Norges vassdrags- og energidirektorat

NVE

Notat

Til:	Lindesnes kommune		
Fra:	Stefan Perzyna	Sign.:	
Ansvarlig:	Anne Cathrine Sverdrup	Sign.:	
Dato:	04.06.2018		
Saksnr.:	201700438		
Arkiv:	412		
Kopi:	Stefan Perzyna, Martin Jespersen, Eirik Traae, Anders Skalleberg		

Dokumentasjon av vannlinjeberegninger for Tredalsvassdraget, Lindesnes kommune, Vest-Agder

Sammendrag

NVE bistår Lindesnes kommune med å utrede tiltak til flomdemping og flomsikring i Tredalsvassdraget. Bistand gjelder flomberegning og vannlinjeberegning for Tredalsvassdraget, og vurdering av flomdempningseffekten av dam Grundelandsvatn. Dette notatet vedrører delen knyttet til vannlinjeberegninger for Trædalsvassdraget.

Det er utført vannlinjeberegninger for nederste del av Trædalsvassdraget ved bruk av dataprogrammet Hec-Ras versjon 5.03. for vannføringer tilsvarende middelflom og flommer med gjentaksintervall 5, 10, 20, 50, 100 og 200 år. Vannlinjeberegningen for normalvannføring er benyttet for å illustrere vannstanden som oftest er i elven, og således illustrere hvor stor vannstandsstigning en vil kunne få ved flom.

Resultatene fra beregningene viser at:

- Vannstanden i Audna har stor betydning på vannlinjen ved lavere vannføringer i Tredalsbekken. Vannlinjen blir påvirket helt opp til den bratte delen av vassdraget, oppstrøms industriområdet. Effekten avtar med økende vannføring i Tredalsbekken.
- Ingen av bruene rundt Hestehaven industriområde har tilstrekkelig stor lysåpning.
- Hestehaven industriområde blir først oversvømt ved en flom med gjentaksintervall på 10 år.

Vannlinjeberegning

1. Generelt om vannlinjeberegninger

Hec-Ras er et dataprogram som er utviklet av U.S. Army Corps of Engineers (USACE). Det benytter energimetoden eller momentmetoden for å beregne vannlinjen fra et elvetverrsnitt til det neste. Modellen beregner en endimensjonal og stasjonær strømningstilstand. Nødvendige inngangsdata er tverrprofilgeometri, ruhet og vannføring. Ruheten beskrives ved Mannings tall n der lave n-verdier representerer lavest ruhet (strømningsmotstand).

2. Hydrologi

Det er i forbindelse med vannlinjeberegningen også utført flomberegning for Tredalsvassdraget. Vannføringsverdier for middelflom og flommer med gjentaksintervall 5, 10, 20, 50, 100 og 200 år er beregnet. I tillegg er det beregnet verdier for vannføring ut fra forventede klimaendringer.
Det finnes ikke vannføringsmålinger i vassdraget. Flomberegningen er derfor utført ved å ta utgangspunkt i sammenlignbare vannføringsstasjoner i andre vassdrag. Vurderingen av sammenliknbare vannføringsstasjoner er gjort i NVE- Notat «Flomberegning for Tredalsvassdraget, Lindesnes kommune» [3]. Resultatet ble (kulminasjonsverdier):

Tabell 1- Vannføring for flommer med ulike gjentaksintervall - kulminasjonsverdier

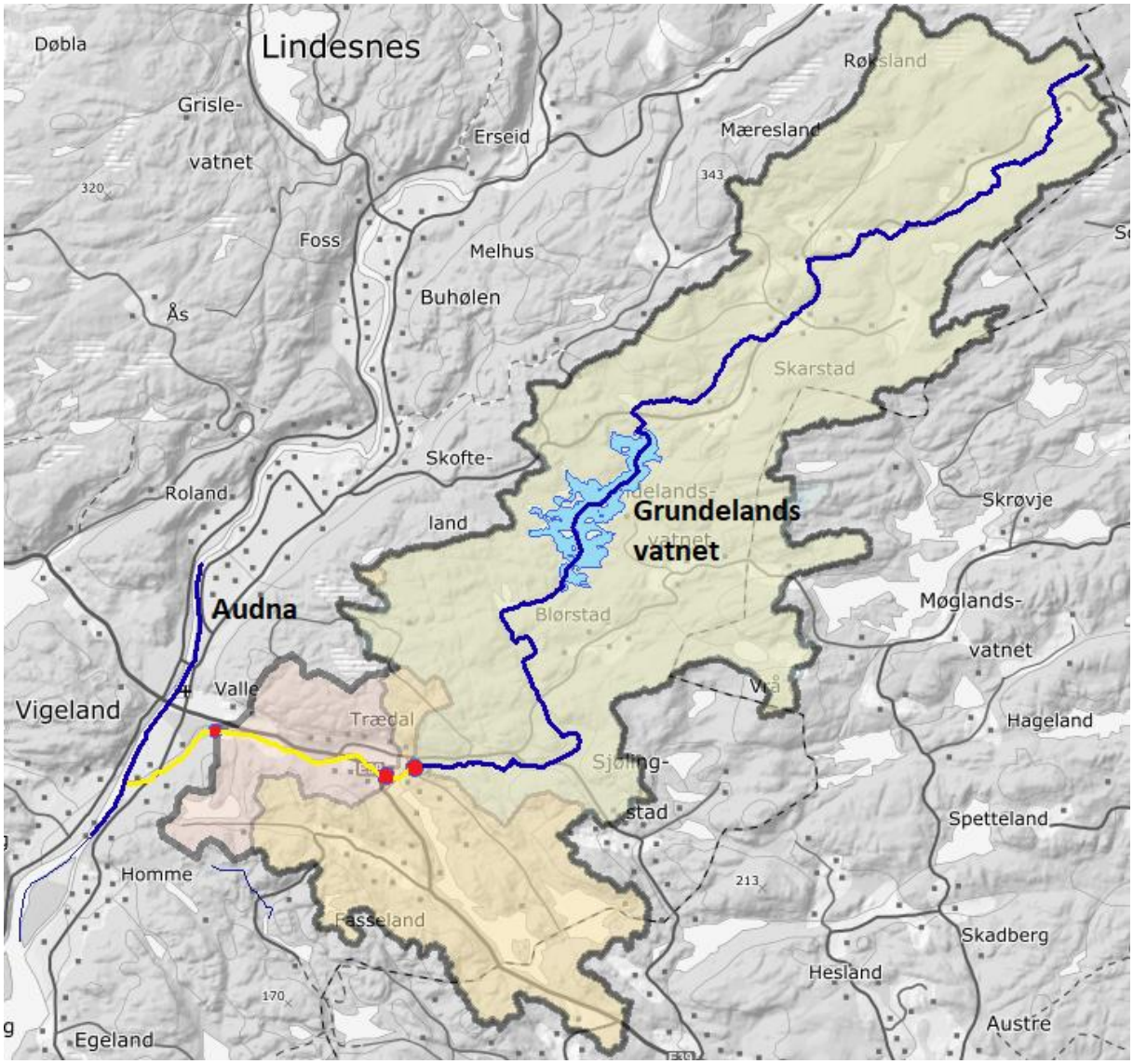
Sted	Areal	Q_M		Q_5	Q_{10}	Q_{20}	Q_{50}	Q_{100}	Q_{200}
	km^2	$l/s/km^2$	m3/s	m^3/s	m^3/s	m^3/s	m^3/s	m^3/s	$l/s/km^2$
Tredalsvassdraget	34.5	549	19	24	28	31	36	40	43

Kulminasjonsvannføringer for flommer i et endret klima (år 2100) er som følger:

Tabell 2-Vannføring for flom med 20% klimapåslag – kulminasjonsverdier

Sted	Areal	Q_M		Q_5	Q_{10}	Q_{20}	Q_{50}	Q_{100}	Q_{200}
	km^2	$l/s/km^2$	m3/s	m^3/s	m^3/s	m^3/s	m^3/s	m^3/s	$l/s/km^2$
Tredalsvassdraget	34.5	659	23	29	34	37	43	48	52

Med bakgrunn i det tilgjengelige datagrunnlaget for denne beregningen kan usikkerheten i resultatene regnes som middels: Brukbart hydrologisk datagrunnlag, med observasjoner i eller nært vassdraget.
Nedbørfeltet til den modellerte strekningen består av 3 delfelt, som visst i Figur 1. Vannføringen er beregnet for hvert delfelt og disse er lagt inn i den hydrauliske modellen slik at delfeltene blir representert best mulig (se Figur 2). Tilsiget for nedbørfeltet oppstrøms den hydrauliske modellen er lagt inn i profilen lengst oppstrøms (profil 3.477). Rett oppstrøms profil 3.192 kommer det et sidefelt inn fra sørøst. Tilsiget fra dette feltet er derfor lagt inn i profil 3.192. Det er kun et lite lokalfelt for strekningen før Hestehaven industriområde. Restfeltet mellom industriområdet og samløpet med Audna er så pass lite at det er tatt med inn i den samlede vannføringen. Vannføringen for dette området tilsvarer dermed det samlede nedbørfeltet for Tredalsbekken og legges inn i modellen rett oppstrøms industriområdet, i profil 1.525.



Figur 1-Delfeltene til Tredalsvassdraget, og den modellerte strekningen med tilsigspunktene (gul farge)

Figur 2-Plassering av de ulike tilsigspunktene på den modellerte strekningen (gul farge)

Se tabell 3 for oppsummering av anvendte vannføringer i modellen og figur 2 for plassering av de ulike tilsigspunktene og figur 1 for plassering av delfeltene. Se for øvrig NVE-notat «Flomberegning

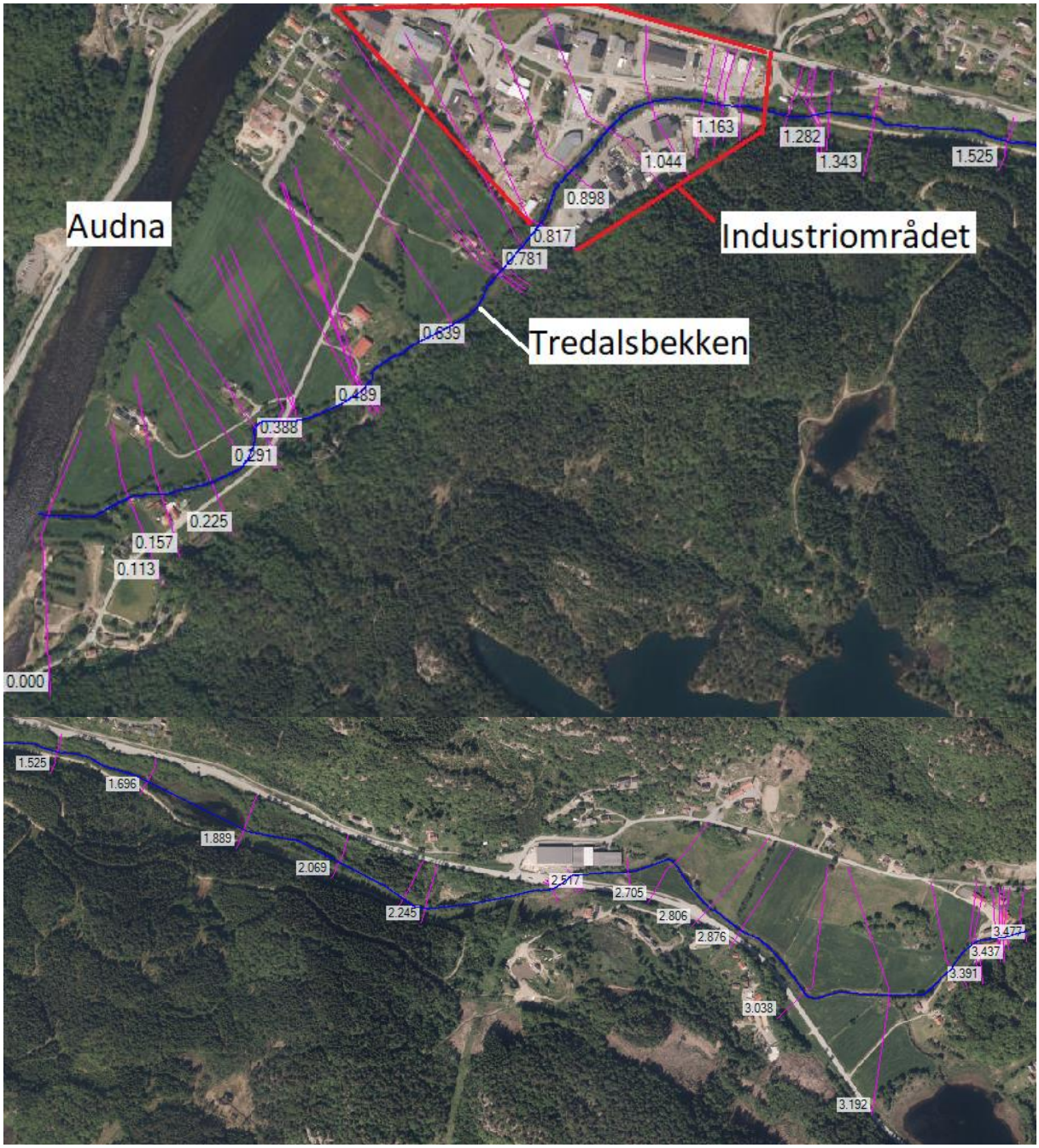
for Tredalsvassdraget, Lindesnes kommune» [3] for mer detaljert informasjon om de hydrologiske utredningene.

