Notat

Norconsult asplan viak

Oppdragsnr.: 5187619 Dokumentnr. NO-DS3-008

Bybanen til Åsane – BT5.
Reguleringsplan med teknisk forprosjekt

Dato: 2020-06-24

DS3 – Flomberegning kryssing av Jordalsvassdraget ved Eidsvåg – 200 års flom

Sammendrag

Formålet med utredning er å finne hvilken høyde Bybanen og ny E39 må ligger på for å være sikre mot en framtidig 200-års flom. Vannstanden i vannstrengen mellom dagens E39 og dam Jordalsvatnet er bestemmende for å finne flomsikre koter for utbygging av Bybanen og omlegging av E39 ved Eidsvåg.

Det er benyttet en modell som ivaretar både tilløpsflom og magasinruting. Avløpsflom og flomvannstand inkluderer påvirkning av kulvert under E39 og dam Eidsvåg, styrer i stor grad avløpsforholdene for dam Jordalsvatnet, og fører til oppstuving bakover til magasinet.

Gjennom sensitivitetsanalyser er det vurdert hvilke øvrige forutsetninger som bør legges til grunn for å ta høyde for usikkerheter i beregningene. Kulverten under E39 er et kritisk punkt i vassdraget med en viss risiko for å bli tilstoppet av drivgods eller at selve konstruksjonen raser sammen. Kulverten har et romlig tverrsnitt, men også en del vinkelendringer i både horisontal- og vertikalplanet, og er noe gammel. Dette gjør at vi anbefaler at det tas høyde for tilstopping, vurdert med og uten etablering av rist for å fange opp drivgods i vannet.

Det anbefales å enten ta høyde for 50 % tilstopping av eksisterende kulvert uten rist, eller 25 % tilstopping med rist. For begge situasjoner er det lagt til grunn 200 års flom inklusive 40 % klimaendring.

Følgende to alternativer vil da gjelde for anbefalt flomsikker kote for kryssing av Jordalsvassdraget:

1) ***Ved bevaring av eksisterende kulvert uten tiltak må ny E39 og Bybanen legges over kote 18,57 moh (NN2000) ved kryssingen av vassdraget for å være sikre mot en 200-års flom inkludert 40% klimapåslag. I denne beregningen legges det til grunn at kulverten kan bli 50 % tilstoppet.***

   ELLER

2) ***Ved bevaring av eksisterende kulvert med etablering av rist, må ny E39 og Bybanen legges over kote 17,93 moh (NN2000) ved kryssingen av vassdraget for å være sikre mot en 200-års flom inkludert 40 % klimapåslag. I denne beregningen legges det til grunn at kulverten kan bli 25 % tilstoppet.***

Lavbrekket på planlagt bybanetrasé ligger like ved kulvertinnløpet og lagt til kote 20,95 moh. Lavbrekket på planlagt veitrasé for E39 er lagt til kote 18,12 moh og er like etter utløpet av ny Fløyfjellstunnel. Ved etablering av rist ligger planlagt veitrasé på flomsikker kote. Uten rist vil det være større fare for at veibanen kan bli oversvømt ved en fremtidig 200-års flomhendelse i Jordalsvassdraget.

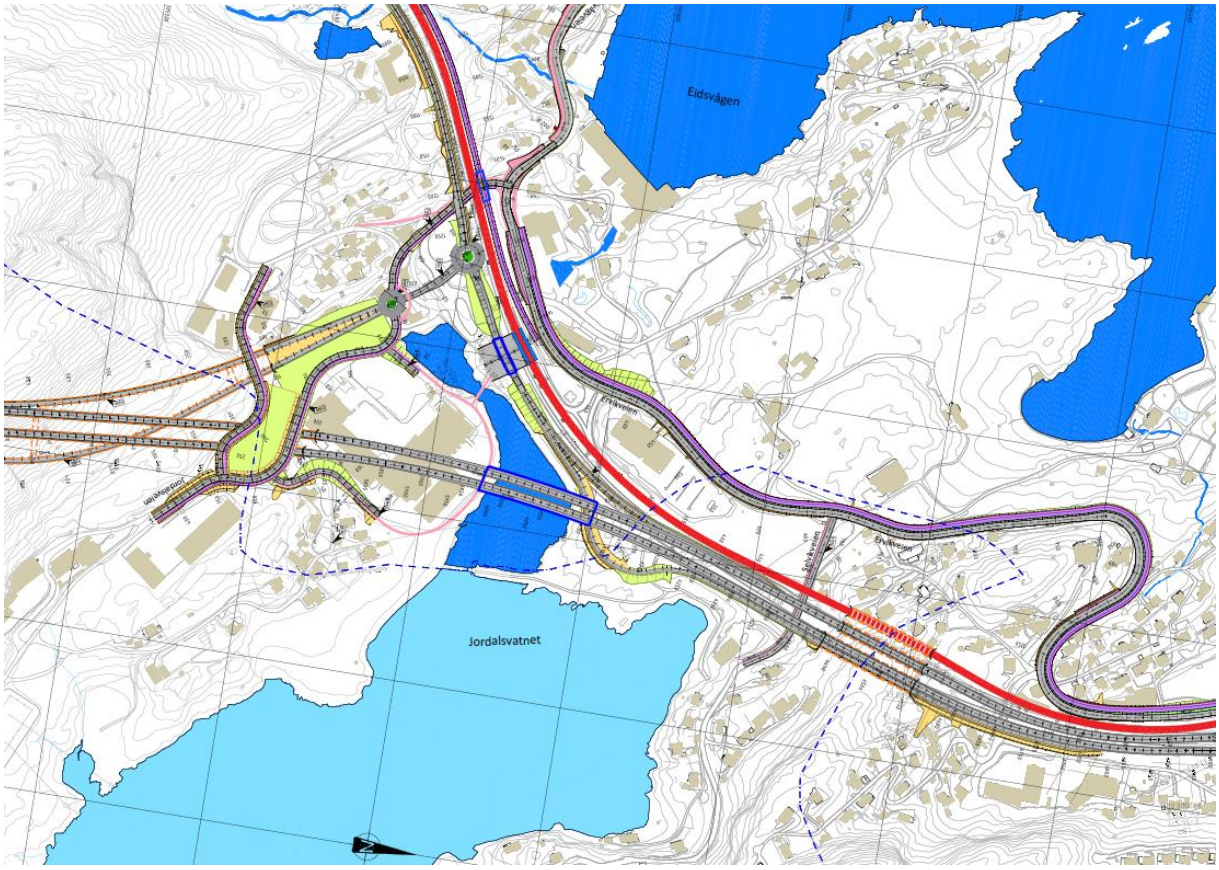
01D	Til behandling av BK	2020-06-24	IDB	GD	IØ	HPD
Versjon	Beskrivelse	Dato	Utarb. av	Fagkontroll	Tverf.kontr.	Godkj. av

Dette dokumentet er utarbeidet av rådgiver som del av det oppdraget som dokumentet omhandler. Opphavsretten tilhører rådgiver. Dokumentet må bare benyttes til det formål som oppdragsavtalen beskriver, og må ikke kopieres eller gjøres tilgjengelig på annen måte eller i større utstrekning enn formålet tilsier.

Beregningene viser en betydelig oppstuving bakover til Jordalsvatnet som følge av nedstrøms konstruksjoner i vannveien; kulvert under E39 og dam Eidsvåg, noe som kan utgjøre en forurensningsfare for drikkevannskilden under flom. Oppstuvningen er kritisk allerede ved dimensjonerende 200-års flom, uten at klimapåslag eller tilstopping er lagt til.

Det bemerkes at resultatene av denne beregningen gjelder for dagens dimensjoner og koter på konstruksjoner i vannveien fra og med dam Jordalsvatnet, til og med dam Eidsvåg. Dersom det blir utført endringer på noen av disse, vil det kunne medfører endringer på flomvannstander som ikke er dekket av denne beregningen.

Det bemerkes at planlagt utredning angående fjerning av dam Eidsvåg, som er bestilt av Bergen kommune, kan senke nivået på anbefalt flomsikker kote.



Alternativ 01E for Bybane og E39 ved Eidsvåg. For å være sikre mot 200-års flom inkludert 40 % klimapåslag, må vei- og banetrase ligge enten over kote 18,57 uten tiltak i kulverten men med 50 % tilstopping, eller over kote 17,93 med rist i kulverten og 25% tilstopping.

Innhold

Sammendrag **1**

Innhold **3**

1 Innledning **4**

1.1 Formål og grunnlag 4
1.2 Beskrivelse av aktuelt område 4

2 Forutsetninger **6**

2.1 Generelle forutsetninger 6
2.2 Beregningsmetodikk 6
2.3 Gjentaksintervall 7

3 Datagrunnlag **9**

3.1 Feltparametere 9
3.2 Flomskapende sesong 10
3.3 Flomvarighet 11
3.4 Meteorologiske data 11
3.5 Tilsigsflom 11

4 Flomverdier ved 200-års flom for dam Jordalsvatnet **13**

4.1 Tilløpsflom 13
4.2 Avløpsflom 13

5 Sensitivitetsanalyse **15**

5.1 Oppskalering av tilløpsflom (inkl klimapåslag) 15
5.2 Tilstopping og Mannings tall i modelloppsett 16
5.3 Effekter av nedstrøms forhold fra dam Eidsvåg 17

6 Resultat **19**

7 Anbefaling **20**

Referanser **22**

Vedlegg **22**

1 Innledning

1.1 Formål og grunnlag

Formålet med beregningen er å finne flomsikker høyde ved flom med 200-års gjentaksintervall der det også tas hensyn til økt nedbør som følge av klimaendringer.

200-års flom er gjeldende sikkerhetskrav mot flom for ny E39. For Bybanen er det ikke definert noe konkret sikkerhetskrav mot flom, men vi vil anbefale å legge det samme gjentaksintervall til grunn for ny bybanetrasé i dette området.

Det er tatt utgangspunkt i koter og dimensjoner på konstruksjonene slik som er i dag. Dersom noen av disse blir endret, vil det trolig kreve en ny flomberegning.

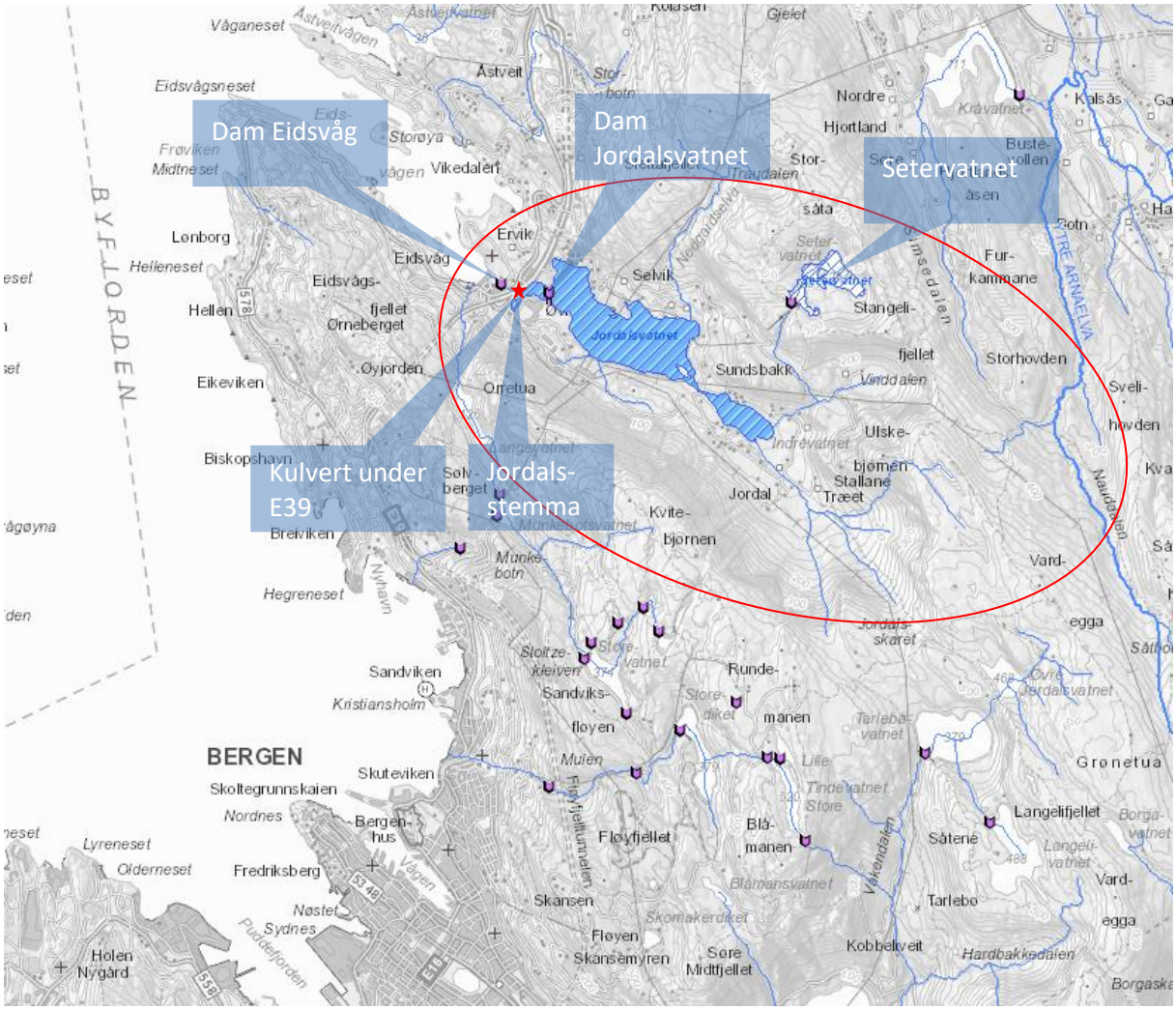
Beregningene er utført etter gjeldende damsikkerhetsforskrift (Olje- og energidepartementet, 2009), og retningslinjer for flomberegninger utgitt av NVE (Grethe Holm Midttømme, 2011). Modelloppsettet har inkludert oppstrøms og nedstrøms damanlegg og konstruksjoner i vannveien; dam Setervatnet som ligger oppstrøms, og kulvert under E39 og dam Eidsvåg, som ligger nedstrøms Jordalsvatnet. Alle disse konstruksjonene påvirker vannmengde og vannstand i vannstrengen mellom Jordalsvatnet og E39 under flom.

1.2 Beskrivelse av aktuelt område

Vassdraget ligger like nord for Bergen sentrum, og Jordalsvatnet er drikkevannskilde for Åsane bydel.

Vassdraget er regulert med tre dammer som ligger i serie. Fra øverst i vassdraget er dette: dam Setervatnet, dam Jordalsvatnet og dam Eidsvåg. Avløpet fra dam Eidsvåg renner kort og bratt ut i sjøen ved Eidsvågen.

Avløpet fra dam Jordalsvatnet renner gjennom et lite vannspeil, Jordalsstemma, før det renner i kulvert under dagens E39. Direkte nedstrøms denne kulverten ligger dam Eidsvåg. På grunn av plassering, kotehøyde og dimensjoner, påvirker Dam Eidsvåg og kulverten under E39 hvilken vannstand det er i Jordalsstemma (og Jordalsvatnet) under store nedbørhendelser, i tillegg til dammen i Jordalsvatnet. Det vil kunne skje en betydelig oppstuving bakover i vannstrengen fra kulverten under E39.



Figur 1-1: Kart over området rundt Jordalsvassdraget.

2 Forutsetninger

2.1 Generelle forutsetninger

Følgende generelle forutsetninger er lagt til grunn for flomanalysen:

- Alle høyder er i høydesystem NN2000.
- Dimensjonerende flom ved kulvertinnløp under E39 setter lik rutet avløpsflom fra dam Jordalsvatnet.
- Startvannstand er satt til høyeste regulerte vannstand (HRV) i alle de tre dammene
- For dam Jordalsvatnet forutsettes det alle tappearrangement i både dam Jordalsvatnet og dam Setervatnet er lukket under flommen.
- Tilsigsflommen blir funnet for totalfeltet til dam Jordalsvatnet, og skalert til henholdsvis lokalfeltet til Setervatnet og Jordalsvatnet. Den skalerte tilsigsflommen blir rutet gjennom Setervatnet for å finne avløpsflom, som sammen med bidraget fra lokalfeltet til Jordalsvatnet utgjør tilløpsflommen til Jordalsvatnet
- Det er ikke regnet på magasineringseffekt i Jordalstemma, vannspeilet mellom dam Jordalsvatnet og kulvert under E39. Dette strekket regnes som en kort elvestrekning uten transporttid
- Kulverten under E39 forutsettes åpen under flomforløpet
- Det inkluderes ikke gang- og veitunneler under E39 i flomavledningen fra Jordalsstemma
- HRV er satt til 15,88 moh, og topp damkrone (den delen av en demning som rager opp over høyeste vannstand i magasinet) til 17,20 moh (NN2000) for dam Jordalsvatnet

2.2 Beregningsmetodikk

For å beregne flomvannstander for området mellom dagens E39 og Jordalsvatnet, er det satt opp to beregningsmodeller:

1) Et regnearkoppsett som beregner tilløpsflom til magasinene og ruter vannet gjennom magasinene slik at dempingseffekten blir ivaretatt. Resultat er i vedlegg 8.
2) En Hec-Ras-modell som beregner avløpskurven for dam Jordalsvatnet der kulverten under E39 og dam Eidsvåg blir inkludert. Beskrivelse av modelloppsett er i vedlegg 5.

Avløpskurven fra Hec-Ras blir så koblet til regnearket for magasinrutingen av Jordalsvatnet for å finne riktig avløpsflom og flomvannstand. Avløpsflommen fra dam Jordalsvatnet settes lik tilløpsflommen til kulvert under E39, som dermed bestemmer vannstanden i Jordalsstemma og ved innløpet til kulverten under E39.

Modellen i Hec-Ras er simulert med underkritisk strømning med nedre grensebetingelse satt til avløpskurve for dam Eidsvåg. Tverrprofilene som modellen er bygd opp av, er generert fra terrengmodellen som ligger til grunn. Terrengmodellen er laget på de nyeste laserdataene for området, og er lastet ned fra www.hoydedata.no. Det er ikke utført dybdemålinger av Jordalsstemma. Dette elvestrekket har et permanent vannspeil og i beregningene er det forutsatt at flommen begynner i det vannet renner over terskelen i dammen, og dermed utgjør en ekstra vannmengde sammenlignet med normalsituasjon. Dammer, bro og kulvert er lagt inn som 1D-strukturer basert på innmålte verdier. Figur 2-1 viser tverrsnitt og strukturer som modellen er bygd opp av.

Beskrivelse og bilde av aktuelle dammer er i vedlegg 6. Beregningsforutsetninger, inngangsparametere, tverr- og lengdesnitt fra modellen i Hec-Ras er beskrevet i vedlegg 7. Damtegninger er i vedlegg 3 og oppmålte tverrsnitt for bro og kulvert er i vedlegg 4.

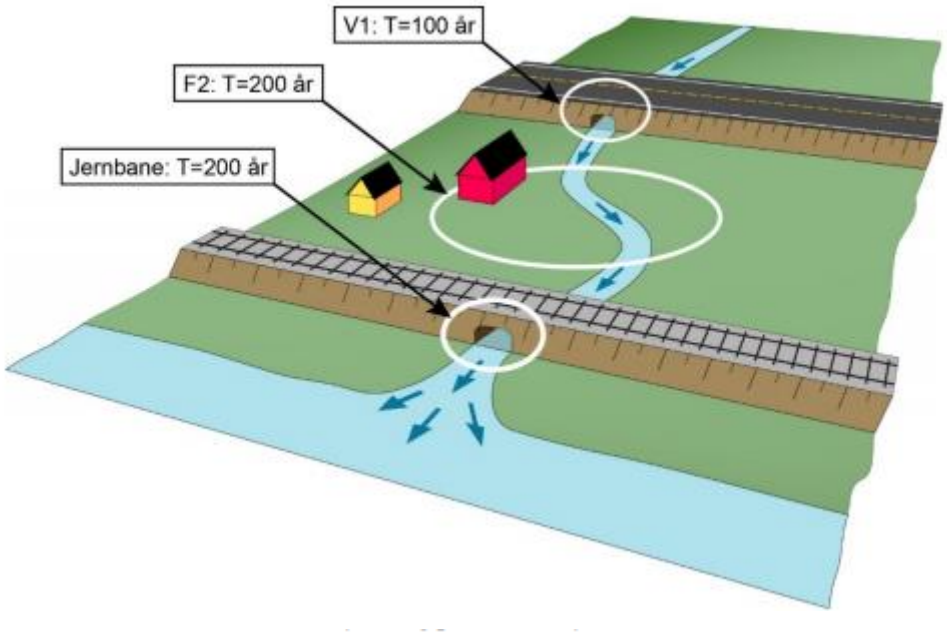
Figur 2-1: Modelloppbygging i Hec-Ras. De grønne strekene er tverrprofiler som modellen er bygd opp av, og de grå feltene er konstruksjoner i vannveien.

2.3 Gjentaksintervall

Det finnes ikke et eget kriteriesett for sikkerhet mot flom for Bybanen. For ny E39 brukes kriteriene i Statens Vegvesens «Håndbok N200», til å definere gjentaksintervall for Bybanetraseen.

Basert på Figur 2-2 er det ÅDT (årsdøgntrafikk) og omkjøringsmuligheter som bestemmer returperioden for veg (Statens Vegvesen, 2018). Veibanen for E39 vil trolig falle inn under sikkerhetsklasse V3, som også gir returperiode på 200 år.

I denne rapporten beregner vi derfor vannføringer og vannstander for en 200-års flom.



Sikkerhetsklasse	ÅDT	Returperiode for flomhendelse	
		Med omkjøringsmulighet	Uten omkjøringsmulighet
V1	0 – 500	50 år	100 år
V2	500 – 4000	100 år	200 år
V3	> 4000	200 år	200 år

Figur 2-2: Bestemmelse av sårbare punkter langs vannveg, og tabell med definisjon av sikkerhetsklasse og returperiode for flomhendelse, fra SVVs Håndbok N200, delkapittel 403.

