

Statens vegvesen

► **D262 Rv.9 Hornskilen - Overvannsberegninger og dimensjonering av stikkrenner**

Oppdragsnr.: 52209795 Dokumentnr.: NO-VA-01 Versjon: B01 Dato: 2023-03-15



Oppdragsgiver: Statens vegvesen
Oppdragsgivers kontaktperson: Turid Hagelia Korshavn
Rådgiver: Norconsult AS, Porselensvegen 20, NO-3920 Porsgrunn
Oppdragsleder: Vette B. Skåra
Fagansvarlig: Thomas Gunnestad
Andre nøkkelpersoner: Kuganesan Sivasubramaniam
James William Lancaster

B01	2023-03-15	For Bruk	VeBSk	ThGun	VeBSk
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.

► Sammendrag

Norconsult AS er engasjert av Statens vegvesen for å utføre overvannsberegninger og dimensjonere stikkrenner i forbindelse med detaljreguleringsplan for Rv. 9 ved Hornskilen i Vennesla kommune i Agder fylkeskommune. Det er utført overvannsberegninger for alle nedslagsfelt som avskjæres av Rv. 9 innenfor reguleringsplanområdet. Definerings av nedslagsfelt, plassering av stikkrenner og inndata for dimensjonering er gjort med utgangspunkt i SVV sin vegmodell «Forlag 4 – Utfylling i Hornskilen». For de to største nedslagsfeltene som krysser Rv. 9 (K1 og K2) er dimensjoneringen basert på vedlagt rapport «Flomberegning for Rv.9 Hornskilen».

Rv.9 ved Hornskilen faller inn under sikkerhetsklasse V2 (ÅDT = 500 - 4000) i Statens vegvesens vegnormal N200, med krav om dimensjonering mot flom med 200 års gjentakintervall. I tillegg bør det brukes sikkerhet- og klimapåslag angitt i samme vegnormal. Denne rapporten baserer beregninger og dimensjonering av stikkrenner på den rasjonelle metode med et 200-års gjentakelsesintervall med sikkerhets- ($F_u=1,1$) og klimapåslag ($F_k=1,4$). Det er i tillegg gjort HY8-beregninger for å vurdere strømmingseffekten i stikkrennene og kapasitetsberegning av eksisterende Kiledalskleiva steinhvelvbru oppstrøms planområdet i nedslagsfelt K1.

Basert på vannhastighet og stedlige forhold er behov for erosjonssikring vurdert i henhold til Statens vegvesens håndbok V240. Anbefalinger for arealbehov utenfor fyllingsfot eller vegskulder er angitt under «Erosjonssikring og plassbehov» for hver enkelt stikkrenne.

Tabell 1 - Sammendrag stikkrennedimensjonering

Stikkrenne	Vegprofil	Dimensjonerende vannmengde	Innløps-konstruksjon	Anbefalt dimensjon (mm)
SR006	60	5,0 m ³ /s	Ja	Ø1200
SR016	160	6,2 m ³ /s	Ja	Ø1400
SR023	230	1,89 m ³ /s	Ja	Ø800
SR045	450	284 l/s	Nei	Ø600
SR060	600	371 l/s	Nei	Ø600
SR086	860	21,6 m ³ /s	Ja	Ø2000
SR107	1070	309 l/s	Nei	Ø600
SR136	1360	461 l/s	Nei	Ø600
SR180	1800	1,19 m ³ /s	Ja	Ø800

Innhold

1	Dimensjoneringskriterier	6
2	Dimensjonering av stikkrenner	7
2.1	Stikkrenne SR006	7
2.1.1	Nedbørsfelt og overvannsmengder	7
2.1.2	Kapasitetsberegning	8
2.1.3	Bestemmelse av strømingstilfelle	9
2.1.4	Anbefalt dimensjon og innløp	11
2.1.5	Erosjonssikring og plassbehov	11
2.2	Stikkrenne SR016	12
2.2.1	Nedbørsfelt og overvannsmengder	12
2.2.2	Kapasitetsberegning	13
2.2.3	Bestemmelse av strømingstilfelle	14
2.2.4	Anbefalt dimensjon og innløp	16
2.2.5	Erosjonssikring og plassbehov	16
2.3	Stikkrenne SR023	17
2.3.1	Nedbørsfelt og overvannsmengder	17
2.3.2	Kapasitetsberegning	18
2.3.3	Bestemmelse av strømingstilfelle	19
2.3.4	Anbefalt dimensjon og innløp	21
2.3.5	Erosjonssikring og plassbehov	21
2.4	Stikkrenne SR045	22
2.4.1	Nedbørsfelt og overvannsmengder	22
2.4.2	Kapasitetsberegning	23
2.4.3	Bestemmelse av strømingstilfelle	24
2.4.4	Anbefalt dimensjon og innløp	26
2.4.5	Erosjonssikring og plassbehov	26
2.5	Stikkrenne SR060	26
2.5.1	Nedbørsfelt og overvannsmengder	26
2.5.2	Kapasitetsberegning	27
2.5.3	Bestemmelse av strømingstilfelle	28
2.5.4	Anbefalt dimensjon og innløp	30
2.5.5	Erosjonssikring og plassbehov	30

2.6	Stikkrenne SR086	31
2.6.1	Nedbørsfelt og overvannsmengder	31
2.6.2	Kapasitetsberegning	32
2.6.3	Bestemmelse av strømingstilfelle	32
2.6.4	Anbefalt dimensjon og innløp	33
2.6.5	Erosjonssikring og plassbehov	33
2.7	Kapasitetsberegning Kiledalskleiva steinbru oppstrøms SR086	34
2.7.1	Bestemmelse av strømingstilfelle	36
2.7.2	Erosjonssikring	37
2.8	Stikkrenne SR107	38
2.8.1	Nedbørsfelt og overvannsmengder	38
2.8.2	Kapasitetsberegning	39
2.8.3	Bestemmelse av strømingstilfelle	40
2.8.4	Anbefalt dimensjon og innløp	42
2.8.5	Erosjonssikring og plassbehov	42
2.9	Stikkrenne SR136	42
2.9.1	Nedbørsfelt og overvannsmengder	42
2.9.2	Kapasitetsberegning	43
2.9.3	Bestemmelse av strømingstilfelle	45
2.9.4	Anbefalt dimensjon og innløp	47
2.9.5	Erosjonssikring og plassbehov	47
2.10	Stikkrenne SR180	47
2.10.1	Nedbørsfelt og overvannsmengder	47
2.10.2	Kapasitetsberegning	48
2.10.3	Bestemmelse av strømingstilfelle	49
2.10.4	Anbefalt dimensjon og innløp	52
2.10.5	Erosjonssikring og plassbehov	52
3	Vedlegg	53

2 Dimensjonering av stikkrenner

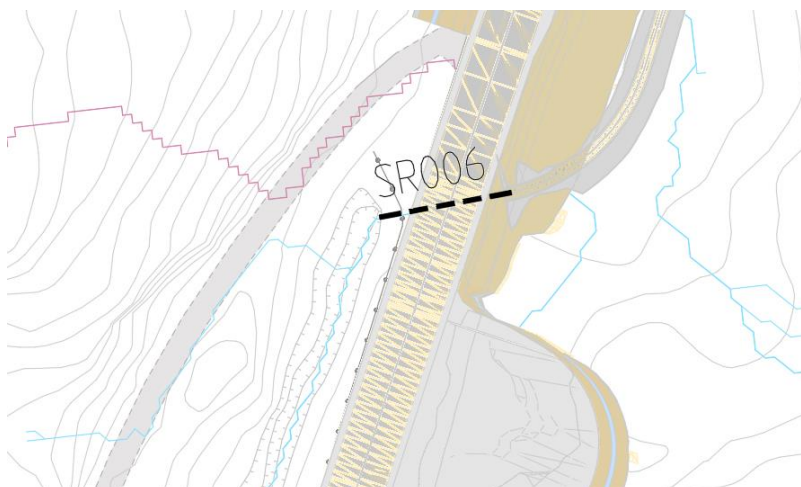
2.1 Stikkrenne SR006

2.1.1 Nedbørsfelt og overvannsmengder

Stikkrenne SR006 er plassert ca. ved vegprofil 60 og skal håndtere overvann fra den delen av nedslagsfelt K2 som krysser Rv.9. Dette tilsvarer ca. 80% av nedslagsfelt K2. Det totale feltarealet for K2 er estimert til 1,62 km² ved utløpet til elvekryssingene på Rv.9. Ved ny SR006 finnes det i dag en eksisterende Ø800 stikkrenne.