Tabell 3- Vannføringer i den hydrauliske modellen - kulminasjonsverdier

Profil	Areal	Q_M		Q_5	Q_{10}	Q_{20}	Q_{50}	Q_{100}	Q_{200}
	km^2	$l/s/km^2$	l/s	m^3/s	m^3/s	m^3/s	m^3/s	m^3/s	m^3/s
3.477	24.6	14	565	18	20	23	26	29	31
3.192	31.2	17	548	22	25	28	32	36	39
1.525	34.5	19	551	24	28	31	36	40	43

3. Topografiske data

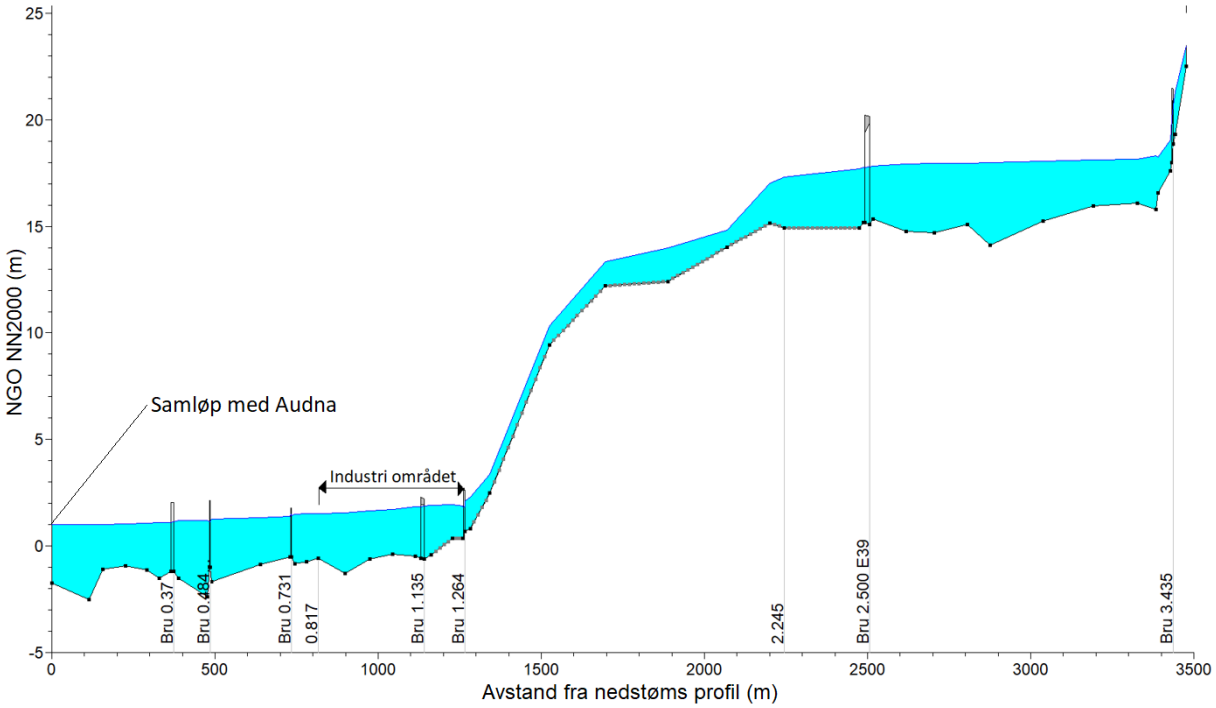
I prosjektet er det brukt vertikal datum: NN2000, horisontal datum: Euref89, projeksjon: UTM32N
Oppmålingen av tverrprofiler for den modellerte strekningen i vassdraget har blitt gjennomført av oppmålingsfirmaet Landmåler Sør AS i desember 2017. De innmålte 45 profilene er forlenget på land vha laserdata (terrengmodell med 1 m x 1 m oppløsning) fra 2017 (prosjektnummer: LACH0001). Disse er lastet ned fra Forvaltningsløsningen Høydedata (hoydedata.no).
De innmålte tverrprofilene beskriver elvas geometri i horisontal- og vertikalplanet. Alle bruer på den modellerte strekningen er målt opp med ekstra tverrprofiler. Profilnummereringen viser avstanden i km fra tverrsnittet lengst nedstrøms ved samløpet med Audna.
Plassering av de målte profilene er vist på Figur 3.
Fra tverrsnitt 2.500 til 1.113 langs den bratte delen av den modellerte strekningen har tverrprofilene blitt interpolert i Hec-Ras med avstand på ca. 10m for å oppnå bedre resultater.



Figur 3- Plassering av de målte tverrprofilene

Den modellerte strekningen av vassdraget kan deles opp i delområder med ulike hydrauliske egenskaper:

- Fra P0 til P0.817 er det flatt, åpen terreng med dyrket mark på sidene av vassdraget. Bunnsubstrat består av sand og mindre stein.
- Fra P0.817 til P1.264 er det flatt terreng med til dels tett bebyggelse på sidene av vassdraget. Dette er Hestehaven industriområde. Noen små busker og trær langs elvesiden. Bunnsubstrat består av sand og mindre stein.
- Fra P1.264 til P2.245 er det bratt terreng på sidene og og stor elvegradient,men med enkelte kulper. Bunnsubstratet består av store og middels store steiner. Vassdraget ligger i en dal med tett skog på sidene.
- Fra P2.245 til P3.435 er det flatt, åpen terreng med dyrket mark på sidene av vassdraget. Noen små busker og trær på elvesidene. Bunnsubstrat består av sand og mindre stein.
- Fra P3.435 og videre oppstrøms er det bratt terreng og stor elvegradient, med tett skog på sidene.



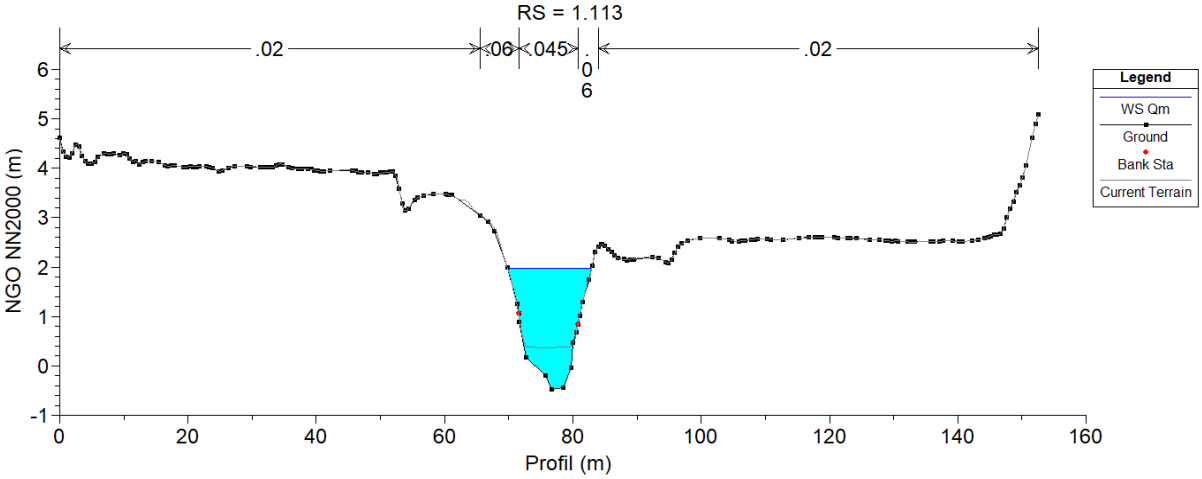
Figur 4- Lengdesnitt for den modellerte elvestrekningen

Langs den modellerte elvestrekningen er det flere bruer som alle er tatt med i modellen. Navn på bruene er definert etter første tverrsnitt oppstrøms bruen (se Figur 4). Mer om bruene i delen «Spesielt om bruer».

4. Ruhet

Ruheten i modellen varierer avhengig av bunnsubstrat i elveløpet og arealbruk på elvesider og flomsletter. Flybilder og bilder fra befaring er brukt til å bestemme arealbrukstypene i området. Verdiene for Manningstallet er bestemt vha tabell 3.1 «Manning's n values» fra «HEC-RAS, River Analysis System Hydraulic Reference Manual Version 5.0». [5]

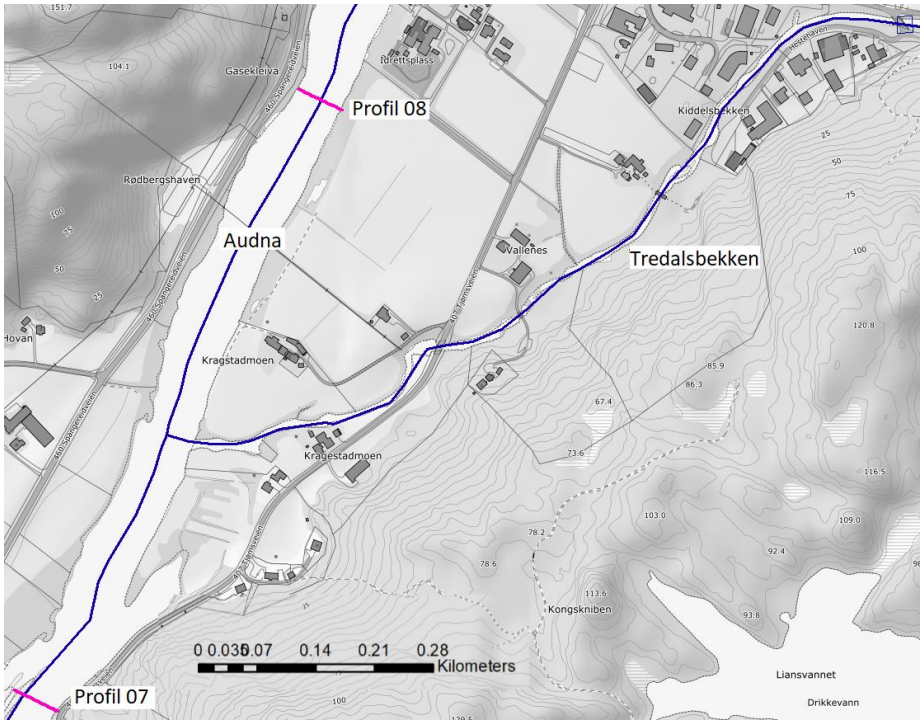
Avgrensningen av elveløpet og elveslettene fastsettes ved bruk av såkalte" bank stations". I dette prosjektet er plasseringen av disse basert på registreringen av vannstanden foretatt ved oppmålingen av tverrsnittene. Dette var utført på en dag med ca. normalvannføring i elven. På siden av elveløpet er det ofte en del kantvegetasjon med busker og trær som kan skape større friksjon. Dette er også tatt med i modellen.
Et eksempel på fordelingen av ruheten i et typisk elvetverrsnitt er vist i Figur 5.