3 Datagrunnlag

3.1 Feltparametere

Feltparameterne og gjennomsnittlig årsavrenning er bestemt ved hjelp av NVE sin kartapplikasjon Nevina. Feltparameterne fremgår av Tabell 3-1.

Tabell 3-1: Feltkarakteristika for de lokale nedbørfeltene til Setervatnet, Jordalsvatnet og dam Eidsvåg*

Nedbørfelt	Setervatnet	Jordalsvatnet	Dam Eidsvåg	Totalfelt Jordalsvatnet
Areal (km²)	0,7	8,7	0,35	9,4
A magasin (km²)	0,09	0,6	0	0,6
Areal U/mag (km²)	0,61	8,1	0,35	8,9
q (l/s*km²) (1961-90)	88,5	86,2	86,2	86,2
Ase (%) (uten magasin)	0,0	0,1	0,0	0,1
Abre (%)	0	0	0	0
A dyrket mark (%)	0	4,5	---	4,3
Amyr (%)	0,9	0,8	----	0,8
Asjø (%)	14,2	6,4	----	7,1
Askog (%)	6,0	24,2	----	22,2
Asnaufjell (%)	79,5	40,5	----	44,3
Feltlengde (km)	0,4	2,4	----	2,4
Hovedelvas gradient (10-85), St (m/km)	2,9	125,9	----	125,9
Hmin (moh)	251	16	----	16
H20 (moh)	258	59	----	72
H25 (moh)	263	90	----	108
H30 (moh)	267	120	----	143
H50 (moh)	300	227	----	252
H70 (moh)	344	338	----	344
H75 (moh)	354	382	----	381
H80 (moh)	363	425	----	417
Hmaks (moh)	429	586	----	586
Relieff (m/km)	101,1	122	----	122
Årsnedbør (mm)	2405	2386	2386	2386

**) lokale nedbørfelt er ekskludert oppstrøms magasin og deres tilførende nedbørfelt*

Nedbørfeltet til Setervatnet er lite og er dominert av snaufjell og vannet selv. Dette i kombinasjon med et bratt relieff, gir hurtig tilrenning til magasinet.

Nedbørfeltet til Jordalsvatnet er mer sammensatt av ulike egenskaper, og vil ikke ha like hurtig tilrenning som feltet til Setervatnet, da det har mer demping i form av skogsvegetasjon og slakere relieff, som gir lengre transporttid for vannet. Kart over nedbørfeltet er vist i Figur 3-1.

Figur 3-1: Kart over nedbørfeltene til dam Setervatnet (mørkeblå), dam Jordalsvatnet (blå) og dam Eidsvåg (lyseblå).

3.2 Flomskapende sesong

Nedbørfeltene til magasinene ligger like nord for Bergen sentrum, og er dermed kystnære felt. Fra figur 5.4 i retningslinjene, tilhører nedbørfeltene områder for årsflom. Dette blir også bekreftet ved å se på flomroser for nærliggende målestasjoner, som viser høye verdier spredd over store deler av året, men med en liten overvekt på høstmånedene. Særlig gjelder dette for målestasjonene litt lenger inn i landet, som Kaldåen, Svartavatnet og Fjellanger. Fra senorge.no finner man at det er lite snø i området på høsten, og det blir derfor ikke medregnet at snøbidrag i kombinasjon med høstnedbør vil kunne bli dimensjonerende for dette nedbørfeltet. I nedbør-avløpsmodellen blir årsnedbør lagt til grunn for beregningene.

3.3 Flomvarighet

Flommens varighet er vurdert ut fra kritisk varighet til magasinene og totalnedbørfeltets konsentrasjonstid. Fra *avsnitt 5.3 i retningslinjene,* er Jordalsvatnets konsentrasjonstid, Vm, beregnet til å være på 6 timer. For Setervatnet blir det tilsvarende beregnet til 14 timer ved kun å ta hensyn til bredden på overløpet. Dette blir derimot noe misvisende, siden det bare er 0,5 m mellom HRV og damkronen, som er på 67 m. Ved å ta med denne i beregningene, blir magasinets konsentrasjonstid på 1 time.

Totalfeltets konsentrasjonstid, Vf, er beregnet til 2 timer ved bruk av formelen Tk=Lf/v. Feltlengde er her 4,5 km, og hastighet til et sammensatt felt av snaufjell, skog og dyrket mark er satt til 0,7 m/s. På grunn av begrensende avløpsforhold i form av kulvert under E39 og dam Eidsvåg, benyttes det 48 timer som total varighet på flommen, for å fange opp varigheten på oppstuvingen i Jordalsvatnet.

3.4 Meteorologiske data

Verdier for ekstremnedbør er beregnet av Meteorologisk Institutt. Normal årsnedbør er estimert til 2400 mm. Nedbørsverdiene for flomskapende sesong er redusert med en arealreduksjonsfaktor (ARF), som er avhengig av feltets areal, og varierer for ulike varigheter. Nedbøren er fordelt symmetrisk rundt største verdi, som anbefalt i retningslinjene når kritisk konsentrasjonstid er under 48 timer.

Området ligger på den våte vestlandskysten, med en forventet årsnedbør i størrelsesorden 2000-3000 mm. Dette gir indikasjon om moderat-høye spesifikke flomverdier for denne regionen.

Datagrunnlaget er relativt sparsomt, og det er ingen nedbørstasjoner i analyseområdet. Det blir derfor vurdert at det er usikkerhet forbundet med ekstremnedbøren beregnet av Meteorologisk Institutt.

Tabell 3-2: Årsverdier for 200-års regnet, beregnet av Meteorologisk institutt.

Antall timer (n)	1	2	6	12	24	48
M200 (mm)	45	60	95	130	170	220
ARF (10 km²)	0.91	0.93	0.96	0.97	0.98	0.98

3.5 Tilsigsflom

Det er beregnet tilsigsflom for det lokale nedbørfeltet til Jordalsvatnet uten magasinareal. Tilsigsbidrag fra nedbørfeltet til Setervatnet, samt nedbør som faller direkte på magasinet, blir lagt til direkte i magasinrutingen. Bidraget fra Setervatnet blir rutet gjennom magasinet for å finne avløpsflom til Jordalsvatnet. Følgende metoder er benyttet for vurdering av tilsigsflommen:

- Flomfrekvensanalyse
- Nedbør-avløpsmodell

Detaljert gjennomgang av de to metodene i vedlegg 7. I det videre blir kun resultatene presentert.

Tabell 3-3 viser sammenstilte verdier funnet ved ulik beregningsmetodikk for tilsigsflom lokalfeltet til Jordalsvatnet. Verdiene gjelder for 200-års flom.

Tabell 3-3: Sammenligning av flomverdier for totalfeltet til Jordalsvatnet funnet ved ulike metoder.

Flomstørrelse	Flomfrekvensanalyse	Nedbør-avløpsmodell
Q_{200} (l/s*km²)-døgnmiddel	2467	1682
Q_{200} (m³/s)-kulminasjon	47,2	43,7

Resultatene fra de ulike metodene er samme størrelsesorden og underbygger dermed flomverdien i det videre.

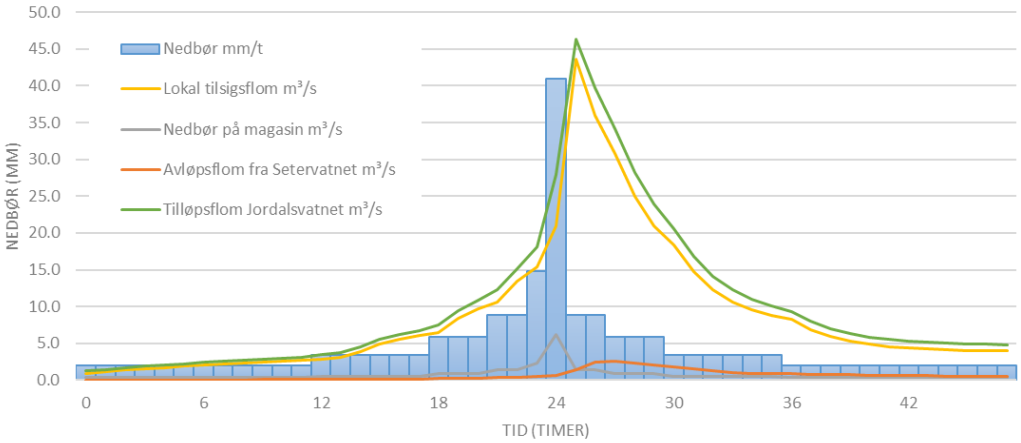
Flomfrekvensanalysen ansees som representativ, men det er ingen data fra vassdraget til Jordalsvatnet, og det er kun én lang serie; Røykenes med 86 år, de andre på rundt 35 år. Dette momentet kan føre til usikkerhet til ekstrapolasjonen som ligger til grunn for 200-års flomverdien.

Nedbør-avløpsmodellen baserer seg på ekstreme nedbørverdier beregnet spesifikt for dette området, men nedbørdataene som ligger til grunn er ikke fra vassdraget. Denne metoden tar hensyn til feltets karakteristika på en mer detaljert måte enn det de andre metodene gjør. Det er likevel usikkerheter ved nedbør-avløpsmodellen, blant annet om grunnlaget som modellparameterne er utledet fra er representativ for aktuelt nedbørfelt, og mangel på observerte data som gjør at man ikke får kalibrert modellen. Like fullt regner vi nedbøravløpsmodellen som den mest representative metoden for dette vassdraget og resultatene herfra blir brukt i de videre beregningene.

4 Flomverdier ved 200-års flom for dam Jordalsvatnet

4.1 Tilløpsflom

Flomforløpet er funnet ved metodikk for sammensatte felt og beregnet i nedbør-avløpsmodellen (Grethe Holm Midttømme, 2011). Tilsigsflommen for lokalfeltet til Jordalsvatnet ble i forrige kapittel beregnet til 43,7 m²/s. For å finne flomverdi for 200-årsflom, må vi også inkludere vannføringsbidraget av nedbør som faller direkte på Jordalsvatnet. Denne kulminasjonsverdien er beregnet til 6,3 m³/s, og inntreffer noe før kulminasjonen fra lokalfeltet. I tillegg kommer avløpsflommen fra Setervatnet, som har en beregnet kulminasjonsvannføring på 2,6 m³/s Avløpsflommen fra Setervatnet inntreffer noe senere enn kulminasjonen til lokalfeltet til Jordalsvatnet. Samlet kulminasjonsvannføring for tilløpet for dam Jordalsvatnet blir dermed på 46,4 m³/s. Figur 4-1 viser flomforløpet for 200-års flommen.



Figur 4-1: Forløp for Q_{200} tilløpsflom for dam Jordalsvatnet.

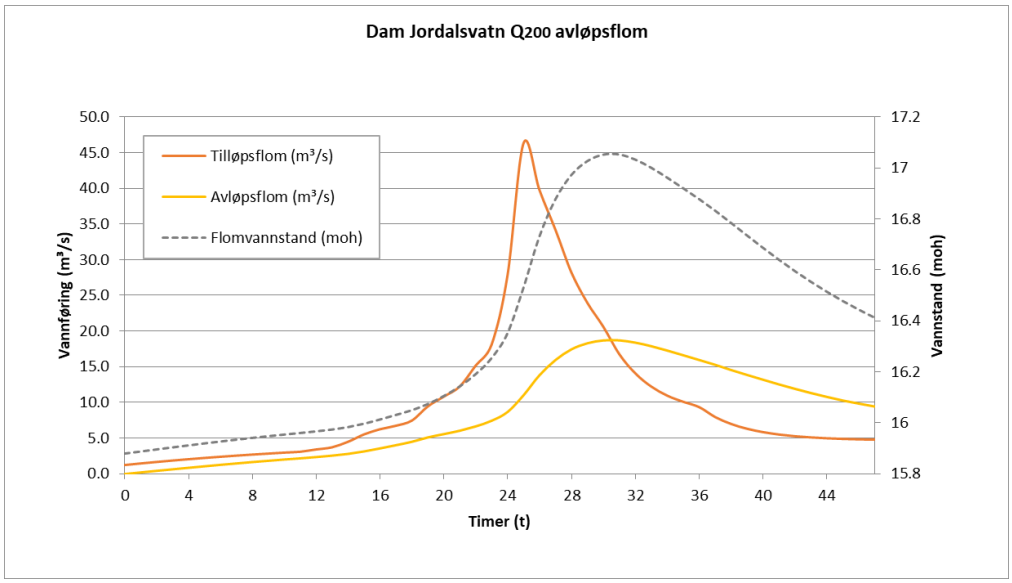
4.2 Avløpsflom

Vannstand under 200-års flom ved dam Jordalsvatnet er den samme som ved innløpet til kulvert under E39, og er dermed representativ for hele vannstrengen mellom kulvertinnløp under E30 og dam Jordalsvatnet. Overløpet i Jordalsvatnet trer i kraft på kote 15,88 moh (NN2000). Damkronen ligger på kote 17,20 moh.

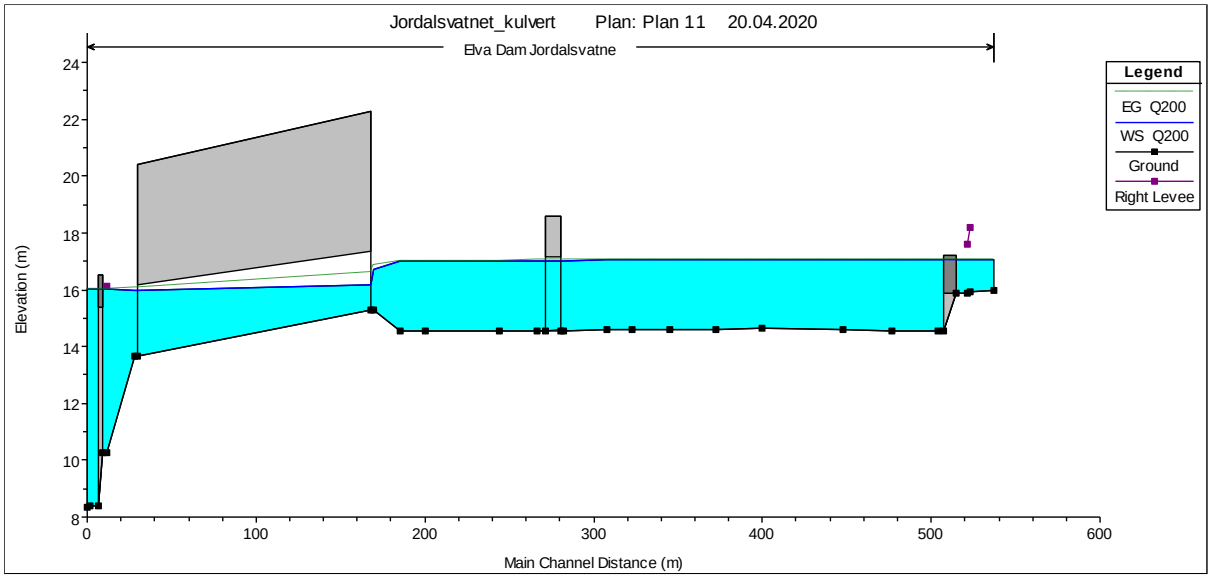
Ved å rute tilløpsflommen gjennom magasinet med tilhørende magasinvolum over HRV og overløpskapasitet som funnet i modellering av systemet i Hec-ras, blir dimensjonerende avløpsflom, Q_{200}, på 18,7 m³/s. Dette gir en flomvannstand på kote 17,05 moh., som tilsvarer en vannstands-stigning over overløpsterskelen på 1,17 m. Nedstrøms konstruksjoner i vannveien er her medregnet (kulvert under E39 og dam Eidsvåg). Lengdeprofil av modellert strekk er vist i Figur 4-3. Beregnede flomverdier er vist i Tabell 4-1. Flomforløpet er vist i Figur 4-2 . Tabulerte verdier for flomforløpet er vist i vedlegg 8.

Tabell 4-1: Dimensjonerende flomverdier for Q_{200} for dam Jordalsvatnet

Verdier for momentanflom i bruddgrensetilstand	**Q_{200}**
Tilløpsflom (m³/s)	46,4
Avløpsflom (m³/s)	18,7
Flomvannstand (moh)	17,05



Figur 4-2: Forløp for 200-års tilløps- og avløpsflom, samt flomvannstand for dam Jordalsvatnet. Nedstrøms konstruksjoner i vannveien er hensyntatt.



Figur 4-3: Lengdesnitt med, fra oppstrøms ende; dam Jordalsvatnet, bro over Jordalsstemma, kulvert under E39 og dam Eidsvåg. Figuren viser vannstand ved 200-års avløpsflom fra dam Jordalsvatnet på 18,7 m³/s.

5 Sensitivitetsanalyse

Det er mange kilder til usikkerhet i en flomberegning med magasinruting. Blant annet kan nevnes beregning av feltparametere fra kartgrunnlaget, det hydrologiske grunnlaget - og om det er representativt nok, parametervalg i avløpskurve og modelleringsusikkerhet i Hec-Ras. For å synliggjøre konsekvensene av de ulike usikkerhetene som ligger i de ulike beregningsleddene, er det anbefalt å utføre en sensitivitetsanalyse.

I denne rapporten er det valgt å se på konsekvens av 10, 20 og 40 % økning i tilløpsflom. Dette vil dermed synliggjøre konsekvenser av økt nedbør som følge av klimaendringer og usikkerheter knyttet til beregningsgrunnlaget for tilløpsflom.

Siden kulverten under E39 og dam Eidsvåg påvirker avløpsforholdet for Jordalsvatnet, er det sett på konsekvens av 25 % og 50 % tilstopping av kulverttverrsnitte. Det er også vurdert 25 % økning i Mannings tall, dvs friksjonsforholdene i vannløpet, ruheten. Grad av tilstopping er valgt på bakgrunn av alder på kulvert, og at kulverten ikke har ett glatt tverrsnitt og mye vegetasjon og med menneskelig aktivitet i nedbørfeltet som øker sannsynligheten for drivgods i vannet.

Det er også vurdert hvilken effekt den trange og grunne avløpskanalen like nedstrøms overløpet i dam Eidsvåg har å si for avløpsforholdene for dam Jordalsvatnet. Dette er gjort ved å anta at vannstanden bak dam Eidsvåg vil stige 1 meter, til kote for damkronen. I praksis er det utført ved å heve overløpsterskelen med 1 meter.

5.1 Oppskalering av tilløpsflom (inkl klimapåslag)

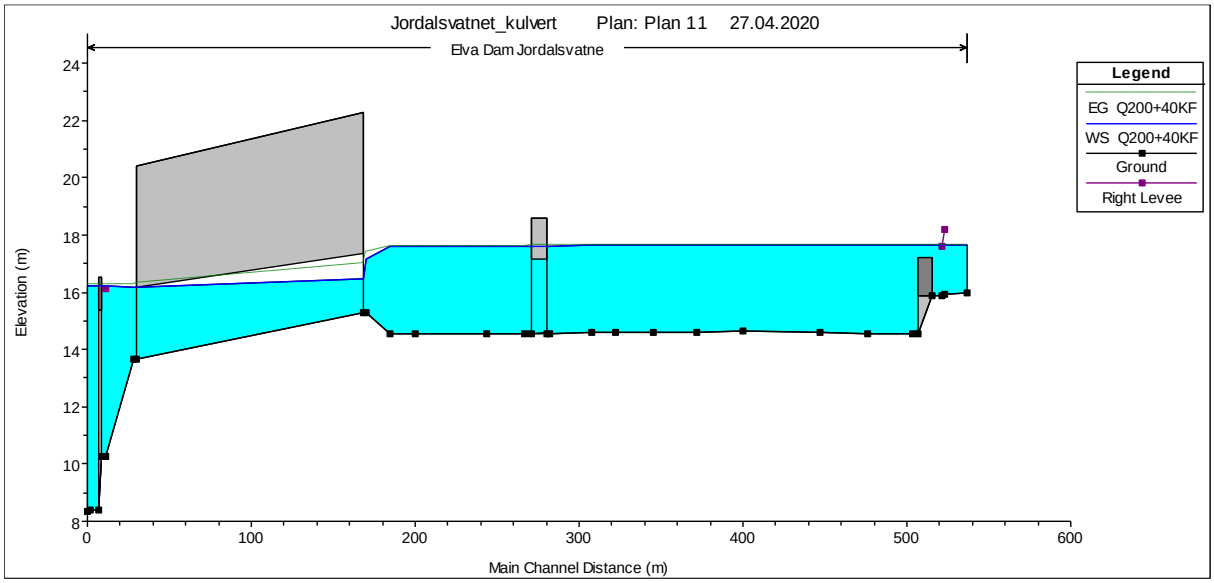
Oppskaleringen av flomstørrelsen er gjort tilsvarende som for ulykkegrensetilstand; tilløpsflommen for dam Jordalsvatnet har blitt ganget opp med 10-, 20- og 40 %, og så rutet denne gjennom magasinet. Avløpsflommen til Setervatnet inngår i denne oppskaleringen. Videre er tilhørende verdier for avløpsflom lagt inn i Hec-ras-modellen for å finne tilhørende flomvannstander der kulverten under E39 blir hensyntatt.

Tabell 5-1: Oppsummering av konsekvenser for 200 års-flomverdier ved 10-, 20- og 40 % økning i flomstørrelse

Dam Jordalsvatnet	**Q_{200}**	**Q_{200} +10%**	**Q_{200} +20%**	**Q_{200} +40%**
Tilløpsflom (m^3/s)	46,4	51,0	55,7	65,0
Avløpsflom (m^3/s)	18,7	20,6	22,7	28,6
Flomvannstand (moh)	17,05	17,18	17,30	17,54

I Klimaprofil for Hordaland blir det anbefalt å legge på 20 - 40 % i klimapåslag på beregnede flomstørrelser (Norsk Klimaservicesenter, 2017). Det største endringene er forventet i områdene litt inn for kysten, men små, bratte felt reagerer særlig raskt på kraftig og intens nedbør, som har den høyeste prognosen i økning som følge av klimaendringer.

