

Oppdragsgiver: **Wacker Chemicals Norway AS**
Oppdragsnr.: **52203733** Dokumentnr.: **52203733-HYD-01**

Til: Wacker Chemicals Norway AS
Fra: Anne Vea
Dato: 2022-09-15

► Vannlinjeberegning for Wacker Holla

Norconsult har på oppdrag fra Wacker Chemicals Norway AS, utført en vannlinjeberegning for utløpet av Hollaelva ved industriområdet på Holla ved Kyrksæterøra. Formålet med beregningen er å fastsette flomvannstand og vannhastighet langs industriområdet. Resultatene skal benyttes til beregning av erosjonssikring.

Beregningene er utført i henhold til gjeldende praksis for denne typen flomvurderinger. Detaljer omkring vurderingene som er utført, er gitt nedenfor. Alle høyder er gitt i høydesystem NN2000.

Sikkerhetsklasse

Sikkerhetsklasse iht. TEK 17 er satt til F2, med krav til dimensjonering mot 200-årsflom (med klimapåslag). Det er tidligere avklart at tiltaket ikke omfattes av storulykkeforskriften.

Sikkerhetsklasse F3 med krav til dimensjonering mot 1000-årsflom har vært vurdert ettersom deler av massedeponiet på industriområdet ligger nært Hollaelva og sjøen. F3 vurderes å ikke være aktuell, fordi det skal etableres et tettingslag over deponiet, og i tillegg skal terrenget heves. Hensikten med toppdekket er bl.a. å beskytte deponiet mot kontakt med overflatevann. Oversvømmelse fra flom i Hollaelva vil derfor ikke gi stor forurensning på omgivelsene.

Beregning av 200-års flom

Nedbørfeltet og flomregime

Holla ligger i Heim kommune, Trøndelag fylke.

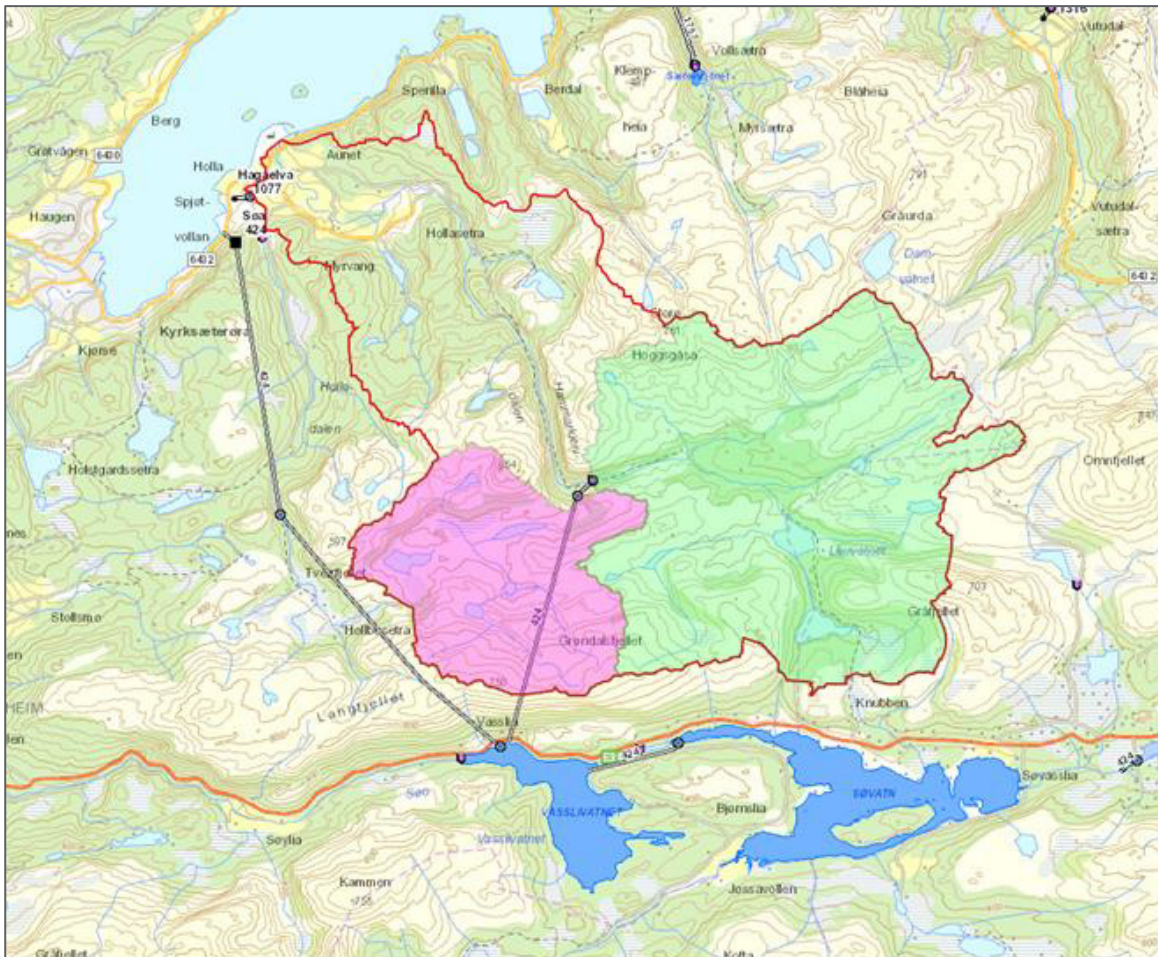
Nedbørfeltarealet er beregnet i Nevina til 81 km² (Figur 1, Vedlegg 1). Feltet består hovedsakelig av skog (34%) og snaufjell (40%). Nøkkeldata for nedbørfeltet er gitt i Tabell 1.

Tabell 1 Nøkkeldata nedbørfelt.

Felt	Areal (km ²)	Eff.sjøandel (%)	Høyde min-med-maks (moh)	Normaltilsig (l/s/km ²)
Holla totalfelt	81	0.19	9-445-748	49

2/3 av feltet er regulert gjennom bekkeinntak som fører vann over til Vasslivatnet og videre til Sjøa kraftverk. Totalt fraført feltareal er på 53,7 km² fra bekkeinntakene Hammarkleiv (grønt felt i Figur 1) og Tverrelva (rosa felt). Regulant TrønderEnergi Kraft opplyser i personlig meddelelse (Vedlegg 2) at overføringskapasiteten ut av Hollafeltet er 12-21 m³/s, avhengig av vannstand i Vasslivatnet. Ved stor flom stenges bekkeinntakene.

Til dette notatet forutsettes det at ved 200-årsflom er bekkeinntakene stengt, slik at Hollafeltet er uregulert. Ved middelflom forutsettes overføring av 12 m³/s ut av feltet.



Figur 1 Totalt nedbørfelt til Høllaelva (rød grense), delfelt til Tverrelva (rosa) og Hammarkleiv (grønn) som i en normalsituasjon fraføres via bekkeinntak og tunnel til Vasslivatnet utenfor feltet.

Normalavrenning

NVEs avrenningskart har usikkerheter. Siden årsmiddeltilsiget inngår som grunnlag i flere sammenhenger, vurderer vi i Tabell 2 verdi fra NVEs avrenningskart opp mot nærliggende/ sammenlignbare måleserier. Det er dessverre tynn dekning av vannføringsstasjoner på Nordmøre og kysten av Trøndelag. Sammenlikningen baseres på noen utvalgte lange serier for regionen.

Norconsult har tidligere gjort analyser av tilsig i området, bl.a. på bakgrunn av produksjonsdata for Søa kraftverk for perioden 1986-2000. For Holla forventes det at tilsigsserien fra Søa kraftverk i nabofeltet er mer sammenliknbar enn seriene fra vannmerkene.

Tabell 2 Feltegenskaper og årsavløp (Q_N).

Felt	A (km ²)	Eff. sjø%	Q_N , obs. (l/s/km ²)	Q_N , avr.kart (l/s/km ²)	Obs./avr.kart
112.8 Rinna	87.8	0.57	47.1	41.2	1.14
124.2 Høggås bru	495	2.38	43.1	41.7	1.03
133.7 Krinsvatn	206	1.07	60.6	63.8	0.95

Felt	A (km ²)	Eff. sjø%	Q _N , obs. (l/s/km ²)	Q _N , avr.kart (l/s/km ²)	Obs./avr.kart
Søa krv tilsigsserie 1986-2000	190	0.06	53.5	54.0	0.99

Tabellen tyder på at avrenningskartet har relativt små avvik i regionen. Det virker rimelig at feltet til Holla skal ha noe høyere Q_N enn Rinna, som ligger 35 km lenger øst. Det kan også være rimelig at Q_N skal være noe lavere enn for Søafeltet, ettersom Søafeltet ligger litt høyere. Spesifikt årsmiddeltilsig fra Nevina på 49 l/s/km² legges derfor til grunn for feltet til Holla.

Beregning av flomstørrelse

Beregning av 200-års flomvannføring er i denne analysen gjort med følgende metodikk:

- Flomfrekvensanalyse
- Nasjonalt formelverk RFFA_2018
- Nedbør-avløpmodell (PQRUT)

Alle spesifikke 200-års flomverdier er avrundet til nærmeste ti l/s/km².

Flomfrekvensanalyse

Resultater fra flomfrekvensanalyse er oppsummert i Tabell 3. Frekvenskurver er vedlagt i Vedlegg 3. Flomfrekvensanalyse for Søa kraftverk tilsigsserie er resultat fra en beregning Norconsult tidligere har utført på kraftverksdata for perioden 1986-2000.

Feltet til Holla er regulert gjennom Søre reguleringen, som var gjenstand for vilkårsrevisjon i 2019. Revisjonsdokumentet [1] gir nyttig informasjon om hydrologien i området. I revisjonsdokumentet viser Trønderenergi Kraft at for Søa tilsigsfelt oppnås en god tilpasning til deres målte produksjonsdataene med en vektet sum av 60% Krinsvatn og 40% Høggås bru. Analysen er gjort for perioden hvor det finnes slike data (fra 1986, antakelig til ca. 2018-2019).

Både Krinsvatn og Høggås bru vannmerker har serier fra tidlig på 1900-tallet. Til dette notatet er det beregnet en syntetisk tilsigsserie for Søa kraftverk på bakgrunn av 105 felles år med data fra de to vannmerkene. Frekvensanalyse på den lange syntetiske tilsigsserien gir omtrent samme middelflom som den korte tilsigsserien fra produksjonsdata, men noe høyere 200-årsflom.

Tabell 3 Flomfrekvensanalyse.