Figur 5- Fordeling av Manningstall i et typisk tverrsnitt

5. Grensebetingelse

Nedre grensebetingelse for vannlinjeberegningene er satt lik vannstanden i Audna, som defineres vha. resultatene fra gjeldende flomsonekart for Audna / Vigeland: NVE Rapport 29/2012«Flomsonekart Delprosjekt Vigeland» [6]. Tredalsbekken munner ut i Audna mellom profil 07 og 08 på flomsonekartet for Vigeland, som vist på Figur 6.



Figur 6- Plassering av profiler på flomsonekartet for Audna / Vigeland

Vannstand i profil 07 og 08 for flom i Audna med ulike gjentaksintervall er vist i Tabell 4.
I flomsonekartprosjektet for Audna brukes det en 10års stormflo som grensebetingelse for den hydrauliske modellen. I HEC-RAS modellen for Tredalsbekken brukes det gjennomsnitt av verdiene vist i tabell 4.

Tabell 4- Vannstand i Audna for ulike flomstørrelser (NN2000)

Profil	Qnormal	Qmiddel	Q5	Q10	Q20	Q50	Q100	Q200
8	0.83	1.19	1.34	1.43	1.52	1.72	1.81	1.91
7	0.82	1.07	1.19	1.27	1.34	1.52	1.59	1.68
Snitt	0.83	1.13	1.27	1.35	1.43	1.62	1.70	1.80

6. Samtidighet for flom i Audna og Tredalsbekken

Ifølge NVE *Notat*- «Flomberegning for Tredalsvassdraget, Lindesnes kommune» [3]. Flommtoppen i Audna inntreffer målestasjon Gaupefossen grovt sett 9-12timer (gjennomsnittlig 10 timer) etter hovedtyngden av nedbøren treffer målestasjonene i nærheten.

Resultatene ved bruk av karmodellen PQRUT viser at for Tredalsbekken vil kulminasjon vannføringen inntreffe Hestehaven noe tidligere (ca 4 timer) etter hovedtyngden av nedbøren. Liten forskjell mellom tidsforsinkelsene på flomkulminasjonene, indikerer stor sammenheng mellom de to undersøkte vassdragene.

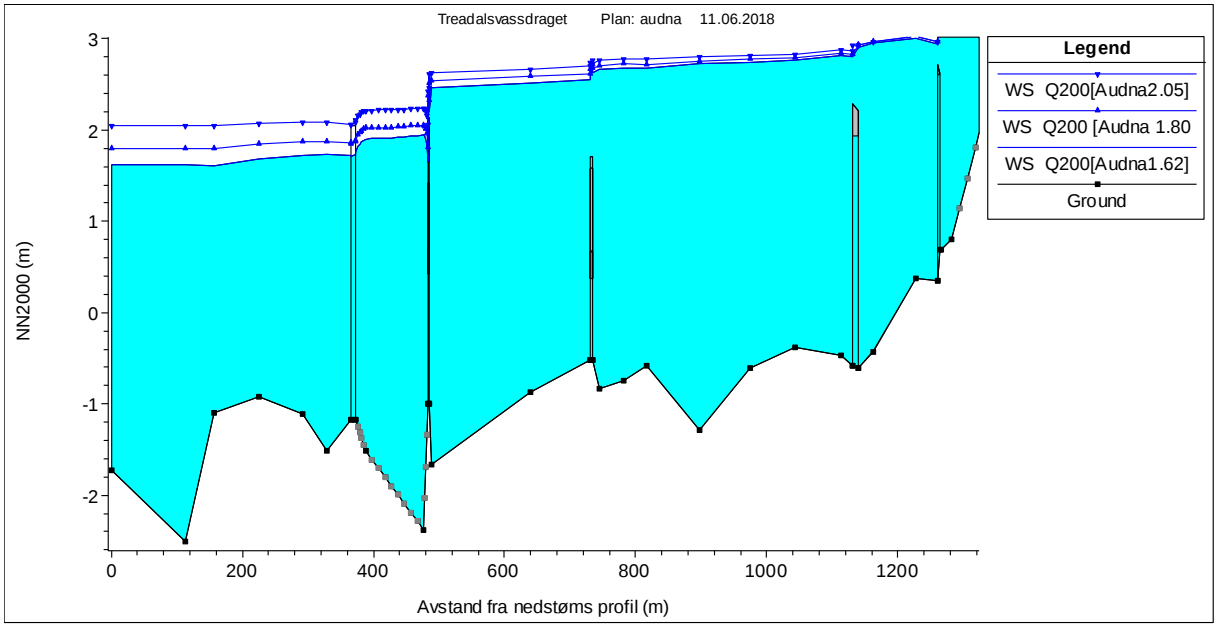
Følsomhetsanalysen (se kapittelet «Påvirkning fra vannstanden i Audna») viser at ved en 200års flom i Tredalsvassdraget, vil en endring av vannstanden i Audna ha liten betydning for vannstand i Hestehaven industriområde. For flommer i Tredalsbekken med lavere gjentaksintervall vil vannstanden i Audna ha større betydning. (Se tabell 6).
Basert på dette velges å bruke samme gjentaksintervall for både Audna og Tredalsbekken for alle modellerte flomstørrelser.

7. Påvirkning av Audna

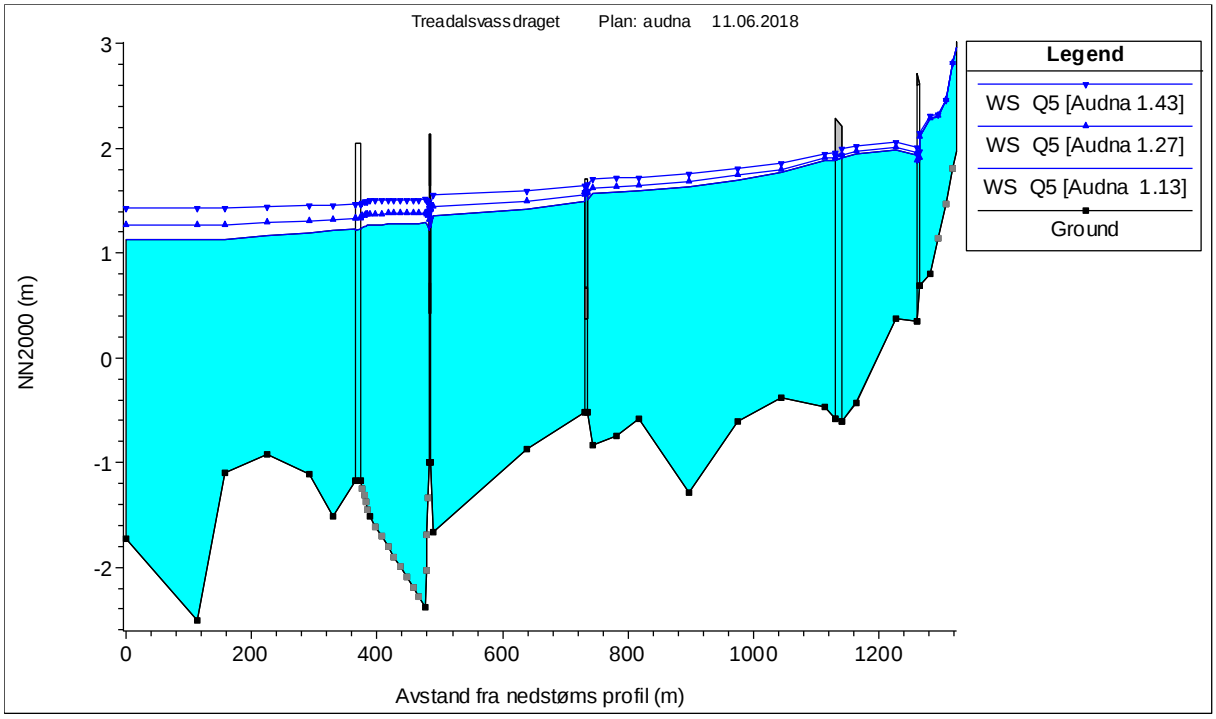
Modellen viser at vannstanden i Audna har stor betydning for vannlinjen for lavere vannføringer i Tredalsbekken. Vannlinjen blir påvirket helt opp til den bratte delen av vassdraget, oppstrøms industriområdet. Effekten avtar med økende vannføring i Tredalsbekken. En stigning i Audna på 0.4m ved en flom med 5 års gjentaksintervall i Tredalsbekken vil gi ca. 30cm stigning rundt industriområdet. En stigning i Audna på 0.4m ved en flom med 200 års gjentaksintervall i Tredalsbekken vil gi ca. 5cm forskjell oppstrøms rundt industriområdet. Tabell 5 viser vannstandendring i profil 0.975 som ligger i midten av industriområdet. Endringen i vannlinjen avhengig av vannstand i Audna er visst i Figur 7 for en 200års flom og i Figur 8 for en 5 års flom.

Tabell 5- Vannstand i profil 0.975 (industriområde) for varierende vannstand i Audna

Flomhendelse i Tredalsbekken	Q_5			Q_{50}			Q_{200}		
Vannstand i Audna	Q_M	Q_5	Q_{20}	Q_{20}	Q_{50}	Q_{200}	Q_{50}	Q_{200}	Q_{500}
	1.13	1.27	1.43	1.43	1.62	1.80	1.62	1.8	2.05
Vannstand i profil 0.975	1.7	1.74	1.8	2.65	2.65	2.64	2.74	2.78	2.82



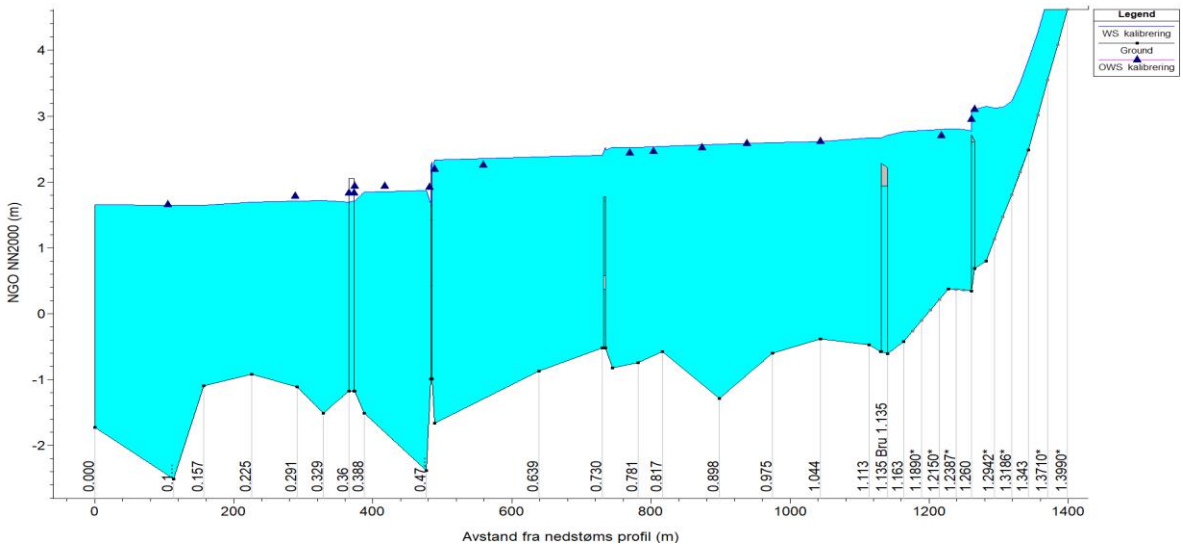
Figur 7-Vannlinje for 200-års flom i Tredalsbekken ved varierende vannstander i Audna.



