

Beregnet til
Sør-Varanger kommune

Dokument type
Rapport

Dato
Mars, 2025

Flomsonekartlegging

Portvinsbekken



Sør-Varanger kommune

Figur 1-1: Sør-Varanger kommunevåpen. Kilde: Sør-Varanger kommune.

Flomsonekartlegging

Portvinsbekken

Oppdragsnavn **Flomsonekartlegging av Portvinsbekken**
Prosjekt nr. **RWA2024N00583**
Mottaker **Sør-Varanger kommune**
Dokument type **Rapport**
Versjon **2**
Dato **07.03.2025 (revisjon)**
Utført av **FKST**
Kontrollert av **BNOR**
Godkjent av **BNOR**
Beskrivelse **Flomsonekartlegging for Sør-Varanger ifm. med planarbeidet av Hesseng
Næringsområde og boligfelt i Vigørveien.**

Rambøll
Løkkeveien 115
Postboks 1077
9503 Alta

T +47 78 44 92 22
F +47 78 44 92 20
<https://no.ramboll.com>

Sammendrag

Rambøll er engasjert av Sør-Varanger kommune for å utarbeide en flomsonekartlegging for Næringsområde i Hesseng og etableringen av ett nytt boligfelt i Vigørveien. Rambøll er engasjert for å evaluere om tiltakene som ligger innenfor aktsomhetssonene for flom, er flomsikkert i henhold til gjeldende myndighetskrav, herunder TEK 17 § 7-2 *Sikkerhet mot flom og stormflo*.

Flomsonekartleggingen følger retningslinjene fastsatt av NVE (Norges vassdrags- og energidirektorat) i deres Veileder nr. 3/2022 «Sikkerhet mot flom: utredning av flomfare i reguleringsplan og byggesak» (Bakkan et al., 2022).

Tiltakene, som av Rambøll er klassifisert i sikkerhetsklasse F2 i henhold til TEK-17 § 7-2, har blitt gjennomgått for å vurdere dets eksponering for flomrisiko i tilfelle en 200-års flomhendelse med klimapåslag inkludert sikkerhetspåslag. 200-års flom er blitt beregnet ved hjelp av formelverk for små nedbørfelt, PQRUT og sammenligning med lokale vannføringsstasjoner iht. NVE 1/2022: *Veileder for flomberegninger* (Glad et al., 2022). Samme veileder anbefaler et klimapåslag på 40 %, noe som resulterte i en 200-års flom ($Q_{200,dim}$) inkludert klimapåslag for nærliggende bekk på 5,1 m³/s.

En 2D hydraulisk modell ble utviklet i HEC-RAS 6.5 basert på laserdata for området, samt GPS-innmålinger av kulverter, stikkrenner og kritiske tverrprofiler i analyseområdet. Beregningene ble utført ved bruk av Diffusive Wave-likningen (DWE), da forskjellen mellom denne og Shallow Water Equation (SWE) var minimal.

For å ta høyde for usikkerheter i både flomberegningen og den hydrauliske modellen, ble det anvendt et påslag på 50 % på vannføringen. Dette resulterte i en økning av flomvannstanden med 0,3–0,5 meter, som også dannet grunnlaget for sikkerhetspåslaget.

Resultatene fra beregningene viser en dimensjonerende flomvannstand inkludert sikkerhetspåslag på mellom ca. kt. + 57,0 m og kt. + 59,2 m gjennom boligfeltet i Vigørveien og mellom kt. + 47,2 m og kt. + 47,6 m gjennom Næringsområdet i Hesseng.

For å oppfylle sikkerhetskravene i samsvar med TEK17 § 7-2, som krever at byggegrunnen må befinne seg på et høydenivå som er beskyttet mot flom, må byggverket plasseres på eller høyere enn dimensjonerende flomvannstand inklusive sikkerhetspåslag. Dersom lavereliggende plassering ønskes vurdert, vil dette kreve særskilte flomsikringstiltak, herunder dokumentasjon av effekt.

Innholdsfortegnelse

1.	Innledning	3
1.1	Bakgrunn og avgrensning av oppgave	3
1.2	Analyseområde	4
1.3	Mål	4
1.4	Bærekraft	4
2.	Regelverk og krav	5
3.	Metode og data	6
3.1	NEVINA	6
3.2	SCALGO LIVE	6
3.3	Flomberegning	6
3.4	Hydrauliske beregninger	6
3.5	Topografisk data, oppmålinger og befaring	6
3.6	Grenser for planområdene	7
4.	Flomberegning	9
4.1	Data for nedbørfelt	10
4.2	Sammenligning og tolkning nedbørfelt	11
4.3	Formler for små nedbørfelt	11
4.4	Nedbør-avløp modellen PQRUT	12
4.5	Sammenligning med lokale vannføringsstasjoner	12
4.6	Evaluering av resultat og bestemmelse av dimensjonerende 200-års flom	13
4.7	Klassifisering av flomberegning	14
4.8	Klimapåslag	14
5.	Hydrauliske beregninger	15
5.1	Modellvalg	15
5.2	Terrengmodellering	15
5.3	Beregningsnett	16
5.4	Konstruksjoner	16
5.5	Initial- og grensebetingelser	18
5.6	Ruhetsverdier	20
5.7	Likningssett og tidssteg	21
5.8	Kalibrering/tilpasning	21
5.9	Følsomhetsanalyse	22
5.10	Sikkerhetspåslag	22
6.	Resultat og konklusjon	23
7.	Referanser	26
8.	Vedlegg	27

1. Innledning

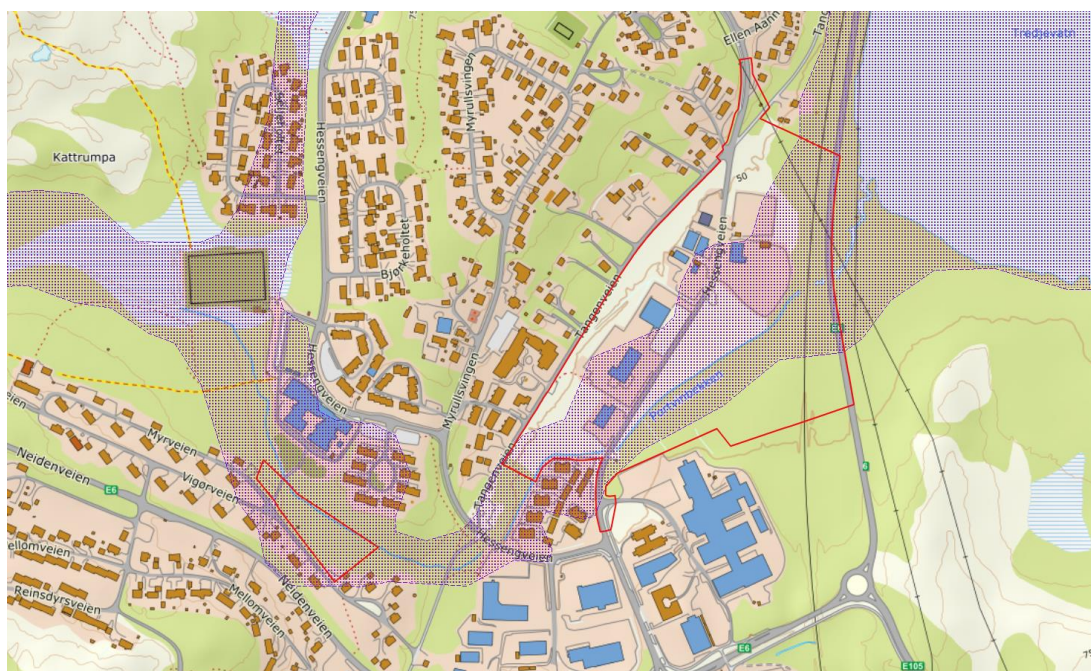
1.1 Bakgrunn og avgrensning av oppgave

Sør-Varanger kommune arbeider med planarbeidet av Næringsområde i Hesseng, samt etableringen av ett nytt boligfelt i Vigørveien. Begge disse tiltakene ligger innenfor grensene til aktsomhetskartet forvaltet av NVE (Norges vassdrags- og energidirektorat) vist i Figur 1-1. I henhold til NVE Veileder 3/2022 Sikkerhet mot flom (Bakkan et al., 2022) er det et krav at flomfaren utredes for tiltak innenfor aktsomhetskartet for å sikre at kravene til sikker byggegrunn og flomsikkerhet oppfylles, jf. plan- og bygningsloven § 28-1 og TEK17 § 7-2.

Rambøll har derfor fått i oppdrag av Sør-Varanger kommune å gjennomføre en kartlegging av flomfare i forbindelse med tiltaksområdene. Denne rapporten gir en beskrivelse av de gjennomførte flomberegningene, hydrauliske beregningene og presenterer resultatene fra kartleggingen.

Bolighus og industri-/kontorbygg beregnet for personopphold defineres av Rambøll til å falle innenfor sikkerhetsklasse F2 i henhold til Byggteknisk forskrift (TEK17) § 7-2. Dette innebærer at tiltakene dermed må tilfredsstille kravene til sikkerhet mot en 200-års flomhendelse. NVE anbefaler i tillegg å ta høyde for fremtidig klima ved dimensjonering av tiltak med lang levetid. Det vil som følge av dette utarbeides et flomsonekart som viser flomsone i et fremtidig klima (flomsone + klimapåslag). Flomsonekartleggingen utføres iht. NVEs nye veileder NVE Veileder 3/2022 Sikkerhet mot flom (Bakkan et al., 2022).

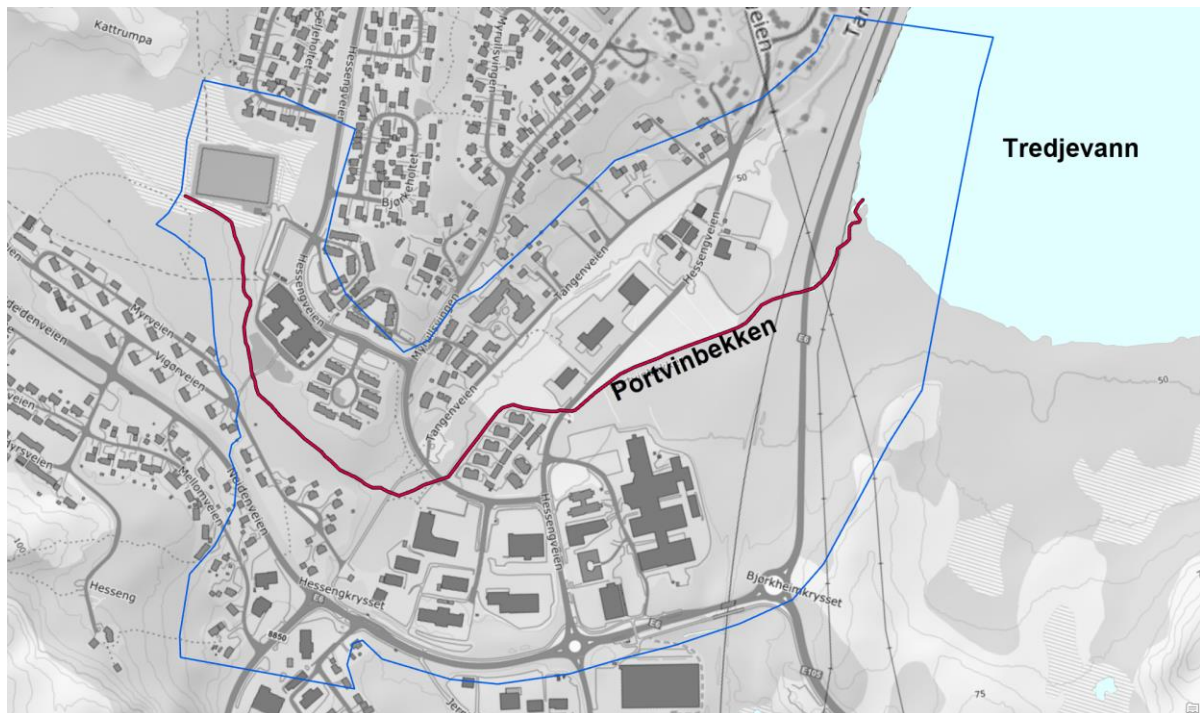
Avgrensning: Denne utredning kartlegger flomfare i henhold til TEK17 § 7-2 sikkerhet mot flom, hvor flom defineres som økt vannstand og vannføring i elver, bekker og vann. Utredningen inkluderer ikke fare for flom knyttet til lokalt overvann. Vurderinger av lokal overvannshåndtering utføres som regel som en del av en helhetlig VAO-plan.



Figur 1-1: Planområdet for Næringsområde i Hesseng og nytt boligfelt i Vigørveien (røde polygon). NVE's aktsomhetskart i skravert område.

1.2 Analyseområde

Flomsonekartleggingen for Næringsområdet i Hesseng og det nye boligfeltet i Vigørveien omfatter Portvinsbekken, som har sitt utspring ved Hesseng stadion. Bekken renner videre forbi Hesseng Flerbrukssenter, passerer det planlagte boligfeltet i Vigørveien, og fortsetter nedover gjennom planområdet til Næringsområdet i Hesseng. Den krysser både jernbanen og E6 før den munner ut i Tredjeveien. Den totale lengden på Portvinsbekken er omtrent 1 km, og det er denne strekningen som utgjør hoveddelen av flomsonekartleggingen. Flom kan potensielt oppstå langs Portvinsbekken, som er den primære bekken i analyseområdet (vist i Figur 1-2).