På bakgrunn av dette anbefales det å regne med 40 % i klimapåslag for nedbørfeltet til Jordalsvatnet og Jordalsstemma.



Figur 5-1: Lengdesnitt med, fra oppstrøms ende; dam Jordalsvatnet, bro over Jordalsstemma, kulvert under E39 og dam Eidsvåg. Figuren viser vannstand ved 200-års avløpsflom + 40 % klimapåslag fra dam Jordalsvatnet på 28,6 m³/s.

5.2 Tilstopping og Mannings tall i modelloppsett

For å vurdere usikkerheten til modellen og resultatene er det gjort en sensitivitetsanalyse der vi har sett på konsekvenser ved følgende endringer fra normaloppsettet:

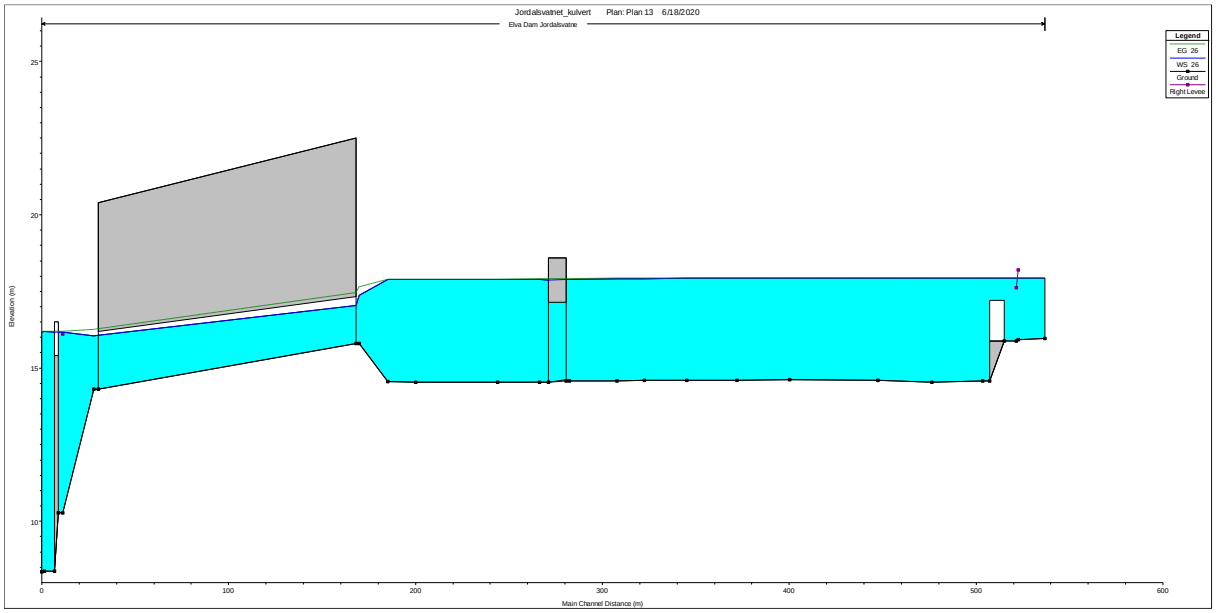
- 25 % økning av ruhet
- 25 % tilstopping av kulverttverrsnittet, der tverrsnittet er redusert fra bunn.
- 50 % tilstopping av kulverttverrsnittet, der tverrsnittet er redusert fra bunn.

Nye overløpskurver er beregnet i Hec-Ras, og lagt inn i rutingen og det er benyttet tilløpsflom inklusive 40 % klimapåslag.

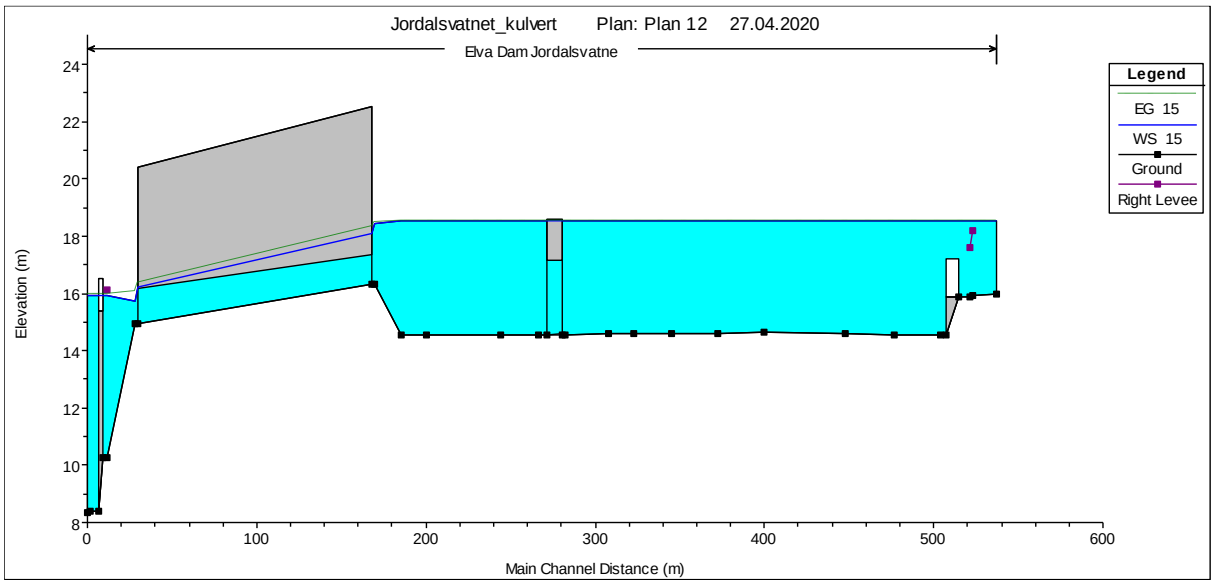
Tabell 5-2: Oppsummering av konsekvenser for 200 års-flomverdier inkl klimapåslag, ved 25- og 50 % tilstopping av kulverttverrsnittet og 25 % økning i Mannings tall (ruhet). Flomverdiene gjelder for dam Jordalsvatnet

Dam Jordalsvatnet	$Q_{200 + 40\ \% \text{ klimapåslag}}$	**25 % økning av Mannings tall**	**25 % tilstopping av kulverttverrsnitt**	**50 % tilstopping av kulverttverrsnitt**
Tilløpsflom (m³/s)	65,0	65,0	65,0	65,0
Avløpsflom (m³/s)	28,6	26,7	26,0	15,51
Flomvannstand (moh)	17,54	17,55	17,93	18,57

Vannlinjer ved 25- og 50 % tilstopping vises ved lengdeprofil i Figur 5-2 og Figur 5-3.



Figur 5-2: Lengdesnitt med, fra oppstrøms ende; dam Jordalsvatnet, bro over Jordalsstemma, kulvert under E39 og dam Eidsvåg. Figuren viser vannstand ved 200-års avløpsflom fra Jordalsvatnet+40 % klimapåslag og 25 % tilstopping av kulvert på 26 m³/s.



Figur 5-3: Lengdesnitt med, fra oppstrøms ende; dam Jordalsvatnet, bro over Jordalsstemma, kulvert under E39 og dam Eidsvåg. Figuren viser vannstand ved 200-års avløpsflom fra Jordalsvatnet+40 % klimapåslag og 50 % tilstopping av kulvert på 15,5 m³/s.

5.3 Effekter av nedstrøms forhold fra dam Eidsvåg

Avløpskanalen like nedstrøms dam Eidsvåg er både grunn og trang. Dette kan påvirke avløpsforholdene til hele systemet opp til dam Jordalsvatnet. Det er gjort en enkel analyse av dette forholdet, ved å anta at vannstanden bak dam Eidsvåg vil kunne stige 1 m (16,40 moh) før avløpskurven trer i kraft, som betyr opp til damkrone på nordlig side av dammen. I praksis er det utført ved å heve overløpsterskelen med 1 meter. Analysen er utført for Q200 inklusive 40 % klimapåslag, og Tabell 5-3 oppsummerer resultatet.

Tabell 5-3: Avløpsforhold for dam Jordalsvatnet ved Q200 inkl klimapåslag, der hensyn til dårlige avløpsforhold nedstrøms dam Eidsvåg er tatt.

Dam Jordalsvatnet	**$Q_{200+ 40\ \% \text{ klimapåslag}}$**	**Q_{200} - Overløp i dam Eidsvåg hevet med 1 m**
Tilløpsflom (m^3/s)	65,0	65,0
Avløpsflom (m^3/s)	28,6	31,8
Flomvannstand (moh)	17,54	17,77

Tabellen over viser at nedstrøms avløpsforhold fra dam Eidsvåg kan påvirke avløpskapasiteten til dam Jordalsvatnet. Det er usikkerheter knyttet til om dam Eidsvåg skal bestå eller legges ned.

6 Resultat

Beregningene viser en betydelig oppstuving bakover til Jordalsvatnet som følge av de nedstrøms konstruksjoner i vannveien; kulvert under E39 og dam Eidsvåg. Oppstuvningen er kritisk allerede ved dimensjonerende 200-års flom, uten at klimapåslag eller tilstopping er lagt til.

Fra sensitivitetsanalysen finner vi at det mest kritiske forholdet er ved 50 % tilstopping av dagens kulvert. Gitt kulvertens tilstand og at den har flere vinkelendringer, regnes det som sannsynlig at tilstopping kan opptre, og den faglige anbefalingen er å ta høyde for dette ved å bruke tallene for tilstopping fra sensitivitetsanalysen.

Et mulig tiltak som kan redusere tilstoppingsfaren vil være å etablere en rist framfor kulvertinnløpet. Avhengig av ristutformingen og lysåpningen i risten, vil det fremdeles kunne samle seg drivgods inni kulverten, og det anbefales å ta høyde for 25 % tilstopping i tillegg til rist. Dette begrunnes med kulvertens tilstand og helningsendringer. Det vil trolig være god tilkomst til vedlikehold av rist fra bl.a. Eidsvågvegen like over innløpet. Med rist forutsettes det jevnlig rensk og vedlikehold, og særlig i forkant av varslede flomsituasjoner. Tabell 6-1 oppsummerer aktuelle koter og flomvannstander fra beregningen.

Tabell 6-1: Oppsummering koter og flomvannstander

Koter (moh - NN2000)	**Verdi**
HRV dam Jordalsvatnet*	15,88
Damkrone Jordalsvatnet	17,20
Innløp kulvert under E39	15,30
HRV dam Eidsvåg*	15,40
Damkrone Eidsvåg	16,51
Lavpunkt Bybanen forbi Eidsvåg	20,95
Lavpunkt E39 forbi Eidsvåg	18,12
Flomvannstander (moh - NN2000)	
200-års flom	17,05
200-års flom+40 % klimapåslag	17,54
200-års flom+40 % klimapåslag + 25 % tilstopping	17,93
200-års flom+40 % klimapåslag + 50 % tilstopping	18,57

**) HRV – Høyeste regulerte vannstand: Kote der vannet begynner å renne over avløpsterskel*

Den kraftige oppstuvningen bakover mot Jordalsvatnet vil kunne medføre en forurensningsfare for drikkevannskilden under flom. Dette er omtalt i tidligere notat. Dam Eidsvåg, er som nevnt, en av hovedgrunnene til denne oppstuvingen, og en utredning som vil se på konsekvenser for vassdraget ved å fjerne denne dammen er bestilt av Bergen kommune, med estimert leveranse i slutten av september 2020.

Det er et lite restfelt mellom dam Jordalsvatnet og E39 som ikke er inkludert i beregningene. 200-års flombidraget fra dette feltet er estimert til ca 1,5 m^3/s basert på skalering av flomverdier for feltet til Jordalsvatnet. Dette er en såpass liten verdi at det antas av vannstandsstigningen er innenfor usikkerhetene som blir i varetatt ved å ta hensyn til klimaendringer og tilstopping av kulverten.

7 Anbefaling

Denne utredningen har sett på hvilken kote Bybanen og ny E39 må ligge over for å være sikre mot en framtidig 200-års flom. I tillegg er det vurdert, fra sensitivitetsanalyser, hvilke øvrige forutsetninger som bør legges til grunn for å ta høyde for usikkerheter i beregningene. Kulverten under E39 er per definisjon et kritisk punkt i vassdraget. Et kritisk punkt vil alltid ha en viss risiko for å bli tilstoppet, enten av drivgods eller ved at selve konstruksjonen raser sammen. I dette tilfellet har kulverten et romlig tverrsnitt, men den har også en del vinkelendringer i både horisontal- og vertikalplanet, og er noe gammel. Dette gjør at vi anbefaler at det tas høyde for tilstopping, der graden er justert etter etablering av rist eller ikke.

Det anbefales å enten ta høyde for 50 % tilstopping av eksisterende kulvert (uten rist), eller 25 % tilstopping med forutsetning om etablering av rist framfor eksisterende kulvertinnløp. For begge situasjoner er det lagt til grunn 200 års flom inklusive 40 % klimaendring.

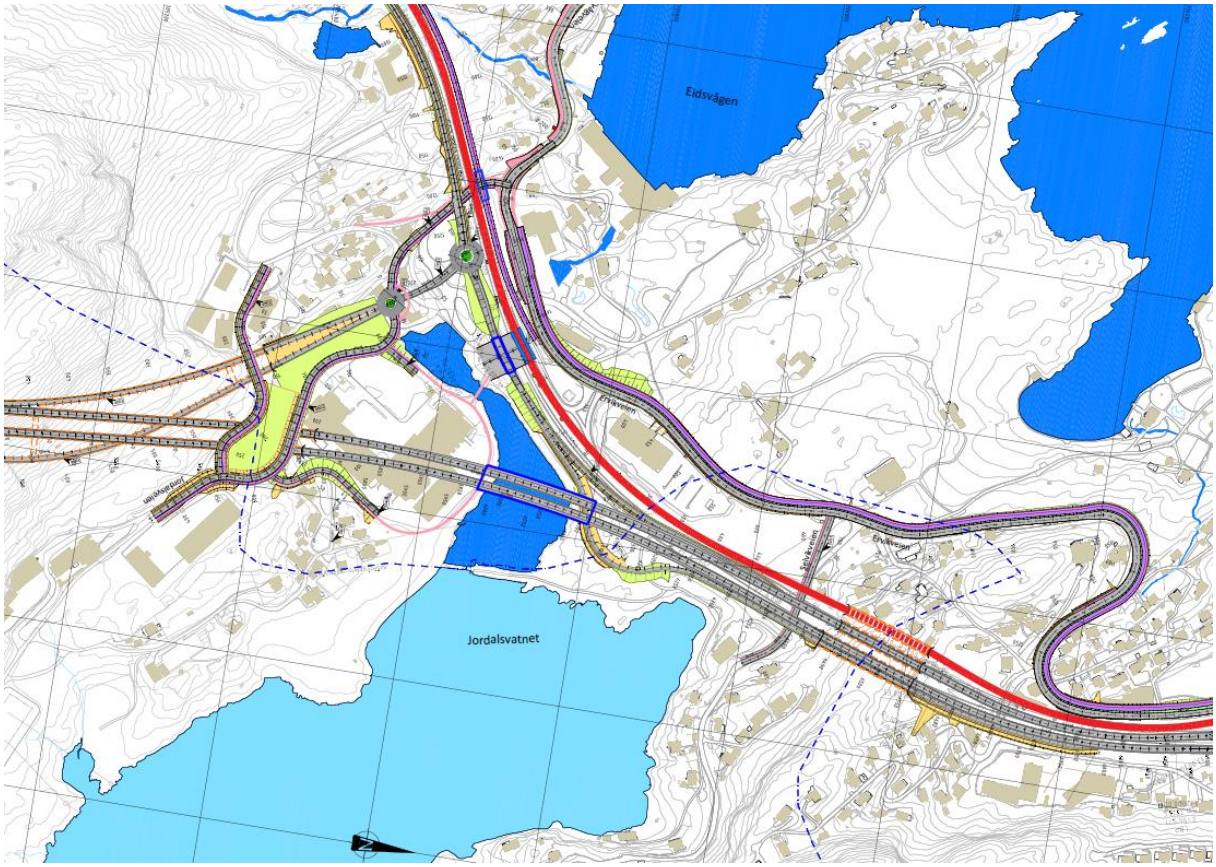
Følgende to alternativer vil da gjelde for anbefalt flomsikker kote for kryssing av Jordalsvassdraget:

1) ***Ved forutsetning om bevaring av eksisterende kulvert uten øvrige tiltak må ny E39 og Bybanen legges over kote 18,57 moh (NN2000) langs kryssingen av vassdraget for å være sikre mot en 200-års flom inkludert 40% klimapåslag. I denne beregningen legges det til grunn at kulverten kan bli 50 % tilstoppet.***

   ELLER

2) ***Ved forutsetning om bevaring av eksisterende kulvert med etablering av rist må ny E39 og Bybanen legges over kote 17,93 moh (NN2000) langs kryssingen av vassdraget for å være sikre mot en 200-års flom inkludert 40% klimapåslag. I denne beregningen legges det til grunn at kulverten kan bli 25 % tilstoppet.***

Det bemerkes at disse tallene gjelder for dagens dimensjon på konstruksjoner i vannveien. Dersom dam Jordalsvatnet, kulvert under E39 eller dam Eidsvåg blir endret, enten av damhensyn eller som følge av bybaneutbyggingen, vil flomtallene endre seg. Trolig vil de endre seg til lavere verdier dersom det blir gjort forbedrende tiltak på disse konstruksjonene.



Figur 7-1: Alternativ 01E for Bybane og E39 ved Eidsvåg. For å være sikre mot 200-års flom inkludert 40 % klimapåslag, må vei- og banetrase ligge enten over kote 18,57 uten tiltak i kulverten men med 50 % tilstopping, eller over kote 17,93 med rist i kulverten og 25% tilstopping. Figueren er et utsnitt av tegning i vedlegg 9.

Lavbrekket på planlagt bybanetrasé lagt til kote 20,95 moh, og ligger like ved kulvertinnløpet. Lavbrekket på planlagt veitrasé for E39 er lagt til kote 18,12 moh like etter utløpet av ny Fløyfjellstunnel (avlest skisse i vedlegg 11). Laveste punkt på rampe mot nord (under E39 bro) ligger ca. på kote 20 og er høyere enn laveste punkt på E39.

Ved etablering av rist ligger planlagt veitrasé på flomsikker kote. Uten rist vil det være større fare for at veibanen kan bli oversvømt ved en fremtidig 200-års flomhendelse i Jordalsvassdraget.

Det bemerkes at utredningen angående fjerning av dam Eidsvåg kan senke nivået på anbefalt flomsikker kote.

Referanser

Grethe Holm Midttømme, L. E. (2011). *Retningslinjer for flomberegninger til §5-7 i forskrift om sikkerhet ved vassdragsanlegg.* Oslo: NVE.

Norconsult. (2006). *Dam Svartediket. Flomberegning.* Norconsult.

Norsk Klimaservicesenter. (2017). *Klimaprofil Hordaland.* Oslo: Norsk Klimaservicesenter.

NVE. (2005). *Retningslinjer for flomløp. til §§4-6 og 4-13 i forskrift om sikkerhet og tilsyn med vassdragsanlegg. Utgave 2.* Oslo: NVE.

Olje- og energidepartementet. (2009, 12 18). *Lovdata*. Hentet fra Forskrift om sikkerhet ved vasdragsanlegg (damsikkerhetsforskriften): https://lovdata.no/dokument/SF/forskrift/2009-12-18-1600

Seija Steinus, P. A. (2015). *Veileder for flomberegninger i små uregulerte felt. Rapport nr 7-2015.* Oslo: NVE.

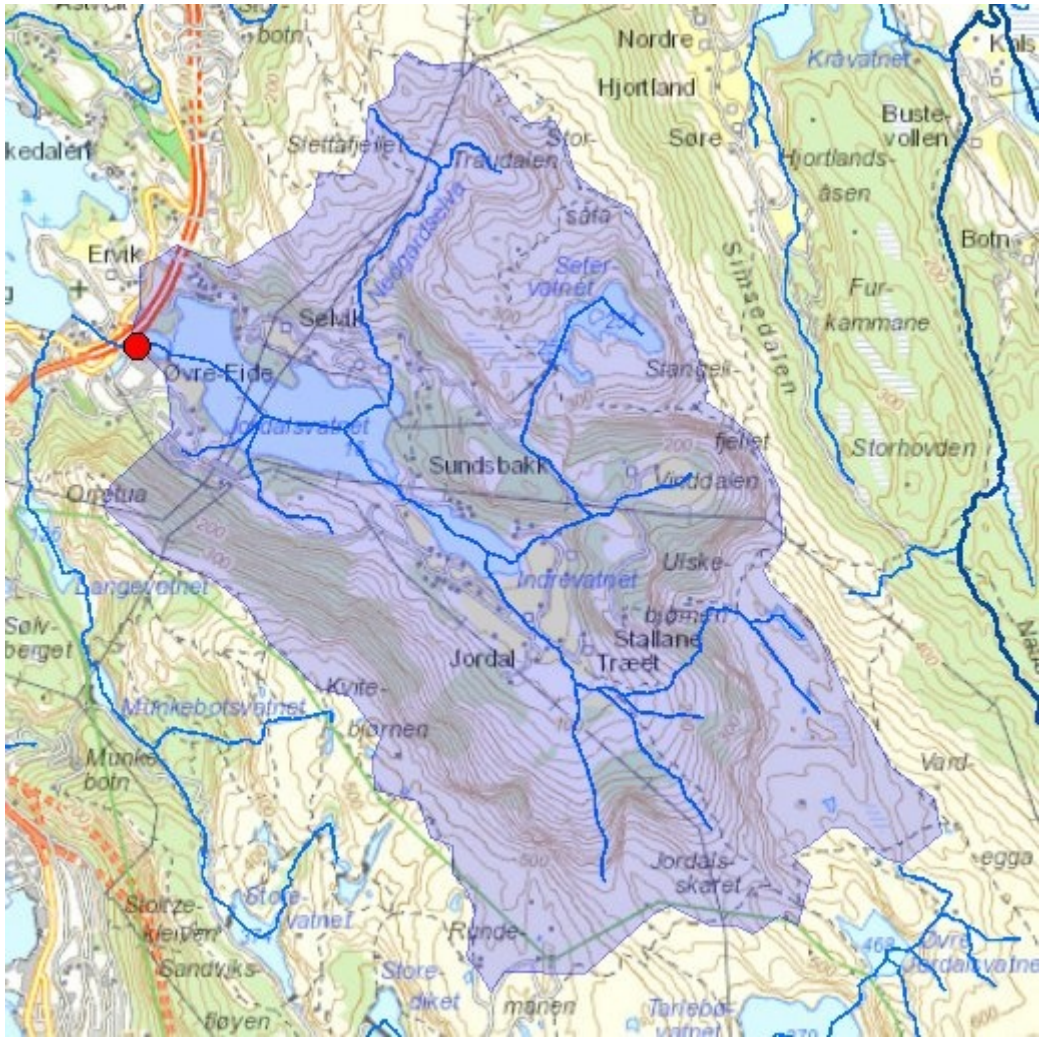
Seija Stenius, P. A. (2014). *Naturfareprosjektet Dp. 5 Flom og vann på avveie. Revidert rapport: Karakterisering av flomregimer.* Oslo: NVE.