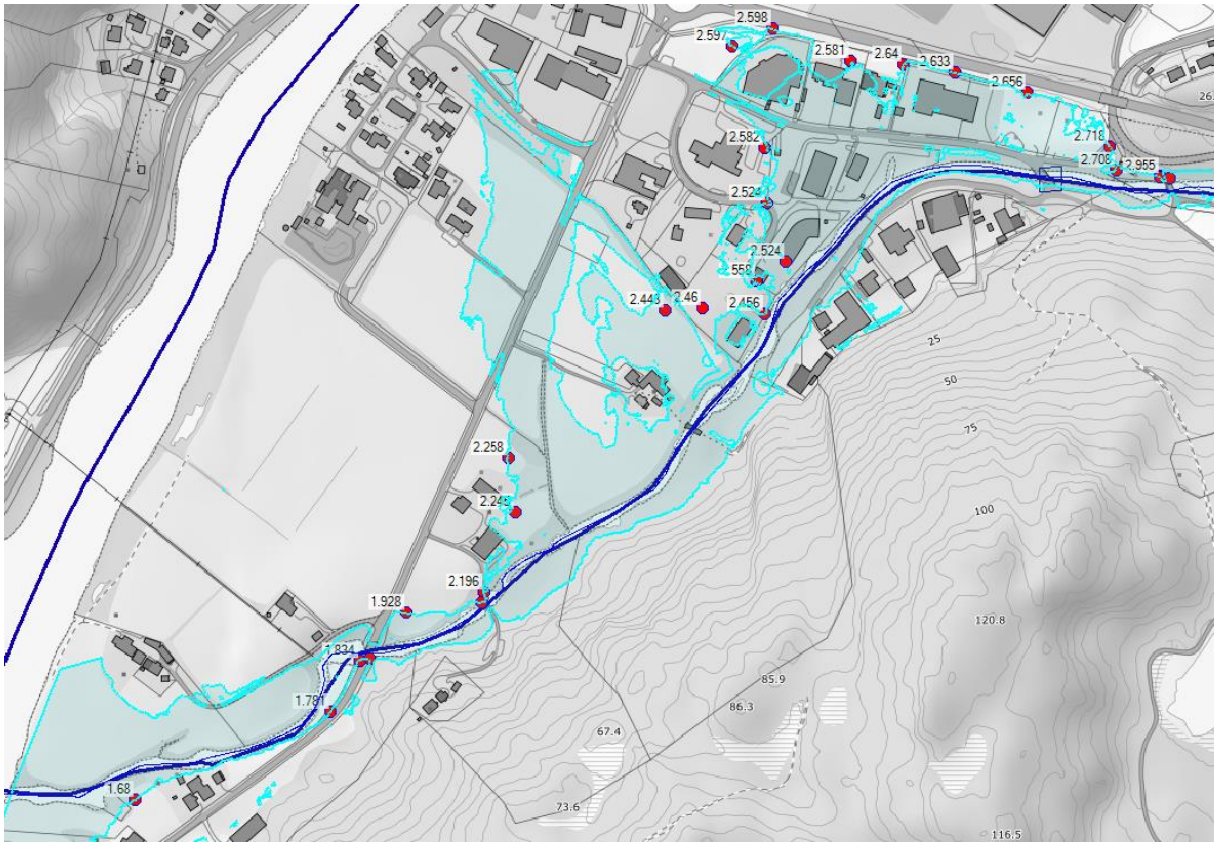
Figur 8-Vannlinje for 5-årsflom i Tredalsbekken ved varierende vannstander i Audna.

8. Kalibrering av modellen

En vannlinjemodell bør kalibreres vha. samhørende kjente verdier for vannstander og vannføring målt under flommer i vassdraget. Det ble målt inn kulminasjonsvannstander i flere punkter langs den modellerte elvestrekningen under flommen i oktober 2017. Vannstanden i Audna ble også målt inn men det ble ikke foretatt vannføringsmåling på samme tidspunkt. Vannstanden i Audna er brukt som grensebetingelse i modellen ved kalibrering.



Figur 9- Kalibrering mot de innmålte vannstandene

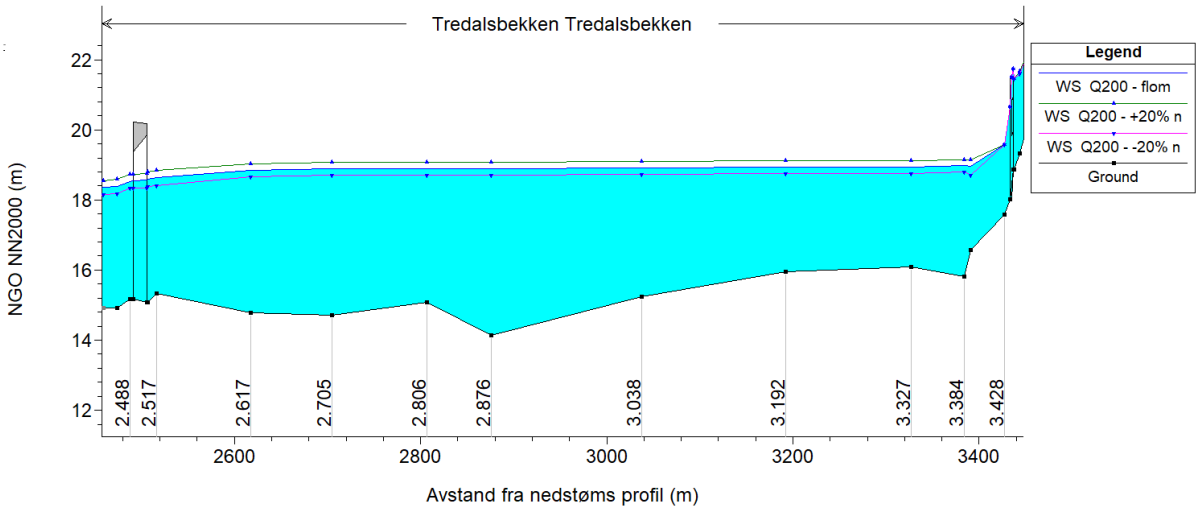


Figur 10- Plassering av de innmålte vannstandene (NN2000) ved flom 2 oktober 2017 og utstrekning av den modellerte vannflaten fra den kalibrerte modellen.

Modellen sjekkes mot de innmålte punktene. Modellen viser at målingene var tatt for en estimert vannføring på Q=32 m³/s. Dette tilsvarer en flom mellom 20års og 50års flom i Tredalsbekken, mens målingen av vannstanden i Audna (ca. kt+1.65m) viser til en flom med gjentaksintervall på 50år.

9. Følsomhetsanalyse

Det er utført en sensitivitetsanalyse av friksjonsforholdene ved å øke/senke ruheten i modellen med 20%, noe som resulterte i at vannlinjen varierte med opp til 0.35 m. Dette viser at modellen er lite sensitiv for endringer av ruheten.
Figur 9 viser at strekningen med den største variasjonen i vannstanden på ca. 35 cm er strekningen fra Tredalskraftverket til bru ved profil 2.500 rett etter Tredal fabrikken.



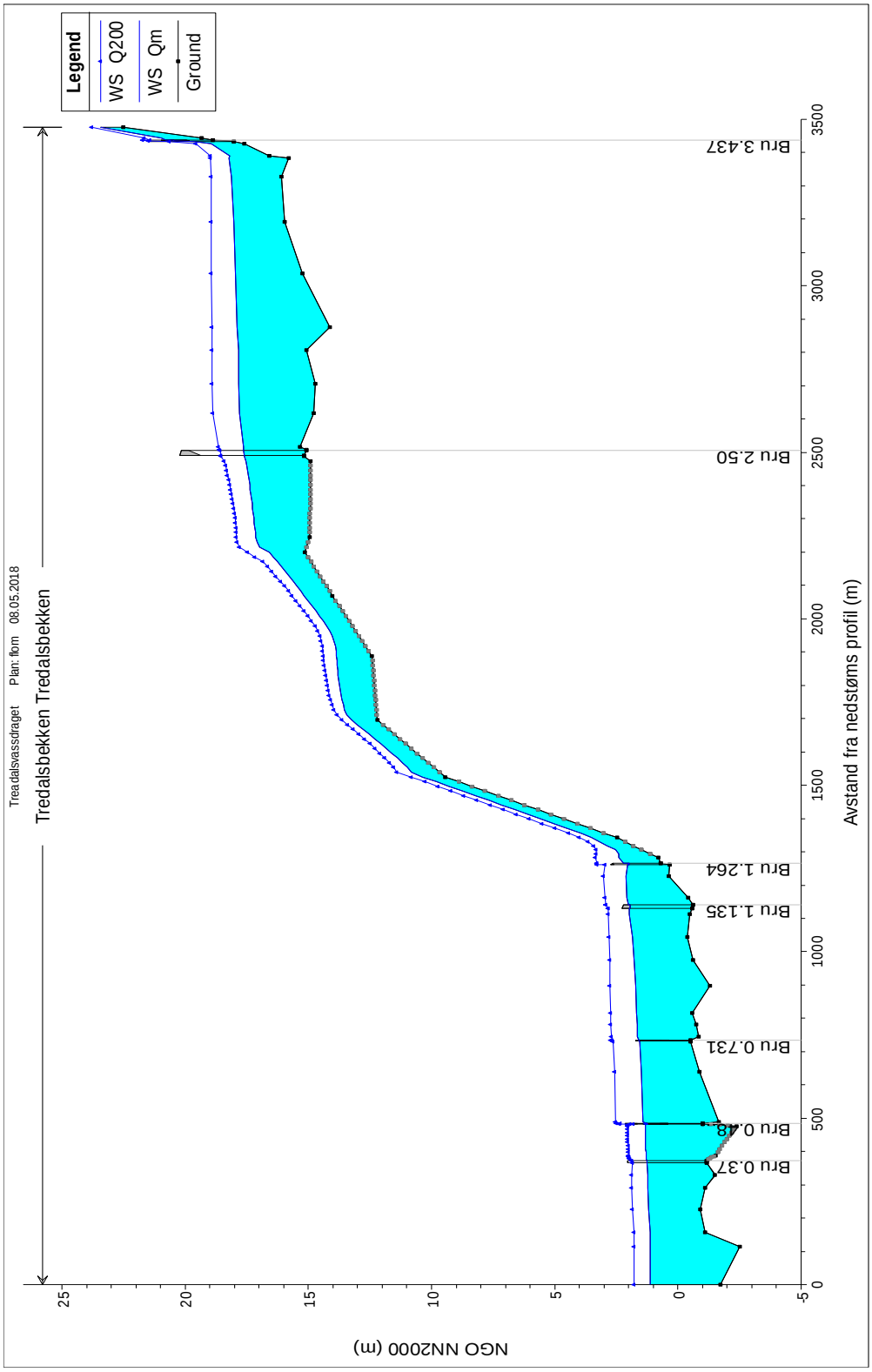
Figur 11- Følsomhetsanalyse, vannlinjen for varierende ruhet