Målestasjon	Ant. år	Q _M (l/s/km ²)	Q ₂₀₀ (l/s/km ²)	Q _M /Q ₂₀₀	Tilpasning
112.8 Rinna	50	405	640	0.64	GEV
124.2 Høggås bru	109	309	670	0.46	GEV
133.7 Krinsvatn	106	673	1690	0.40	GEV
Søa krv tilsigsserie 1986-2000	15	472	1050	0.45	Gumbel
60% Krinsvatn + 40% Høggås bru	105	493	1140	0.43	Gumbel

Nasjonalt formelverk RFFA 2018

NVE har utviklet et nasjonalt formelverk for felt med areal > 60 km². Formelverket er implementert i Nevina. RFFA-formelverket gir Q₂₀₀ (døgn) på 1200 l/s/km² for Hollafeltet. For å kontrollere hvor godt RFFA-formelverket i området, er resultat for vannmerkene sammenliknet med resultat fra flomfrekvensanalyse

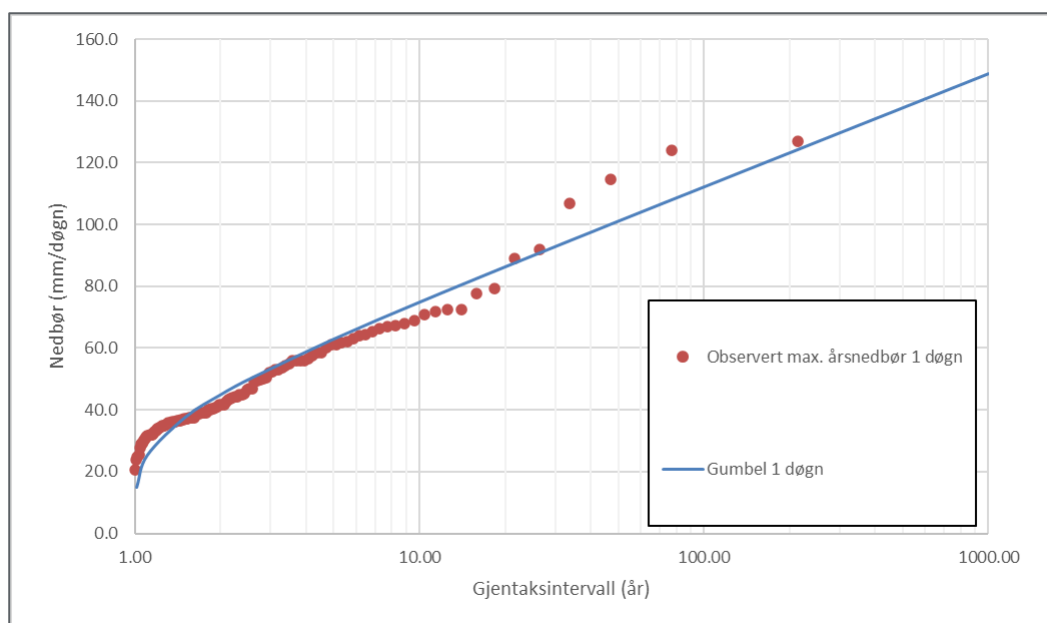
(FFA). For vannmerkene er Q_N satt til observert verdi før beregning av RFFA i Nevina. Tabell 4 viser at formelverket gir relativt store og usystematiske avvik i regionen.

Tabell 4 Q_{200} (døgn) fra RFFA og sammenlikning med flomfrekvensanalyse (FFA).

Målestasjon	Q_{200} FFA (l/s/km ²)	Q_{200} RFFA (l/s/km ²)	FFA/RFFA (l/s/km ²)
112.8 Rinna	640	1040	1.61
124.2 Høggås bru	670	635	1.05
133.7 Krinsvatn	1690	1048	0.61
Søa krv tilsigsserie	1050	1290	0.82
Holla	-	1200	-

Nedbør-avløpmodell (PQRUT)

På grunn av tynt datagrunnlag er det også gjort en simulering med NVEs nedbør-avløpsmodell PQRUT, som en kontroll på flomstørrelsene beregnet med nasjonalt formelverk. 24-timers nedbør (P_{200}) er beregnet ved hjelp av ekstremverdianalyse på en lang tidsserie med døgnnedbør ved Hemne i Heim kommune. Målepunktet ligger kun 10 km fra Holla. Fra www.seklima.no er det hentet ut en tidsserie som kombinerer data fra målerne Hemne (SN65220, 133 moh) fra september 1900 tom. mars 1998, og Hemne – Lenes (SN65230, 45 moh) fom. april 1998. P_{200} er beregnet til 124 mm/24t, se Figur 2.



Figur 2 Analyse av ekstreme nedbørdata for Hemne.

Fra tidligere analyser i området har Norconsult estimert at nedbøren øker med 7,5%-poeng per 100 m stigning, dvs. en økning på ca. 25% opp til medianhøyde for Hollafeltet (445 moh). Dette gir en estimert P_{200} for feltet til Holla på 154 mm/24t.

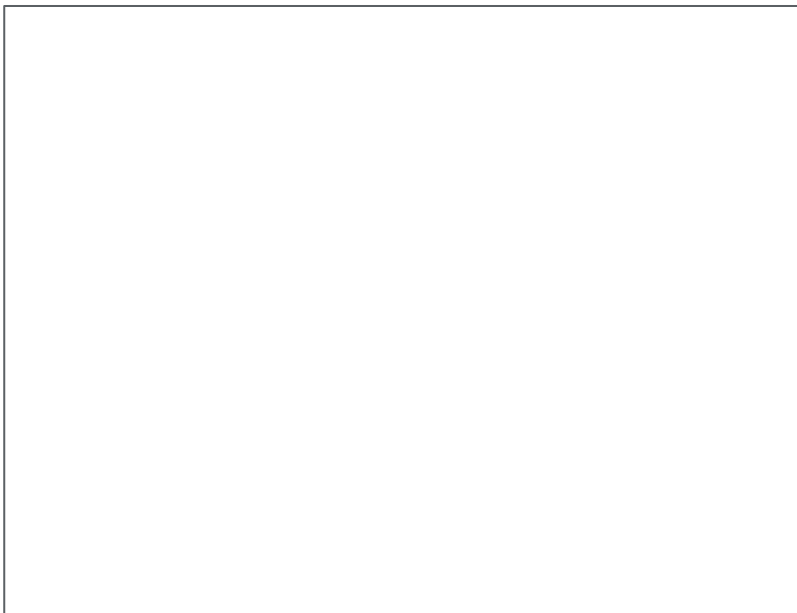
På grunnlag av valgt P_{200} er det satt opp et forløp, som er redusert ut fra arealreduksjonsfaktorer i litteraturen og fordelt for 1, 2, 6, 12 og 24 timer ut fra PMP-analyser som Norconsult tidligere har utført i Trøndelag. Data er forlenget til 40 timers nedbørforløp ut fra 2-døgns ekstremverdianalyse på data fra Hemne nedbørserie.

Den beste måten å bestemme modellparameterne til PQRUT er ved kalibrering mot observerte data med fin nok tidsopløsning. Da slike data ikke finnes, er parameterne som inngår i PQRUT beregnet med formelverket i NVEs retningslinjer, basert på feltparametere for nedbørfeltet. Vi har benyttet ligningssettene fra 2016 for å estimere modellparameterne i PQRUT, se Tabell 5.

Tabell 5 Modellparametre PQRUT.

Felt	Areal (km ²)	Eff.sjø%	K1	K2	Kons.tid (t)	Init.vf. (m ³ /s)
Holla	81	0.19	0.1061	0.0237	6	3.2

Resultatet fra PQRUT er vist i Figur 3. Døgnmiddel Q_{200} er på 1270 l/s/km², med kulminasjonsfaktor 1,36.



Figur 3 Resultat fra PQRUT.

Erfaringstall

Norconsult har tidligere utført en flomberegning for et mindre felt i Meldal i Trøndelag, ca. 4 mil mot sørøst. Her ble Q_{500} satt til 1250 l/s/km². Med erfaringstall $Q_{200}/Q_{1000} = 0,85$ og $Q_{500}/Q_{1000} = 0,93-0,95$ tilsvarer det $Q_{200} = 1100-1150$ l/s/km². Feltet til Holla er større, men også mer kystnært og med 30% høyere normalavrenning. Det forventes derfor at flomverdi for Holla minst bør være like stor som for feltet i Meldal.

Kulminasjonsfaktor

For Holla gir NVEs ligning for momentanfaktor (høstflommer) $Q_{mom}/Q_{døgn} = 1,62$, mens beregningene med PQRUT og RFFA gir 1,36-1,37.

Sammenliknet med data for vannmerkene fra NVEs «Retningslinjer for flomberegninger» (2011-utgave) [2] gir RFFA-formelverket jevnt over for lav kulminasjonsfaktor (Tabell 6). I videre beregninger for Holla er det valgt å legge til grunn kulminasjonsfaktor på 1,62 fra formel for høstflom.

Tabell 6 Kulminasjonsfaktor $Q_{mom}/Q_{døgn}$ fra formelverk, observasjoner og RFFA_2018.

Målestasjon	Formel høst	Formel vår	NVE høst	NVE vår	NVE år	RFFA
112.8 Rinna	1.52	1.30	-	-	1.50	1.25
124.2 Høggås bru	1.09	1.07	1.52	1.17	-	1.06
133.7 Krinsvatn	1.34	1.20	1.32	1.11	-	1.16
Holla	1.62	1.34	-	-	-	1.37

Endelig valg av flomstørrelse og klimapåslag

Tabell 7 oppsummerer flomverdier fra de ulike metodikkene. Det er usikkert hvor godt RFFA-formelverket fungerer i området. Flomfrekvensanalysen viser store sprik i spesifikk flomverdi mellom de ulike vannmerkene i regionen. Tilsigsserien for Sjøa kraftverk basert på 15 år med produksjonsdata vurderes å være litt for kort til å konkludere om 200-årsflom, men den syntetiske tilsigsserien for Sjøa kraftverk på 105 år er antakelig brukbar.

På grunn av mindre feltstørrelse er det rimelig at Holla skal ha noe høyere flomverdi enn Sjøa kraftverk. Ettersom det er relativt godt samsvar mellom syntetisk tilsigsserie, nedbør-avløp-modell for Holla og erfaringstall velges en døgnmiddel flomverdi på 1200 l/s/km².

Tabell 7 Flomstørrelser (døgnmiddel 200-årsflom) med ulike metodikker, og valgt flomverdi.

	Spesifikk flomverdi l/(s*km ²)
FFA (Sjøa tilsigsserier, 15 og 105 år)	> 1050-1150
RFFA_2018	1200
PQRUT	1270
Erfaringstall (Meldal)	> 1100-1150
Valgt flomverdi	1200

For å ta hensyn til fremtidige endringer i klimaet er det utarbeidet klimaprofiler for ulike deler av landet, se www.klimaservicesenter.no (et samarbeid mellom Meteorologisk institutt, Norges vassdrags- og energidirektorat, NORCE og Bjerknessenteret). I klimaprofilen for Sør-Trøndelag er det forventet at flomvannføring øker med minst 20%. NVE-rapport 81-2016 «Klimaendring og framtidige flommer i Norge» [3] har i tillegg beregnet økning for utvalgte vannmerker, bl.a. 112.8 Rinna (35 km unna Kyrksæterøra). For Rinna forventes 29% økning i flomvannføring. For feltet til Holla velges derfor klimapåslag 30%.

