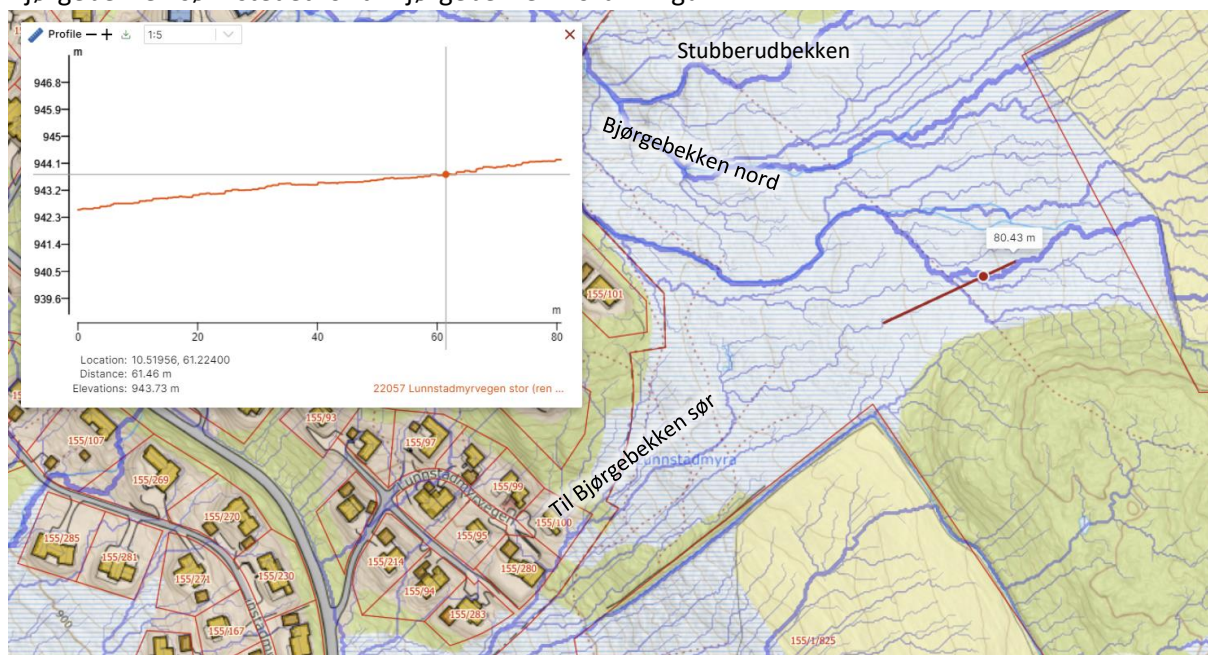
Stubberudbekken krysser først Midtåsvegen med en 800 mm stikkrenne i betong som leder til en kum med en retningsendring på ca 70° og deretter ny 800 mm stikkrenne gjennom Lunnstadmyrvegen, se figur 10. Oppstrøms er det god plass til å etablere innløp og nedstrøms vil det uansett bli en del terrengjusteringer.



FIGUR 10 STUBBERUDBEKKEN: KRYSSING LUNNSTADMYRVEGEN OG MIDTÅSVEGEN T.V., KUM MED RETNINGSENDRING T.H.

4.3.2 Usikkerhet i nedbørsfelt

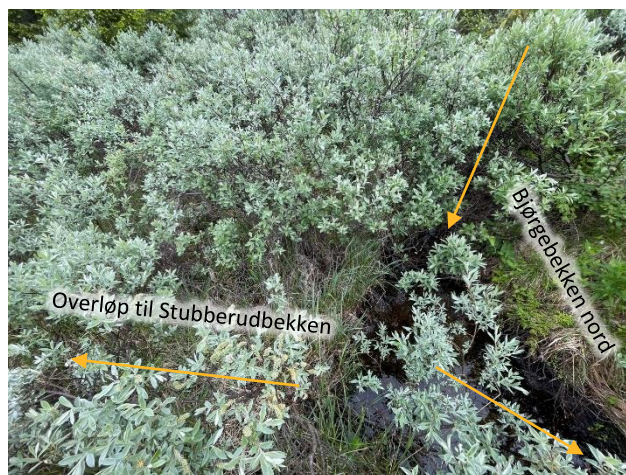
Lunnstadmyra framstår på befaring i området som er vist på figur 11 som et slakt myrområde uten tydelige skiller mellom hvor vann ledes. Der det er vannveger skal det lite til før vann ledes ut av løpet og andre steder. Figur 11 viser et terrengsnitt av det slake terrenget fra en tykk dreneringslinje og i retning Bjørgebekken nord som er et eksempel på at det skal veldig lite til før vann drenerer til Bjørgebekken sør i stedet for til Bjørgebekken nord. Figur 11



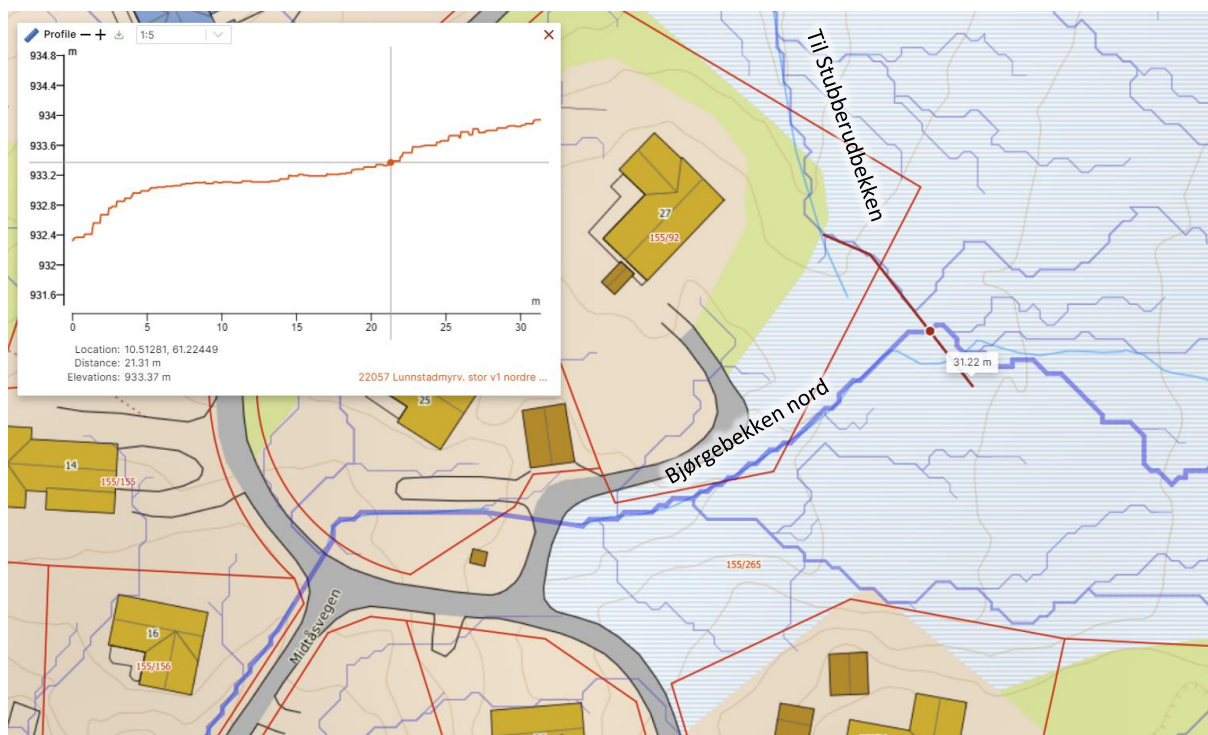
FIGUR 11 LUNNSTADMYRA MED UTYDELIGE FELTGRENSER OG TERRENGSNITT. DRENERINGSLINJER HAR EN TERSKELVERDI PÅ 100 M²

Rett øst for eiendom 155/92 passerer Bjørgebekken nord et parti som har slakt fall bort fra bekkeløpet og mot Stubberudbekken. På befaring var det spor i dette området av at det har rent vann fra Bjørgebekken nord og mot Stubberudbekken, se figur 12. Trolig er dette noe som skjer relativt ofte ved store vannmengder i bekken. Ved overløp renner vann til en eldre grøft for myrdrainering som leder videre til Stubberudbekken og stikkrenne under Lunnstadmyrvegen.

Figur 13 viser et terrengsnitt i området der det på befaring ble påvist overløp fra Bjørgebekken nord mot Stubberudbekken. Snittet viser at det er slakt fall bort fra bekkeløpet og at bekkeløpet er lite definert i terrenget.



FIGUR 12 PUNKT FOR OVERLØP MOT STUBBERUBEKKEN VED STORE VANNMENGDER I BJØRGEBEKKEN NORD



FIGUR 13 OVERLØP FRA BJØRGEBEKKEN NORD TIL STUBBERUBEKKEN VED EIENDOM 155/92. DRENERINGSLINJER HAR EN TERSKELVERDI PÅ 100 M²

4.3.3 Stubberudbekken langs Lunnstadmyrvegen

Stubberudbekken langs Lunnstadmyrvegen er befart og bilder med kommentarer er vist under.



