taoset Fjellandsby AS
Frydenbergveien 46B
0575 Oslo

Oslo, 11. juni 2025

Deres ref.	*Deres dato*	*Vår ref.*
Karivollen	*20.08.24*	*KAF_Ustaoset Karivollen 2024 V1*

Utredning av flomforholdene i forbindelse med detaljplanregulering av Karivollen på Ustaoset i Hol kommune – Revidert etter siste utspill fra NVE datert 30.04.2025

Innhold

Bakgrunn 2
Oppdatering for annengangsbehandling 2
Dagens flomforhold Ustaoset 2
Flomberegninger Karivollen 6
Vannlinjeberegninger – HEC-RAS 6
Kapasitetsberegninger 11
Oppsummering flomsituasjon 14
Planområdet/planforslag 14
Anbefalinger 16
Oppsummering 19
Referanser 20
Vedlegg 20

HydraTeam AS
Professor Kohts vei 27, 1366 Lysaker
Org.nr.: NO 987 807 261 MVA

Telefon: 977 53 999
E-post: hydrateam@hydrateam.no
Internett: www.hydrateam.no

Bakgrunn

I forbindelse med detaljplanregulering av Karivollen på Ustaoset i Hol kommune har HydraTeam gjort utredninger av flomforholdene iht. krav i PBL, TEK17 § 7-2 i sikkerhetsklasse F2. Hensikten med detaljreguleringsplanen er å tilrettelegge for konsentrert fritidsbebyggelse med underliggende parkeringsanlegg, annen nødvendig infrastruktur og flomsikring i tråd med områdeplanen. HydraTeam har tidligere vurdert flomforholdene i forbindelse med vedtatt områdeplan for Ustaoset sentrum 2012 [1]. Flomsikring av eksisterende bygg og anlegg er hjemlet i vedtatt områdeplan og kan gjennomføres i henhold til denne uten detaljregulering. Statens vegvesen (SVV) sin eksisterende kulvert, nedstrøms detaljreguleringsplanområdet for Karivollen, under Rv7 og Jernbanen har representert et problem i lengre tid for Ustaoset sentrum og er nevnt i sammenheng med tidligere flomutredning som del av områdeplan 2013.

Oppdatering for annengangsbehandling

Denne rapporten sammenstiller og erstatter tidligere rapporter og notat fra HydraTeam i plansaken for detaljregulering Karivollen:

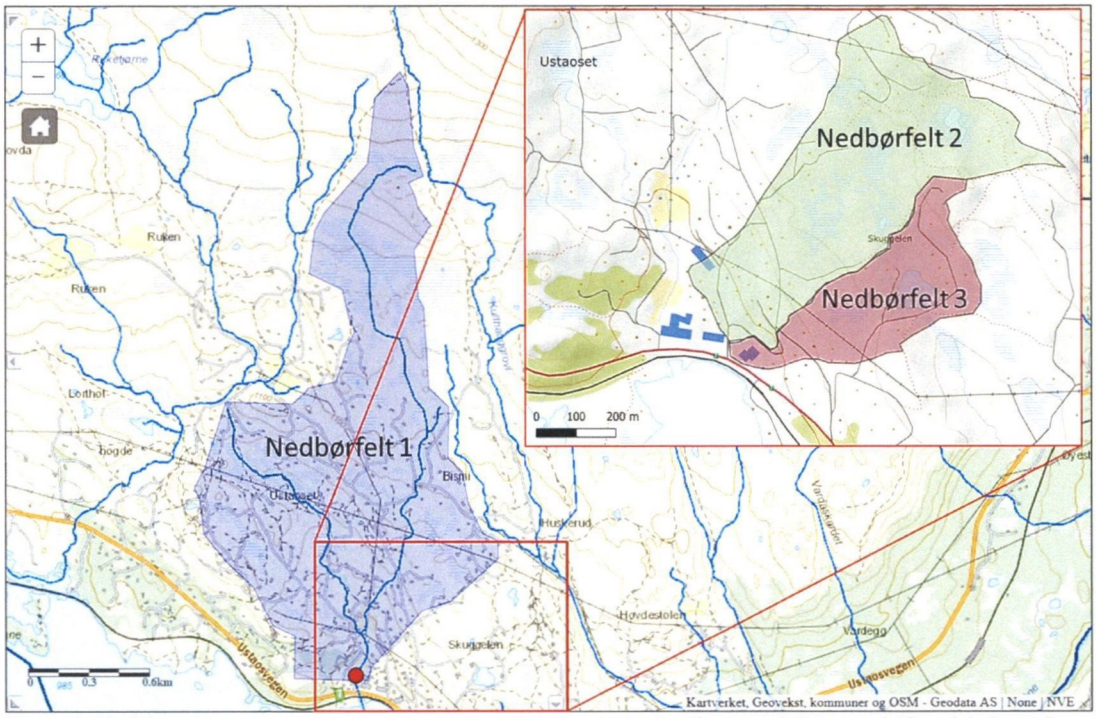
- Flomrapport av Hydrateam AS, datert 18.11.2020
- Notat av Hydrateam AS, datert 27.01.2022
- Flomberegninger for Ustaoset sentrum øst av Hydrateam AS, datert 20.05.2022
- Notat av Hydrateam AS, datert 31.07.2022
- Befaring og innmåling av eksisterende kulverter i Ustaoset sentrum, datert 19.05.2022 og utført 17.11.2021 av Hydrateam AS

Denne rapporten følger opp innsigelser fra SVV og NVE, datert hhv.13.09.2021 og 01.10.2021, etter førstegangsbehandling for detaljregulering Karivollen samt oppklaringer i dialogmøte med NVE dialogmøte vedr. detaljregulering av Rv7 og forplassen mfl. i Ustaoset sentrum som tok for seg flomproblematikk for hele Ustaoset (12.01.23).

Videre er rapporten oppdatert mht. endringer i plankart siden førstegangsbehandling etter dialog mellom planfremmer og Hol kommune.

Dagens flomforhold Ustaoset

Ustaoset sentrum har årlig problemer med overvann og dårlig drenering. Det er overvannsløsninger i sentrum, men ikke gode nok til å håndtere større vannmengder på avveie fra alle bekkene fra nedbørfeltene (figur 1) rundt Ustaoset og spesielt ikke ved en ekstremhendelse/200-års flom. Vedrørende planområdet for detaljregulering Karivollen, er dette berørt av nedbørsfelt 1.



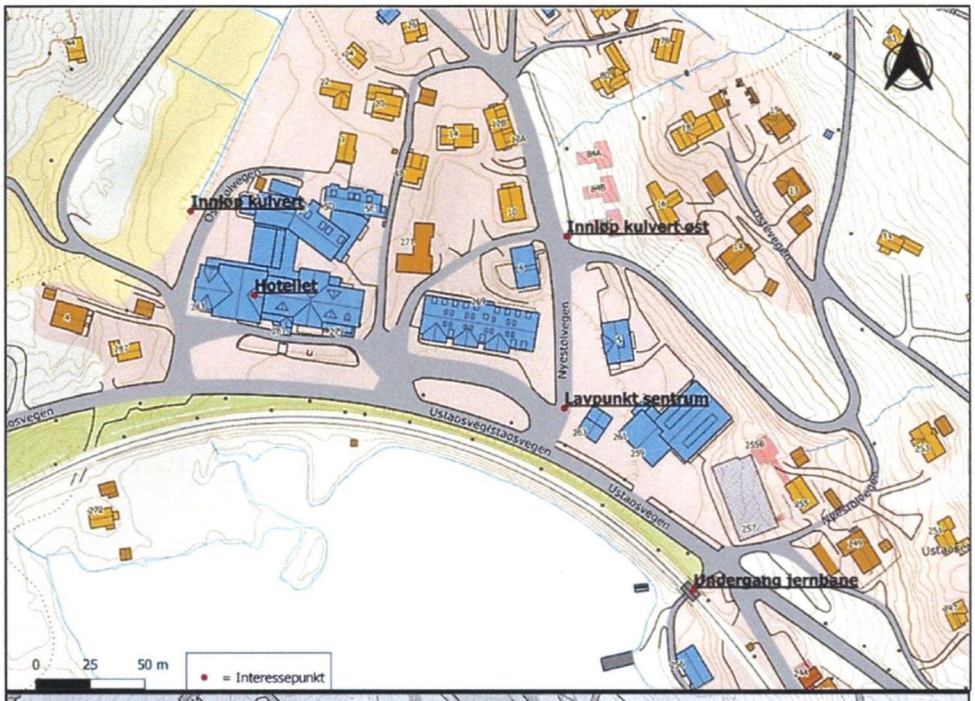
Figur 1. Nedslagsfeltet 1 ned til kulvertinntak vest/nordvest (Karivollen), og feltene ned til små kulvert 2 og 3 nord/øst for Ustaoset sentrum. Lokalt overvann fra sentrum og langsmed Rv7 og jernbanen er ikke merket av på kartet.

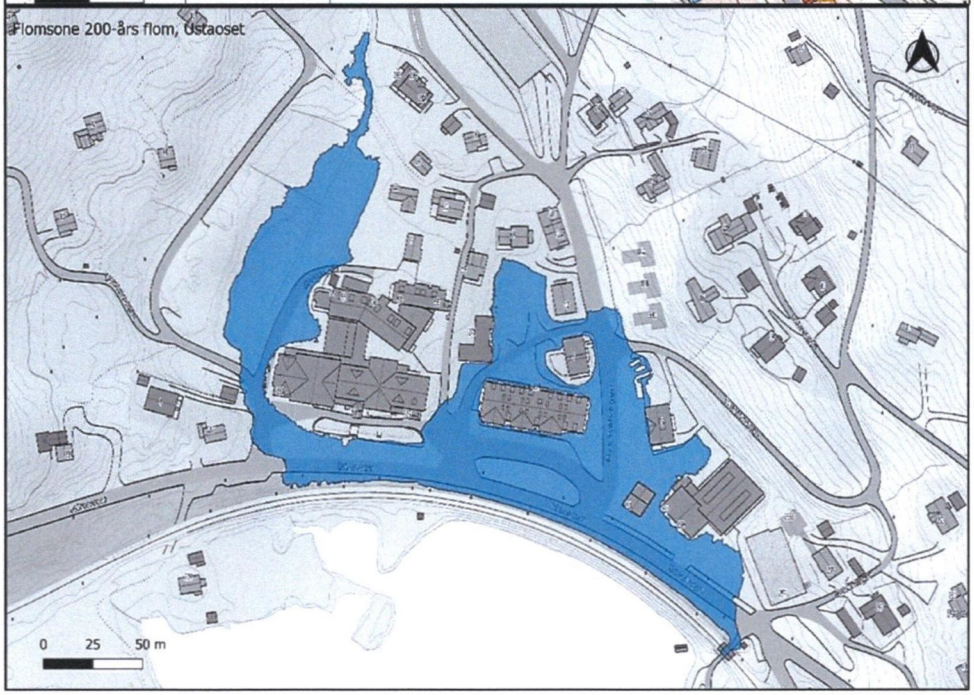
Flomvurderingen for Ustaoset sentrum tar utgangspunkt i dagens situasjon, hvor kulvert vest for «Hotellet» har for lav kapasitet til å håndtere beregnet flom i nedslagsfelt 1, nord/vest, og overvanntiltak/kulvert gjennom sentrum/øst ikke klarer å ta av for flomvann/overvann fra nedslagsfeltene 2-3, nord/øst.

Avrenning fra nedslagsfelt 1-3 er analysert med en hydraulisk 2-modell (Hec-Ras [3]) som benyttet terrengmodell fra laserdataprosjektet NDH Tunhovd-Dagali-Geilo-Haugastøl 5pkt 2018 [4] som input for geometri, og dimensjonert restvannføring fra flomberegning som hydraulisk input. Restvannføring er beregnet flomvannføring for nedslagsfelt 1, nord/vest, til bekken vest i Ustaoset sentrum/Karivollen (5,5 m3/s), minus beregnet kapasitet for eksisterende steinkulvert (2,4 m3/s) og pluss nedslagsfelt 2 og 3 til bekkene i Ustaoset sentrum øst, samt lokalt overvann fra sentrum og langs med Rv7 og jernbanetraseen (1,1 m3/s). Medtatt prosjektert overvannsløsninger/kulvert til Ustevatnet ved bensinstasjonen, Asplan Viak AS Ø800 mm, har beregnet kapasitet på ca. 0,9 m3/s (forutsatt et fall på 5 ‰). Vi har derfor modellert for 3 til 4 m3/s.

Resultat fra modellering viser at store areal i Ustaoset sentrum vil bli oversvømt ved en ekstremhendelse/200-års flom. Vannspeilet i sentrum, fra sørvest-siden av hotellet til øst ved undergangen vil ligge på 988,15 moh. (figur 2), +/- 3 cm avhengig av kapasiteten til ristekummene. Fra Karivollen vil det være fall forbi «Hotellets» vestfasade (figur 2) frem til området ved Rv7 – vannstanden langs bekken vil ligge noe høyere og er beregnet nedenfor. Hastighetene vil være størst i fallet langs vestfasaden og ned til Rv7 (figur 2) og i eksisterende undergang under jernbanen, området igjennom sentrum vil ha rolige vannhastigheter (<1

m/s). Vanndypet vil variere med terrenget. I Ustaoset sentrum øst oppstår det store vannmengder og det er primært i dette området som det bør gjøres tiltak mot flom.





taoset Fjellandsby AS
Frydenbergveien 46B
0575 Oslo

Oslo, 11. juni 2025

Deres ref.	*Deres dato*	*Vår ref.*
Karivollen	*20.08.24*	*KAF_Ustaoset Karivollen 2024 V1*

Utredning av flomforholdene i forbindelse med detaljplanregulering av Karivollen på Ustaoset i Hol kommune – Revidert etter siste utspill fra NVE datert 30.04.2025

Innhold

Bakgrunn 2
Oppdatering for annengangsbehandling 2
Dagens flomforhold Ustaoset 2
Flomberegninger Karivollen 6
Vannlinjeberegninger – HEC-RAS 6
Kapasitetsberegninger 11
Oppsummering flomsituasjon 14
Planområdet/planforslag 14
Anbefalinger 16
Oppsummering 19
Referanser 20
Vedlegg 20

HydraTeam AS
Professor Kohts vei 27, 1366 Lysaker
Org.nr.: NO 987 807 261 MVA

Telefon: 977 53 999
E-post: hydrateam@hydrateam.no
Internett: www.hydrateam.no

Bakgrunn
I forbindelse med detaljplanregulering av Karivollen på Ustaoset i Hol kommune har HydraTeam gjort utredninger av flomforholdene iht. krav i PBL, TEK17 § 7-2 i sikkerhetsklasse F2. Hensikten med detaljreguleringsplanen er å tilrettelegge for konsentrert fritidsbebyggelse med underliggende parkeringsanlegg, annen nødvendig infrastruktur og flomsikring i tråd med områdeplanen. HydraTeam har tidligere vurdert flomforholdene i forbindelse med vedtatt områdeplan for Ustaoset sentrum 2012 [1]. Flomsikring av eksisterende bygg og anlegg er hjemlet i vedtatt områdeplan og kan gjennomføres i henhold til denne uten detaljregulering. Statens vegvesen (SVV) sin eksisterende kulvert, nedstrøms detaljreguleringsplanområdet for Karivollen, under Rv7 og Jernbanen har representert et problem i lengre tid for Ustaoset sentrum og er nevnt i sammenheng med tidligere flomutredning som del av områdeplan 2013.