Statens Vegvesen. (2018). *Vegbygging. Håndbok N200.* Statens Vegvesen.

United States Dept. of the Interior. Bureau of Reclamation. (1987). *Design of small dams.Third Edition.* United States Dept. of the Interior. Bureau of Reclamation.

Vedlegg

1. Nevina-rapport Jordalsvatnet
2. Detaljkart
3. Damtegninger for Jordalsvatnet og Eidsvåg
4. Oppmålte tverrsnitt for bru og kulvert nedstrøms dam Jordalsvatnet
5. Notat om modelloppsett i Hec-ras
6. Data og bilder av dam Jordalsvatnet, kulvert under E39 og dam Eidsvåg
7. Tilsigsberegninger
8. Flomforløp for dam Jordalsvatnet – Q_{200} – tabulerte verdier
9. Plantegning alternativ 01E ved Eidsvåg
10. Foreslått banetrase ved Eidsvåg pr. 24.6.2020
11. Foreslått trase for ny E39 ved Eidsvåg pr. 24.6.2020



Lavvannskart

Vassdragsnr.:	056.6
Kommune:	Bergen
Fylke:	Hordaland
Vassdrag:	KYSTFELT

Vannføringsindeks, se merknader		
Middelvannføring (61-90)	86,2	l/(s*km²)
Alminnelig lavvannføring	7,1	l/(s*km²)
5-persentil (hele året)	7,2	l/(s*km²)
5-persentil (1/5-30/9)	6,1	l/(s*km²)
5-persentil (1/10-30/4)	12,3	l/(s*km²)
Base flow	37,0	l/(s*km²)
BFI	0,4	

Klima		
Klimaregion	Vest	
Årsnedbør	2386	mm
Sommernedbør	879	mm
Vinternedbør	1506	mm
Årstemperatur	6,2	°C
Sommertemperatur	10,8	°C
Vintertemperatur	2,9	°C
Temperatur Juli	12,3	°C
Temperatur August	12,4	°C

Vedlegg 1

Feltparametere	
Areal (A)	9,4 km²
Effektiv sjø (S_{eff})	6,2 %
Elvelengde (E_L)	4,6 km
Elvegradient (E_G)	103,3 m/km
Elvegradient$_{1085}$ (G_{1085})	125,9 m/km
Feltlengde(F_L)	4,5 km
H_{min}	16 moh.
H_{10}	30 moh.
H_{20}	72 moh.
H_{30}	143 moh.
H_{40}	191 moh.
H_{50}	252 moh.
H_{60}	288 moh.
H_{70}	344 moh.
H_{80}	417 moh.
H_{90}	490 moh.
H_{max}	586 moh.
Bre	0,0 %
Dyrket mark	4,3 %
Myr	0,8 %
Sjø	7,1 %
Skog	22,2 %
Snaufjell	44,3 %
Urban	1,0 %

1) Verdien er editert

Norges vassdrags- og energidirektorat

Kartbakgrunn: Statens Kartverk

Kartdatum: EUREF89 WGS84

Projeksjon: UTM 33N

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

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

I nedbørfelt med høy breprosent eller stor innsjøprosent vil tørrværsavrenning (baseflow) ha store bidrag fra disse lagringsmagasinene.

© nevina.nve.no

Flomberegning

Vassdragsnr.: **056.6**
Kommune: **Bergen**
Fylke: **Hordaland**
Vassdrag: **KYSTFELT**

*Flomverdiene viser størrelsen på kulminasjonsflommer for ulike gjentaksintervall. De er beregnet ved bruk av et formelverk som er utarbeidet for nedbørfelt under ca 50 km2. Feltparametere som inngår i formelverket er areal, effektiv sjøprosent og normalavrenning (l/s*km²). For mer utdypende beskrivelse av formelverket henvises det til NVE –Rapport 7/2015 «Veileder for flomberegninger i små uregulerte felt». Det pågar fortsatt forskning for å*

Det pågar fortsatt forskning for å bestemme klimapåslag for momentanflommer i små nedbørfelt. Frem til resultatene fra disse prosjektene foreligger anbefales et klimapåslag på 1.2 for døgnmiddelflom og 1.4 for kulminasjonsflom i små nedbørfelt.

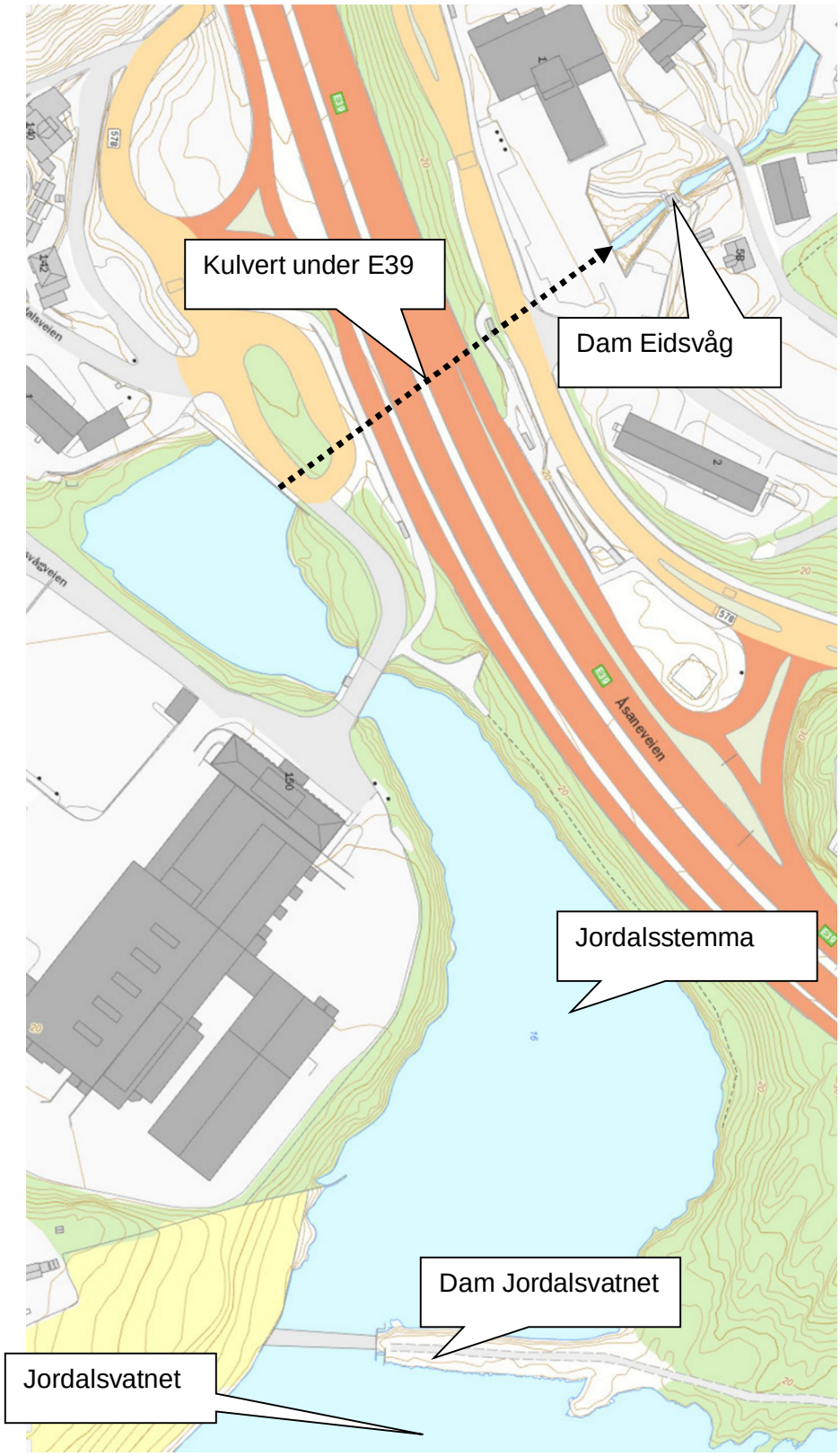
KYSTFELT	
Areal (km²)	9,43
Klimafaktor	1,4

	Q^M		Q_5	Q_{10}	Q_{20}	Q_{50}	Q_{100}	Q_{200}
	m3/s	l/(s*km²)						
Flomfrekvensfaktorer	-	-	1,21	1,41	1,65	2,01	2,33	2,71
95% intervall øvre grense (m³/s)	14,8	1571,0	18,3	21,9	26,0	32,7	39,0	45,4
Flomverdier (m³/s)	8,4	888	10,1	11,8	13,8	16,8	19,5	22,7
95% intervall nedre grense (m³/s)	4,7	501	5,6	6,4	7,3	8,6	9,8	11,3
Flommer med klimapåslag (m³/s)	11,7	1242,6	10,1	16,6	19,3	23,5	27,3	31,8

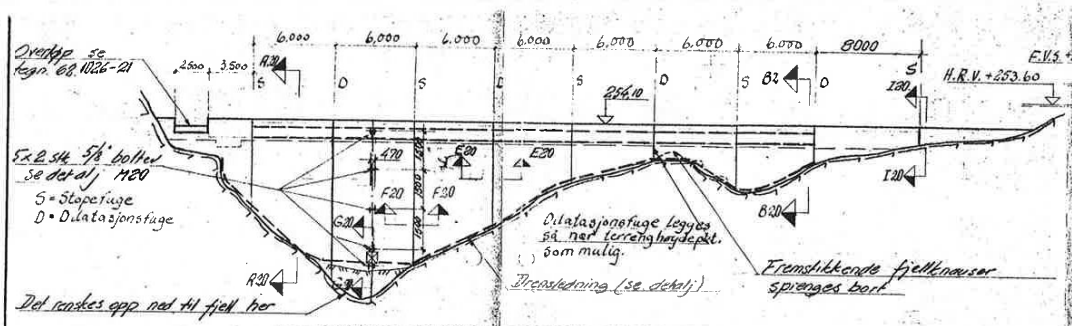
Beregningene er automatisk generert og kan inneholde feil. Det er generelt stor usikkerhet i denne typen beregninger. Resultatene må verifiseres mot egne observasjoner eller sammenlignbare målestasjoner. Resultatene er ikke gyldig som grunnlag til flomberegninger for klassifiserte dammer.

© nevina.nve.no

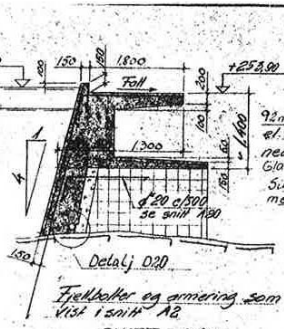
VEDLEGG 2 – DELTALJKART AV DAM JORDALSVATNET – DAM EIDSVÅG



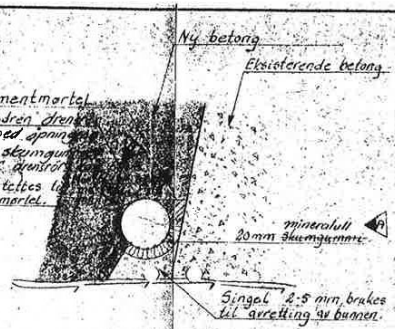
Vedlegg 3



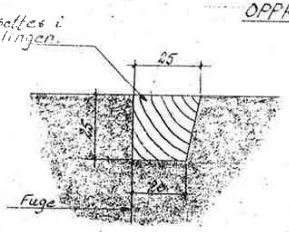
OPPRISS AV DAM SETT FRA VANNSIDEN
1:200



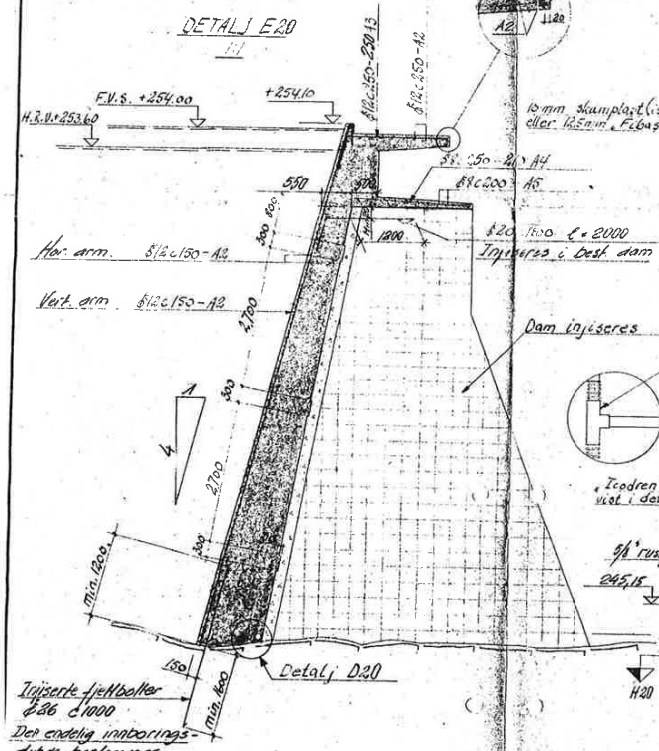
SNITT B20
1:50



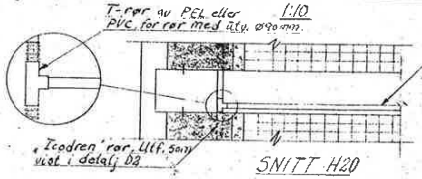
DETALJ D20
1:5



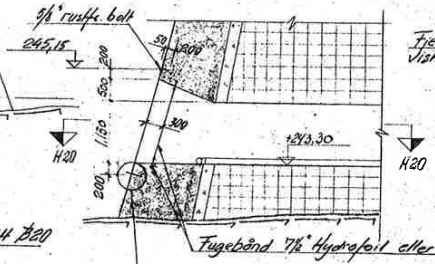
DETALJ E20
1:1



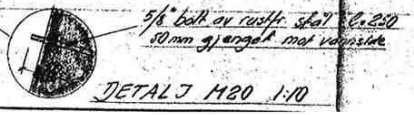
SNITT E20 AV DILATASJONSFUGE
1:10



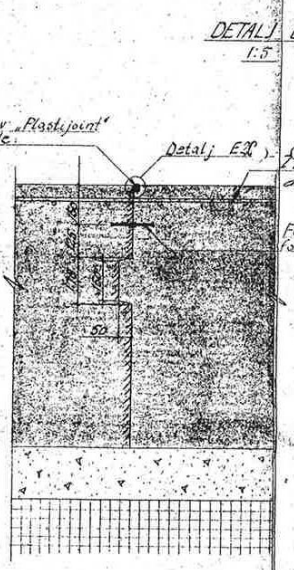
SNITT H20
1:50



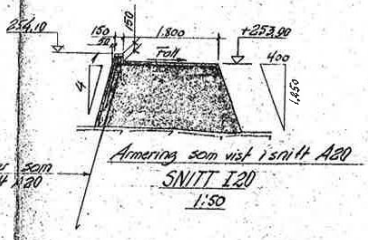
SNITT G20
1:50



DETALJ H20 1:10



SNITT F20 AV STØPEFUGE
1:10



SNITT I20
1:50

Anmerkn.
Betongkvalitet: B300
Stålkvalitet: ks40
Overdekn. armering: Mot vann = 4cm
Forøvrig = 3cm
Kun hvert femte armjern skjøtes i samme snitt
Den nye dampat renskes og spyles anbyggetig. Om nødvendig sprenges det for å få så tett kontaktflate som mulig. Eventuell injisering i dampat bestemmes på stedet.
De første 20cm støpes med finpeats, som ikke må herdne før den videre støping fortsetter.

HENVISNINGER
Overlap se tegn. 68.1026-21
Innfotsrør — 68.1024-A5

Dam Setevatn - fra revurderingsrapport 2008

REV.	REVISJONEN GJELDER	SIGN	DATO

OPPRISS OG TVERRSNITT AV DAMMEN

BERGEN KOMMUNE
DAM SETERVATNET

NOTEBY NORSK TEKNISK BYGGEKONTROLL A/S

OPPDRAG NR. 51531

1:50 | 1:100 | 1:200 | 1:500 | 1:1000 | 1:2000 | 1:5000 | 1:10000 | 08.09.97

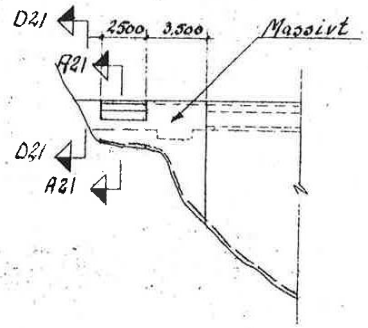
TEGN. NR. 01

VIAK RÅDGIVENDE INGENIØRER

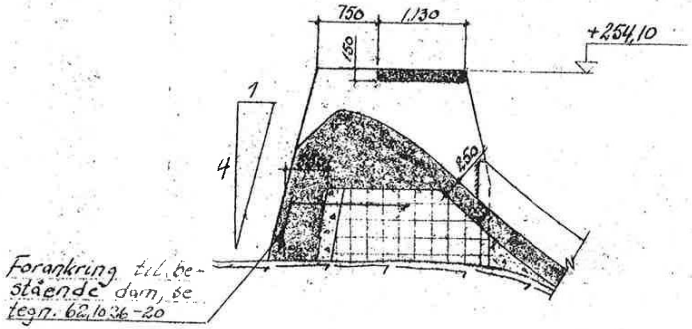
Detalj D20

B 14-4-97 K.L.

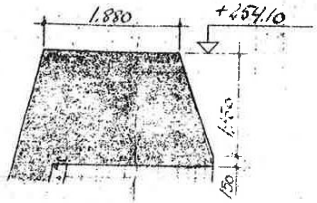
DATUM | ANT. STØRR. 1:50 1:100 1:200 1:500 1:1000 1:2000 1:5000 1:10000 | 68.1024-A6 A



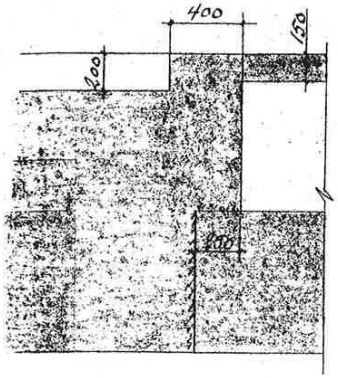
UTSNITT AV DAM MED OVERLØP
1:200



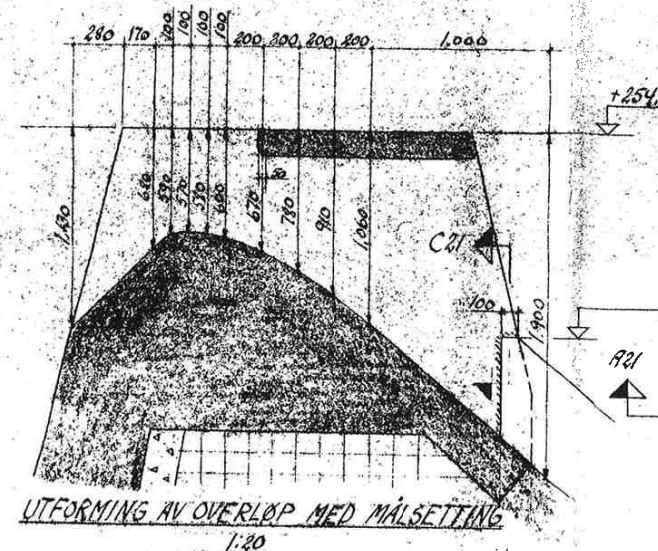
SNITT A21
1:50



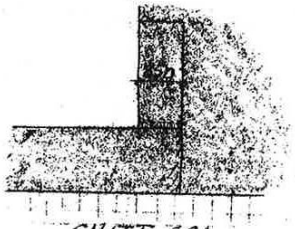
SNITT D21
1:50



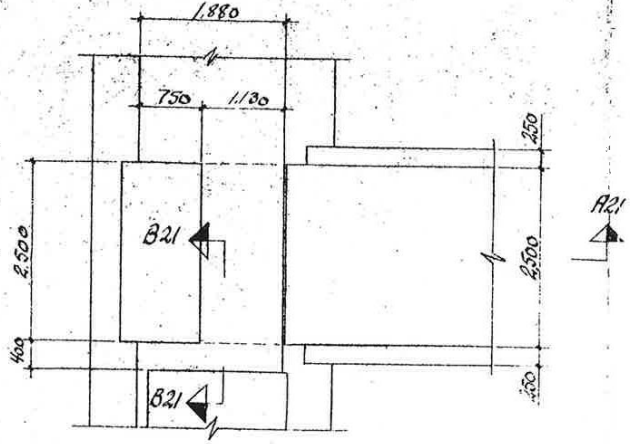
SNITT B21
1:20



UTFORMING AV OVERLØP MED MÅLSETTING
1:20



SNITT C21
1:50



PLAN OVERLØP
1:50

ANMERKNINGER

I overløp og gangbro brukes betong B3

Betongoverdekninger:

Overløp og vegger ved overløp 50 mm

Gangbro: 30 mm

HENVISNINGER

Renne fra overløp, se tegn. 62.1024-

Armering overløp: se tegn. 62.1026-121

Tegn. av dam forøvrig se tegn. 62.1026-

REV.	REVISJONEN GJELDER	SIGN.	DATO

FLOMOVERLØP

BERGEN KOMMUNE

DAM SETERVATNET

MÅLESTOKK 1:20 1:50 1:200

TEGNET

KONTR.