Figur 1 - Nedslagsfelt K2



Figur 2 - Stikkrenneplassering

2.1.2 Kapasitetsberegning

Nedslagsfelt K2 tilfører en total overvannsmengde på 6,2 m³/s, se beregninger i vedlagt rapport «Flomberegning for Rv.9 Hornskilen». Stikkrenne SR006 må ved en 200-års nedbørshendelse håndtere ca. 5 m³/s av den totale overvannsmengden fra nedbørsfelt K2.

SR006 har kotehøyde 170,54 meter iht. eksisterende terreng på innløp og kotehøyde 170,33 meter iht. ny prosjektert overvannsgrøft ved utløp. Lengden er ca. 15 meter med fallforhold på 14,3‰. Vegmodellen har ved SR006 topp høyde på 173,35 meter. Stikkrenne plassering og tilrenning fra nedslagsfelt er justert iht. vegmodell med tilhørende grøfter.

2.1.2.1 Ø1400 - Uten vingemur

Tabell 2 - Flow-beregning

Headwater Elevation (m)	Total Discharge (cms)	SR006 Discharge (cms)	Roadway Discharge (cms)	Iterations
170.54	0.00	0.00	0.00	1
171.03	0.50	0.50	0.00	1
171.25	1.00	1.00	0.00	1
171.46	1.50	1.50	0.00	1
171.64	2.00	2.00	0.00	1
171.80	2.50	2.50	0.00	1
171.97	3.00	3.00	0.00	1
172.15	3.50	3.50	0.00	1
172.35	4.00	4.00	0.00	1
172.58	4.50	4.50	0.00	1
172.83	5.00	5.00	0.00	1
173.35	5.87	5.87	0.00	Overtopping

Resultatet fra HY8-beregningene i tabellen over viser at et Ø1400-rør uten vingemur håndterer behovet på 5 m³/s. Kapasiteten til stikkrenna fører til at det ikke flommer over topp veg før det tilføres 5,87 m³/s. Dersom dimensjonen reduseres til Ø1200 vil 0,43 m³/s flomme over vegen ved en 200-års nedbørshendelse.

2.1.2.2 Ø1200 - Med vingemur

Tabell 3 - Flow-beregning

Headwater Elevation (m)	Total Discharge (cms)	SR006 Discharge (cms)	Roadway Discharge (cms)	Iterations
170.54	0.00	0.00	0.00	1
170.96	0.50	0.50	0.00	1
171.20	1.00	1.00	0.00	1
171.41	1.50	1.50	0.00	1
171.60	2.00	2.00	0.00	1
171.85	2.50	2.50	0.00	1
171.97	3.00	3.00	0.00	1
172.11	3.50	3.50	0.00	1
172.28	4.00	4.00	0.00	1
172.46	4.50	4.50	0.00	1
172.67	5.00	5.00	0.00	1
173.35	5.72	5.72	0.00	Overtopping

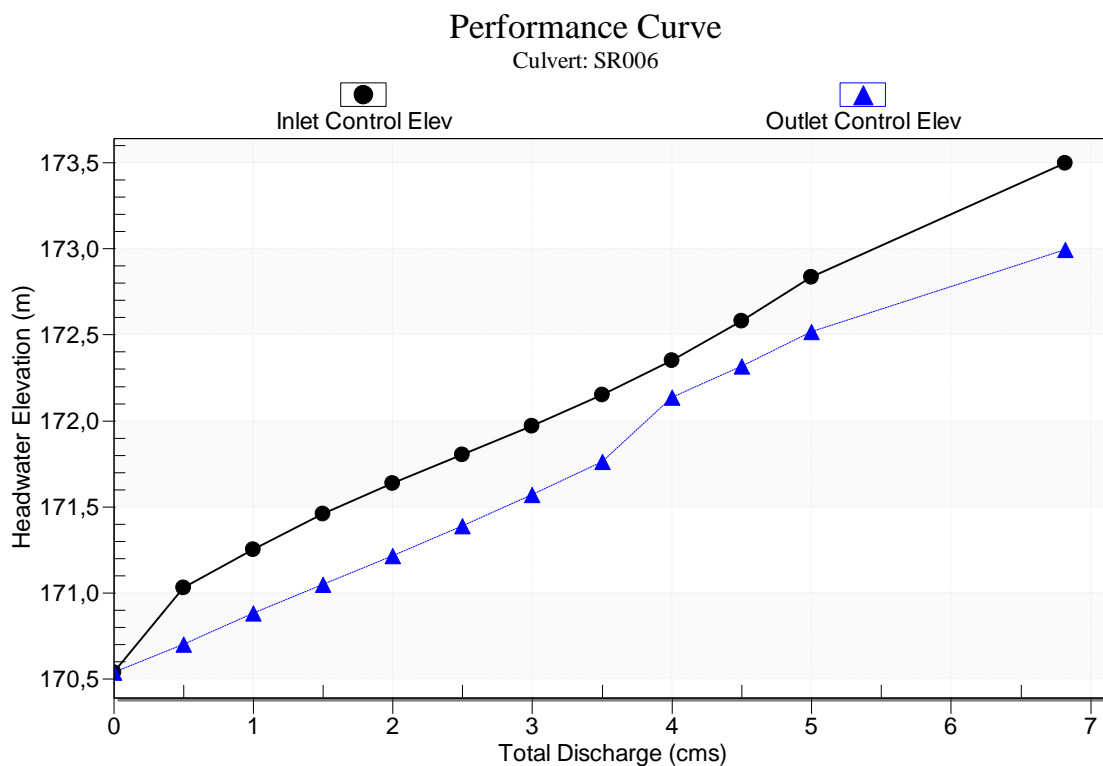
Resultatet fra HY8-beregningene i tabellen over viser at et Ø1200-rør med vingemur håndterer behovet på 5 m³/s. Kapasiteten til stikkrenna fører til at det ikke flommer over topp veg før det tilføres 5,72 m³/s. Dersom dimensjonen reduseres til Ø1000 vil 0,77 m³/s flomme over veien ved en 200-års nedbørshendelse.

2.1.3 Bestemmelse av strømningstilfelle

2.1.3.1 Ø1400 - Uten vingemur

Tabell 4 - Inn-/utløpskontroll

Total Discharge (cms)	Culvert Discharge (cms)	Headwater Elevation (m)	Inlet Control Depth(m)	Outlet Control Depth(m)	Flow Type	Outlet Velocity (m/s)	Tailwater Velocity (m/s)
0.00	0.00	170.54	0.00	0.0	0-NF	0.00	0.00
0.50	0.50	171.03	0.49	0.16	1-S2n	2.50	1.77
1.00	1.00	171.25	0.71	0.34	1-S2n	2.90	2.17
1.50	1.50	171.46	0.92	0.51	1-S2n	3.17	2.42
2.00	2.00	171.64	1.10	0.68	1-S2n	3.38	2.62
2.50	2.50	171.80	1.26	0.85	1-S2n	3.56	2.78
3.00	3.00	171.97	1.43	1.03	5-S2n	3.72	2.92
3.50	3.50	172.15	1.61	1.22	5-S2n	3.88	3.04
4.00	4.00	172.35	1.81	1.59	5-S2n	4.03	3.15
4.50	4.50	172.58	2.04	1.78	5-S2n	4.18	3.25
5.00	5.00	172.83	2.29	1.98	5-S2n	4.33	3.34