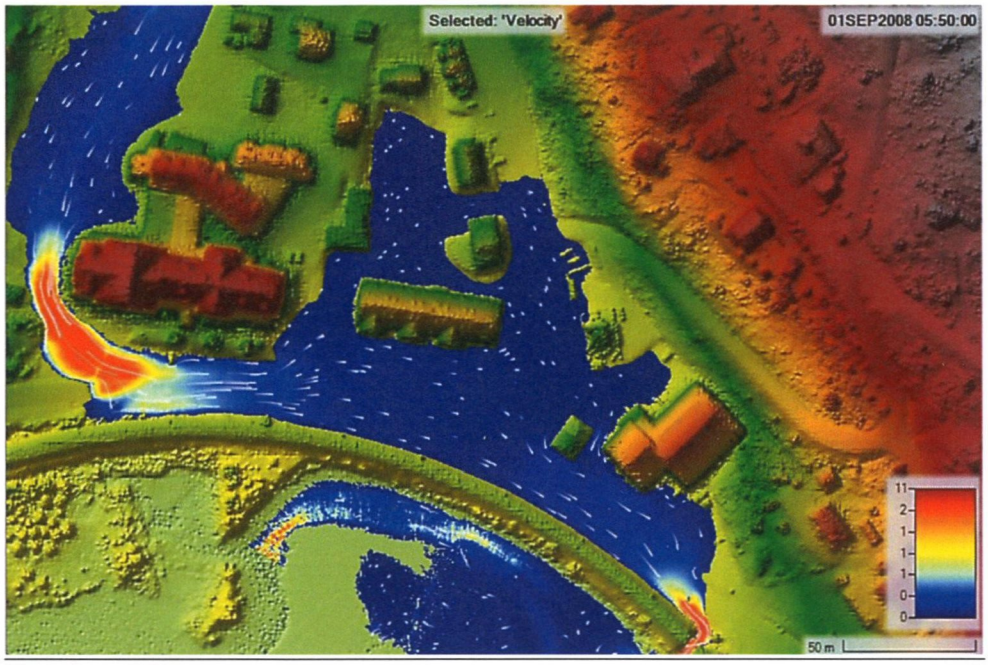
Oppdatering for annengangsbehandling
Denne rapporten sammenstiller og erstatter tidligere rapporter og notat fra HydraTeam i plansaken for detaljregulering Karivollen:

- Flomrapport av Hydrateam AS, datert 18.11.2020
- Notat av Hydrateam AS, datert 27.01.2022
- Flomberegninger for Ustaoset sentrum øst av Hydrateam AS, datert 20.05.2022
- Notat av Hydrateam AS, datert 31.07.2022
- Befaring og innmåling av eksisterende kulverter i Ustaoset sentrum, datert 19.05.2022 og utført 17.11.2021 av Hydrateam AS

Denne rapporten følger opp innsigelser fra SVV og NVE, datert hhv.13.09.2021 og 01.10.2021, etter førstegangsbehandling for detaljregulering Karivollen samt oppklaringer i dialogmøte med NVE dialogmøte vedr. detaljregulering av Rv7 og forplassen mfl. i Ustaoset sentrum som tok for seg flomproblematikk for hele Ustaoset (12.01.23).

Videre er rapporten oppdatert mht. endringer i plankart siden førstegangsbehandling etter dialog mellom planfremmer og Hol kommune.

Dagens flomforhold Ustaoset
Ustaoset sentrum har årlig problemer med overvann og dårlig drenering. Det er overvannsløsninger i sentrum, men ikke gode nok til å håndtere større vannmengder på avveie fra alle bekkene fra nedbørfeltene (figur 1) rundt Ustaoset og spesielt ikke ved en ekstremhendelse/200-års flom. Vedrørende planområdet for detaljregulering Karivollen, er dette berørt av nedbørsfelt 1.



Figur 2. Oversiktskart over Ustaoset, med merkede interessepunk (øverst) og vanndekt areal (midten) samt hastighetsbilde (nederst) ved 200-års flom i Ustaoset sentrum.

Utenom ekstremhendelser er den største flomfaren ved planområdet er når kulverter går full eller tett under Rv7 og jernbanen. I forbindelse med områdereguleringen i 2012 utredet HydraTeam flomvurderinger hvor det ble påpekt at kulverten under Rv7 har dårlig kapasitet og går ofte full slik at det til tider står vann over hele arealet på vestsiden av sentrum, og nord- og vestsiden av Ustaoset Resort [1]. Det ble ikke gjort kapasitetsberegninger av kulvertene den gangen, men det ble anbefalt å bedre kapasitet på kulverten under Rv7 og jernbanen ved å eventuelt rense den for sedimenter og annet drivgods som kan ligge inni kulverten. Mye tyder på at dette ikke er blitt gjort. Fra lokalt hold fortelles det at kapasiteten til kulverten reduseres kraftig eller kan gå tett pga. snø og is under snøsmeltingen. Bildet under (figur 3) viser kulvertinntaket oppstrøms Rv7/Jernbanen og området ved Ustaoset etter en kraftig nedbør i 2020 som medførte overvannsproblemer ved kulvertinntaket. Bildene viser en neddykket kulvertåpning og et større vanndekt areal oppstrøms kulverten.



Figur 3. Bildet til venstre viser neddykket kulvert og stort vanndekt areal ved inntaket. Bildet til høyre viser området ved sentrum som står under vann (bilder fra flom i 2020).

Flomberegninger Karivollen

Tidligere flomberegninger fra 2012 viser en momentanvannføring (kulminasjon) på 3,3 m^3/s ved en 200-års flom ved Ustaoset [1]. I NVEs veileder for klimaendring og framtidige flommer i Norge er det gitt anbefaling på klimapåslag på minst 20% for alle nedbørfelt mindre enn 100 km^2 og andre mindre nedbørfelt som reagerer raskt på styrtregn. NORSK KLIMA SERVICE SENTER (www.klimaservicesenter.no) anbefalt et klimapåslag på minst 40 % på dimensjonerende nedbør med kortere varighet enn 3 timer. Nedbørfeltet til bekken ved Ustaoset er beregnet til 2,1 km^2 og betegnes som lite og med raskt respons på styrtregn. Det er utført en flomindeks i NVEs applikasjoner NEVINA som viser en momentanvannføring (kulminasjon) på 3,9 m^3/s for en 200-års flom uten klimapåslag. Det er ca. 600 l/s mer enn tidligere flomberegninger. Med et klimapåslag på 1,4 vil vannføringen komme opp imot 5,5 m^3/s som tilsvarer en spesifikk avrenning på 2600 $l/s/km^2$ (se vedlegg 3 for rapport fra NEVIAN) Flomverdier fra NEVINA er automatisk generert og kan inneholde feil. Resultatene må kvalitetssikres og sammenlignes med andre metoder. Det er valgt å bruke den rasjonelle formel og med avrenningsfaktor som er oppgitt i SVV Håndbok V240, 2020 [2] for å sammenligne flomberegningene ovenfor. Nedbørfeltets avgrensning og feltparametere er henter fra NEVINA. Konsentrasjonstiden for vannet som beveger seg fra det fjerneste punktet i feltet og ned til Ustaoset er beregnet til ca. 112 minutter. Nedbørintensitet i liter pr. sekund pr. hektar basert på Intensitet-Varighet-Frekvens (IVF)-statistikk fra SKOGLUND (SN24880) i Nesbyen (Kilde: www.klimaservicesenter.no). Fra IVFtabellen er 90 minutters varighet benyttet i beregningene, se vedlagt tabell. Resultatene med avrenningsfaktorer og fordeling er vist i tabell 1.

Avrenningsfaktor		
Type areal	%	C
Dyrket mark	0.8	0.30
Myr	16.5	0.10
Sjø	0.0	0.00
Skog	1.2	0.15
Snaufjell	52.5	0.40
Urban/ukjent	29.0	0.40
Midlere veiet C		**0.35**
Midlere veiet C *1.3 (200yr)		**0.45**

Returperiode	l/s	$l/s/km^2$
5-persentil	1.1	0.5
Q_{middel}	50.4	24.0
2 år	1354	645
20 år	2228	1061
200 år	3918	1866
200 år + Klima	5486	2612

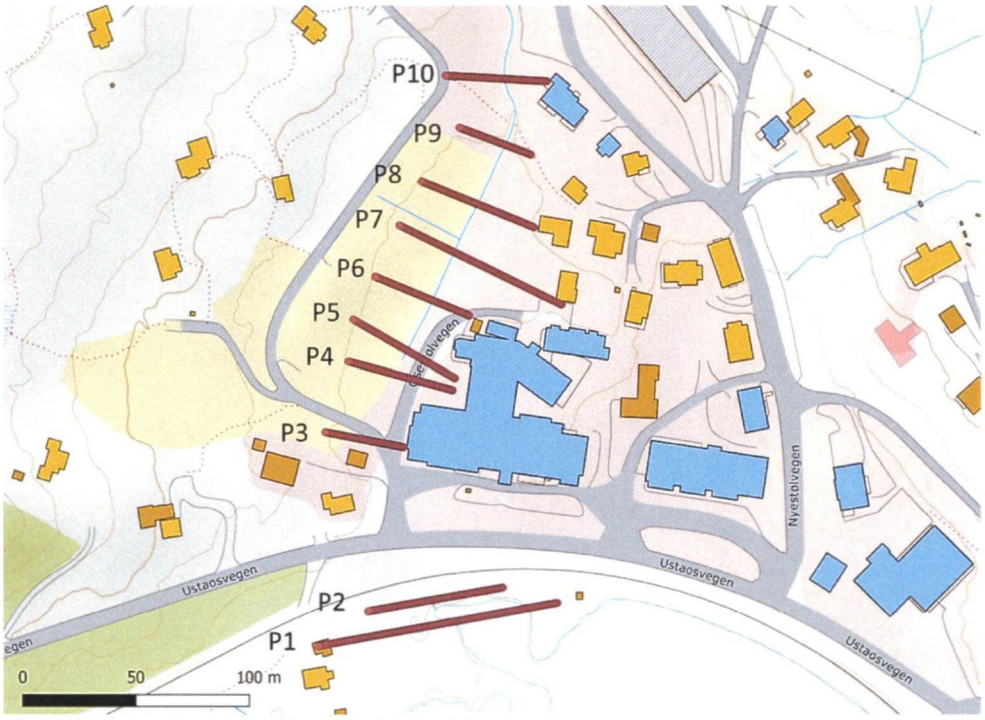
Tabell 1. Avrenningsfaktorer for de ulike feltparameter og dimensjonerende vannmengder (l/s).

Beregningen viser bra overenstemmelse med flomindeksen gjort i NEVINA. Ut fra ulike analyser blir dimensjonerende vannmengde ved Ustaoset på **5,5 m3/s som tilsvarer en 200-års flom med klimapåslag på 40%**.

Vannlinjeberegninger – HEC-RAS

For å beregne kapasitet og effekten av en 200-års flom ved Karivollen fritidsbebyggelse er det gjort en beregning med analyseprogrammet HEC-RAS [3]. For bekken igjennom planområdet og kulverten under Rv7 og jernbanen er det valgt et 1-dimensjonalt-modelloppsett. Tverrprofiler av bekken og området ved Ustaoset sentrum er hentet ut fra laserdata; NDH Tunhovd-Dagali-Geilo-Haugastøl 5pkt 2018 [4]. 5pkt laserdata er vurdert som godt grunnlag for å hente ut tverrprofiler. Høydegrunnlaget er i NN2000. Det er tatt ut 10 profiler som

starter utløp i Ustevatnet og opp bekkedraget forbi planområdet, en strekning på ca. 250 m (se figur 4). Planområdet ligger mellom P3 og P10.

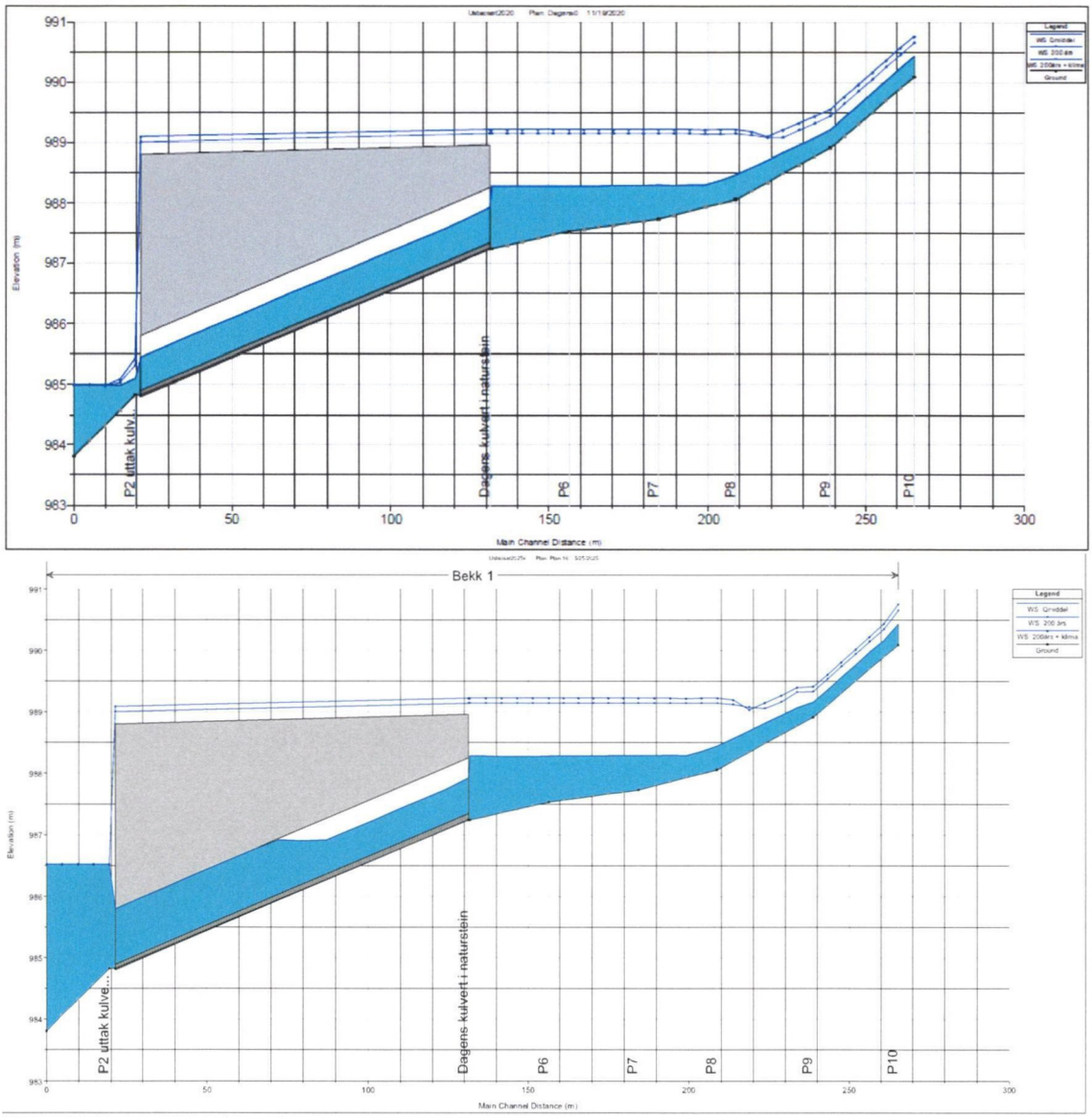


Figur 4. Plassering av profiler ved planområdet og som er brukt i HEC-RAS modellen. Dagens bekk vises som blå strek på tvers av profilene.