Figur 1-2: Analyseområde for flomsonekartleggingen.

1.3 Mål

Hovedmålet med denne utredningen er å vurdere flomutbredelsen og utarbeide et flomsonekart for en 200-årsflom, inkludert klimapåslag, innenfor analyseområdet. Dette gjøres for å kartlegge om planområdet for Næringsområde i Hesseng og boligfeltet i Vigørveien oppfyller gjeldende myndighetskrav, herunder TEK17 § 7-2 om sikkerhet mot flom og stormflo.

1.4 Bærekraft

FNs bærekraftsmål er en global retningslinje for å utrydde fattigdom, redusere ulikhet og stanse klimaendringene innen 2030. I Rambøll er vi engasjert i en aktiv innsats for å bidra til oppnåelsen av disse målene, og vi arbeider kontinuerlig for å støtte arbeidet med å skape en bærekraftig fremtid. Rambøll gjennomfører prosjekteringen i tråd med FNs mål nr. 13, som omhandler tiltak for å stoppe klimaendringene. Delmål 13.1 fokuserer spesielt på å styrke evnen til å stå imot og tilpasse seg klimarelaterte farer og naturkatastrofer i alle land.

2. Regelverk og krav

Overholdelse av myndighetskrav i denne flomsonekartleggingen følger retningslinjene fastsatt av NVE (Norges vassdrags- og energidirektorat) i deres Veileder nr. 3/2022 «Sikkerhet mot flom: utredning av flomfare i reguleringsplan og byggesak» (Bakkan et al., 2022). Denne veilederen beskriver den nødvendige prosessen for å vurdere, undersøke og dokumentere om et område eller en eiendom oppfyller kravene til flomsikkerhet i plan- og bygningsloven (pbl) § 28-1 samt byggt teknisk forskrift (TEK17) § 7-2, sammen med dens tilhørende veiledning.

I tråd med TEK-17 § 7-2, som omhandler sikkerhet mot flom og stormflo for byggverk med personopphold, fastslås det klart og tydelig at byggverk i denne kategorien skal sikres mot en 200-årsflom. Dette innebærer at bygg som er ment for menneskelig opphold, som boliger, skoler, kontorbygninger, og lignende, må dimensjoneres og beskyttes mot flomhendelser som statistisk sett har en sannsynlighet på 0,5 % per år.

3. Metode og data

3.1 NEVINA

Det hydrologiske datagrunnlaget er blant annet hentet fra NEVINA (Nedbørfelt- og vannføringsindeksanalyse). NEVINA genererer blant annet feltparametre, lavvannsindekser og flomberegninger automatisk. Nedbørfeltet oppfattes som uregulert.

3.2 SCALGO LIVE

Nedslagsfeltet er også kontrollert og beregnet ved bruk av det internettbaserte, GIS-verktøyet SCALGO Live (<https://scalgo.com/>) som baserer seg på terrengmodellen fra NDH (Nasjonal detaljert høydemodell) med gridceller på 1 x 1 m. Verktøyet kan blant annet beregne nedslagsfelt, avrennings-/flomveier, hente ut arealressurskart, volum av groper og magasin og feltlengder og høydeforskjeller. I tillegg kan man legge inn egne GIS-filer og editere/redigere terrenget, for så å gjøre nye beregninger etter tiltak.

3.3 Flomberegning

For å beregne flomvannføring kan følgende metoder anbefalt i NVE 1/2022: Veileder for flomberegninger (Glad et al., 2022) vurderes:

1. Formelverk regional FFA (NIFS for små nedbørfelt, RFFA-2018 for store felt)
2. Vannføringsmålinger, frekvensanalyse
3. Nedbør-avløpsmetoder
 - a) PQRUT, 2 – 800 km²
 - b) Den Rasjonelle metoden, mindre enn 2 km² nedbørfelt (anbefalt ved mindre enn 0.5 km²)

3.4 Hydrauliske beregninger

HEC-RAS-programvaren er brukt til å utføre hydrauliske beregninger av vannlinjer i bekken og vannføringer gjennom kulverter og bro. HEC-RAS er en anerkjent programvare som gir støtte for både 1D- og 2D-modellering og muliggjør beregning av vannstanden under ulike hydrauliske forhold. Den har spesialiserte funksjoner som lar deg vurdere innvirkningen av strukturer som broer og kulverter på vannstanden.

Den grunnleggende forskjellen mellom 1D- og 2D-modellering ligger i hvordan de håndterer beregningene av vannstanden. I 1D-modellering beregnes det en enkelt vannstand for hvert tverrsnitt langs elveløpet. 2D-modellering gir en mer detaljert visualisering av variasjoner i vannstanden ved å vurdere vannstrømmer i flere retninger, både langs elveløpet og på tvers av flate områder. Valget mellom 1D og 2D-modellering avhenger av kompleksiteten og naturforholdene til det aktuelle vannløpet og området som skal studeres.

3.5 Topografisk data, oppmålinger og befarng

Topografisk data til prosjektet er en del av en landsdekkende detaljert høydemodell med betegnelsen NDH Kirkenes 2pkt 2020. Den ble lastet ned 13.06.24 fra hoydedata.no. Innsamlingen av terrengdataen ble utført for Kartverket i samarbeid med Terratec AS og inneholder laserdata (LiDAR) av høy kvalitet. Dataene er i EUREF89 UTM35 koordinatsystemet og

NN2000 høydesystemet. Den har en punkttetthet på 2 punkter per kvadratmeter med en oppløsning på 0.5 meter.

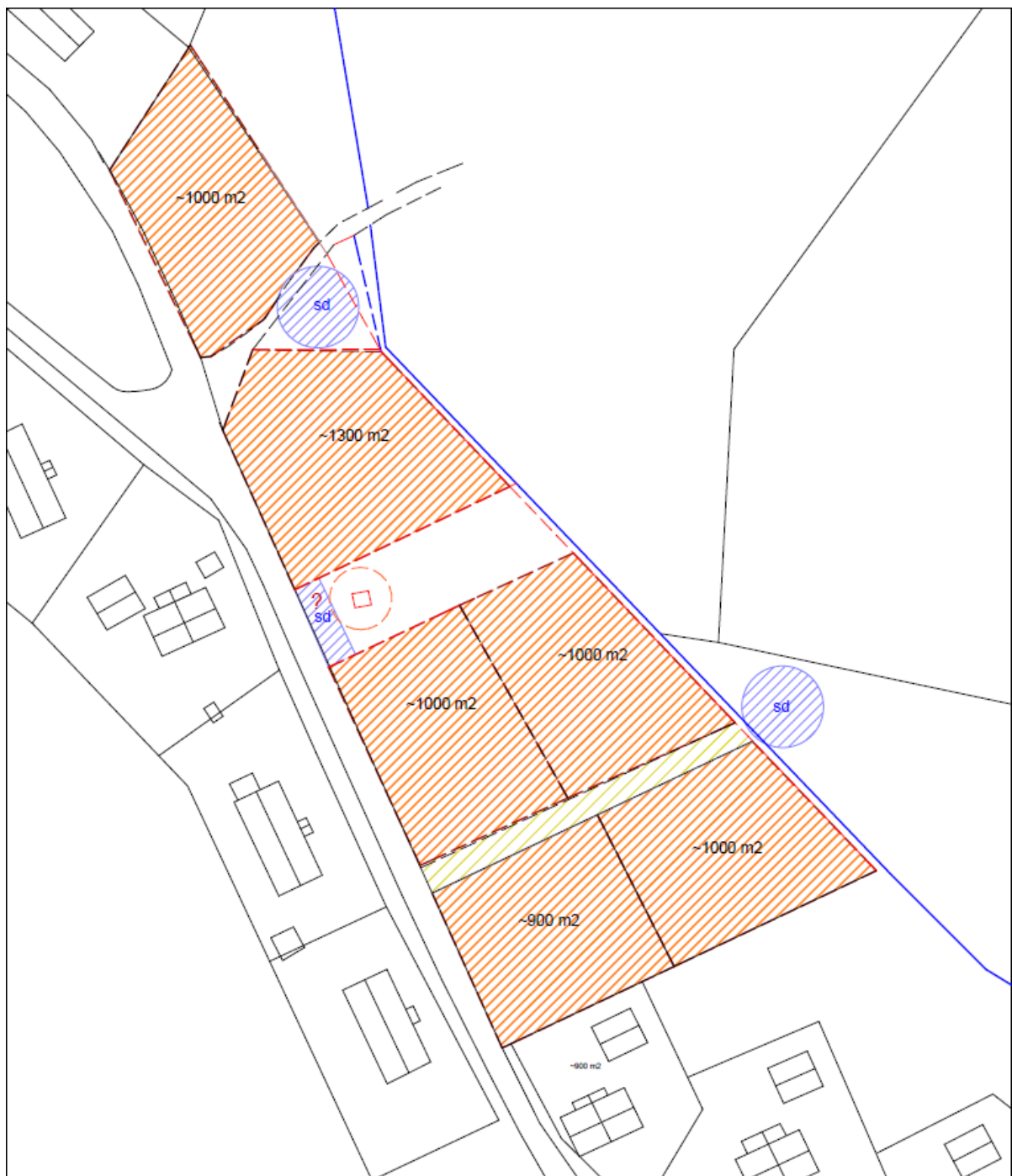
Det har blitt utført innmålinger av tverrprofiler og kulverter knyttet til prosjektet. Datoen for innmålingen er 10.10.23 og 19.06.24, og dataene er referert til UTM35 koordinatsystemet med geoide HREF2018B (NN2000) høydesystemet.

I tillegg ble det gjennomført en befaring den 12.06.24, der Portvinsbekken innenfor det aktuelle modellområdet ble kartlagt. I denne forbindelse ble det utarbeidet et utvidet befaringsnotat (se vedlegg 1), som bidrar til grunnlaget for flomsonekartleggingen.

3.6 Grenser for planområdene

Sør-Varanger kommune har oversendt en SOSI-fil med reguleringsforslag for næringsområdet i Hesseng. Plangrensene for tiltaksområdet er hentet ut fra denne filen og benyttet som grunnlag for videre arbeid.

Det ble også mottatt en situasjonsplan i PDF-format for det planlagte boligfeltet i Vigørveien, se Figur 3-1. Siden Sør-Varanger kommune ikke hadde mulighet til å levere en georeferert shape- eller DWG-fil av situasjonsplanen, ble Rambøll nødt til å tolke og digitalisere linjene fra PDF-en for å etablere et polygon som representerer plangrensene. Dette ble gjort med høy nøyaktighet og faglig vurdering, men ettersom metoden ikke er like presis som en georeferert SOSI-fil, kan det forekomme noe usikkerhet i de eksakte plangrensene.



Figur 3-1: Situasjonsplan for boligfelt Vigørveien.

4. Flomberegning

Dimensjonerende flom beregnes ved å benytte formler for små felt, nedbør-avløp modellen PQRUT og sammenligning med lokale vannføringsstasjoner.

Nedslagsfeltet beregnes ved å sette et utløpspunkt nær Portvinsbekkens utløp, slik at bidraget fra hele feltet til bekken rett oppstrøms kulverten som går under jernbanen ved Portvinsbekkens utløp i Tredjevatn, kan beregnes. Dette er illustrert i Figur 4-1.

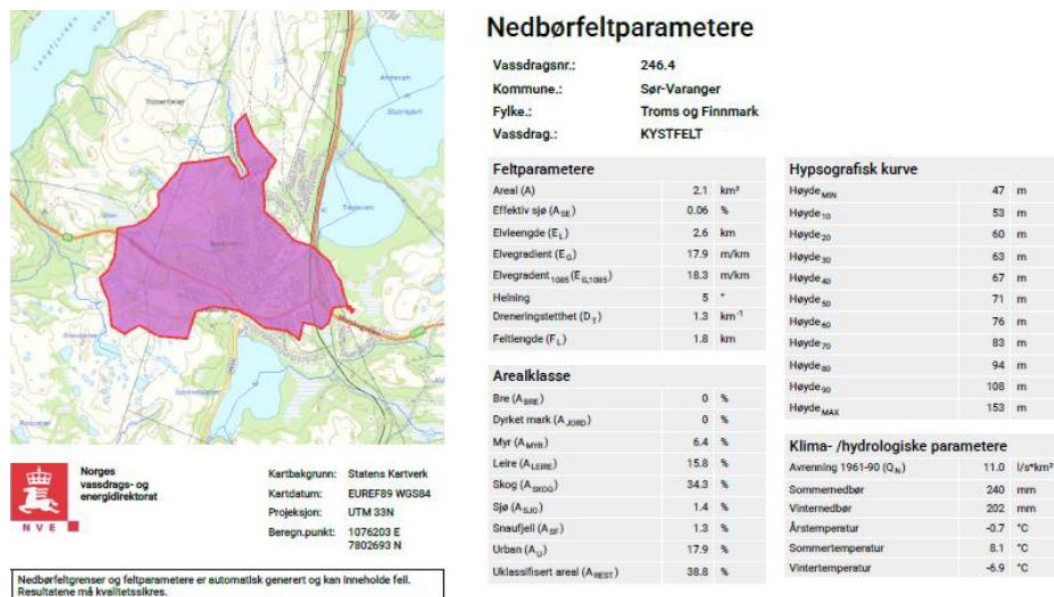


Figur 4-1: Utløpspunkt nedbørfelt.