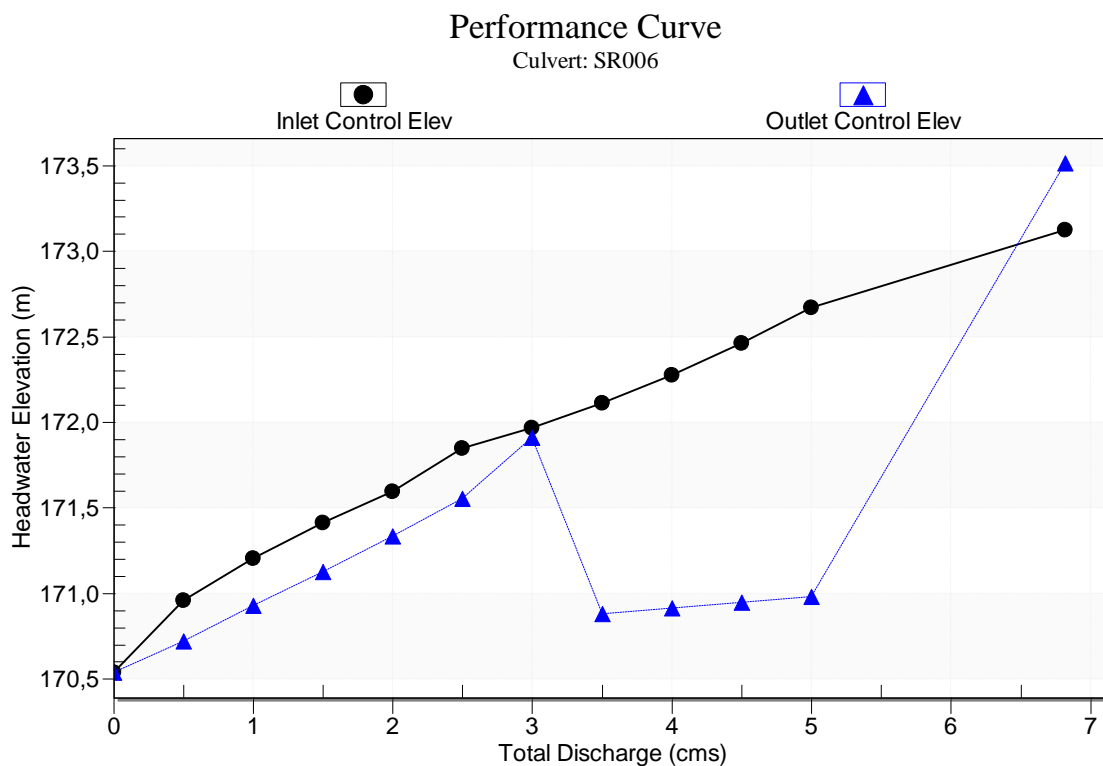


Figur 3 - Inn-/utløpskontroll diagram

2.1.3.2 Ø1200 - Med vingemur

Tabell 5 - Inn-/utløpskontroll

Total Discharge (cms)	Culvert Discharge (cms)	Headwater Elevation (m)	Inlet Control Depth(m)	Outlet Control Depth(m)	Flow Type	Outlet Velocity (m/s)	Tailwater Velocity (m/s)
0.00	0.00	170.54	0.00	0.0	0-NF	0.00	0.00
0.50	0.50	170.96	0.42	0.18	1-S2n	2.54	1.77
1.00	1.00	171.20	0.66	0.39	1-S2n	2.96	2.17
1.50	1.50	171.41	0.87	0.59	1-S2n	3.24	2.42
2.00	2.00	171.60	1.06	0.79	1-S2n	3.47	2.62
2.50	2.50	171.85	1.31	1.01	5-S2n	3.68	2.78
3.00	3.00	171.97	1.43	1.37	5-S2n	3.88	2.92
3.50	3.50	172.11	1.57	0.34	5-S2n	4.08	3.04
4.00	4.00	172.28	1.74	0.38	5-S2n	4.28	3.15
4.50	4.50	172.46	1.92	0.41	5-S2n	4.51	3.25
5.00	5.00	172.67	2.13	0.44	5-S2n	4.73	3.34



Figur 4 - Inn-/utløpskontroll diagram

Både et Ø1400-rør uten vingemur og et Ø1200-rør med vingemur har innløpskontroll for dimensjonerende vannmengde.

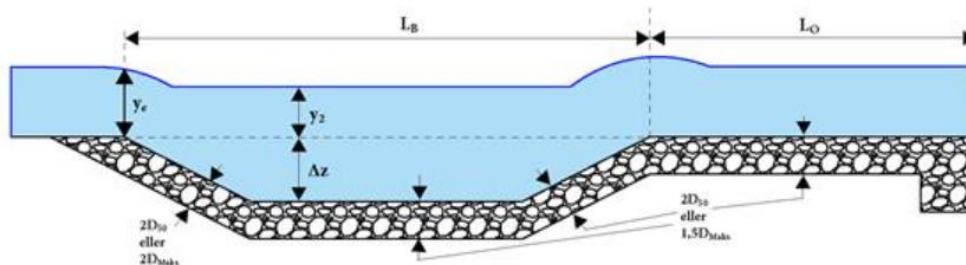
2.1.4 Anbefalt dimensjon og innløp

Eksisterende Ø800 stikkrenne har ikke kapasitet til dimensjonerende vannføring.

Det anbefales å benytte et Ø1200-rør med vingemur for å komme under $H_0=1,5\text{m}$ og dermed redusere behov for utkiling. I tillegg vil vannhøyden nedstrøms reduseres ved større hendelser enn den dimensjonerende.

2.1.5 Erosjonssikring og plassbehov

Ved dimensjonerende vannmengde har vannet ved utløpet til Ø1200 med vingemur en hastighet på 3,34 m/s. Det anbefales derfor å tilpasse nedstrøms grøft for vannstandsprang med grove masser eller eventuelt etablere et energidreperbasseng:



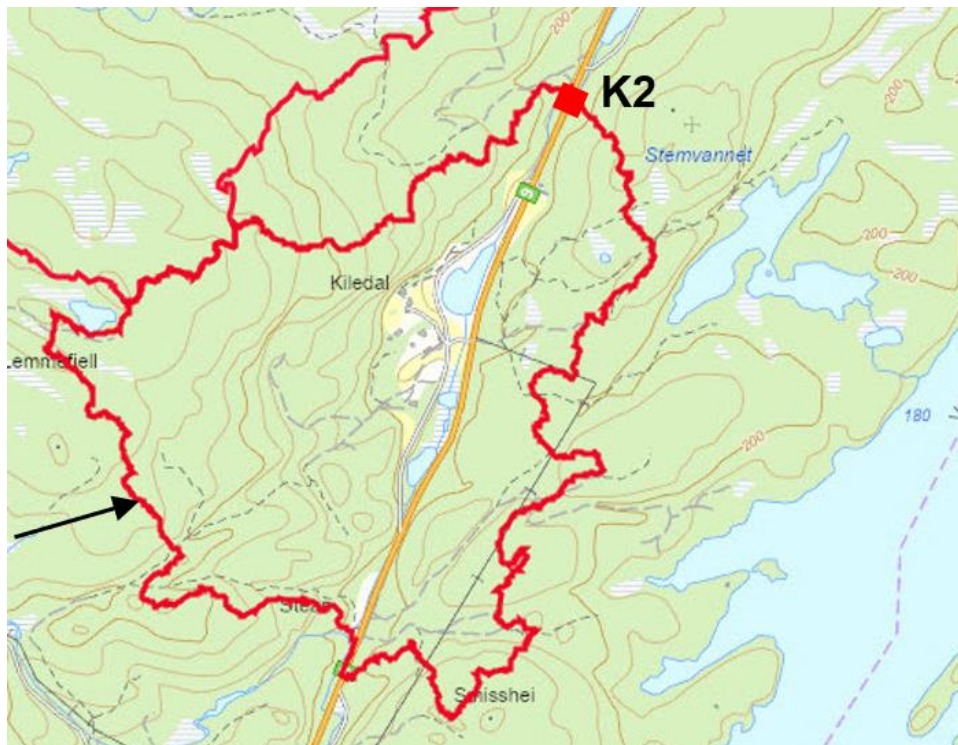
Figur 5 – Prinsippskisse energidreperbasseng (SVV V240: Figur 9.10.3-3)

Ved innløp bør det reguleres inn ca. 10x10 meter inntil vegskulder for å sikre plass til plastring og vinkelending av bekk/stikkrenne. Ved utløp etableres tiltak i ny prosjektert overvannsgroft.