HEC-RAS-modellen er satt opp for dagens situasjon med bekk og kulverten som går under Rv7 og jernbanen. Fra opplysninger fra Statens vegvesenet (SVV) er kulverten ca. 100 meter lang, er av naturstein og med rektangulær 1x1 m åpning (kilde SVV v/Bjørn Kristian Braaten). Ved inntaket kan man se et sirkulert betongrør. Det tyder på at kulverten kan være skjøtet og forlenget i senere tid i forbindelse med når man utvidet veien ved Ustaoset sentrum. Ellers er det få opplysninger om kulvertens kapasitet og når den ble bygd. Ruhetsfaktoren (Mannings tall) er satt til 25 – 35 ut fra type underlag i bekken (grus/stein) og på breddene (gress/busker). Kulverten er tilpasset mellom profilene 2 og 5 og blir da ca. 110 meter lang med et fall på 2,5 m eller 22‰ (984,8 – 987,3 moh.). Profil 3 er satt som høyden på overtopping dersom kulverten går full. Ut fra terrengdata vil vannet renne videre langsmed Ustaosvegen (Rv7) ned mot og under jernbanefyllingen. Tilstanden til kulverten er usikker og derfor er ruhetskoeffisienten satt nokså konservativt (40 – 50) og med ca. 10 cm. bunnsedimenter.

Nedre grensebetingelse i modellen er satt til 985 moh. som tilsvarer høyeste regulerte vannstand (HRV) i Ustevatnet. Modellen er ikke kalibrert mot kjent vannføring og innmålte vannstander og baserer seg på erfaringstall og bilder av området ved flom. Det betyr usikkerheten på beregnede vannlinjer er stor og må derfor legges til en sikkerhetsmargin på minst +0,3 meter. Det er gjort beregninger for middelflom (1,4 m^3/s), 200-års flom (3,9 m^3/s) og 200-års flom med klimapåslag (5,5 m^3/s). Resultatet fra modellen er vist i figur 5. Plottet

viser lengdeprofil av elveløpet med kulverten under Rv7 og jernbanen (grå sone) med beregnet vannlinje (blått streker) for de ulike flomvannføringene.



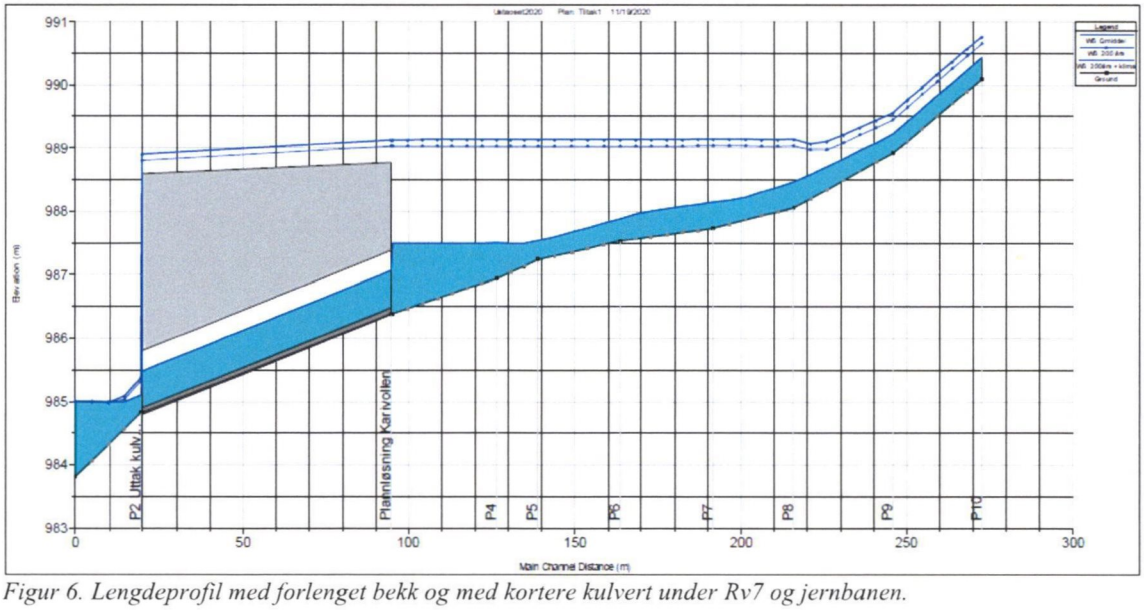
Figur 5. Øverst; Lengdeprofil av bekken med kulverten under FV7 og jernbanen for middelflom (helblå), 200-års flom (tynn blå strek i midten) og 200-års flom med klimapåslag (tykk blå strek øverst).
Nederst; Lengdeprofil av bekken for samme flomforhold, men med flomnivå i Ustaoset på 986,52 m (Kilde; Flomberegninger Hallingdal - Multiconsult 2012) Se vedlagt resultater.

Beregningene viser at kulverten vil gå full ved en 200-års flom, og med klimapåslag vil det oppstå et vannspeil på 989,22 moh. fra kulverten og opp til mellom profil 8 og 9 (figur 4). Vannhastighetene er beregnet til 0,3 – 0,5 m/s. Kulverten har for liten kapasitet til å kunne sikre området oppstrøms ved en større flom. Vedlagt er et flomsonekart som viser utbredelsen ved 200-års flom med og uten klimapåslag (vedlegg 5). Ved en middelsflom på 1,4 m^3/s oppstår det et vannstandsprang ved innløpet med et vannspeil oppstrøms, men beregningen

viser at kulverten vil ta unna vannet. Vi gjør oppmerksom på at det ikke er gjort beregninger med en tilstoppingsgrad eller tatt hensyn til is og snø problemer som kan oppstå om vinteren. Øvre del av bekken har bra fall, fra ca. profil 9 og opp til 10, her vil flomvannet holde seg i bekkedraget. Beregnet flomvannstand er henholdsvis på 989,55 og 990,77 moh. Vannhastighetene på flom ligger mellom 2,0 og 2,5 m/s og elveløpet må sikres mot erosjon.

Det er i tillegg gjort en samtidighetsvurdering av flom i Ustevant for å se hvordan det vil kunne påvirke planområdet, se nederste graf i figur 5. Q1000 viser etter siste flomberegning (2012) en vannstand på 985.96 moh. i NN2000. I samtidighetsvurdering av flom i Ustevant er det brukt 1,5Q1000 som er beregnet til 986,52 moh. og danner nedre grensebetingelsen i HEC-RAS modellen. Resultatene fra vannlinjeberegningen viser at flom i Ustevatn ikke vil kunne påvirke vannstanden ved planområdet og blir liggende på 989,23 moh. Se resultater fra beregningen (vedlegg 5).

Detaljreguleringsplanen legger opp til omlegging og åpning av bekken som i dag går i kulvert/grøft. Bekken legges i et friområde langs ny sommervei ca. 10-15m lengre mot øst, slik at den i minst mulig grad kan påvirke bebyggelse. Veien er ment å være et lavpunkt og dermed bidra til å lede bort vann ved ekstremhendelser/flom. Slik situasjonen er i dag med eksisterende kulvert vil området oppstrøms profil 5 ligge under vann og veien vil ikke ha noe effekt på flommen. Det er gjort forsøk i HEC-RAS modellen med åpning av bekken (fjernet kulvert mellom profil 3 og 5) frem til eksisterende bygg vestfasade (Ustaoset Resort, se figur 1) med overgang til forkortet eksisterende kulvert. Profil 3 og 4 er tilpasset elveløpet med gradvis lavere fall inn mot resterende eksisterende kulvert. Lengden på kulverten blir redusert til ca. 75 meter. Det antas at kulverten faller jevnt hele veien og får en innløps kote på 986,4, men dette er usikkert. Resultatene viser ingen store endringer på vannspeil og vil ligge omtrent på samme nivå som ved dagens situasjon (ca. 989,21 moh.). Se figur 6.



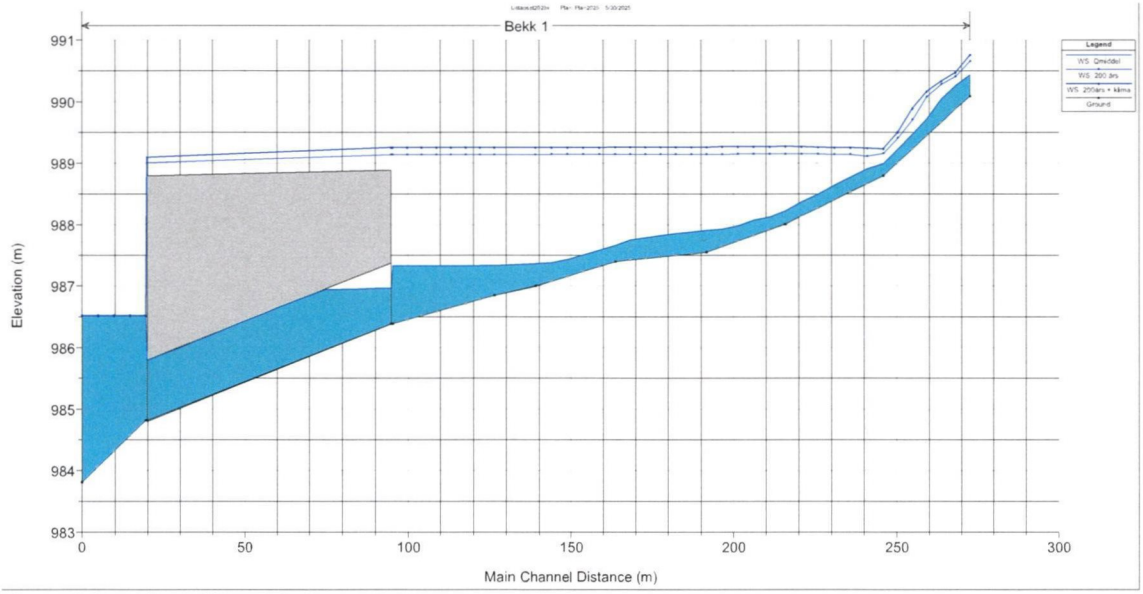
Figur 6. Lengdeprofil med forlenget bekk og med kortere kulvert under Rv7 og jernbanen.

Kulverten vil uansett ha for liten kapasitet til å kunne sikre området oppstrøms ved en 200-års flom med klimapåslag. Endringen vil kun gi effekt på middelsflom der vannet holder seg i

bekkeløpet nærmere ned mot kulvertåpningen. Det vil oppstå et vannstandsprang ved innløpet slik som før åpning av bekken, som da vil naturlig ligge lavere i terrenget ned mot kulvertåpningen. Se figur 6.

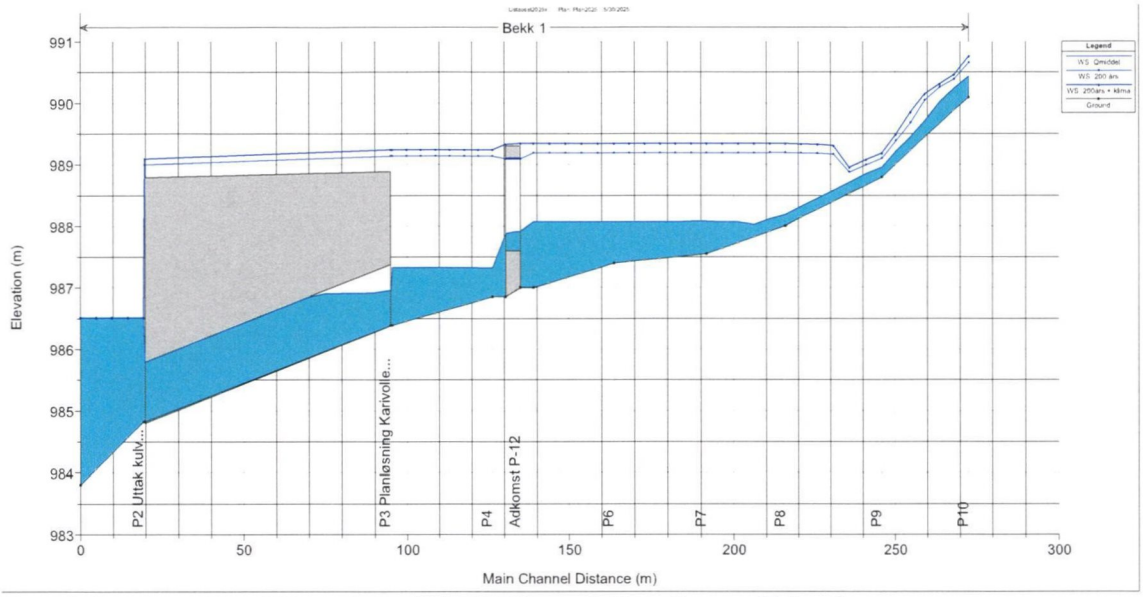
Det er planlagt å fylle opp hele planområdet til flomsikkert nivå til minimum kote 989,55. Ny sommervei vil bli anlagt mot elven i øst, slik at den i minst mulig grad kan påvirke bebyggelse. Veien, KV1, er ment å være et lavpunkt og dermed bidra til å lede bort vann ved ekstremhendelser/flom. For å se om terrenghevingen vil kunne påvirke flomforholdene er disse endringene lagt inn i modellen. Elveløpet legges 10-15 meter lengere mot øst og må være 3,5 bred og 2 meter dyp med 45° sidehelninger (totalt bredde på 7,5 m.) for å oppnå en kapasitet på 5,5 m3/s. Tverrprofiler før og etter planendringer viser i vedlegg 12.

Resultater fra HEC-RAS beregninger etter terrengheving av planområdet med flomvannstand i Ustevant på 989,52 moh. er vist i figur 7. Resultatet viser liten påvirkning på vannstanden på ca. 2 cm ved planområdet og blir liggende på 989,24 moh. Dvs. hverken utbyggingen eller flomnivå i Ustevatnet har påvirkning i forhold til dagens flomforhold og det er kulvertsystemet under FV7 og jernbanen som er bestemmende for flomnivået ved planområdet.



Figur 7. Lengdeprofil med forlenget bekk og terrengheving av planområdet til minimum kote 989,55. Beregningen er gjort med flomnivå i Ustaoset på 986,52 m. Beregningen viser et flomnivå på 989,24 m ved planområdet ved en 200-års flom med klimapåslag.