DATO 09.09.9

ERST. FOR.

NOTEBY NORSK TEKNISK BYGGEKONTROLL A/S

OPPDRAG NR. 51531

TEGN. NR. 502

RETTELSER	VER.	DAT.	SIGN

VIAK A/S RÅDGIVENDE INGENIØRER

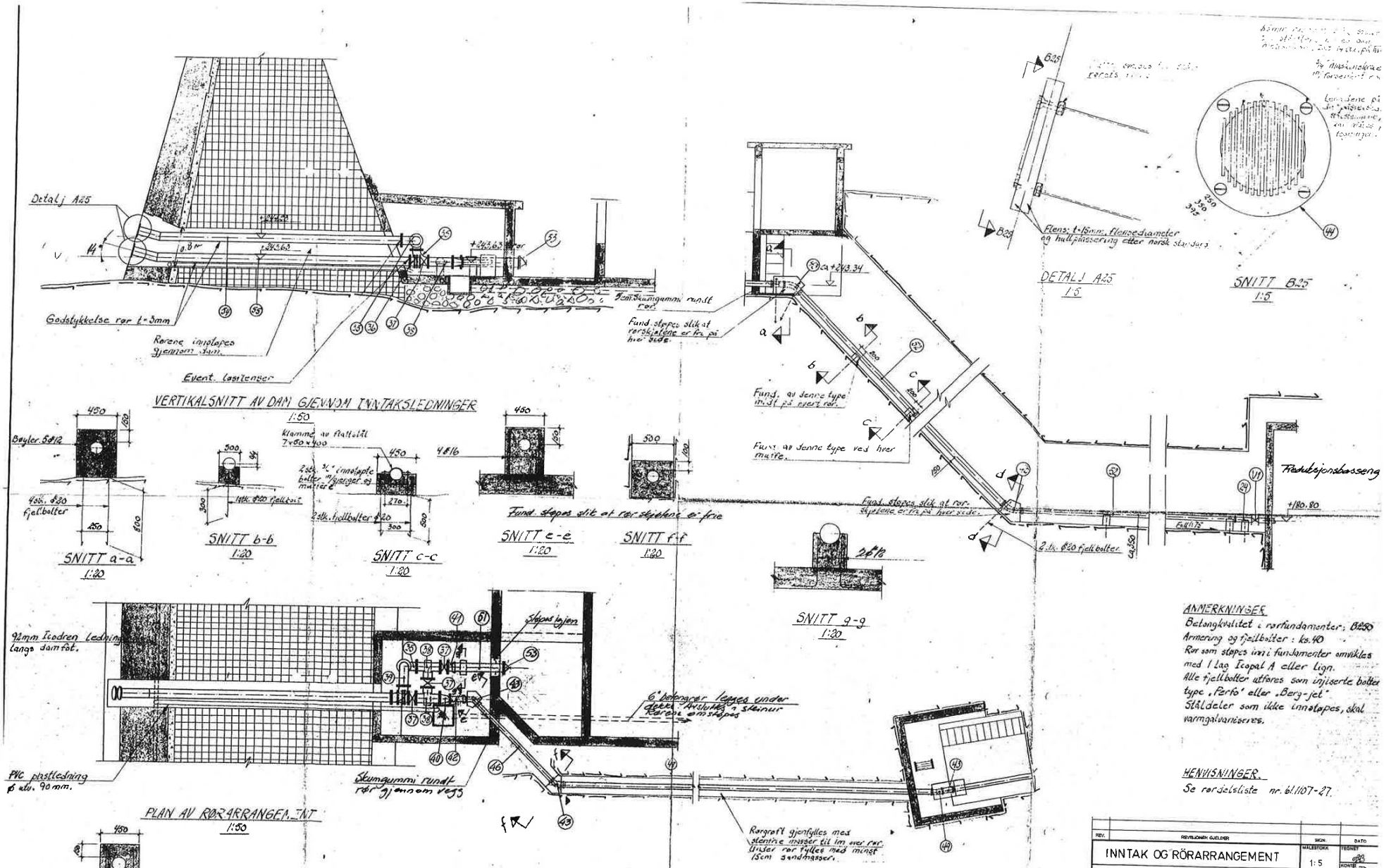
TEGN.

KFR.

DATUM

MÅLESTOKK 1.200 1:50, 1:20

62.1026-21



ANMERKNINGER

Betongkvalitet i rørfundamenter: B25
Armering og fjellbolter: ks.40
Rør som støpes inn i fundamenter omvikles med 1 lag Icopal A eller lign.
Alle fjellbolter utføres som injiserte bolter type „Perfo" eller „Berg-jet"
Ståldeler som ikke innstøpes, skal varmgalvaniseres.

HENVISNINGER.

Se rørdelsliste nr. 61.1107-27.

REV.	REVISJONEN GJELDER	SIGN.	DATO

INNTAK OG RÖRARRANGEMENT

BERGEN KOMMUNE
DAM SETERVATNET

MÅLESTOKK	TEGNET	KONTR.	DATO
1:5 1:50	AB	PT	09.09.97

EKST. FOR.

NOTEBY NORSK TEKNISK BYGGEKONTROLL A/S

OPPDRAG NR. 51531

TEGN. NR. 503 REV.

VIAK RÅDGIVENDE INGENIØRER

TEGN. AJ JK

DATO MÅLESTOKK

Vedtatt kommunal skjønnsdir. A 15/6-67 JK
RETTELSER

Nr. 1024-25A

Vedlegg 3

Dam Jordalsvatn

297800
297820
297840
297860
297880
297900

SNITT 4

Damfot mot fjell
Fra tegning 62.1106-13, datert 08.12.1973

SNITT 3

SNITT 2

SNITT 1

Damfot
Fra tegning 62.1106-13, datert 08.12.1973

Damfot

Avslutning stabilisert betong

35994 MM

562 MM

3016 MM

SNITT DAMKRONE

Damfot mot nåv. bunn
Fra tegning 62.1106-13, datert 08.12.1973

Damfot mot fjell
Fra tegning 62.1106-13, datert 08.12.1973

Damfot
Fra tegning 62.1106-13, datert 08.12.1973

N

0 4 8 12 16 20M

6705620 6705640 6705660 6705680 6705700 6705720 6705740

Rev.	Tekst:	Rev.dato:	Kontr:
01- D	Lagt inn data fra gamle tegninger	28.04.09	
-			
-			
-			
-			
-			
-			
-			
-			

PROSJEKTFASE

asplan viak

Prosjekt:
Jordalsvatnet
Oppdragsgiver:
Bergen kommune

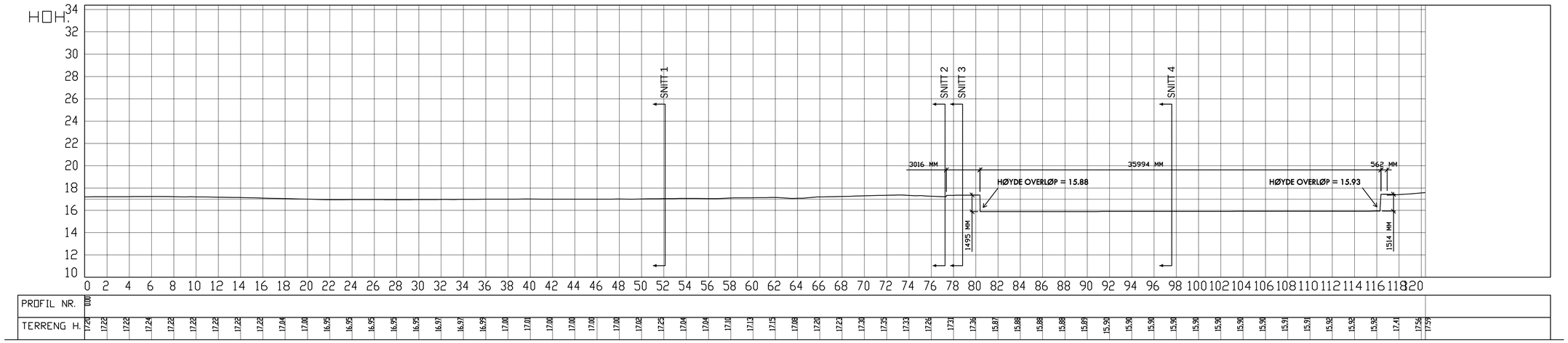
Profilplan

Oppdragsleder:	Tegn:	Målestokk:
HH	JBR	1:200 / A1
Oppdragsnr.:	Kontr:	Dato:
520305		20.02.2009

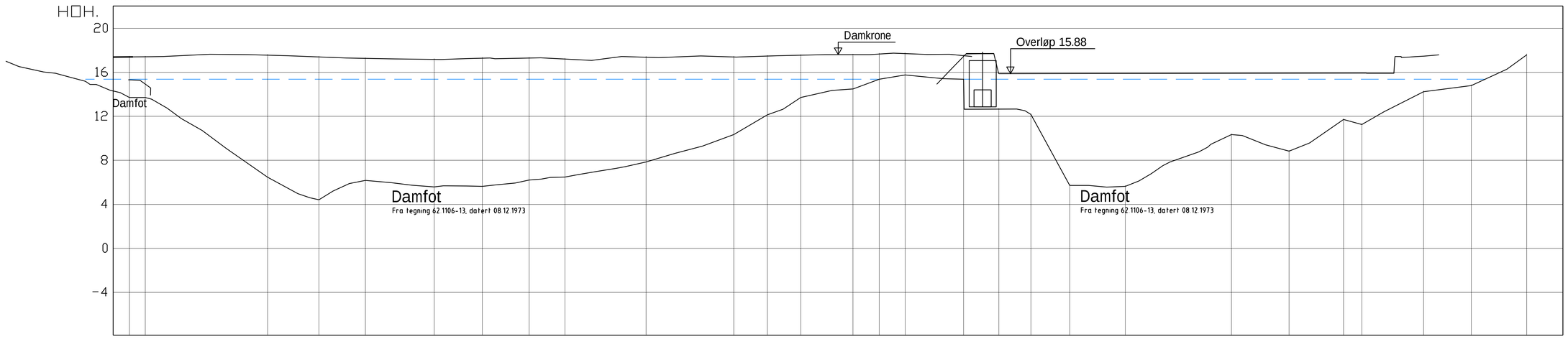
Tegn. nr.: **H M** (Fag Type) **110** (Etg. Løpenr.)

Rev.: **01- D**

LENGDESNITT DAMKRONE



OPPRISS



Avstand	1,47	1,43	11,10		4,67		4,21		6,25		4,36		4,25		3,24		7,36		7,96		3,04		3,04		4,74		2,38	2,35	5,30		3,20	2,90	3,53	5,03	9,65		5,22	4,95	1,66	5,61	4,32	5,14	
Damkrone	17,39	17,41		17,55		17,39		17,26		17,17		17,28		17,30		17,20		17,37		17,40		17,38		17,55		17,60	17,65	17,70		17,51												
Damfot	13,70	13,70		6,46		4,42		6,17		5,58		5,63		6,21		6,47		7,89		10,34		12,14		13,71		14,49	15,37	15,76		15,40	12,64	12,65	12,16	5,72		5,63		10,33		8,84		11,70	11,26		14,24		14,77		17,59

0 4 8 12 16 20M

Rev.	Tekst:	Rev.dato:	Kontr:
01- D	Lagt inn data fra gamle tegninger	28.04.09	
02- D	NN2000 høyder på overløp	24.03.17	
03- D	NN2000 høyder	21.04.17	
-			
-			
-			
-			
-			
-			

PROSJEKTFASE

asplan viak

Prosjekt:
Jordalsvatnet
Oppdragsgiver:
Bergen kommune

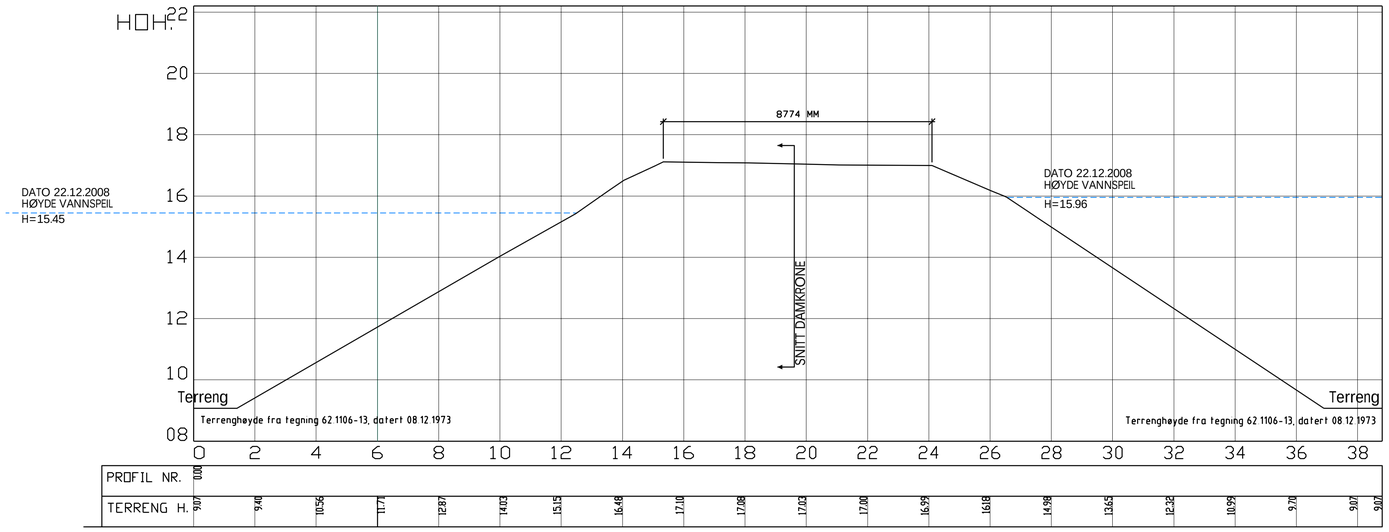
Profiler

Snitt damkrone og oppriss
Høydedatum NN2000

Oppdragsleder: HH
Tegn: JBR
Målestokk 1:200 / A1
Oppdragsnr.: 520305
Kontr:
Dato: 20.02.2009

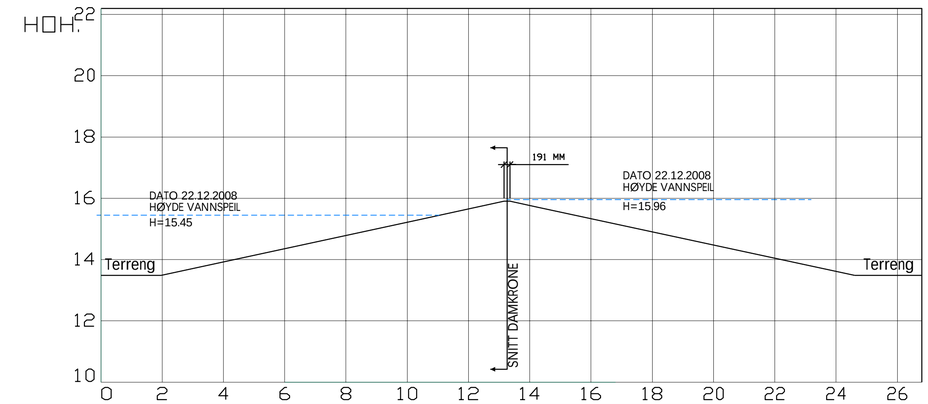
Tegn. nr: **H M 111**
Fag Type Etg. Løpenr.
Rev. **03- D**

SNITT 1



PROFIL NR.	0.00																		
TERRENG H.	9.07	9.40	10.56	11.74	12.87	14.03	15.15	16.48	17.10	17.08	17.03	17.00	16.99	16.18	14.98	13.65	12.32	10.99	9.70	9.07	9.07

SNITT 4



PROFIL NR.	0.00																		
TERRENG H.	13.48	13.48	13.92	14.35	14.78	15.21	15.65	15.76	15.33	14.90	14.48	14.04	13.61	13.48					

SNITT 2

PROFIL NR.	0.00											
TERRENG H.	15.42	15.50	16.21	16.90	17.31	17.32	17.25	17.18	17.16	16.91	16.46	15.95	15.17

SNITT 3

PROFIL NR.	0.00				
TERRENG H.	15.10	15.86	17.25	17.35	17.37

0 2 4 6 8 10M

Rev.	Tekst:	Rev.dato:	Kontr:
01-D	Lagt inn data fra gamle tegninger	28.04.09	
02-D	NN2000 høyder på overløp/vannspeil	24.03.17	
03-D	NN2000 høyder	24.04.17	
-			
-			
-			
-			
-			
-			

PROSJEKTFASE

asplan viak

Prosjekt:
Jordalsvatnet
Oppdragsgiver:
Bergen kommune

Profiler

Snitt

Høydedatum NN2000

Oppdragsleder:	Tegn:	Målestokk
HH	JBR	1:100 / A1
Oppdragsnr.:	Kontr:	Dato:
520305		20.02.2009

Tegn. nr:

Fag	Type	Etg.	Løpenr.	Rev.
H	M		112	03-D

Vedlegg 3

Dam Eidsvåg

6705750
6705740
6705730
6705720
6705710
6705700

297460 297470 297480 297490 297500 297510 297520

OPPRISS DAM

SNITT 3
SNITT 2
SNITT 1
SNITT 7
SNITT 8
SNITT 5
(Overløp)
SNITT 4
SNITT 6
SNITT DAMKRONE
SNITT DAMKRONE
(Overløpskanal)
SNITT 8
SNITT 5

Topp steinmur
DAMFOT
Murtopp parkering
Murtopp mot sør
Dambygg

N

0 2 4 6 8 10M

Rev.	Tekst:	Rev.dato:	Kontr:
01- D	Nye snitt	28.04.09	
-			
-			
-			
-			
-			
-			
-			
-			

PROSJEKTFASE

asplan viak

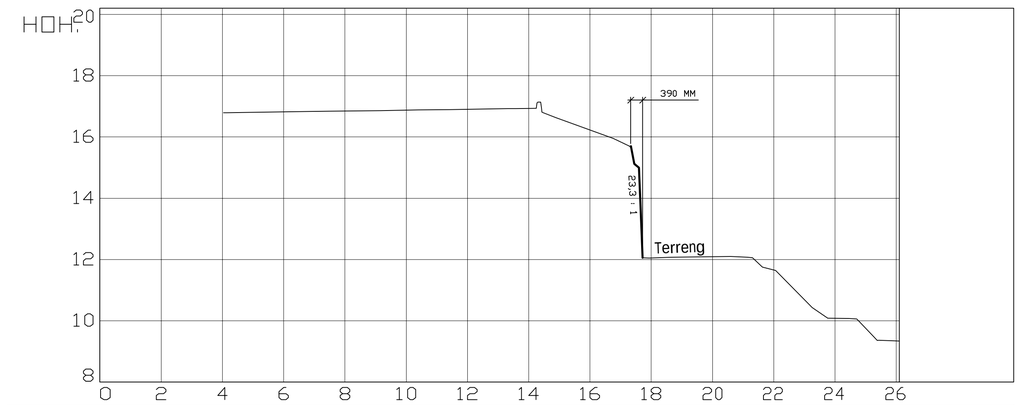
Prosjekt:
Eidsvåg
Oppdragsgiver:
Bergen kommune

Profilplan

Oppdragsleder:	Tegn:	Målestokk
HH	JBR	1:100 / A1
Oppdragsnr.:	Kontr:	Dato:
520305		20.02.2009

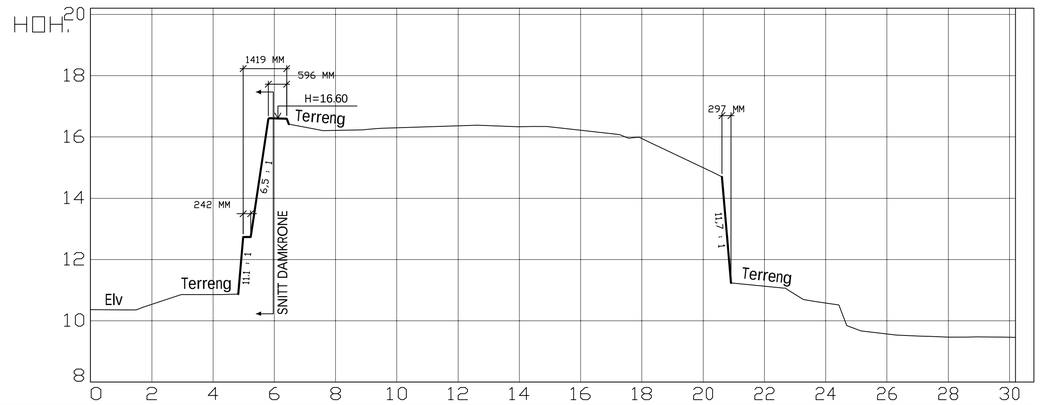
Tegn. nr: **H M 100** (Fag Type Etg. Løpenr.) Rev. **01- D**

