



Notat

OPPDRAG	Overføringsledning Lahell-Solumstrand	DOKUMENTKODE	10263197-03-RIVass-NOT-001
EMNE	Vurdering av flom- og erosjonsfare	TILGJENGELIGHET	Åpen
OPPDRAGSGIVER	Asker kommune	OPPDRAGSLEDER	Per-Egil Saltvedt Ranum
KONTAKTPERSON		UTARBEIDET AV	Diego A. Contreras-González
KOPI		ANSVARLIG ENHET	10105070 Hydrologi

SAMMENDRAG

Asker kommune har engasjert Multiconsult for å vurdere faren for flom og potensiell erosjon ved avløpsrenseanlegget på Lahell-Spikkestad. Dette anlegget har ikke lenger tilstrekkelig kapasitet, og dette prosjektet omhandler erstatning av anlegget med en pumpestasjon. Det er utført en flomvurdering for den nye avløpspumpestasjonen i området der det eksisterende renseanlegget ligger.

Arbeidet er utført for 200-årsflom iht. TEK17 og med bakgrunn i NVEs veileder *Sikkerhet mot flom*. Flomverdi for 200-årsflom er beregnet vha. flomfrekvensanalyse for Sæternbekken til 19,8 m³/s. Det er lagt til klimapåslag (20 %) og sikkerhetspåslag (45 %) på vannføringen iht. NVEs veiledere. Det gir en verdi på 34,4 m³/s, som brukes videre i beregningene som dimensjonerende flom.

En 2D-hydraulisk modell er satt opp rundt det planlagte pumpestasjonsområdet ved bruk av verktøyet HEC-RAS 6.6. Området ble befart, tegn på erosjon og konstruksjoner i vannveien ble identifisert, og det ble tatt målinger.

Resultater viser at vannstanden ligger på ca. 17,7 moh. ved renseanlegget, ved dimensjonerende flom scenariet. Terreng høyden i dette området varierer fra 17,4 til 19 moh. og området blir derfor delvis oversvømt. De høyeste vannhastighetene i bekken finnes ved svingen på nordsiden av renseanlegget med ca. 3 m/s, og nedstrøms kulverten med ca. 4 m/s. I det førstnevnte tilfellet viser resultatene at vannhastighetene er lokalisert i midten av bekken, med lavere hastigheter mot bekkekantene. I det andre tilfellet viser resultatene at de høye hastighetene oppstår ved kulvertutløpet.

Det ble observert tegn på erosjon i skråningen rett nedenfor renseanlegget. Det anbefales å se nærmere på fundamentene til renseanlegg ved bekkekantene. NGUs løsmassekart viser at det er tykke hav- og fjordavsetninger i hele området. Tilsvarende advarer NVEs aktsomhetskart for kvikkleireskred- og kvikkleiresonene som følger langs Dauerubekken ved det planlagte pumpestasjonsområdet.

TEK17 §7-2 indikerer at bygninger skal overholde kravene til erosjonssikkerhet når det gjelder avstand til elven. Dersom det ikke er mulig å bygge lenger unna grensen, må skråningen vurderes og være sikret mot erosjon. Det anbefales derfor en nærmere vurdering av flom- og erosjonsfare.

Basert på dataene og observasjonene som ble gjort under befaringen, dekningen av tykke hav- og fjordavsetninger og resultatene fra hydrauliske simuleringer, identifiseres det et behov for viderevurdering av erosjon og eventuelt dimensjonering av tiltak.

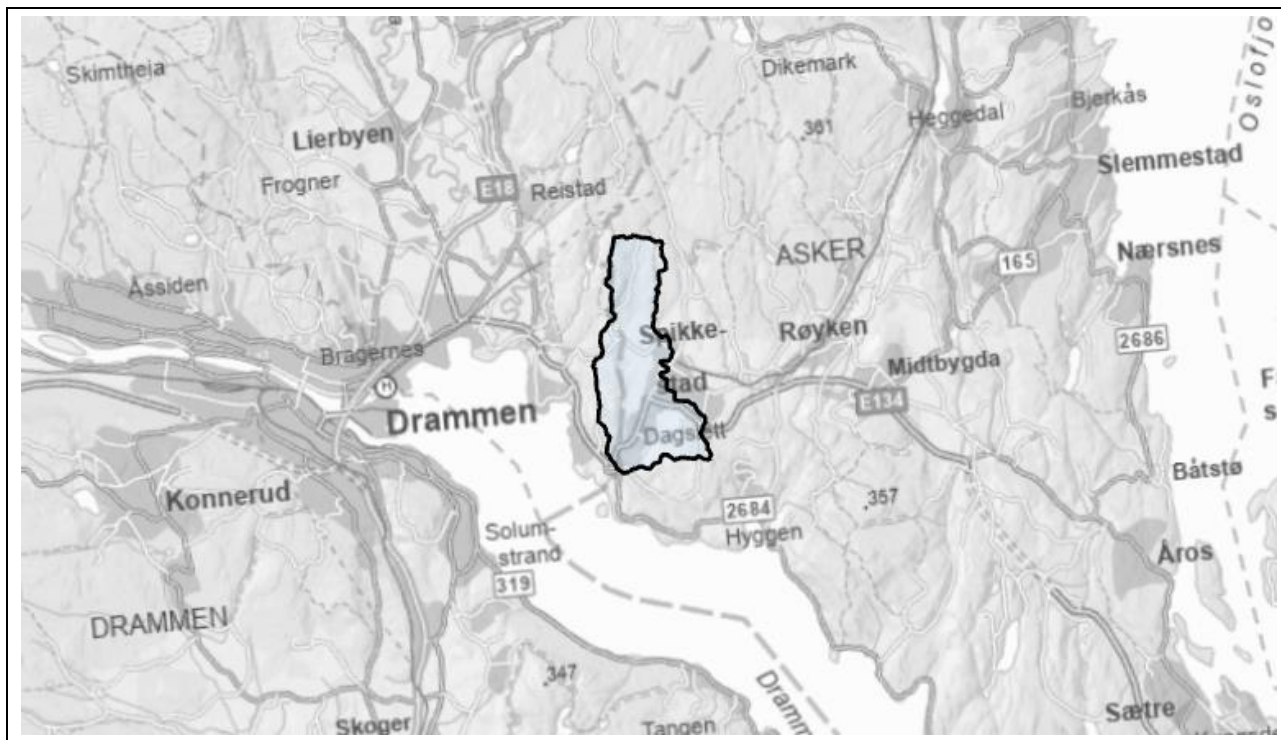
00	11.06.2025	Vurdering av flom og erosjonsfare	DC INW	YM	INW
REV.	DATO	BESKRIVELSE	UTARBEIDET AV	KONTROLLERT AV	GODKJENT AV



1 Innledning

1.1 Bakgrunn for oppdrag

Multiconsult er engasjert av Asker kommune for å utrede flomfare for en ny avløpspumpestasjon på Lahell. Flomfarevurderingen gjennomføres i henhold til TEK17 (DiBK, 2017) og NVE sine retningslinjer (NVE, 2022). Området som vurderes er vist i Figur 1-1. Den planlagte bygningen vil være en pumpestasjon, og den vil inneholde mekaniske og elektrotekniske anlegg.



Figur 1-1: Oversiktskart over nedbørfeltet til Lahell ved pumpestasjon.

1.2 Forutsetninger for beregningene

Beregningene er utført med dagens beste tilgjengelige datagrunnlag, men er basert på forutsetninger som antas vil være riktige ved en fremtidig stor flom.

Over tid vil datagrunnlaget som beregningene er basert på endres. Dette gjelder både det hydrologiske datagrunnlaget og terrengdata. Beregningene er derfor kun gyldige for elveløpet slik det er i dag. Flomberegningene bør oppdateres om det oppstår store flommer i vassdraget eller datagrunnlaget forbedres betydelig (NVE, 2022). Dersom det gjøres tiltak innenfor flomsonen, vil det kunne påvirke beregningene som vil medføre at de må oppdateres for å være gyldige.

Alle høyder i rapporten er oppgitt i NN2000 høydesystem.

2 Vurdering av flomfare i plan- og byggesak

De generelle kravene til sikkerhet mot naturpåkjenninger er konkretisert i TEK17 § 7-1, og konkrete sikkerhetskrav mot flom og stormflo er videre presisert i § 7-2 og § 7-3 (DiBK, 2017).

2.1 Sikkerhet mot flom og stormflo

Bestemmelsene i TEK17 § 7-2 gjelder sikkerhet mot saktevoksende flommer som normalt ikke medfører farer for menneskeliv. For bratte masseførende vassdrag der det kan være fare for flomskred



gjelder kravene for skred, § 7-3. Multiconsult vurderer studieområdet til å falle innenfor bestemmelsene i § 7-2. Det planlagte bygget ligger høyt nok til at det ikke vil bli direkte påvirket av stormflo eller bølger.

2.2 Sikkerhetsklasser for byggverk

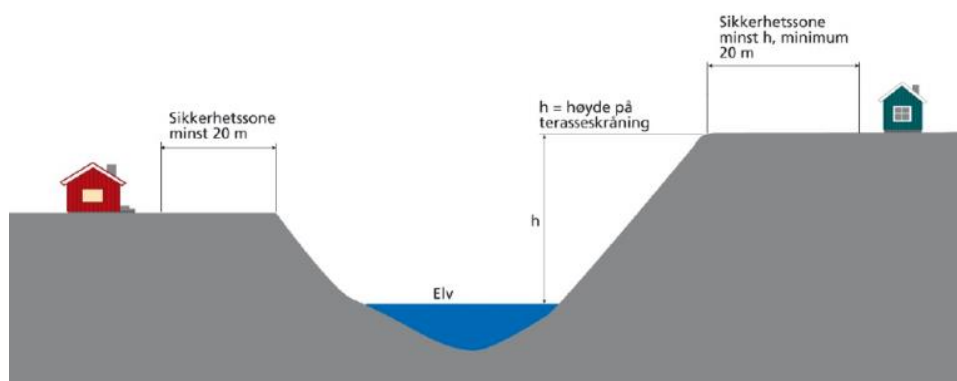
Det er definert tre sikkerhetsklasser for flom med ulike gjentakintervall som skal legges til grunn for byggverk i flomutsatte områder, jf. TEK17 § 7-2 annet ledd, se Tabell 2-1. Multiconsult vurderer at pumpestasjonsbygningen kan antas som et industribygg, med lite personopphold. Det vil være materielle konsekvenser ved flom, og det vil berøre mennesker pga. avløpsfunksjonen til bygget. Bygget er derimot ikke vurdert til å ha kritiske og sårbare samfunnsfunksjoner. Bygget vurderes derfor i sikkerhetsklasse F2 (middels konsekvens) iht. TEK17 § 7-2. Sikkerhetsklasse F2 samsvarer et gjentakintervall på 200 år.

Tabell 2-1: Sikkerhetsklasser for byggverk i flomutsatt område. Kilde: TEK17 § 7-2 andre ledd.

Sikkerhetsklasse for flom	Konsekvens	Største nominelle årlige sannsynlighet
F1	liten	1/20
F2	middels	1/200
F3	stor	1/1000

2.3 Erosjonsfare

Byggteknisk forskrift stiller krav om at byggverk skal plasseres eller sikres slik at det ikke oppstår skade ved erosjon. Den preaksepterte løsningen er å plassere byggverk i sikker avstand fra erosjonsutsatt skråning. Der skråningen er erosjonsutsatt, må den sikres mot erosjon før tiltaket kan gjennomføres. Sikker avstand er definert som minst 20 meter fra topp elvekant og ikke mindre enn høyden på kanten terrasseskråningen, iht. TEK17, § 7-2 (Se Figur 2-1).