2.2 Stikkrenne SR016

2.2.1 Nedbørsfelt og overvannsmengder

Stikkrenne SR016 er plassert på langs ca. ved vegprofil 160 og skal håndtere overvann fra hele nedslagsfelt K2. Det totale feltarealet for K2 er estimert til 1,62 km². Ved ny SR016 finnes det i dag en eksisterende Ø800 stikkrenne.



Figur 6 - Nedslagsfelt K2

Resultatet fra HY8-beregningene i tabellen over viser at et Ø2000-rør uten vingemur håndterer behovet på 6,2 m³/s. Kapasiteten til stikkrenna fører til at det ikke flommer over topp veg før det tilføres 6,61 m³/s. Dersom dimensjonen reduseres til Ø1800 vil 0,14 m³/s flomme over vegen ved en 200-års nedbørshendelse.

2.2.2.2 Ø1400 - Med vingemur

Tabell 7 - Flowberegning

Headwater Elevation (m)	Total Discharge (cms)	SR016 Discharge (cms)	Roadway Discharge (cms)	Iterations
169.49	0.00	0.00	0.00	1
169.87	0.62	0.62	0.00	1
170.10	1.24	1.24	0.00	1
170.28	1.86	1.86	0.00	1
170.45	2.48	2.48	0.00	1
170.60	3.10	3.10	0.00	1
170.75	3.72	3.72	0.00	1
170.90	4.34	4.34	0.00	1
171.08	4.96	4.96	0.00	1
171.19	5.58	5.58	0.00	1
171.32	6.20	6.20	0.00	1
171.34	6.29	6.29	0.00	Overtopping

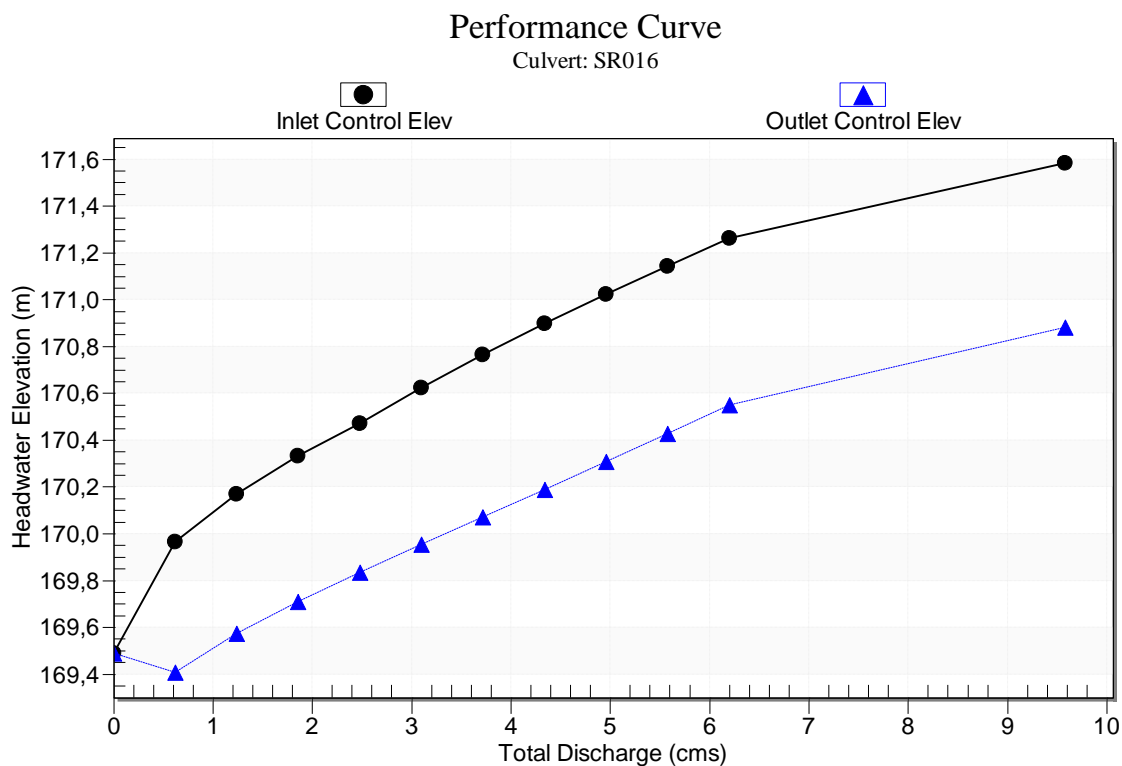
Resultatet fra HY8-beregningene i tabellen over viser at et Ø1400-rør med vingemur håndterer behovet på 6,2 m³/s. Kapasiteten til stikkrenna fører til at det ikke flommer over topp veg før det tilføres 6,29 m³/s. Dersom dimensjonen reduseres til Ø1200 vil 0,54 m³/s flomme over vegen ved en 200-års nedbørshendelse.

2.2.3 Bestemmelse av strømningsstilfelle

2.2.3.1 Ø2000 - Uten vingemur

Tabell 8 - Inn-/utløpskontroll

Total Discharge (cms)	Culvert Discharge (cms)	Headwater Elevation (m)	Inlet Control Depth(m)	Outlet Control Depth(m)	Flow Type	Outlet Velocity (m/s)	Tailwater Velocity (m/s)
0.00	0.00	169.49	0.00	0.0	0-NF	0.00	0.00
0.62	0.62	169.96	0.47	0.0*	1-S2n	3.48	1.68
1.24	1.24	170.17	0.68	0.08	1-S2n	3.84	2.11
1.86	1.86	170.33	0.84	0.22	1-S2n	4.07	2.39
2.48	2.48	170.47	0.98	0.34	1-S2n	4.26	2.61
3.10	3.10	170.62	1.13	0.46	1-S2n	4.41	2.80
3.72	3.72	170.77	1.28	0.58	1-S2n	4.54	2.95
4.34	4.34	170.90	1.41	0.70	1-S2n	4.66	3.08
4.96	4.96	171.02	1.53	0.82	1-S2n	4.78	3.21
5.58	5.58	171.14	1.65	0.94	1-S2n	4.88	3.31
6.20	6.20	171.26	1.77	1.06	1-S2n	4.99	3.41