Døgnmiddel $Q_{200}=1200$ l/s/km², faktor $Q_{mom}/Q_{døgn}=1,62$, klimafaktor=1,3 og feltareal 81 km² gir dimensjonerende 200-årsflom på **205 m³/s** for feltet til Holla.

RFFA-formelverket gir forholdstall $Q_M/Q_{200}=0,42$ for feltet til Holla. Det samsvarer godt med forholdstall fra Tabell 3. Uregulert Q_M (inkl. klimapåslag) settes til $0,42 \times 205 \text{ m}^3/\text{s} = 86 \text{ m}^3/\text{s}$. Det forutsettes at ved middelflom i Holla føres 12 m³/s ut av feltet via bekkeinntakene. Dimensjonerende vannføring ved middelflom blir dermed **74 m³/s**.

Beregning av 200-års flomvannstand

Hydraulisk modell

Beregning av 200-års flomvannstand med klimapåslag gjøres på grunnlag av beregnet flomvannføring. For å kunne gjøre om vannføring til vannstand må flomvannføringen rutes gjennom en hydraulisk modell. I denne analysen er programvaren HEC-RAS 2D benyttet.

Ned til utløpet er høydemodellen i beregningen hentet fra www.hoydedata.no, der det foreligger en scanning over området fra 2016 med tetthet på 2 pkt./m², høyder i NN2000. Novatek utførte dybdekartlegging av utløpsområdet sommeren 2022. Punktskyen fra dybdekartleggingen er kombinert med punktsky fra høydedata til en sammenhengende terrengmodell som avsluttes et stykke ut i fjorden, se Figur 4.

Beregningsmeshet er satt til en oppløsning på 2m x 2m i elva og det nærmeste terrenget. Lenger vekk benyttes 5m x 5m. Langs kanten av elvebredden er det lagt inn breaklines, der cellene er 1m x 1m i to cellerækker på hver side av linjene.

Mannings tall er satt til 0,03 for elv/sjøbunn og 0,067 for terreng på sidene av elva. Øvre grensebetingelse er flomvannføring, nedre grensebetingelse er satt til vannstand i fjorden hentet fra Kartverkets tjeneste Se havnivå (Vedlegg 4).

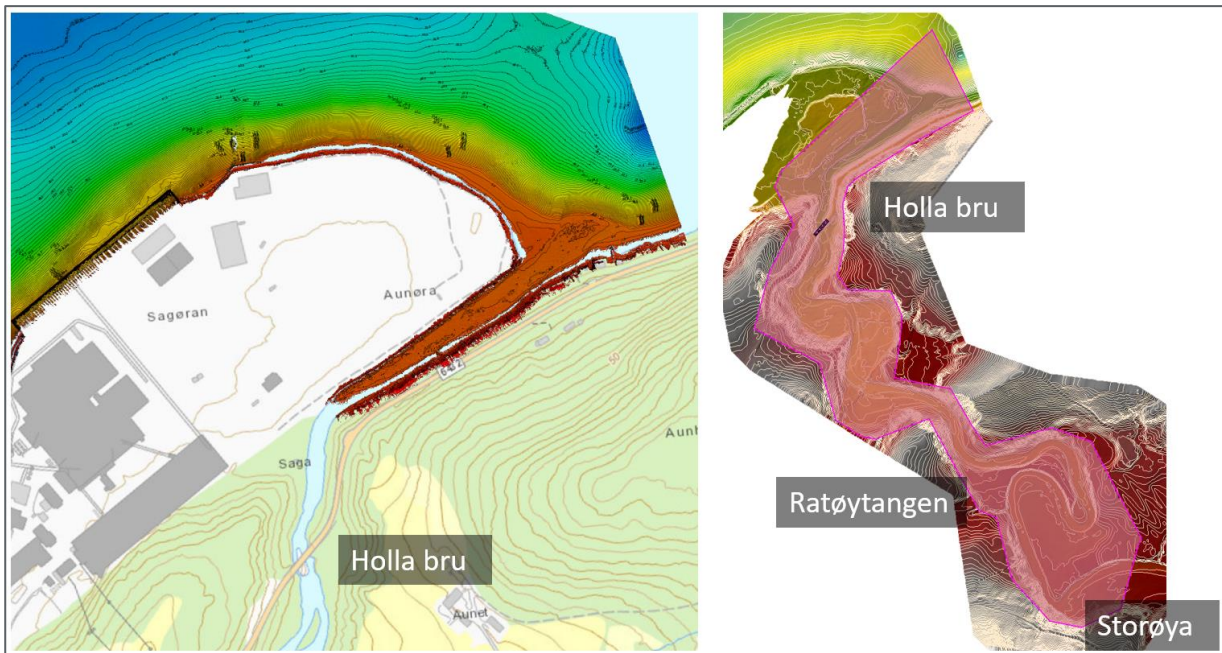
200-årsflom i elva kombineres med 1-års stormflo i fjorden (inkl. havnivåstigning 0,57 m) for å finne høyeste flomvannstand. For erosjonssikring er det kontrollert om 200-årsflom i elva kombinert med 1-års lavvann (ekskl. havnivåstigning) gir høyere vannhastighet ved utløpet, og dermed større belastning på sikringen. Det er også undersøkt om middelflom i elva kombinert med 200-års stormflo (inkl. havnivåstigning) gir høyere vannstand enn ved 200-årsflom. Grensebetingelsene er oppsummert i Tabell 8.

Tabell 8 Grensebetingelser.

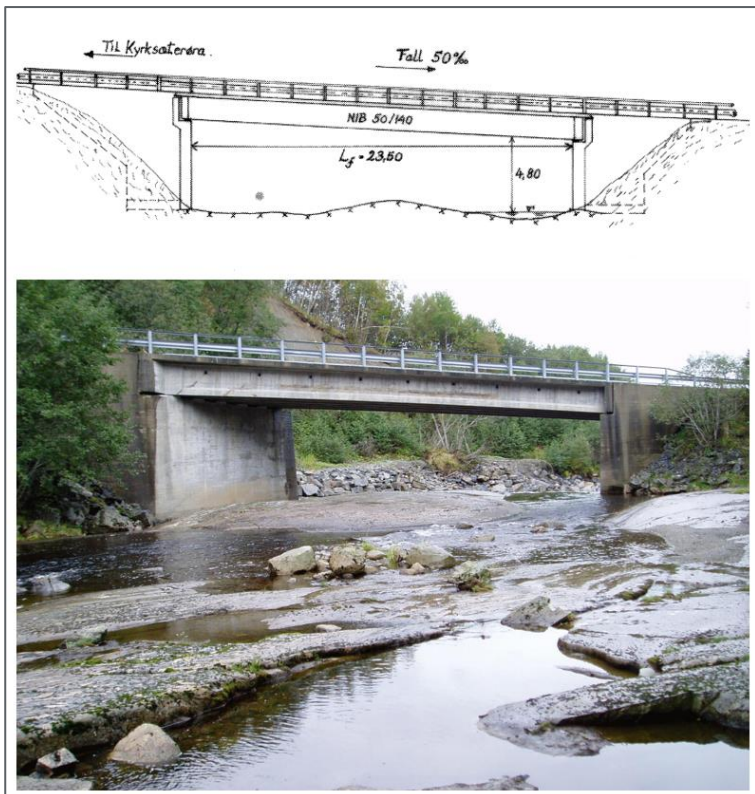
Scenario	Vannføring (m ³ /s)	Vannstand (moh)
200-årsflom (inkl. klima) med 1-års stormflo (inkl. havnivåstigning)	205	2.17
200-årsflom (inkl. klima) med 1-års lavvann (ekskl. havnivåstigning)	205	-1.61
Middelflom med 200-års stormflo (inkl. havnivåstigning)	74	2.62

Beregningsstrekningen starter ved Storøya ca. 3 km oppstrøms utløpet, målt langs elva. Det er noe vegetasjon langs elva, men elva er såpass bred at høydedataene har mange bakkepunkter i elva. Det er derfor ikke gjort manuelle korreksjoner i terrenget i bekkeløpet, utover tilpasninger ved Holla bru basert på brutegning fra Statens vegvesens sin brudatabase (Brutus).

Brua er bygd i ett spenn med vertikale landkar av betong. I Brutus finnes to ulike tegninger av brua (Vedlegg 5), hvor lysåpningen er oppgitt til hhv. 23,09 og 23,50 m. Høyden skrår fra ca. 4,8 m ved landkar i nord til 5,5 m ved landkar i sør. I modellering er det konservativt valgt å benyttes den minste lysåpningen (23,09 m), og høyden settes til 5,0 m i hele gjennomløpet.



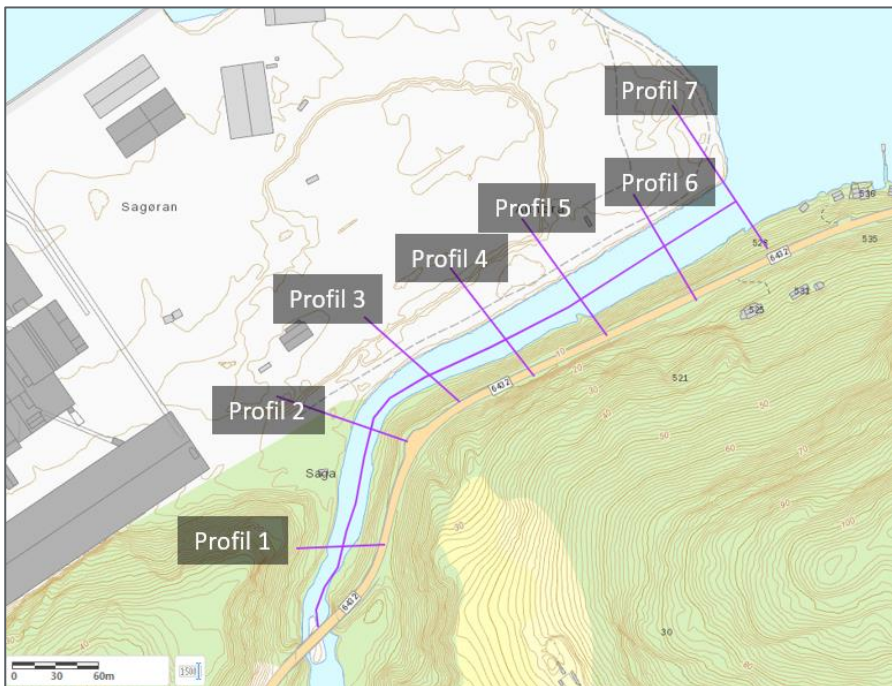
Figur 4 Venstre: Dybdekartlegging av elveutløp og sjøbunn ved utløpet (figur fra Novatek). Høyre: Terrengmodell med hele beregningsstrekningen (innenfor rosa område).