Figur 2-1: Sikkerhetssone mot erosjon (Kilde: TEK17 § 7-2 fjerde ledd).

Dersom det er erosjonssikring for å sikre mot kvikkleireskred må det gjøres en vurdering av hvilke sikkerhetskrav som må oppfylles, ref. §7-3.

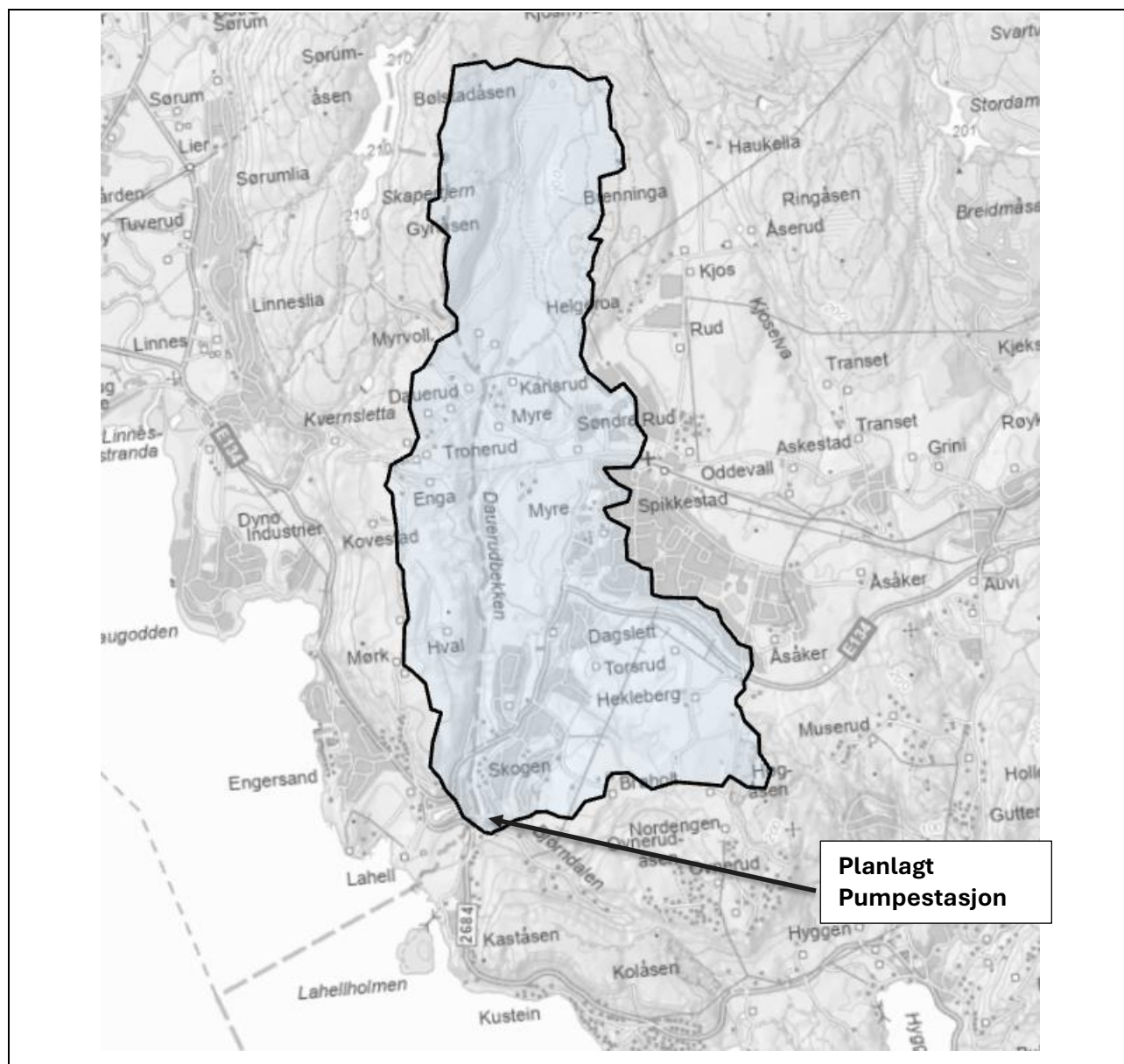


3 Beskrivelse av vassdraget

3.1 Nedbørfelt og vassdrag

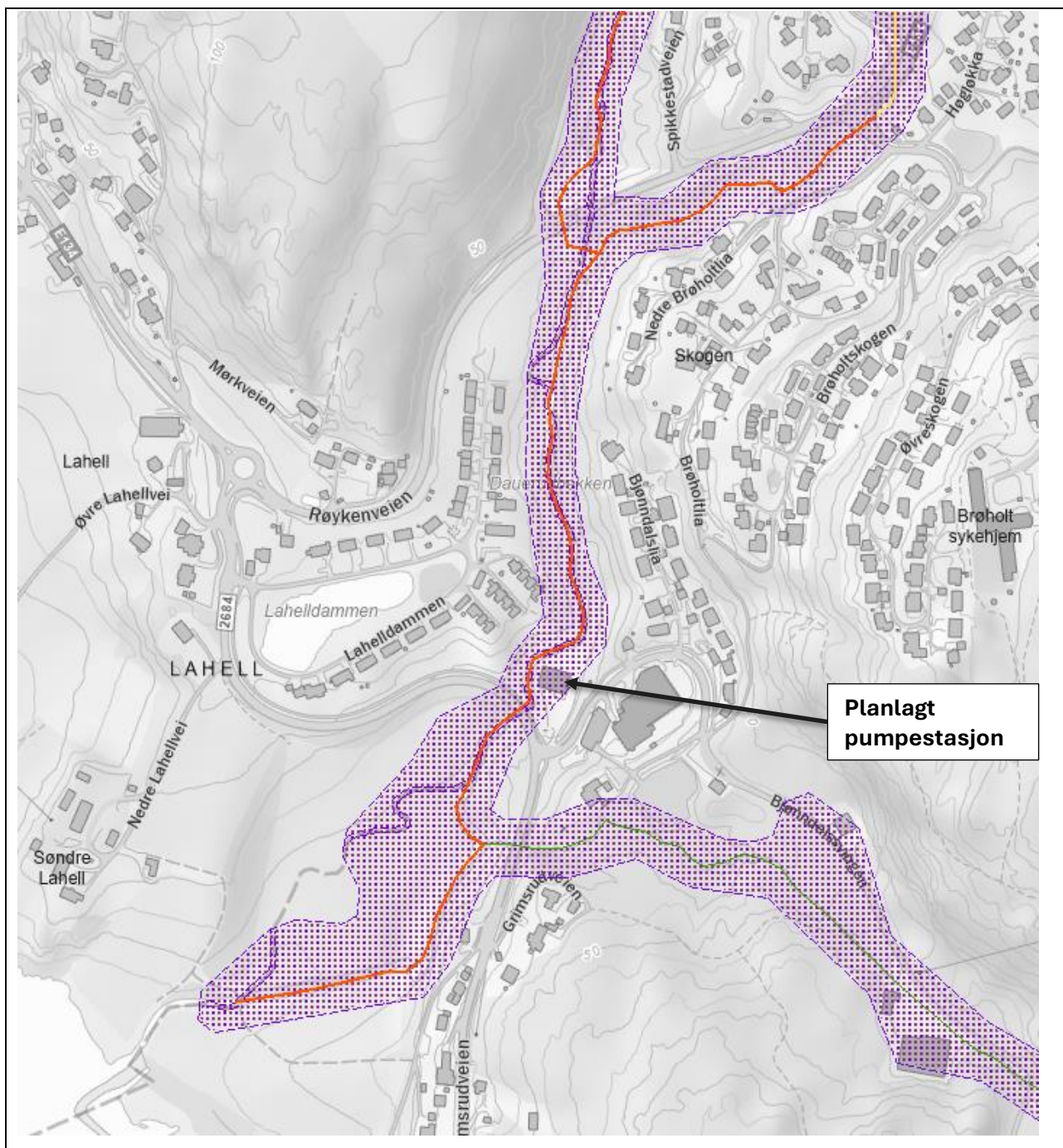
Det planlagte bygget ligger i Asker kommune, Akershus fylke, nærmere bestemt rett på østsiden av Dauerudbekken og Lahell-området, sør for Spikkestad og nord for Grimsrudveien.

For beregning og vurdering av flomfare er det tatt utgangspunkt i nedbørsfeltet til kulverten ved renseanlegget. Beregningene av nedbørfelt og øvrige feltparametere er hentet fra NVEs verktøy Nevina (Se Vedlegg 9.1). Vassdragets nedbørfelt ved bygget er beregnet til 6,5 km². Feltavgrensningen er presentert i Figur 3-1.



Figur 3-1: Oversiktskart over nedbørfeltet til Pumpestasjon i Lahell-Spikkestad området i Asker kommune, Akershus fylke.

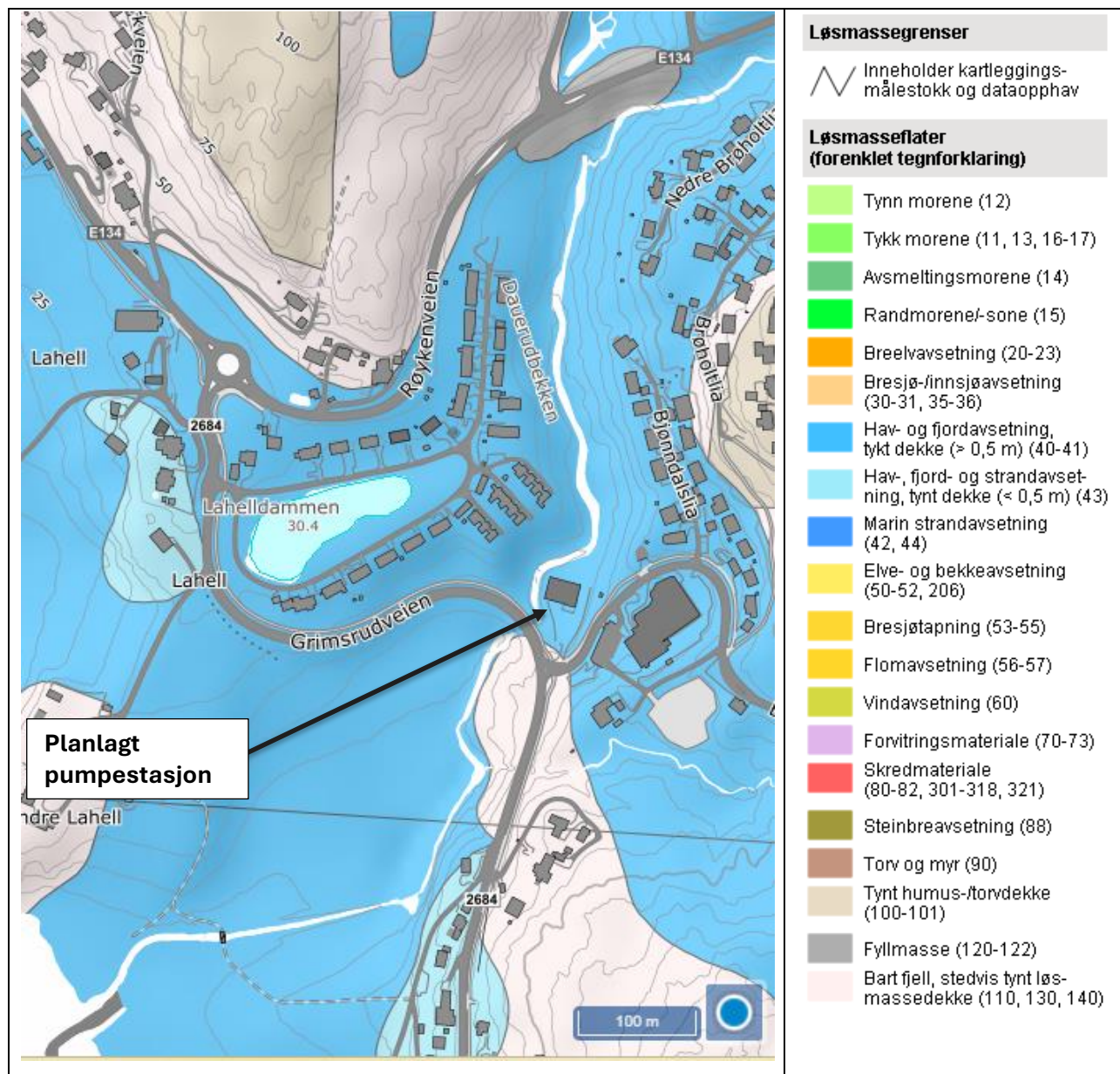
Siden det planlagte bygget ligger innenfor NVE sitt flomaktsomhetsområde (Flomaktsomhetskart, n.d.) (Se Figur 3-2), må det gjennomføres en flomfarevurdering for å sikre at bygget ikke blir utsatt for reell flomfare.