SNITT 1



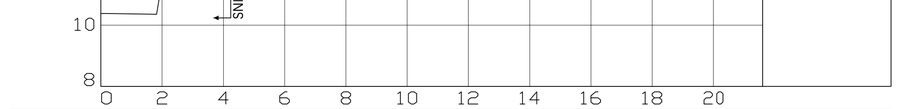
PROFIL NR.	0.00										
TERRENG H.		16.79	16.82	16.65	16.67	16.50	16.53	16.22	12.05	12.09	11.65	10.08	9.24	9.24

SNITT 2



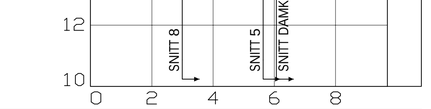
PROFIL NR.	0.00													
TERRENG H.	10.36	10.54	10.85	16.61	16.21	16.30	16.37	16.33	16.22	15.95	15.00	11.13	10.58	9.57	9.47	9.46	9.46

SNITT 3



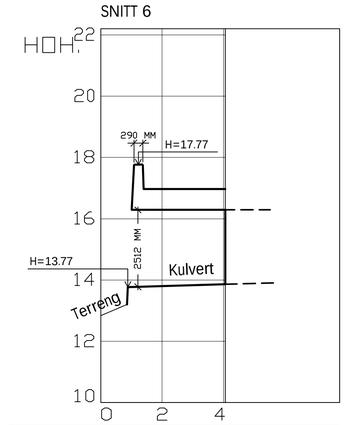
PROFIL NR.	0.00									
TERRENG H.	10.38	11.42	16.03	16.12	15.90	15.83	15.62	15.03	11.62	11.41	11.12	10.88

SNITT 4



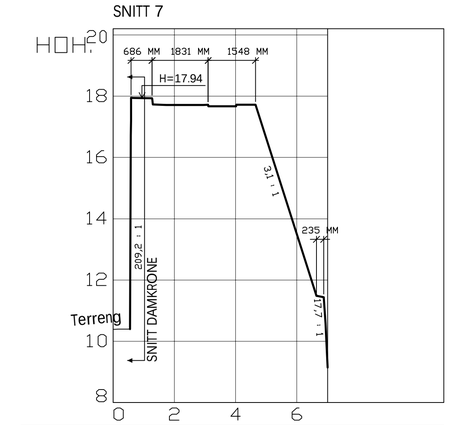
PROFIL NR.	0.00					
TERRENG H.	16.12	14.47	15.20	15.46	14.41	13.98

SNITT 6



PROFIL NR.	0.00			
TERRENG H.	12.54	13.80	13.86	13.86

SNITT 7



PROFIL NR.	0.00				
TERRENG H.	10.39	17.22	17.67	13.49	9.14

0 2 4 6 8 10M

Rev.	Tekst:	Rev.dato:	Kontr:
01- D	Revisjon snitt	28.04.09	
-			
-			
-			
-			
-			
-			
-			
-			

PROSJEKTFASE

asplan viak

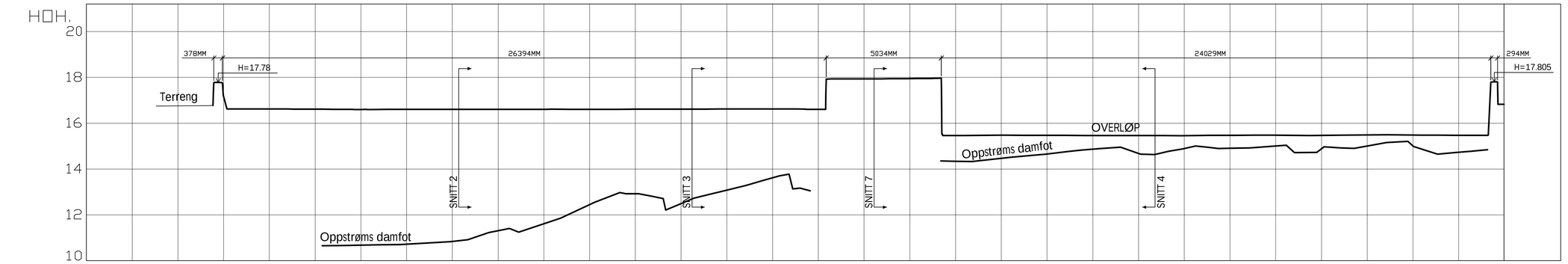
Prosjekt:
Eidsvåg
Oppdragsgiver:
Bergen kommune

Profiler
Snitt 1, 2, 3, 4, 6 og 7

Oppdragsleder:	Tegn:	Målestokk
HH	JBR	1:100 / A1
Oppdragsnr.:	Kontr:	Dato:
520305		20.02.2009

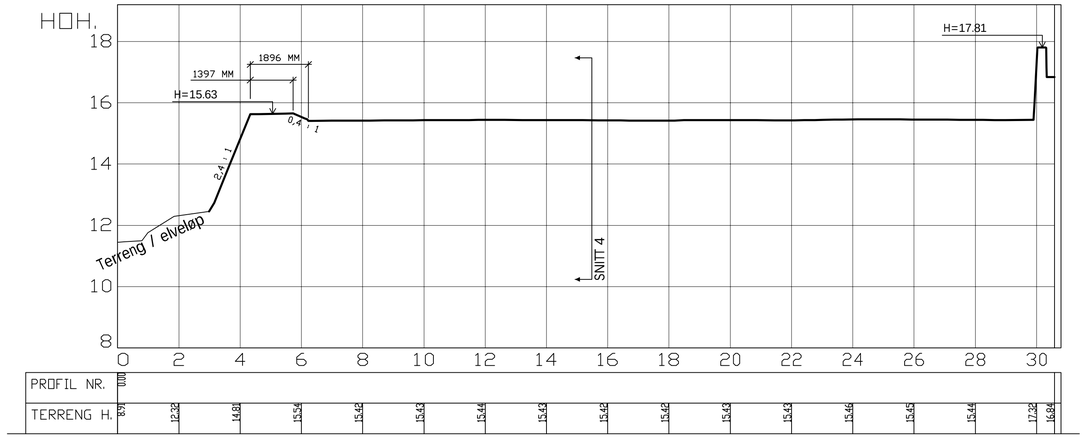
Tegn. nr: **HM 101** (Fag Type Etg. Løpenr.) Rev. **01- D**

SNITT DAMKRONE



| | | |

OVERLØP - SNITT 5



OVERLØPSKANAL - SNITT 8

0 2 4 6 8 10M

Rev.	Tekst:	Rev.dato:	Kontr:
01- D	Nye snitt	28.04.09	
-			
-			
-			
-			
-			
-			
-			
-			

PROSJEKTFASE

asplan viak

Prosjekt:
Eidsvåg

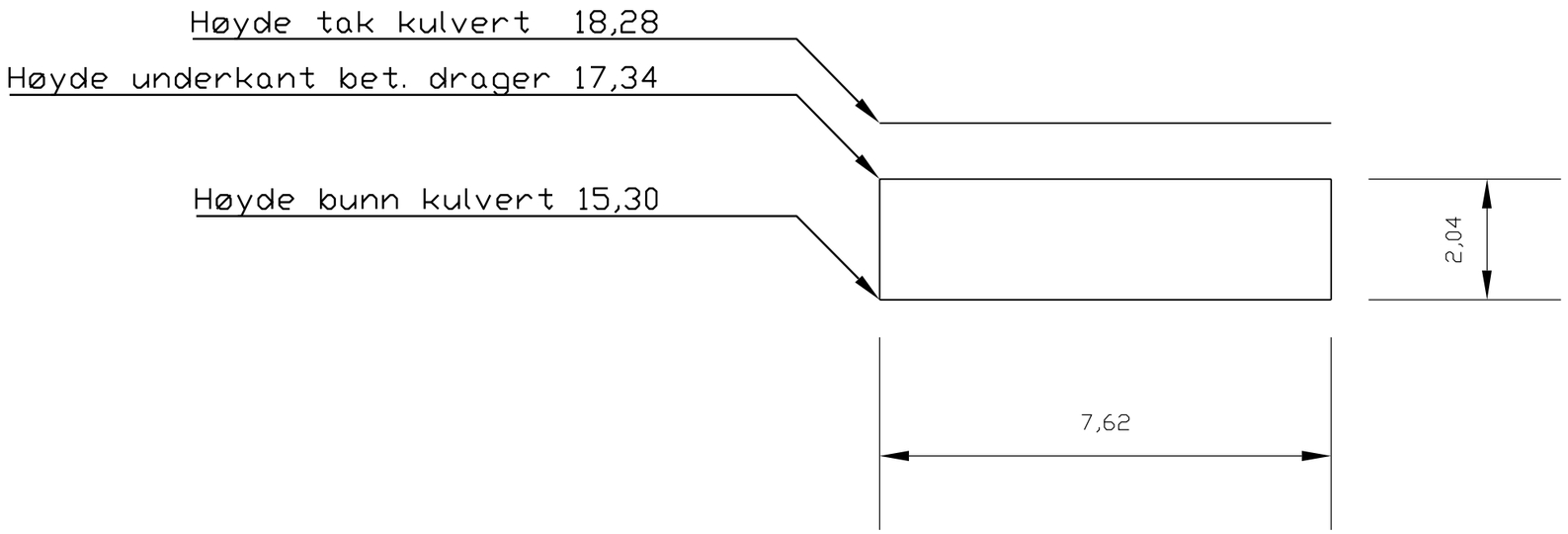
Oppdragsgiver:
Bergen kommune

Profiler
Snitt 5 og 8

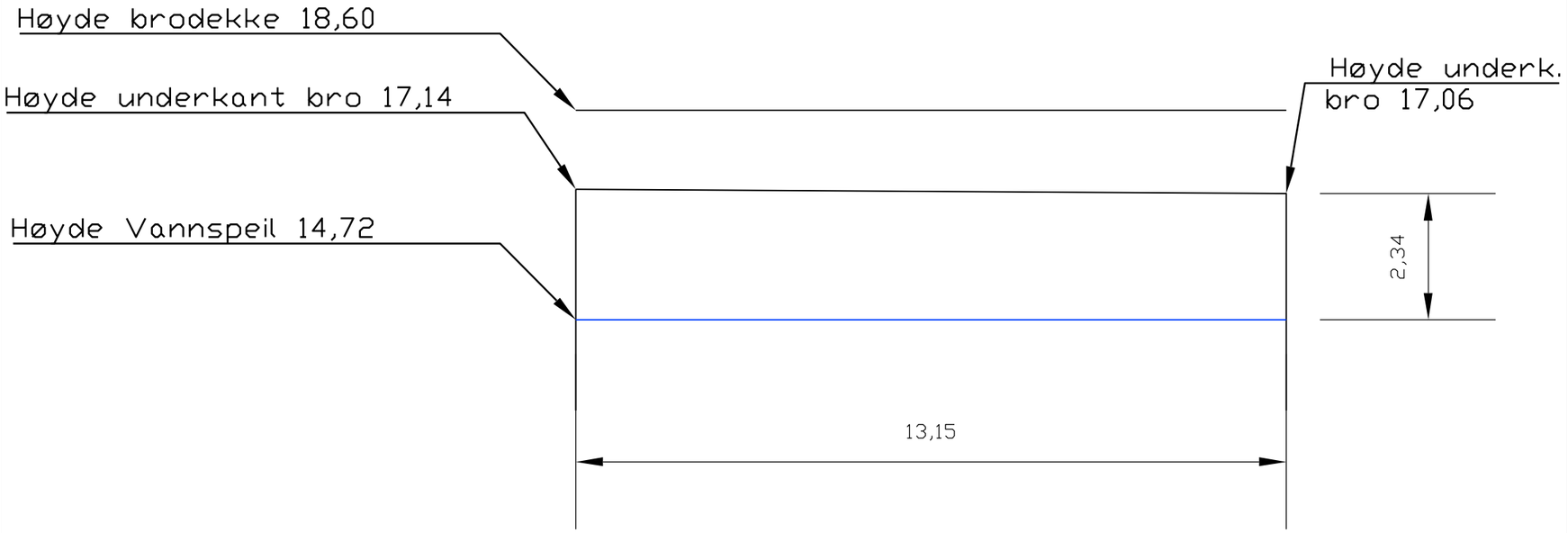
Oppdragsleder:	Tegn:	Målestokk
HH	JBR	1:100 / A1
Oppdragsnr.:	Kontr:	Dato:
520305		20.02.2009

Tegn. nr: **HM 102** (Fag / Type / Etg. / Løpenr.) Rev. **01- D**

Mål i kulvert



Lysåpning bro



Tegningsnummer: **H J -- 101**

Revisjon: **O-01**

Rev.	Tekst:	Rev.dato:	Tegn:	Kontr:
O-01	Tegning opprettet	18.10.19	HH	xx

PROSJEKTFASE

asplan viak

Prosjekt:
Dammer - Innmåling 2019

Oppdragsgiver:
Bergen kommune

Eidsvåg

Snitt innløp kulvert, bro

Oppdragsleder:	Koordinatsystem:	Målestokk:
	Euref89	1:100
Oppdragsnr.:	Høydedatum:	Arkformat:
613576-04	NN2000	A3

Tegn. nr: **HJ -- 101** (Fag Type Etg. Løpenr.)

Rev. **O -01**

VEDLEGG 5 – MODELLOPPSETT I HEC-RAS

1. INNLEDNING

Det er satt opp en hydraulisk modell i programmet HEC-RAS 5.0.7 for å beregne avløpskurve for dam Jordalsvatnet, der det blir tatt hensyn til nedstrøms konstruksjoner i vannveien (bro, kulvert under E39 og dam Eidsvåg). Modellen er satt opp som en 1D hydraulisk modell og kulverten under E39 er lagt inn som en bro på grunn av bredde og lengde.

1.1. Modelloppsett

Det er benyttet en digital terrengmodell (DTM) som er laget med data hentet fra høydedata.no. Data er basert på laserskanninger med fly over området fra 2018, og har en punkttetthet på 5 pkt/m^2. Elvebunn og terrenget i den hydrauliske modellen er representert i form av tverrprofiler som er tatt ut fra terrengmodellen. Det finnes ingen kjente innmålinger av elvebunnen på strekningen. Bro, kulvert og dam er lagt inn som 1D-strukturer basert på innmålte verdier. Figur 1 viser oversikten over Hec-Ras modell oppsett. Vedlegg 1 viser inngangsdata for de ulike konstruksjonene i modellen.

Jordalsstemma er i praksis en kort elvestrekning som fører til kulverten under E39 og videre til dam Eidsvåg. Inntaket til kulverten er på kote 15,30 moh. Bredde og høyde på innløpstverrsnittet er innmålt til 7,62 m x 2,04 m og utløpstverrsnittet er målt til 7,37 x 2,51 m. Høyde er regnet til underkant av betongdragerne, som ligger på tverrs i taket gjennom kulverten. Taket i kulverten er innmålt til kote 18,28 moh, men differansen mellom underkant dragere og tak er ikke medregnet i modellen. På grunn av bredde, lengde og ulike inn- og utløpsdimensjoner, er kulverten lagt inn som en bro i modellen.

Et stykke inn i kulverten er det ledevegg i midten. Denne er ikke tatt hensyn til i modelloppsettet, men det er valgt det mest konservative kulverttverrsnittet. Utløpskote er innmålt til 13,68 moh.

Det går en bro over Jordalsstemma. Denne er også lagt inn i modellen med innmålte data for høyde og lengde. Det er ikke lagt opp til at vann kan renne i gang- og vegtunneler under dagens E39

Figur 1: Tverrsnittprofiler for elva benyttet i Hec-Ras modellen.

1.2. Friksjonsforhold

Friksjonsforholdene er vurdert ut fra bilder, kart og arealbruk. Området som er kartlagt, er i hovedsak skog og elvebunnen består i hovedsak av store steiner. Basert på dette er ruhetsverdier (Mannings n) satt til 0,03 i elveløpet og 0,12 for sideareal og 0,012 i selve kulverten.

1.3. Grensebetingelser

Modellen kjøres som underkritisk med startbetingelse dam Eidsvåg. Avløpskurven for dam Eidsvåg er lagt inn som nedstrøms grensebetingelse.

1.4. Damanlegg

Dam Jordalsvatnet og dam Eidsvåg er lagt inn i modellen med lengder og koter som omtalt i hovedrapporten for flomberegningen. Vedlegg 3 og 4 til hovedrapporten viser tegninger med dam- og kulvertmål.

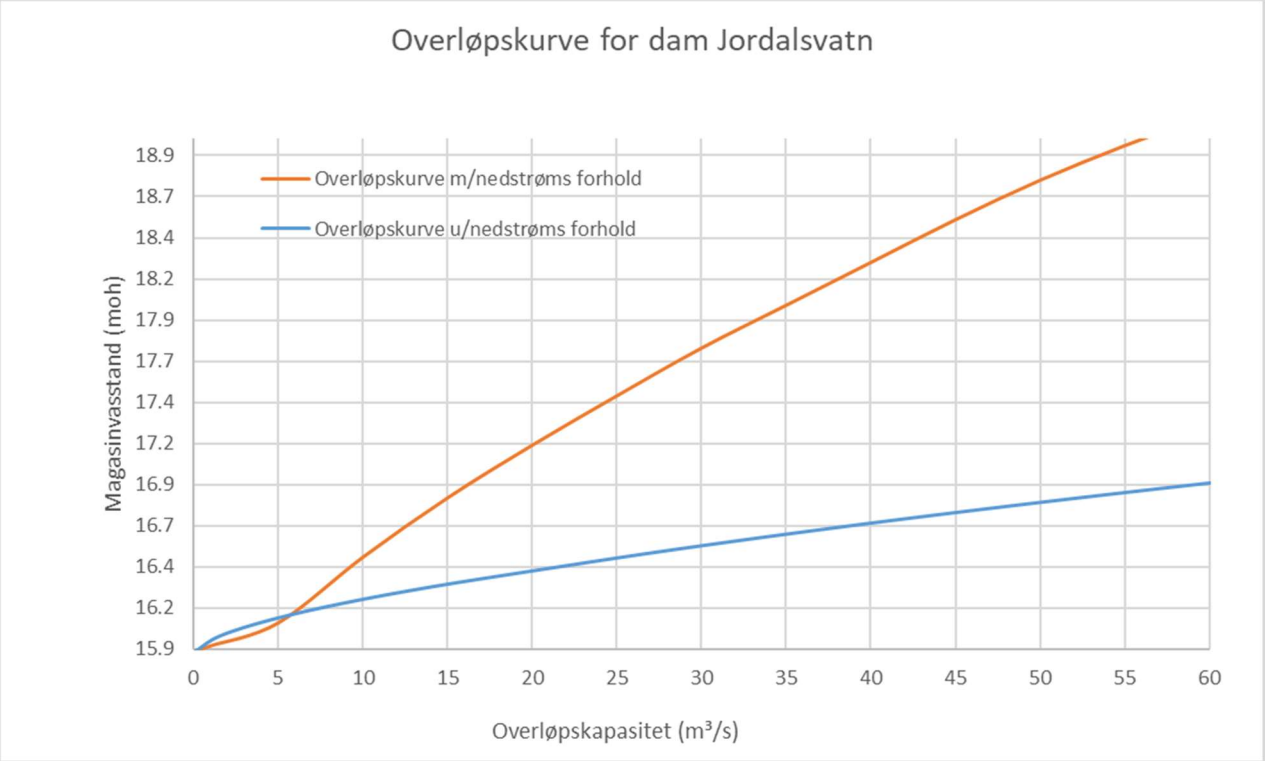
1.5. Kalibrering

Det foreligger ikke kalibreringsdata, det vil si samtidig innmåling av vannføring og vannstand, for elvestrekningen. Det er derfor ikke mulig å kalibrere modellen mot observerte data. For å få et inntrykk av hva en endring i ruhet og vannføring betyr for resultatet er det gjort en følsomhetsanalyse der en har økt ruhetsverdien (Mannings tall) med 25 % og sett på konsekvenser av 50 % tilstopping av kulverttverrsnittet, mer om dette i hovedrapporten for flomberegningen.

2. RESULTAT FRA SIMULERING – OVERLØPSKURVER FOR DAM JORDALSVATNET

Figur 2 viser overløpskurver for dam Jordalsvatnet, med og uten hensyn til nedstrøms konstruksjoner. Den gule grafen er resultatet fra Hec-Ras modellen, mens den oransje grafen er fra beregninger i regneark. Overløpskurven fra Hec-Ras blir brukt i de videre rutingberegningene.

Tabell 1 viser tabulerte verdier for avløpskurven, samt resultat fra sensitivitetsanalysen.