Figur 5 Holla bru. Tegning og foto fra SVV Brutus.

Resultater

Det er tatt ut resultat fra den hydrauliske modellen for syv tverrprofiler mellom brua og utløpet, og for lengdesnitt fra brua ned til profil 7 (Figur 6).



Figur 6 Tverrprofiler 1-7 og lengdesnitt.

Vannlinje for beregnet 200-årsflom og middelflom, begge med 30 % klimapåslag, er vist i Figur 7 og Tabell 9. For profil 1-3 gir 200-årsflom høyest vannstand. Videre nedstrøms bestemmes vannstanden av 200-års stormflo i sjøen.

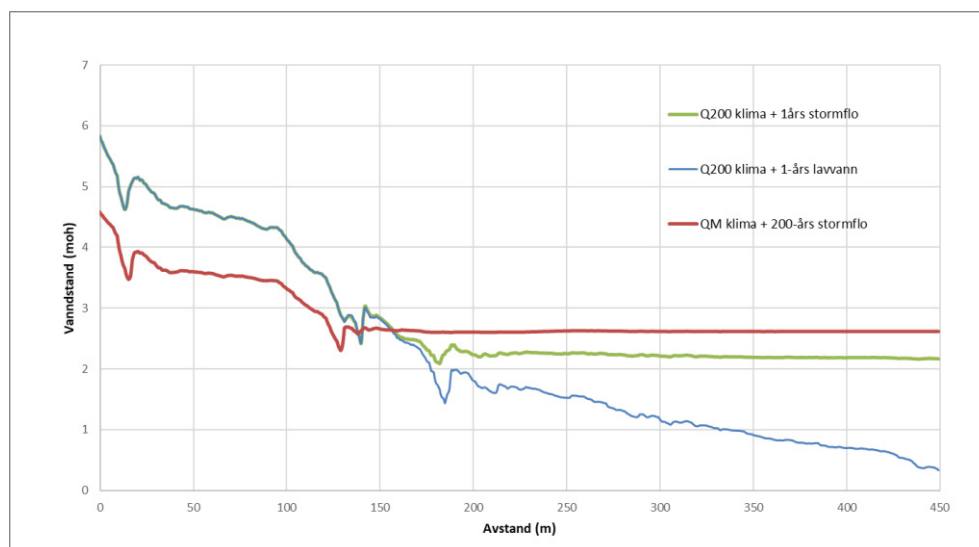
Ved 200-årsflom med 1-års stormflo viser Figur 8 at noe vann tar veien ut av elveløpet mellom profil 2 og 3. I NVEs aktsomhetskart er det avmerket faresone for flom her. Fra profil 2 til 5 vil flomvann renne på terrassen mellom elvebredden og det høye platået som ligger litt lenger inn på industriområdet.

200-årsflom ved 1-års lavvann er det scenariet som gir høyest maksimal hastighet i elva, se Tabell 10 og Figur 9.

Flomvannstand og vannhastighet danner grunnlag for dimensjonering av erosjonssikring. For sikring bør man ikke velge ett scenario, men ta ut de høyeste verdiene som i tverrprofilene er:

- flomvannstand fra 200-årsflom kombinert med 1-års stormflo for profil 1-3
- flomvannstand fra middelflom kombinert med 200-års stormflo for profil 4-7
- vannhastighet fra 200-årsflom kombinert med 1-års lavvann for alle profiler

Merk at hastigheten lokalt kan være noe høyere mellom tverrprofilene, se Figur 9. Oppstrøms profil 2 og mellom profil 2 og 3 er det enkelte områder hvor hastigheten kommer opp i 6,5 m/s på det meste.



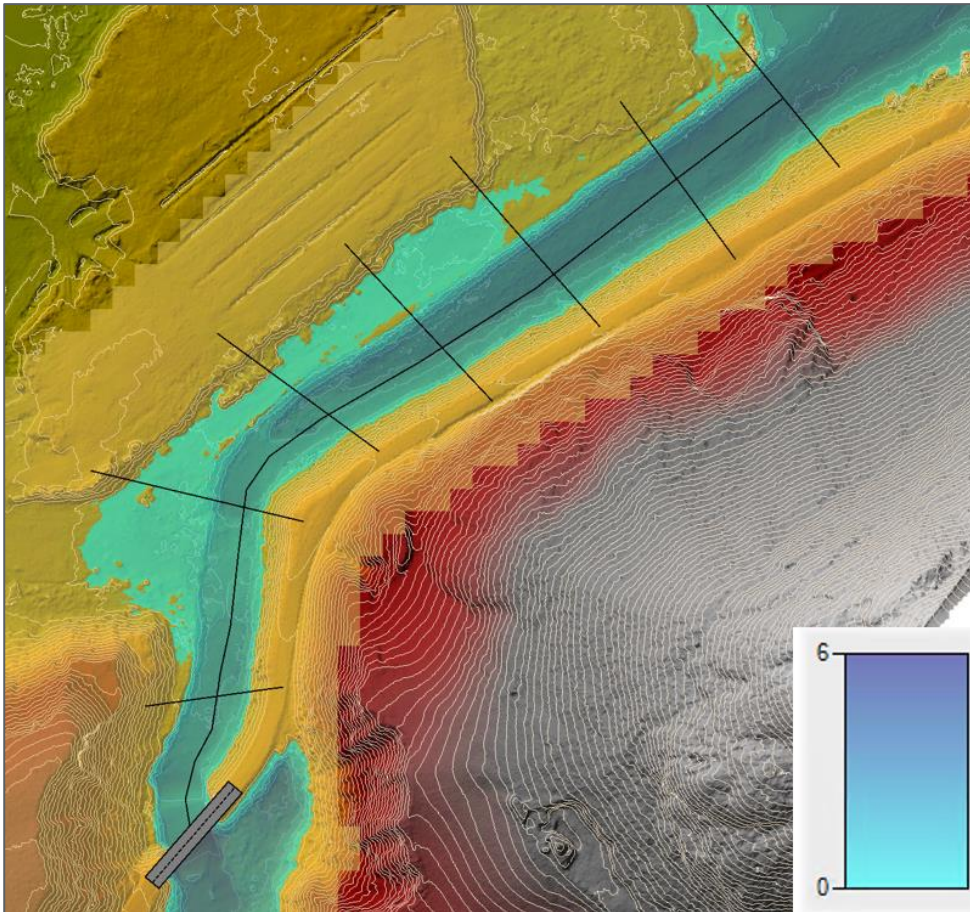
Figur 7 Vannlinje fra brua ned til utløpet.

Tabell 9 Beregnet vannstand i tverrprofiler. Høyeste scenario for hvert profil er uthevet.

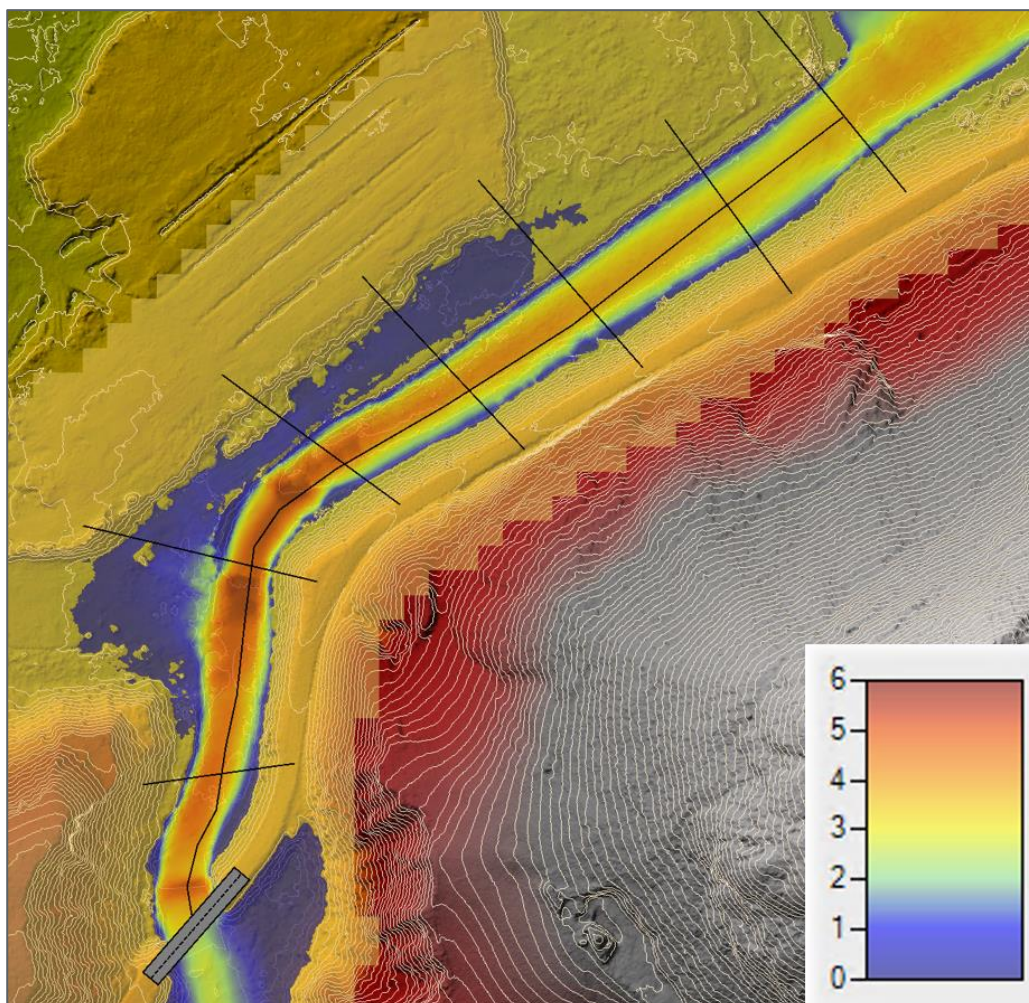
Profil	1.3xQ ₂₀₀ + 1-års stormflo Vannstand (moh)	1.3xQ ₂₀₀ +1-års lavvann Vannstand (moh)	1.3xQ _M +200-års stormflo Vannstand (moh)
Profil 1	4.63	4.63	3.59
Profil 2	3.67	3.67	3.02
Profil 3	2.72	2.72	2.65
Profil 4	2.28	2.28	2.64
Profil 5	2.26	2.25	2.64
Profil 6	2.21	0.76	2.71
Profil 7	2.17	0.37	2.62

Tabell 10 Beregnet maks. vannhastighet i tverrprofiler. Høyeste scenario for hvert profil er uthevet.