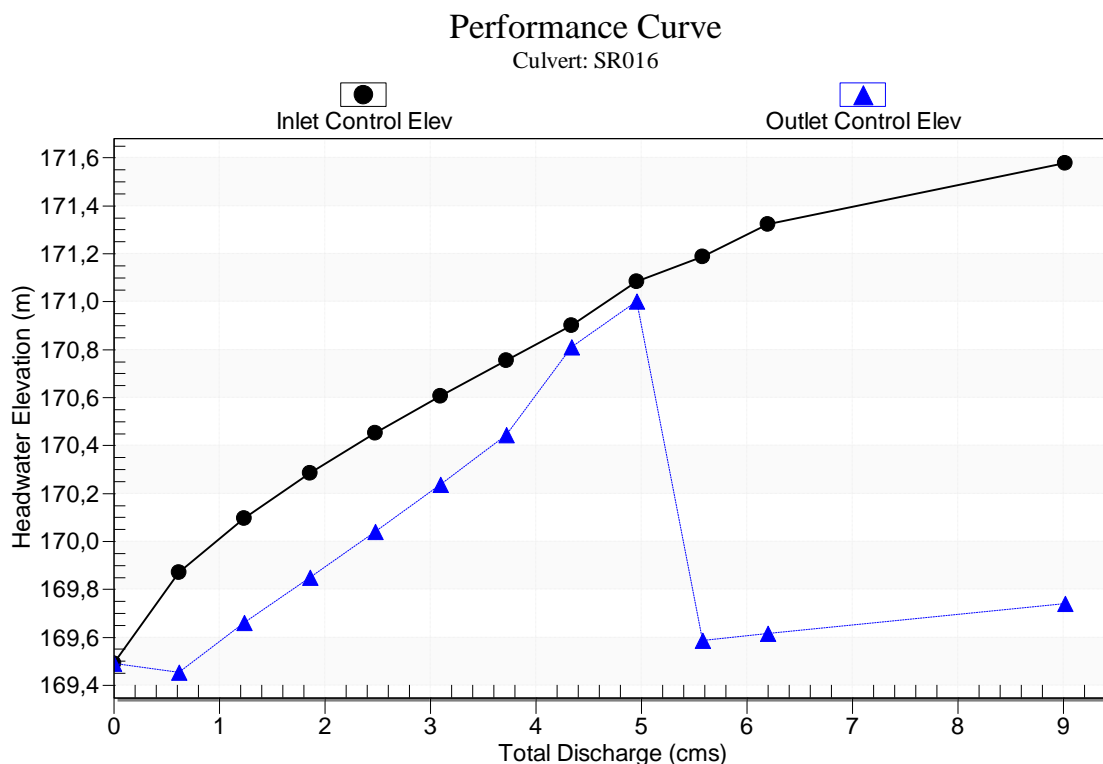


Figur 8 - Inn-/utløpskontroll diagram

2.2.3.2 Ø1400 - Med vingemur

Tabell 9 - Inn-/utløpskontroll

Total Discharge (cms)	Culvert Discharge (cms)	Headwater Elevation (m)	Inlet Control Depth(m)	Outlet Control Depth(m)	Flow Type	Outlet Velocity (m/s)	Tailwater Velocity (m/s)
0.00	0.00	169.49	0.00	0.0	0-NF	0.00	0.00
0.62	0.62	169.87	0.38	0.0*	1-S2n	3.58	1.68
1.24	1.24	170.10	0.61	0.17	1-S2n	3.97	2.11
1.86	1.86	170.28	0.79	0.36	1-S2n	4.23	2.39
2.48	2.48	170.45	0.96	0.55	1-S2n	4.45	2.61
3.10	3.10	170.60	1.11	0.75	1-S2n	4.65	2.80
3.72	3.72	170.75	1.26	0.95	1-S2n	4.83	2.95
4.34	4.34	170.90	1.41	1.32	5-S2n	5.01	3.08
4.96	4.96	171.08	1.59	1.51	5-S2n	5.20	3.21
5.58	5.58	171.19	1.70	0.09	5-S2n	5.40	3.31
6.20	6.20	171.32	1.83	0.13	5-S2n	5.60	3.41



Figur 9 - Inn-/utløpskontroll diagram

Både et Ø2000-rør uten vingemur og et Ø1400-rør med vingemur har innløpskontroll for dimensjonerende vannmengde. Vannhøyden ved utløpet til Ø1400-rør med vingemur reduseres ved større hendelser enn den dimensjonerende.

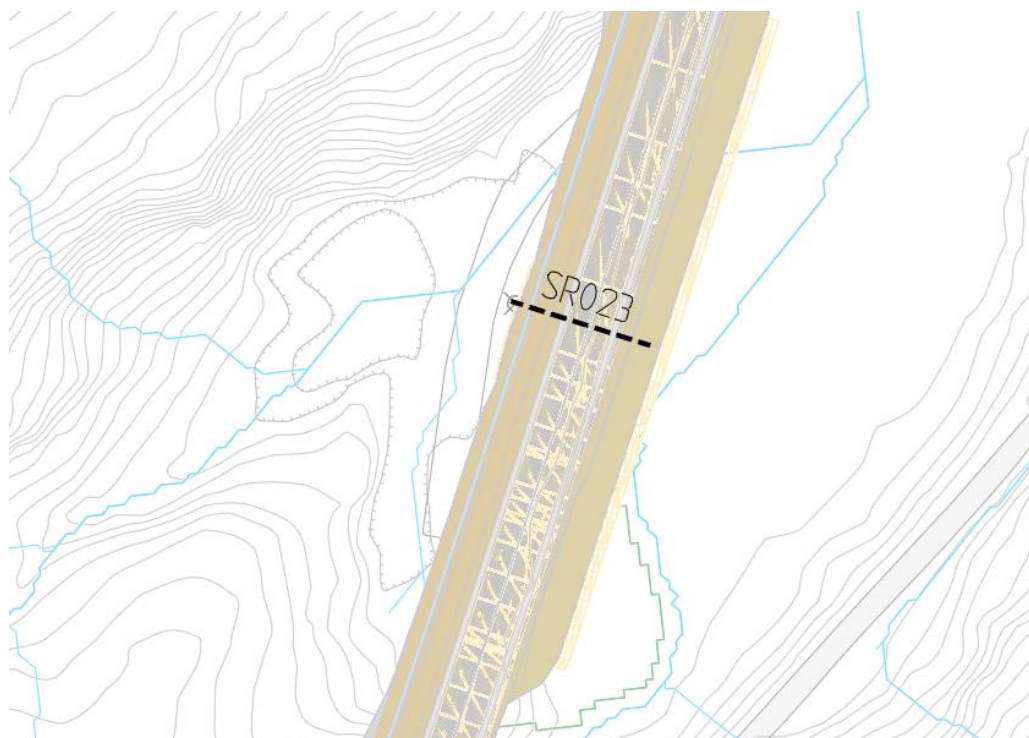
2.2.4 Anbefalt dimensjon og innløp

Eksisterende Ø800 stikkrenne har ikke kapasitet for dimensjonerende vannføring.

På grunn av begrenset overdekning ved kryssing av eksisterende sekundærvei anbefales det å benytte Ø1400-rør med vingemur. I tillegg vil innkjøp av Ø1400 med vingemur i dette tilfellet sannsynligvis være rimeligere enn innkjøp og etablering av Ø2000.

2.2.5 Erosionssikring og plassbehov

Ved dimensjonerende vannmengde har vannet ved utløpet til Ø1400 med vingemur en hastighet på 3,41 m/s. Det anbefales derfor å tilpasse nedstrøms grøft for vannstandsprang med grove masser eller eventuelt etablere et energidreperbasseng:



Figur 12 - Stikkrenneplassering

2.3.2 Kapasitetsberegning

SR023 har kotehøyde 168,62 meter iht. eksisterende terreng ved innløp og kotehøyde 168,22 meter iht. vegfylling ved utløp. Lengden er ca. 19 meter med fallforhold på 21‰. Vegmodellen har ved SR023 topp høyde på 170,91 meter. Stikkrenneplassering og tilrenning fra nedslagsfelt er justert iht. vegmodell med tilhørende grøfter.

2.3.2.1 Ø1000 - Uten vingemur

Tabell 10 - Flowberegning

Headwater Elevation (m)	Total Discharge (cms)	SR023 Discharge (cms)	Roadway Discharge (cms)	Iterations
168.67	0.00	0.00	0.00	1
169.01	0.19	0.19	0.00	1
169.17	0.38	0.38	0.00	1
169.31	0.57	0.57	0.00	1
169.42	0.76	0.76	0.00	1
169.56	0.99	0.99	0.00	1
169.64	1.13	1.13	0.00	1
169.74	1.32	1.32	0.00	1
169.86	1.51	1.51	0.00	1
170.01	1.70	1.70	0.00	1
170.17	1.89	1.89	0.00	1
170.99	2.61	2.61	0.00	Overtopping

Resultatet fra HY8-beregningene i tabellen over viser at et Ø1000-rør uten vingemur håndterer behovet på 1,89 m³/s. Kapasiteten til stikkrenna fører til at det ikke flommer over topp veg før det tilføres 2,61 m³/s. Dersom dimensjonen reduseres til Ø800 vil 0,26 m³/s flomme over vegen ved en 200-års nedbørshendelse.