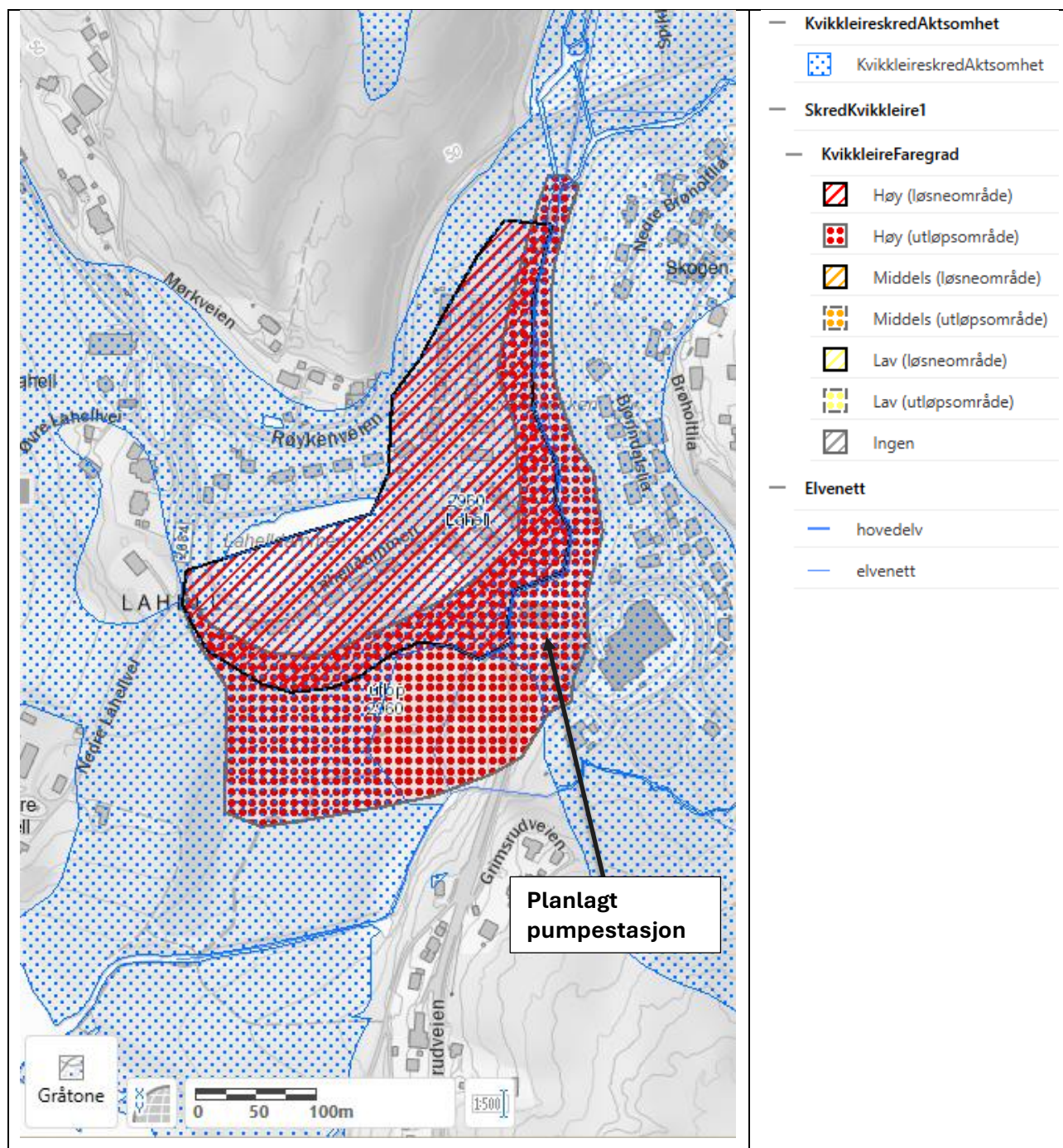
Figur 3-2: NVEs flomaktsomhetskart ved Lahell (Kilde: NVE Atlas).

3.2 Erosjon og massetransport

Faren for erosjon er vurdert generelt ved å se på NGUs løsmassekart (NGU, n.d.). Et utsnitt av kartet er presentert i Figur 3-3 som viser «Hav- og fjordavsetning, sammenhengende dekke, stedvis med stor mektighet» i området. Det er også registrert «Aktksomhet kvikkleireskred, Aktksomhet marin leire og kvikkleiresoner» ved NVE Atlas (NVE Atlas, n.d.) i området. Se Figur 3-4. Faren for følgeskader som følge av kvikkleire er dermed aktuell der.



Figur 3-3: Løsmassekart for området ved planlagte pumpestasjon (Kilde: NGU).



3.3 Befaring

Befaringen ble gjennomført den 9. mai 2025. Det var klar himmel og ca. 15 °C i luften, og vannstanden i bekken var lav.

Den første oppgaven var å kartlegge området. Det ga en bedre forståelse av eksisterende infrastruktur, vegetasjon og spor av erosjon. Den andre oppgaven under befaringen var å måle inn kulverten under Grimsrudveien, samt flere relevante punkter langs bekken.

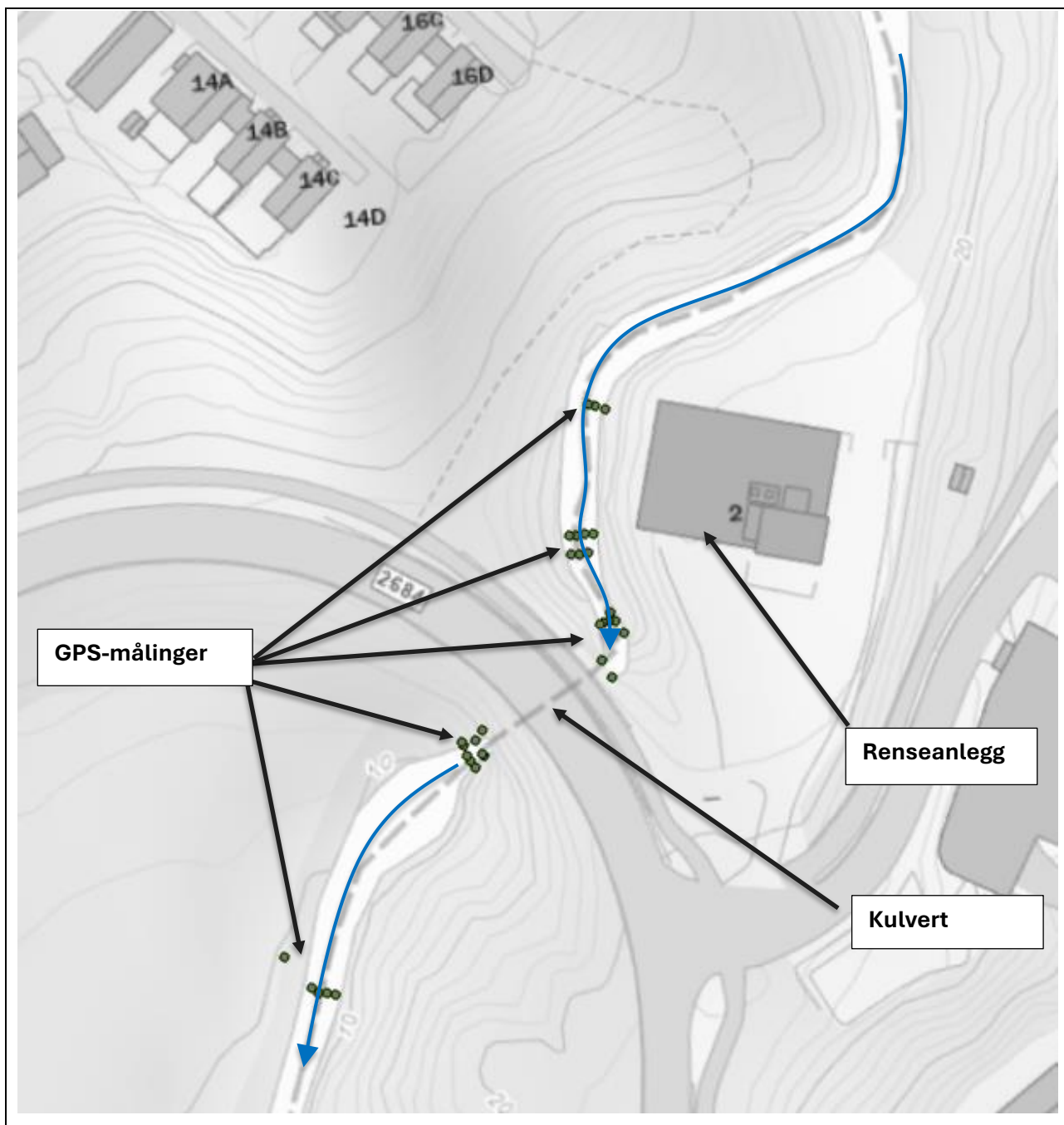
Figur 3-5 viser bilder av bekken og en generell oversikt over området oppstrøms og nedstrøms den planlagte pumpestasjonen. Figur 3-6 viser punktene som ble målt inn, plasseringen av bekken og kulverten. Flere bilder vises i vedlegget 9.4. GPS-målinger viser i vedlegg 9.3.



I området der det er planlagt å bygge pumpestasjonen og oppstrøms, ble det observert lett til middels vegetasjon (trær og busker) på fyllingene, og det ble observert stein av ulik størrelse i hovedløpet og noen strukturer som rør og en betongtrapp. Det ble observert lignende nedstrøms, samt et jordbruksområde vest for bekken. Området har en generell helning fra nord mot sør.