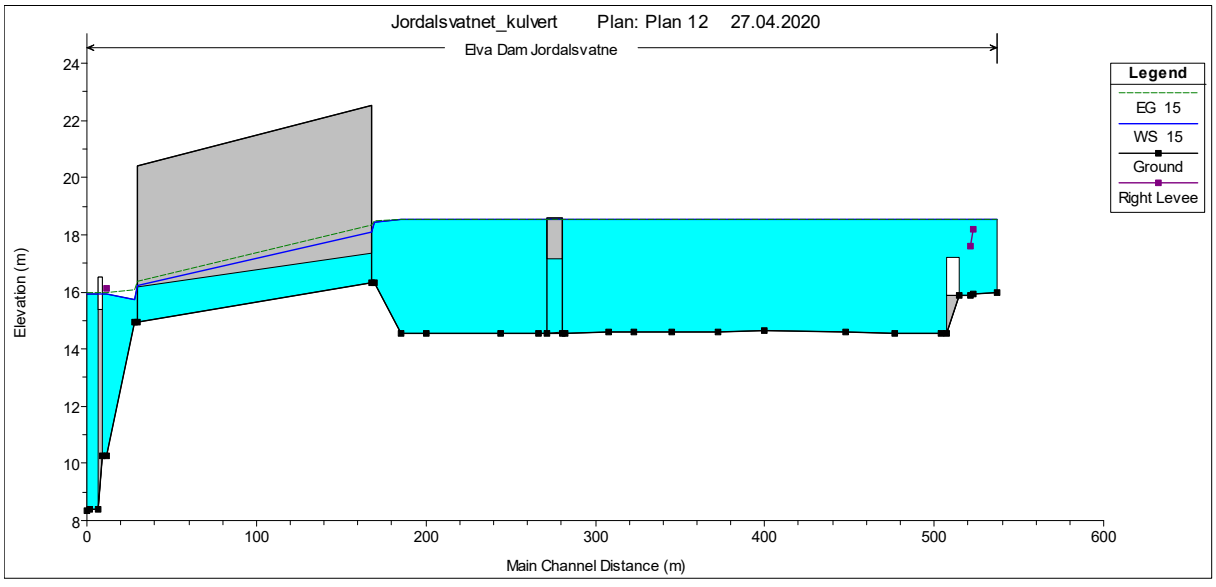
Figur 2: Overløpskurver for dam Jordalsvatnet - med og uten hensyn til nedstrøms konstruksjoner.

Tabell 1: Tabulerte verdier for avløpskurve, inkl verdier for tilstopping, økt ruhet og ved hensyn til dårlige avløpsforhold like nedstrøms dam Eidsvåg

	Normalt oppsett	50 % tilstopping	25 % økning i ruhet	Redusert avløpskapasitet ved dam Eidsvåg
Vannføring (m³/s)	**Vannstand (moh)**			
0	15.88	15.88	15.88	15.88
0.1	15.89	16.39	15.89	16.41
1	15.92	16.59	15.92	16.50
5	16.06	17.06	16.06	16.69
10	16.46	17.43	16.46	16.89
15	16.82	18.39	16.82	17.08
20	17.14	20.19	17.14	17.28
25	17.44	22.38	17.45	17.48
30	17.73	23.79	17.73	17.69
35	17.99	23.99	18	17.90
40	18.25	24.22	18.26	18.28
45	18.51	24.45	18.51	18.53
50	18.75	24.69	18.76	18.79
55	18.96	24.59	18.96	19.01
60	19.15	24.59	19.15	19.25
65	19.34	24.64	19.34	19.50

3. LENGDEPROFIL VED 200-ÅRS FLOM – FOR VANNSTRENGEN MELLOM DAM EIDSVÅG OG DAM JORDALSVATNET

Ved bruk av avløpskurve fra Hec-Ras i magasinrutingen (i regneark) for dam Jordalsvatnet, får vi at avløpsflommen for Q_{200} blir på 15,5 m³/s. Dette inkluderer 40 % klimapåslag og at en har tatt høgde for 50 % tilstopping av kulverten under E39. Lengdesnittet under viser vann- og energilinjen ved 15,5 m³/s, som ligger sammenfallende på kote 18,57 moh mellom oppstrømsside av kulverten og dam Jordalsvatnet.



Figur 3: *Lengdesnitt med dam, kulvert og bru, fra simulering av Q_{200} på 15,5 m³/s, som inkluderer 40 % klimapåslag og 50 % kulverttilstopping.*

4. REFERANSER

Fergus, T., Hoseth K.A., Sæterbø, E., 2010: Vassdragshåndboka, Håndbok i forbygningsteknikk og vassdragsmiljø, Tapir, Trondheim.

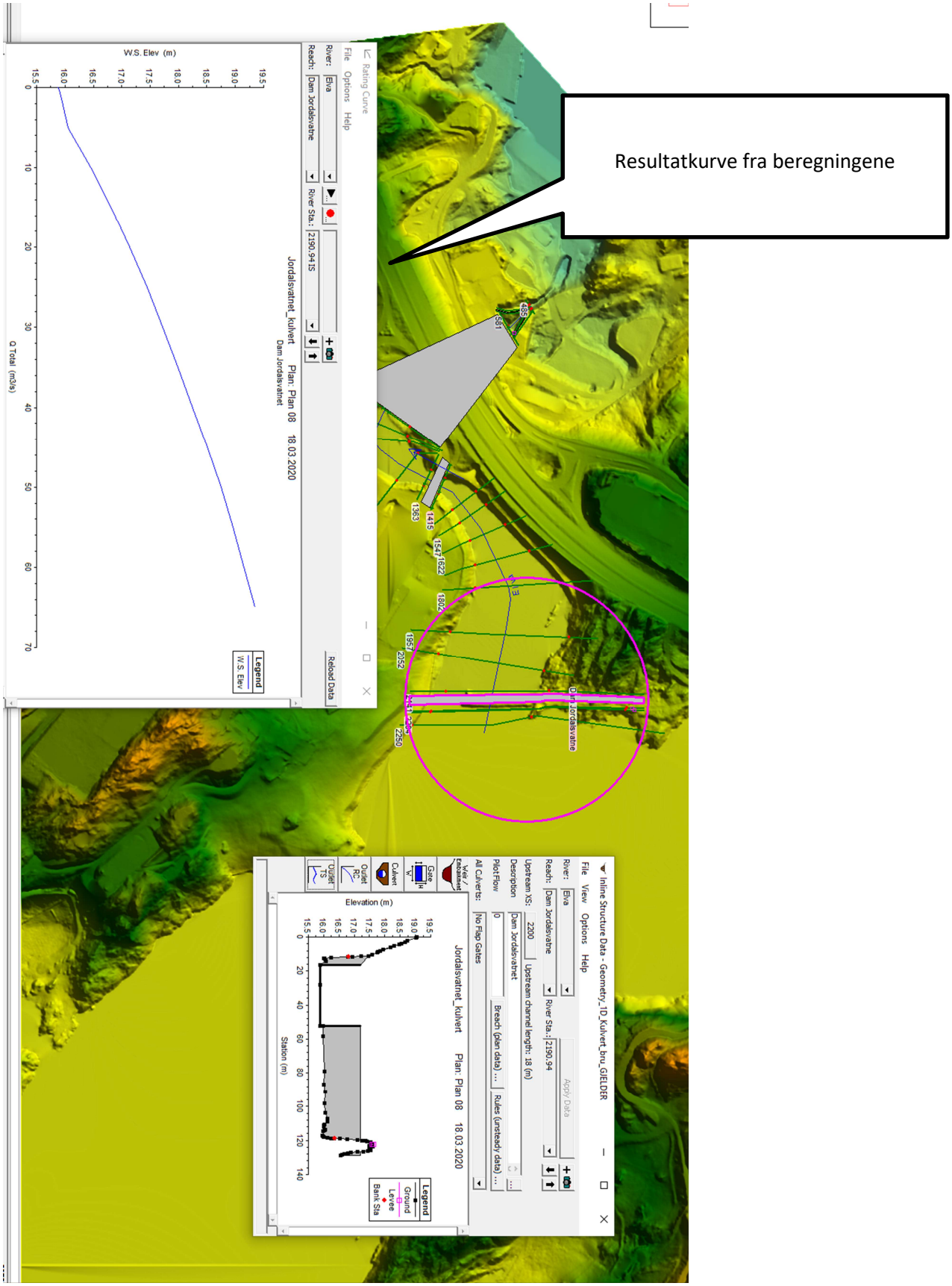
HEC-USACE, 2018: HEC-RAS 5.0.7 River Analysis System, Hydraulic Reference Manual, U,S, Army Corps of Engineers, Hydraulic Engineering Center (HEC), Davis, CA, USA.

5. VEDLEGG

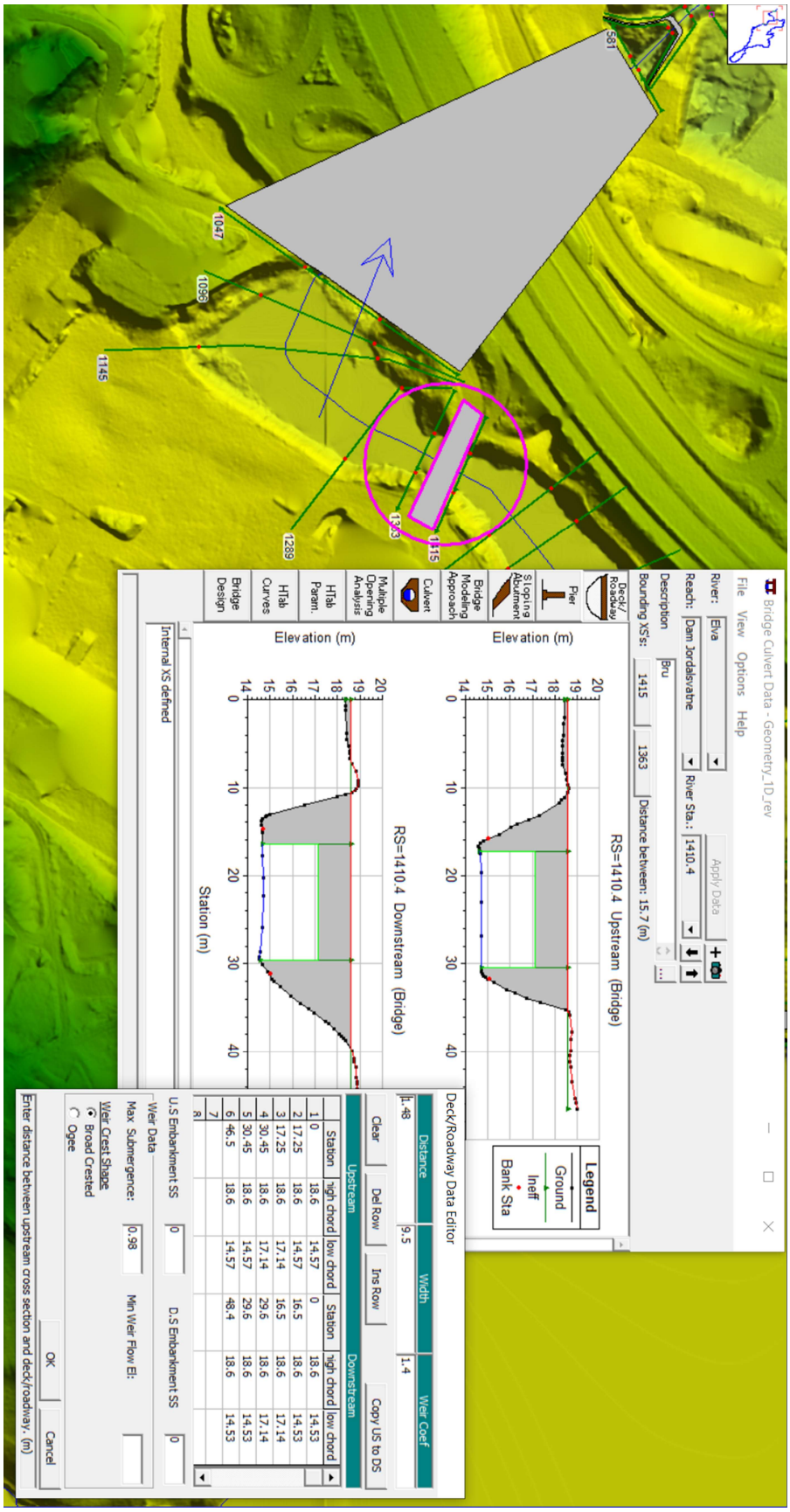
Vedlegg 1 - Beregningsforutsetninger og inngangsparametere til modellen

5.1. Vedlegg 1

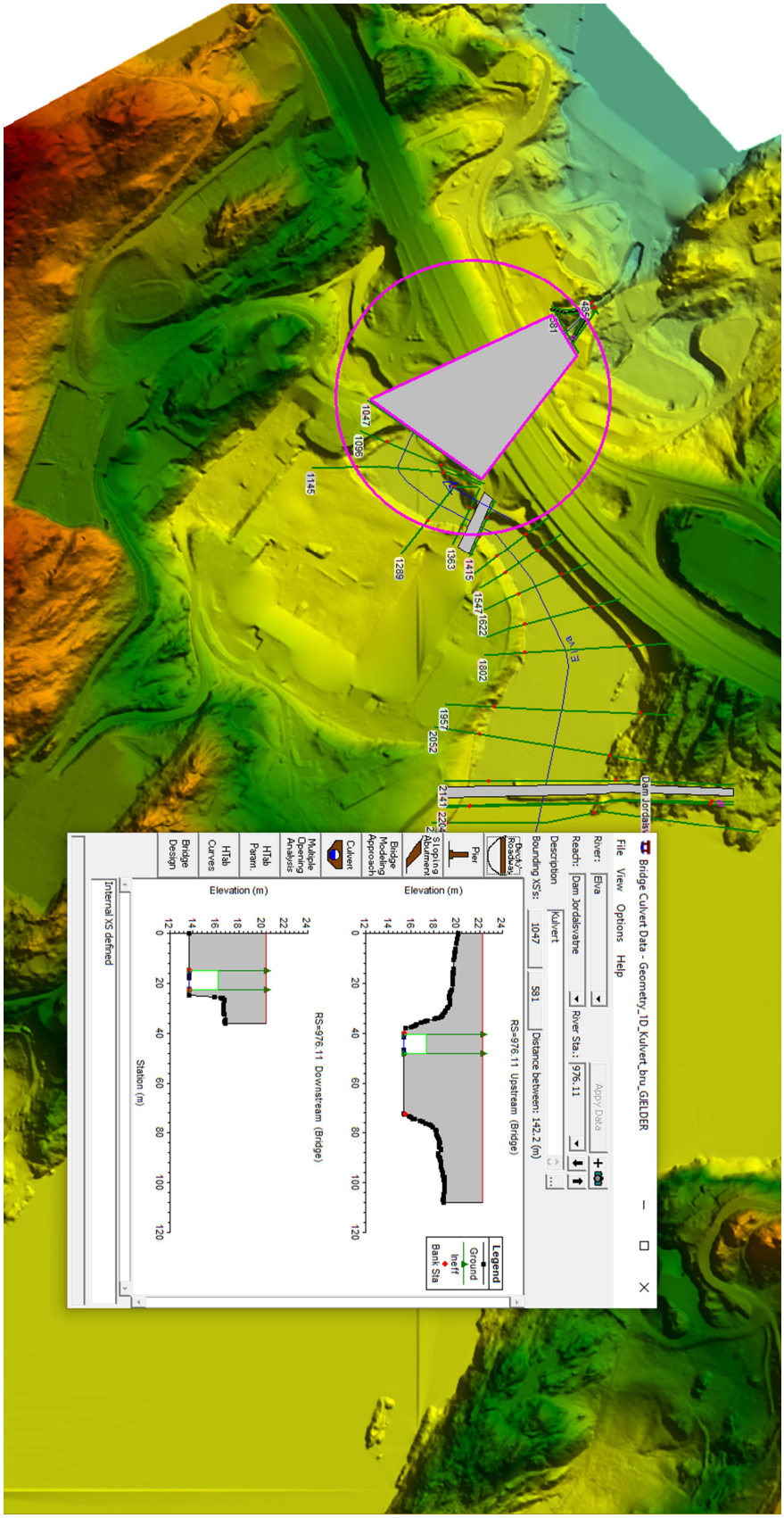
5.1.1. Dam Jordalsvatnet



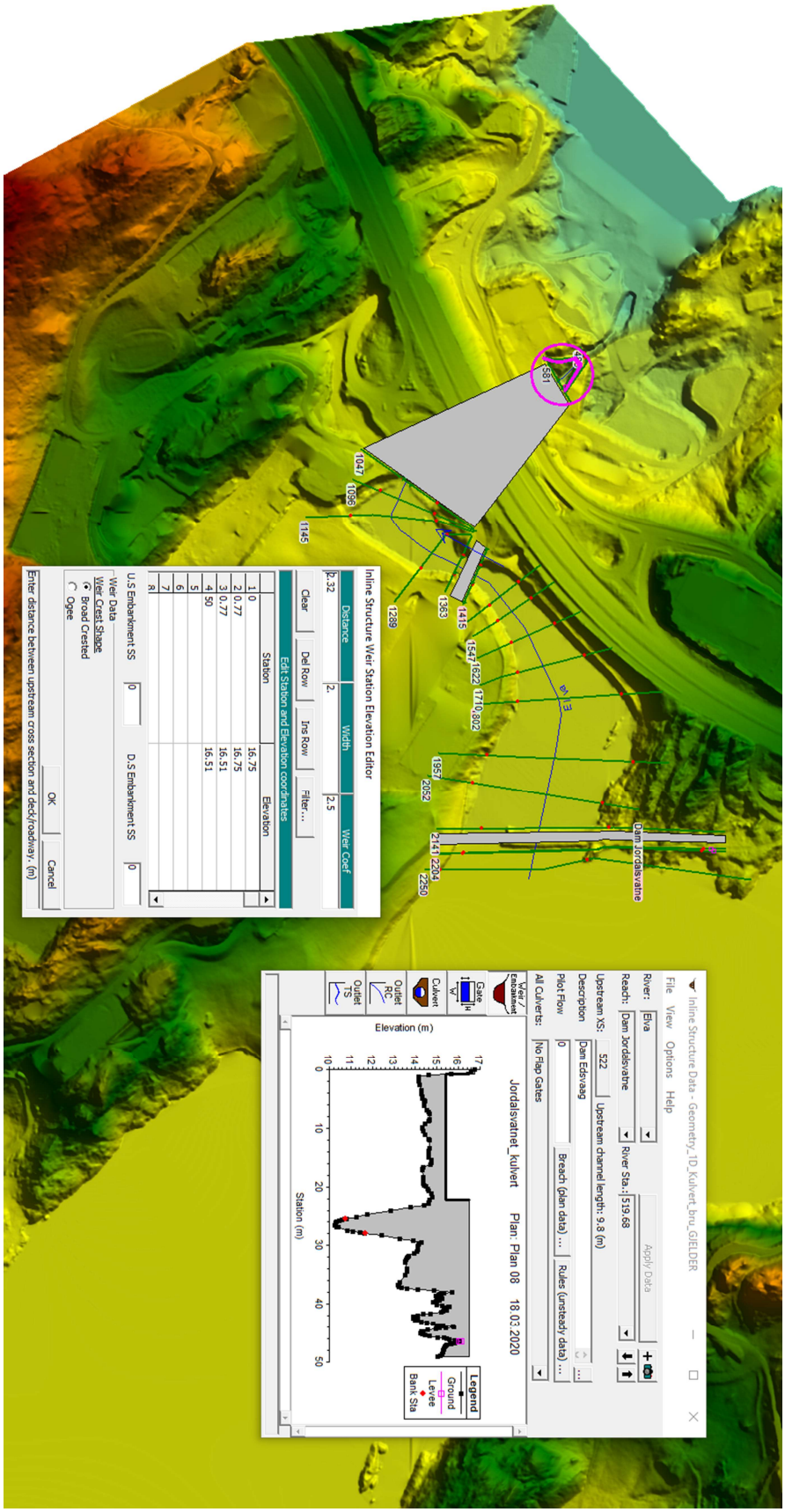
5.1.2. Bro over Jordalsstemma



5.1.3. Kulvert under E39



5.1.4. Dam Eidsvåg



Vedlegg 6- Data og bilder

Dam Jordalsvatnet og kulverten under E39

Dammen er en steinfyllingsdam med sentral tetning av betong. Overløpet er målt til 36 m og er på kote 15,88 moh (NN2000). Damkronen ligger i gjennomsnitt på kote 17,2 moh og er 92,3 m langt. Avløpet fra Jordalsvatnet renner til et lite vannspeil like nedstrøms, Jordalsstemma.

Avløpet herfra renner i kulvert med om lag 136 m lengde under E39. Denne er målt til BxH = 7,62 x 2,04 m ved innløpet og 7,37 x 2,51 m ved utløpet. Et stykke inni kulverten er det en ledevegg i midten som ikke er innmålt. Innløpskote er målt til 15,30 moh, og utløp på kote 13,68 moh.

Figur 1: Innløpet til kulverten under E39. Foto av Asplan Viak

Utløp av kulvert og dam Eidsvåg

Damanlegget ligger like nedstrøms utløpet av kulverten under E39 og er todelt; østre del er en gravitasjonsdam bygd opp av to tørrmurer av stein og blokk, og med sentral tetning av torv. Vestre del er en betongdam som tidligere fungerte som inntaksdam.

Overløpsterkselen ligger på kote 15,4 moh og er oppmålt til å være 24,0 m langt. Damkronen ligger på kote 16,51 moh og er oppmålt til å være 26,4 m langt.

<table>
<tr><td> </td><td> </td></tr>
<tr><td>Utløp av kulvert under E39</td><td>Dam Eidsvåg sett fra P-plass over kulvertutløp</td></tr>
<tr><td> </td><td> </td></tr>
<tr><td>Overløpsterskel</td><td>Overløpsterskel</td></tr>
</table>

Vedlegg 7- Tilsigsberegning for dam Jordalsvatnet

Det er beregnet tilsigsflom for det lokale nedbørfeltet til Jordalsvatnet uten magasinareal. Tilsigsbidrag fra nedbørfeltet til Setervatnet, samt nedbør som faller direkte på magasinet, blir lagt til direkte i magasinrutingen. Bidraget fra Setervatnet blir rutet gjennom magasinet for å finne avløpsflom til Jordalsvatnet. Følgende metoder er benyttet for vurdering av tilsigsflommen:

- Flomfrekvensanalyse
- Nedbør-avløpsmodell

1. FLOMFREKVENSANALYSE

Det er flere referansestasjoner å velge mellom i regionen, men få med lange dataserier. Første utvelgelseskriterium, er at stasjonene må være aktive, og ligge i uregulerte felt. Tabell 1 viser utvalget av stasjoner som er vurdert i denne lokale frekvensanalysen, med tilhørende feltparametere. Figur 1 viser geografisk plassering av stasjonene.