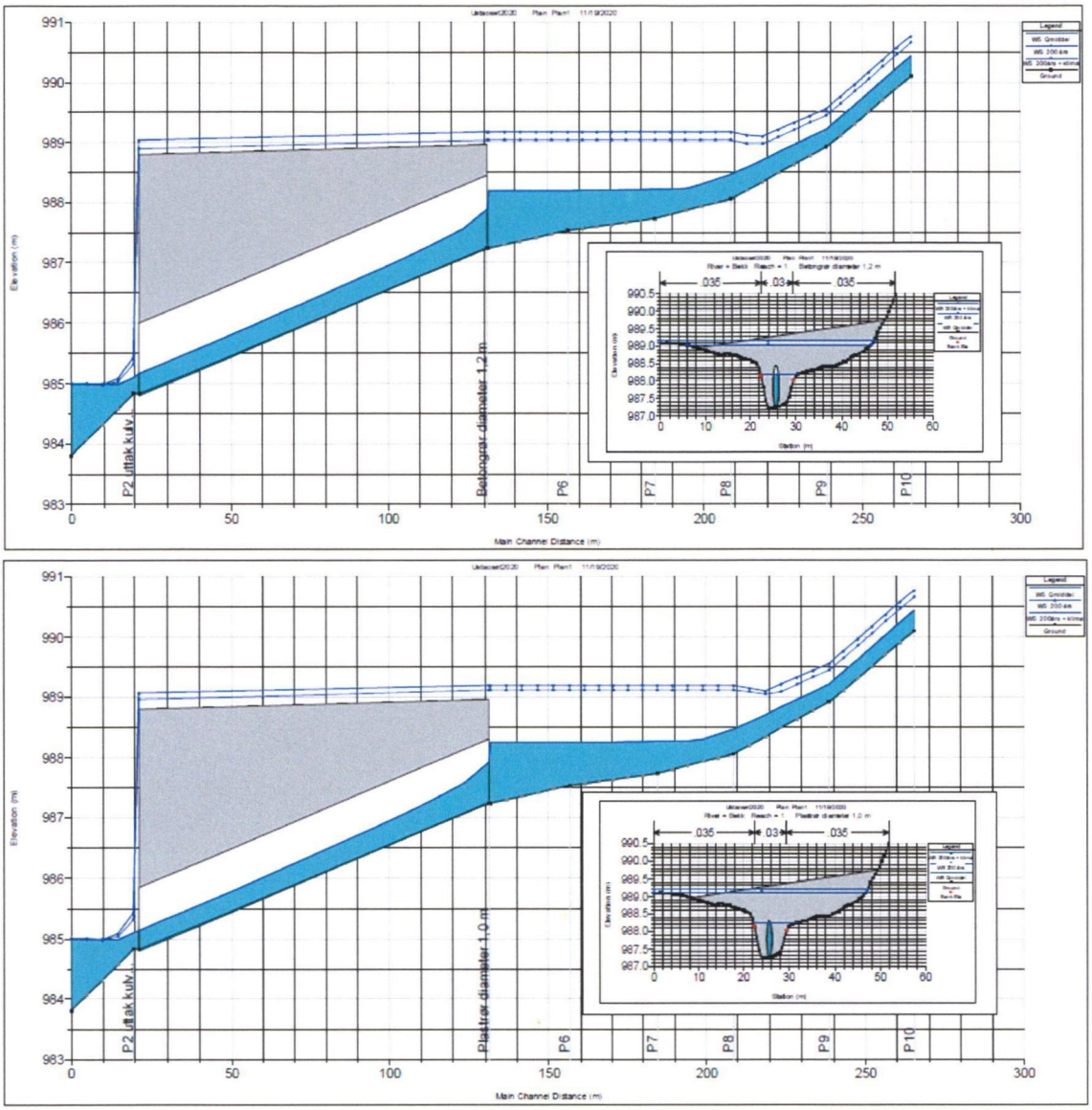
I planforslaget reguleres en tilkomstvei til PI2 som krysser bekken mellom P4 og P5. Det er gjort beregning for en kulvert som kan bli lagt med innvendig mål på 3x1,5 meter og topp dekke blir liggende på 989,3 meter. Beregningene viser at adkomstveien til PI2 med kulvertløsning vil flomnivået på 200-års flom med klimapåslag ligger på 989,34 moh. oppstrøms bruen, se figur 8. Se også vedlegg 6 og 9.



Figur 8. Lengdeprofil med kjøreadkomst/KV3 til PI2 over bekk mellom profil 4 og 5.

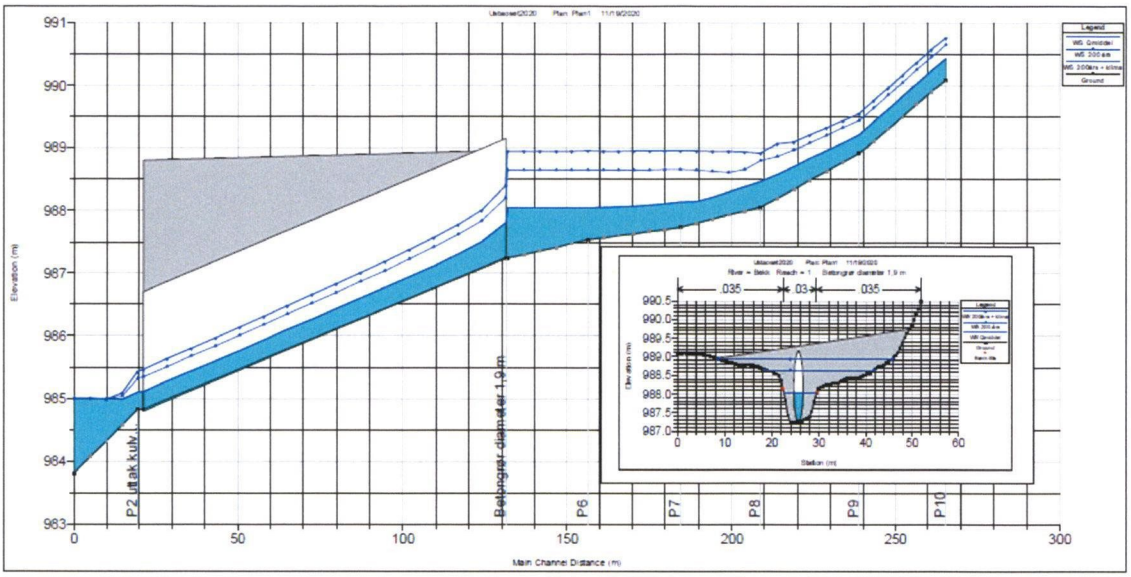
Kapasitetsberegninger

Beregningen viser at SVV sin kulvert under Rv7 og jernbanene danner flaskehalsen for en større flom. Tidligere har man foreslått å utbedre kapasiteten til eksisterende kulvert ved å rense for sedimenter [1]. Alternativ løsningen er å legge ny sirkulærformet kulvert med bedre kapasitet. Ut fra de opplysninger om dagens kulvertsystem, er det gjort kapasitetsberegninger ved hjelp av data programmet til rørleverandøren PipeLifes med samme fall (22‰) på innløp og utløp til kulverten under Rv7 og jernbanen. Programmet beregner kapasitet, trykkfall, hastighet m.m. med gitt rørdimensjon for ulike typer kulverter. Beregninger viser for betongrør med en innvendig diameter på 1,2 m vil man kunne oppnå en kapasitet på ca. 5,9 m^3/s, og med plastrør vil man oppnå samme kapasitet med innvendig diameter på ca. 1,0 m. For å se effekten av eventuelt ny betongkulvert eller plastrør med disse dimensjonene, er de lagt inn i HEC-RAS-modellen. Resultatene er vist i figur 9 som lengdeprofil av elveløpet med kulvertene.



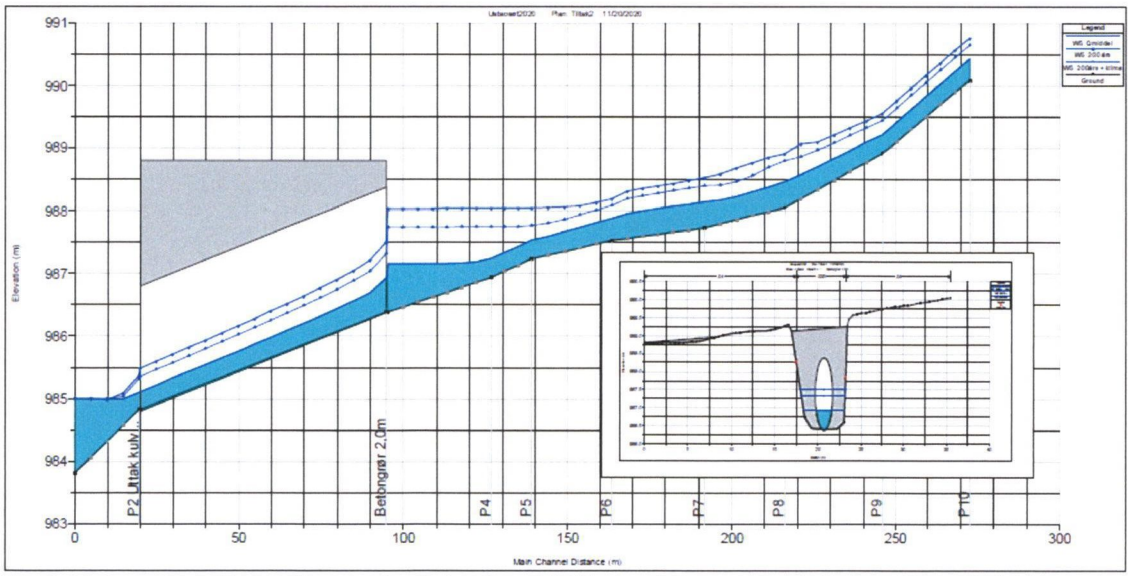
Figur 9. Lengdeprofil av bekken med betongkulvert på Φ1,2 m øverst og med plastrør på Φ1,0 m nederst. Begge kulverten vil ikke ha nok kapasitet til å ta en 200-års flom pga. lite fall og fart på vannet oppstrøms.

Modelleringen viser at rørdimensjonene ikke vil være tilstrekkelig tiltak for å senke vannstanden oppstrøms, vannspeilet vil fortsatt ligge på ca. samme nivå på 989,17 moh. (ned 4-5 cm). Årsaken er at elveløpet oppstrøms har for lite fall (ca.10 ‰) og forårsaker at vannet ikke strømmer fort nok ned og inn i kulverten. Man får dermed ikke tømt området ved planområdet raskt nok. Ved ulike modelleringen er det kommet fram til at man trenger en rørdimensjon på minst 1,9 m for å ta unna vann ved en 200-års flom med klimapåslag (figur 10).



Figur 10. Lengdeprofil av bekken med betongkulvert på Φ1,9 m vil kunne ta en 200-års flom med klimapåslag ved planområdet.

Modelloppsett med best resultat er åpning av bekkeløp frem til eksisterende byggs vestfasade slik ny detaljregulering og tilhørende illustrasjons-planen viser (Ustaoset Resort, se figur 1) og erstatte dagens kulvert med Φ2,0 m betongrør og redusert lengde til 75 m (figur 10). Denne løsning utnytter fallet langsmed planområdet bedre og gir raskere vannhastigheter ned mot kulvertåpningen som har utbedret kapasitet. Bunn på kulvertinnløpet ligger da på ca. 986,4 moh. Modellen viser at denne løsningen vil gi tilstrekkelig kapasitet for en 200-års flom med klimapåslag (figur 11). Beregninger viser en flomvannstand på ca. 988,05 moh. som strekker seg opp til P6. Det er ikke tatt hensyn til omlegging av bekken som gir lengre elveløp, eller planlagt sommerveien som vil fungere som flomløp langs planområdet.

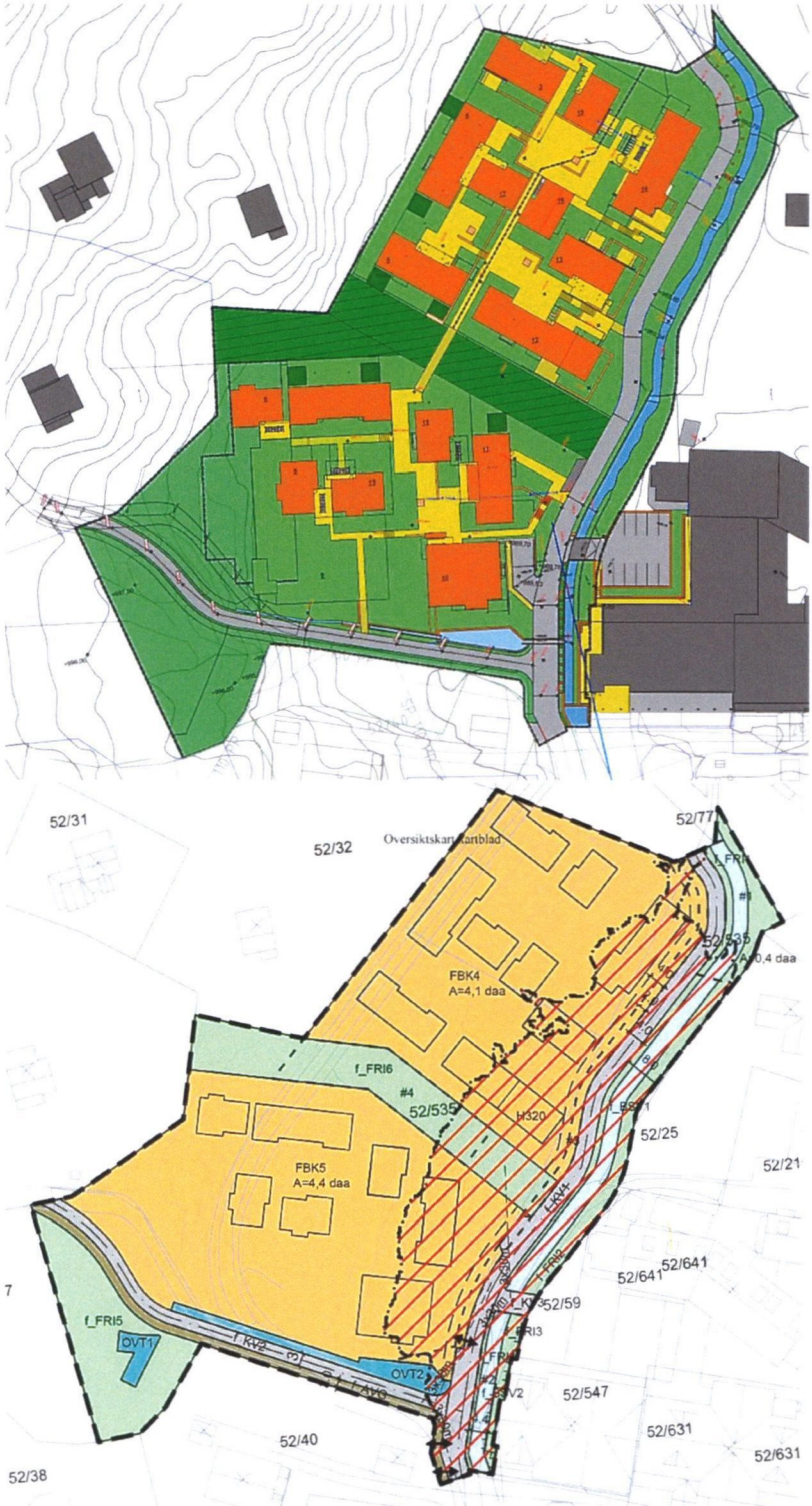


Figur 11. Lengdeprofil av bekken med redusert lengde på betongkulvert og med Φ2,0 m. Etter tiltak viser beregnet flomvannstand ca. 988,05 moh.

Oppsummering flomsituasjon
Nye flomberegninger for en 200-års flom ved Ustaoset med klimapåslag på 40% er beregnet til 5,5 m^3/s. Basert på informasjon om kulvertsystemet under Rv7 og jernbane viser beregningen at kulverten går full allerede ved en 200-ås flom uten klimapåslag. Vannlinjeberegninger viser at det vil oppstå et vannspeil på ca. 989,23 moh. fra kulverten og opp til profil 9 ved Karivollen ved dagens situasjon. Adkomstveien til PI2 som krysser bekken vil oppstrøms påvirke flomvannstanden med ca.10cm (figur 7 og vedlegg 9). Ut fra beregningen blir **dimensjonerende flomvannstand ved planområdet på 989,55 moh. inkludert sikkerhetsmargin på minst +0,30m.** Men, skal sikkerhetsmargin opprettholdes og adkomst til PI2 etableres må dimensjonerende vannstand oppstrøms kulvert øke med 10 cm.