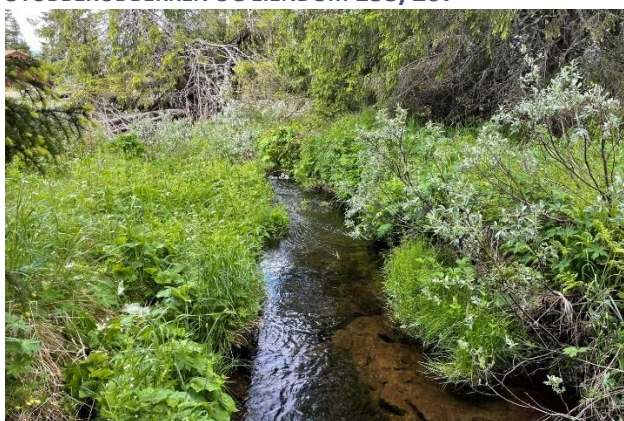
FIGUR 14 ORTOFOTO MED MARKERING AV ULIKE OMRÅDER MED HENVISNING TIL BILDER UNDER



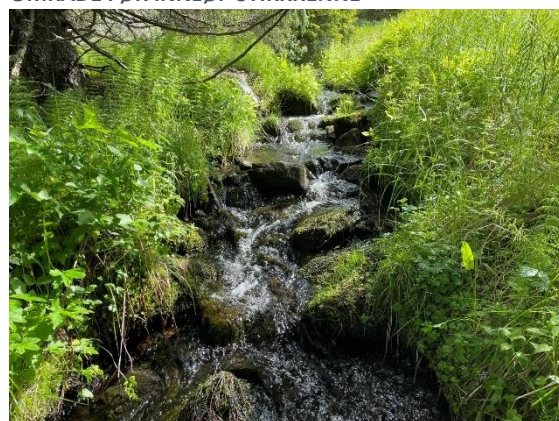
FIGUR 15 BILDE OMRÅDE A: VOLL ER ETABLERT MELLOM STUBBERUDBEKKEN OG EIENDOM 155/207



FIGUR 16 BILDE OMRÅDE B: RELATIVT FLATT OMRÅDE FØR INNLØP STIKKRENNEN



FIGUR 17 BILDE OMRÅDE C: SLAKT PARTI MED SANDBUNN OG RIK KANTVEGETASJON



FIGUR 18 BILDE OMRÅDE C: BRATTERE PARTI HVOR STEIN ER ERODERT FRAM



FIGUR 19 BILDE OMRÅDE D: STIKKRENNER, BEGGE ER 400 MM, TROLIG FOR SKILØYPE



FIGUR 20 BILDE OMRÅDE E: OPPKOMME NEDENFOR LEILIGHETSBYGG



FIGUR 21 BILDE OMRÅDE F: STUBBERUDBEKKEN GÅR I ET SØKK OG BRER SEG UT I FORGRUNNEN. RIK KANTVEGETASJON MED BL.A. VIER SOM HAR ET ROTSISTEM SOM BIDRAR TIL EROSIJNSMOTSTAND.



FIGUR 22 BILDE OMRÅDE G: VEGEN ER TIDLIGERE ETABLERT UT I BEKKEN OG BEKKEN FRAMSTÅR NÅ SOM EN KANALISERT GRØFT. KRAFTIGE VIERKRATT PÅ SIDEN SOM KAN BENYTTES I RESTAURERINGSARBEID.



FIGUR 23 BILDE OMRÅDE H: ET BETONGRØR MED DIAMETER 800 MM ER DELT I TO OG LAGT I BEKKEBUNN FRA STIKKRENNE OG CA 20 M NEDOVER, TROLIG SOM ET TILTAK MOT EROSIJON.



FIGUR 24 BILDE OMRÅDE I: ET OPPKOMME/UTLØP FRA DRENERING/OV-LEDNING LEDES I GRØFT TIL STUBBERUDBEKKEN.

5 Planlagt utbygging

Planområdet reguleres for å utbedre vegen og etablere gangveg fra Hundersætervegen til Gaiastova i forbindelse med etablering av Hafjell 950 der Gaiastova er i dag. Veggen følger samme trase som i dag. Figur 25 viser vegen helt fram til Gaiastova, men planområdet avsluttes mot reguleringsplanen til Hafjell 950.



FIGUR 25 TEGNING AV VEG FRAM TIL GAIASTOVA, DATERT 08.08.2024

6 Flomberegning

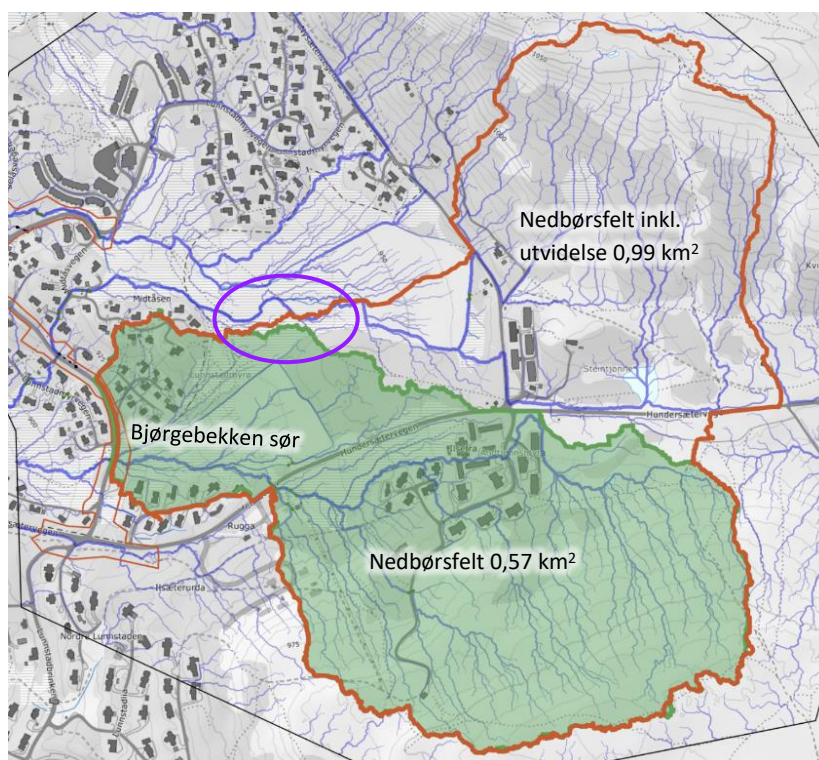
6.1 Beskrivelse av nedbørsfelt

Langs Lunnstadmyrvegen er det tre bekker som krysser vegen, alle har avrenning fra Lunnstadmyra. De to bekkene lengst sør samler seg lenger ned til Bjørgebekken, og Stubberudbekken er den nordligste av de tre bekkene og har sitt utspring fra Lunnstadmyra ved Gaiastova. Lunnstadmyra har i nord slakt fall, mens den i sør er brattere med fall på ca 10%. Deler av myra er drenert og benyttes i dag til jordbruksformål. Øvrige deler av nedbørsfeltene består av hyttefelt, skog og snaufjell. Feltgrensene er usikre i myrområdet, som beskrevet i avsnitt 4.3.2. Grensen mellom nedbørsfelt vil sannsynligvis endre seg ved økt vannføring ved at vannveger i terrenget ikke har kapasitet nok og vann ledes over til nabovassdrag.

For å beregne nedbørsfelt for flomberegning er Scalgo Live benyttet. Tjenesten beregner hvor vannet renner basert på analyse av en terrengmodell fra laserscanning. Som terrengdata er laserdata fra 2019 i oppløsning 0,5x0,5 m benyttet.

6.1.1 Nedbørsfelt Bjørgebekken sør

Nedbørsfelt basert på terrenganalyse med Scalgo er vist med grønn skravur på figur 26. I området vist med lilla ring er myra slak og uten tydelige vannveger. Det er ikke usannsynlig at vann fra myra utenfor det grønnskaverte området vil drenere til Bjørgebekken sør på grunn av utydelige feltgrenser over myra. Å inkludere hele det rødmarkerte området i nedbørsfeltet vil nesten doble arealet, og vil overestimere flommen siden det da samtidig antas at svært lite vann vil drenere mot Bjørgebekken nord.

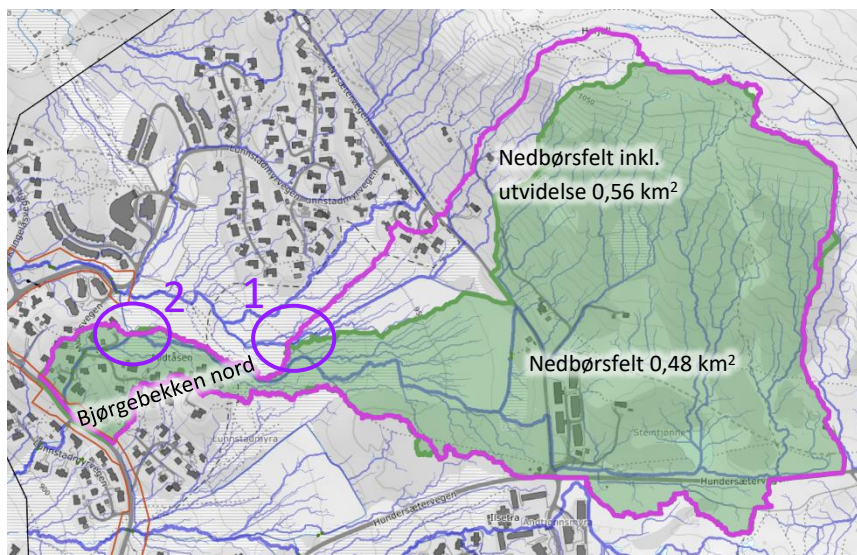


FIGUR 26 NEDBØRSFELT TIL BJØRGEBEKKEN SØR ER VIST MED GRØNT, POTENSIELL UTVIDELSE AV NEDBØRSFELT ER VIST MED TYKT RØDT OMRISS. PLANOMRÅDET ER VIST MED TYNT RØDT OMRISS.

6.1.2 Nedbørsfelt Bjørgebekken nord

Feltgrensene over myra i samme området som omtalt i avsnitt 6.1.1 er utydelige og markert med en lilla ring nummerert 1 på figur 27. Dersom hele nedbørsfeltet markert med rosa tas med tar man høyde for usikkerheten i nedbørsfelt over myra på en god måte. Ved lilla ring nummerert 2 ble det på befaring observert et punkt på bekken hvor vann i en flomsituasjon vil drenere nordover mot Stubberudbekken, se avsnitt 4.3.2. Dette vil redusere vannmengden i Bjørgebekken nord når den krysser Lunnstadmyrvegen.