Figur 3-5: Bilder av bekken oppstrøms og nedstrøms det planlagte pumpestasjonsområdet.



Figur 3-6: Punkter som ble målt under befaring (Se Vedlegg 9.3 for innmålingsdata).

4 Flomberegning

Flomberegning for Dauerudbekken ved Lahell er utført vha. flomfrekvensanalyse (FFA) siden det er flere målestasjoner for små felt i regionen med relativt lang måleserie. 8.6 Sæterbekken er vurdert som mest representativt siden feltarealet, normalavrenning og øvrige feltegenskaper er sammenlignbare (se Tabell 4-1). Resultatene fra FFA (Tabell 4-2) er sammenlignet med resultatet fra beregning med NIFS (Tabell 4-4).



Tabell 4-1: Feltparametere for Dauerudbekken og 8.6 Sæternbekken (målestasjon).

Navn	Feltareal	Spesifikk avrenning 1991-2020	Skog	Dyrket mark	Snaufjell	Eff.sjø	Høyde
	km ²	l/s/km ²	%	%	%	%	min-med-maks
Dauerudbekken (Lahell)	6,5	17,1	50,1	32,3	0,0	0,0	15-154-272
8.6 Sæternbekken	6,2	18,8	93,8	2,4	0,0	0,0	102-257-422

NVEs analyseprogram i Hydra II er benyttet til å gjøre flomfrekvensanalyser (NVE, 2024). Det er utført FFA både på findata (FINUT) og døgndata (DAGUT). Resultatene er vist i Tabell 4-2. De største observerte flommene er vist i Tabell 4-3.

Tabell 4-2: Frekvensanalyse for Sæternbekken. Spesifikke verdier er avrundet til nærmeste tier.

Målestasjon	q _M	q ₂₀₀ døgn	q ₂₀₀ kulm.	Q ₂₀₀ kulm.	Kurvekvalitet ved flom
	(l/s/km ²)	(l/s/km ²)	(l/s/km ²)	(m ³ /s)	
8.6 Sæternbekken	260	690	3040	19,8	Oppgitt av NVE som god på høye vannføringer

Tabell 4-3 Kulminasjonsverdier for de seks største observerte flommene i Sæternbekken.

Dato	Døgnmiddel m ³ /s	Kulminasjon m ³ /s	Kulminasjon l/s/km ²	Kulminasjon/døgnmiddel
16.01.2008	4,06	8,6	1369	2,12
11.11.2018	3,22	4,54	723	1,41
27.08.2023	3,06	9,8	1561	3,20
04.08.2024	3,03	16,05	2589	5,3
07.10.2001	2,59	12,53	1995	4,84
29.06.2007	2,53	11	1752	4,35
Gjennomsnitt				3,5

Tabell 4-4: Resultater fra regresjonsligningene RFFA-NIFS (kulminasjonsverdi).

Felt	Q ₂₀₀ kulminasjon m ³ /s	95% konfidensintervall m ³ /s	q ₂₀₀ l/s/km ²
Dauerudbekken (Lahell-Spikkestad område)	7,9	15,7	1220



Det er flere observerte kulminasjonsflommer på rundt 2000 l/s/km² i Sæternbekken og 1220 l/s/km² beregnet med formelverket NIFS vurderes derfor som lav. Kulminert 200-årsflom for Dauerudbekken bør ligge over observerte verdier for Sæternbekken. Vi har derfor valgt å bruke verdien fra FFA på findata for Sæternbekken som gir en **200-års kulminasjonsflom på 19,8 m³/s**. Figurer av FFA er i vedlegg 9.2.

4.1 Klimapåslag

Klimaendringer fører til mer intense nedbørhendelser, noe som gir økte flommer i store deler av landet. Norsk Klimaservicesenter har prognosert at man må forvente minst 20 % økning i flomvannføringene i området, og et klimapåslag på minst 20 prosent bør legges til på mindre bekker og elver for Oslo og Akershus (Klimaprofil Oslo og Akershus, 2024). Det stemmer overens med forventet økning for 200-årsflommen for Sæternbekken som er oppgitt å være 18 %. Det er derfor lagt til et klimapåslag for Dauerudbekken på 20 % som gir 23,7 m³/s.

Tabell 4-5: Benyttede kulminasjonsflomverdier med og uten klimapåslag

Felt	Kulminert 200-årsflom, Q ₂₀₀	Kulminert 200-årsflom med 20% klimapåslag, Q ₂₀₀ , klima
	(m ³ /s)	(m ³ /s)
Flomverdier ved Pumpestasjon området	19,8	23,7

4.2 Sikkerhetspåslag

I henhold til NVE sine retningslinjer (NVE, 2022) anbefales det å benytte et sikkerhetspåslag. Sikkerhetspåslaget kan uttrykkes som forskjellen i vannstand mellom modellert dimensjonerende vannføring og dimensjonerende vannføring med sikkerhetspåslag, som et prosentpåslag på vannføring. Prosentpåslaget er et resultat av usikkerhet både i hydrologisk og hydraulisk grunnlag. Flomberegningen klassifiseres ut ifra kriteriene i Tabell 4-6 til klasse 2.

Tabell 4-6: Klassifisering av flomberegning

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 klassifiseres ut ifra kriteriene oppgitt i Tabell 4-7.



Tabell 4-7: Klassifisering av hydraulisk modell

Klasse	Klassifiseringskriterier
A	Modellen er kalibrert for en vannføring tilsvarende en 20-årsflom eller større, 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 og 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 30 cm.
D	Modellen er tilpasset mot en målt vannlinje, og følsomhetsanalysen viser at endringer 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.

Flomberegningene er vurdert å være i klasse 2, mens den hydrauliske modellen vurderes å være i klasse E da det ikke finnes data for å kalibrere modellen. Ut ifra klassifiseringen kan det beregnes et sikkerhetspåslag til flomverdiene. Ifølge TEK17 § 2-2, 3.ledd skal det legges til nødvendige sikkerhetsmarginer når funksjonskravet i forskriften oppfylles med en analyse. Fra NVE sin veileder (NVE, 2022) finner vi Tabell 4-8 som gir grunnlag for beregning av et sikkerhetspåslag.

Tabell 4-8: Grunnlag for beregning av 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 og 5

På bakgrunn av klassifiseringen av flomberegningen og den hydrauliske modellen, legges det til et sikkerhetspåslag på 45 %. Sikkerhetspåslaget legges til beregnet dimensjonerende vannføring med 20% klimapåslag. Tabell 4-9 viser benyttede kulminasjonsflomverdier med og uten klimapåslag og 45% sikkerhetspåslag.

Tabell 4-9: Benyttede kulminasjonsflomverdier med og uten klimapåslag og 45% sikkerhetspåslag.

Navn	Kulminert 200-årsflom, Q_{200} (m^3/s)	Kulminert 200-årsflom med 20% klimapåslag, Q_{200} , klima (m^3/s)	Kulminert 200-årsflom med 20% klimapåslag og 45% sikkerhetspåslag, Q_{200} , klima+sikkerhet (m^3/s)
Flomverdier ved Pumpestasjon området	19,8	23,7	34,4



Den kulminerte 200-årsflommen med 20 % klimapåslag og 45 % sikkerhetspåslag er den dimensjonerende flommen for denne studien.

5 Hydraulisk modell

Hensikten med den hydrauliske modellen er å beregne vannstander ved dimensjonerende flom og vurdere om det oversvømte området kan påvirke det planlagte bygget.

Hydrauliske beregninger er utført i programvaren HEC-RAS v.6.6 (Brunner, Ackerman, & Goodell, 2024), som er utviklet av U.S. Army Corps of Engineers (USACE). Programmet har blant annet muligheter for å modellere bruer, kulverter, dambruddsbølger, is og massetransport. Beregningene kan utføres enten i 1D, 2D eller en kombinasjon. Programmet benyttes blant annet av NVE ved utarbeiding av flomsoner, og er fritt tilgjengelig og gratis å bruke.

5.1 Datagrunnlag

5.1.1 Høydedata

Grunnlaget for modellen er en terrengmodell basert på laserskanninger hentet på hoydedata.no. Nyeste data er lagt til grunn. Terrenget er hentet fra prosjektet NDH Lier-Røyken-Hurum-Svelvik (Terratec, 2017). Terrengdataene er bearbeidet og konvertert til et raster med en oppløsning på 0,25 meter, som er den høyeste oppløsningen som kan lastes ned fra disse laserskanningene.

Selv om dataene er relativt gamle, er det benyttet historiske flybilder for å bekrefte at det ikke har vært betydelige terrengendringer i området.

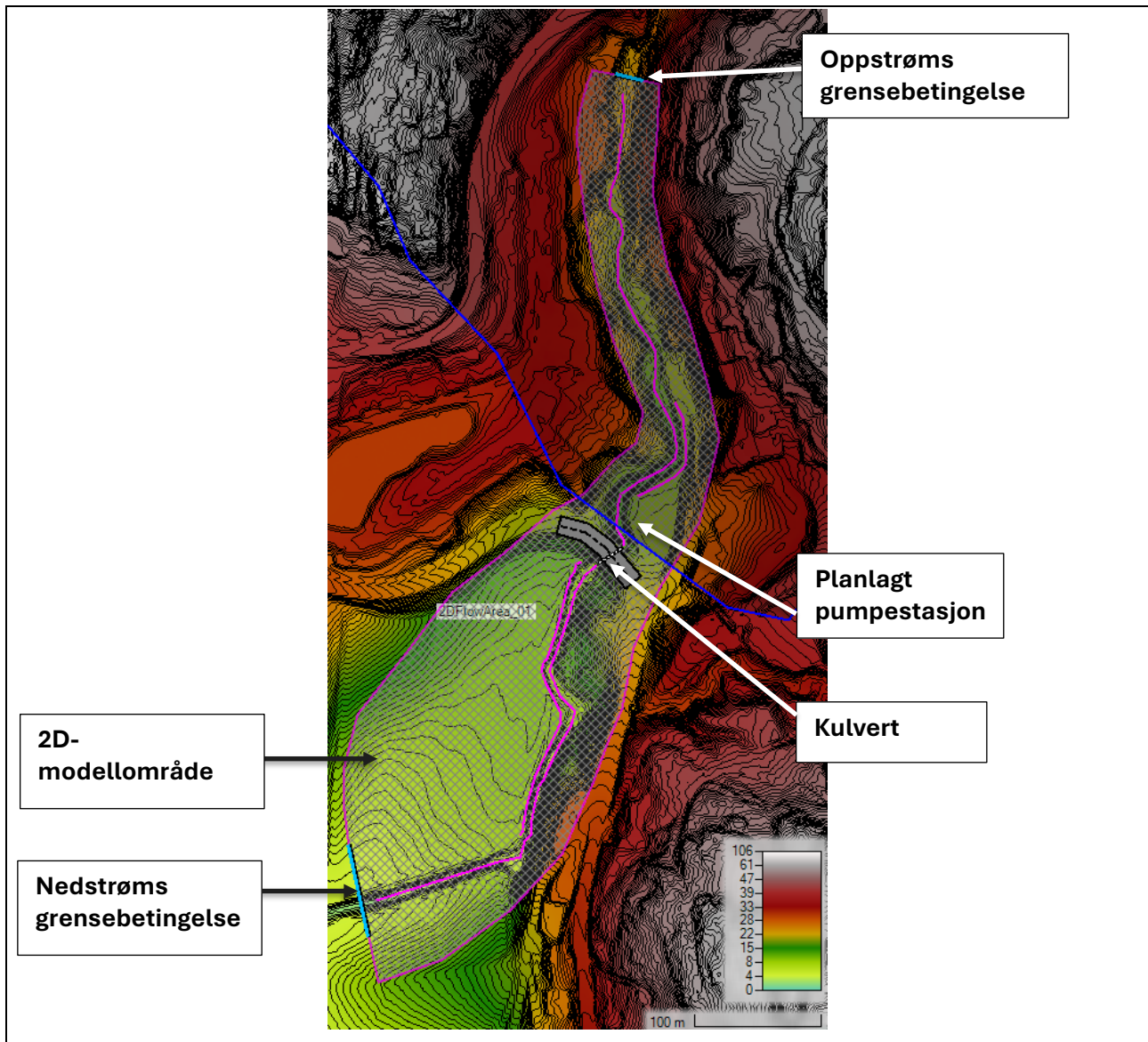
5.2 Modelloppsett

Videre er følgende beregningsparametere lagt til grunn:

- Cellestørrelse på ca. 1 m i elveløpet
- Cellestørrelse på 5 m i resten av modellen
- Likningsett: 2D St. Venant/gruntvannsligningene (SWE-ELM Original/faster)
- Manningstall: det samme for hele 2D-området, $n=0,05$ (Se seksjon 5.5)
- Tidssteg: dynamisk, bestemt av Courant-tall. Maksimal Courant-tall=3. Minimum Courant-tall=0,5
- Koordinatsystem: UTM 32
- Høydedatum: NN2000

5.2.1 Modellens geometri

Figur 5-1 viser digitalt terrengmodell og hydraulisk 2D modell for området rundt planlagt bygg.