4.1 Data for nedbørfelt

NEVINA

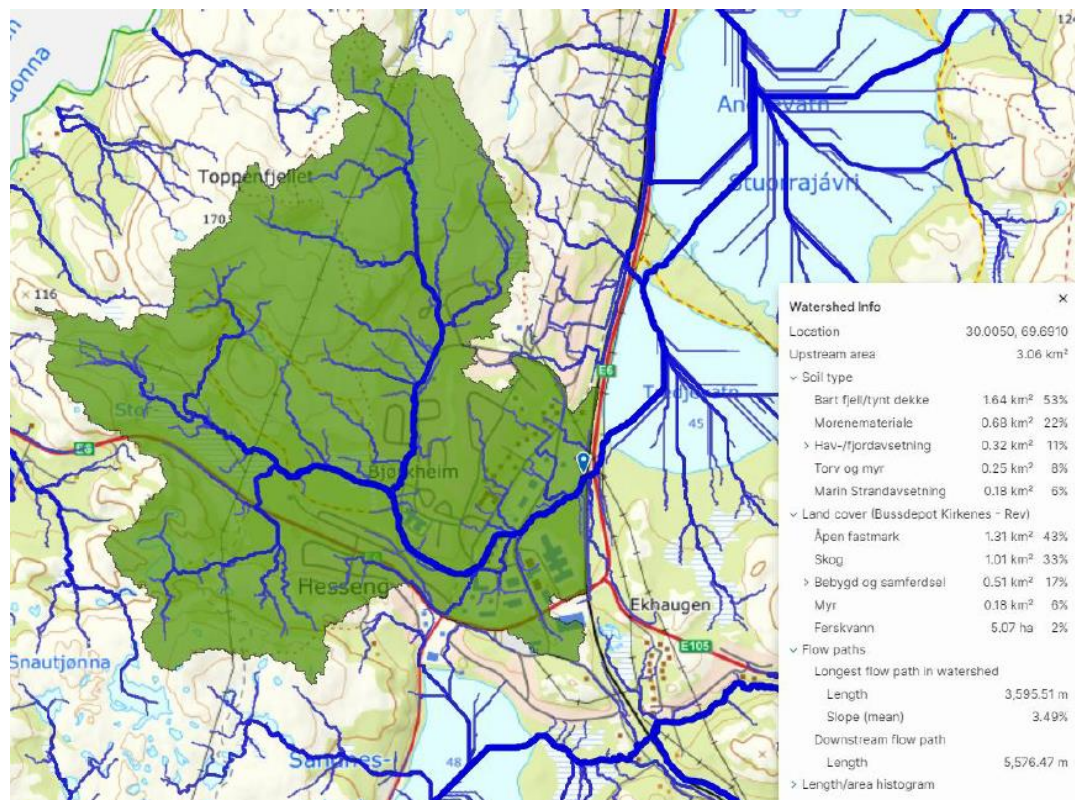
Nedbørfelt utarbeidet i NEVINA gir et feltareal på 2,1 km² som vist i Figur 4-2.



Figur 4-2: Nedbørfelt fra NEVINA.

SCALGO Live

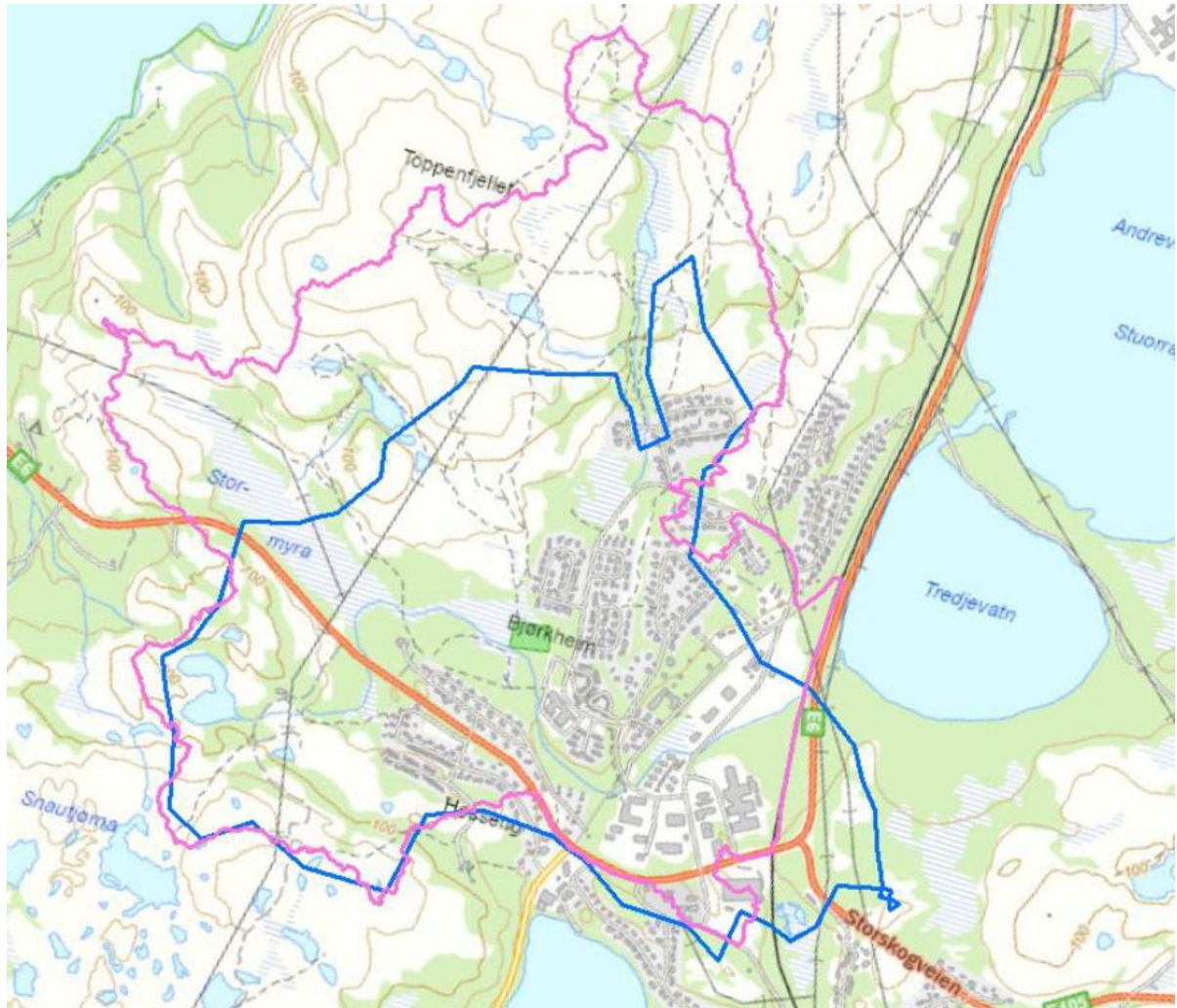
Nedbørfelt utarbeidet i SCALGO Live gir et feltareal på 3,06 km² som vist i Figur 4-3.



Figur 4-3: Nedbørfelt produsert i SCALGO.

4.2 Sammenligning og tolkning nedbørfelt

NEVINA produserer et nedbørfelt med areal på 2,1 km², mens SCALGO gir et areal på 3,06 km². Ved tolkningen av grensene vist i Figur 4-4, ser man i den nordlige delen av nedbørfeltet at SCALGO danner et større nedslagsfelt noe som også er det mest sannsynlige med tanke på topografien i området.



Figur 4-4: Sammenstilling nedbørfelt. Lilla: SCALGO. Blå: NEVINA.

Det antas derfor at nedbørfeltet har et areal på 3,06 km², etter tolkningen av nedbørfeltene som er gjort. Nedbørfeltet består av åpen fastmark (43 %), skog (33 %), bebyggd og samferdsel (17 %), myr (6 %) og ferskvann (2%). Effektivt sjøareal er på ca. 0,06 %.

4.3 Formler for små nedbørfelt

Formler for små nedbørfelt gir en beregnet:

- Middelflom (QM), median, på 1,0 m³/s (311 l/s*km²)
- 200-års flom median på 2,8 m³/s (925 l/s*km²), og tilhørende lavt/høyt anslag på 1,4 m³/s og 5,0 m³/s (449 – 1637 l/s*km²)

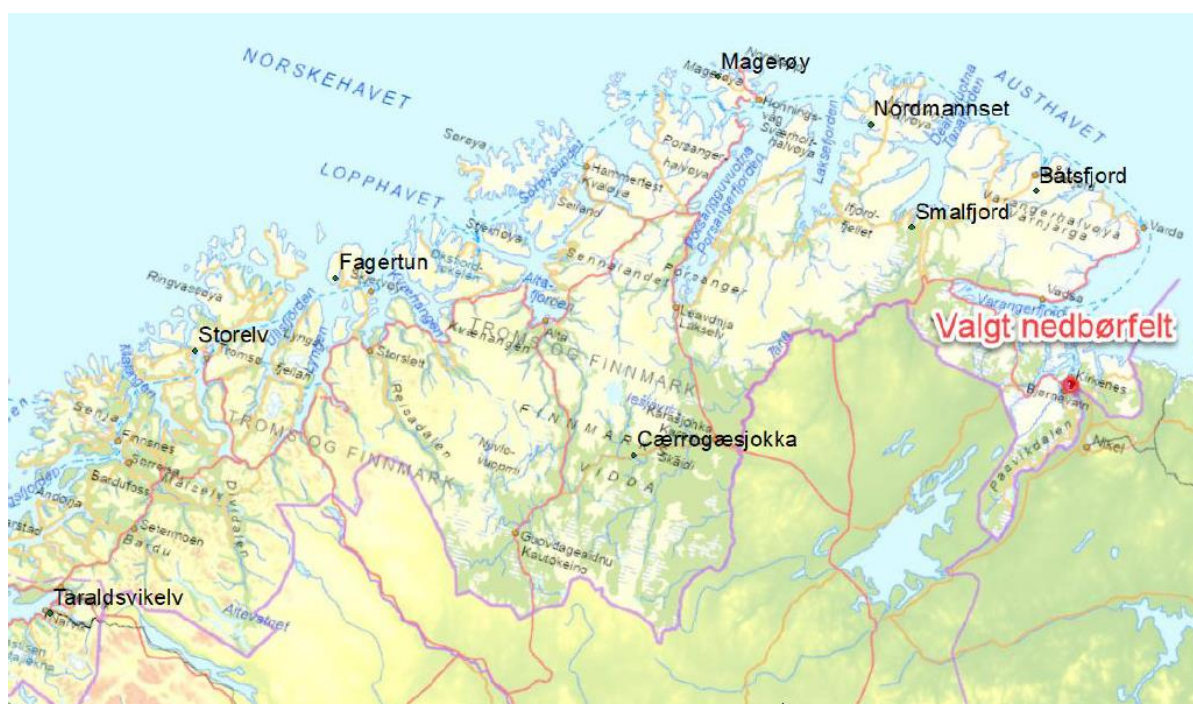
4.4 Nedbør-avløp modellen PQRUT

Konsentrasjonstiden er beregnet til ca. 1 time. Med en maksimal nedbørsmengde på 30,2 mm over 1 time med nedbørsverdier fra Kirkenes, beregner PQRUT en:

- 200-års flom til ca. 3,5 m³/s som tilsvarer en spesifikk avrenning på 1131 l/s*km²

4.5 Sammenligning med lokale vannføringsstasjoner

For å kunne gjennomføre analyser av flomfrekvens for umålte nedbørfelt, er det avgjørende å ha tilgjengelige nedbørfelt som kan betraktes som representative eller sammenlignbare, og som inneholder pålitelige og lengre dataserier. Figur 4-5 viser et kartutsnitt som markerer målestasjoner med nedbørfelt på mindre enn 50 kvadratkilometer i området rundt nedbørfeltet.



Figur 4-5: Kartutsnitt som viser beliggenheten til planområdets nedbørfelt (rød sirkel), samt stasjoner (sorte sirkler) i området som måler vannføring i små nedbørfelt.

I Tabell 4-1 er disse målestasjonene oppført, sammen med de viktigste karakteristikkene knyttet til hvert nedbørfelt. Dette gir en oversikt som gjør det mulig å vurdere om disse nedbørfeltene kan betraktes som representative for formålet med flomfrekvensanalysene.

Tabell 4-1: Feltkarakteristika for nedbørfelt og potensielle representative målte nedbørfelt i området.