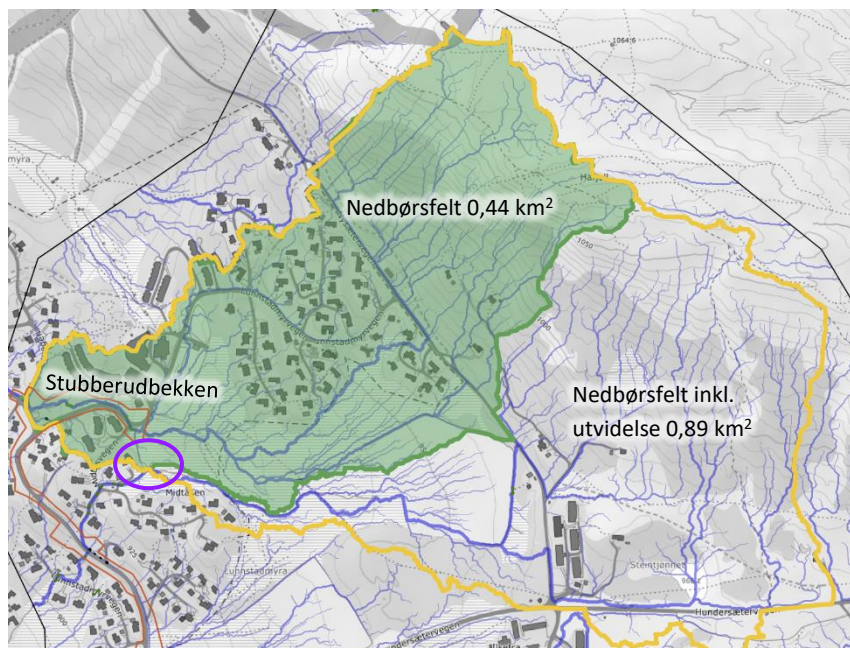
Det antas at effekten av overløpet til Stubberudbekken er større enn utvidelsen av nedbørsfeltet, men det bør tas høyde for at f.eks. snø eller trefall kan blokkere hele eller deler av overløpet. Et nedbørsfelt på 0,48 km² legges til grunn.



FIGUR 27 NEDBØRSFELT TIL BJØRGEBEKKEN NORD ER VIST MED GRØNT, POTENSIELL UTVIDELSE AV NEDBØRSFELT ER VIST MED ROSA OMRISS. PLANOMRÅDET ER VIST MED TYNT RØDT OMRISS.

6.1.3 Nedbørsfelt Stubberudbekken

Området markert med lilla ring er samme område som nummerert 2 på figur 27 i forrige avsnitt. I en flomsituasjon vil vann både ledes i eksisterende bekkeløp til Bjørgebekken nord og mot Stubberudbekken. Hvordan denne fordelingen vil bli er vanskelig å tallfeste. Å kun ta med grønt nedbørsfelt vil sannsynligvis underestimere flommen, men inkludering av hele det gulemarkerte området på figur 28 vil overestimere flommen siden det da samtidig antas at Bjørgebekken ikke har vannføring.



FIGUR 28 NEDBØRSFELT TIL STUBBERUDBEKKEN ER VIST MED GRØNT, POTENSIELL UTVIDELSE AV NEDBØRSFELT ER VIST MED GULT OMRISS. PLANOMRÅDET ER VIST MED TYNT RØDT OMRISS.

6.2 Metode flomberegning

Det er knyttet store usikkerheter til flomberegninger og det bør benyttes flere metoder som sammenlignes for å redusere usikkerheten. *Veileder for flomberegninger* (NVE, 2022a) er lagt til grunn for beregningene.

Generelt deles metoder for flomberegninger inn i to hovedgrupper: flomfrekvensanalyser og nedbør-avløpsmodeller. Flomfrekvensanalyser er statistiske analyser som relaterer målte flomvannsføringer til gjentakintervall. Resultatet benyttes til å estimeres flomstørrelser for ulike gjentakintervall for et konkret felt. Nedbør-avløpsmodeller benytter nedbørsverdier som inngangsdata under antagelse av at største nedbørshendelse også skaper største flom. Statistiske analyser av nedbørsdata relaterer nedbør til gjentakintervall og ut fra dette genereres nedbørsdata i form av IVF-kurver (intensitet, varighet og frekvens) som benyttes i beregningene av flomvannsføring.

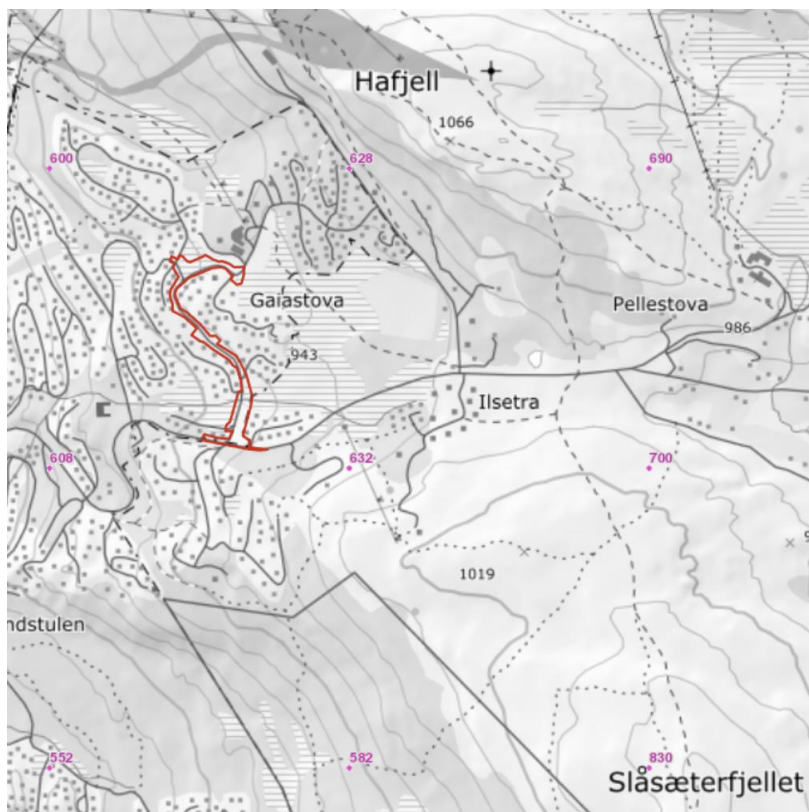
6.2.1 Dimensjonerende returperiode

Alle tre bekker går i et område med fritidsbebyggelse. Tiltak må derfor dimensjoneres etter krav i TEK17, se avsnitt 3.1. Fritidsboliger ligger i sikkerhetsklasse F2 som medfører at det dimensjoneres for flom med 1/200 årlig sannsynlighet, dvs. returperiode 200 år. Dette er også i samsvar med forslag til ny kommunedelplan for Øyer sør.

6.2.2 Flomformel for små nedbørsfelt (regional flomfrekvensanalyse, NIFS)

Der er ingen representative målte felt i nærheten i samme størrelsesorden som bekkene i planområdet. Formelverk for små nedbørsfelt RFFA-NIFS er derfor benyttet, og er nærmere beskrivelse i (Glad, 2015). Formelverket anbefales brukt for felt fra 0,2-53 km². Feltparametere som inngår i formelen er areal, effektiv sjøprosent og middel årsavrenning.

For å anslå middelavrenning til nedbørsfeltene er NVEs normalavrenningskart benyttet, se figur 29. Verdiene innenfor nedbørsfeltet ligger på ca 630 mm/år, men nedbørsfeltene strekker seg mot høyereliggende områder med verdier opp mot 700 mm/år. Usikkerhet i verdiene er opplyst til å være +-20%. I beregningene legges det til grunn en midlere årsavrenning på 670 mm/år.



FIGUR 29 MIDDEL-ÅRSVRENNING (ROSA) FOR PERIODEN 1991-2020 I

TABELL 2 FELTPARAMETERE OG FLOMM/ÅR (NVE ATLAS). PLANOMRÅDETS OMRIS I RØDT, OG NEDBØRSFELT ER VERDIER ER FØR KLIMAPÅSLAG. PROSENTVERDIER PÅ ESTIMAT ER KONFIDENSINTERVALL.

		Bjørgebekken sør		Bjørgebekken nord		Stubberudbekken	
		Normalt nedbørsfelt	Nedbørsfelt inkl. utvidelse	Normalt nedbørsfelt	Nedbørsfelt inkl. utvidelse	Normalt nedbørsfelt	Nedbørsfelt inkl. utvidelse
Areal [km ²]		0,57	0,99	0,48	0,56	0,44	0,89
Effektiv sjøprosent [%]		0	0	0	0	0	0
Middelflom, Q _M [m ³ /s]		0,42	0,67	0,36	0,41	0,34	0,62
Middelflom, q _M [l/s/km ²]		734	681	751	736	760	691
Vekstkurve, Q ₂₀₀ /Q _M		2,8	2,8	2,8	2,8	2,8	2,8
200-årsflom, Q ₂₀₀ [m ³ /s]	Lavt estimat, 5%	0,6	0,9	0,5	0,6	0,5	0,9
	Midlelestimat	1,2	1,9	1,0	1,1	0,9	1,7
	Høyt estimat, 95%	2,3	3,8	2,0	2,3	1,9	3,5

Tabell 2 over viser inngangsparametere og beregnede verdier for 200-årsflom basert på flomformel for små nedbørsfelt (NIFS). Det er gjort beregninger både med normalt nedbørsfelt og nedbørsfelt utvidet for å inkludere områder som kan drenere til aktuell bekk som beskrevet i avsnitt 6.1.

6.2.3 Rasjonelle formel (nedbør/avløpsmodell)

Den rasjonelle metode anbefales brukt i nedbørsfelt mindre enn 2 km² (NVE, 2022a). Metoden går ut på at det beregnes en avrenningsfaktor for feltet som vektet ut fra hvor store arealer det er av ulike type flater i feltet, og hvor mye av vannet som bidrar til flomtoppen fra de ulike flatene. Valg av nedbørshendelse gjøres ut fra valgt returperiode og konsentrasjonstiden til feltet som beregnes ut fra feltegenskaper. Nærmere beskrivelse av metoden finnes i *Håndbok V240 Vannhåndtering* (Statens vegvesen, 2020).

6.2.3.1 Nedbørsdata (IVF-kurve)

Nærmeste målestasjon med IVF-data er Lillehammer målestasjon. Denne målestasjonen har begrenset måleserie, og har for lave verdier for korttidsnedbør til å være representativ. På bakgrunn av dette har Norconsult på oppdrag fra Lillehammer kommune utarbeidet en ny IVF-kurve som kombinerer data fra målestasjonene på Lillehammer, Gjøvik og Hamar i perioden 1968-2019. Denne IVF-kurven benyttes for beregningene.