Planområdet/planforslag
Karivollen fritidsbebyggelse ligger vest, nordvest for Ustaoset sentrum. Bebyggelse med underliggende parkeringsanlegg vil medføre hevingen av terreng på prosjektområde: FBK4 til 993 moh. og FBK5 til 992 moh. Planområdet grenser i øst inn mot områdeplanens FF_8/Mikkelshuset, FK3, PI2 og NF1/Ustaoset Resort. I syd-vest grenser planområdet inn mot et større myrdrag med avrenning inn mot vestfasaden av Ustaoset Resort. Grøntområde/myr, f_FRI5 er foreslått i ny detaljregulering for Karivollen for å beholde nedre del av det sammenhengende myrområdet i daldraget som utløp for nedslagsfeltet inn fra vest. Myrdraget bidrar til nødvendig fordrøyning og flomsikring av Ustaoset Resort/Ustaoset sentrum vest. Kontrollert avrenning nederst i myrdraget sikres ved etablering av fordrøyning nederst i myr, OVT1. Overvann ledes via bekk/renne under KV2 til terskel/fordrøyning (OVT2) og utslipp til hovedbekk, BSV, ved vestfasaden av Ustaoset Resort. Vedlagt ligger plankart for Ustaoset sentrum som viser hvor områdene utenfor detaljreguleringsplanen ligger (vedlegg 1).

Detaljreguleringsplanen legger opp til åpning og omlegging av bekkedrag innenfor friområde, som er i samsvar med vedtatt områdeplan. Bekken går i dag i åpen grøft over flatt beitemarksområde før den renner inn i kulverten under Rv7 og jernbanen. Bekken legges iht. områdeplanens bestemmelser i et friområde langs ny sommervei ca. 10-15 m lengre mot øst, slik at den i minst mulig grad kan påvirke bebyggelse. Veien, KV1, er ment å være et lavpunkt og dermed bidra til å lede bort vann ved ekstremhendelser/flom. Nedenfor planområdet, under Rv7/Ustaosvegen, vil bekken gå i kulvert som i dag. Figur 10 viser illustrasjonsplanen for Karivollen med prinsipp for nytt og åpent bekkedrag helt frem til eksisterende byggs vestfasade (Ustaoset Resort); bygning lengst sør-øst (se figur 12) med overgang til eksisterende kulvert under tilkomstvei, Rv7 og jernbanen.
Det er lagt opp til nødvendig terrengheving under PI2 nede ved Ustaoset Resort til flomsikring. Mur med OK på flomsikker kote er vist fremover fra oppfylling/PI2 som kant på bekk/renne frem til forkant av Ustaoset Resort. Videre er det tilrettelagt for en adkomst over bekk til PI2.



Figur 12. Illustrasjonsplan utarbeidet av B16 Arkitektur & Landskap AS (øverst) og utdrag fra plankart utarbeidet av Henning Larsen Architects AS (nederst).

Anbefalinger

Hensynsone flomfare

Flomsonekart som viser utbredelsen ved 200-års flom med klimapåslag (vedlegg 5) bør markers som hensynsone for flomflomfare i plankart. Planlagt bebyggelse og sikrende tiltak innenfor hensynsone bør være i tråd med kravene i TEK 17 for sikkerhetsklasse F2, eller den til enhver tid gjeldende byggeteknisk forskrift.

Den lokalhydrologiske utfordringen ved planområdet i dag er kulvertsystemet under Rv7 og jernbanen. Beregninger i denne rapporten viser at kulverten vil gå full ved en 200 års flom og vannet renner videre oppå terrenget forbi kulverten. Det betyr at flomvannstanden er styrt av kapasiteten til kulvertsystemet slik at vannet renner over terrenget ved adkomstveien og videre langs med Rv7 ned til lavpunktet til Ustaoset sentrum (figur 2).

Vei og adkomst

Illustrert tunbebyggelse over p-hus ligger på flomsikker terrenghøyde, FBK4/øvre del av tun på kote 993, FBK5/nedre del av tun på kote 992. Bebyggelsen i forkant av p-hus mot sommervei/KV1 må ligge med fundament/bærelag over dimensjonerende flomvannstand. I illustrasjons-planen er det vist god sikring med lave granittmurer/terreng langs sommervei/KV1 for å hindre flomvann inn mot bebyggelse og gangadkomst til boder/p-hus. Sommervei/KV1 langs østsiden av FBK4/FBK5 vil bli en del av flomløp. Det understrekes at hendelser i henhold til 200 års flom er sjeldne og at bruk av sommerveien som flomsikring ikke medfører begrensninger for bruk av veien.

Kjøreadkomst/KV3 til PI2 over bekk mellom profil 4 og 5 kan etableres med kulvert iht. beregnet anbefaling (Vedlegg 6). Beregnet akseptabel kulvert løsning for adkomst til PI2 utenfor planområdet til Karivollen har innvendige mål på 3x1,5 m (kulvertåpning = 989,1 - 987,6). Beregnet flomhøyde 989,34m er under flomnivå med sikkerhetsmarginen på 989,55. Det anbefales at overkant brudekke legges på 989,30 moh, lavere enn anbefaling for PI2. Beregningene viser at en 200 års flom vil gå under kulvert, men med klimapåslag vil vannstanden gå så vidt over brudekket. Området er dekket av et vannspeil som oppstår når kulverten går full og foreslått adkomst har liten påvirkning på flomvannstanden.

Adkomstveien til området fra Rv7 legges på samme kotehøyde som i dag, slik at det ikke forverrer flomsituasjonen med forhøyet veibane inn på området. Dette partiet er avgjørende for flomvannet ved planområdet og eksisterende bebyggelse når kulverten går full og som renner over og videre ned mot sentrumsområdet. Så lenge kapasiteten til kulverten er begrenset vil vannet måtte renner videre ut av området og ned langs Rv7 til laveste punkt på ca. kote 986,3 moh. rett foran Ustaoset Appartement/bensinstasjonen.

Ny byggelse og parkering

Beregninger viser at en reduksjon fordrøyningsareal på flomsletten som følge av plantiltaket vil være så liten at det ikke vil påvirke flomvannstanden. Det legges til en sikkerhetsmargin på minst +0,30m. Ut fra dette skal planområdet og eksisterende bebyggelse sikres med dimensjonerende flomvannstand på 989,55 moh.

Planområdet med bygg, parkering og innkjørsel til underliggende parkeringsanlegg må sikres etter dimensjonerende flomvannstand på 989,55 moh., høyden er ca. 0,4 m over prosjektert

nivå på adkomst p-hus vist i illustrasjons-plan. P-kjeller kan ligge lavere så lenge innkjøringen ligger på minimum 989,55 moh. slik at vann ikke vil kunne renne inn i kjeller. Dører, kjellervinduer, lufteluker, samt elektriske-rom må også ligge over denne høyden (989,55 moh.).

Planlagt bebyggelse på Karivollen vil ha egen overvannshåndtering med egne fordrøyningspunkter med grøfter og dammer for å sikre at avrenning fra boligflater og infrastruktur ikke øker i forhold til dagens situasjon. Tiltakene vil kontrollere avrenningen fra bebyggelsen og vil dermed ikke belaste eller bidra til økt fare for flom, ei heller ikke påvirke kapasiteten i kulverten under Rv7 og jernbanen.

Området med myrdrag/FRI5 bevares som myrdrag ved regulering og overflatevann sørvest for planområdet håndtereres ved etablering av terskel (OVT1). Overvann ledes via bekk/renne til terskel og fordrøyning (OVT2) og utslipp til hovedbekk (BSV) ved vestfasaden av Hallingskarvet Apartment.

Eksisterende bebyggelse

Jf. flomberegninger vist i flomsone kart (vedlegg 5), bør berørt eksisterende bebyggelse øst for planområdet flomsikres uavhengig av utbygging på Karivollen med justering av terrenget til minimum 989,55 moh.

Eksisterende bebyggelse innenfor områdeplanens FK3 er ikke berørt av bekkens flomsone for 200 årsflom med klimapåslag, selv ved etablering av adkomst til PI2. Eventuell senere ny bebyggelse innenfor FK3 må etableres over flomsikker kote. Det anbefales å løse dette med mindre ikke søknadspliktig, terrengheving til kote 989,55 (alternativt 10 cm høyere dersom adkomst PI2 etableres slik beregnet).

Innenfor planområdet vil man flomsikre inn mot FK3, øvre deler av Ustaoset Resort og PI2 med terrengbearbeiding til minimum 989,55 moh.
Ustaoset Resort og Hotellet vestfasade samt Hallingskarvet Apartment flomsikres ved etablering av en lav mur, ca. 70 cm på høyde 989,55 m som del av åpning av bekkeløp og utbedring av kulvertåpning. I tillegg vil bekkeløpet åpnes med ca. 40 meter lengere ned mot Rv7 og fra eksisterende kulvertåpning. Ny kulvertåpningen blir liggende lavere i terrenget (ca. 986,4 moh.) og det planlegges med et bedre innløpskontroll på vannet inn i eksisterende kulvert med lav mur som etablerer økt overhøyde/fallhøyde ved flom. Tiltakene vil bidra til å sikre planområdet og eksisterende bebyggelse mot flom med dagens kapasitet på kulverten under Rv7.

Bekkeløp, BSV

Utforming bekk

Det er gjort en enkel beregning med Maningsformel for utregning av vannhastighet i åpen kanal med det fallet som er mulig å opparbeide ved planområdet. Omlegging og åpning av elveløpet blir ca. 140 meter og med maks fall på ca. 18‰ (2,5/140m) må kanalen være 3,5 bred og 2 meter dyp med 45° sidehelninger (totalt bredde på 7,5 m.) for å oppnå en kapasitet på 5,5 m3/s. Det er satt av en samlet bredde på minst 8 m øst for byggeområdet og veien med plass til nytt bekkeløp og nødvendige arealer for flomvannet for å sikre eksisterende bebyggelse og planområdet ved Karivollen. Vannhastigheten er beregnet til å ligge på ca. 0,5

m/s for en rett og jevn jordkanal (ruhetskoef. = 40) med effektivt areal på ca. 11 m2 og det er mindre fare for erosjon langs kanalen. Hvis sommervei blir en del av flomløpet, som anbefalt, vil dette kunne bidra til mindre bredde på selve elveløpet. Detaljregulerings illustrasjons-plan viser varierende bredde mellom 10 - 14 meter som er avsatt til vei og elveløp med tilhørende kantsoner. Dette område gir rom for å flomsikre bebyggelse i øst og legge til rette for riktig føring av flomvannet ved ekstremhendelse dersom eksisterende kulvert under Rv7 forblir slik som den er i dag.

Erosjonsikring av bekk
Beregningen viser at bekken har bra fall med vannhastigheter mellom 2,0 og 2,5 m/s fra profil 10 og ned til ca. profil 9 og elveløpet må sikres mot erosjon langs med planområdet.
I plankart er det satt av arealer for nytt bekkeløpet som skal erosjonssikres med jevnt fall ned mot kulverten. Øvre del av bekken vil i hovedsak gå i eksisterende løp. I det flate partiet vil bekken få tilbake noe mer meandrerende løp slik det opprinnelig var før den ble kanalisert rett over diket. Det er spesielt i øverste delen hvor bekken kommer inn i planområdet som har bra fall og hvor det bør sikrest godt, se avmerket i plankart #1 erosjonssikring. Yttersving av elveløpet bør sikres godt da vannmassene vil ha større kraft og fart. Sikringer er ikke spesielt arealkrevende, men avhenger av fall og helningsvinkel på elvebreddene. Sikring vil bli utført ved bygging av et naturlig bekkeløp med naturstein og kantsoner med lyng hentet inn fra naturen. Det er viktig at bekken erosjonssikres samtidig som den gis et naturlig landskapsutrykk som bekkeløpet oppstrøms utenfor planområdet, ref. bilder vedlegg 8. Ofte lages det en tørrmur der det er stor fallgradient og høye vannhastigheter, ref. sikring av Skriubekken i Hol kommune. Videre nedover der hvor bekkene flater ut kan kantvegetasjon av lyng og kokosmatter i kombinasjon med naturstein fungere som erosjonsmateriale da vannhastighetene er betydelig lavere.

Utbedring innløp kulvert Rv7
Beregninger viser at den største utfordringen ved flom er kulvertsystemet under Rv7 og jernbanen og lavt fall igjennom planområdet. For å løse flomproblematikken ved Ustaoset sentrum anbefales det å legge ny kortere kulvert med bedre kapasitet kombinert med gjenåpning av bekkeløpet slik at kulvertåpningen kommer lavere (986,4 moh). Beregninger viser indre rørdiameter på minst 2,0 m har tilstrekkelig kapasitet for en 200-års flom med klimapåslag hvis man i tillegg forlenger bekkeløpet slik at fallet blir større ned mot kulvertinntaket. Beregnet kapasitet på ny kulvert med åpning av bekken frem til eksisterende bygg vestfasade viser at flomvannstand vil kunne reduseres til ca. 988,05 moh., som vil gi et vannstandssprang til opp til ca. P6 (figur 4). Dersom bunn på den nye kulvertinnløpet legges på ca. 986,4 moh. vil elveløpet kunne legges med mer fall langs planområdet. I tillegg vil også formen på innløpet være viktig for å oppnå bra innløpskontroll. Kulvertinnløpet bør være av 45 graders betongvegger som gir minst mulig friksjon slik at vannet kan strømme lettest mulig inn i kulvertsystemet. Kulvertinntaket bør samtidig legges lavest mulig i terrenget for å optimalisere fallet inn mot kulverten, og nytt bekkeløp bør senkes med jevnt fall forbi planområdet ned mot kulvertåpningen. Dette vil kunne øke vannhastigheten og bidra til bedre kapasitet for flomvannet.

Det er ikke gjort vurderinger av scenario med oppdemning ved ispropp ved kulvertinnløpet. Slike scenario er det vanskelig å gjøre gode beregninger for. Når det gjelder snø-deponi i elveløpet eller kulvertinntak må dette ikke forekomme da det kan føre til oppdemning og

oversvømmelse om våren under snøsmeltingen. Det er viktig å prioritere flomsikringstiltak med vedlikehold av kulvertsystemer under Rv7 ved å ha jevnlig rensing av sedimenter inni kulvertsystemet. I tillegg er det viktig å følge med is og snø før vårflommen, og at det regelmessig fjernes sediment fra kulvertinnløp og bekker/grøfter i hele Ustaoset.

Oppsummering

Utbyggingsområdene FBK4 og FBK5 samt FK3 og eksisterende bebyggelse på Ustaoset Resort vil kunne flomsikres tilstrekkelig til å oppnå flomsikre løsninger iht. 200 års flom med klimapåslag gjennom de tiltak som nå er forutsatt i innenfor detaljreguleringsplanen for Karivollen med denne rapportens anbefalinger fulgt opp i bestemmelser og plankart. Utbyggingen på Karivollen, med anbefalte tiltak og flomløsninger, vil ikke kunne forverre situasjon for kulverten under Rv7 og jernbanen. Anbefalt og planlagt omlegging og forkortning av bekkeløpet vil ikke forverre flomsituasjonen, men vil kunne håndtere flomvannet til et begrenset området.

Kapasitets-forbedring og vedlikehold av kulverten under Rv7 og Jernbanen er det offentliges ansvar og da spesielt Statens vegvesen og Bane Nor. Tidligere hydrologi-rapporten [1] tilknyttet områdeplanen ble det gitt signaler om at kulverten hadde for liten kapasitet. Mye tyder på at det ikke er gjort noe tiltak for å bedre kapasiteten, men burde vært utført pga. alle problemer denne kulverten medfører for Ustaoset Resort og sentrumsområdet.

Beste løsning vil være åpent elveløp utenfor planområdet hele veien ut til Ustevatnet, men dette er ikke vurdert i dette notatet da det må gjøres en mer omfattende planlegging av et slikt tiltak av anleggseier SVV.