Stnr.	Stasjonsnavn	A (km ²)	A_se (%)	qN	Feltgradient	Feltlengde	H0 (moh)	H100 (moh)	Myr (%)	Skog (%)	Bart fjell (%)	qM (l/s *km ²)	Avstand (km)
	Valgt nedbørfelt	3	0	11	5	3	47	168	6	33	7		
221.1.0	Magerøy	3	9	36	6	3	108	297	0	0	89	355	232
234.14.0	Cærrogæsjoeka	46	0	10	2	9	295	492	9	72	13	166	218
234.4.0	Smalfjord	30	4	17	4	7	20	325	7	57	7	126	111
237.1.0	Båtsfjord	22	2	36	6	6	142	480	0	0	97	235	99
174.11.0	Taraldsvikelv	3	0	47	37	3	292	1262	0	15	83	392	518
230.1.0	Nordmannset	19	4	25	4	7	72	368	0	5	72	398	163
207.1.0	Fagertun	15	0	39	17	5	19	903	6	3	72	511	368
197.4.0	Storelv	7	0	57	14	6	6	768	4	9	82	728	434

Den spesifikke middelflom for lignende stasjoner under 50 km² i området varierer fra 126 – 728 l/s*km². Magerøy, Båtsfjord, Taraldsvikelv, Nordmannset, Fagertun og Storelv har til felles en høy

andel bart fjell, fra henholdsvis 72 % til 97 %, mens planområdet nedbørfelt har et bart fjell areal på 7 %. Dette gir feltene liten selvreguleringsevne/demping og raske og spisse flomforløp. Dette indikerer en høyere middelflom i disse feltene, med en vannføring som går fra 25 l/s*km² til 57 l/s*km², i motsetning til det valgte nedbørfeltet som har en middelvannføring på 11 l/s*km². Det kan derfor antas at middelflom vil ligge lavere i valgt nedbørfelt enn feltene med høy andel bart fjell.

Cærrogæsjokka og Smalfjord har mest likhet når det gjelder andelen bart fjell. Nedbørfeltene har en andel bart fjell på henholdsvis 13 % og 7 %, noe som tilsvarer valgt nedbørfelt, hvor andelen bart fjell er 7 %. Valgt nedbørfelt skiller seg fra Cærrogæsjokka og Smalfjord når det gjelder andelen skog i nedbørfeltet. Valgt nedbørfelt har en lavere andel skog, som utgjør 33 % av nedbørfeltet. I motsetning har Cærrogæsjokka en betydelig høyere andel skog, som utgjør 72 % av nedbørfeltet, mens Smalfjord har en andel skog på 57 % av nedbørfeltet. Denne forskjellen i skogdekning kan også påvirke hvordan nedbørshendelser håndteres i nedbørfeltene, da skogen har en tendens til å forsinke overflateavrenning og kan bidra til å redusere flomrisikoen ved å absorbere og forsinke vannstrømmen. Valgt nedbørfelt har også høyere andel urbant og myr, på henholdsvis 17 % og 6 %, noe som også fører til økt avrenning i nedbørfeltet.

Cærrogæsjokka har et nedbørfeltareal på 46 km², mens Smalfjord har et areal på 30 km². Dette er betydelig større enn valgt nedbørfelt, som har et areal på kun 3 km². Dette kan indikere at valgt nedbørfelt har potensial for å oppleve et mer spissere flomforløp sammenlignet med Cærrogæsjokka og Smalfjord. Størrelsen på nedbørfeltet er en viktig faktor som påvirker flomforløpet, da større felt har mer kapasitet til å spre og forsinke vannstrømmen, mens mindre felt kan reagere raskere på nedbør og dermed gi et spissere flomforløp. Smalfjord skiller seg også fra valgt nedbørfelt og Cærrogæsjokka når det gjelder effektiv sjøprosent. Smalfjord har en effektiv sjøprosent på 4 %, mens både valgt nedbørfelt og Cærrogæsjokka har en effektiv sjøprosent på 0 %. Dette innebærer at Smalfjord har en betydelig mer effektiv demping av nedbør i nedbørfeltet.

På bakgrunn av disse betraktningene kan man anta at middelflom i valgt nedbørfelt vil ligge høyere enn Cærrogæsjokka og Smalfjord. Andel myr og urbanisering fører til flater med økt fare for høy avrenning, men samtidig ikke så høy andel som bart fjell areal i resterende nedbørfelt. Taraldsvikelv er et like stort nedbørfelt, med samme effektiv sjøprosent, noe skog (15 %), men har en mye høyere feltgradient (37 % mot 5 %) enn valgt nedbørfelt. Sammenligner man med dette feltet vil valgt nedbørfelt ligge noe lavere pga. andelen bart fjell og feltgradient. Basert på disse tolkningene settes middelflommen høyere Cærrogæsjokka og opp mot verdiene til Taraldsvikelv.

4.6 Evaluering av resultat og bestemmelse av dimensjonerende 200-års flom

Nedbørfeltet bærer preg av minimal effektiv sjøprosent noe som gir lav selvreguleringsevne. I tillegg har feltet en del urbanisering (17 %) og myr (6 %), som kan bidra til høyere avrenning. Skogareal (34 %) bidrar til noe flomdempning. Basert på nedbørfeltets karakteristikk defineres feltet som blandet/urbant felt og flomverdiene settes mot de høyere estimatene for å ta høyde for de potensielle høyere avrenningsratene. Det legges mest vekt på formelverket og sammenligning med nabofelt pga. begrensningene i PQRUT i forhold til delvis urbanisering og gyldighetsintervallet i årlig avrenning som er mellom 14 – 110 l/s*km², hvor det i dette feltet er 11 l/s*km² (Leine & Lawrence, 2021). Basert på beregnede verdier i Tabell 4-2 settes valgt middelflom til 400 l/s*km² (1,2 m³/s). Dette gir, basert på formler for små nedbørfelt og dets Q_x/Q_M fordelinger, en dimensjonerende 200-års flom på 1189 l/s*km² (3,6 m³/s).

Tabell 4-2: Oppsummering beregnede kulminasjonsverdier for middelflom (Q_M) og 200-års flom (Q_{200}) ved ulike metoder.

	Valgt nedbørfelt				
	Formelverk		Basert på nabofelt (Taraldsvikelv)	PQRUT	VALGT
	Median	Lav/Høy			
Q_M	0.1 m ³ /s (311 l/s*km ²)	0.5 - 1.7 m ³ /s (151 - 551 l/s*km ²)	1,2 m ³ /s (392 l/s*km ²)	-	1,2 m ³ /s (400 l/s*km ²)
Q_{200}	2.8 m ³ /s (925 l/s*km ²)	1.4 - 5.0 m ³ /s (449 - 1637 l/s*km ²)	3,6 m ³ /s (1167 l/s*km ²)	3.5 m ³ /s (1131 l/s*km ²)	3,6 m ³ /s (1189 l/s*km ²)

4.7 Klassifisering av flomberegning

Flomberegningen klassifiseres til klasse 5 (av 5 klasser hvor 1 er best og 5 dårligst) da det foreligger begrenset med hydrologisk datagrunnlag (ingen målinger i bekken) og det er store gradienter i spesifikke flomstørrelser i området.

4.8 Klimapåslag

For små nedbørfelt og felt som reagerer raskt på nedbør, anbefales det å inkludere et klimapåslag på minst 20 % for økning i vannføringen, i samsvar med (Lawrence, 2016). I tilfeller der nedbørfeltene reagerer ekstremt raskt på nedbør, spesielt når det gjelder kortvarige, kraftige regnhendelser, anbefaler NVE å bruke et klimapåslag på 40 % for vannføringen. Praktisk sett betyr dette at hvis et nedbørfelt er mindre enn omtrent 10 km², bør det brukes en økning på 40 % i vannføringen uavhengig av de spesifikke egenskapene til nedbørfeltet (Glad et al., 2022).

Basert på ovenstående anbefalinger settes det 40 % klimapåslag på dimensjonerende flom:

$$Q_{200} = 3,64 \text{ m}^3/\text{s} * 1,40 = \underline{\underline{5,1 \text{ m}^3/\text{s}}}$$

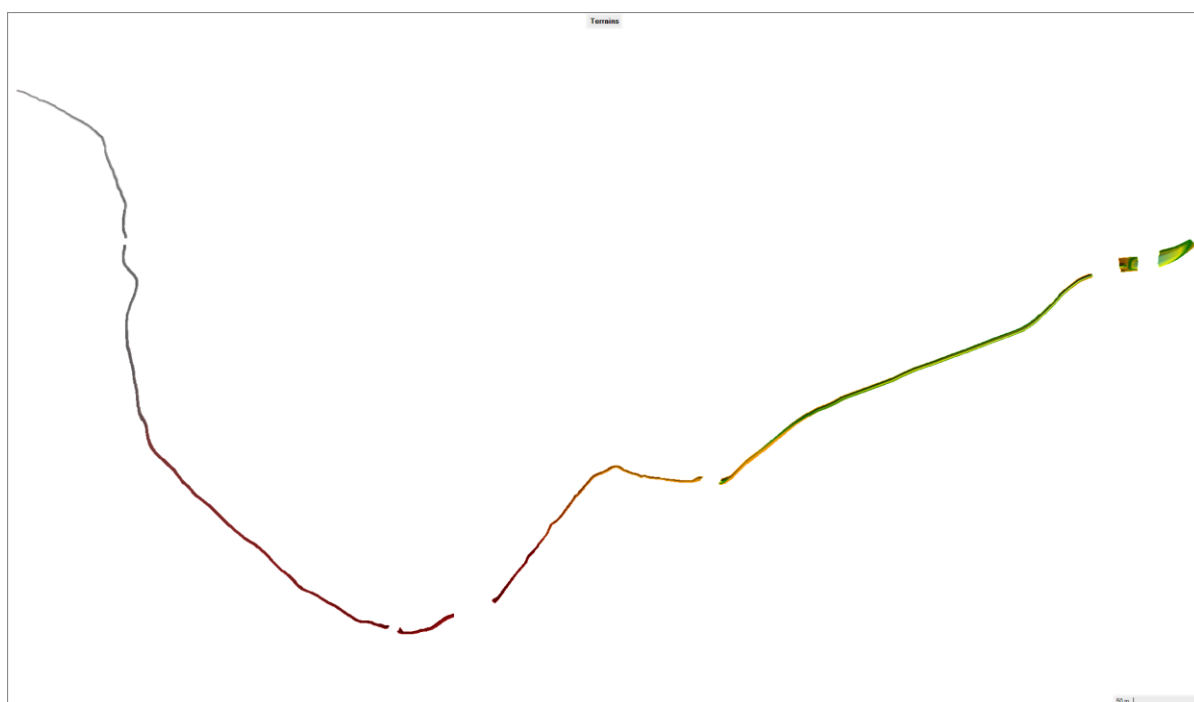
5. Hydrauliske beregninger

5.1 Modellvalg

I denne beregningen er HEC-RAS 6.5 benyttet for å etablere en 2D hydraulisk modell. Denne modellen gir muligheten til å lage en detaljert representasjon av de hydrauliske forholdene i det aktuelle området. Inngangsdata for HEC-RAS inkluderer terrengdata, informasjon om ruheter i bekkeløpet og flomsletter, samt nødvendige grensebetingelser. Gjennom bruk av denne modellen kan man simulere og analysere vannstanden og vannhastighetene i det undersøkte området. Dette gir verdifulle innsikter som er avgjørende for å forstå og håndtere flomrisiko knyttet til prosjektet.

5.2 Terrengmodellering

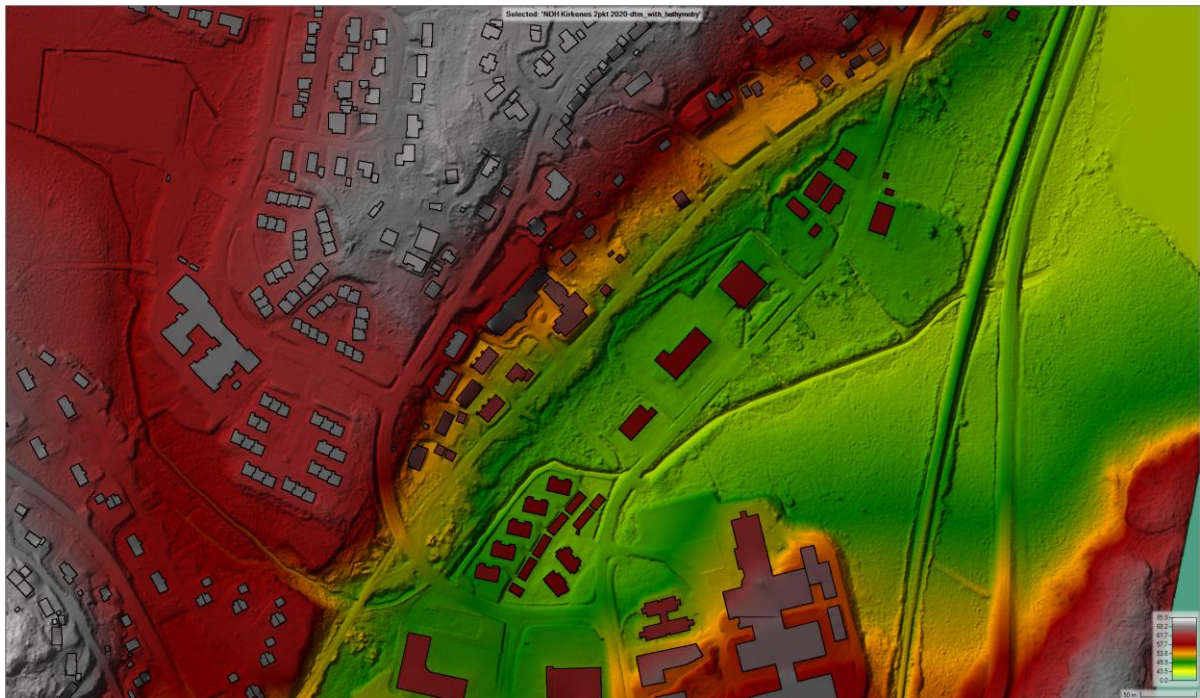
I den 2D-hydrauliske modellen ble terrengmodellen, basert på NDH-laserdata fra høydedata.no, forbedret for å oppnå en mer detaljert representasjon av bekkebunnen. Siden laserdata ikke fanger opp terreng under vannspeilet, ble innmålingsdata benyttet til å opprette tverrprofiler for bekkebunnen. Profilene ble interpolert for å generere en ny terrengmodell for kanalområdet i RAS Mapper (se Figur 5-1). Denne modellen ble deretter kombinert med den opprinnelige overflateterrengmodellen for å skape en mer nøyaktig og komplett terrengmodell.