Figur 5-1: Terreng og hydraulisk 2D-modell for området rundt planlagt bygg.

5.3 Grensebetingelser

5.3.1 Oppstrøms grensebetingelse

Oppstrøms grensebetingelsen er definert i den øvre enden av bekken ved konstant vannføring. Vannføringen tilsvarer dimensjonerende flom.

5.3.2 Nedstrøms grensebetingelse og stormflo

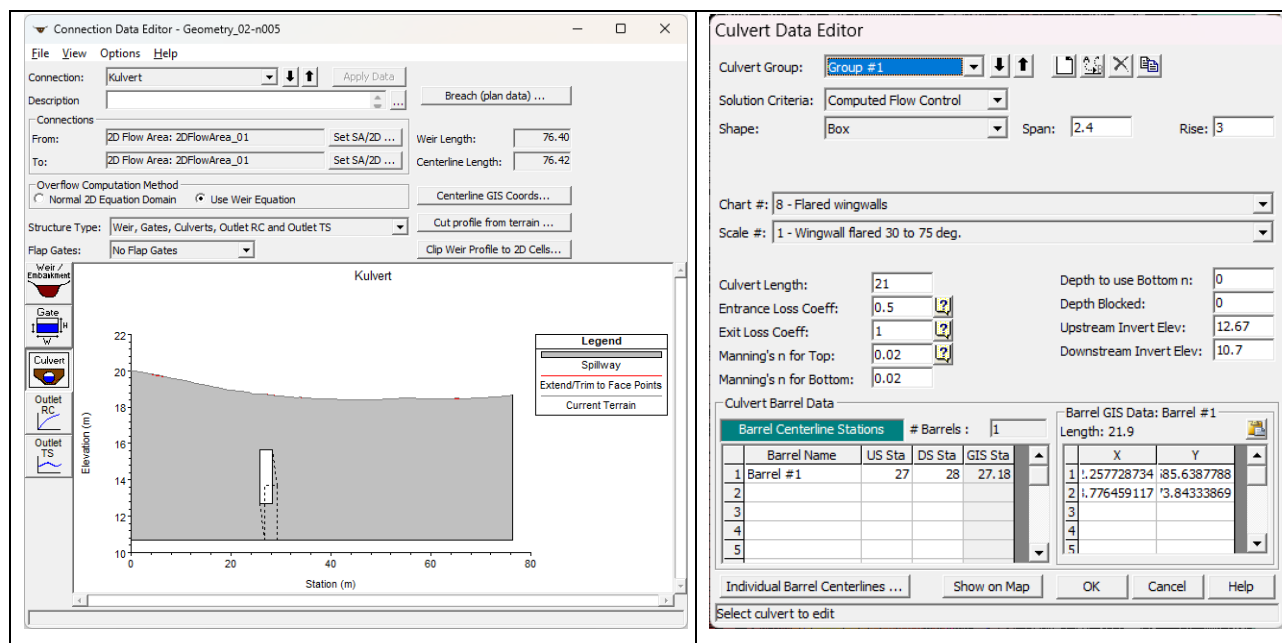
Nedstrøms grensebetingelsen er definert med normal dybde med en friksjonshelning tilsvarende terrenghelningen. Området ligger der stormflo ikke anses å ha noe påvirkning på modellert området.

5.4 Konstruksjoner i vassdraget

Figur 3-6 viser to større infrastrukturer i det aktuelle området: renseanlegget og kulverten. Oppstrøms ble det observert andre mindre strukturer, en rør som krysser bekken, og en betong-metalltrapp som gir tilgang til bekken. Nedstrøms ble det observert et metallrør (Se vedlegget 9.4). Kulverten har variable dimensjoner fra innløpet til utløpet. Innløpet har mindre innvendige dimensjoner enn utløpet.



Høyden x bredden er henholdsvis ca. 3 m x 2,3 m og 3,5 m x 2,5 m. Lengden på kulverten er ca. 21 m, og høydeforskjellen fra innløpet til utløpet er ca. 2 m (10 %). Det ble besluttet at hele kulverten skulle ha en høyde på 3 meter og en bredde på 2,4 meter.



Figur 5-2: Kulvertoppsett i HEC-RAS 6.6.

5.5 Ruhet

Modellen beregner energitap som følge av friksjon med ruhetskoeffisienter i HEC-RAS. Ruheten er vurdert ut ifra befaring og erfaringstall og angis i modellen som Mannings n-tall.

Dauerudbekken er en liten naturlig bekk (<30 m). Under befaringen ble hovedkanalen observert å være ren, svingete, med kulper og grunner, noe ugress, noen få grener og mange steiner i forskjellige størrelser, spesielt oppstrøms for kulverten. Bekkens bredde hadde rik vegetasjon i varierende høyder (fra gress og busker til veletablerte trær). Det kan forventes mer vegetasjon i løpet av de kommende månedene (juni til september). Disse ruhetsegenskapene kan tolkes ved hjelp av kalibrerte Manning-talltabeller (Chow, 1959), som gir Manning-verdier mellom 0,035 og 0,1.

I modellen er det valgt å benytte Mannings n-verdi på 0,05.

Karakteristikkene til kulverten er forskjellige fra karakteristikkene til bekken. Kulverten er dekket med betong på taket, steiner på veggene og går på fjellet på gulvet. Derfor er det valgt en Mannings n-verdi på 0,02.

6 Resultater

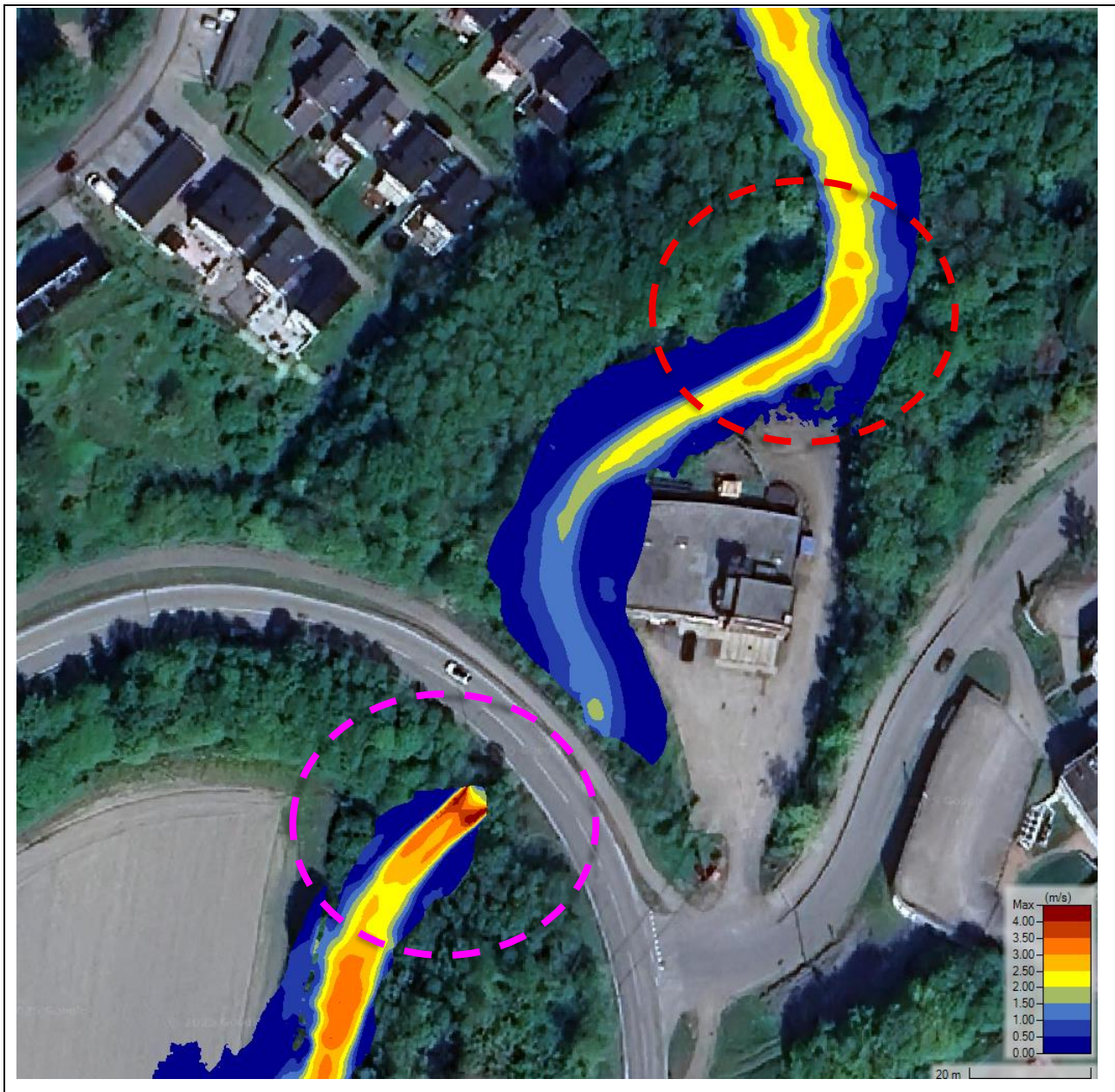
6.1 Flomfare

Resultatene fra simuleringene gir flomsonekart for vannhastigheter, vanddybde og vannoverflatehøyde. Figur 6-1, Figur 6-2 og Figur 6-3 viser henholdsvis disse resultatene.

Vannhastighetene i bekken ved svingen på nordsiden av renseanlegget er ca. på 3 m/s (Innringet i rødt i Figur 6-1). I svingen viser resultatene at vannhastighetene er lokalisert i midten av bekken, med



lavere hastigheter mot elvebredden. Resultatene viser at de høyeste hastighetene oppstår ved utløpet av kulverten (ca. 4 m/s), der det er observert skader på vingemurene (Se kapittel 6.2 og vedlegg 9.4).