TABELL 3 IVF-DATA FOR LILLEHAMMER MED NEDBØR GITT I LITER PER SEKUND OG HEKTAR

Retur- periode (år)	Returverdi for nedbør (l/(s*ha)) per nedbørsvarighet															
	Varighet (minutter)															
	1	2	3	5	10	15	20	30	45	60	90	120	180	360	720	1440
2	250,0	225,0	194,4	163,3	115,0	88,9	72,5	53,9	40,7	33,9	25,9	21,5	16,9	10,9	6,9	4,4
5	333,3	291,7	255,6	213,3	153,3	117,8	95,8	72,2	54,8	45,8	34,3	27,8	21,6	13,7	8,8	5,8
10	383,3	333,3	300,0	246,7	178,3	137,8	112,5	83,9	63,7	53,6	39,6	31,9	24,5	15,5	10,0	6,6
20	416,7	375,0	338,9	276,7	201,7	157,8	128,3	95,6	73,0	61,1	44,6	36,1	27,3	17,3	11,2	7,5
25	433,3	391,7	350,0	286,7	210,0	163,3	133,3	99,4	75,6	63,6	46,5	37,5	28,2	17,9	11,6	7,8
50	483,3	425,0	388,9	320,0	233,3	183,3	149,2	111,1	84,1	70,8	51,7	41,7	31,2	19,6	12,7	8,6
100	516,7	466,7	427,8	350,0	255,0	202,2	164,2	122,2	93,0	78,3	56,7	45,8	34,3	21,3	13,7	9,4
200	566,7	508,3	461,1	380,0	278,3	221,1	180,0	133,3	100,7	84,7	61,5	50,0	37,5	22,9	14,8	10,3

6.2.3.2 Avrenningsfaktorer

Scalgo presenterte i januar 2024 et nytt innebygget arealdekkekart i oppløsning 0,25m som er mer detaljert enn AR5-data som tidligere har vært brukt. Arealdekkekartet er utviklet ved analyse av ortofoto ved hjelp av kunstig intelligens, og oppdateres fortløpende ettersom nye ortofoto blir tilgjengelige. Resultatet fra analysen er kombinert med data fra kartverk, slik at f.eks. visse tette flater klassifiseres som bygninger. Nærmere informasjon om arealdekkekartet er gitt i (Scalgo, 2024). De ulike typene flater har i Scalgo engelsk navn, og dette er gjengitt i denne rapporten for å gjøre rapporten lettere etterprøvbare.

Scalgo's arealdekkekart klassifiserer ikke myr, data for dette er lagt inn manuelt basert på myr vist i kartgrunnlag og integrert i prosjektets arealdekkekart.

Avrenningskoeffisienter er vurdert ut fra gjeldende veileder for flomberegninger (NVE, 2022a). Alle nedbørsfelt har en gjennomsnittlig helling på 8-14%. Veilederen angir ulike avrenningskoeffisienter avhengig av helling, derfor er to sett med avrenningskoeffisienter vist i tabell 4. Korreksjonsfaktor på 1,30 for returperiode 200 år er benyttet (NVE, 2022a) i beregningen, dvs. at verdiene i tabell 4 er uten korreksjonsfaktor.



FIGUR 30 EKSEMPEL PÅ AREALDEKKEKARTETS DETALJGRAD I PROSJEKTOMRÅDET

TABELL 4 AVRENNINGSFAKTOR PER FLATETYPE, UTEN KORREKSJONSFaktor

Type flate	Avrenningsfaktor	
	Helning 2-10%	Helning >10%
Bare land (terreng uten eller med lite vegetasjon, grusplasser osv.)	0,40	0,45
Shallow vegetation (gressarealer og annen tynn vegetasjon)	0,30	0,35
Dense vegetation (skog)	0,15	0,20
Field (jordbruksareal)	0,40	0,45
Bare rock (bart fjell)	0,90	0,90
Other paved (grusdekke f.eks. oppkjørslr, planert areal rundt hus, parkeringsplasser)	0,55	0,60
Paved road (asfaltert veg)	0,90	0,90
Unpaved road (vegflate grusveg)	0,85	0,85
Building (impermeable takflater bygg)	0,90	0,90
Building (grønne takflater bygg)	0,50	0,50
Water (vannflate, bekk)	0,90	0,90
Myr	0,50	0,55

6.2.3.3 Feltparametere og flomberegning

Tabell 5 under viser inngangsparametere og beregnede verdier for 200-årsflom basert på den rasjonelle formel med forutsetninger gitt i tidligere delkapittel.

TABELL 5 FELTPARAMETERE OG FLOMVERDIER FOR 200-ÅRSFLOM FRA DEN RASJONELLE FORMEL. FØR KLIMAPÅSLAG

	Bjørgebekken sør		Bjørgebekken nord		Stubberudbekken	
	Normalt nedbørsfelt	Nedbørsfelt inkl. utvidelse	Normalt nedbørsfelt	Nedbørsfelt inkl. utvidelse	Normalt nedbørsfelt	Nedbørsfelt inkl. utvidelse
Areal [km ²]	0,57	0,99	0,48	0,56	0,44	0,89
Gjennomsnittlig hellings [%]	8,5	10,8	10,4	10,5	13,7	9,0
Konsentrasjonstid [min]	72	67	69	68	53	76
Andel innsjø i feltet [%]	0	0	0	0	0	0
Bare land (terreng uten eller med lite vegetasjon, grusplasser osv.) [%]	28,3	21,8	11,8	11,3	13,2	12,5
Shallow vegetation (gressarealer og annen tynn vegetasjon) [%]	33,0	34,1	33,6	32,0	29,2	31,2
Dense vegetation (skog) [%]	8,4	20,3	33,5	33,1	27,6	30,9
Field (jordbruksareal) [%]	3,3	5,1	9,1	9,5	2,1	5,9
Bare rock (bart fjell) [%]	8,7	5,0	0,0	0,1	0,1	0,1
Other paved (grusdekke f.eks. oppkjørslers, planert areal rundt hus, parkeringsplasser) [%]	1,2	0,8	0,4	0,4	2,3	1,3
Paved road (asfaltert veg) [%]	0,5	0,6	0,5	0	0	0
Unpaved road (vegflate grusveg) [%]	1,0	1,0	1,3	1,7	3,2	2,4
Building (grønne takflater på bygg) [%]	2,2	1,6	1,3	1,3	4,9	2,9
Water (vannflate, bekk) [%]	0,1	0,4	0,7	0,6	0	0,4
Myr, fra AR5-kart [%]	13,3	9,3	7,9	9,9	17,3	12,4
Gj.sittlig avrenningsfaktor inkl. korreksjonsfaktor 1,3	0,54	0,53	0,46	0,46	0,51	0,42
200-årsflom, Q ₂₀₀ [m ³ /s]	2,3	4,2	1,7	2,0	2,1	2,7

6.2.4 Klimapåslag

Klimapåslag på 40% er benyttet iht. NVEs anbefaling for dimensjonerende nedbør for små nedbørsfelt mindre enn 10 km² (NVE, 2022a) og klimaprofil for Oppland (Norsk Klimaservicesenter, 2022). Klimapåslaget reflekterer forventede effekter av klimaendringer fram til slutten av århundret ved høye utslipp av klimagasser.

6.3 Dimensjonerende flomvannføring

Resultater fra begge metoder er sett i sammenheng ved valg av dimensjonerende vannmengder i tillegg til vurderingene av nedbørsfelt fra avsnitt 6.1. Flomformelen for små nedbørsfelt er utviklet basert på målinger i naturlige felt og arealtyper er ikke en inngangsparameter. Formelen forventes å underestimere flomstørrelsene noe i dette området siden deler av nedbørsfeltene er preget av inngrep og andel myr i enkelte felt er relativt høyt. Myr virker flomdempende helt til den er mettet, deretter vil den ha rask avrenning.

For **Bjørgebekken sør** bør det tas høyde for at det tilføres mer vann enn nedbørsfeltet på 0,57 km² ref. avsnitt 6.1.1. Den rasjonelle formel og NIFS-formel gir henholdsvis 1,2 og 2,3 m³/s, med en snittverdi på 1,75 m³/s for nedbørsfeltet på 0,57 km². Gjennomsnittet for både den rasjonelle metode og NIFS-formel for begge nedbørsfeltene (0,57 og 0,99 km²) er 2,4 m³/s. Denne verdien ligger nært resultatet for nedbørsfeltet på 0,57 km² med den rasjonelle metode samt høyt estimat fra NIFS-formel som begge ligger på 2,3 m³/s.

2,3 m³/s forventes å være et realistisk estimat for 200-årsflom gitt variasjonen og usikkerheten i både beregninger og nedbørsfelt. Med 40% klimapåslag blir dimensjonerende vannføring 3,2 m³/s.

Bjørgebekken nord har som omtalt i avsnitt 6.1.2 et noe usikkert nedbørsfelt over myra og et flomoverløp til Stubberudbekken i utkanten av myra. I sum anses vannmengder fra et nedbørsfelt på 0,48 km² som realistisk. Den rasjonelle formel og NIFS-formel gir henholdsvis 1,7 og 1,0 m³/s, med en snittverdi på 1,35 m³/s. Med 40% klimapåslag på snittverdien blir dimensjonerende vannføring 1,9 m³/s.

Stubberudbekken har som omtalt i avsnitt 4.3.2 og 6.1.3 et overløp fra Bjørgebekken nord som vil øke nedbørsfeltet fra 0,44 km². Den rasjonelle formel og NIFS-formel gir for nedbørsfeltet på 0,44 km² henholdsvis 2,1 og 0,9 m³/s, med en snittverdi på 1,5 m³/s. Gjennomsnittet for både den rasjonelle metode og NIFS-formel for begge nedbørsfeltene (0,44 og 0,89 km²) er 1,85 m³/s. Denne verdien ligger under resultatene for nedbørsfeltet på 0,44 km² med den rasjonelle metode (2,1 m³/s) og noe under høyt estimat fra NIFS-formel (1,9 m³/s). Det velges derfor å benytte en noe høyere vannføring på 2,0 m³/s som ligger mellom resultatet fra den rasjonelle metoden og høyt estimat fra NIFS-formel for nedbørsfeltet på 0,44 km². Med 40 % klimapåslag blir dimensjonerende vannføring 2,8 m³/s.

Dimensjonerende flomvannsføring er beregnet ut fra returperioder gitt i avsnitt 6.2.1. Klimapåslag 40% er lagt til flomverdiene iht. avsnitt 6.2.4. Dimensjonerende flomvannsføring er gitt i tabell 6.