Figur 5-1: Kanalterrengmodell basert på innmålingsdata.

Bygninger er representert i terrengmodellen ved bruk av datasettet «FKB Bygning». Bygningspolygonene er integrert i terrengmodellen ved hjelp av funksjonen «ElevRectangles», der bygningene tilordnes en høyde på 10 meter over eksisterende terrengnivå. Denne fremgangsmåten sikrer at bygningene fungerer som barrierer mot eventuell flom, på en måte som etterligner deres reelle hydrauliske påvirkning.

Den endelige terrengmodellen som ble brukt for å bygge opp den 2D hydrauliske modellen i HEC-RAS er vist i Figur 5-2



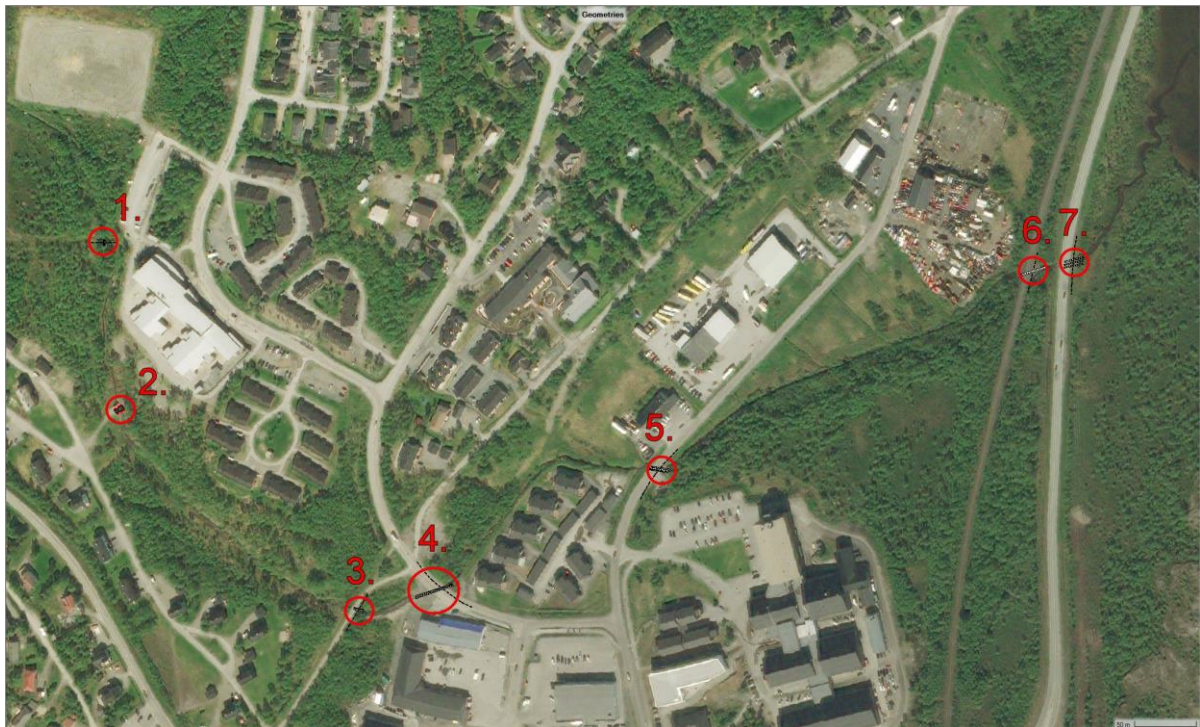
Figur 5-2: Etablert digital terrengmodell benyttet i 2D hydraulisk modell.

5.3 Beregningsnett

I HEC-RAS 2D utnyttes subgrid-teknologien i beregningene, som tillater bruk av en grovere rutenettoppløsning enn det terrengmodellen har, samtidig som man oppnår pålitelige resultater. Beregningsnettet ble derfor satt til 2,0 meter, med en finere oppløsning på 0,5 meter i selve bekkeløpet ved bruk av «breaklines». Dette fører til at rutenettcellene får samme retning som vannstrømmen, som ifølge (Brunner, 2023) forbedrer simuleringene. For å forhindre lekkasjer i modellen, ble det også lagt til bruddlinjer ved veier og andre høydepunkter.

5.4 Konstruksjoner

Det er lagt inn syv grupper med bro og kulverter/stikkrenner i 2D modellen, basert på GPS-innmålinger, vist i Figur 5-3. For å beskrive disse kulvertene og stikkrennene i modellen, er det tatt i bruk parameterverdier som er i samsvar med retningslinjene og anbefalingene fra (Brunner, 2020).

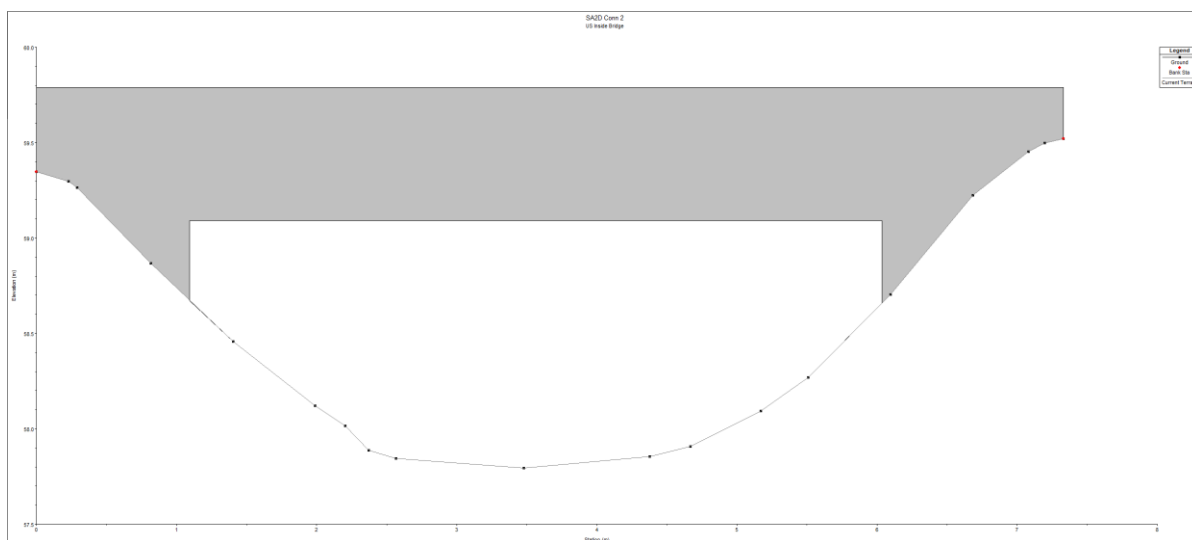


Figur 5-3: Bro og kulverter/stikkrenner lagt inn i 2D modell.

Dimensjon og type kulvert/stikkrenne i de forskjellige gruppene er:

- Gruppe 1:
 - 2 x 800 mm plast stikkrenner
 - 1 x 400 mm plast stikkrenne
- Gruppe 2:
 - Bro
- Gruppe 3:
 - 500 mm PVC
 - 1200 x 1000 mm boks kulvert betong
- Gruppe 4:
 - 2 x 800 mm betong stikkrenner
- Gruppe 5:
 - 2 x 800 mm betong stikkrenner
 - 1 x 1200 mm betong stikkrenne
- Gruppe 6 (under jernbane):
 - 1 x 2000 mm betong stikkrenne med vingemur
- Gruppe 7 (under E6):
 - 3 x 1000 mm betong stikkrenner

Broen ble lagt inn i HEC-RAS som en konstruksjon (se Figur 5-4) basert på innmålinger som ble utført på befaring (se vedlegg 1).



Figur 5-4: Bro lagt inn som konstruksjon i HEC-RAS basert på innmålinger.

5.5 Initial- og grensebetingelser

I 2D-modellen settes oppstrøms og de interne grensebetingelser til $Q_{200} + \text{klimapåslag (40 \%)}$, som en konstant vannføring. For oppstrøms grensebetingelse settes energihelningen til 0,005, tilsvarende terrenghelningen i bekkeløpet ved grensebetingelsen. For å gi en mer realistisk tilnærming i avrenningen til Portvinsbekken, er det lagt inn en fordeling mellom oppstrøms og intern grensebetingelse basert på arealene i nedbørfeltet. Plasseringen av grensebetingelsene er vist i Figur 5-5.

Avrenningen fordeles mellom tre områder:

- Oppstrøms grensebetingelse: 2,45 km²
- Intern grensebetingelse #1: 0,34 km²
- Intern grensebetingelse #2: 0,27 km²

Det totale nedbørfeltet har et areal på 3,06 km² og en samlet vannføring på 5,1 m³/s. Vannføringen fordeles proporsjonalt etter størrelsen på arealene.

Beregning av fordelt vannføring:

- For oppstrøms grensebetingelse:

$$\frac{2,45 \text{ km}^2}{3,06 \text{ km}^2} \approx 0,80$$

$$\text{Vannføring} = 0,80 * 5,1 \frac{\text{m}^3}{\text{s}} \approx 4,1 \frac{\text{m}^3}{\text{s}}$$

- For intern grensebetingelse #1:

$$\frac{0,34 \text{ km}^2}{3,06 \text{ km}^2} \approx 0,11$$

$$\text{Vannføring} = 0,11 * 5,1 \frac{\text{m}^3}{\text{s}} \approx 0,55 \frac{\text{m}^3}{\text{s}}$$

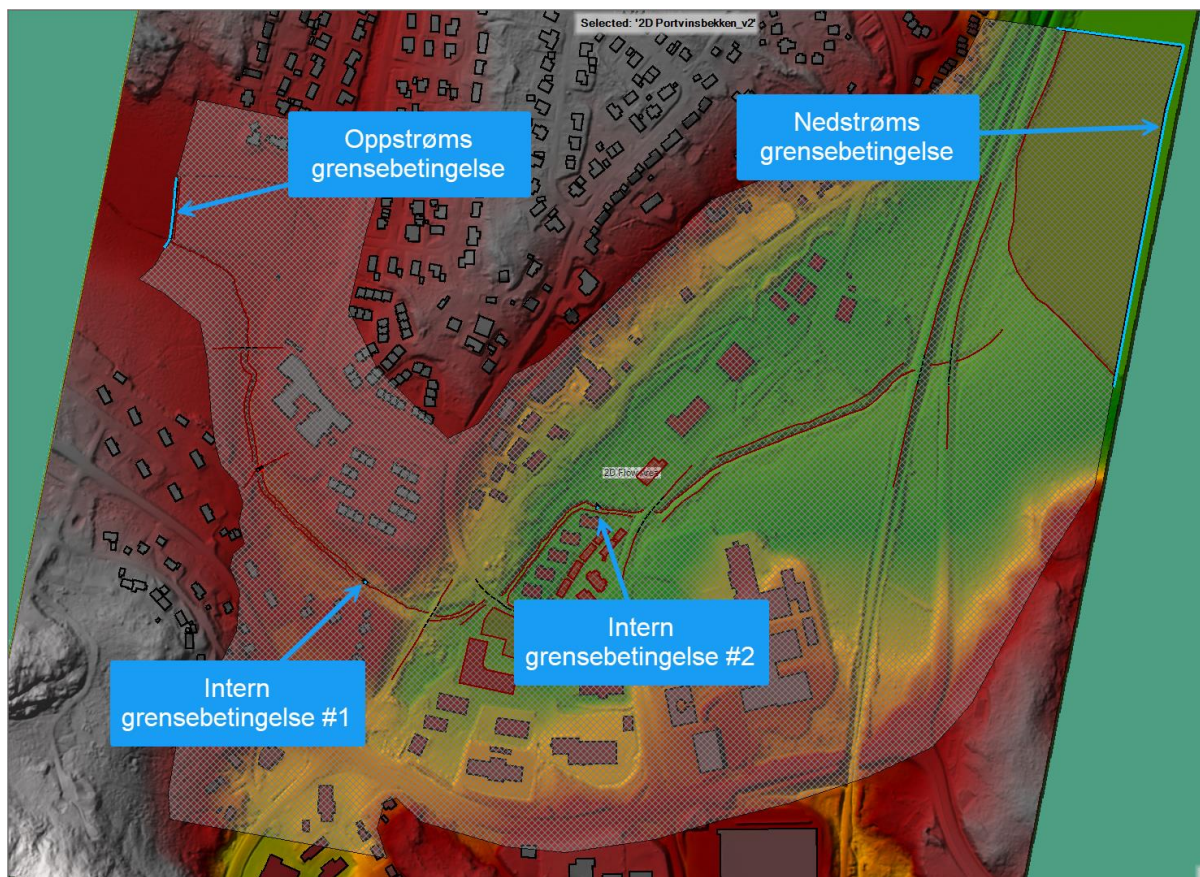
- For intern grensebetingelse #2:

$$\frac{0,27 \text{ km}^2}{3,06 \text{ km}^2} \approx 0,09$$

$$Vannføring = 0,09 * 5,1 \frac{\text{m}^3}{\text{s}} \approx 0,45 \frac{\text{m}^3}{\text{s}}$$

Fordeling av vannføring:

- Til oppstrøms grensebetingelse: **4,1 m³/s**
- Til intern grensebetingelse #1: **0,55 m³/s**
- Til intern grensebetingelse #2: **0,45 m³/s**



Figur 5-5: Grensebetingelser i 2D-modellen.