Profil	1.3xQ ₂₀₀ + 1-års stormflo Vannhastighet (m/s)	1.3xQ ₂₀₀ +1-års lavvann Vannhastighet (m/s)	1.3xQ _M +200-års stormflo Vannhastighet (m/s)
Profil 1	5.1	5.1	3.3
Profil 2	5.4	5.5	3.0
Profil 3	4.9	5.5	2.1
Profil 4	3.6	4.5	1.3
Profil 5	3.0	4.2	1.1
Profil 6	2.5	3.9	0.9
Profil 7	2.2	4.0	0.8



Figur 8 Oversvømt område ved 200-årsflom (inkl. klimapåslag) og 1-års stormflo i fjorden. Dybde i meter.



Figur 9 Vannhastigheter (m/s) ved 200-årsflom inkl. klima, og 1-års lavvann i fjorden.

Erosjonssikring

En strekning ned til utløpet av Hollaelva skal sikres mot erosjon. Erosjonssikring beregnes i et separat notat på bakgrunn av resultatene for vannstand og vannhastighet fra forrige avsnitt. I tillegg vil elvebunnens helning ha betydning for dimensjonering. Mellom profil 1 og 3 er helningen i gjennomsnitt ca. 2%, målt fra terrengmodellen. Fra profil 3 til utløpet faller terrenget med 0,5% eller slakere.

Like oppstrøms elvesvingen ved industriområdet ligger det en terskel i elva (Figur 10). Ved erosjonssikring må det tas hensyn til at terskelen fører til et vannstandssprang, se vannlinje i Figur 7 ved $x = \text{ca. } 140$.

Norconsult kjenner ikke til terskelens oppbygning, men fra flyfoto ser den ut til å bestå av løsmasser. Generelt kan terskler være utsatt for erosjon ved flom dersom de ikke er tilstrekkelig sikret. For å unngå at terskelen blir ødelagt ved stor flom og massene blir transportert nedover i elva, kan erosjonssikring av terskelen vurderes.

Ifølge vilkårsrevisjonen [1] er Hollaelva lakseførende på strekningen, og valg av sikringsløsning bør ta hensyn til det.



Figur 10 Terskel i Hollaelva.

Usikkerheter

Det vil alltid være usikkerhet beheftet med beregning av flomvannføring. Usikkerheten er søkt minimert ved å benytte flere ulike metoder for beregning av flomstørrelsen. Usikkerheten er størst i bestemmelsen av kulminasjonsflommens størrelse. En sensitivitetsanalyse med $\pm 10\%$ vannføring gir liten endring i konklusjonen av analysen, flomvannstand endres da med ca. 10 cm for de øverste profilene, og viser at sensitiviteten i analysen er moderat. Vannhastigheten endres med 0,1-0,2 m/s.

Det er også kontrollert sensitivitet med hensyn på Mannings tall i den hydrauliske modellen, der 20% endring i Mannings n-verdi gir lite (inntil ca. 5 cm) utslag på vannstanden. Vannhastigheten endres med inntil 0,4-0,5 m/s i profil 1-3 og 0,2-0,3 m/s i profil 4-7.

Terrengdata kartlagt med luftbåren laser har de senere år gitt tilgang på betydelig bedre terrengdata for Norge enn det som var tilfellet for bare 10 år siden. Laserkartlagte data har likevel også sine begrensninger, blant annet kan ikke tradisjonell rød laser kartlegge terreng under vannflaten, og vegetasjon og løvverk vil redusere antallet registrerte punkt på reell terrengoverflate. For Hollaelva er manglende terrengpunkt under vannflaten et lite problem. Elva har normalt har liten vanddybde på grunn av overføringen til Vasslivatnet (det ligger ingen krav om minstevannføring i konsesjonen), og i kanalen ned til utløpet foreligger det oppmålte dybde data. Det er noe vegetasjon langs elva. Dette gir en viss usikkerhet i terrengmodellen, men elveløpet er såpass bredt at usikkerheten blir begrenset. Det er relativt lite vegetasjon langs elva ved industriområdet.

Den hydrauliske beregningen forholder seg til terrenget slik det var på scanningstidspunktet. Eventuell erosjon/ sedimentasjon i vassdraget i tiden etter scanning, eller det som oppstår under en flomhendelse, samt forhold knyttet til tilstopping, is eller grunnforhold/ skred, er ikke hensyntatt i beregningen.

Konklusjon

På strekningen i Hollaelva fra brua til utløpet bestemmes ekstremvannstand av 200-årsflom på øvre del, og av ekstremvannstand i sjøen på nedre del (i den rette, kanaliserte delen før utløpet). Maksimal vannhastighet på strekningen er ca. 5,5 m/s. Ved 200-årsflom kombinert med 1-års stormflo (inkl. klima) vil terrenget langs venstre elvebredd delvis oversvømmes.

Referanser

1. TrønderEnergiKraft AS (2019). Revisjonsdokument Søa.
2. NVE (2011). Retningslinjer for flomberegninger.
3. NVE (2016). Klimaendringer og framtidige flommer i Norge.

Vedlegg

1. Nevina rapport for Hollaelva
2. Manøvrering av bekkeinntak i Hollafeltet – personlig meddelelse fra TrønderEnergi Kraft
3. Frekvenskurver fra flomfrekvensanalyse
4. Ekstreme sjøvannstater og framskrivninger for framtidig havnivå ved Holla
5. Brutegning av Holla bru fra Brutus
6. Resultater fra Hec-Ras 2D

J01	2022-09-15	For bruk	Anne Vea	Carolina F. Uribe	Aslaug Bjørke
Versjon	Dato	Beskrivelse	Utarbeidet	Fagkontrollert	Godkjent

Dette dokumentet er utarbeidet av Norconsult AS som del av det oppdraget som dokumentet omhandler. Opphavsretten tilhører Norconsult AS. 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.

Oppdragsgiver: **Wacker Chemicals Norway AS**
 Oppdragsnr.: **52203733** Dokumentnr.: **52203733-HYD-01**

Vedlegg 1 Nevina rapport for Holla

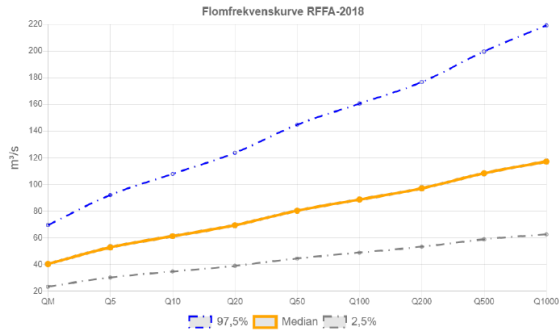
Regional flomberegning

Vassdragsnr.: 119.3A0
 Kommune.: Heim
 Fylke.: Trøndelag
 Vassdrag.: Hollaelva
 Nedbørfeltareal: 81.0 km²

Flomestimer 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).

Howdan bruke resultatene fra rapporten, se her.

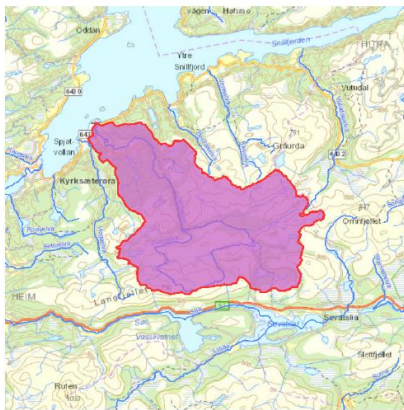


RFFA-2018	
Tidsoppløsning	Døgn -
Indeksflom (QM): Medianflom	500 l/s*km ²
Klimapåslag	0 %
Kulminasjonsfaktor	1.37 -
NIFS-2015	
Tidsoppløsning	Kulminasjon -
Indeksflom (QM): Middelflom	- l/s*km ²
Klimapåslag	- %
Annet	
Tiløpsflom	Nei -

RFFA-2018 (døgnmiddel)		Q _{0.1}	Q _{0.5}	Q ₁₀	Q ₂₀	Q ₅₀	Q ₁₀₀	Q ₂₀₀	Q ₅₀₀	Q ₁₀₀₀	Q ₂₀₀ klima
Flomfrekvensfaktor (Q _T / Q _{0.1})		1	1.31	1.51	1.72	1.99	2.19	2.40	2.68	2.89	-
Flomverdi, m ³ /s		40.5	52.9	61.3	69.5	80.4	88.7	97.1	108	117	97.1
Flom usikkerhet (97.5%), m ³ /s		69.6	92.0	108	124	145	161	177	200	219	-
Flom usikkerhet (2.5%), m ³ /s		23.5	30.4	34.8	39.1	44.7	49.0	53.4	58.9	62.7	-
NIFS (kulminasjon)	ikke beregnet pga. areal større enn 60km ²										
Flomfrekvensfaktor (Q _T / Q _{0.1})											
Flomverdi, m ³ /s											
Flom usikkerhet (97.5%), m ³ /s											
Flom usikkerhet (2.5%), m ³ /s											

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.

Rapportdato: 31.8.2022 © nevina.nve.no



Feltparametere	
Areal (A)	81.0 km ²
Effektiv sjø (A _{eff})	0.19 %
Elvleilende uten sjø (E _{TL,net})	155.6 km
Elvegradient (E _G)	28.4 m/km
Elvegradient ₁₀₀₀ (E _{G,1000})	21.3 m/km
Heining	13.0 °
Dreneringstetthet (D _T)	2.2 km ⁻¹
Feltleilende (F _L)	15.3 km

Hypsografisk kurve	
Høyde _{MIN}	9 m
Høyde ₁₀	201 m
Høyde ₂₅	347.5 m
Høyde ₅₀	445 m
Høyde ₇₅	520 m
Høyde _{MAX}	748 m

Arealklasse	
Bre (A _{BRE})	0 %
Dyrket mark (A _{JORD})	1.5 %
Myr (A _{MYR})	9.2 %
Leire (A _{LEIR})	0.6 %
Skog (A _{SKOG})	33.5 %
Sjø (A _{SJO})	3.5 %
Snaufjell (A _{SF})	39.6 %
Urban (A _U)	0.0 %
Uklassifisert areal (A _{REST})	12.6 %

Klima- /hydrologiske parametere	
Avrenning 1961-90 (Q _{av})	49.2 l/s*km ²
Nedbør juni	83 mm
Nedbør juli	117 mm
Regn og snøsmelting mai	380 mm
Regn og snøsmelting juni	131 mm
Regn og snøsmelting årlig 4d	121 mm
Regn og snøsmelting november	104 mm
Temperatur februar	-4.5 °C
Temperatur mars	-2.8 °C



Kartbakgrunn: Statens Kartverk
 Kartdatum: EUREF89 WGS84
 Prosjeksjon: UTM 33N
 Beregn.punkt: 207188 E
 7034362 N

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

Rapportdato: 31.8.2022 © nevina.nve.no

Oppdragsgiver: **Wacker Chemicals Norway AS**

Oppdragsnr.: **52203733** Dokumentnr.: **52203733-HYD-01**

Vedlegg 2 Manøvrering av bekkeinntak i Hollafeltet – personlig meddelelse fra TrønderEnergi Kraft

From: Frode Vassenden <Frode.Vassenden@tronderenergi.no>
Sent: Friday, September 2, 2022 10:18
To: Anne Vea <Anne.Vea@norconsult.com>
Cc: Aslaug Bjørke <Aslaug.Bjorke@norconsult.com>
Subject: SV: Regulering av Hollaelva til Vasslivatnet - spørsmål

Kapasiteten til bekkeinntakene har jeg beregnet til 21 m³/s når Vasslivatnet er lavere enn 268.6, og 12 m³/s når Vasslivatnet er fullt. (min referanse: J:\3 - Prosjekter\3-3 Prosjekter VANNKRAFT\GAMMELT\7\02_Planlegging\12 hydrologi\Hydrologidel Hammarkleivarehabilitering.docx)

I praksis blir Hammarkleiva-tunellen stengt når det er stor flom, for å redusere problemer med høy vannstand i Rovatnet.