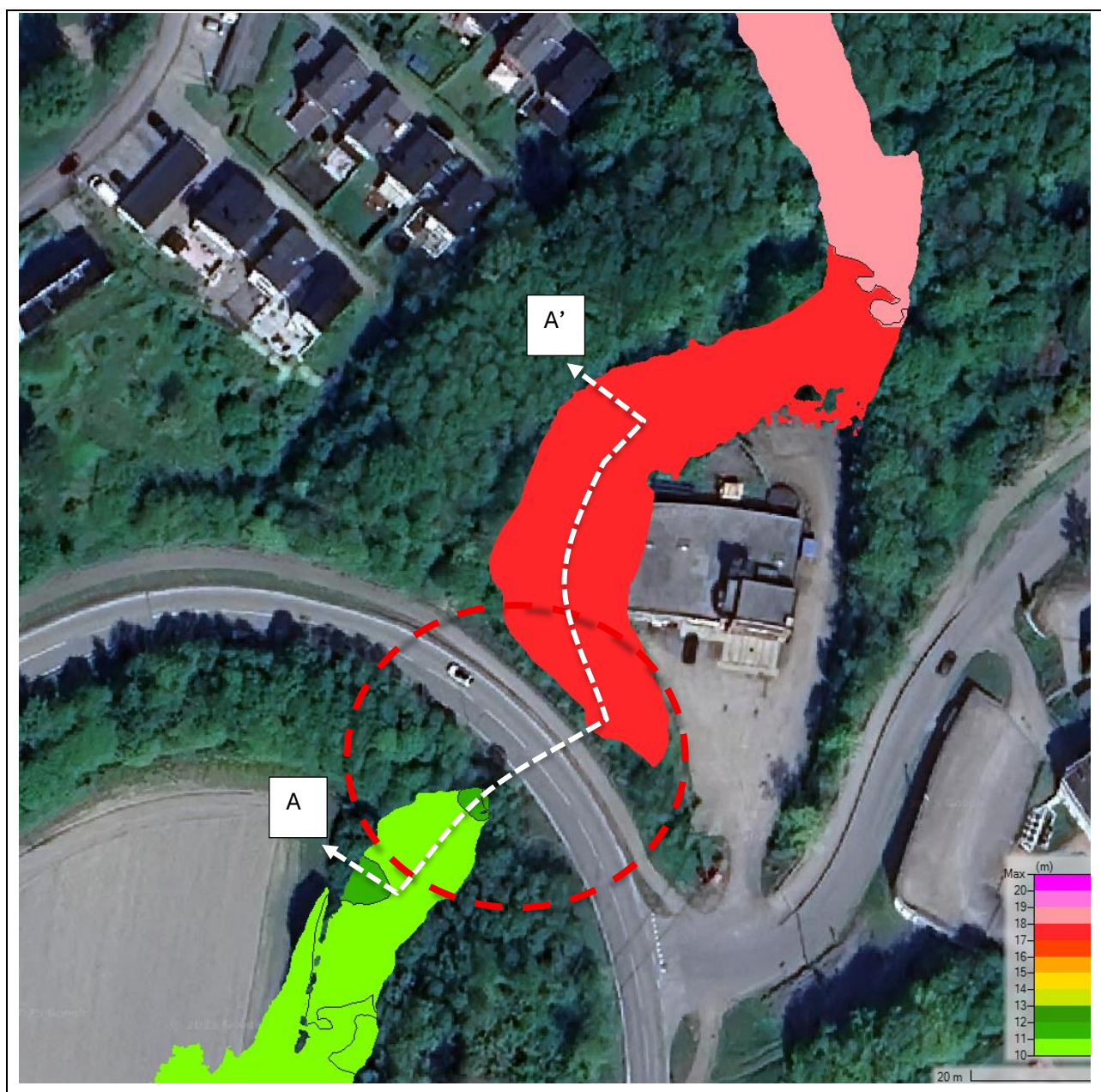
Figur 6-1: Vannhastighet ved dimensjonerende flom.

Vannstanden ved renseanlegget er ca. 17,7 moh. under dimensjonerende flom. Terreng høyden i dette området varierer fra ca. 17,4 til 19 moh. Dette betyr at dette området blir delvis oversvømt, som vist Figur 6-2 (Innringet i rød).

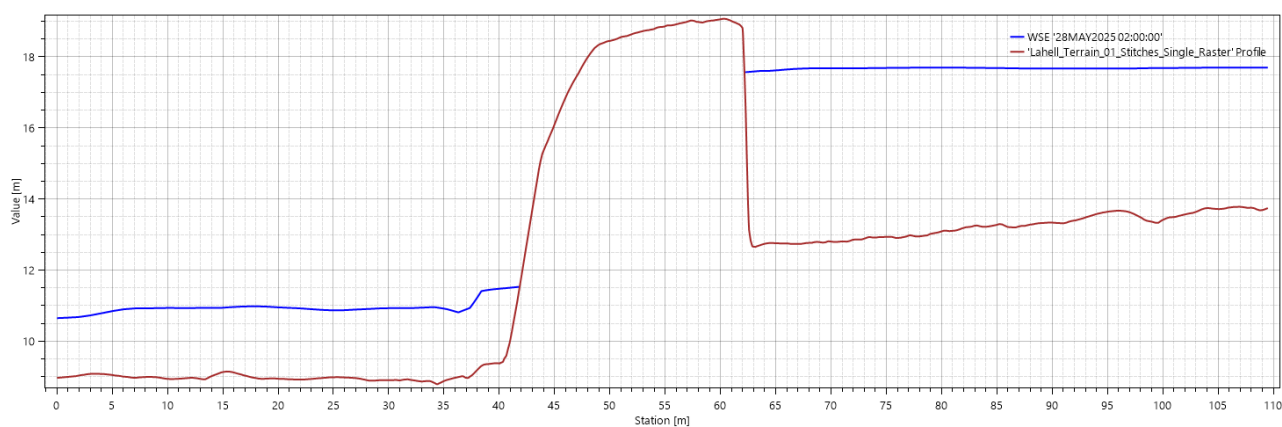


Figur 6-2: Vanndybde ved dimensjonerende flom.

Kulvertutløpet viser tegn på skader. Steinene som var en del av kulvertens vingemurer ligger i bekkeløpet (se bilder i vedlegg 9.4). Ytterligere skader kan føre til en delvis blokkering av kulverten, noe som i tillegg til vegetasjon og løsmasser skaper en oppstuvning som øker vannstanden oppstrøms kulverten. Ved dimensjonerende flom vil kulvertentransportere vannet under trykk. Vannstanden oppstrøms kulverten er høyere enn kulverthodet som vist i Figur 6-3 og Figur 6-4)).



Figur 6-3: Vannoverflate ved dimensjonerende flom.

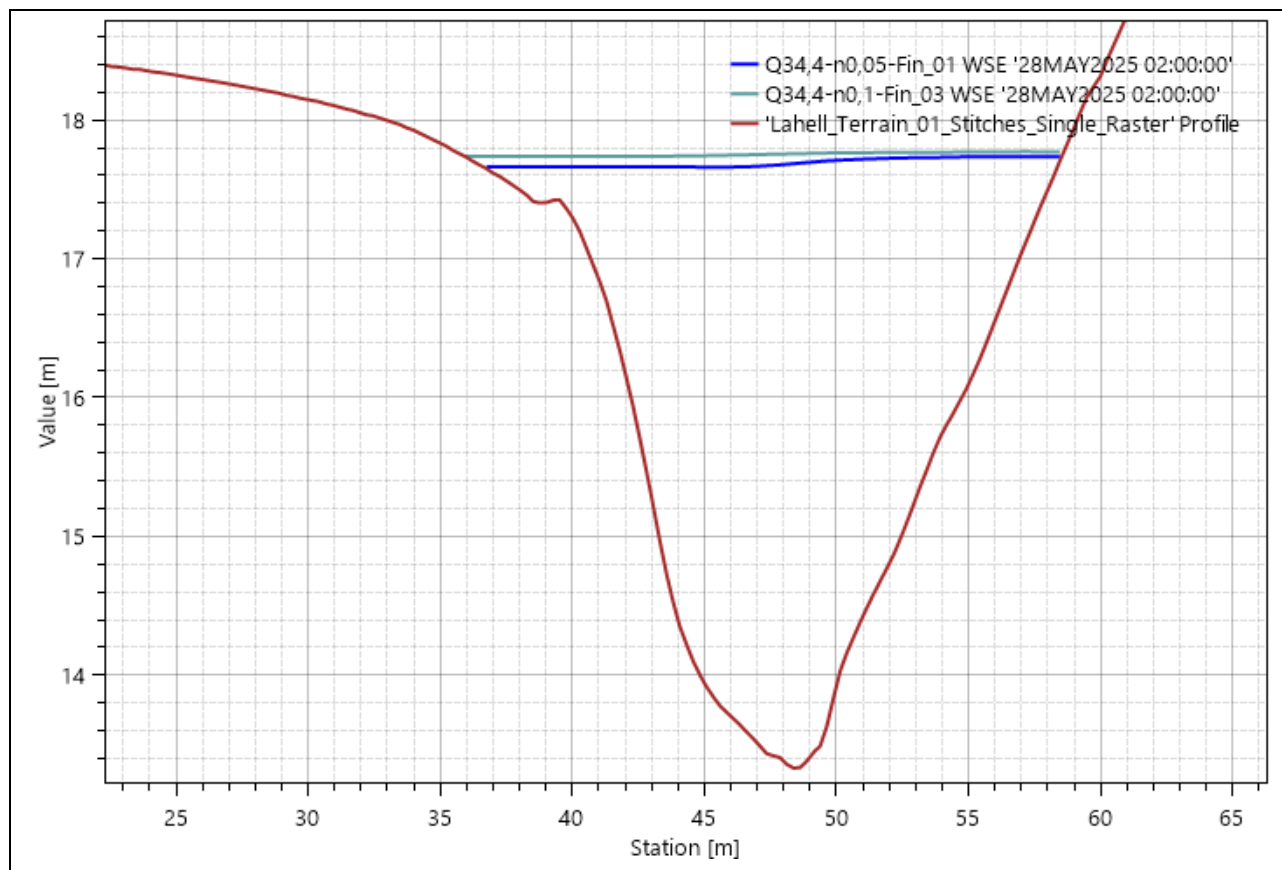


Figur 6-4: Lengdeprofil A-A' for vannoverflaten på kulverten- og renseanleggets område ved dimensjonerende flom.