2.3.2.2 Ø800 - Med vingemur

Tabell 11 - Flowberegning

Headwater Elevation (m)	Total Discharge (cms)	SR023 Discharge (cms)	Roadway Discharge (cms)	Iterations
168.62	0.00	0.00	0.00	1
168.89	0.19	0.19	0.00	1
169.06	0.38	0.38	0.00	1
169.19	0.57	0.57	0.00	1
169.31	0.76	0.76	0.00	1
169.50	0.99	0.99	0.00	1
169.56	1.13	1.13	0.00	1
169.65	1.32	1.32	0.00	1
169.75	1.51	1.51	0.00	1
169.87	1.70	1.70	0.00	1
170.00	1.89	1.89	0.00	1
170.99	2.48	2.48	0.00	Overtopping

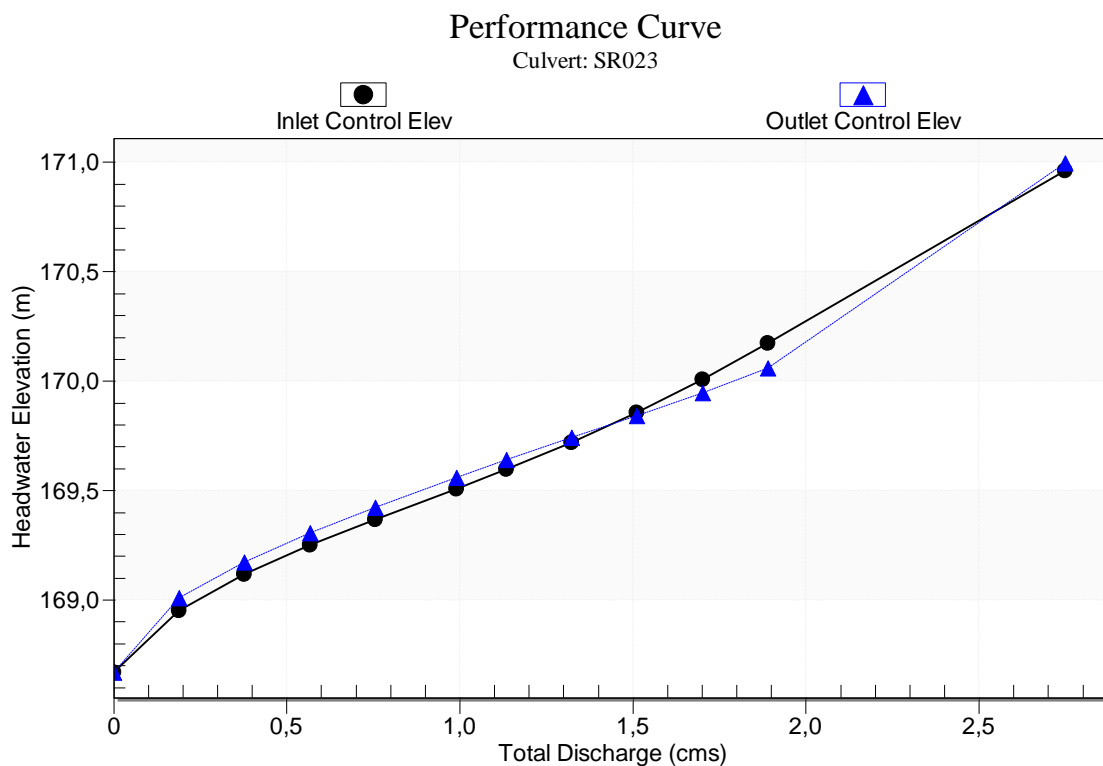
Resultatet fra HY8-beregningene i tabellen over viser at et Ø800-rør med vingemur håndterer behovet på 1,89 m³/s. Kapasiteten til stikkrenna fører til at det ikke flommer over topp veg før det tilføres 2,48 m³/s. Dersom dimensjonen reduseres til Ø600 vil 0,48 m³/s flomme over vegen ved en 200-års nedbørshendelse.

2.3.3 Bestemmelse av strømningstilfelle

2.3.3.1 Ø1000 - Uten vingemur

Tabell 12 - Inn-/utløpskontroll

Total Discharge (cms)	Culvert Discharge (cms)	Headwater Elevation (m)	Inlet Control Depth(m)	Outlet Control Depth(m)	Flow Type	Outlet Velocity (m/s)	Tailwater Velocity (m/s)
0.00	0.00	168.67	0.00	0.0	0-NF	0.00	0.00
0.19	0.19	169.01	0.28	0.34	2-M2c	1.28	1.81
0.38	0.38	169.17	0.45	0.50	2-M2c	1.57	2.19
0.57	0.57	169.31	0.58	0.64	2-M2c	1.78	2.45
0.76	0.76	169.42	0.70	0.75	2-M2c	1.95	2.64
0.99	0.99	169.56	0.84	0.89	2-M2c	2.14	2.84
1.13	1.13	169.64	0.93	0.97	7-M2c	2.26	2.94
1.32	1.32	169.74	1.05	1.07	7-M2c	2.41	3.06
1.51	1.51	169.86	1.19~	1.17	7-M2c	2.55	3.17
1.70	1.70	170.01	1.34~	1.28	7-M2c	2.71	3.27
1.89	1.89	170.17	1.50~	1.39	7-M2c	2.86	3.36