Det er etablert nedstrøms grensebetingelse med en konstant vannstand som baseres på vannstanden i Tredjevatn, nedstrøms kulvertene ved E6. For å fastsette denne grensebetingelsen ble det utviklet en 2D hydraulisk modell med det formål å beregne vannstanden i Tredjevatn. Ved en 10-års flom ble vannstanden beregnet til 45,41 meter over havet, og ved en 200-års flom ble den beregnet til 45,52 meter over havet.

Sydvaranger AS regulerer i utgangspunktet Prestevatn, Førstevatn, Andrevatn og Tredjevatn for å sikre tilstrekkelig vannressurser for sin produksjon. Imidlertid, og i dagens situasjon, har de ennå ikke startet produksjon, hvilket fører til at vannene nå drenerer ved hjelp av overløp. Som en følge av dette har Sydvaranger AS avstått fra å utføre regelmessige vannstandsmålinger. Basert på tidligere målinger datert tilbake til 2014 og 2015, er den høyeste registrerte vannstanden i

Andrevatn målt til 45,3 meter over havet, med en maksimalt regulert vannstand på 45,6 meter over havet.

Det er ingen påvisbar nivåforskjell mellom Tredjevatn og Andrevatn i terrengdataene, noe som indikerer at det ikke er en regulering mellom disse vannene, og de opprettholder samme vannstand. Av den grunn overføres vannstandshøyden fra Andrevatn og brukes som nedstrøms grensebetingelse for Tredjevatn. Vannstand brukt for nedstrøms grensebetingelse settes derfor til 45,6 meter over havet for å hensynta den potensielle maksimale vannstanden som kan oppstå i praksis.

For å sette initialbetingelsene til 2D modellen brukes funksjonen «Initial Conditions Time» i HEC-RAS, satt til en lengde på to timer. Dette betyr at modellen blir fylt med vannføringen som er i det første tidssteget i simuleringen i to timer før den reelle simuleringen starter. Dette bidrar til å fylle modellen med vann («wet start»), noe som kan øke stabiliteten og nøyaktigheten til simuleringen.

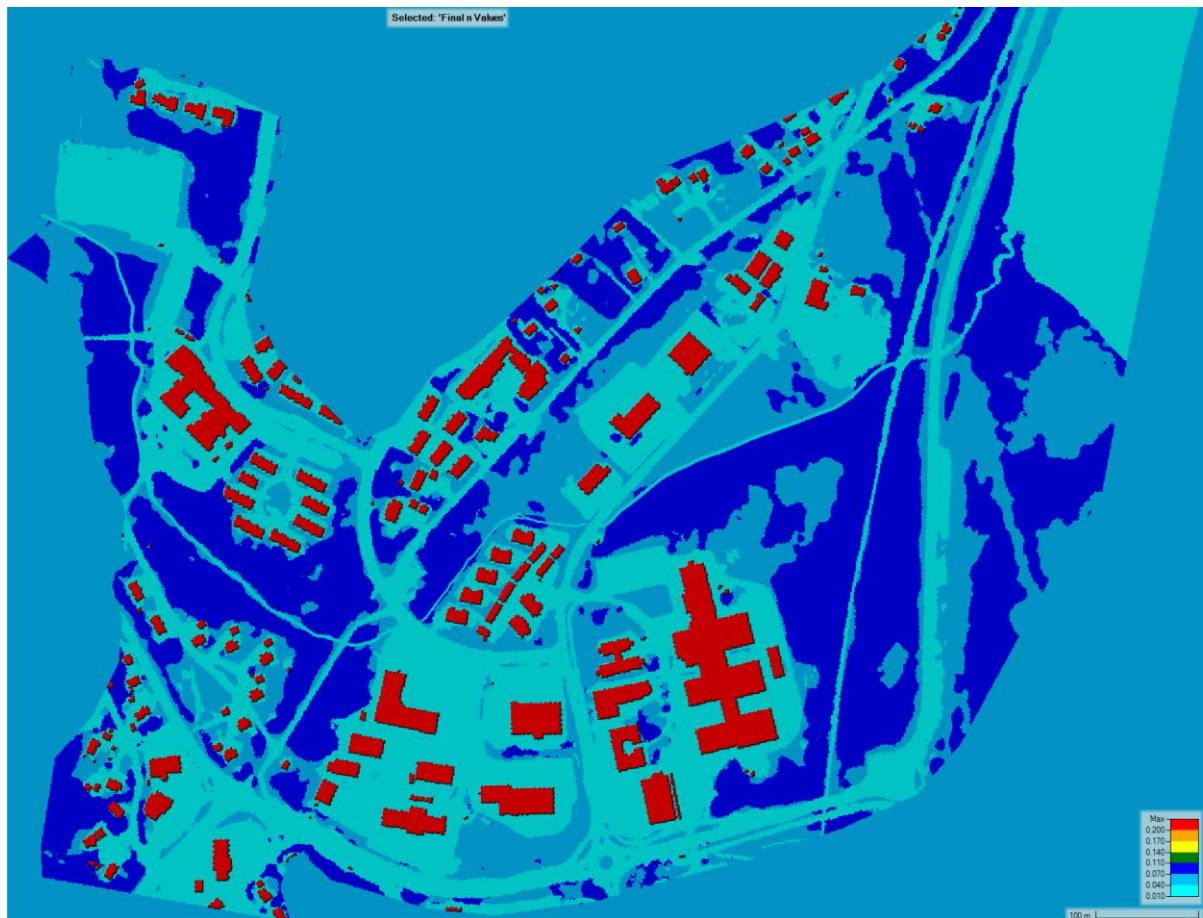
5.6 Ruhetsverdier

Ruhetsverdier i modellen er satt ved hjelp av arealressurskart lastet ned fra SCALGO Live. Det er basert på maskinlæringsteknikker og gir et detaljert kart med oppløsning på 25 cm. Det er i tillegg lagt inn manuelle kalibreringssoner i Portvinsbekken for å tydelig definere ruhetsverdien i bekkeløpet.

Følgende Manning's n -verdier er benyttet i 2D-modellen (se Figur 5-6):

- Bart landskap: $n = 0.03$
- Bekkebunn: $n = 0.035$
- Andre asfalterte områder: $n = 0.018$
- Kort vegetasjon: $n = 0.04$
- Tett skog: $n = 0.08$
- Åker/jordbruksmark: $n = 0.04$
- Asfaltert veg: $n = 0.018$
- Grusveg: $n = 0.03$
- Railroad: $n = 0.025$
- Bart fjell: $n = 0.04$
- Bygninger: $n = 1.0$

Verdier er hentet etter anbefalinger fra (*Manning's n (Roughness Coefficient) for HEC-RAS 2D Modeling – RASHMS.COM*, n.d.) og skjønnsmessige vurderinger basert på de aktuelle forholdene ved Portvinsbekken og områdene rundt.



Figur 5-6: Ruhetsverdier (Manning's n) benyttet i flommodellen.

5.7 Likningssett og tidssteg

Simuleringer av den hydrauliske modellen har blitt utført med både Diffusion Wave Equations (DWE) og Shallow Water Equations (SWE), i tråd med anbefalingene fra (Brunner, 2023). Anbefalingen innebærer å simulere begge likningssettene og sammenligne resultatene. Dersom det oppdages betydelige forskjeller, skal SWE anses som det mest nøyaktige alternativet. I dette tilfellet er forskjellen i vannstand langs senterlinjen i bekkeløpet kun 0,09 meter, noe som regnes som et lite avvik. På grunnlag av dette velges DWE som det anvendte likningssettet.

Det er benyttet en C (Courant Number) på 2 når tidssteg for likningssettene er regnet ut. Det er også antatt en vannhastighet på ca. 2 m/s. Med en gjennomsnittlig celledørrelse på 1 m gir dette:

$$\Delta T = \frac{\Delta X * C}{V} = \frac{1 \text{ m} * 2}{2 \text{ m/s}} \approx 1 \text{ sekund}$$

5.8 Kalibrering/tilpasning

Da det ikke finnes tilgjengelige kalibreringsdata, har det ikke blitt utført noen kalibrering av modellene.

5.9 Følsomhetsanalyse

Det er utført en følsomhetsanalyse iht. til (Bakkan et al., 2022) hvor det anbefales en økning på anslagsvis 20 % i vannføringen, og en endring i ruhetsverdier på 15 – 20 %. Disse danner grunnlaget for sikkerhetspåslag i modellen. Verdier valgt i følsomhetsanalysen er 20 % på både vannføring og ruhetsverdier. Følsomhetsanalysen viser en gjennomsnittlig endring i vannstand langs bekkeløpets senterlinje fra oppstrøms grensebetingelse til nedstrøms grensebetingelse på 0,16 m.

5.10 Sikkerhetspåslag

Følsomhetsanalysen viser at endringer i vannstanden er 30 cm eller lavere, og ettersom det ikke finnes tilgjengelige kalibreringsdata, plasserer dette den hydrauliske modellen i *klasse D*. Flomberegningen er kategorisert som *klasse 5* på grunn av begrensninger i det hydrologiske datagrunnlaget og betydelige variasjoner i spesifikke flomstørrelser i området. Dette gir da et prosentvis påslag på vannføringen på 50 % iht. Tabell 5-1 hentet fra (Bakkan et al., 2022).

Tabell 5-1: Grunnlag for å beregne sikkerhetspåslag som inkluderes som et prosentvis påslag på vannføringen (Bakkan et al., 2022).

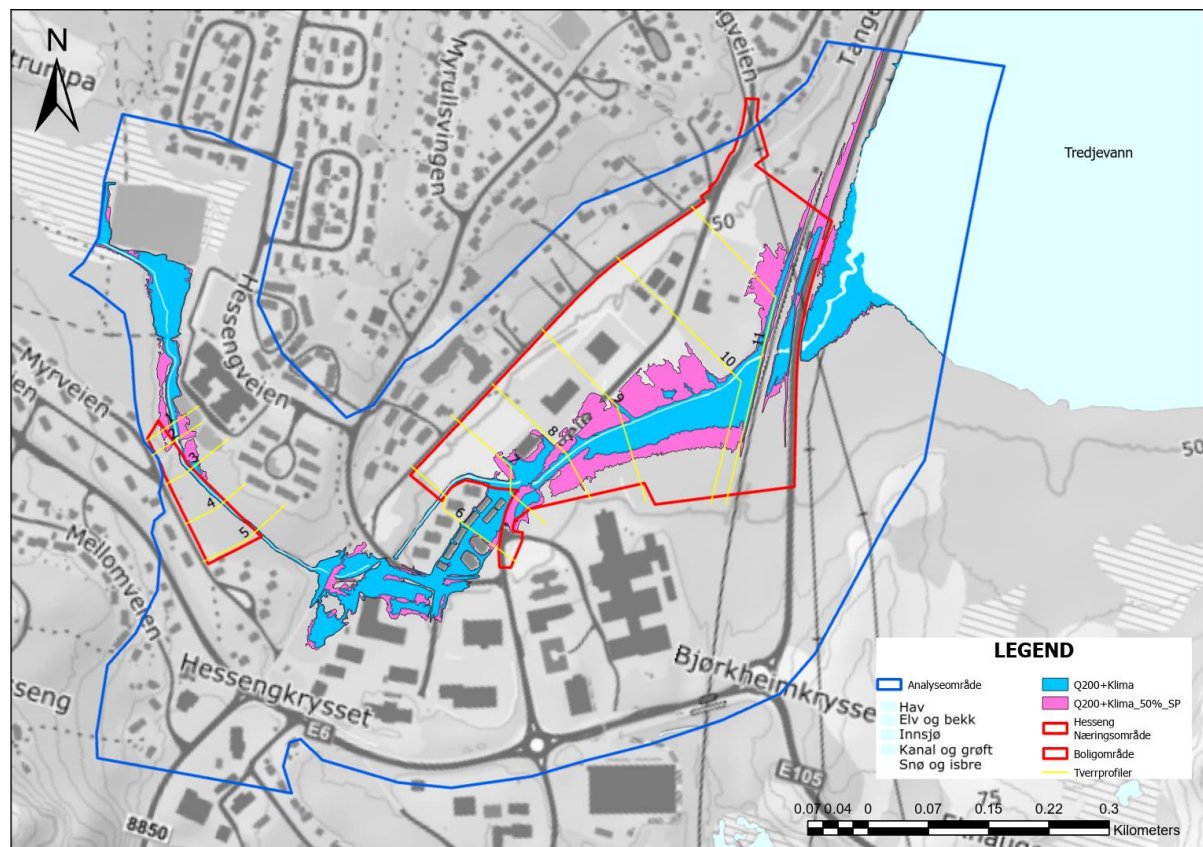
Klassifisering av hydraulisk modell, tabell 10-1	Klasse E	40 %	45 %	50 %	60 %
	Klasse D	20 %	30 %	40 %	50 %
	Klasse C	15 %	20 %	30 %	40 %
	Klasse B	10 %	15 %	20 %	30 %
	Klasse A	5 %	10 %	15 %	25 %
		Klasse 1	Klasse 2	Klasse 3	Klasse 4 og 5

Klassifisering av flomberegning, tabell 10-2

6. Resultat og konklusjon

Basert på vannlinjeberegningene i 2D-modellen fra HEC-RAS, fremlegges resultatene som flomsonekart som visuelt fremstiller de høyeste vannstandene for en bestemt flomhendelse, i dette tilfelle en 200-års flom inkludert klimapåslag.