Mvh
Frode Vassenden
Hydrolog
Trønderenergi Kraft
41410163

Fra: Anne Vea <Anne.Vea@norconsult.com>
Sendt: onsdag 31. august 2022 12:34
Til: Frode Vassenden <Frode.Vassenden@tronderenergi.no>
Kopi: Aslaug Bjørke <Aslaug.Bjorke@norconsult.com>
Emne: Regulering av Hollaelva til Vasslivatnet - spørsmål

Hei Frode,

Vi holder på en flomvurdering for Hollaelva nær Kyrksæterøra. En del av det naturlige feltet til Holla fraføres til Vasslivatnet via bekkeinntakene Hammarkleiv og Tverrelva. Vi har et par spørsmål til reguleringen, kanskje dere i TEK kan hjelpe oss med noen tall.

- Omtrent hvor stor er kapasiteten til de to bekkeinntakene i feltet, dvs. maks. vannmengde som kan overføres ut av Hollafeltet ved stor flom?
- Er det som regel god demping i Vasslivatnet ved flom i Hollafeltet, slik at bekkeinntakene står åpne ved flom? Eller er det mer typisk med høy vannstand i Vasslivatnet samtidig med flom i Hollafeltet, slik at bekkeinntakene må stenges for at Vasslivatnet ikke skal gå over HRV?

Mvh.

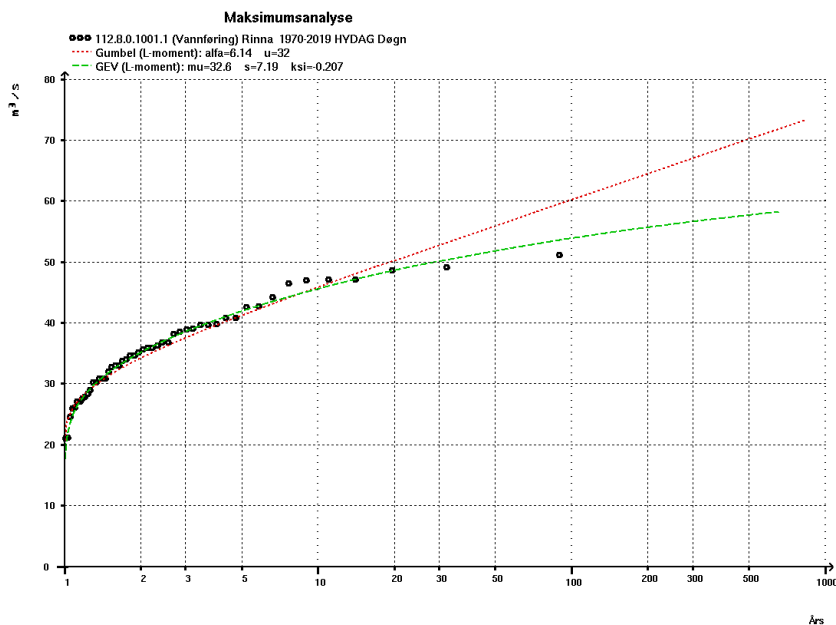
Anne Vea
Rådgiver - Hydrologi og vassdragshydraulikk
Mob: +47 48 24 56 78
anne.vea@norconsult.com

Norconsult AS
Kløbuveien 127 B, NO-7031 Trondheim
Tel: +47 67 57 10 00
www.norconsult.no

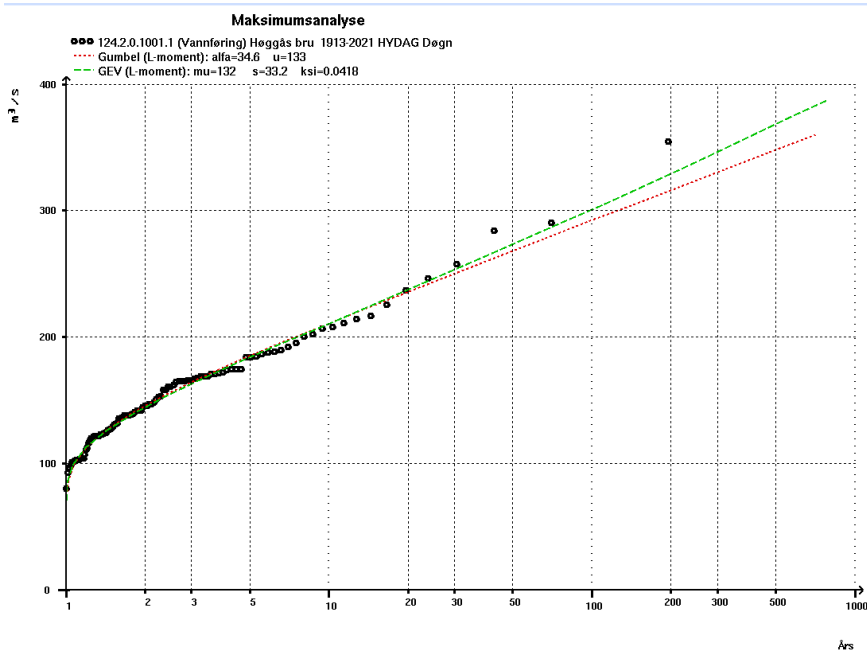
CONFIDENTIALITY AND DISCLAIMER NOTICE: This message is for the sole use of the intended recipients and may contain confidential information. If you are not an intended recipient, you are requested to notify the sender by reply e-mail and destroy all copies of the original message. Any unauthorized review, use, disclosure or distribution is prohibited. While the sender has taken reasonable precautions to minimize the risk of viruses, we cannot warrant the absence of, or accept liability for, any such viruses in this message or any attachment.