Endring av vannlinjen i utvalgte profiler er vist i tabell 5

Tabell 6- Følsomhetsanalyse, endring av vannlinjen for varierende ruhet i modellen

Profil	-20%	Bestemt Ruhet	+20%
2.705	Kt+18.70m	Kt+18.89m	Kt+19.07m
2.069	Kt+15.51m	Kt+15.66m	Kt+15.80m
0.975	Kt+2.69m	Kt+2.77	Kt+2.87m

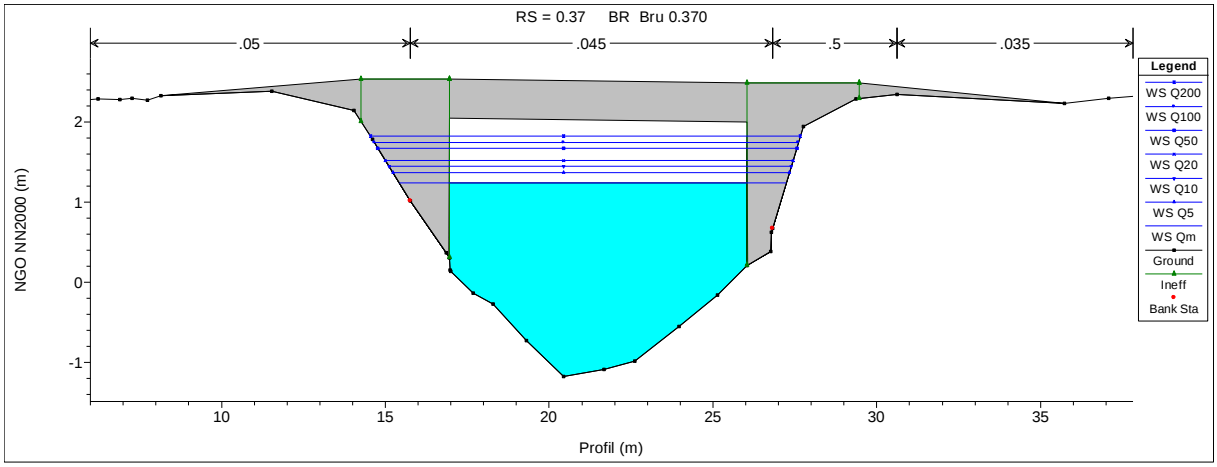
10. Spesielt om bruer



Figur 12- Plassering av bruer langs den modellerte elvestrekningen

Figur 13- Bru 0.370 , normal vannstand

Figur 14- Bru 0.370, Flommen 02 oktober 2017- oppstrøms side

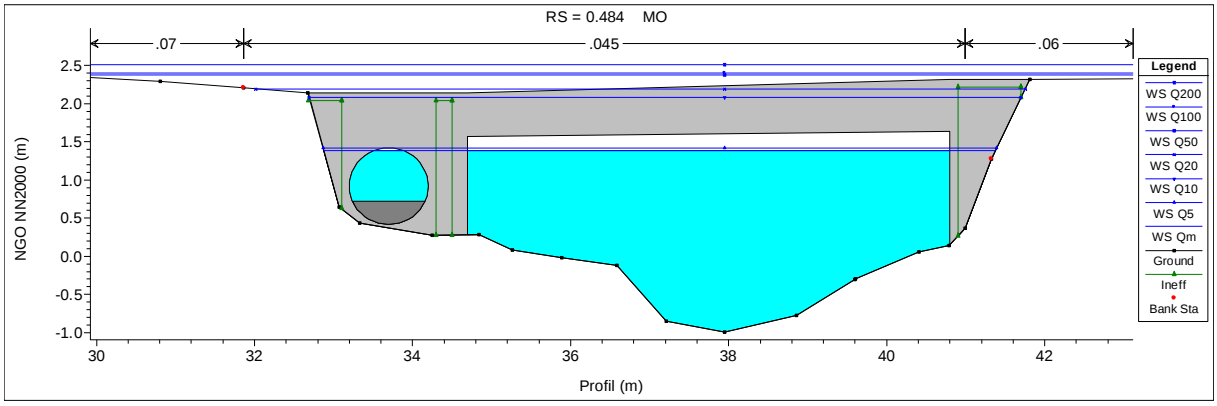


Figur 15- Bru 0.370, Modellerte vannstander i brutversnittet, for flommer med ulike gjentaksintervall

Kommentar: Vannstanden under bruen er mest påvirket av vannstanden i Audna.

Figur 16- Bru 0.484, normal vannstand

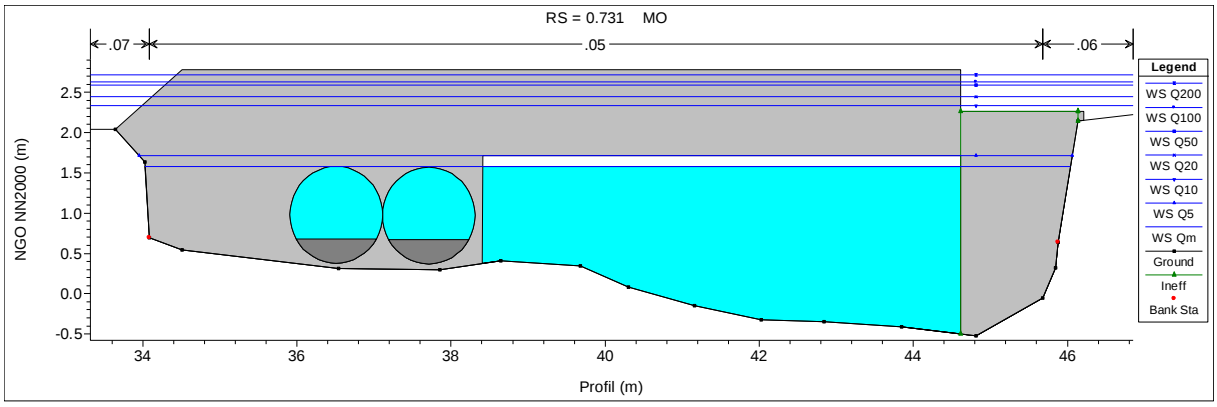
Figur 17- Bru 0.484-Flommen 02 oktober 2017



Figur 18- Bru 0.484-Vannstand i brutversnittet, for flommer for ulik gjentaksintervall

Kommentar: Bruen ved profil 0.484 går full ved en 10-års flom. Den skaper dermed stor oppstuving og blir bestemmende for vannlinjen oppstrøms til Hestehaven industriområde.

Figur 19-Bru 0.731, normal vannstand

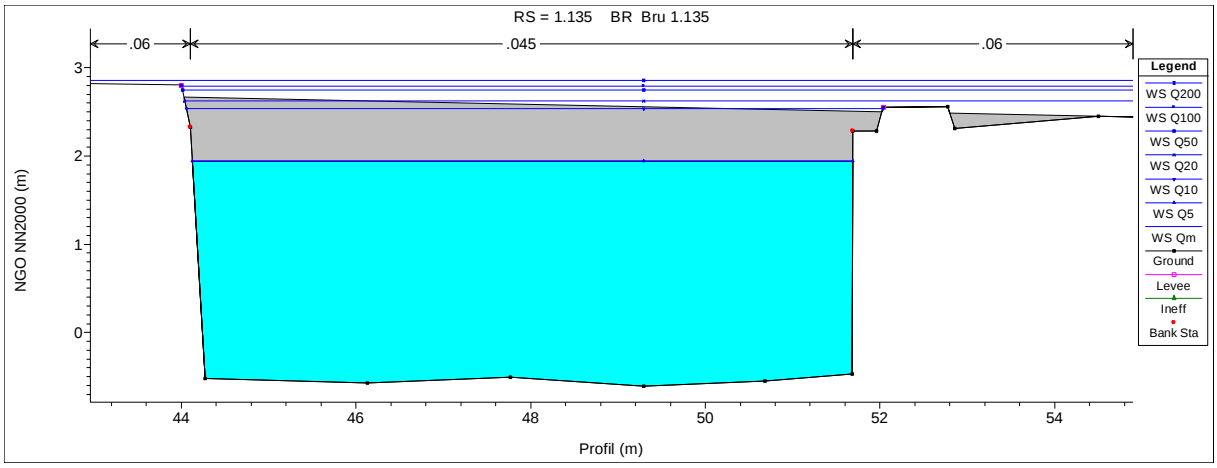


Figur 20- Bru 0.731, Vannstand i brutversnittet, for flommer for ulik gjentaksintervall

Kommentar: Bruen ved profil 0.731 blir oversvømt ved en 10årsflom

Figur 21-Bru 1,135, normal vannstand

Figur 22- Bru 1,135, Flommen 02 oktober 2017

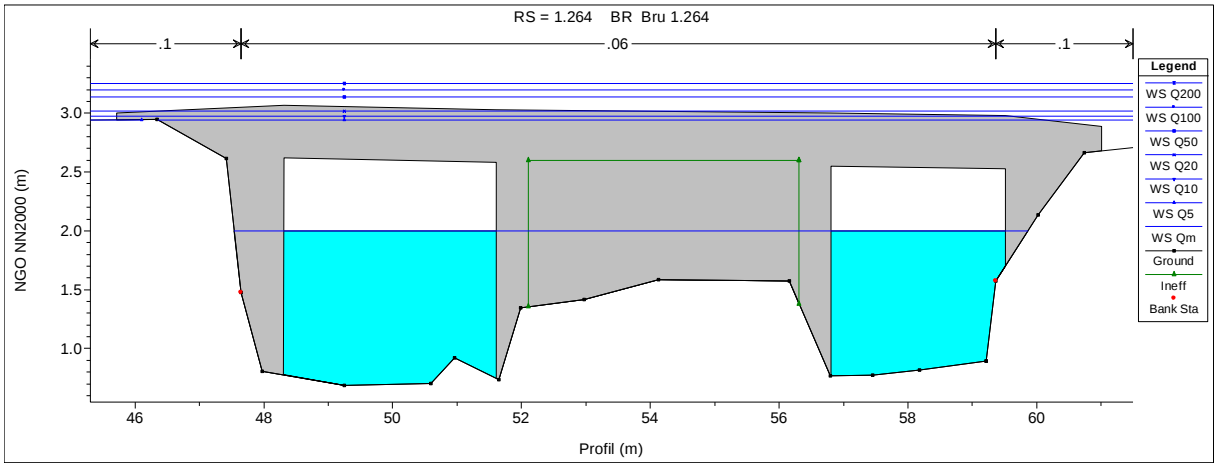


Figur 23- Bru 1,135, Vannstand i brutversnittet, for flommer for ulik gjentaksintervall

Kommentar: Bruen ved profil 1.135 blir oversvømt allerede ved en 5 års flom. Bruen skaper en del oppstuving.