Med vennlig hilsen

Kai Fjelstad
Prosjektansvarlig

Referanser

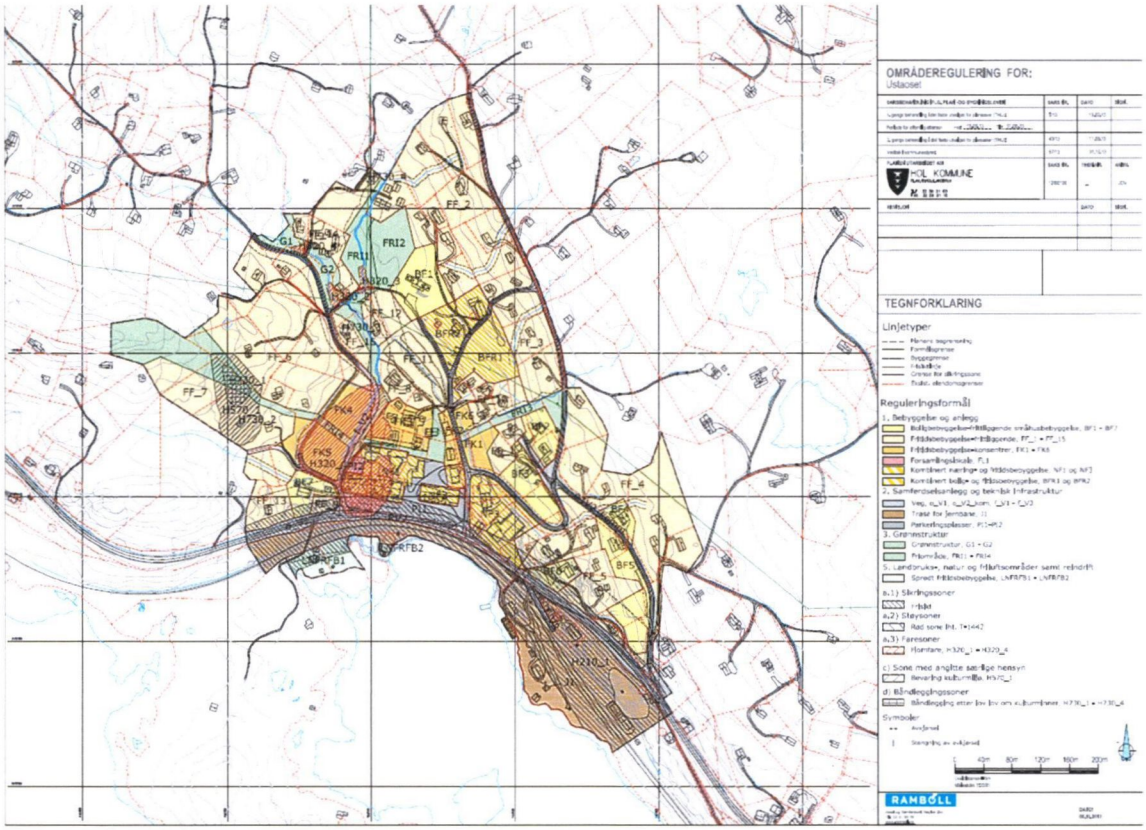
[1] Vurdering av flomforholdene i Ustaoset sentrum, Hol kommune – HydraTeam notat 2012

[2] Vannhåndtering – Flomberegninger og hydraulisk dimensjonering V240 i Statens vegvesens håndbokserie 2020

[3] HEC-RAS (Hydrologic Engineering Centers River Analysis System), https://www.hec.usace.army.mil/

[4] Kartverket, NDH Tunhovd-Dagali-Geilo-Haugastøl 5pkt 2018, http://www.hoydedata.no

Vedlegg



Vedlegg 1. Områderegulering for Ustaoset sentrum, hvor flomfaren dekker meste av planområdet.

IVF-NESBYEN - SKOGLUND (SN24880) 20 sesonger med data (l/s*ha)																
År	1 min.	2 min.	3 min.	5 min.	10 min.	15 min.	20 min.	30 min.	45 min.	60 min.	90 min.	120 min.	180 min.	360 min.	720 min.	1440 min.
2	173.6	148.5	131.8	111.8	78.5	61.3	51.2	39.8	30.6	26	18.6	15.2	11.5	7.8	5.4	3.1
5	225.6	189.2	166.8	137.4	94.1	72.4	62.1	49.2	39	32.6	23.8	19.5	14.7	10.2	6.7	3.8
10	260	216.2	190	154.3	104.4	79.7	69.4	55.4	44.5	37	27.3	22.3	16.7	11.8	7.5	4.2
20	293	242.1	212.3	170.6	114.3	86.8	76.3	61.4	49.8	41.3	30.6	25.1	18.7	13.3	8.4	4.6
25	303.5	250.3	219.3	175.7	117.4	89	78.5	63.2	51.5	42.6	31.7	25.9	19.3	13.7	8.6	4.7
50	335.8	275.6	241.1	191.6	127.1	95.9	85.3	69.1	56.7	46.8	34.9	28.6	21.3	15.2	9.5	5.1
100	367.8	300.6	262.6	207.4	136.7	102.8	92.1	74.9	61.9	50.9	38.2	31.3	23.2	16.7	10.3	5.5
200	399.8	325.7	284.2	223.1	146.3	109.6	98.8	80.6	67.1	55	41.4	33.9	25.1	18.1	11.1	5.9

Vedlegg 2. Intensitet-Varighet-Frekvens (IVF)-statistikk fra SKOGLUND (SN24880) i Nesbyen (Kilde: www.klimaservicesenter.no).



Norges vassdrags- og energidirektorat

Kartbakgrunn	Statens Kartverk
Kartdatum	EUREF89 WGS84
Projeksjon	UTM 33N
Beregn.punkt:	118041 E 6727300 N

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

Lavvannindekser

Vassdragsnr.:	**012.CH10**
Kommune.:	**Hol**
Fylke.:	**Viken**
Vassdrag.:	**Hallingdalsvassdraget**

Feltparametere

Areal (A)	2.1	km²
Effektiv sjø (A_{SE})	0	%
Elvelengde (E_L)	3.1	km
Elvegradient (E_G)	64.9	m/km
Elvegradient$_{1085}$ (E_{G1085})	67.0	m/km
Helning	6.1	°
Drenering stetthet (D_T)	2.3	km^{-1}
Feltlengde (F_L)	3.0	km

Arealklasse

Bre (A_{BRE})	0	%
Myr (A_{MYR})	16.4	%
Leire (A_{LEIRE})	0	%
Skog (A_{SKOG})	1.3	%
Sjø (A_{SJO})	0.1	%
Snaufjell (A_{SF})	52.2	%

Hypsografisk kurve

Høyde$_{MIN}$	968	m
Høyde$_{MAX}$	1247	m

Lavvannsindekser

Alminnelig lavvannføring	0.6	l/s*km²
5-persentil (år)	0.5	l/s*km²
5-persentil sommer (1/5-30/9)	1.1	l/s*km²
5-persentil vinter (1/10-30/4)	0.5	l/s*km²
Base flow	10.51	l/s*km²
Base flow index (BFI)	0.44	-

Klima- /hydrologiske parametere

Klimaregion	Øst	-
Lavvannsperiode	Vinter	-
Avrenning 1961-90 (Q_N)	23.9	l/s*km²
Sommernedbør	349	mm
Vinternedbør	408	mm
Årstemperatur	-1.1	°C
Sommertemperatur	5.1	°C
Vintertemperatur	-5.6	°C
Temperatur juli	7.3	°C
Temperatur august	8.3	°C

Det er generelt stor usikkerhet i beregning av lavvannsindekser. Resultatene må verifiseres mot egne observasjoner eller sammenlignbare målestasjoner.

I nedbørfelt med høy breprosent eller stor innsjøprosent vil førreversavrenning (Base flow) ha store bidrag fra disse lagringsmagasinene.

Regional flomberegning

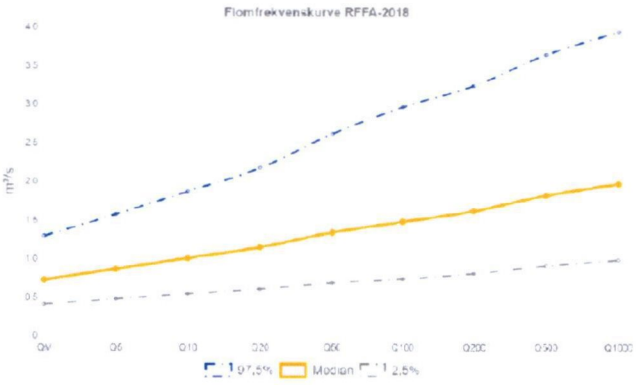
Vassdragsnr.:	**012.CH10**
Kommune:	**Hol**
Fylke.:	**Viken**
Vassdrag.:	**Hallingdalsvassdraget**
Nedbørfeltareal:	**2.08 km²**

Flomestimater er beregnet basert på «Regional flomfrekvensanalyse (RFFA-2018)». Om nedbørfeltet er mindre enn 60 km2, er det alternativt beregnet kulminasjonsflommer basert på NIFS-formelverk (2015).

Anbefalinger om klimapåslag er gitt i NVE rapport nr 81-2016 og klimaprofiler for fylker (se www.klimaservicesenter.no).

Hvordan bruke resultatene fra rapporten, se her

Rapportdato: 22.10.2020 © nevina.nve.no



RFFA-2018

Tidsoppløsning	Døgn	-
Indeksflom (QM): Medianflom	351	l/s*km²
Klimapåslag	20	%
Kulminasjonsfaktor	1.96	-

NIFS-2015

Tidsoppløsning	Kulminasjon	-
Indeksflom (QM): Middelflom	683	l/s*km²
Klimapåslag	40	%

Annet

Tilløpsflom	Nei	-

RFFA-2018 (døgnmiddel)

	Q_M	Q_5	Q_{10}	Q_{20}	Q_{50}	Q_{100}	Q_{200}	Q_{500}	Q_{1000}	$Q_{200\ klima}$	
Flomfrekvensfaktor (QM / QT)	1	1.19	1.38	1.58	1.84	2.03	2.22	2.49	2.70	-	
Flomverdier, m³/s	0.7	0.9	1.0	1.1	1.3	1.5	1.6	1.8	2.0	1.9	
Flom usikkerhet (97,5%), m³/s	1.3	1.6	1.9	2.2	2.6	3.0	3.2	3.6	3.9	-	
Flom usikkerhet (2,5%), m³/s	0.4	0.5	0.5	0.6	0.7	0.7	0.8	0.9	1.0	-	

NIFS (kulminasjon)

Flomfrekvensfaktor (QM / QT)	1	1.25	1.48	1.72	2.08	2.40	2.77	3.32	3.81	-	
Flomverdier, m³/s	1.4	1.8	2.1	2.4	3.0	3.4	3.9	4.7	5.4	5.5	
Flom usikkerhet (97,5%), m³/s	2.5	3.2	3.9	4.6	5.8	6.8	7.9	9.4	10.8	-	
Flom usikkerhet (2,5%), m³/s	0.8	1.0	1.1	1.3	1.5	1.7	2.0	2.4	2.7	-	

Flomverdier er automatisk generert og kan inneholde feil. Resultatene må kvalitetssikres. Verdiene kan ikke benyttes direkte, men må sammenlignes med andre metoder, sammenligningsstasjoner og/eller egne data.

Vedlegg 3. Beregninger i NEVINA, nedbørfeltparameterer og flomindekser for bekken ved Ustaoset

Profil nr.	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	E.G. Elev (m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
10	1.4	990.1	990.44	990.55	1.48	0.95	4.34	1.01
10	3.9	990.1	990.66	990.85	1.94	2.16	6.56	0.94
10	5.5	990.1	990.77	990.98	2.11	2.9	7.43	0.92
9	1.4	988.91	989.22	989.34	1.5	0.93	4.06	1
9	3.9	988.91	989.45	989.65	1.98	1.97	5.02	1.01
9	5.5	988.91	989.55	989.8	2.2	2.52	5.39	0.99
8	1.4	988.06	988.48	988.61	1.65	0.85	2.89	0.97
8	3.9	988.06	989.15	989.16	0.63	10.34	29.8	0.21
8	5.5	988.06	989.22	989.24	0.74	12.42	30.91	0.24
7	1.4	987.73	988.3	988.33	0.74	1.89	4.61	0.37
7	3.9	987.73	989.15	989.15	0.33	17.21	29.5	0.1
7	5.5	987.73	989.22	989.22	0.42	19.27	32.25	0.12
6	1.4	987.53	988.28	988.29	0.44	3.21	6.69	0.2
6	3.9	987.53	989.15	989.15	0.25	24.05	39.39	0.07
6	5.5	987.53	989.22	989.22	0.32	26.73	41.08	0.09
5	1.4	987.24	988.28	988.29	0.24	6.13	10.71	0.08
5	3.9	987.24	989.15	989.15	0.21	29.85	47.09	0.05
5	5.5	987.24	989.22	989.22	0.26	32.99	47.33	0.06
2.5	Culvert							
2	1.4	984.83	985.11	985.21	1.45	0.96	4.51	1
2	3.9	984.83	985.32	985.51	1.96	2.01	26.68	0.99
2	5.5	984.83	985.42	985.66	2.16	2.64	38.77	0.97
1	1.4	983.81	985	985	0.09	16.22	40.8	0.04
1	3.9	983.81	985	985	0.24	16.22	40.8	0.12
1	5.5	983.81	985	985.01	0.34	16.22	40.8	0.17

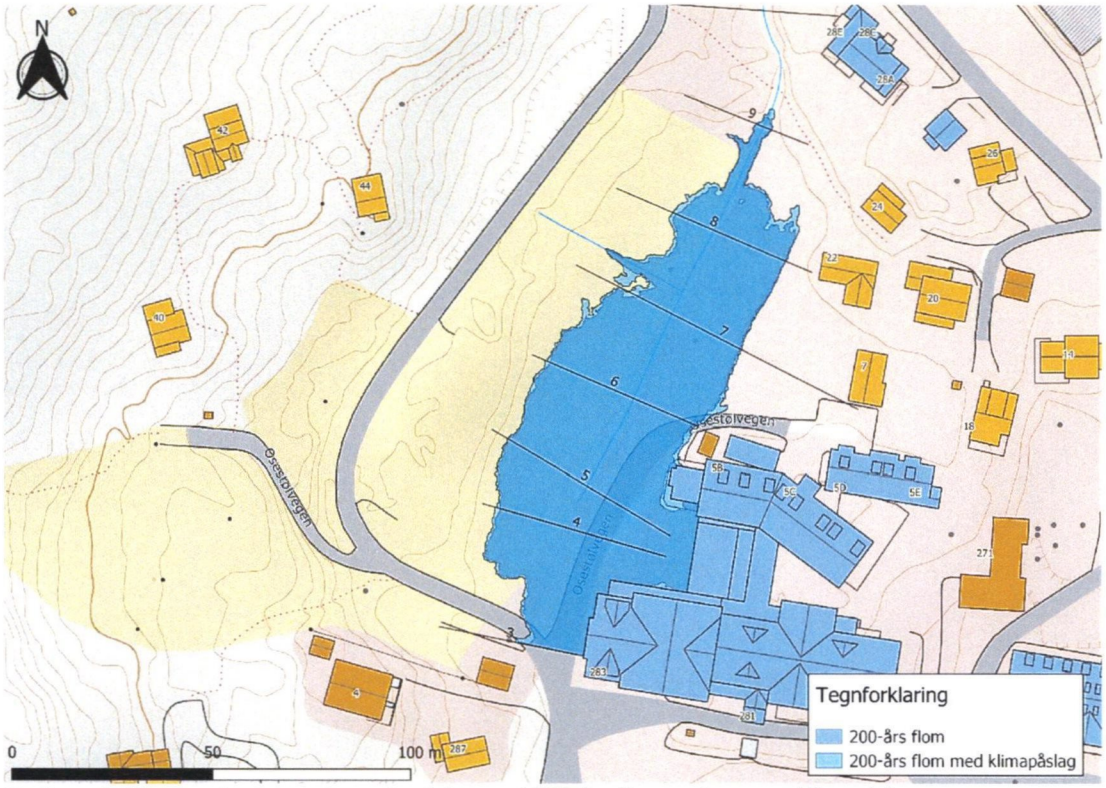
Vedlegg 4. Resultater fra HEC-RAS beregninger for dagens situasjon med middelflom (1,4 m3/s), 200-års flom (3,9 m3/s) og 200-års flom med klimapåslag (5,5 m3/s). Dimensjonerende flomvannstand ved planområdet på 989,55 moh. inkludert sikkerhetsmargin på minst +0,30m. (P5-8; 989,22+0,3 = 989,55).