Vedlegg 3 Frekvenskurver fra flomfrekvensanalyse

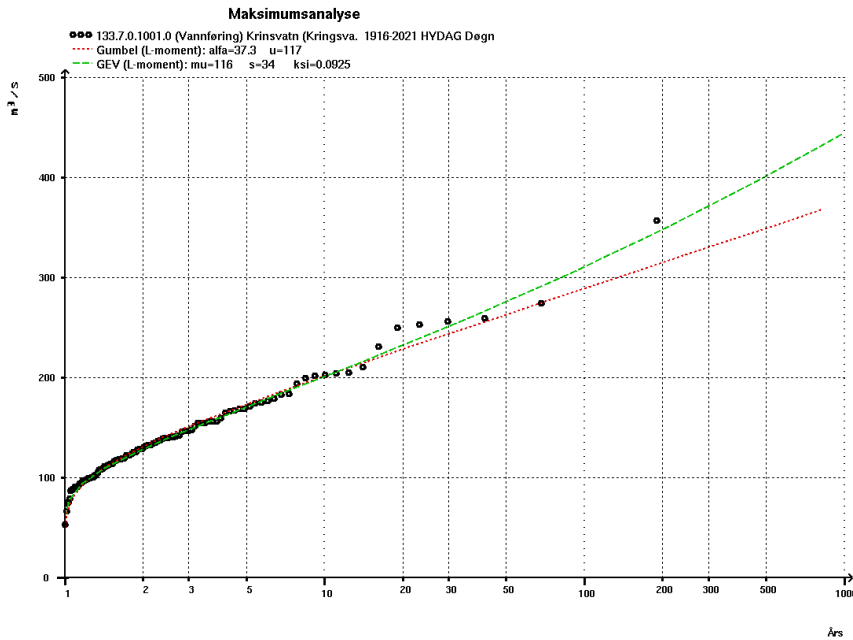
112.8 Rinna



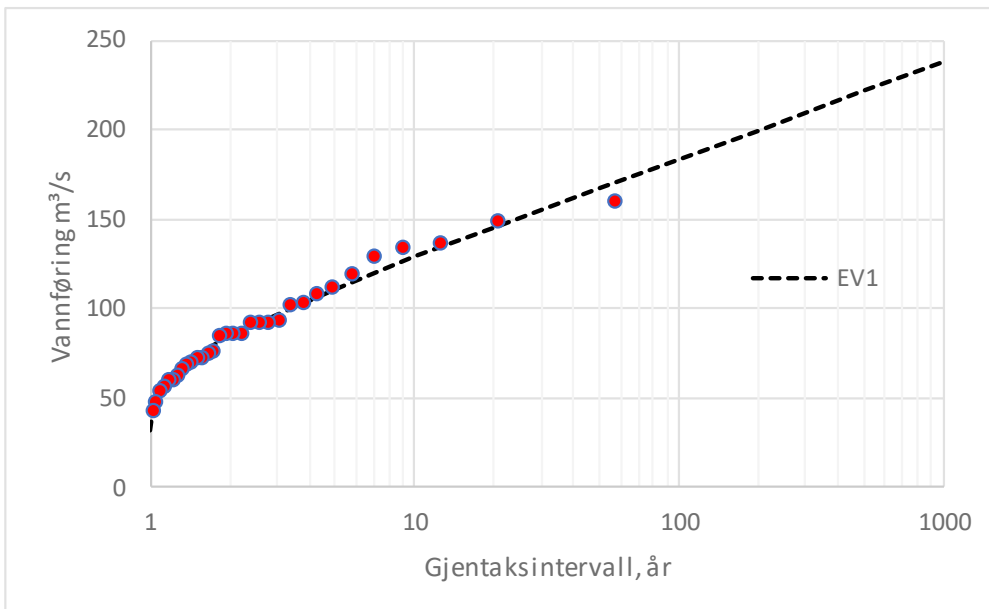
124.2 Høggås bru



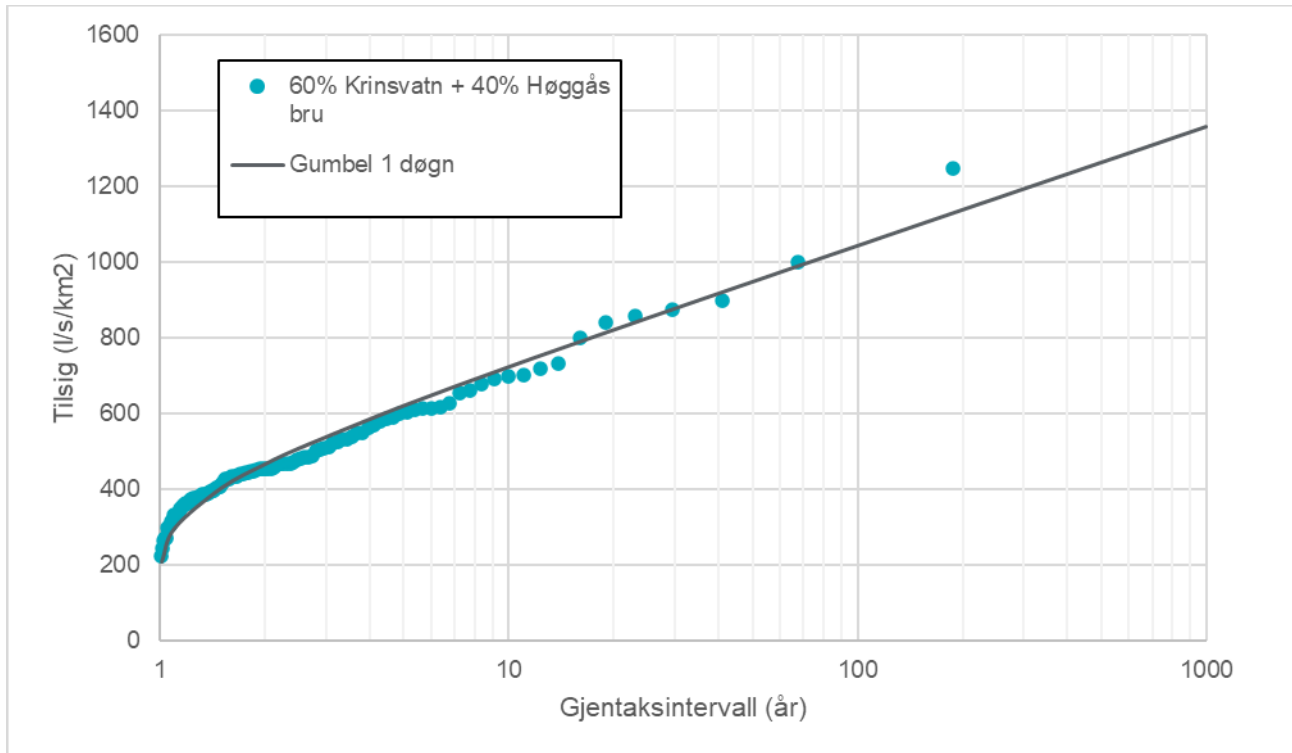
133.7 Krinsvatn



Søa kraftverk tilsigsserie 1986-2000



Vektet serie 60% Krinsvatn + 40% Høggås bru



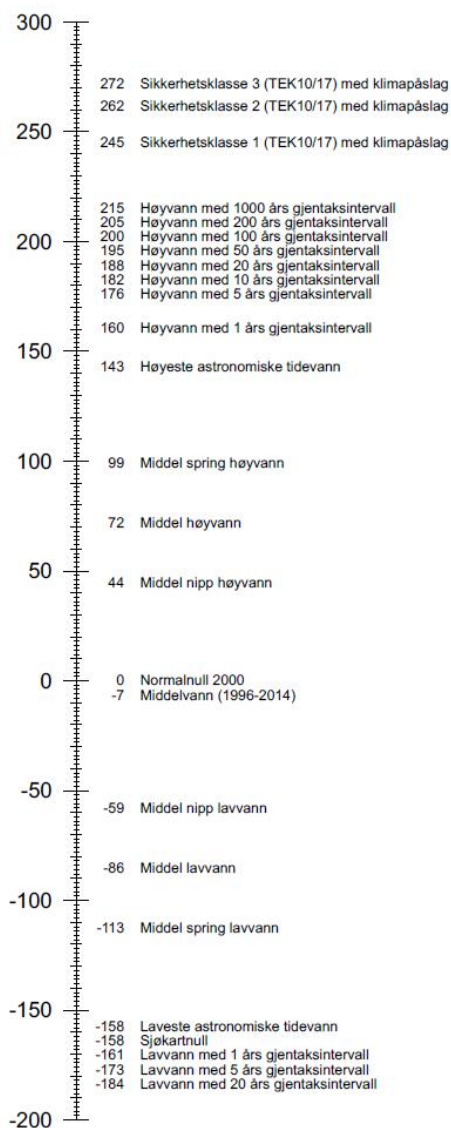
Vedlegg 4 Ekstreme sjøvannstander

N63°18,6' E9°7,7'

Nivåskisse

HOLLANESET

Nivå knyttet til tidevann er hentet fra Heimsjø, justert med faktor 1,01.



Høyder er i cm over Normalnull 2000 som er nullnivå i det norske offisielle høydesystemet NN2000. Datagrunnlag sist endret: 17. august 2021. Lastet ned: 1. september 2022.

1

**Framskrivinger for framtidig havnivå**

1. september 2022

Tall som presenteres her er basert på rapporten «Sea Level Change for Norway - Past and Present Observations and Projections to 2100», bestilt av Miljødirektoratet. Rapporten inneholder de offisielle tallene.

Hvordan havnivåendringen blir, avhenger av hvor stort utslipp av klimagasser vi kommer til å ha fremover. Ulike utslippsscenarioer for klimagasser er beskrevet i den femte hovedrapporten til FNs klimapanel (IPCC), og tre av disse er vurdert her.

RCP2.6 innebærer drastiske utslippskutt allerede fra 2020

RCP4.5 innebærer små endringer av utslipp fram til 2050 og deretter utslippskutt

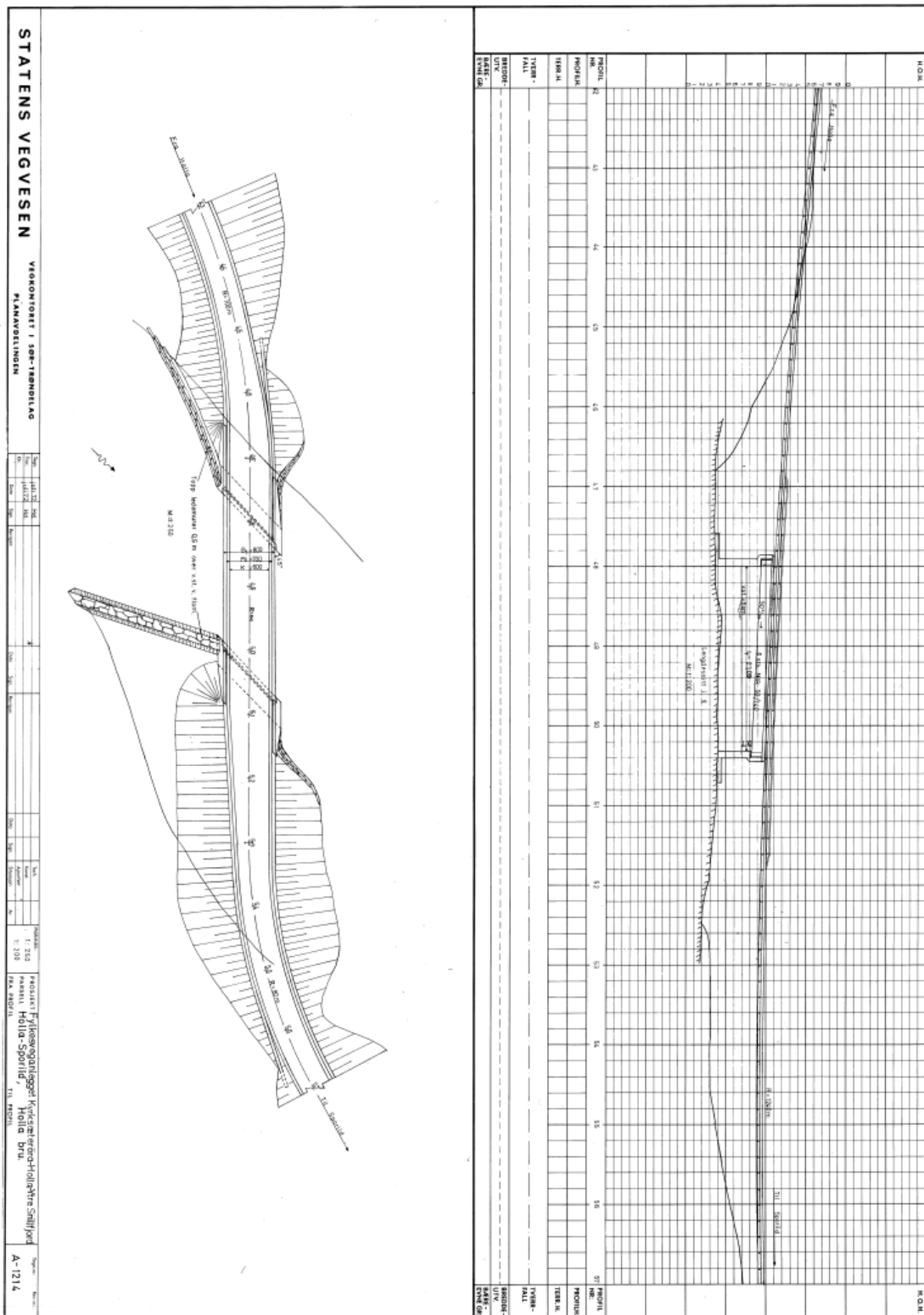
RCP8.5 innebærer at utslippene av klimagasser fortsetter å øke i dagens tempo

Tallene gjelder for gamle Hemne kommune. Utgangspunktet for modellene er Kyrksæterøra.

	2041-2060	2081-2100	2100
Lavt utslipp (RCP2.6)	7 cm (-5 – 19 cm)	7 cm (-12 – 27 cm)	7 cm (-14 – 28 cm)
Redusert utslipp (RCP4.5)	8 cm (-3 – 19 cm)	16 cm (-5 – 37 cm)	17 cm (-6 – 40 cm)
Høyt utslipp (RCP8.5)	12 cm (-1 – 25 cm)	32 cm (8 – 57 cm)	36 cm (8 – 65 cm)

Tabellen presenterer framskrivinger for framtidig havnivå for årene fram til 2100 sammenlignet med perioden 1996-2005. Tabellen viser framskrivningenes middelveier samt nedre og øvre grense for det sannsynlige intervallet for havnivåendringene.