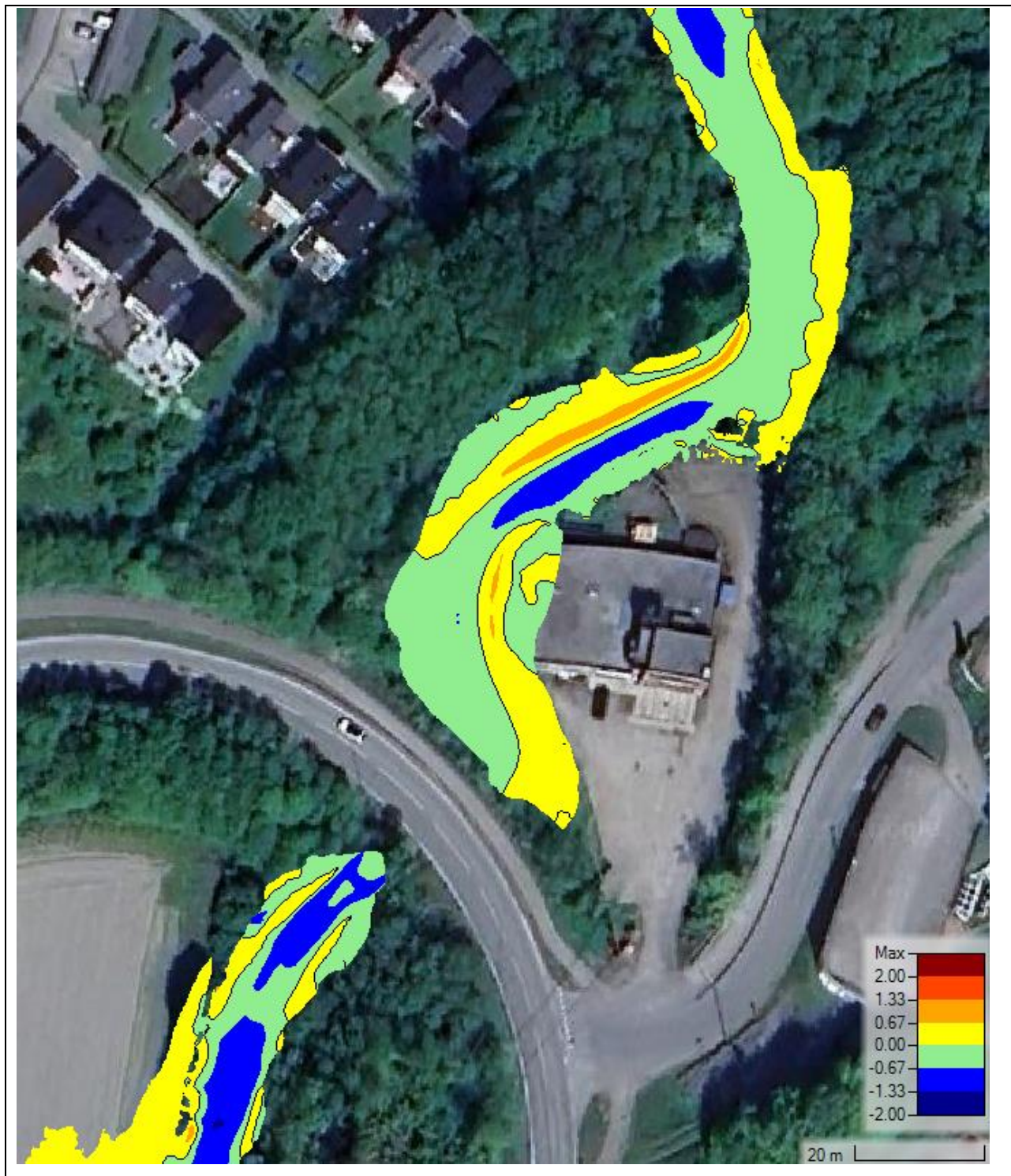


6.1.1 Sensitivitet

For å vurdere modellens følsomhet under forhold med høyere friksjonstap (f.eks. mer vegetasjon), er det simulert en Manning-verdi på 0,1. Resultatene viser at vannstanden i området rundt det planlagte bygget øker med ca. 0,1 meter (Se Figur 6-5). Samtidig reduseres vannhastigheten totalt sett. Spesielt i svingen på nordsiden av renseanlegget reduseres den fra ca. 3 m/s til 2,5 m/s (Figur 6-6).



Figur 6-5: Vannoverflatens høyde i $n=0,05$ og $n=0,1$ Mannings verdier.



Figur 6-6: Endring i vannhastighet mellom $n=0,05$ og $n=0,1$ Mannings verdier.

6.2 Erosjonsfare

Under befaringen ble det observert noen tegn på erosjon i skråningene i nærheten av renseanlegget. Det er ikke mye å si om jordtypen på overflaten av dette området, da det ser ut til å være en fylling med en blanding av jord og stein som ble brukt til fundamentet (Se vedlegg 9.4). Det anbefales å se nærmere på dette prosjektet og hva som ble bygget.



Det ble observert en erosjonssikring på vestsiden av bekken rett foran anlegget. Denne erosjonssikringen består av ca. 0,5 til 1 meter lange steiner. Steinene ser ut til å være i god stand, og det er ingen større tegn på erosjon rundt dem.

Det ble også observert tegn for erosjon ved utløpet av kulvertens vingemurer der steiner har falt ned i bekken. Det ble ikke observert andre tegn på erosjon.

Mye vegetasjon og annen infrastruktur (rørledninger, trapper) er i vannveien som kan blokkere og endre hastighetsmønstrene og skape erosjon lokalt. Det bør tas hensyn til slike områder som potensielt er utsatt for erosjon og kan påvirke området nær den planlagte pumpestasjonen.

NGUs løsmassekart (NGU, n.d.) identifiserer området som «*Hav- og fjordavsetning, sammenhengende dekke, stedvis med stor mektighet*» i området. NVE Atlas (NVE Atlas, n.d.) klassifiserer området som «*Aktksomhet kvikkleireskred, Aktksomhet marin leire og kvikkleiresoner*». I tillegg øker dimensjonerende flom scenarioet risikoen for flom, slik at betydelig erosjon av tykke hav- og fjordavsetninger ikke kan utelukkes. Risikoen for følgeskader som følge av kvikkleire vurderes som relevant her.

TEK17 angir at de nye bygningene må oppfylle kravene til erosjonssikkerhet når det gjelder avstand til elva. Hvis den ikke kan bygges lenger unna grensen, må skråningen sikres mot erosjon.

Det anbefales derfor at erosjonsrisikoen vurderes nærmere.

7 Konklusjon og anbefalinger

En 2D hydraulisk modell er satt opp av det planlagte pumpestasjonsområdet ved bruk av HEC-RAS 6.6.

Ved dimensjonerende flom er vannstanden på ca. 17,7 moh. ved renseanlegget. Terreng høyden i dette området varierer fra 17,4 til 19 moh. Dette betyr at dette området blir delvis oversvømt.

Vannhastighetene i bekken ved svingen på nordsiden av renseanlegget er ca. på 3 m/s. I svingen viser resultatene at vannhastighetene er lokalisert i midten av bekken, med lavere hastigheter mot elvebredden. Resultatene viser at de høyeste hastighetene oppstår ved utløpet av kulverten (ca. 4 m/s), der det er observert skader på vingemurene. Kulverten vil transportere vannet under trykk noe som vil føre til høyere hastighet ved utløpet.

Ved befaringen ble det observert noen tegn på erosjon i skråningene i nærheten av renseanlegget. Det er ikke mye å si om jordtypen på overflaten av dette området, da det ser ut til å være en fylling med en blanding av jord og stein som ble brukt til fundamentet. Det anbefales å se nærmere på dette prosjektet og hva som ble bygget.

Det ble også observert tegn for erosjon ved utløpet av kulvertens vingemurer der steiner har falt ned i bekken. Det ble ikke observert andre relevante tegn på erosjon.

TEK17 §7-2 indikerer at bygninger må overholde kravene til erosjonssikkerhet når det gjelder avstand til elven. Hvis denne ikke kan bygges lenger unna grensen, må skråningen beskyttes mot erosjon. Derfor anbefales ytterligere vurdering av erosjonsfare.

Basert på dataene og observasjonene som ble gjort under befaringen, dekningen av tykke hav- og fjordavsetninger og resultatene fra hydrauliske simuleringer, identifiseres det et behov for viderevurdering av erosjon og eventuelt dimensjonering av tiltak.



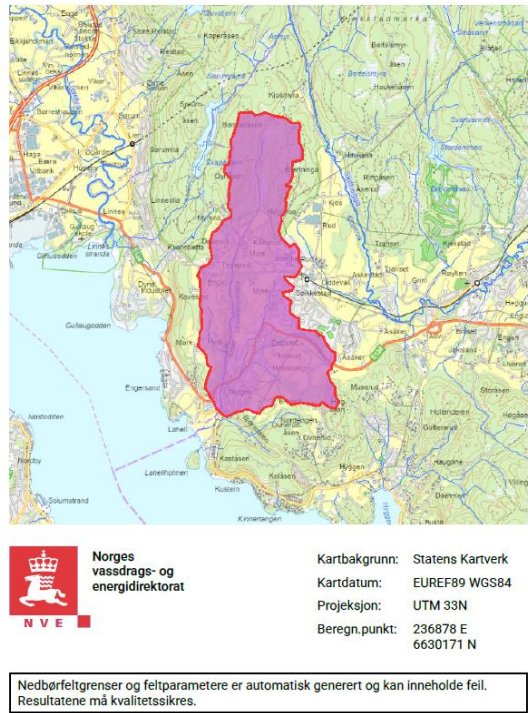
8 Referanser

- Brunner, G. W., Ackerman, C. T., & Goodell, C. R. (2024). *HEC-RAS River Analysis System, User's Manual, Version 6.6*. US Army Corps of Engineers.
- Chow, V. T. (1959). *Open-Channel Hydraulics*. McGraw-Hill, New York.
- DiBK. (2017). *Byggteknisk forskrift TEK17*. Direktorat for byggkvalitet.
- Flomaktsomhetskart*. (n.d.). Retrieved from NVE: <https://temakart.nve.no/tema/flomaktsomhet>
- Klimaprofil Oslo og Akershus*. (2024). Retrieved from Norsk klimaservicesenter: Norsk klimaservicesenter
- NGU. (n.d.). *Løsmasser-Nasjonal løsmassedatabase*. Retrieved from Løsmasser-Nasjonal løsmassedatabase: https://geo.ngu.no/kart/losmasse_mobil/
- NVE. (2022). *Sikkerhet mot flom. Utredning av flomfare i reguleringsplan og byggesak*. Bakkan, M.; Bjerke, P.L.; Bønsnes, T.E.; Eggen, I.; Flatøy, A.; Herje, F.; Holt, O.F.; Humlen, E.F.; Jespersen, M.N.; Pedersen, T.B.; Roald, C.M.; Sommer-Erichson, P.; Væringstad, T.
- NVE. (2024). *Hydra II*. Retrieved from <https://www.nve.no/vann-og-vassdrag/hydrologiske-data/historiske-data/data-i-hydra-ii-databasen/bruk-av-hydra-ii/>
- NVE Atlas. (n.d.). *NVE Atlas/Hjem/Naturfare/Kvikkleire*. Retrieved from NVE Atlas: <https://atlas.nve.no/>
- Terratec. (2017). *Laserskanning for Nasjonal Detaljert Høydemodell. NDH Lier-Røyken-Hurum-Svelvik 5 pkt 2017*.