Figur 24-Bru 1.264, normal vannstand

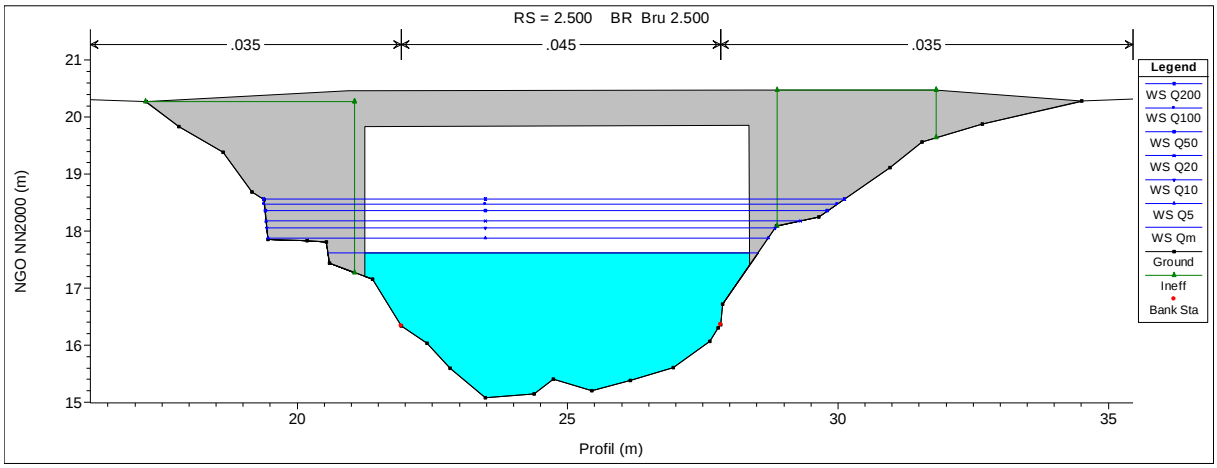
Figur 25- Flommen 02 oktober 2017



Figur 26-Vannstand i brutversnittet, for flommer for ulik gjentaksintervall

Kommentar: Gangbru ved profil 1.264 blir oversvømt ved en 5-årsflom og skaper stor oppstuving.

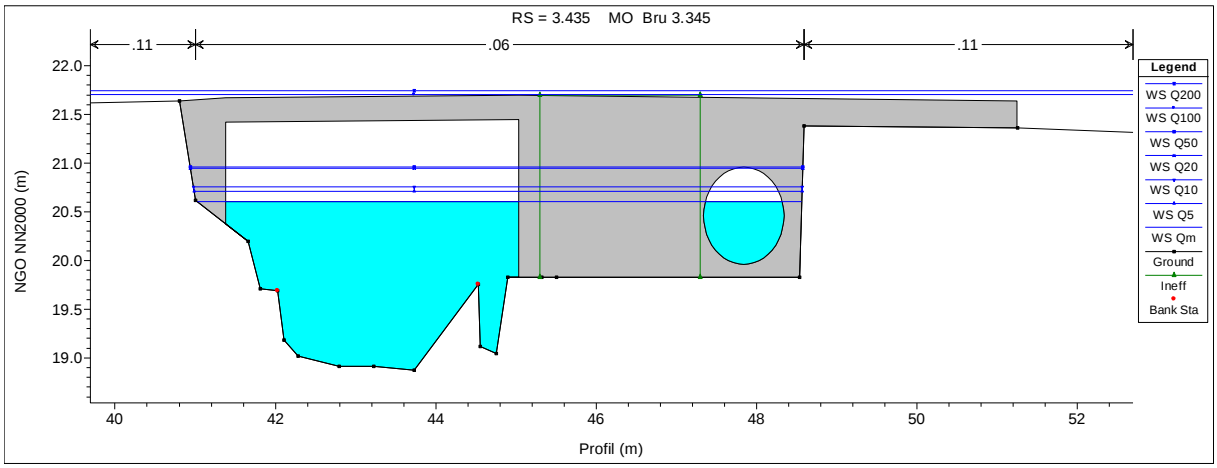
Figur 27-Bru 2.500, normal vannstand



Figur 28- Bru 2.500, Vannstand i brutversnittet, for flommer for ulik gjentaksintervall

Kommentar: Bruen går ikke full med de modellerte vannstandene, men innsnevring av det naturlige elveløpet pga landkar mv påvirker likevel vannlinjen videre oppstrøms.

Figur 29-Bru 3.435, normal vannstand



Figur 30-Vannstand i brutversnittet, for flommer for ulik gjentaksintervall

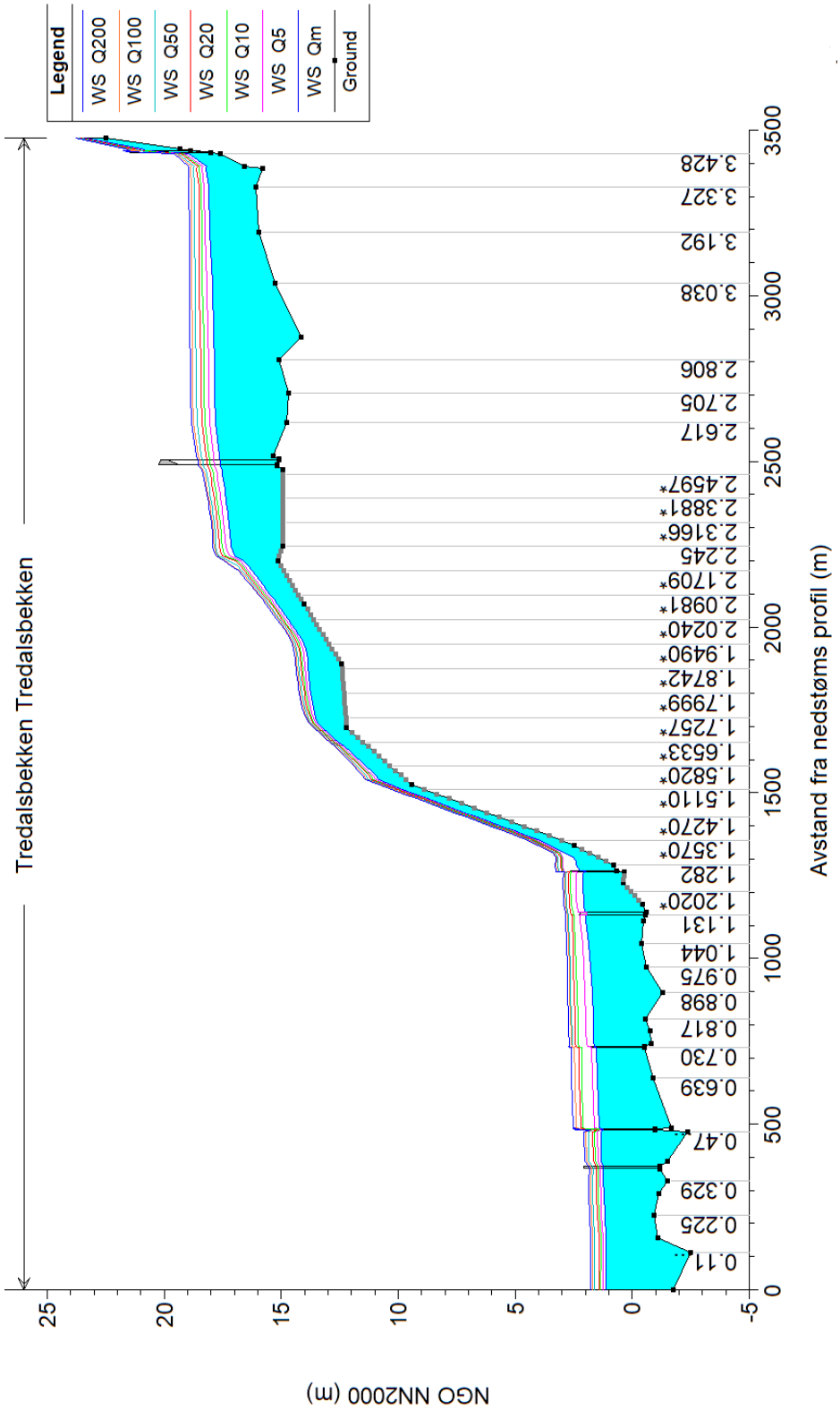
Kommentar: Bru ved profil 3.435 ved kraftverkshuset. Bruåpningen er for liten ved større vannføringer. Bruen skaper oppstuving og vannet renner over brua ved flommer med gjentaksintervall større enn 100 år.

Resultat

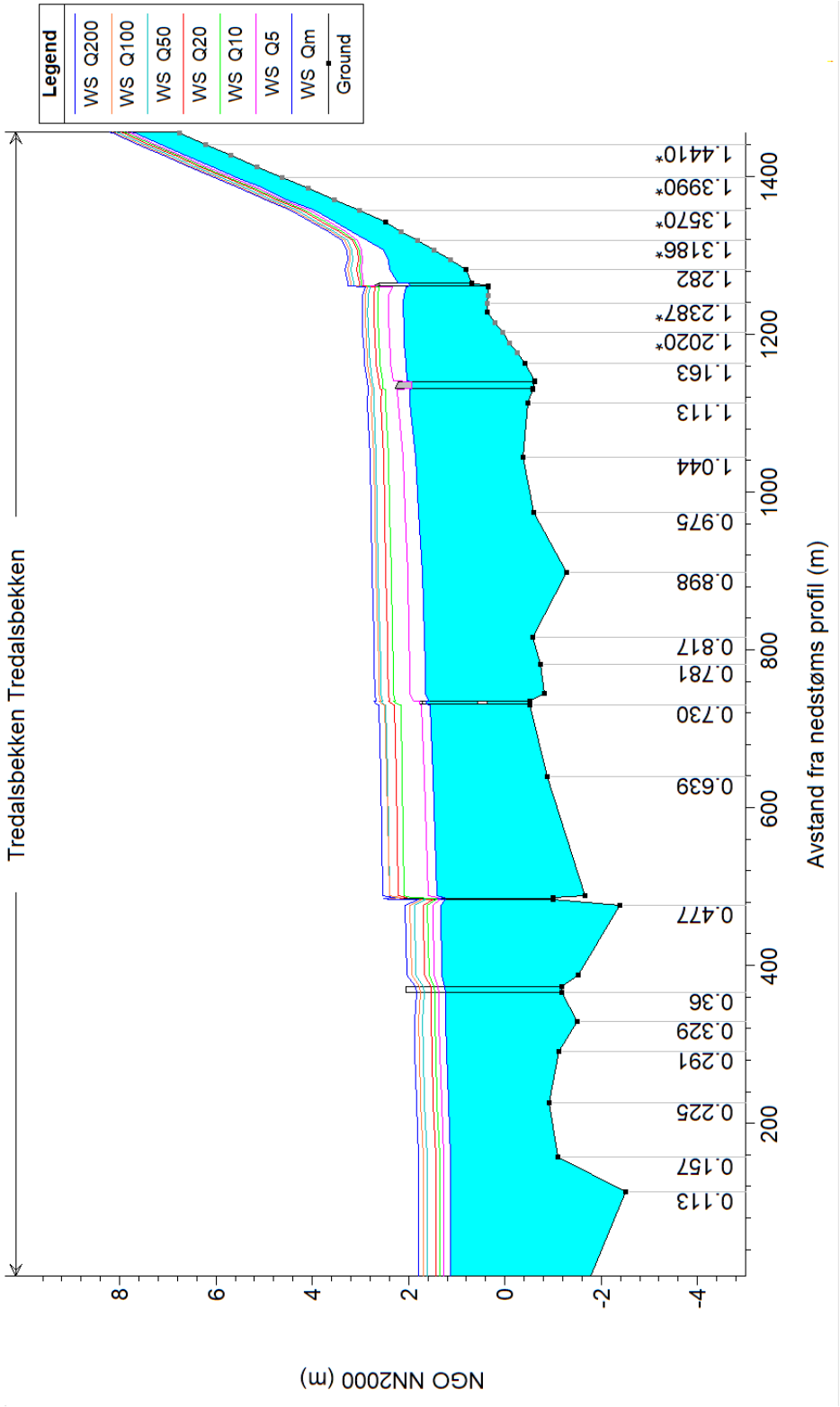
Det er utført vannlinjeberegninger for middelflom og flommer med gjentaksintervall 5, 10, 20, 50, 100, 200 år. Resultatet er presentert i lengdeprofil fra samløpet med Audna på Figur 31, og i tabellform for alle tverrprofilene i tabell 7.