Tabell 1: Feltparametre for vurderte referansestasjoner, og for nedbørfeltene i Jordalsvassdraget

Stasjonsnummer	55.40	55.5	61.13	61.8	62.18	63.12
Stasjonsnavn	**Røykenes**	**Dyrdalsvatn**	**Haukås**	**Kaldåen**	**Svartavatn**	**Fjellanger**
Areal	50.5	3.3	7.4	15.3	72.4	12.8
q (l/s*km²) (1961-90)	102.2	148.5	72.1	109.7	105.3	96.5
q (l/s*km²) (E-tabell)	96.5	124	---	100	111.7	95.8
Årsnedbør (mm)	2593	2843	2390	2863	2849	2579
Ase (%)	2.2	4	0.4	0.1	0.3	0.9
Abre (%)	0	0	0	0	0	0
A dyrket mark (%)	0.5	0	8.3	0	0	0.7
Amyr (%)	0.8	2.6	2.8	0	0	0
Asjø (%)	3.9	3.9	2.7	0	2.8	4.5
Askog (%)	52.2	0	39.7	0	20.7	5.7
Asnaufjell (%)	31.7	93.2	11.2	91.6	64.9	86.1
Feltlengde (km)	15.9	2.3	3.9	6.1	16.5	7.2
Hovedelvas gradient, St (m/km)	43.8	94.1	10.7	59.9	33.6	68.5
Hmin (moh)	53	436	41	591	219	403
H25 (moh)	158	482.5	71.5	825	553.5	816
H50 (moh)	307	581	108	884	754	913
H75 (moh)	502	679	179	942	905	1003
Hmaks (moh)	960	802	470	1128	1109	1205
Relieff (m/km)	21.6	85.2	27.4	19.1	21.3	26.0
Datakvalitet	God - lang serie	Meget god på flom	Middels på flom	Middels på flom	OK	OK
Antall år med data	86	42	10	34	30	25

55.4 Røykenes har lang og god dataserie, og ligger nær analyseområdet. Feltet har noe mer demping i form av innsjøer og skog, men har også noe mer årsnedbør.

55.5 Dyrdalsvatn ligger øverst i nedbørfeltet til Røykenes, men har betydelig kortere dataserie. Feltet er lite, og har hurtigere avrenning i form av høyere snaufjellsprosent. Feltet er høyereliggende og har dermed noe høyere årsnedbør enn Røykenes.

61.8 Kaldåen, 62.18.Svartavatn og 63.12.Fjellanger har alle 20-30 år med data, og ligger mer inn i landet sammenlignet med analyseområdet. Alle tre feltene er høyereliggende enn Jordalsvassdraget, og har noe større årsnedbør. Feltparameterne samsvarer i varierende grad.

61.13 Haukåselva er den mest nærliggende referansestasjonen, og har godt samsvar på mange feltparametere. Dessverre har den kun 10 år med registrerte data, og dette blir vurdert som for kort til å kunne gi representative verdier for en 200-års flom. 61.13 Haukåselva utgår dermed fra flomfrekvensanalysen.

Det velges å vektlegge stasjonen Røykenes mest, på grunn av lengde på dataserie og nær plassering. Dyrdalsvatn blir tatt med for å representere et hurtigere flomforløp, men blir mindre vektet.

Figur 1: Oversiktskart som viser plassering av benyttede referansestasjoner i flomfrekvensanalysen (rosa), og Jordalsatnet m.fl. (blå)

Analysen er gjennomført ved bruk av den historiske dataserien med årsverdier tilhørende stasjonen, og som er korrigert for isoppstuving. Dataene har døgnoppløsning, og er hentet fra programmet *Ekstremverdi* i NVE sitt hydrologiske datasystem Hydra II. GEV og Gumbel L-moment er vurdert og benyttet som fordelingsfunksjoner for vekstfaktoren Q_{500}/Q_M, og disse er vektet likt. Døgnmiddelverdiene blir omregnet til momentanverdier ved å bruke formelen for $Q_{mom}/Q_{døgn}$ for høstsesong, som beskrevet i *tabell 5.2 i retningslinjene*. Forholdstallet er funnet til å være 1,94 for det lokale nedbørfeltet til Jordalsvatnet.

Tabell 2: Flomfrekvensanalyse for utvalgte målestasjoner

Målestasjon		$q_{M_døgn}$(l/s*km²)	Q_{200}/Q_M	$Q_{200_døgn}$(l/s*km²)	Vekting
55.4	Røykenes	1023	2.47	2526	70 %
55.5	Dyrdalsvatn	1241	2.12	2631	10 %
61.8	Kaldåen	1005	2.13	2141	10 %
62.18	Svartavatnet	1128	1.97	2222	10 %
	Vektet snitt	***1053***	***2.35***	***2467***	--

For nedbørfeltet til Jordalsvatnet beregnes det følgende flomverdier ved bruk av flomfrekvensanalyse:

Tabell 3: Flomverdier for Jordalsvatnet (lokalfelt) ved bruk av flomfrekvensanalyse

Flomfrekvensanalyse	
Flomstørrelse	**Jordalsvatnet lokalfelt**
Middelflom, q_M (l/s*km²)-døgnmiddel	1053
q_{200} (l/s*km²)-døgnmiddel	2467
Q_{200} (m³/s)-kulminasjonsverdi	47,2

1.1. Nedbør-avløpsmodell

Modellen for Jordalsvatnet er satt opp som et sammensatt system der modellparameterne som er benyttet baserer seg på totalfeltet til Jordalsvatnet. Videre er tilsigsflommen for totalfeltet nedskalert til de to lokale delfeltene til Setervatnet og Jordalsvatnet etter areal. Magasinarealene er utelatt, siden nedbør blir lagt til direkte på magasinene i rutingen. Den nedskalerte tilsigsflommen til Setervatnet blir rutet gjennom magasinet, og avløpsflommen blir lagt til den nedskalerte lokale tilsigsflommen til Jordalsvatnet. Det regnes ikke transporttid mellom de to magasinene. Skaleringsfaktor for feltet til Setervatnet er beregnet til 0,07 og skaleringsfaktor for feltet til Jordalsvatnet er beregnet til 0,93. Total varighet på flommen er satt til 48 timer, for å få med demping i magasinene. Nedbørsdata er korrigert med arealreduksjonsfaktor for totalfeltet til Jordalsvatnet.

NVEs nedbør-avløpsmodell PQrout er benyttet, med tidsoppløsning på 1 time. Dette er en forenklet karmodell som baserer seg på formler for modellparameterne som vist i Figur 2.

$$K_1 = 0{,}0135 + 0{,}00268 * H_L - 0{,}01665 * lnA_{SE}$$
$$K_2 = 0{,}009 + 0{,}21 * K_1 - 0{,}00021 * H_L$$
$$T = -9{,}0 + 4{,}4 * {K_1}^{-0{,}6} + 0{,}28 * q_N$$

Figur 2: Ligninger for beregning av modellparametere i karmodellen

H_L er relieff (m/km), A_{se} er effektiv sjøprosent (%) og q_N er spesifikk avrenning (l/s*km²).

Ved å sette inn verdiene for feltene der magasinarealet er utelatt i effektiv sjøprosent, og avrenningsverdien er for normalperioden 61-90, får man følgende verdier for modellparameterne:

Modellparameter	Jordalsvatnet totalfelt
K1	0,378
K2	0,063
T	23,025

Tabell 4: Flomverdier for Jordalsvatnet ved bruk av nedbør-avløpsmodell

Nedbør-avløpsmodell*	
Flomstørrelse	**Jordalsvatnet (lokalfelt)**
q_{200} (l/s*km²)-døgnmiddel	1682
Q_{200} (m³/s)-kulminasjonsverdi	43,7

*middelflom blir ikke beregnet i nedbør-avløpsmodellen

VEDLEGG 8 - Flomfoløp for 200 års flom, inkl 40 % klimapåslag og 50 % tilstopping av kulvert under E39

Maksverdier:	*64.95*	*15.51*	*18.57*
Ti (t)	**Q200 - tilløpsflom (m^3/s)**	**Q200 - avløpsflom (m^3/s)**	**Q200 - flomvannstand (m^3/s)**
0	1.74	0.00	15.88
1	2.05	0.00	15.89
2	2.35	0.01	15.91
3	2.63	0.01	15.92
4	2.89	0.01	15.94
5	3.14	0.02	15.96
6	3.37	0.02	15.98
7	3.59	0.02	16.00
8	3.80	0.03	16.03
9	3.99	0.03	16.05
10	4.18	0.04	16.08
11	4.35	0.04	16.11
12	4.80	0.05	16.14
13	5.23	0.06	16.17
14	6.30	0.06	16.21
15	7.76	0.07	16.25
16	8.76	0.08	16.31
17	9.46	0.10	16.37
18	10.48	0.30	16.43
19	13.25	0.62	16.50
20	15.17	1.05	16.59
21	17.18	1.84	16.69
22	21.27	2.78	16.80
23	25.41	3.90	16.93
24	39.14	5.68	17.11
25	64.95	9.53	17.40
26	55.66	11.55	17.73
27	47.89	12.90	17.99
28	39.50	13.93	18.19
29	33.56	14.69	18.33
30	28.86	15.12	18.44
31	23.49	15.33	18.51
32	19.74	15.44	18.55
33	17.15	15.50	18.57
34	15.36	15.51	18.57
35	14.16	15.50	18.57
36	13.11	15.46	18.56
37	11.16	15.40	18.54
38	9.81	15.32	18.50
39	8.86	15.20	18.46
40	8.20	15.07	18.42
41	7.74	14.93	18.38
42	7.41	14.68	18.33
43	7.17	14.43	18.28
44	7.00	14.18	18.23
45	6.87	13.94	18.19
46	6.78	13.70	18.14
47	6.72	13.47	18.10

Eidsvågen

Eidsvågeveien

Ervikveien

Selvikveien

Jordalsveien

Jordalsvatnet

TEGNFORKLARING

- Vegbane
- GS-veg/fortau
- Senterlinje veg
- Tunnel
- Bro
- Lokk
- Drikkevann
- KpSikringSone - Nedslagsfelt drikkevann
- Bane
- Holdeplass
- Veghøyder (zoom for å lese)
- Nordpil

OVERSIKTSTEGNING

ALT-01E-HØY-EIDSVÅG

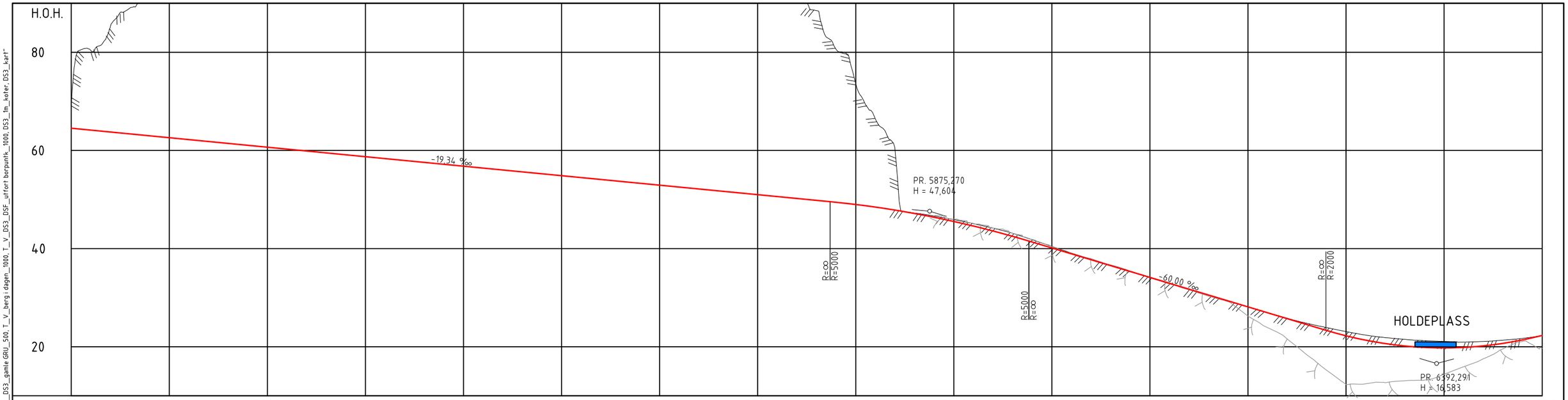
UTKAST_TEGNING

ALT 01E - HØY

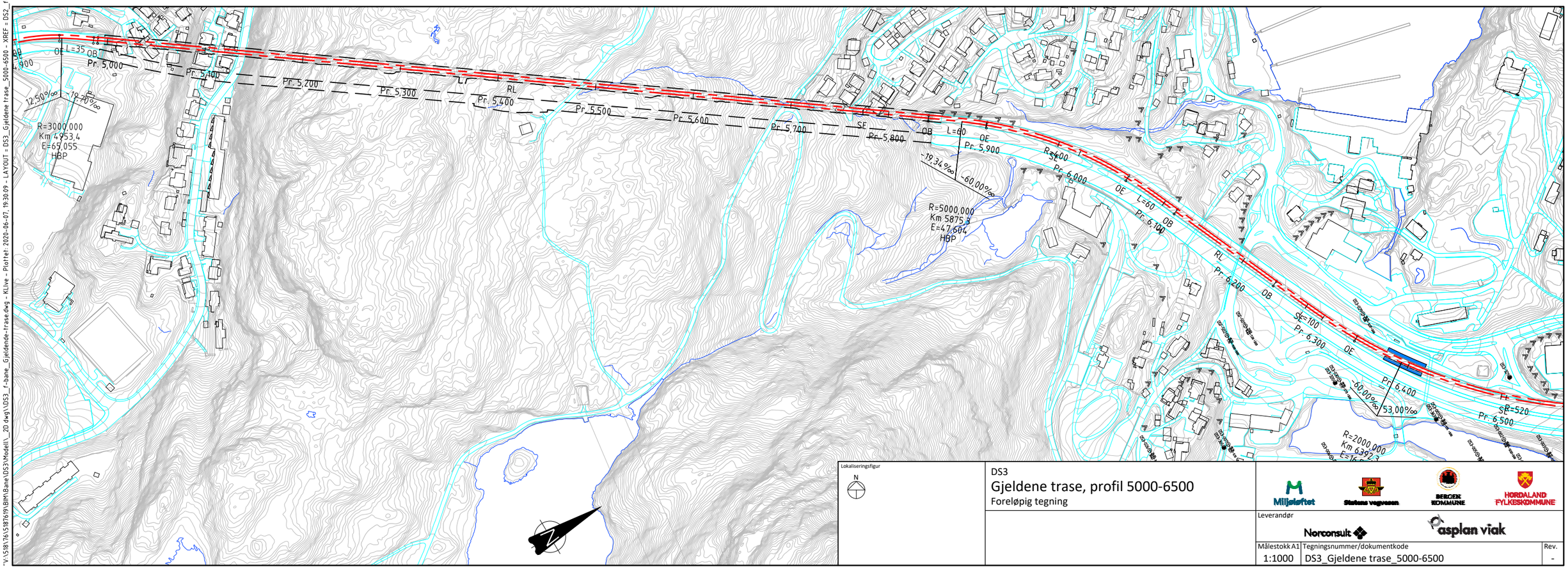
Miljøløftet | Statens vegvesen | Bergen kommune | Hordaland fylkeskommune

Leverandør: Norconsult | asplan viak

Målestokk A1	Tegningsnummer/dokumentkode	Rev.
1:2000	B-301E	REV



PROFIL NR.	5000	5100	5200	5300	5400	5500	5600	5700	5800	5900	6000	6100	6200	6300	6400	6500
HOR.KURV. h					R=∞					L=60,000	R=400,000	L=60,000	R=∞	L=100,000	R=-520,000	
HOR.KURV. v																
OVERHØYDE høyre spor					h=0mm						h=90mm			h=0mm		
OVERHØYDE venstre spor																
PROFIL H.	64,531	64,445	63,758	63,371	62,984	62,597	62,211	61,824	61,437	61,050	60,663	60,277	59,890	59,503	59,116	58,730
TERRENG H.	69,389	80,343	85,362	89,047	100,563	117,131	115,911	116,827	149,722	160,841	169,526	181,158	187,818	192,473	194,514	193,823
	193,908	188,994	182,028	178,121	176,378	169,034	161,954	161,438	161,225	157,749	157,093	156,008	154,099	147,581	141,325	135,072
	126,519	119,157	113,628	107,448	97,751	91,995	88,488	80,595	73,565	66,409	60,235	47,237	46,623	45,892	45,075	44,159
	43,114	41,798	40,448	39,086	37,802	36,587	35,390	34,181	32,969	31,710	30,528	29,359	28,145	26,947	25,809	24,761
	23,908	23,074	22,372	21,843	21,502	21,234	21,079	20,949	21,077	21,328	21,698	22,271				
HASTIGHET	80 km/t												80 km/t	65 km/t		65 km/t



Lokaliseringsfigur

N

DS3

Gjeldene trase, profil 5000-6500

Foreløpig tegning

Miljøløftet · Statens vegvesen · Bergen kommune · Hordaland fylkeskommune

Leverandør: Norconsult · asplan viak

Målestokk A1	Tegningsnummer/dokumentkode	Rev.
1:1000	DS3_Gjeldene trase_5000-6500	-

V:\5181761\5187619\BIM\Bane\DS3\Modell_2D dwg\DS3_f-bane_Gjeldende-trase.dwg - KLive - Plottet: 2020-06-07, 19:30:09 - LAYOUT = DS3_Gjeldene trase_5000-6500 - XREF = DS2_f-bane_Flytitet tunnel, DS4_1m_koter, DS4_kart, T_V_DS3_gamle GRU_500, T_V_berg i dagen_1000, T_V_DS3_OSF_utført borpunkt_1000, DS3_1m_koter, DS3_kart"

H.O.H.

Eidsvåg - Nordgående løp

Linje 10000

30

20

10

NY FLØYFJELLSTUNNEL

Eidsvåg - Nordgående rampe (AV)
Linje 31040

Eidsvåg - Sørgående rampe (PÅ)
Linje 31030

-0,48 %

Veg 21370

Veg 21380

R=i
R=2000

R=i
R=2000

4,08 %

PR. 5859,748
H = 17,923

PROFIL NR	5250	5300	5350	5400	5450	5500	5550	5600	5650	5700	5750	5800	5850	5900	5950	6000
HOR.KURV.						R=i							R=1300			
BREDDEUTV.																
TVERRFALL																
H.kj.b.k.																
V.kj.b.k.																

PROFIL H.	TERRENG H.	OVERBYGN.T.
278,37	20,86	
275,50	20,81	
262,43	20,76	
251,67	20,72	
244,33	20,67	
239,26	20,62	
234,14	20,57	
229,25	20,52	
222,38	20,47	
215,53	20,43	
211,88	20,38	
208,45	20,33	
200,61	20,28	
193,56	20,23	
183,24	20,19	
171,77	20,14	
161,26	20,09	
145,19	20,04	
138,61	19,99	
133,25	19,95	
128,40	19,90	
121,82	19,85	
113,77	19,80	
107,70	19,75	
102,56	19,70	
98,41	19,66	
92,71	19,61	
90,34	19,56	
90,02	19,51	
88,68	19,46	
84,15	19,42	
73,27	19,37	
68,79	19,32	
66,76	19,27	
65,80	19,22	
64,77	19,17	
64,04	19,13	
63,41	19,08	
60,20	19,03	
56,32	18,98	
53,50	18,93	
51,58	18,89	
43,20	18,84	
39,74	18,79	
36,49	18,74	
35,25	18,69	
32,92	18,64	
32,35	18,60	
30,98	18,55	
28,17	18,50	
27,11	18,45	
25,51	18,40	
22,82	18,36	
21,91	18,31	
21,61	18,26	
21,61	18,21	
21,66	18,16	
21,40	18,12	
20,70	18,13	
19,52	18,19	
18,88	18,29	
18,41	18,45	
17,96	18,66	
17,79	18,91	
18,79	19,22	
19,54	19,57	
20,27	19,98	
20,95	20,38	
21,33	20,79	
21,56	21,20	
21,48	21,61	
21,03	22,02	
20,78	22,43	
20,86	22,84	
21,07	23,24	
17,42	23,65	

Y297700
Y297800
Y297900

X6705600
X6705100
X6705200
X6705300
X6705400
X6705500
X6705600
X6705700

Koblingspunkt veglinje
Koblingspunkt fjellrom

180 m
Akselerasjonsstrekning

50 m
Observasjonsstrekning

Koblingspunkt veglinje
Koblingspunkt fjellrom
Fartsgrense 60km/t

10000
31030
31040
21370
21380
61300

5250
5300
5350
5400
5450
5500
5550
5600
5650
5700
5750
5800
5850
5900
5950
6000

R=1300

KpSikringssone-nedbørsfelt

Tegnforklaring

Tunnelpåhugg	
Bru	
Eks. Tunnel	
Ny Tunnel	
Målsetting	
Vann/sjø	
Drikkevannskilde	
Bybanen	
Stoppsikt	
Rampetunnel	
Rømningstunnel	

PLAN&PROFIL

E39-FLØYFJELLSTUNNELLEN

NORDGÅENDE_LØP

VEG_10000

Lokaliseringsfigur

UTKAST
DATO
16.05.2020

Leverandør

Norconsult

asplan viak

Målestokk A4	Tegningsnummer/dokumentkode	Rev.
1:1000	BT5-D-F0008	REV

H.O.H.

Eidsvåg - Nordgående løp

Linje 10000

50

40

30

20

SELVIKTUNELLEN

7,1 m

PR. 6614,857
H = 52,045

R=i
R=1500

R=1500
R=i

4,99 %

R=i
R=10000

Veg 61200

4,08 %

Eidsvåg - Sørgående rampe (AV)
Linje 32010

Eidsvåg - Nordgående rampe (PÅ)
Linje 32030

PR. 6252,515
H = 33,966

Veg 32030

| | | |