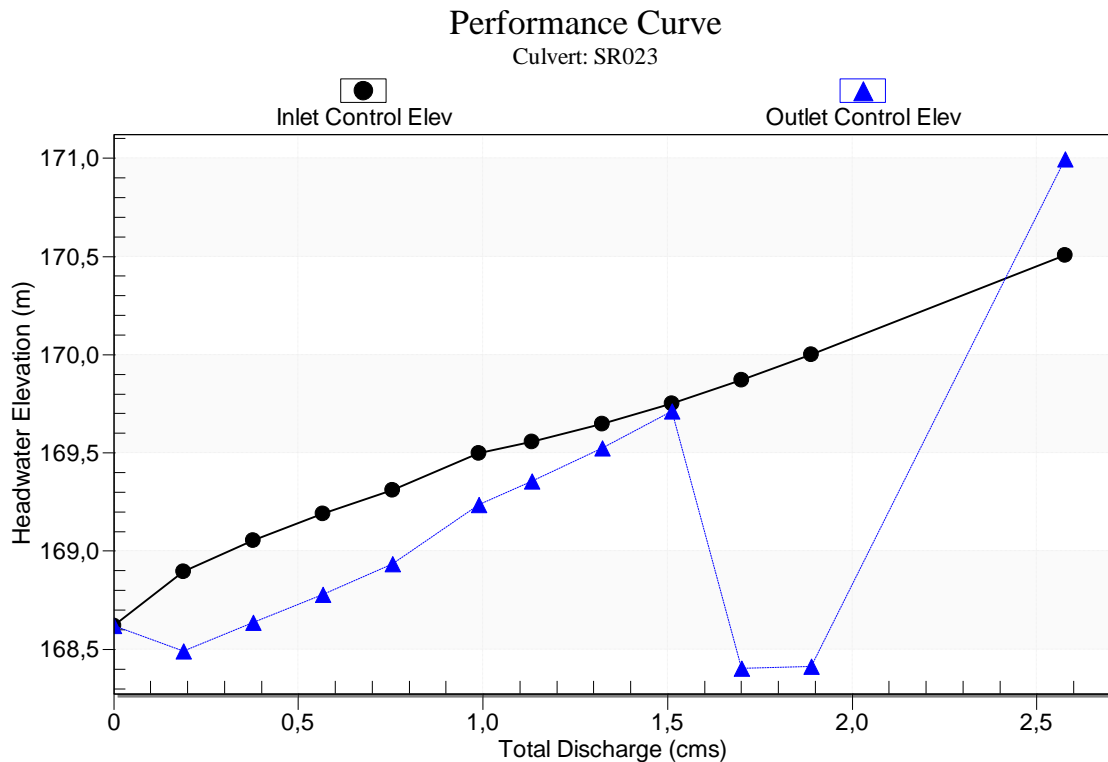


Figur 13 - Inn-/utløpskontroll diagram

2.3.3.2 Ø800 - Med vingemur

Tabell 13 - Inn-/utløpskontroll

Total Discharge (cms)	Culvert Discharge (cms)	Headwater Elevation (m)	Inlet Control Depth(m)	Outlet Control Depth(m)	Flow Type	Outlet Velocity (m/s)	Tailwater Velocity (m/s)
0.00	0.00	168.62	0.00	0.0	0-NF	0.00	0.00
0.19	0.19	168.89	0.27	0.0*	1-S2n	2.58	1.81
0.38	0.38	169.06	0.44	0.01	1-S2n	2.98	2.19
0.57	0.57	169.19	0.57	0.16	1-S2n	3.26	2.45
0.76	0.76	169.31	0.69	0.31	1-S2n	3.46	2.64
0.99	0.99	169.50	0.88	0.62	5-S2n	3.68	2.84
1.13	1.13	169.56	0.94	0.73	5-S2n	3.79	2.94
1.32	1.32	169.65	1.03	0.90	5-S2n	3.95	3.06
1.51	1.51	169.75	1.13	1.09	5-S2n	4.11	3.17
1.70	1.70	169.87	1.25	0.0*	5-S2n	4.27	3.27
1.89	1.89	170.00	1.38	0.0*	5-S2n	4.44	3.36



Figur 14 - Inn-/utløpskontroll diagram

Ø1000-rør uten vingemur har utløpskontroll. Ø800-rør med vingemur har innløpskontroll for dimensjonerende vannmengde.

2.3.4 Anbefalt dimensjon og innløp

Eksisterende Ø600 stikkrenne har ikke kapasitet for dimensjonerende vannføring.

Det anbefales å benytte et Ø800-rør med vingemur for å komme under $H_0=1,5\text{m}$ og dermed redusere behov for utkiling. I tillegg vil et Ø800-rør har innløpskontroll, vannhøyden nedstrøms reduseres ved større hendelser enn den dimensjonerende.

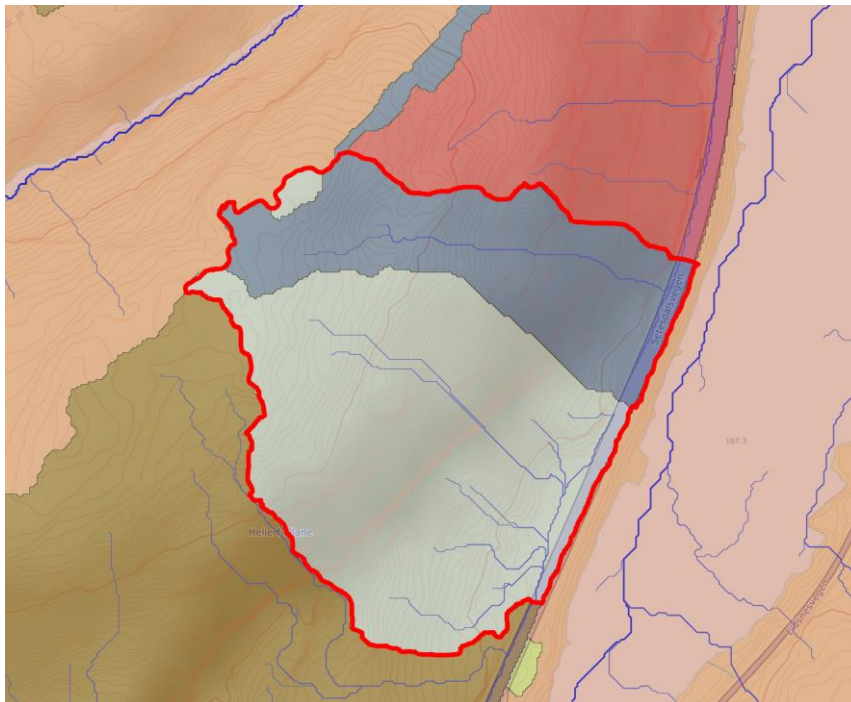
2.3.5 Erosjonssikring og plassbehov

Ved dimensjonerende vannmengde har vannet ved utløpet til Ø800 med vingemur en hastighet på 3,36 m/s. Siden utløpet har nærhet til Hornskilen er det ikke hensiktsmessig å etablere et energidreperbasseng, men det bør erosjonssikres ut i resipient slik at vanddybden reduserer hastigheten til overvannet fra SR023 ved en 200-års hendelse. Det bør derfor reguleres et areal på ca. 20x10 meter (LxB i stikkrenns retning) fra fyllingsfot ved utløp og ut i Hornskilen for å sikre tilstrekkelig erosjonssikring og vanddybde i resipient for å redusere vannhastigheten. Ved innløpet bør det reguleres inn et areal på ca. 10x10 meter fra fyllingsfot ved innløpet for plastring/erosjonssikring.

2.4 Stikkrenne SR045

2.4.1 Nedbørsfelt og overvannsmengder

Stikkrenne SR045 er plassert ca. ved vegprofil 450 og skal håndtere overvann fra nedslagsfelt N045. Det totale feltarealet for N045 er estimert til 2,7 hektar ved betraktningsspunkt mot Rv.9. Med en tilrenningstid på 12 minutter estimeres tilført overvannsmengde ved en 200-års hendelse til 284 l/s. Se vedlagt overvannsberegning for N045. For dette nedslagsfeltet finnes det i dag en eksisterende Ø400 stikkrenne.



Figur 15 - Nedslagsfelt N045



Figur 16 - Stikkrenneplassering

2.4.2 Kapasitetsberegning

SR045 har kotehøyde 169,22 meter iht. eksisterende terreng ved innløp og kotehøyde 168,43 meter iht. vegfylling ved utløp. Lengden er ca. 22 meter med fallforhold på 37‰. Vegmodellen har ved SR045 topp høyde på 171,04 meter. Stikkrenneplassering og tilrenning fra nedslagsfelt er justert iht. vegmodell med tilhørende grøfter.

2.4.2.1 Ø400 - Uten vingemur

Tabell 14 - Flowberegning

Headwater Elevation (m)	Total Discharge (cms)	SR045 Discharge (cms)	Roadway Discharge (cms)	Iterations
169.27	0.00	0.00	0.00	1
169.41	0.03	0.03	0.00	1
169.49	0.06	0.06	0.00	1
169.56	0.08	0.08	0.00	1
169.63	0.11	0.11	0.00	1
169.71	0.14	0.14	0.00	1
169.80	0.17	0.17	0.00	1
169.91	0.20	0.20	0.00	1
170.08	0.22	0.22	0.00	1
170.48	0.25	0.25	0.00	1
170.83	0.28	0.28	0.00	1
171.04	0.29	0.29	0.00	Overtopping

Resultatet fra HY8-beregningene i tabellen over viser at et Ø400-rør uten vingemur håndterer behovet på 284 l/s. Kapasiteten til stikkrenna fører til at det ikke flommer over topp veg før det tilføres 290 l/s. Dersom dimensjonen reduseres til Ø300 vil 140 l/s flomme over vegen ved en 200-års nedbørshendelse.