Resultatene viser at:

- Området rett nedstrøms Tredalskraftverket (profil 2.617 til 3.391) blir oversvømt allerede ved en middelflom. Hestehaven industriområde blir først oversvømt ved en 10-årsflom. Potensielle tiltak eller endringer i vassdraget rundt industriområdet vil ikke påvirke områdene videre oppstrøms.
- Vannstanden i Audna har stor betydning for vannlinjen ved lavere vannføringer i Tredalsbekken. Vannlinjen blir påvirket helt opp til den bratte delen av vassdraget, oppstrøms industriområdet. Effekten avtar med økende vannføring i Tredslbekken. Vannlinjen oppstrøms bruen ved profil 1.265 er ikke påvirket av vannstanden i Audna uavhengig av vannføringen i Tredalsbekken.
- Bruen ved profil 0.484 blir fullt ved en 5-års flom. Den skaper stor oppstuving og blir bestemmende for vannlinjen oppstrøms.
- Ingen av bruene i industriområdet har en tilstrekkelig lysåpning. Bru ved profil 0.731 blir oversvømt ved en 10-årsflom. Det samme skjer for bru ved profil 1.135 ved en 5-årsflom, Begge bruene skaper oppstuving oppstrøms, noe som gir en betydelig effekt på oversvømmelsen av de flate områdene rundt, i industriområdet.
- Modellen indikerer at det må gjøres tiltak i en høyde av opp mot 1.3m over dagens terreng + sikkerhets margin, for å sikre industriområdet mot en 200-årsflomhendese. Dette kan evt kombineres med ombygging av en eller flere av bruene på strekningen for å redusere denne tiltakshøyden noe.



Figur 31- Vannlinje for flommer med ulike gjentaksintervall for hele den modellerte strekningen



Figur 32- Vannlinjer for strekningen fra samløp med Audna til Hestehaven industriområde

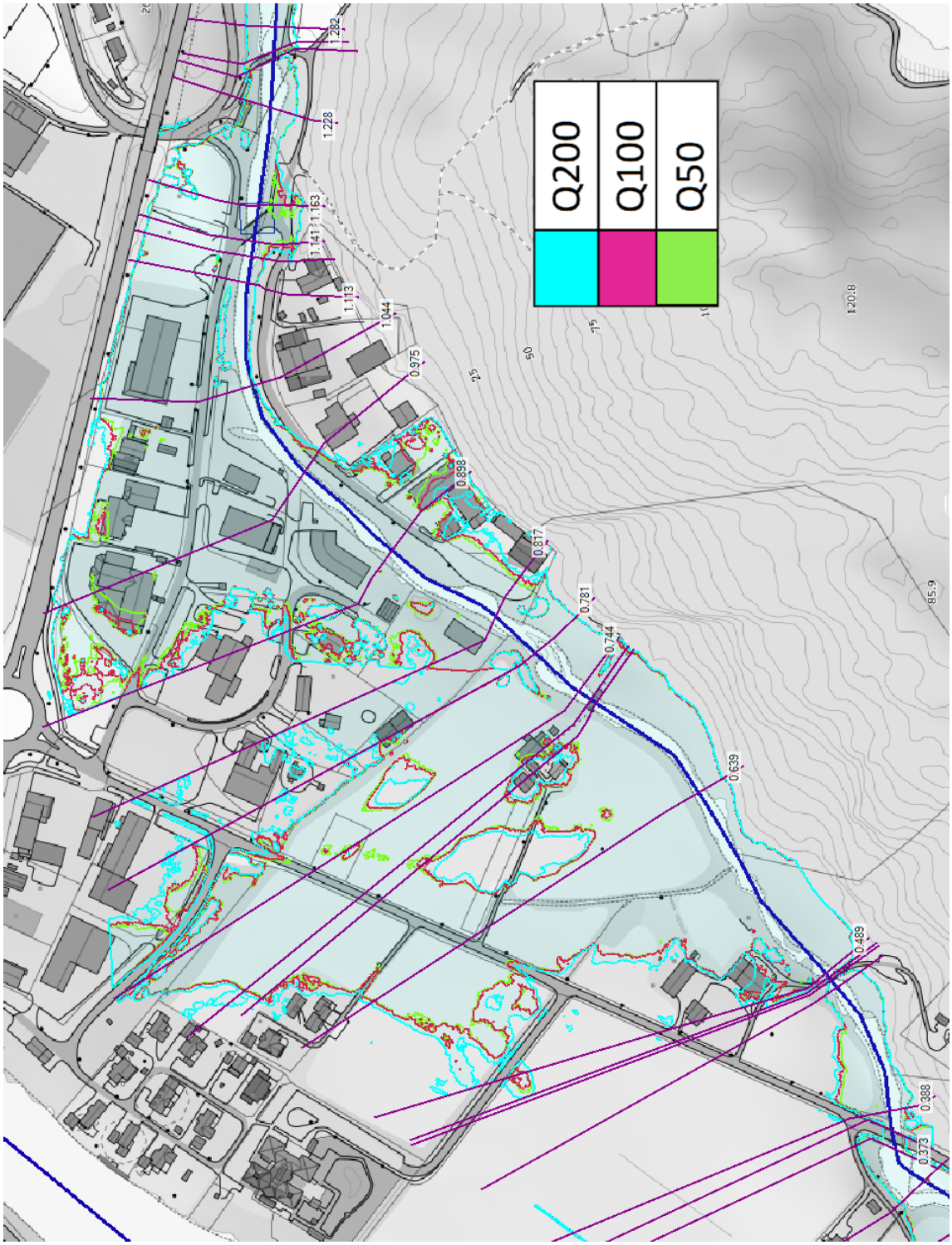
Tabell 7-Vannstand for flommer med ulik gjentaksintervall

Profil	Q_M	Q_5	Q_{10}	Q_{20}	Q_{50}	Q_{100}	Q_{200}
3.477	23.41	23.51	23.57	23.61	23.69	23.75	23.79
3.444	20.98	21.19	21.28	21.36	21.54	21.69	21.66
3.437	20.78	20.96	20.95	20.84	20.94	21.04	21.46
3.435	Bru						
3.433	19.65	20.06	20.2	20.3	20.46	20.58	20.66
3.428	18.94	19.11	19.22	19.29	19.41	19.5	19.57
3.391	18.18	18.33	18.45	18.55	18.71	18.85	18.96
3.384	18.22	18.39	18.51	18.62	18.77	18.89	18.98
3.327	18.12	18.29	18.42	18.52	18.71	18.85	18.94
3.192	18.04	18.25	18.4	18.51	18.7	18.83	18.93
3.038	17.95	18.19	18.36	18.49	18.68	18.82	18.92
2.876	17.89	18.14	18.32	18.45	18.65	18.8	18.9
2.806	17.83	18.11	18.31	18.44	18.64	18.79	18.89
2.705	17.84	18.11	18.3	18.44	18.64	18.79	18.89
2.617	17.79	18.07	18.26	18.4	18.6	18.75	18.85
2.517	17.64	17.9	18.09	18.22	18.41	18.54	18.63
2.507	17.62	17.88	18.07	18.19	18.38	18.5	18.59
2.5	Bru						
2.488	17.6	17.85	18.03	18.15	18.33	18.45	18.53
2.474	17.53	17.77	17.94	18.06	18.22	18.32	18.4
2.245	17.14	17.37	17.53	17.65	17.79	17.87	17.92
2.2	16.6	16.75	16.86	16.94	17.25	17.4	17.45
2.069	15.16	15.29	15.38	15.44	15.54	15.61	15.66
1.889	13.87	14	14.09	14.16	14.26	14.34	14.39
1.696	13.25	13.34	13.4	13.45	13.52	13.57	13.61
1.525	10.35	10.45	10.52	10.58	10.68	10.75	10.81
1.343	3.52	3.64	3.73	3.79	3.89	3.97	4.02
1.282	2.39	2.98	3.07	3.11	3.23	3.3	3.35
1.265	2.22	2.94	3.03	3.06	3.18	3.24	3.3
1.264	Bru						
1.26	2.04	2.36	2.63	2.72	2.84	2.9	2.96
1.228	2.11	2.44	2.66	2.75	2.89	2.96	3.02
1.163	2.06	2.39	2.62	2.71	2.84	2.9	2.97
1.141	2.02	2.34	2.58	2.67	2.8	2.86	2.93
1.135	Bru						
1.131	1.98	2.25	2.48	2.56	2.71	2.75	2.83
1.113	1.97	2.24	2.49	2.58	2.71	2.76	2.84
1.044	1.85	2.15	2.43	2.53	2.67	2.71	2.79
0.975	1.78	2.11	2.41	2.51	2.65	2.69	2.77

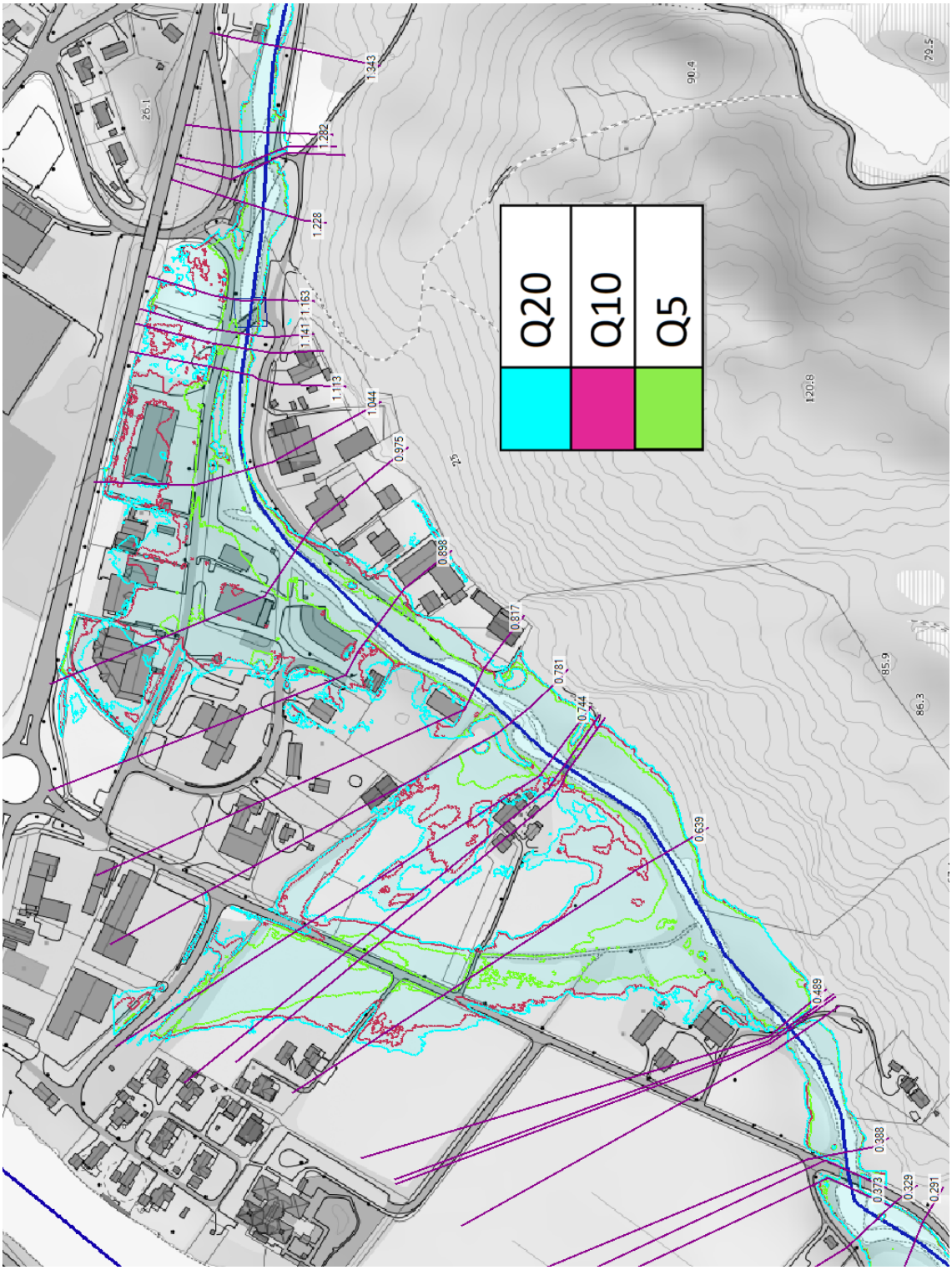
0.898	1.71	2.06	2.38	2.48	2.63	2.67	2.76
0.817	1.67	2.02	2.35	2.45	2.59	2.63	2.72
0.781	1.66	2.02	2.35	2.45	2.59	2.63	2.72
0.744	1.64	2.01	2.34	2.44	2.58	2.62	2.71
0.735	1.57	1.94	2.3	2.41	2.55	2.58	2.67
0.731	Bru						
0.73	1.55	1.74	2.17	2.29	2.47	2.5	2.62
0.639	1.48	1.67	2.14	2.26	2.44	2.46	2.58
0.489	1.41	1.6	2.1	2.22	2.4	2.41	2.54
0.485	1.26	1.4	1.95	2.07	2.24	2.18	2.32
0.484	Bru						
0.483	1.23	1.36	1.44	1.51	1.66	1.73	1.81
0.477	1.32	1.48	1.59	1.68	1.86	1.96	2.05
0.388	1.3	1.46	1.56	1.65	1.82	1.92	2.01
0.373	1.26	1.39	1.48	1.56	1.72	1.8	1.88
0.37	Bru						
0.36	1.24	1.38	1.46	1.54	1.69	1.77	1.85
0.329	1.23	1.37	1.45	1.53	1.7	1.78	1.87
0.291	1.21	1.35	1.44	1.52	1.69	1.78	1.87
0.225	1.18	1.32	1.41	1.49	1.67	1.75	1.84
0.157	1.13	1.26	1.35	1.42	1.61	1.69	1.79
0.113	1.13	1.26	1.35	1.43	1.62	1.7	1.79
0	1.13	1.26	1.35	1.43	1.62	1.7	1.79