TABELL 6 DIMENSJONERENDE 200-ÅRSFLOM MED KLIMAPÅSLAG

	Bjørgebekken sør	Bjørgebekken nord	Stubberudbekken
Q₂₀₀ [m³/s]	2,3	1,4	2,0
Q_{200+40%klima} [m³/s]	3,2	1,9	2,8

7 Sikringstiltak

7.1 Stikkrennedimensjoner

Tabell 7 viser nødvendig dimensjon på stikkrenner ved dimensjonering for innløpskontroll etter VA-blad 64 (Stiftelsen VA/Miljø-blad, 2004). Der det benyttes to stikkrenner legges innløpene med en høydeforskjell på 20-30 cm. Dette gjøres for å sikre at kun den ene stikkrennen får redusert kapasitet ved eventuell iskjøving. Inn og utløp erosjonssikres med tørrmur og det etableres kulp erosjonssikret med sprengstein ved utløpet og evt. ved innløpet dersom det er fare for massetransport fra områder oppstrøms.

TABELL 7 STIKKRENNEDIMENSJONER FOR BEKKENE SOM KRYSSER PLANOMRÅDET

	Bjørgebekken sør	Bjørgebekken nord	Stubberudbekken
Q _{200+40%klima} [m ³ /s]	3,2	1,9	2,8
Dimensjon stikkrenner [mm] (dersom 1 stk)	1600	1200	1400
Dimensjon stikkrenner [mm] (dersom 2 stk)	1000 + 1200	800 + 1000	1000 + 1200

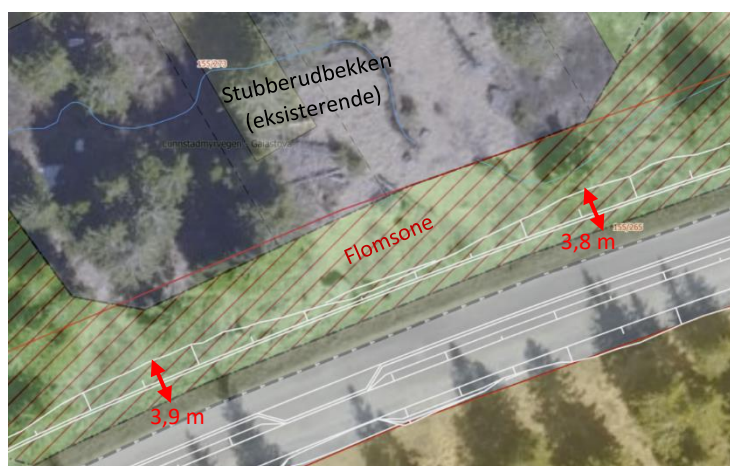
7.2 Omlegging av bekk

7.2.1 Årsak til omlegging

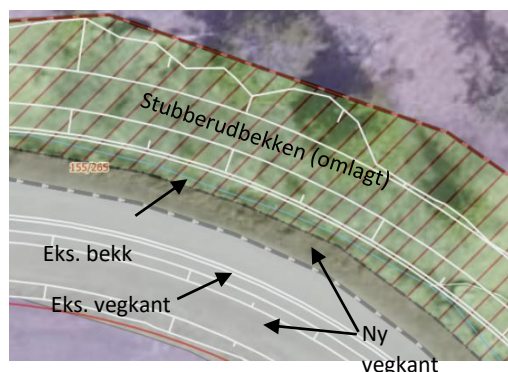
Omlegging av bekk bort fra naturlig bekkeløp for å gi plass til bebyggelse er godkjent i vedtatt reguleringsplan for Lunnstadmyrvegen-Gaiastova, omtalt i avsnitt 4.1. Fravik fra bestemmelse 1.0.2 i gjeldende kommunedelplan (avsnitt 3.5) som omhandler avstand fra bekker til konstruksjoner og fyllinger er dermed godkjent og forutsettes videre.

Ny vegutvidelse legger beslag på arealer som er avsatt til flomsone i reguleringsplan for Lunnstadmyrvegen-Gaiastova. Veg er planlagt ca 4 m meter inn i flomsonen forbi byggeområdet slik figur 31 viser. Flomsonen må derfor revideres.

I tillegg legges vegen ut i dagens bekk som vist på figur 32 i området markert G og H på figur 14 i avsnitt 4.3.3. Dette medfører at bekken må flyttes, trase for ny bekk er også vist på figur 32. Dette medfører større inngrep i bekken enn hva som allerede er godkjent i reguleringsplanen. På bakgrunn av dette er det gjort en helhetlig vurdering av flomsonen i tilknytning til



FIGUR 31 VEG (HVIT) ER PLANLAGT INN I FLOMSONEN (RØD SKRAVUR) I EKSISTERENDE REGULERINGSPLAN. MÅLSETTING FRA REGULERT FYLLINGSFOT TIL PROSJEKTERT FYLLINGSFOT ER VIST I RØDT.



FIGUR 32 VEG (HVIT) ER PLANLAGT UT I DAGENS BEKK

Stubberudbekken gjennom planområdet for å se på avbøtende tiltak og hvordan bekken og flomsikkerheten kan ivaretas på en god måte.

7.2.2 Avbøtende tiltak

For å identifisere avbøtende tiltak er tiltakshierarkiet vist på figur 33 benyttet. Det er generelt valgt en mer naturbasert tilnærming til omleggingen av bekken enn forutsatt i opprinnelig plan som i seg selv er et avbøtende tiltak.

Unngå

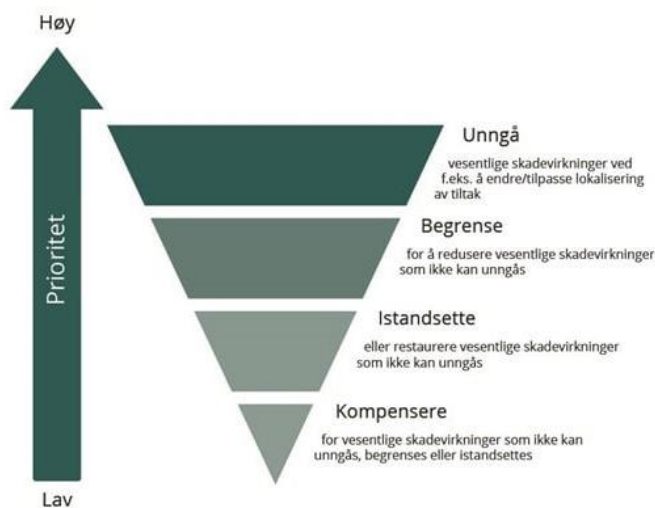
Skadevirkningene på bekken er utløst av regulert bebyggelse og veg som legges ut i eksisterende bekk. Begge deler er premisser som ikke kan unngås.

Begrense

Det er lokalisert arealer som kan beholdes urørt og som bidrar til å begrense inngrepene i bekken. Dette er både arealer som omfatter eksisterende bekk med kantvegetasjon og urørte arealer som er egnet til å lede omlagt bekk. Flomvoller mot planlagt bebyggelse og ellers der det er nødvendig utføres som tilbaketrukket sikring slik at inngrep mot bekken begrenses så mye som mulig. Bredden på flomsonen avsatt i tidligere reguleringsplan beholdes, dvs. at regulert bebyggelse flyttes tilsvarende utvidelsen av bekken.

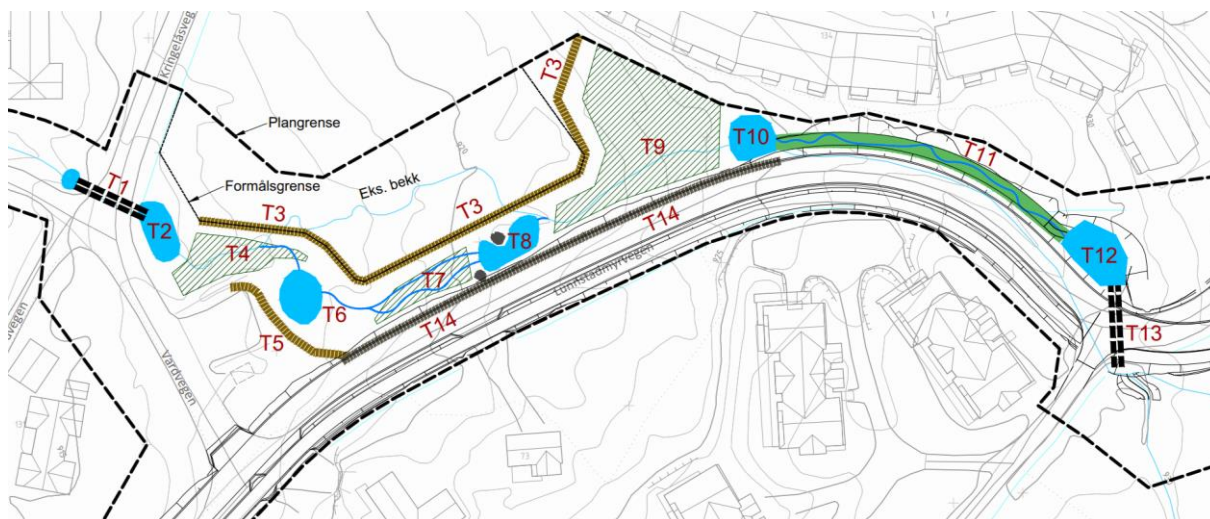
Istandsette

Nytt bekkeløp der dette må legges om for å gi plass til ny bekk istandsettes som et naturlikt bekkeløp. Eks. vegetasjon benyttes til å revegetere kantsonen. Det etableres også flere kulper i planområdet der terrengjusteringer er nødvendig for å lede vann riktig veg, eller det er nødvendig å avsette sedimenter.