Flomsonekart basert på 2D hydrauliske beregninger ved bruk av dimensjonerende 200-års flom ($Q_{200,dim}$) gir flomutbredelser ved planområdet som fremstilt i Figur 6-1.



Figur 6-1: Flomsonekart for en 200-årsflom med klimapåslag og 200-årsflom med klimapåslag og anbefalt sikkerhetspåslag (50 %).

Det er beregnet et sikkerhetspåslag på bakgrunn av kvalitet på flomberegning (Klasse 5) og den hydrauliske modellen (Klasse D), som medførte et påslag på 50 % på vannføringen. Dette resulterte til et anbefalt sikkerhetspåslag oppsummert i Tabell 6-1, med tilhørende vannstander i de ulike tverrprofilene for 200-årsflom inkl. klimapåslag, både med og uten sikkerhetspåslag.

Tabell 6-1: Tabell som viser beregnede flomvannstander i tverrprofilene og anbefalt sikkerhetspåslag for alle beregnede flomvannstander.

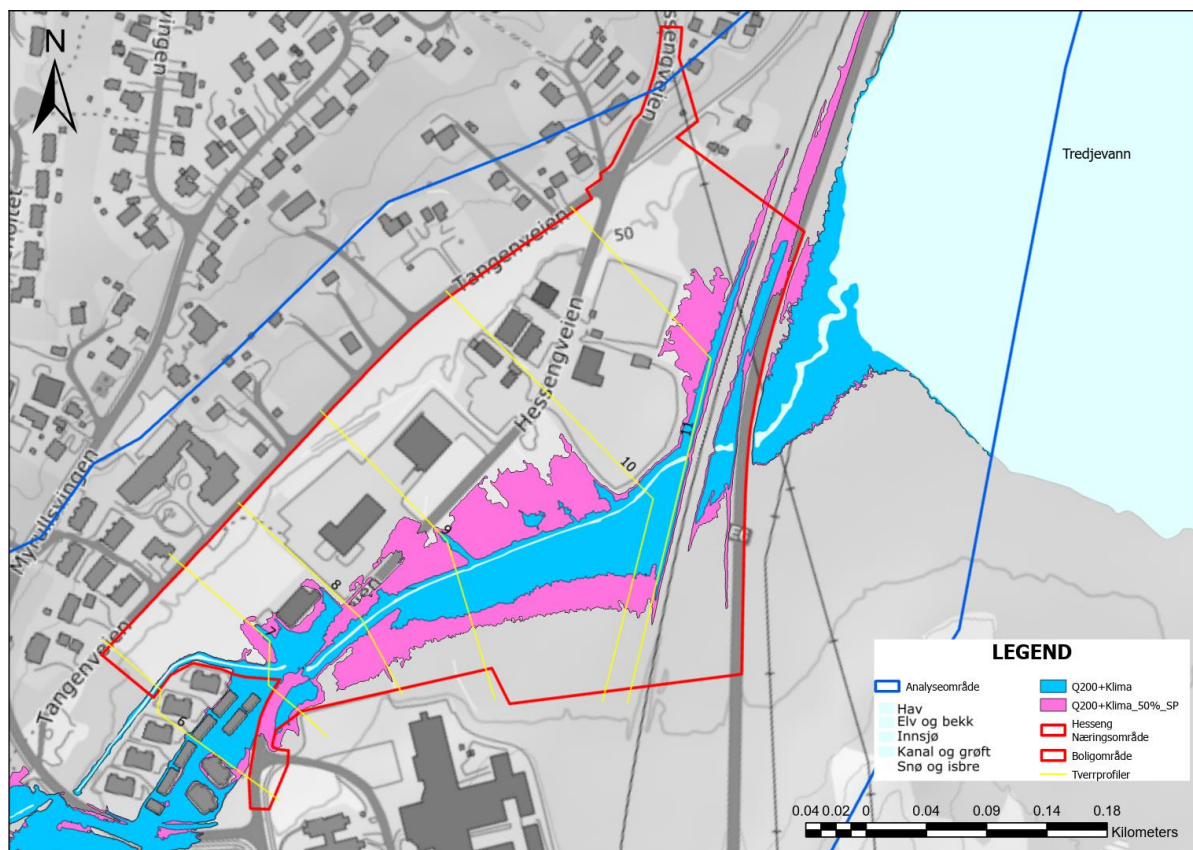
Tverrprofil nr.	Anbefalt sikkerhetspåslag (m)	200-årsflom inkl. klimapåslag (moh.)	200-årsflom inkl. klimapåslag + sikkerhetspåslag (moh.)
1	0,50	58,7	59,2
2	0,50	58,6	59,1
3	0,20	57,9	58,1
4	0,20	57,7	57,9
5	0,20	56,8	57,0
6	0,30	47,3	47,6
7	0,30	47,1	47,4
8	0,50	46,7	47,2
9	0,50	46,7	47,2
10	0,50	46,7	47,2
11	0,50	46,7	47,2

Flomsonen for boligfeltet i Vigørveien er vist i Figur 6-2. Beregningene viser at bekken går innenfor planområdet. Det blir også en del oppstuvning oppstrøms bruene som krysser Portvinsbekken.



Figur 6-2: Detaljvisning av flomsonekart for boligfelt i Vigørveien som viser 200-årsflom med klimapåslag og 200-årsflom med klimapåslag og anbefalt sikkerhetspåslag (50 %).

Planområdet til Næringsområdet i Hesseng er et flatt strekk av Portvinsbekken med dykkede kulverter under jernbanen og E6 som vil begrense kapasiteten i flomhendelser. Dette vil føre til oversvømmelse av nærliggende områder til Portvinsbekken, illustrert i Figur 6-3.



Figur 6-3: Detaljvisning av flomsonekart for Næringsområde i Hesseng som viser 200-årsflom med klimapåslag og 200-årsflom med klimapåslag og anbefalt sikkerhetspåslag (50 %).

For å oppfylle sikkerhetskravene i henhold til TEK17 § 7-2, som krever at byggegrunnen ligger på et trygt nivå over flomnivået, må den plasseres på eller over den beregnede flomvannstanden inkludert et sikkerhetspåslag. Dette påslaget bør anses som et minimum, og all infrastruktur som kan påvirkes av flom, bør sikres til minst dette nivået (Bakkan et al., 2022).

Rambøll anbefaler at beregnede flomvannstander inkludert sikkerhetspåslag (jf. Tabell 6-1) benyttes som grunnlag for arealplanlegging og byggesaksbehandling. Bygninger og infrastruktur bør plasseres minst på dette nivået, eller høyere i områder nær vassdraget. I tillegg bør terrengtilpasninger og annen infrastruktur utformes slik at flomvannstandene i området ikke øker.

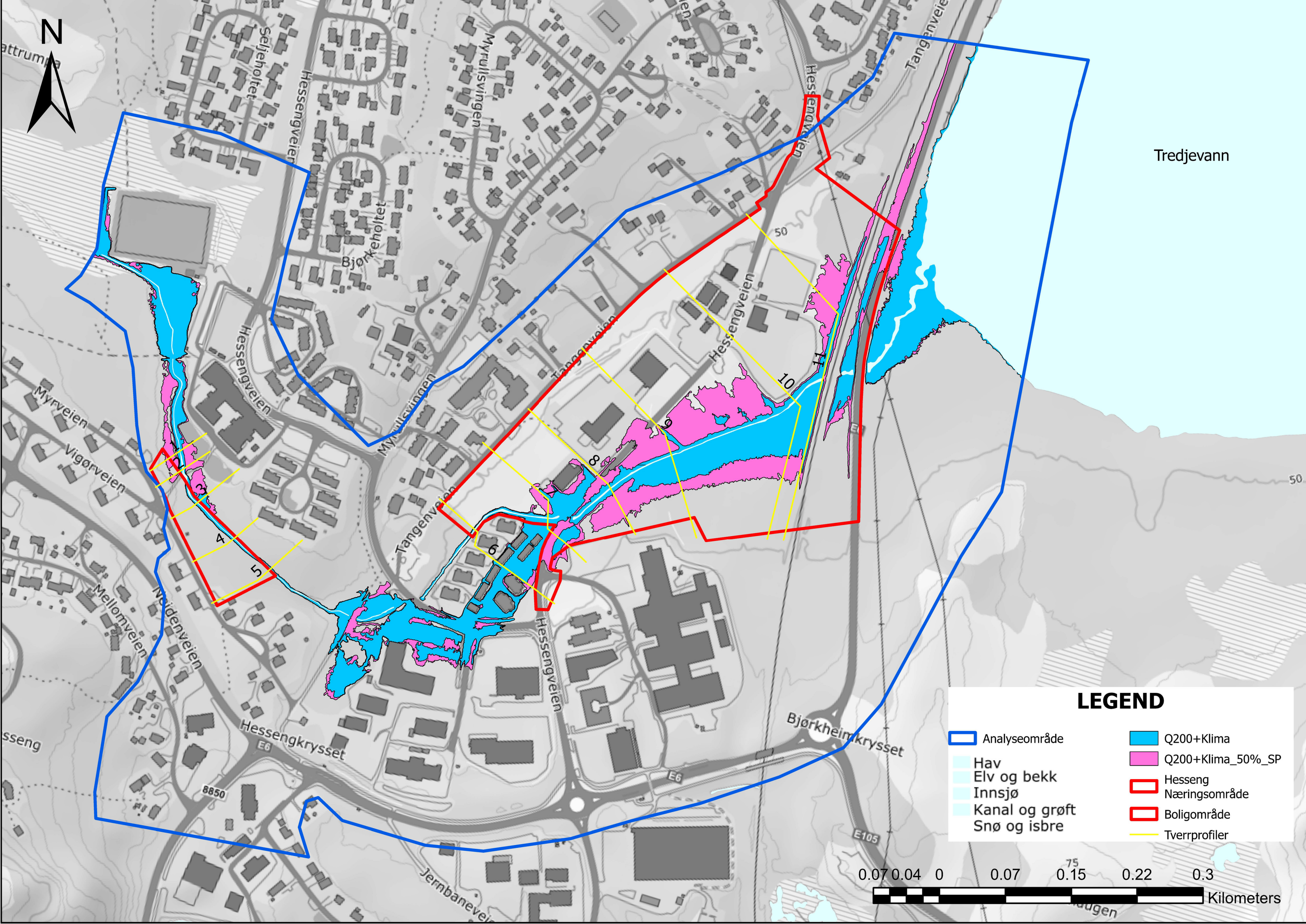
NB Utarbeidede flomsonekart forutsetter at stikkrenner/kulverter og lysåpning under bru ikke er helt eller delvis gjentettet under flom. For å redusere risikoen for gjentetting bør det foretas rensk minimum en gang per år, typisk etter vårfloppen, og helst også senhøstes før snø og is legger seg.

7. Referanser

- 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. E., & Væringstad, T. (2022). Sikkerhet mot flom: Utredning av flomfare i reguleringsplan og byggesak. *NVEs Utgivelser*, 2022:3.
- Brunner, G. W. (2020). HEC-RAS River Analysis System: Hydraulic Reference Manual, Version 6.0 Beta. *US Army Corps of Engineers–Hydrologic Engineering Center*.
- Brunner, G. W. (2023). HEC-RAS 2D User's Manual. *United States Army Corps of Engineers*.
- Glad, P. A., Steinus, S., Leine, A.-L. Ø., Væringstad, T., Holmqvist, E., Dahl, M.-P. J., & Trondsen, E. (2022). Veileder for flomberegninger. *NVE Veileder*, 1, 2022.
- Lawrence, D. (2016). *Klimaendring og framtidige flommer i Norge*.
- Leine, A.-L. Ø., & Lawrence, D. (2021). Nedbør-avløpsmodellering med PQRUT for dimensjonerende flom. *NVE Rapport*, Nr. 34/2021.
- Manning's n (Roughness Coefficient) for HEC-RAS 2D Modeling – RASHMS.COM*. (n.d.). Retrieved October 26, 2023, from <https://rashms.com/blog/mannings-n-roughness-coefficient-for-hec-ras-2d-modeling/>

8. Vedlegg

1. Flomsonekart
2. Befaringsnotat



Flomsonekartlegging av Portvinsbekken

Befaringsnotat

Oppdragsnavn	Flomsonekartlegging av Portvinsbekken
Prosjekt nr.	RWA2024N00583
Mottaker	Sør-Varanger kommune
Dokument type	Befaringsnotat
Versjon	1
Dato	17.06.2024
Utført av	FKST
Kontrollert av	
Godkjent av	
Beskrivelse	Befaringsnotat fra befaring av Portvinsbekken utført 12.06.2024.