Flomsonekart

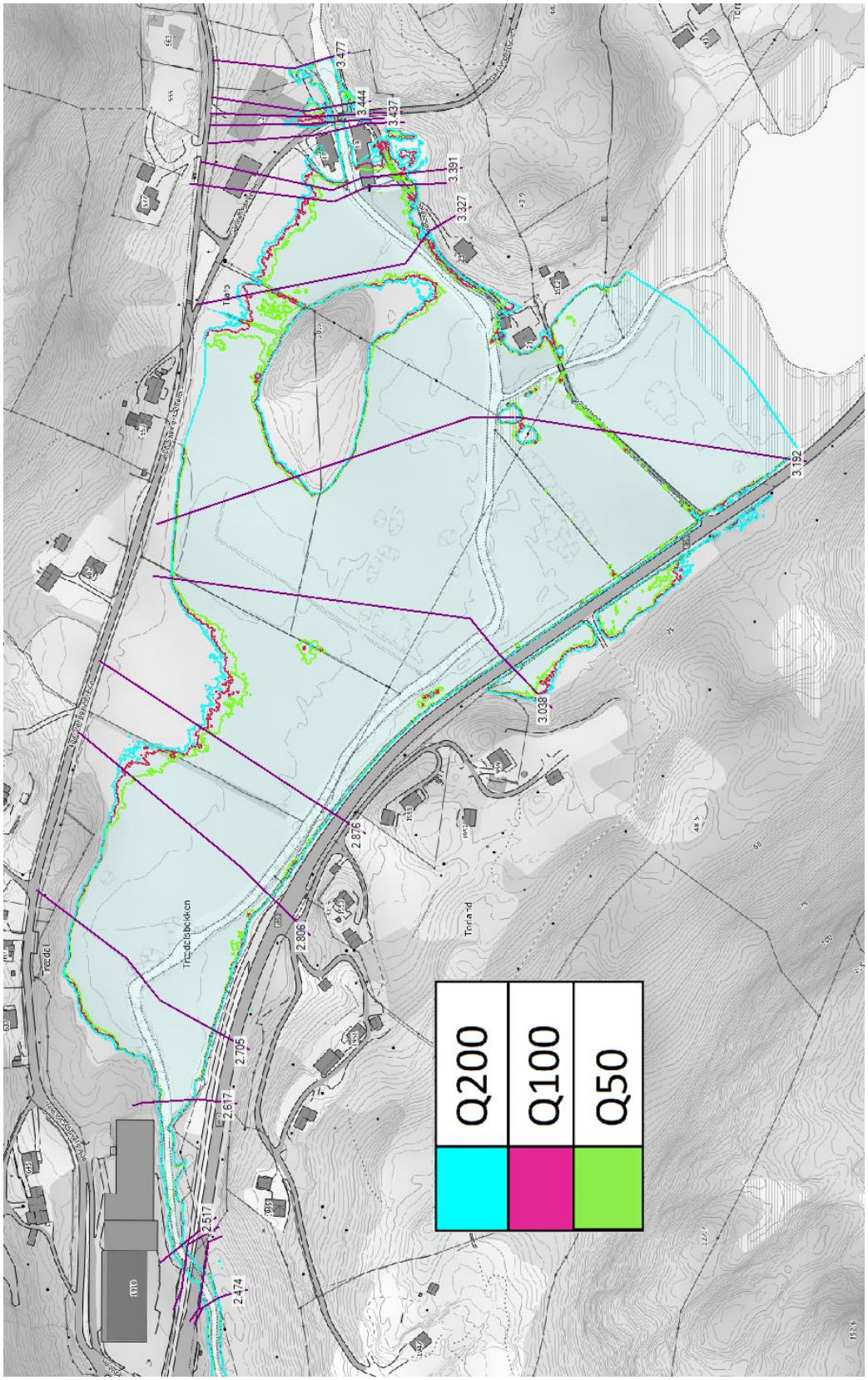
Kartene under viser arealet som blir oversvømt under en flomhendelse av bestemt størrelse. Det er viktig å nevne at det er ikke mulig å se dybden på vannet i fra kartene, og det er best å lese kartet i sammen med bruk av tabell 7.



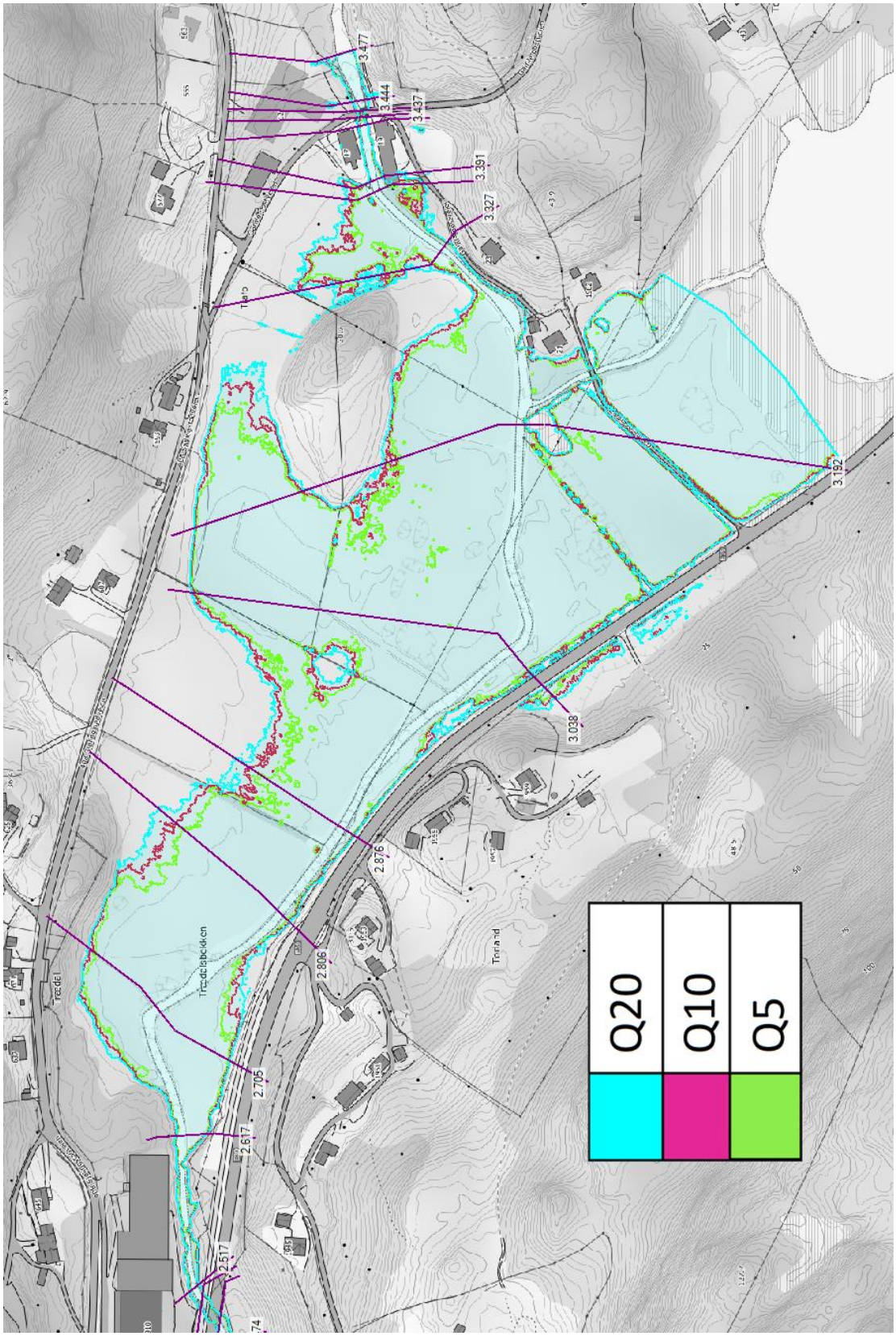
Figur 33- Flomsonekart Hestehaven industri området, Q200, Q100, Q50



Figur 34-Figur 33- Flomsonekart Hestehaven industri området, Q20, Q10, Q5



Figur 35-Flomsonekart området nedstrøms fra Tredalskraftverk, Q200, Q100, Q50



Figur 36-Flomsonekart området nedstrøms fra Tredalskraftverk, Q20, Q10, Q5

Referanser

1. Klimaprofil Agder, *2/2017, Norsk klimasericesenteter*

2. *NCCS-Rapport nr.* 2/2015 Klima i Norge 2100. Kunnskapsgrunnlag for klimatilpasning oppdatert i 2015. Hanssen-Bauer, I., Førland, E.J**., Haddeland, I., Hisdal, H.,** Mayer S., Nesje, A., Nilsen, J.E.Ø., Sandven, S., Sandø, A.B., Sorteberg, A. & Ådlandsvik B. (Red.) (2015) *NCCS.*

3. *NVE Notat*- Flomberegning for Tredalsvassdraget, Lindesnes kommune, Vest-Agder, 201700438-5-, Stefan Perzyna

4. *NVE Notat*- Dempningseffekten av dam Grundelandsvatn. 201700438-6, Stefan Perzyna

5. HEC-RAS, River Analysis System Hydraulic Reference Manual, (2018) Gary W. Brunner. CEIWR-HEC
6. NVE Rapport 29/2012 Flomsonekart Delprosjekt Vigeland, Per Ludvig Bjerke, Julio Pereira