Profil nr.	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	E.G. Elev (m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
10	1.4	990.1	990.44	990.55	1.48	0.95	4.34	1.01
10	3.9	990.1	990.66	990.85	1.94	2.16	6.56	0.94
10	5.5	990.1	990.77	990.98	2.11	2.9	7.43	0.92
9	1.4	988.91	989.16	989.36	1.98	0.71	3.78	1.47
9	3.9	988.91	989.33	989.72	2.74	1.42	4.55	1.56
9	5.5	988.91	989.41	989.89	3.06	1.8	4.89	1.61
8	1.4	988.06	988.45	988.61	1.78	0.79	2.8	1.07
8	3.9	988.06	989.15	989.16	0.64	10.24	29.75	0.22
8	5.5	988.06	989.23	989.24	0.72	12.71	31.04	0.23
7	1.4	987.73	988.3	988.33	0.74	1.89	4.61	0.37
7	3.9	987.73	989.15	989.15	0.33	17.12	29.42	0.1
7	5.5	987.73	989.23	989.23	0.42	19.58	33.31	0.12
6	1.4	987.53	988.28	988.29	0.44	3.21	6.69	0.2
6	3.9	987.53	989.15	989.15	0.25	23.93	39.32	0.07
6	5.5	987.53	989.23	989.23	0.31	27.13	41.16	0.08
5	1.4	987.24	988.28	988.29	0.24	6.13	10.71	0.08
5	3.9	987.24	989.15	989.15	0.21	29.71	47.08	0.05
5	5.5	987.24	989.23	989.23	0.26	33.45	47.37	0.06
2.5	Culvert	RV7 og Jernbanen						
2	1.4	984.83	986.52	986.52	0.04	56.67	60.28	0.01
2	3.9	984.83	986.52	986.52	0.11	56.67	60.28	0.03
2	5.5	984.83	986.52	986.52	0.15	56.65	60.28	0.04
1	1.4	983.81	986.52	986.52	0.01	133.74	95.96	0
1	3.9	983.81	986.52	986.52	0.03	133.74	95.96	0.01
1	5.5	983.81	986.52	986.52	0.05	133.74	95.96	0.01

Vedlegg 5. Resultater fra HEC-RAS beregninger for dagens situasjon med flom i Ustevant på 986,52 moh. (1,5Q1000). Resultatet viser liten påvirkning på vannstanden på ca. 1cm ved planområdet og blir liggende på 989,23 moh. Anbefalt sikkerhetsmargin på minst +0,30m. (P5-8; 989,23+0,3 = 989,55).

Profil nr.	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	E.G. Elev (m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
10	1.4	990.1	990.44	990.55	1.48	0.95	4.34	1.01
10	3.9	990.1	990.66	990.85	1.94	2.16	6.54	0.95
10	5.5	990.1	990.77	990.98	2.11	2.9	7.42	0.92
9	1.4	988.8	988.96	989.18	1.9	0.74	3.85	1.38
9	3.9	988.8	989.11	989.57	2.84	1.37	4.13	1.58
9	5.5	988.8	989.19	989.77	3.25	1.69	4.26	1.65
8	1.4	988.01	988.2	988.37	1.62	0.87	4.19	1.14
8	3.9	988.01	989.2	989.22	0.55	7.49	12.56	0.2
8	5.5	988.01	989.35	989.39	0.61	9.58	13.22	0.21
7	1.4	987.55	988.09	988.12	0.61	2.28	4.73	0.28
7	3.9	987.55	989.2	989.21	0.42	9.36	10.18	0.14
7	5.5	987.55	989.35	989.38	0.5	11.05	10.85	0.15
6	1.4	987.4	988.08	988.09	0.48	2.92	5.08	0.2
6	3.9	987.4	989.19	989.21	0.36	12.22	14.11	0.1
6	5.5	987.4	989.34	989.37	0.44	14.51	14.47	0.11
5	1.4	987	988.08	988.08	0.28	4.93	5.67	0.1
5	3.9	987	989.19	989.2	0.3	13.19	11.25	0.09
5	5.5	987	989.34	989.36	0.37	15	11.72	0.1
4.5	Culvert	Adkomst til P12						
4	1.4	986.85	987.33	987.37	0.72	1.95	4.45	0.35
4	3.9	986.85	989.14	989.15	0.29	13.66	11.33	0.08
4	5.5	986.85	989.24	989.26	0.37	14.97	11.71	0.1
3	1.4	986.39	987.33	987.34	0.33	4.21	5.41	0.12
3	3.9	986.39	989.14	989.15	0.22	18.55	19.26	0.06
3	5.5	986.39	989.24	989.26	0.27	20.75	19.64	0.08
2.5	Culvert	RV7 og Jernbanen						
2	1.4	984.83	986.52	986.52	0.03	67.8	60.28	0.01
2	3.9	984.83	986.52	986.52	0.07	67.8	60.28	0.02
2	5.5	984.83	986.52	986.52	0.1	67.79	60.28	0.03
1	1.4	983.81	986.52	986.52	0.01	133.74	95.96	0
1	3.9	983.81	986.52	986.52	0.03	133.74	95.96	0.01
1	5.5	983.81	986.52	986.52	0.05	133.74	95.96	0.01

Vedlegg 6. Resultater fra HEC-RAS beregninger etter terrengheving i planområdet med flomvannstand i Ustevant på 986,52 moh. (1,5Q1000). Resultatet viser liten påvirkning på vannstanden med adkomstvei til PI2 og blir liggende på 989,34 moh. oppstrøms bruen.

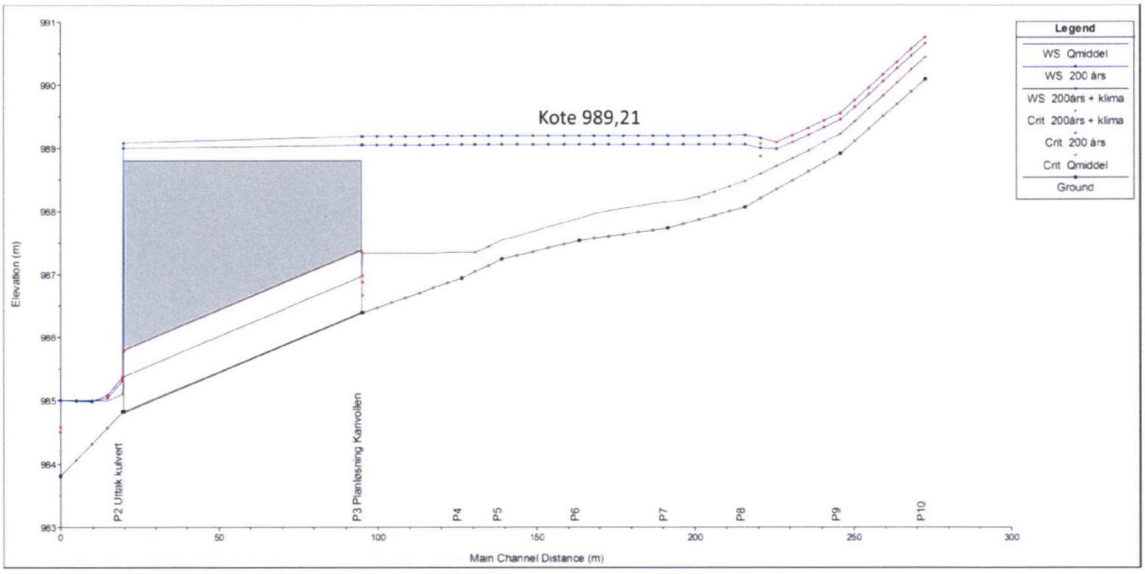


Vedlegg 7. Flomsonekart som viser utbredelsen ved 200-års flom med og uten klimapåslag.

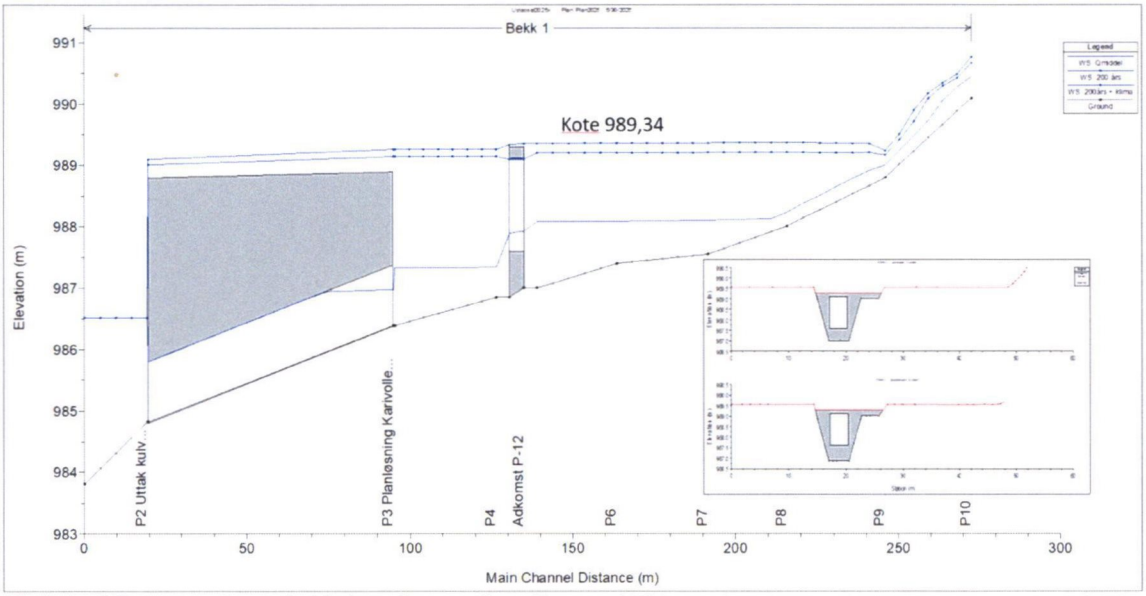


Vedlegg 8. Befaring kulvert system Karivollen 17.11.2021. Innløp bekk – Betongrør innvendig dimensjon 1000mm. Ukjent hor langt inn betongrørene går. Utløp bekk i Ustevatnet - Naturstein og med rektangulær åpning på ca. 1,25x0,75 m.

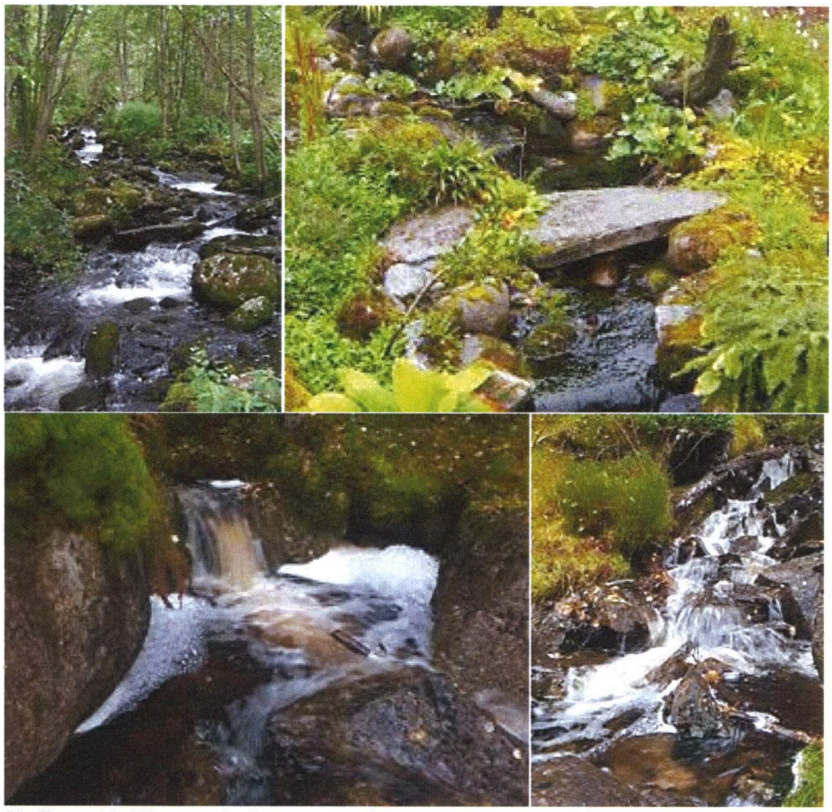
Planløsning Karivollen - uten adkomst KV3 til PI2



Planløsning Karivollen etter utbygging - med Adkomst P-12 (topp dekke 989,30 – bunn kulvert 987,60)



Vedlegg 9.Beregnet akseptabel kulvert løsning for adkomst til PI2 utenfor planområdet til Karivollen har innvendige mål på 3x1,5 m (kulvertåpning = 989,1 - 987,6). Beregnet flomhøyde 989,34m er under flomnivå med sikkerhetsmarginen på 989,55.



Vedlegg 10. Eksempel på erosjonssikring med naturlig landskapsutrykk

MULTICONSULT

Rapport

Oppdragsgiver:	**E-CO Energi AS**
Oppdrag:	**Flomberegninger Hallingdal**
Emne:	**Flomberegning Uste**
Dato:	**20. april 2012**
Rev. - Dato	**8. april 2014**
Oppdrag- / Rapportnr.	**121513 – 1**

Saksbehandler: For	**Irene Brox Nilsen/ Ole Magnus Tønsberg**	Sign.: Morten Skaglund
Fagansvarlig:	**Geir Helge Kiplesund**	Sign.: Geir Helge Kiplesund
Kontaktperson hos Oppdragsgiver:	**Lars Oust**	

Sammendrag:

Tabellen under viser oppsummering av beregnete flomstørrelser for de aktuelle dammene. Resultatene fra flomfrekvensanalysen anbefales brukt som dimensjonerende verdier. PMF verdiene er tatt fra nedbør-avløpsmodellen.