Innholdsfortegnelse

1.	Innledning	2
2.	Befaring av Portvinsbekken	3

1. Innledning

Flomsonekartleggingen av Portvinsbekken i Sør-Varanger må gjennomføres på grunn av planlagt etablering av nye bolig- og næringsområder. Denne utviklingen er lokalisert innenfor de risikoområdene som er definert av NVEs (Norges vassdrags- og energidirektorat) aktsomhetskart (se Figur 1-1). Rambøll er på bakgrunn av dette engasjert for å utføre flomsonekartleggingen. En befaring ble utført den 12. juni 2024 for å samle inn data, inkludert innmålinger og fotografier av Portvinsbekken og dens omgivelser. I tillegg ble det utført innmålinger av en bro som spanner over bekken, samt diverse stikkrenner og kulverter i tilknytning til bekken.



Figur 1-1: NVE sitt aktsomhetskart langs Portvinsbekken (skravert område). Kilde: NVE.no

2. Befaring av Portvinsbekken

Befaringen startet omtrent 30 meter vest for Hesseng stadion. Bekkeløpet i dette området viser stort sett innhold av silt/leire med påviselige utgravninger på sørlig side (se Figur 2-1).



Figur 2-1: Bekkeløp langs Hesseng stadion. Sett oppstrøms og nedover.

Videre går bekkeløpet inn i et område der vegetasjonen er frodig og tett, før den når frem til en kryssende sti. Her er det installert stikkrenner av plast med dimensjoner på henholdsvis 400 mm og to rør som hver måler 800 mm (se Figur 2-2). Stikkrennene er delvis tilstoppet av sedimenter, noe som reduserer kapasiteten. Det er også påviselige skader på overbygningen relatert til erosjon, noe som har resultert i at rørene er blitt noe sammenklemt av omkringliggende store steiner.



Figur 2-2: Stikkrenner etablert i forbindelse med kryssende sti i Portvinsbekken. Sett oppstrøms og nedover.

Videre nedover, etter stikkrennene, renner Portvinsbekken gjennom et område hvor det har blitt foretatt tiltak for å sikre mot erosjon ved bruk av sprengtstein (se Figur 2-3). Disse tiltakene strekker seg helt frem til broen som går over Portvinsbekken, og videre nedstrøms bro omtrent 30 meter før bekken går over til naturlig bekk igjen (se Figur 2-4).



Figur 2-3: Bekkeløp vest for Hesseng Flerbrukssenter. Sett oppstrøms og nedover.



Figur 2-4: Erosjonssikring nedstrøms bro som krysser Portvinsbekken. Sett oppstrøms og nedover.

Rett oppstrøms bro som krysser Portvinsbekken, er det etablert en liten «terskel» av sprengtstein som kan ha begrensende effekt på den hydrauliske kapasiteten i bekken.



Figur 2-5: "Terskel" før bro som krysser Portvinsbekken. Sett oppstrøms og nedover.

Det ble i tillegg utført innmålinger av tverrsnittet til broen som krysser Portvinsbekken ved siden av Hesseng Flerbrukssenter (se Figur 2-6).



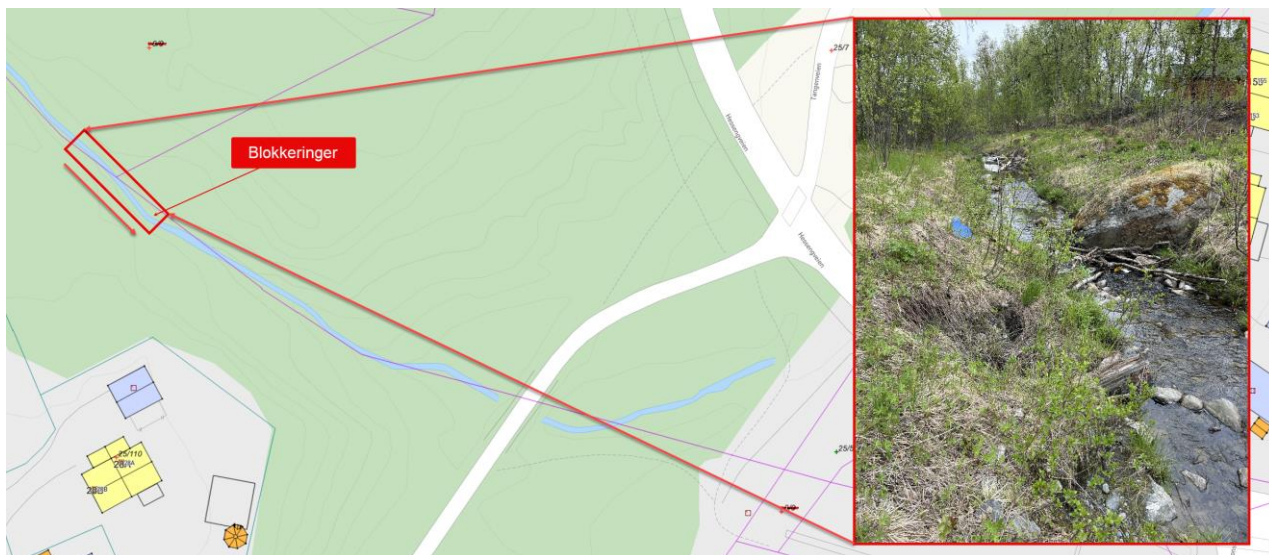
Figur 2-6: Innmålinger tverrsnitt bro som krysser Portvinsbekken ved Hesseng Flerbrukssenter.

Portvinsbekken gjenopptar sitt naturlige løp etter at erosjonssikringen avsluttes. Det ligger kort vegetasjon langs bredden, samt at bekkeleiet har en karakteristisk bunn for slike bekker (se Figur 2-7).



Figur 2-7: Portvinsbekken etter erosjonssikring. Sett oppstrøms og nedover.

I siste sving før bekken faller ned mot stikkrennene som krysser under Tangenveien har det samlet seg hindringer som trær og drivgods, som anbefales fjernet for å bedre bekkeløpets hydrauliske kapasitet. I tillegg ligger det noen store steiner langs bekkeløpet rett før svingen, som også skaper blokkeringer (se Figur 2-8).



Figur 2-8: Blokkeringer i bekkeløp. Sett oppstrøms og nedover.

Under Tangenveien ligger det en stikkrenne av plast på 500 mm og en boks kulvert av betong målende 1200x1000 mm. Innløpet til stikkrennen har blitt knust, og betongkulverten er blokkert av drivved fra trær og delvis oppfylt av sedimenter (se Figur 2-9). For å bevare kulvertens funksjonalitet, anbefales det å gjennomføre vedlikeholdstiltak.



Figur 2-9: Kulvert og stikkrenne under Tangenveien. Sett oppstrøms og nedover.

Det er etablert to stikkrenner av betong på 800 mm under Hessengveien. Disse synes å være betydelig overgrodd ved inngangen, og det foreslås en viss rydding her for å gjenopprette optimale hydrauliske forhold for vannstrømmen (se Figur 2-10).



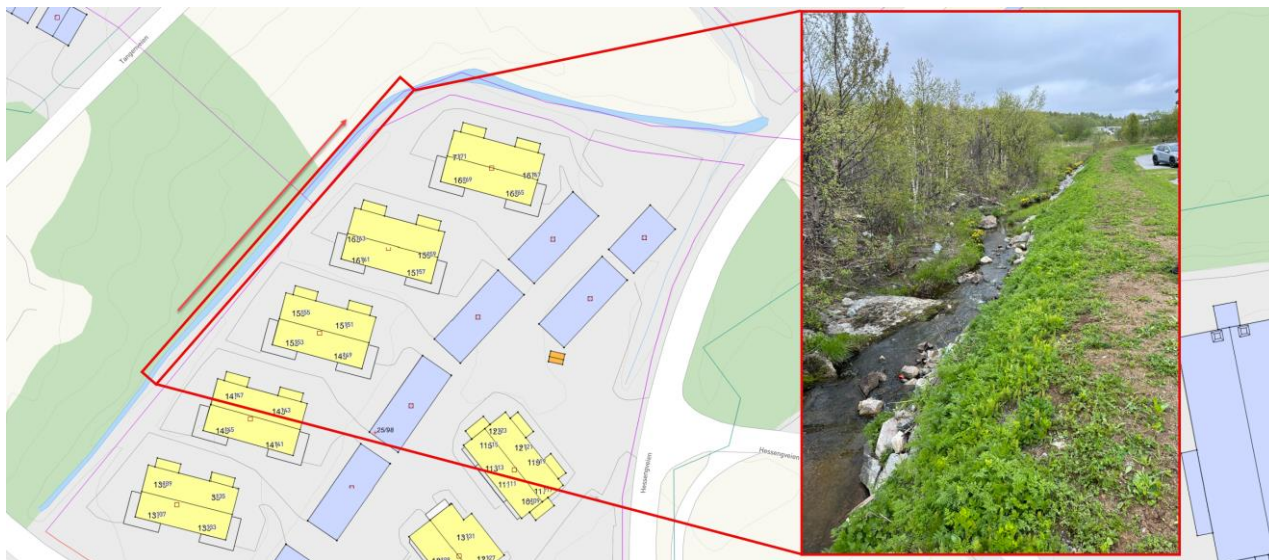
Figur 2-10: Stikkrenner under Hessengveien. Sett oppstrøms og nedover.

Bekkeløpet mellom Tangenveien og Hessengveien forkommer som naturlig, men det virker å være etablert en flomvoll langs denne strekningen mot Intersportbygget sør for Portvinsbekken (se Figur 2-11).



Figur 2-11: Bekkeløp mellom Tangenveien og Hessengveien. Sett oppstrøms og nedover.

Nedstrøms stikkrennene gjennom Hessengveien går bekken langs flere leilighetsbygg. Her er det etablert flomvoll mot byggene, med en erosjonssikret skråning mot byggene som følger bekken helt til den treffer på Hessengveien igjen (se Figur 2-12).



Figur 2-12: Bekkeløp langs leiligheter i Hessengveien. Sett oppstrøms og nedover.

Det forekommer bakovergrepene graving (erosjon) i ytterkurven som kommer etter den rette strekningen som går langs leilighetsbyggene. Det anbefales å iverksette tiltak for å styrke erosjonsbeskyttelsen i dette området for å forhindre ytterligere eroderende effekter på bekkefare (se Figur 2-13).



Figur 2-13: Bakovergrepene graving (erosjon) av ytterkurven bekkeløp. Sett oppstrøms og nedover.

Når bekken treffer på Hessengveien igjen er det etablert to stikkrenner av stål på 800 mm og en kulvert på 1200 mm for å lede vannet gjennom veien. Det observeres en oppsamling av sedimenter fra utgravingen som forekommer lengre oppstrøms (se Figur 2-14). Kulverten er tilstoppet av diverse gods og det anbefales en rengjøring for å sikre bedre gjennomstrømning.



Figur 2-14: 800 mm stikkrenner av stål og kulvert 1200 mm betong som krysser Hessengveien. Sett oppstrøms og nedover.

Nedstrøms nevnte stikkrenner og kulvert er det også forekomst av sedimenter fra utgravingene som foregår lengre oppstrøms (se Figur 2-15). Dette bidrar til redusert effektivitet og kapasitet, derfor anbefales tiltak for å gjenopprette en mer optimal funksjon.



Figur 2-15: Nedstrøms stikkrenner og kulvert gjennom Hessengveien.

På delen som strekker seg fra Hessengveien og fører til jernbanekulverten observeres det en del vegetasjon og en bunn bestående hovedsakelig av sand og silt. Terrenget her er nærmest flat, noe som er tydelig (se Figur 2-16).



Figur 2-16: Bekkeløp før jernbane. Sett oppstrøms og nedover.

Kulverten under jernbanen består av en betongkulvert med vingemur på 2000 mm (se Figur 2-17).



Figur 2-17: Jernbanekulvert, 2000 mm med vingemur. Sett oppstrøms og nedover.

Stikkrenner gjennom E6 består av tre stykk på 1000 mm av betong (se Figur 2-18). Området mellom jernbane og E6 består av tett vegetasjon og oppstuvning av vann grunnet høy vannstand i Tredjevatn.



Figur 2-18: Stikkrenner gjennom E6. Sett fra E6 og oppover.

Nedstrøms E6 er området også preget av oppstuvning av vann fra Tredjevatn noe som fører til at stikkrenner og kulverter er delvis dykket helt opp til Hessengveien (se Figur 2-19).



Figur 2-19: Nedstrøms stikkrenner E6. Sett nedstrøms og oppover.