Vedlegg 5 Brutegning av Holla bru fra Brutus



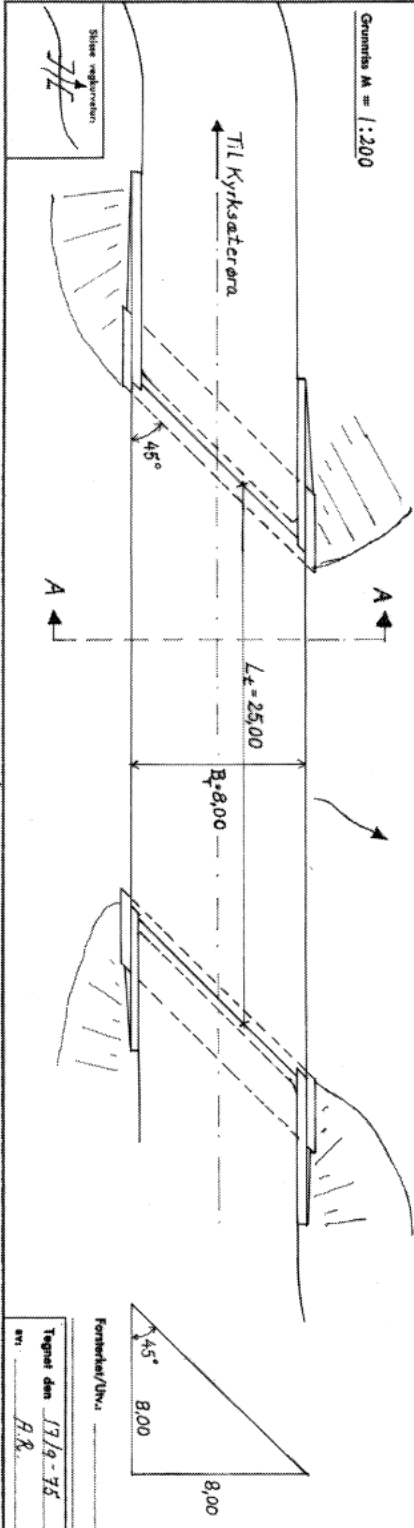
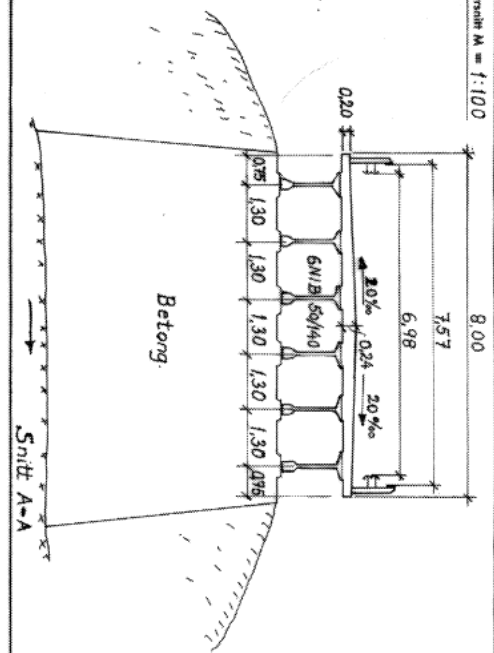
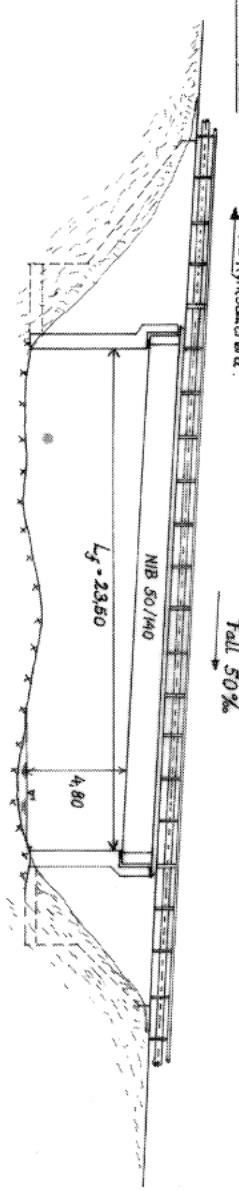
Ferdigbrutegning

Holla	brn	Fylkes veg	301	867	1975	Akte nr.	Tverrsnitt M = 1:100
(Vassdr. Sulfjord) - Halla	Kommune	Hemne	Kilometer (bruttolinje)	Byggetid	Byggetid	69 LL 301/8	
Sør-Trøndelag			615 km	1/2 av Kyrkseterøra	HP 02 4.510/78	57/230/16	

Bygningsystem: Fritt opplagte spennbetongbjelker & lispenn
 Konstruksjon (materiel): Bruplate arm betong t = 20-24cm, Spennbetongbjelker: 6 stk.
 Spennbetong: NIB 50/140 c/c 1,30m.
 Sida: Arm. betong
 Sida: Sluttbetong
 Underytting (materiel): Landkar av arm. betong, 4 sidemurer av arm. betong
 Fundamentering: Fjell
 L_f = 23,50m

Kurvevt. b =	m	Gangbaner G =	m	Færingssv. F =	6,98	m
Fri bredde over felling	7,57	Fri bredde over rekv.	∞	Fri høyde over pl.	∞	Fri silling
Konstruert for lastl. Internord. 1971.		Endringer av lastl./akstiv.				
Konstruert for akstivtkk.	13	tonn				
Overbygning:		Underytting:				
Konstruert av:	Vegvesent i Sør-Trøndelag	Konstruert av:	Vegvesent i Sør-Trøndelag			
Bygd av:		Bygd av:				

STATENS VEGVESEN

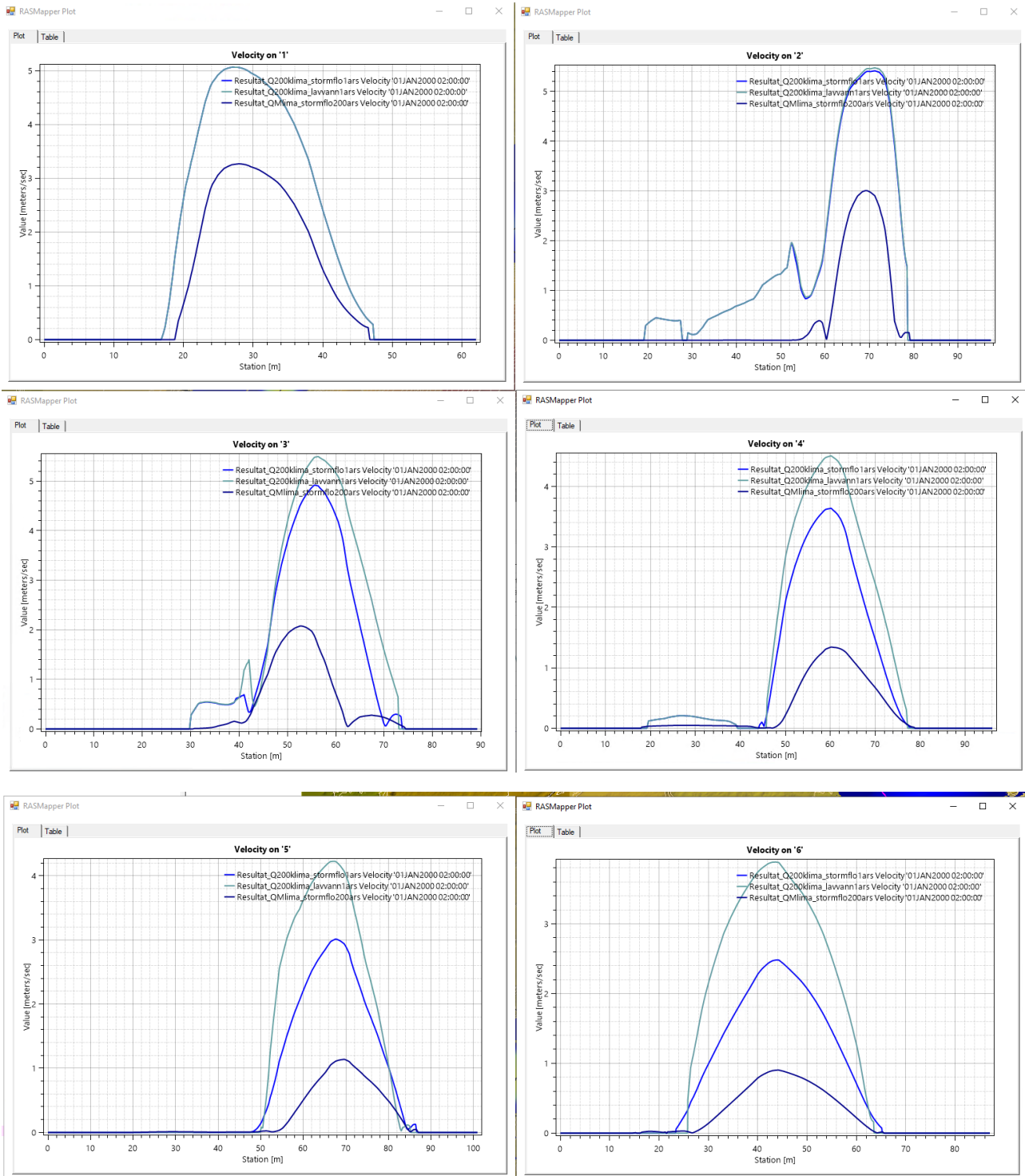


Villeo.2000.10.73.
 1/25

Forfatter/Utvr.
 Tegnet den 17/9-75
 av R.R.

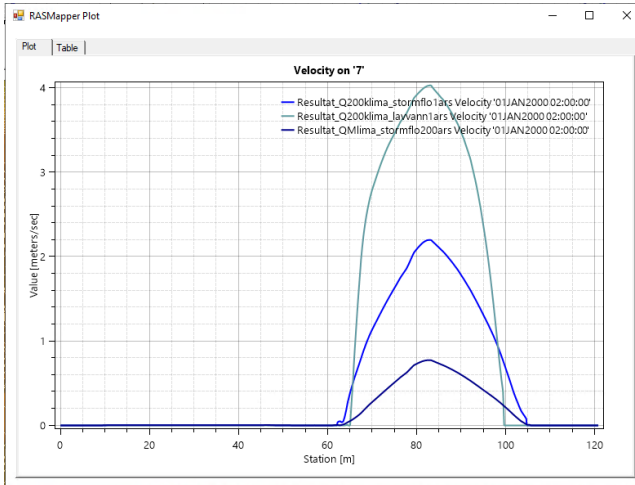
Vedlegg 6 Resultater fra Hec-Ras 2D

Hastighet



Oppdragsgiver: **Wacker Chemicals Norway AS**

Oppdragsnr.: **52203733** Dokumentnr.: **52203733-HYD-01**



Vannstand