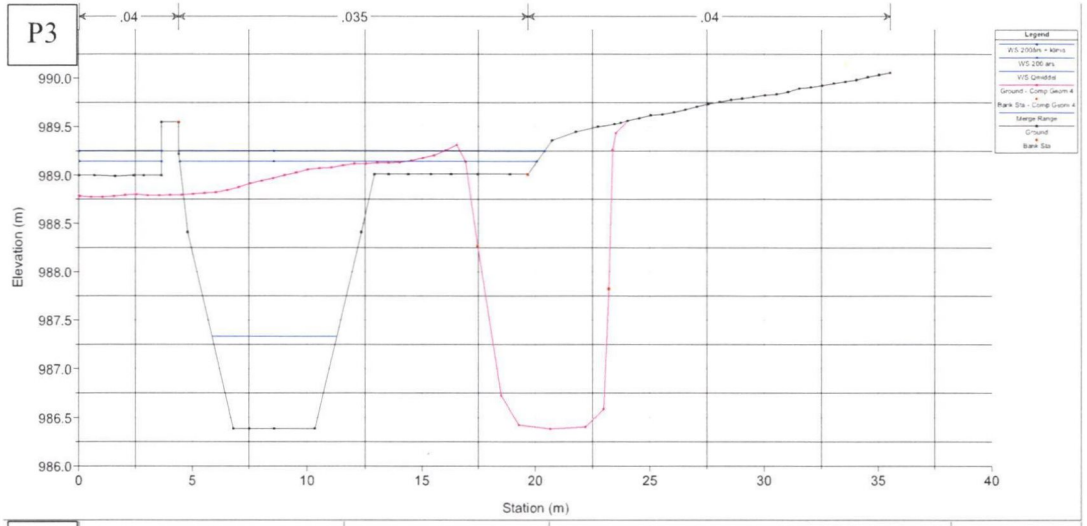
Dam	Flomsituasjon	Tilløpsflom (m^3/s)	Utløpsflom (m^3/s)	Vannstand (m)
Finsevatn	Q_{1000}	119	99	1215,84
	$1,5 \cdot Q_{1000}$	178	157	1215,95
Ørteren	Q_{1000}	86	57	1147,43
	$1,5 \cdot Q_{1000}$	130	88	1147,58
	PMF	324	129	1147,75
Nygårdsvatn	Q_{1000}	342	318	996,23
	$1,5 \cdot Q_{1000}$	498	477	996,60
Rødungen syd	Q_{1000}	55	0	958,36
	PMF	504	50	959,26
Ustevatn	Q_{1000}	470	342	985,77
	$1,5 \cdot Q_{1000}$	717	531	986,33
	Lukesvikt	470	341	986,25

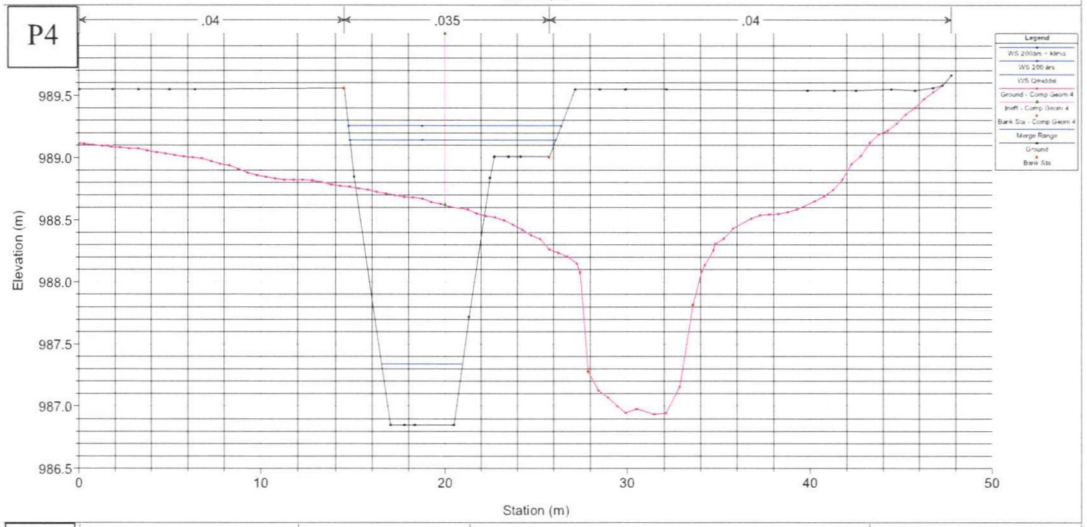
Flomberegningen vurderes å være i klasse 3 - Brukbart hydrologisk datagrunnlag, jf. retningslinje for flomberegninger (NVE 2002).

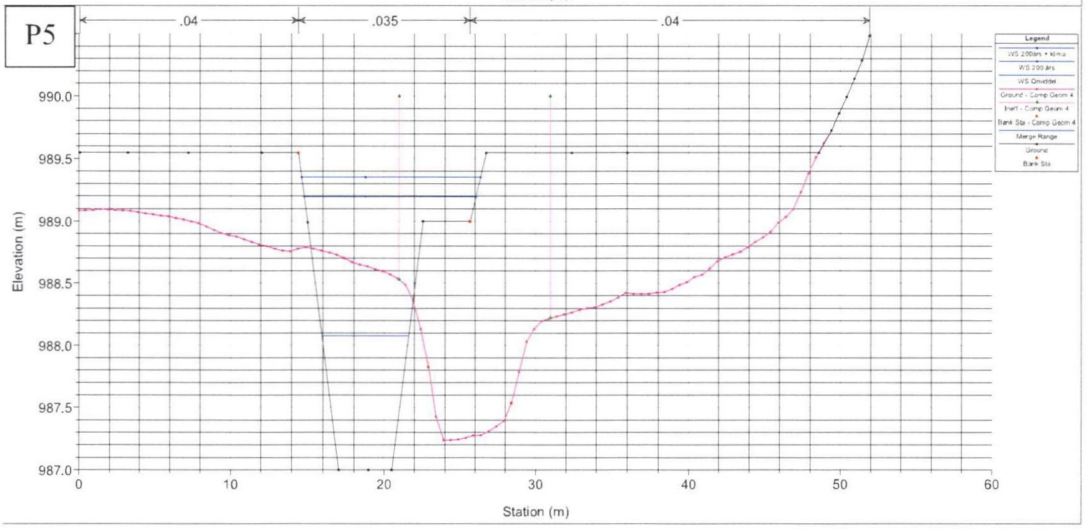
MULTICONSULT AS, Trondheim
7486 Trondheim · Besøksadr.: Sluppenvegen 23 · Tel.: 73 10 62 00 · Fax: 73 10 62 30 · www.multiconsult.no

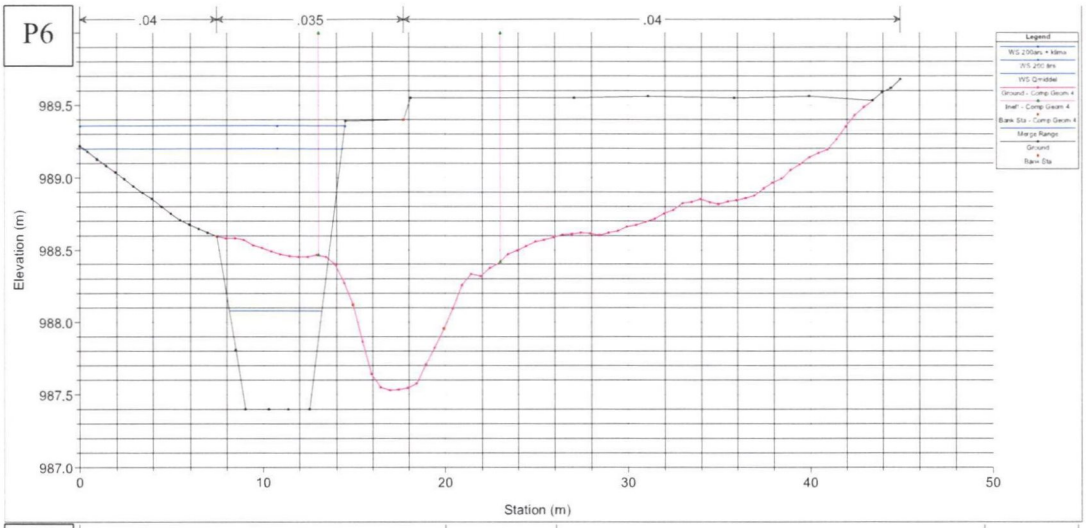
Vedlegg 11. Høydedifferansen mellom NN2000 og NN54 er +0.19 m. Dvs. HRV er 985.19 i NN2000 Q1000 viser etter siste flomberegning en vannstand på 985.96 moh. i NN2000. I samtidighetsvurdering av flom i Ustevant er det brukt 1,5Q1000 = 989,52 moh. og danner nedre grensebetingelsen i HEC-RAS modellen

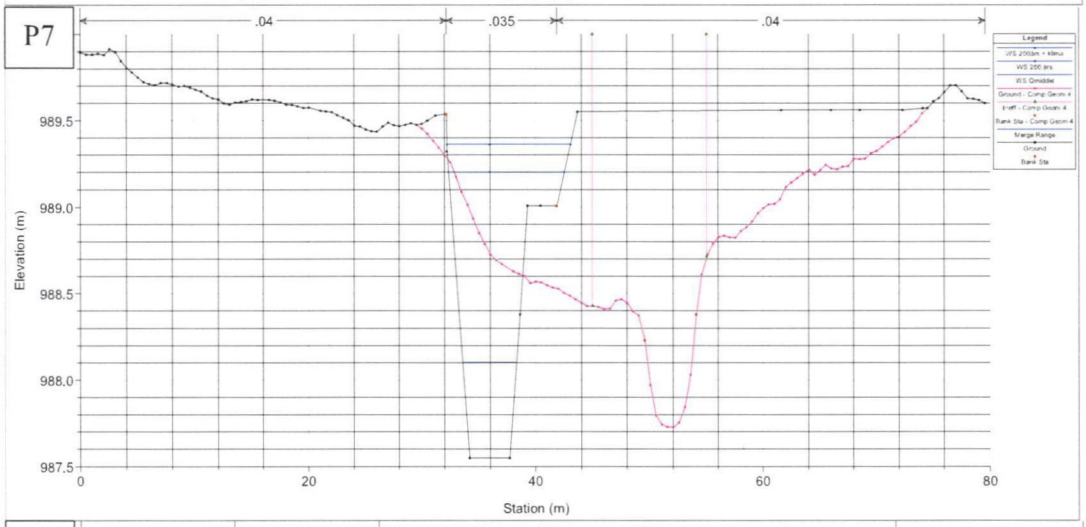
Vedlegg 12 – Tverrprofiler (P3-10) før (rød) og etter (svart) utbygging (ut fra plantegning).

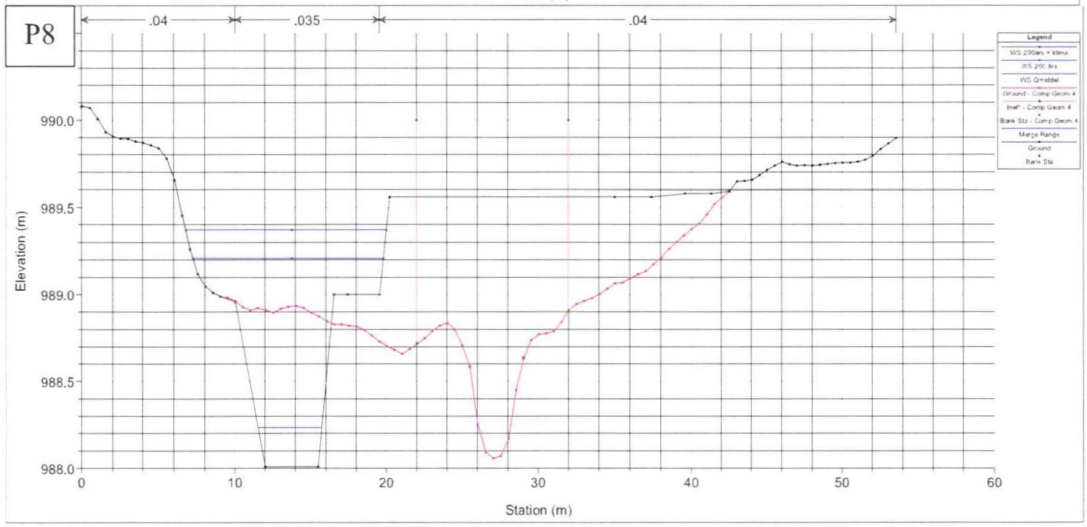


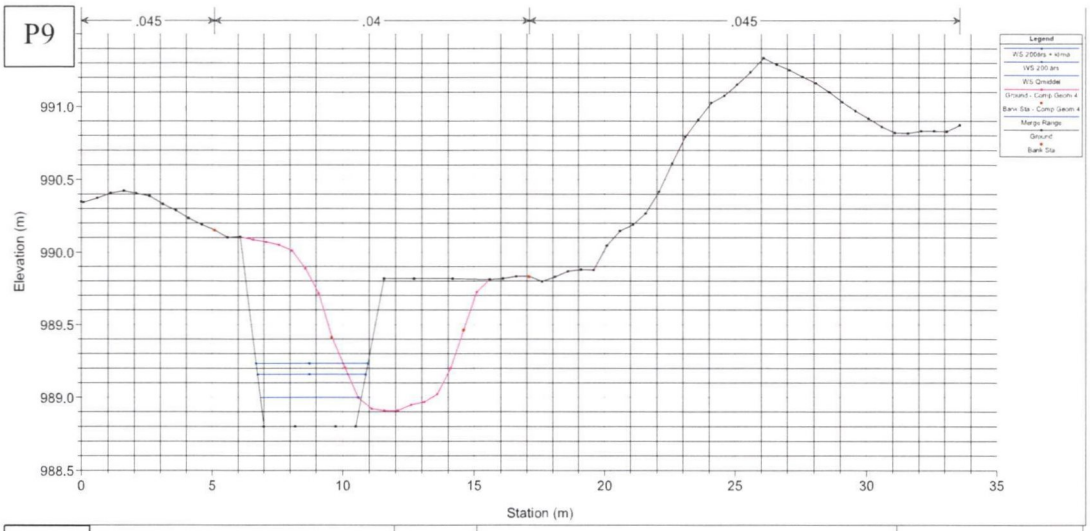


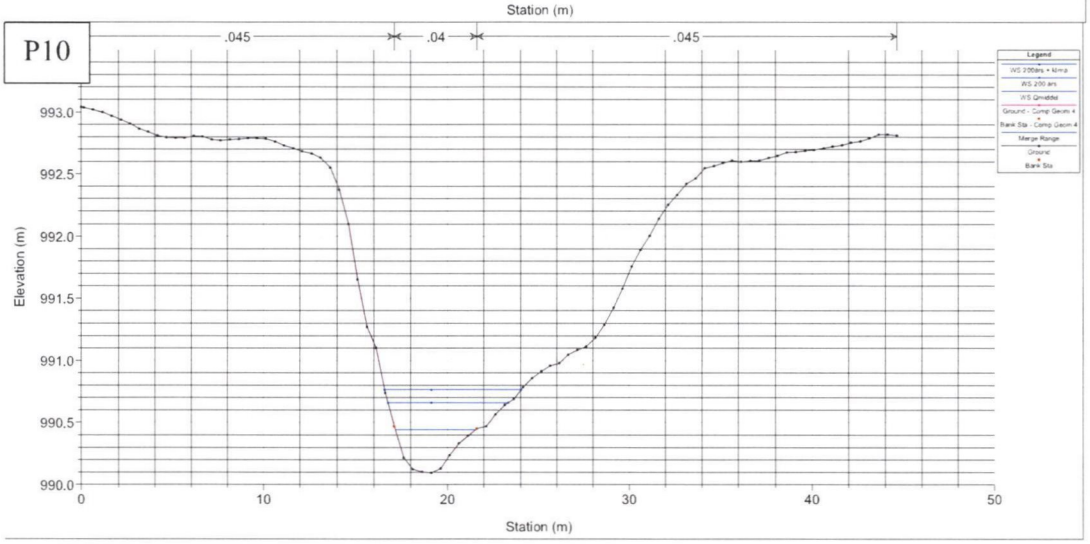



P6
.04
.035
.04
Elevation (m)
989.5
989.0
988.5
988.0
987.5
987.0
0
10
20
30
40
50
Station (m)


P7
.04
.035
.04
Elevation (m)
989.5
989.0
988.5
988.0
987.5
0
20
40
60
80
Station (m)


P8
.04
.035
.04
Elevation (m)
990.0
989.5
989.0
988.5
988.0
0
10
20
30
40
50
60
Station (m)


P9
.045
.04
.045
Elevation (m)
Station (m)
Legend


P10
.045
.04
.045
Elevation (m)
Station (m)
Legend