9 Vedlegg

9.1 Vedlegg 1 – NEVINA kart



Nedbørfeltparametere

Vassdragsnr.: 011.3
Kommune.: Lier
Fylke.: Buskerud
Vassdrag.: KYSTFELT

Feltparametere	
Areal (A)	6.5 km²
Effektiv sjø (A _{SE})	0 %
Elvleengde (E _L)	4.6 km
Elvegradient (E _G)	35.4 m/km
Elvegradient ₁₀₈₅ (E _{G,1085})	38.6 m/km
Helning	7.9 °
Dreneringstetthet (D _T)	1.6 km ⁻¹
Feltlengde (F _L)	4.8 km

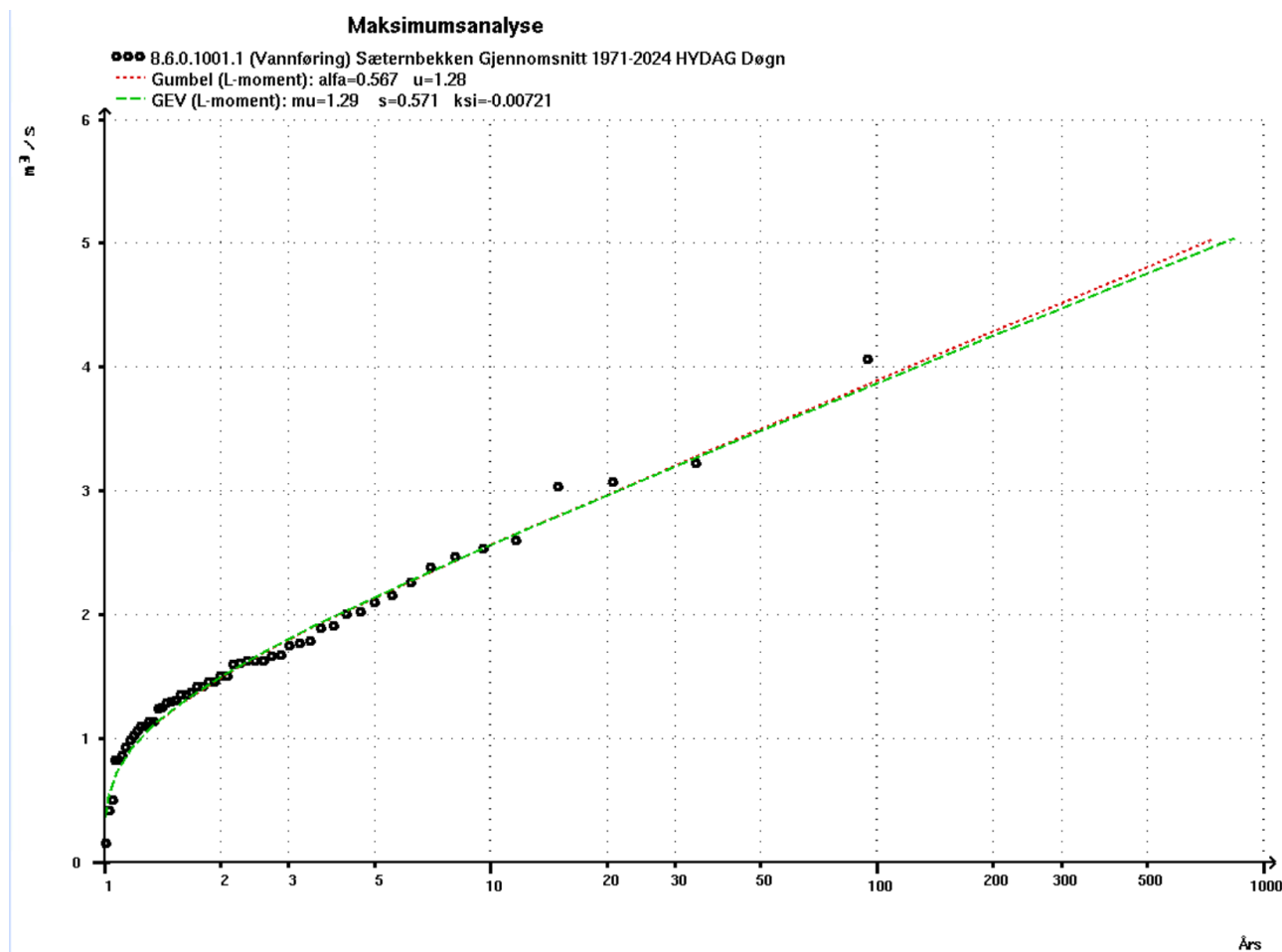
Arealklasse	
Bre (A _{BRE})	0 %
Dyrket mark (A _{JORD})	32.3 %
Myr (A _{MYR})	1.1 %
Leire (A _{LEIRE})	66.4 %
Skog (A _{SKOG})	50.1 %
Sjø (A _{SJO})	0 %
Snaufjell (A _{SF})	0 %
Urban (A _U)	9.1 %
Uklassifisert areal (A _{REST})	7.5 %

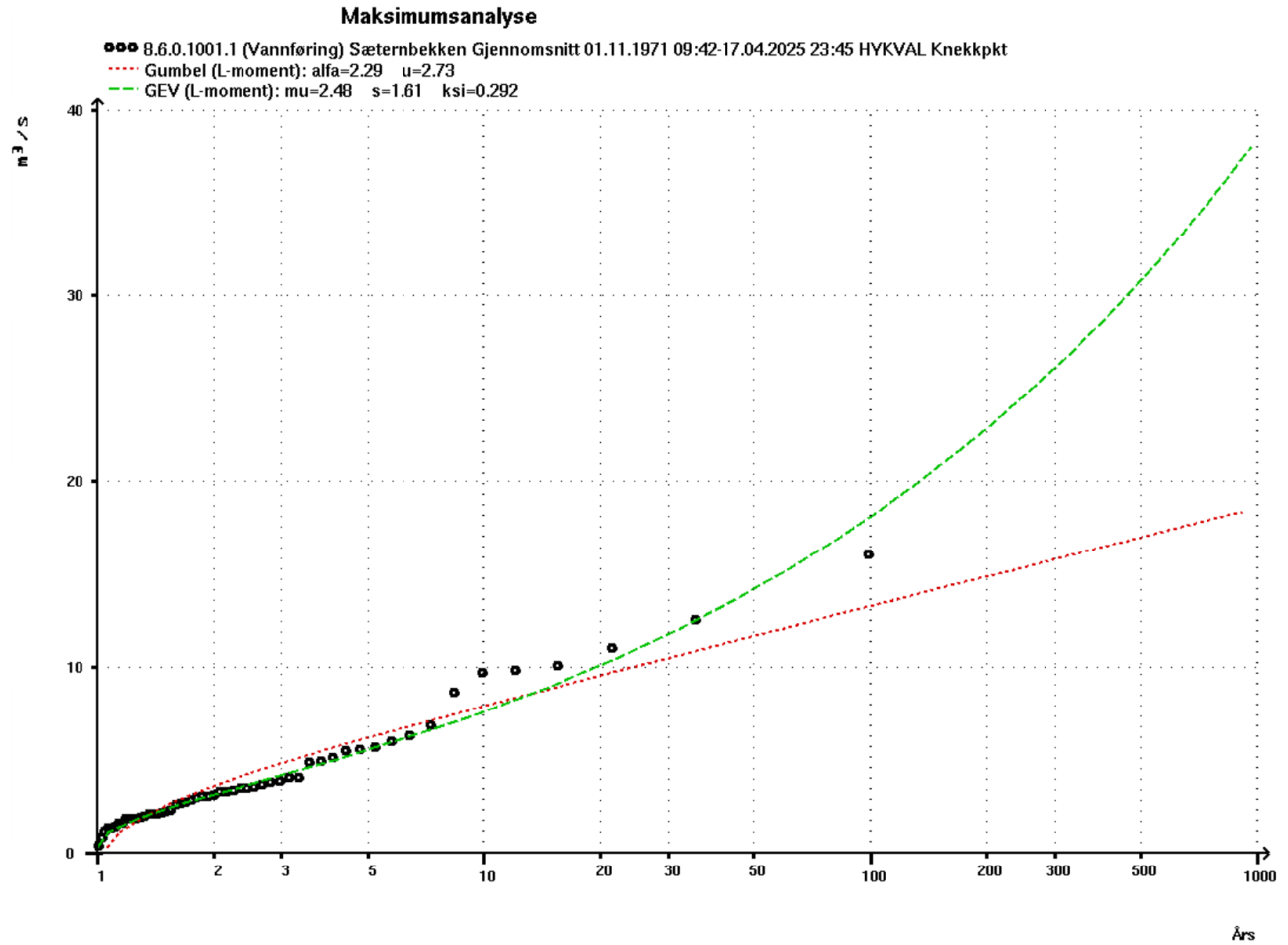
Hypsografisk kurve	
Høyde _{MIN}	15 m
Høyde ₁₀	108 m
Høyde ₂₀	126 m
Høyde ₃₀	136 m
Høyde ₄₀	142 m
Høyde ₅₀	154 m
Høyde ₆₀	160 m
Høyde ₇₀	175 m
Høyde ₈₀	212 m
Høyde ₉₀	231 m
Høyde _{MAX}	272 m

Klima- /hydrologiske parametere (1991-2020)	
Årlig middelavrenning (Q _N)	17.1 l/s*km²
Årlig middelavrenning	540 mm
Usikkerhet middelavrenning	26.6 %
Nedbør juni - august	257 mm
Nedbør desember - februar	212 mm
Årstemperatur	4.5 °C
Sommertemperatur	14.9 °C
Vintertemperatur	-3.0 °C



9.2 Vedlegg 2 - Flomfrekvensanalyse







9.3 Vedlegg 3 – GPS-målinger fra befaringen

Navn	Dato	N	Ø	Ht
Innløp topp	09-May	6621583.98	574173.08	18.50
Innløp topp venstre	09-May	6621586.48	574171.59	18.20
Bunnprofil	09-May	6621602.22	574169.48	15.13
Bunnprofil5	09-May	6621602.00	574168.28	15.10
Bunnprofil6	09-May	6621602.04	574167.15	15.05
Topp kulvert utløp	09-May	6621576.36	574154.26	14.36
Bunnprofil11	09-May	6621623.09	574171.97	13.74
Bunnprofil12	09-May	6621623.58	574170.48	13.65
Bunnprofil13	09-May	6621623.93	574169.48	13.54
Bunnprofil9	09-May	6621605.04	574170.30	13.21
Bunnprofil7	09-May	6621604.78	574167.97	13.13
Bunnprofil8	09-May	6621604.88	574169.12	13.11
Bunnprofil10	09-May	6621604.71	574166.75	13.04
Bunnprofil1	09-May	6621592.40	574173.56	12.83
Vannstand	09-May	6621593.61	574172.82	12.78
Bunnprofil3	09-May	6621591.98	574171.87	12.73
Bunnprofil2	09-May	6621592.20	574172.64	12.65
Ende vingemur	09-May	6621590.67	574174.86	12.58
Bunnprofil4	09-May	6621591.69	574171.32	12.52
Topp voll	09-May	6621543.39	574125.29	10.59
Profil2	09-May	6621570.81	574153.08	10.03
Bunn kulvert utløp1	09-May	6621574.78	574153.27	10.01
Profil4	09-May	6621574.54	574151.23	9.81
Bunn kulvert utløp3	09-May	6621572.86	574154.19	9.46
Profil	09-May	6621571.95	574152.52	9.44
Bunn kulvert utløp4	09-May	6621571.94	574152.51	9.43
Profil3	09-May	6621574.06	574151.47	9.35
Profil1	09-May	6621572.67	574152.04	9.19
Bunn kulvert utløp2	09-May	6621572.63	574154.39	9.17
Terskel av steinlag1	09-May	6621538.15	574131.61	9.03
Terskel av steinlag2	09-May	6621538.22	574130.34	9.01



Navn	Dato	N	Ø	Ht
Terskel av steinlag3	09-May	6621538.74	574129.21	8.97
Terskel av steinlag	09-May	6621537.82	574132.77	8.96



9.4 Vedlegg 4 – Bilder fra befaringen