FIGUR 33 TILTAKSHIERARKIET (MILJØDIREKTORATET.NO)

7.2.4 Helhetlig tiltaksplan



FIGUR 34 OVERSIKT OVER TILTAK FOR Å LEGGE OM STUBBERUDBEKKEN LANGS LUNNSTADMYRVEGEN

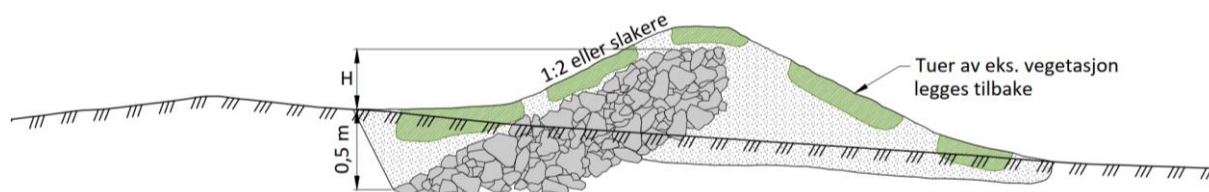
TABELL 8 BESKRIVELSE AV TILTAK VIST PÅ FIGUR 34

Tiltaksnr.	Tiltak
T1	Stikkrenner oppgraderes til dimensjon 1000 + 1200 mm iht. avsnitt 7.1. Etablering av kulp, som erosjonssikres, på nedsiden for å redusere vannhastighet før videreføring av bekk.
T2	Etablering av kulp ved innløp av stikkrenne for å avsette evt. sedimenter og redusere faren for gjentetting av stikkrenne. Erosjonssikring etableres i vegoppbygging.
T3	Flomvoll mot område regulert til bebyggelse. Topp erosjonssikring plasseres i formålsgrense. Vannsiden av flomvoll plasseres i faresonen for flom og luftsiden av flomvoll plasseres på byggeområde og kan være en del av fylling for bygg.
T4	Område nord for renovasjon med bl.a. eks. bekkeløp beholdes urørt
T5	Flomvoll etableres mot eks. renovasjon og nettstasjon
T6	Terrengjustering for å lede vann mot midten mellom flomvoller. Eks. haug fjernes og gjøres om til kulp for å redusere vannhastighet. Mindre justering av terreng for å lede vann mot kulp gjøres ved å legge på torv og større morenestein.
T7	Område beholdes urørt. Dette er et av de brattere områdene og vannstreng deles i to ut fra dam oppstrøms for å fordele belastning. Tiltak for å lede normalvannføring litt unna flomvoll gjøres ved å legge på torv og større morenestein.
T8	Senkning av terreng ved å etablere en kulp som også blir overgang mellom eksisterende bekkeløp og nytt. Eksisterende stikkrenner fjernes. To store eks. steinblokker kan ligge. Legges til rette for to utløp, slik at vann kan renne på begge sider av forhøyning i T7. Eksisterende VA hensyntas eller legges om.
T9	Område beholdes urørt
T10	Etablering av kulp for å avsette sedimenter som vaskes ut den første tiden i nytt opparbeidet bekkeløp oppstrøms.
T11	Etablering av nytt naturlikt bekkeløp. Erosjonssikring i hele profilet med sprengstein som dekkes med morenemasser, morenestein og vegetasjonsmatter. Eksisterende VA hensyntas eller legges om.
T12	Etablering av kulp for å avsette sedimenter og redusere vannhastighet før overgang til nytt naturlikt bekkeløp. Erosjonssikring etableres mot veg.
T13	Stikkrenne oppgraderes til dimensjon 1000 + 1200 mm iht. avsnitt 7.1. Erosjonssikring ved innløp og tilpassinger mot eks. bekkeløp.
T14	Erosjonssikring av veg etableres som en del av vegoppbyggingen.

7.2.5 Dimensjonering av tiltak

7.2.5.1 Tiltak T3, T5 og T14 – Flomvoll mot utsatte områder

Flomvoller bygges opp av morenemasser og sprengstein som revegeteres med stedegen vegetasjon som tas av i flak fra eksisterende terreng. Vegetasjon fra områder regulert til bebyggelse kan benyttes for å sikre tilstrekkelig vegetasjon. Andel vegetasjon som legges tilbake har stor betydning for hvor raskt tiltaket vil gro til og dermed hvor motstandsdyktig tiltaket vil bli mot erosjon og massetransport de første årene. Fotgrøft etableres til dybde 0,5 m under bekkeløp. Flomvollen må ha slake sideskråninger på 1:2 eller slakere.



FIGUR 35 PRINSIPP FLOMVOLL

Dimensjonering av høyde på flomvoll er gjort med Mannings formel. Manningstall 20 og dimensjonerende flomvannsføring på 2,8 m³/s, ut fra avsnitt 6.3 er benyttet. Dimensjonert høyde på flomvoll er satt til høyden på energilinen + 10 cm. Høyden gjelder fra bekkkant til topp steinsikring. I avsnitt 7.3 er det beskrevet en hydraulisk modell som er benyttet for å verifisere at sikringshøyden er tilstrekkelig.

Dimensjonering av erosjonssikring er gjort med Robinsons formel (Rice & Robinson, 1993). Formelverket har enhetsvannføring, bunnhelling og skråningshelling som inngangsparametere. Formelverket inkluderer 20% økning i steinstørrelse som sikkerhet. Tykkelsen på steinsikringen skal være 2 x D₅₀.

Forutsetninger, høyde på flomvoll og nødvendig steinstørrelse er oppsummert i tabell 9.

TABELL 9 OVERSIKT OVER FORUTSETNINGER, HØYDE FLOMVOLL OG NØDVENDIG STEINSTØRRELSE

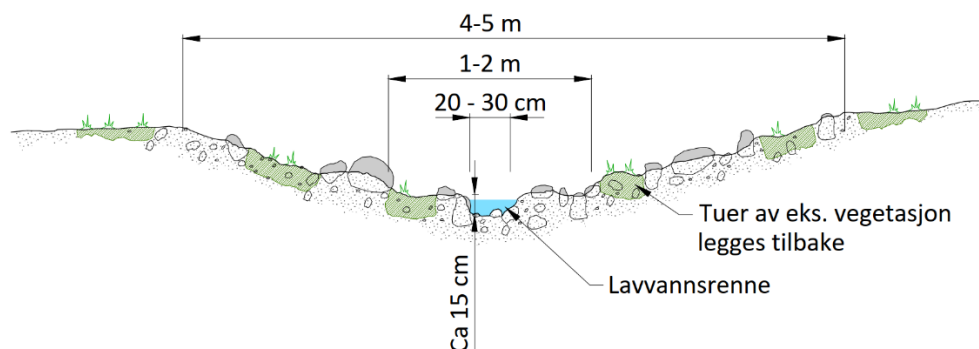
Tiltak	Gjennomsnittlig helning	Bunn-bredde	Side-helling	Dimensjonerende vannmengde	Nødvendig steinstørrelse, D ₅₀	Tykkelse steinsikring	Min. høyde over bekkkant
T3, T5, T14	7,1 %	3 m*	1:2	2,8 m ³ /s	23 cm	0,46 m	0,7 m

*Bredden på bekken er i beregningene forutsatt å være 3 m. Dette er konservativt siden bekken i realiteten har bedre plass til å bre seg utover, men er gjort for å ta hensyn til variasjoner i terreng.

7.2.5.2 Tiltak T11 – Fullprofilsikring av nytt bekkeløp

Nytt bekkeløp traues ut og sikres med sprengstein i bunn og på sider. Stor morenestein som skal stikke opp i ferdig resultat, og bidra til et naturlig bekkeløp, forankres i sprengstein. Gjenfylling med morenemasser over sprengstein som dekkes med vegetasjonsmatter på samme måte som for flomvoller. Det etableres en lavvannsrenne med grov morenestein og det tettes med vegetasjonsmatter inntil denne. Grov morenestein kan hentes fra eksisterende bekk som skal bygges ned. Lavvannsrennen vil fungere som en slags mindre bekk i det større bekketverrsnittet for normalvannsføring, og ved flom vil hele tverrsnittet tas i bruk. Vegetasjon i bekketbunnen og nederst på sidene vil få belastning fra vannet relativt raskt etter etablering, det er derfor viktig med tett vegetering og innslag av større morenestein for å holde vegetasjon på plass. Det er mye vier i

området og det anbefales å benytte dette i arbeidet med revegetering siden rotsystemet sikrer godt mot erosjon. Vegetasjon fra områder regulert til bebyggelse kan benyttes for å sikre tilgang til nok vegetasjonsmatter. Det må påregnes noe massetransport de første årene etter etablering før vegetasjonen er godt etablert, det anlegges derfor en kulp nedenfor kunstig bekkeløp i overgang til naturlig bekk.



FIGUR 36 PRINSIPP FOR ETABLERING AV BEKK-I-BEKK MED LAVVANNSRENNE OG ET STØRRE BEKKEPROFIL FOR FLOM

Dimensjonering av høyde på flomvoll er gjort med samme metode og forutsetninger som for flomvoller i avsnitt 7.2.5.1.

TABELL 10 OVERSIKT OVER FORUTSETNINGER, SIKRINGSHØYDE, OG NØDVENDIG STEINSTØRRELSE

Tiltak	Gjennomsnittlig helning	Bunnbredde	Sidehelling	Dim. vannmengde	Nødvendig steinstørrelse sider, D_{50}	Nødvendig steinstørrelse bunn, D_{50}	Tykkelse steinsikring	Min. høyde over bekkkant
T11	5,9 %	2 m	1:2	2,8 m ³ /s	23 cm	19 cm	0,46 m på sider og 0,38 m i bunn	0,8 m

7.3 Modellbasert kontroll av flomsikkerhet

For å verifisere at planlagt løsning vil fungere tilfredsstillende er det etablert en hydraulisk modell hvor tiltakene i tiltaksplanen (avsnitt 7.2) er implementert i terrenget skissemessig. Før omlegging av bekk utføres må tiltakene detaljprosjekteres.

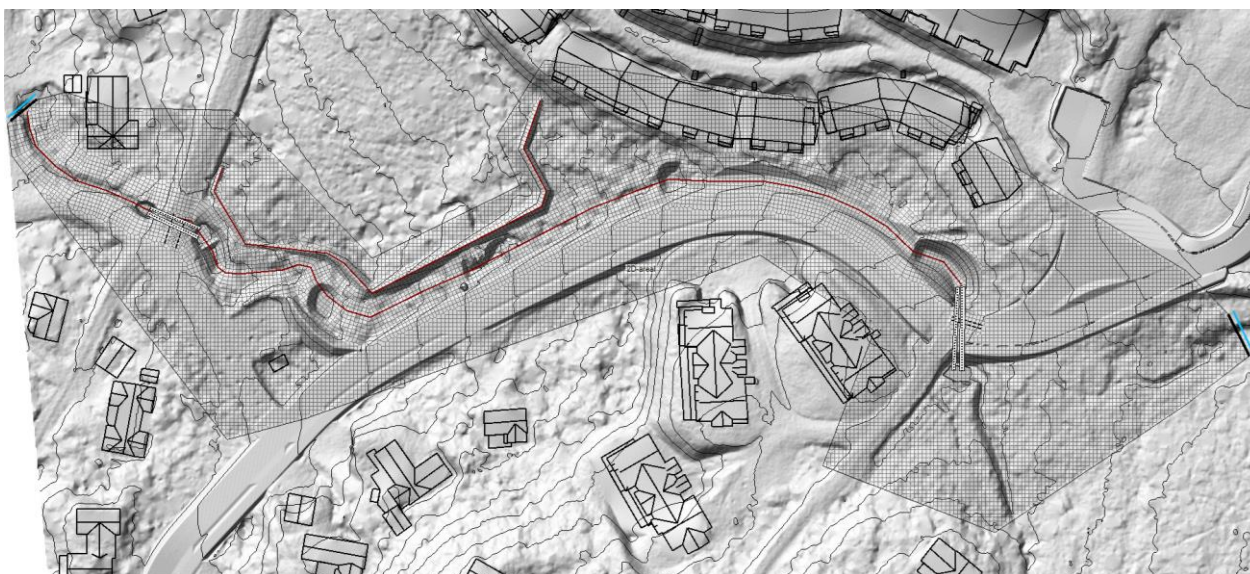
For beregning av vannstander og hastigheter er en 2D-modell i programvaren HEC-RAS 6.5 etablert. De viktigste parameterne i den hydrauliske modellen er terrenghøyde, beregningsgrid, konstruksjoner, ruhet, grensebetingelser og vannføring. For utfyllende informasjon om funksjonalitet, modelloppbygging og beregningsteori vises det til brukermanualen til HEC-RAS (US Army Corps of Engineers, 2024).

7.3.1 Oppsett av modell

I modellen er det benyttet en laserscanning fra 2019 med punkttetthet 5 pkt/m². Terrenghøyden er lagt inn i Scalgo hvor den er kombinert med prosjektert veg og hvor flomvoller og kulper er lagt inn. Terrenget er deretter eksportert til Hec-Ras i oppløsning 0,25 x 0,25 m. Parametere benyttet i modellen er vist i tabell 11 under.

TABELL 11 PARAMETERE BENYTTET I HEC-RAS-MODELL

Parameter	Verdi
Oppløsning terrengmodell	0,25 x 0,25 m
Cellestørrelse beregningsgrid	1 x 1 m
Oppstrøms grensebetingelse	Normalstrømning
Nedstrøms grensebetingelse	Normalstrømning
Likningssett	Full momentum (SWE-ELM)
Tidskritt	Gitt av courant-nummer mellom 0,1 og 1,0
Manningstall	20



FIGUR 37 UTSNITT AV OPPSETT AV MODELL MED TERRENGMODELL, BEREGNINGSGRID, GRENSEBETINGELSER, OG STIKKRENNER

Dimensjonerende flomvannsføring på 2,8 m³/s, ut fra avsnitt 6.3 er benyttet.

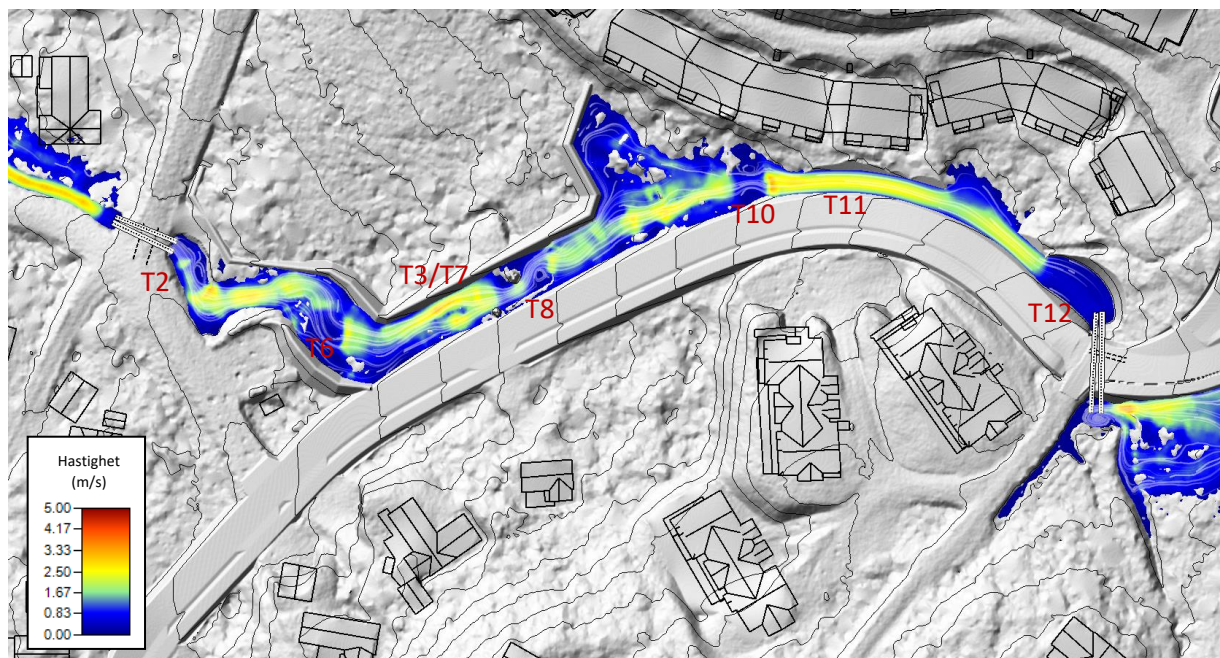
Stikkrenner er lagt inn med dimensjon 1200 og 1000 mm som beskrevet i avsnitt 7.1 ved å bruke kulvertfunksjonen i HEC-RAS. Stikkrenner er lagt inn med ca 0,5 m overdekning mot veg, og på en slik måte at de innløpskontroll blir dimensjonerende. For øvre/østre stikkrenner er innløp lagt på kote 928,8 og 928,9 (hhv. 1200 og 1000 mm), og for nedre/vestre stikkrenner er innløp lagt på kote 913,9 og 914,1 (hhv. 1200 og 1000 mm).

7.3.2 Resultat fra modell – faresone flom

Resultatene fra modellen viser at beregnede høyder på flomvoller er tilstrekkelig og at vann fordeler seg utover området som planlagt, uten å være til fare for regulert bebyggelse. Planlagte kulper (T2, T6, T8, T10 og T12) reduserer vannhastigheten som forventet. Vannet sprer seg også godt ut i terrenget som gjør at hastigheten reduseres. I nytt planlagt bekkeløp (tiltak T11) er det begrenset plass til bekken noe som gir en høyere vannhastighet på ca 2,5 m/s.

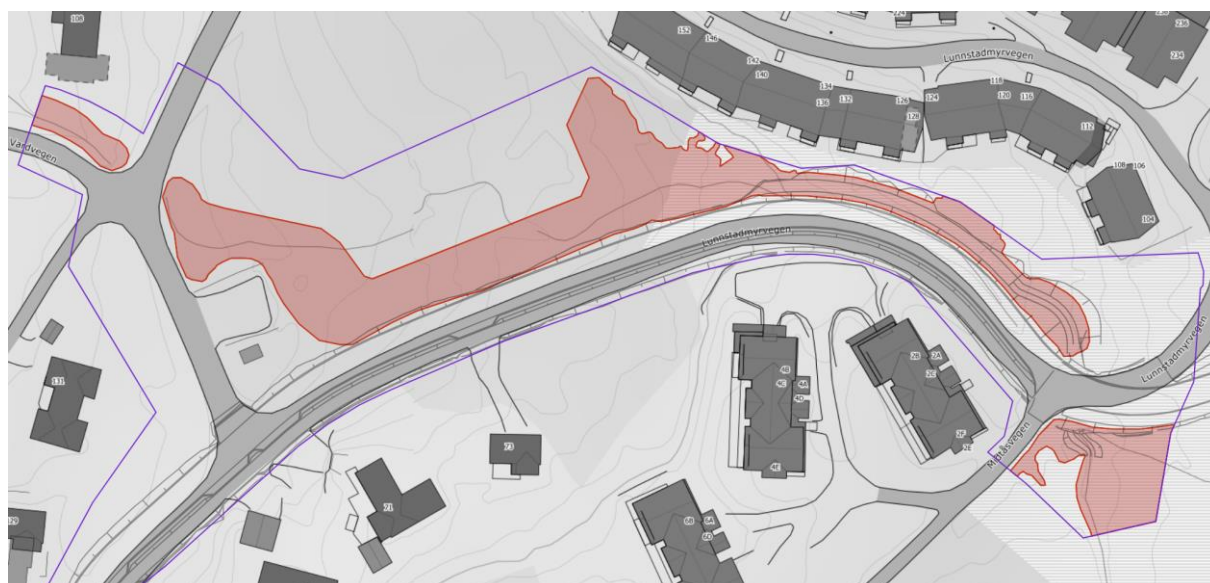
Det er også relativt høye hastigheter opp mot 3 m/s i område T7 som skal beholdes urørt. På befaring ble det observert en del stor stein i grunnen som bør gjøre området motstandsdyktig mot erosjon. Dette vil være et område det bør fokuseres ekstra på ved etablering av flomvoll (tiltak T3). Det anbefales at vannstrømmen ledes unna flomvoll med større morenestein og at revegetering gjøres spesielt tett og veg bruk av vegetasjon med god motstand mot erosjon, f.eks. vierkratt.

Modellen viser også vann inn mot bygningen lengst opp til venstre på figur 38. På befaring ble det observert og målt inn en flomvoll med høyde noe over vegnivå forbi denne bygningen. I terrenggrunnlaget fra 2019 er det ingen voll i dette området. Beregnet vannstand er ca 0,4 m under vegkant, ny flomvoll vil derfor ha tilstrekkelig høyde. Faresone flom er avsluttet ved topp flomvoll.



FIGUR 38 BEREGNET OVERSVØMT AREAL OG VANNHASTIGHET FRA MODELL. HVITE LINJER ER PARTIKKELSPORING FOR Å SE STRØMNINGSMØNSTER.

Basert på resultat fra modellen er det tegnet opp en faresone for klimajustert 200-årsflom, se figur 39. Nødvendige sikringstiltak er vist på figur 34 og omtalt i avsnitt 7.2. Anbefalinger til planbestemmelser for å ivareta sikringstiltak er listet opp i kapittel 9.



FIGUR 39 FARESONE FOR KLIMAJUSTERT 200-ÅRSFLOM ER VIST MED RØD SKRAVUR. PLANGRENSEN ER VIST MED LILLA LINJE.

7.3.3 Sensitivitetsanalyse

Siden det ikke har vært tilgang på kalibreringsdata er det utført en sensitivitetsanalyse for å se hvor følsom modellen er for avvik fra forutsetningene. Vannføring er økt 20% til 3,36 m³/s og ruhet er økt 20% til $M=16,7$ i separate kjøring av modellen.

Økt vannføring fører generelt til økt vannstand, men bortsett fra ved innløpet til stikkrenner er effekten liten, dvs. mindre enn 5 cm. Ved innløp til stikkrenner vil det bli noe oppstuvning med en vannstandsøkning opp mot 15 cm. Vannstandsøkningen påvirker ikke oversvømt areal nevneverdig, og vannet holder seg innenfor flomvoller og overtopper ingen veger.

Økt ruhet fører til en liten vannstandsøkning i hele modellen, størst i partier hvor vannet har størst fart. I disse områdene er effekten 3-4 cm.

7.4 Vurdering av erosjonssikkerhet

Iht. TEK17 skal byggverk plasseres eller sikres slik at det ikke oppstår skade ved erosjon. Dersom inngrep i vassdrag gjøres som forutsatt i denne rapporten, vurderes erosjonssikkerheten for bebyggelse som akseptabel. Inngrep i vassdrag vil ofte føre til noe erosjon og massetransport den første tiden. Dette må hensyntas både i detaljprosjekteringen og i driftsfasen, særlig de første årene etter etablering og etter større flommer.

8 Drift og vedlikehold

For å sikre at planlagte sikringstiltak fungerer i en flomsituasjon er det viktig med gode rutiner for drift og vedlikehold, spesielt av stikkrenner og sedimentasjonsbasseng. Regelmessig tilsyn er nødvendig for å avdekke vedlikeholdsbehov som tømming av sedimentasjonsbasseng, rensk, tining og evt. fjerning av snø før vårflo. Eventuelle erosjonsskader på flomvoller, i forbindelse med stikkrenner og øvrige tiltak skal utbedres på tilfredsstillende måte. Endringer i vassdrag over tid kan forekomme pga. rotvelt, erosjon og lignende. Vassdrag og sikringstiltak må regelmessig inspiseres.

9 Anbefalinger til plankart og bestemmelser

For å sikre at tiltakene rapporten foreslår blir gjennomført slik at sikkerheten mot flom blir ivaretatt, anbefales det at følgende punkter tas inn i plankart og bestemmelser.

- Stikkrenner for bekker skal dimensjoneres for 200-årsflom og min. 40% klimapåslag og erosjonssikres ved inn- og utløp. Tiltak for å avsette sedimenter og redusere vannhastighet skal vurderes.
- Områder markert med tiltaksnummer T4, T7 og T9 skal beholdes urørt uten terrenginngrep og kjørespor fra maskiner. Vegetasjon skal beholdes, men uttak av større enkelttrær tillates.
- Tiltak vist på tegning G02 skal detaljprosjekteres og etableres samtidig med utvidelse av veg, og er en forutsetning for ferdigattest på område regulert til bebyggelse. Revegetering skal skje med stedegen vegetasjon som tas av i flak fra eksisterende terreng og areal regulert til bebyggelse.

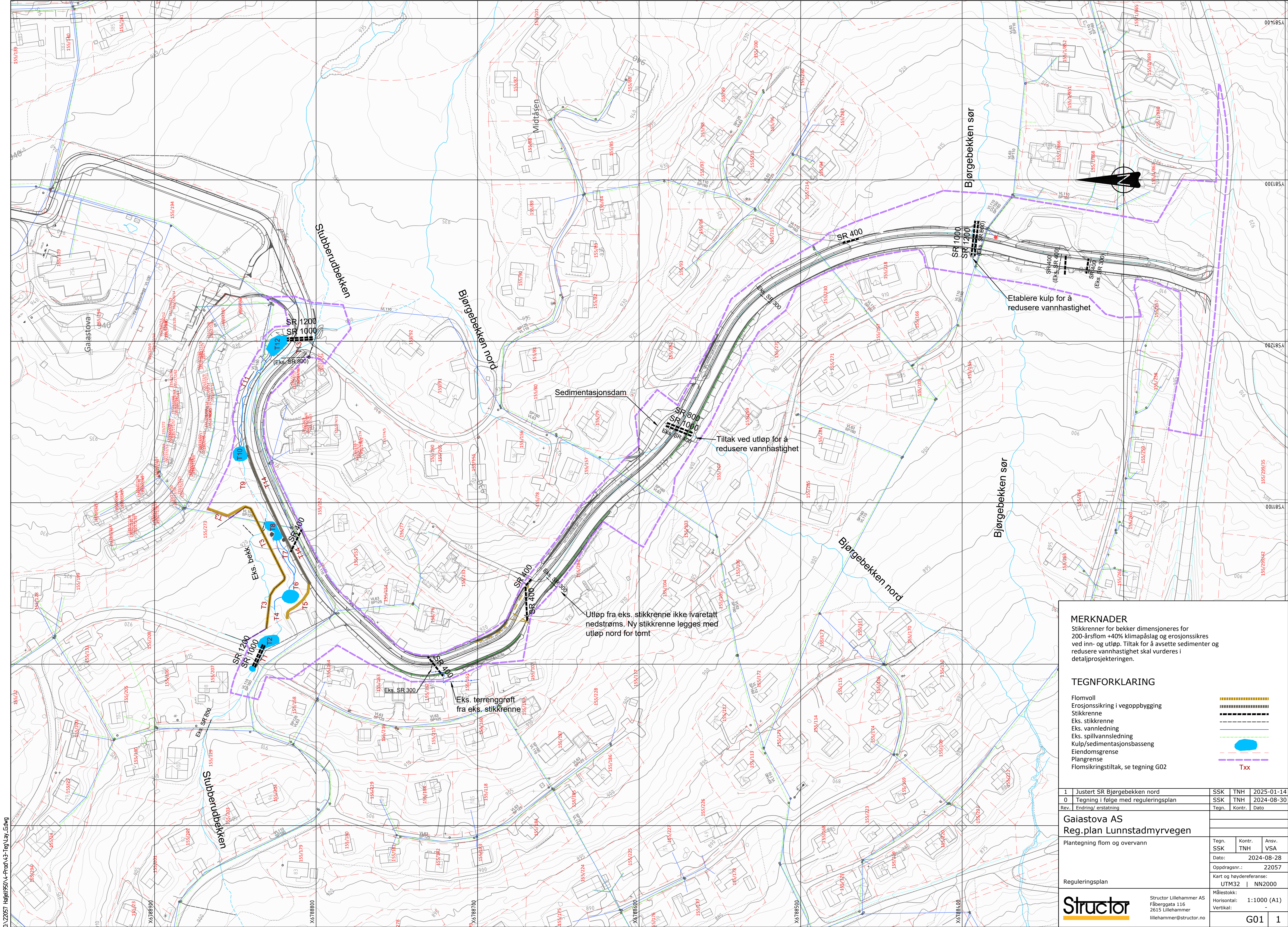
10 Referanser

- Glad, P. R. (2015). *Nasjonalt formelverk for flomberegninger i små felt nedbørfelt*. NVE Rapport 8-2015.
- Norconsult AS. (2022). *Sårbarhetsvurdering av bekker i Øyer sør*.
- Norsk Klimaservicesenter. (2022, April). *Klimaprofil Oppland*. Hentet fra <https://klimaservicesenter.no/kss/klimaprofiler/oppland>
- NVE. (2022a). *Nr. 1/2022 Veileder for flomberegninger*.
- Rice, C., & Robinson, K. (1993). *Stability of rock chutes*. *First Int. Conference on Water*.
- Scalgo. (2024, 02 15). *Documentation, Country specific - Norway*. Hentet fra <https://scalgo.com/en-US/scalgo-live-documentation/country-specific/norway>
- Statens vegvesen. (2020). *Håndbok V240 Vannhåndtering*.
- Stiftelsen VA/Miljø-blad. (2004). *Nr 64 - Bekkeinntak med innløpskontroll. Dimensjonering og utforming*.
- US Army Corps of Engineers. (2024, 02). *HEC-RAS documentation*. Hentet fra <https://www.hec.usace.army.mil/software/hec-ras/documentation.aspx>

11 Vedlegg

1. G01 Plantegning flom- og overvann
2. G02 Omlegging av Stubberudbekken

Q:\22057_Høglø950 v-Prod\A-3-Teg\A3_5.dwg



MERKNADER
Stikkrenner for bekker dimensjoneres for 200-årsflom +40% klimapåslag og erosjonssikres ved inn- og utløp. Tiltak for å avsette sedimenter og redusere vannhastighet skal vurderes i detaljprosjekteringen.

TEGNFORKLARING

Flomvoll	-----
Erosjonssikring i vegoppbygging	-----
Stikkrenne	-----
Eks. stikkrenne	-----
Eks. vannledning	-----
Eks. spillvannsledning	-----
Kulp/sedimentasjonsbasseng	-----
Eiendomsgrænse	-----
Plangrænse	-----
Flomsikringstiltak, se tegning G02	-----

Txx

1	Justert SR Bjørgebekken nord		SSK	TNH	2025-01-14
0	Tegning i følge med reguleringsplan		SSK	TNH	2024-08-30
Rev.	Endring/ erstatning		Tegn.	Kontr.	Dato
Gaiaostova AS Reg.plan Lunnstadmyrvegen					
Plantegning flom og overvann			Tegn. SSK	Kontr. TNH	Ansv. VSA
			Dato: 2024-08-28		
			Oppdragsnr.: 22057		
Reguleringsplan			Kart og høydereferanse:		
			UTM32 NN2000		
Structor Structor Lillehammer AS Fåberggata 116 2615 Lillehammer lillehammer@structor.no			Målestokk:		
			Horizontal: 1:1000 (A1)		
			Vertikal: -		
			G01		1