2.4.2.2 Ø300 - Med vingemur

Tabell 15 - Flowberegning

Headwater Elevation (m)	Total Discharge (cms)	SR045 Discharge (cms)	Roadway Discharge (cms)	Iterations
169.22	0.00	0.00	0.00	1
169.34	0.03	0.03	0.00	1
169.43	0.06	0.06	0.00	1
169.50	0.08	0.08	0.00	1
169.56	0.11	0.11	0.00	1
169.63	0.14	0.14	0.00	1
169.70	0.17	0.17	0.00	1
169.77	0.20	0.20	0.00	1
169.85	0.22	0.22	0.00	1
170.43	0.25	0.25	0.00	1
170.83	0.28	0.28	0.00	1
171.04	0.29	0.29	0.00	Overtopping

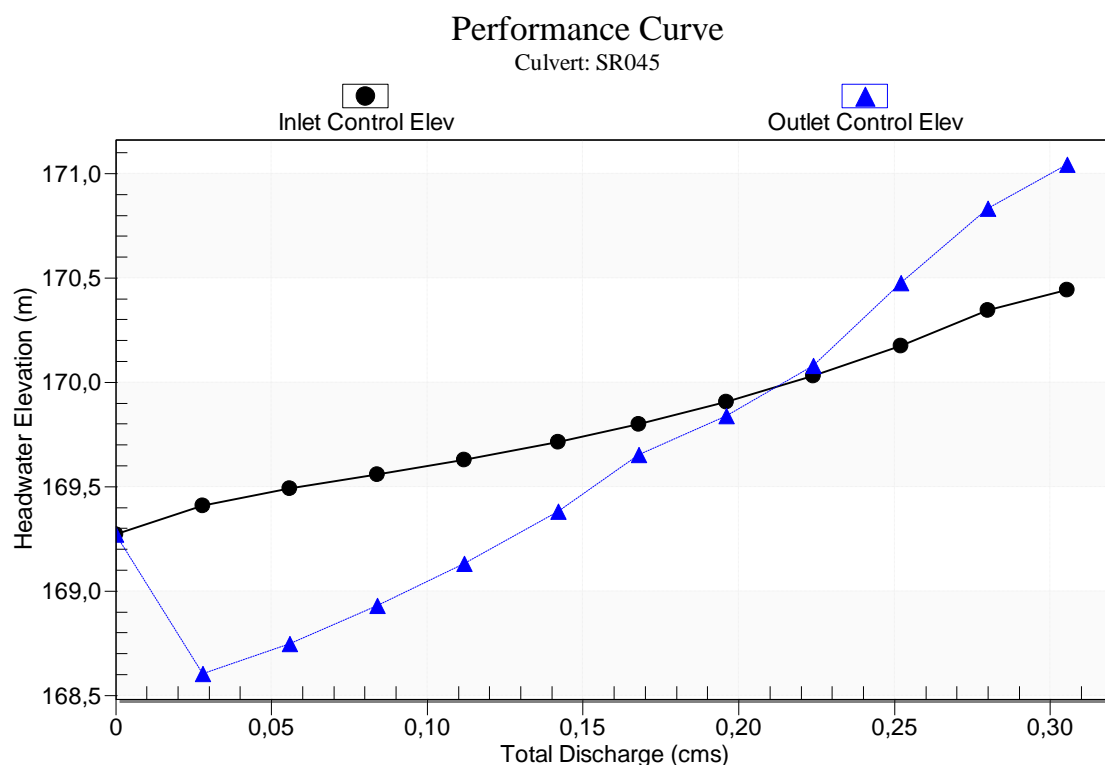
Resultatet fra HY8-beregningene i tabellen over viser at et Ø300-rør med vingemur håndterer behovet på 290 l/s. Kapasiteten til stikkrenna fører til at det ikke flommer over topp veg før det tilføres 290 l/s. Dersom dimensjonen reduseres til Ø200 vil 170 l/s flomme over vegen ved en 200-års nedbørshendelse.

2.4.3 Bestemmelse av strømningsstilfelle

2.4.3.1 Ø400 - Uten vingemur

Tabell 16 - Inn-/utløpskontroll

Total Discharge (cms)	Culvert Discharge (cms)	Headwater Elevation (m)	Inlet Control Depth(m)	Outlet Control Depth(m)	Flow Type	Outlet Velocity (m/s)	Tailwater Velocity (m/s)
0.00	0.00	169.27	0.00	0.0	0-NF	0.00	0.00
0.03	0.03	169.41	0.14	0.0*	1-S2n	0.98	0.47
0.06	0.06	169.49	0.22	0.0*	1-S2n	1.20	0.61
0.08	0.08	169.56	0.29	0.0*	1-S2n	1.37	0.72
0.11	0.11	169.63	0.36	0.0*	5-S2n	1.53	0.80
0.14	0.14	169.71	0.44	0.11	5-S2n	1.67	0.88
0.17	0.17	169.80	0.53	0.38	5-S2n	1.77	0.94
0.20	0.20	169.91	0.64~	0.57	7-M2c	1.89	1.00
0.22	0.22	170.08	0.76	0.81	7-M2c	2.06	1.05
0.25	0.25	170.48	0.90	1.21	7-M2c	2.26	1.10
0.28	0.28	170.83	1.07	1.56	7-M2c	2.47	1.15

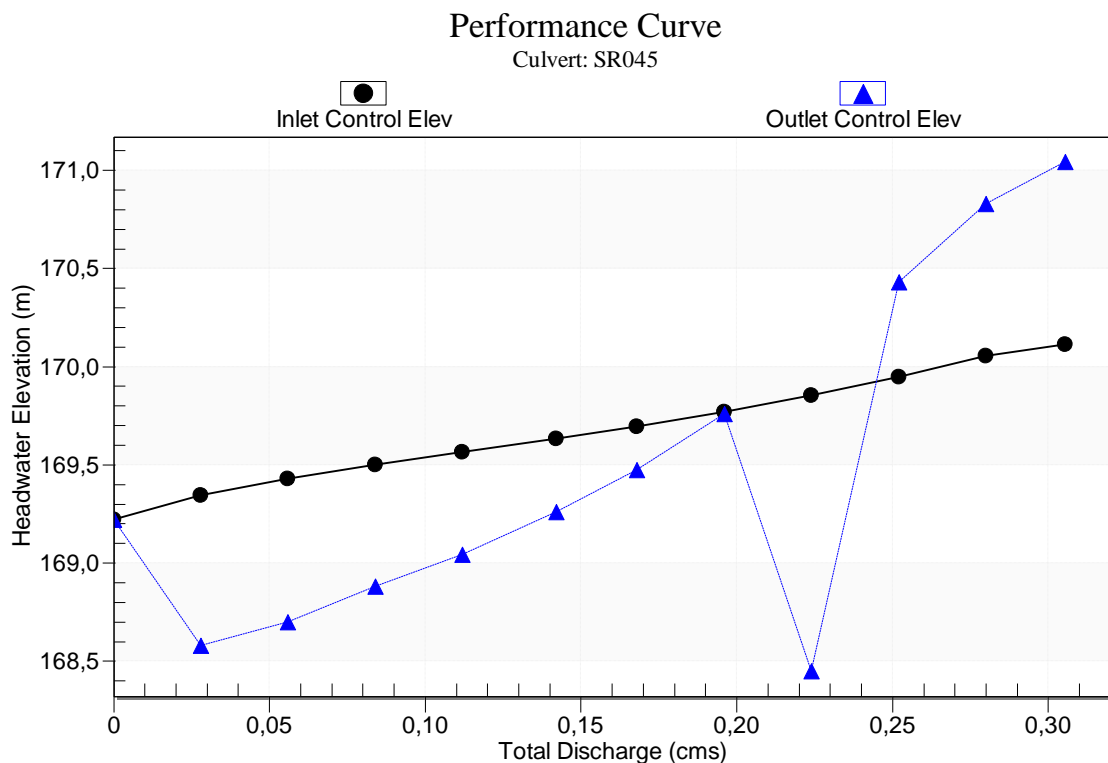


Figur 17 - Inn-/utløpskontroll diagram

2.4.3.2 Ø300 - Med vingemur

Tabell 17 - Inn-/utløpskontroll

Total Discharge (cms)	Culvert Discharge (cms)	Headwater Elevation (m)	Inlet Control Depth(m)	Outlet Control Depth(m)	Flow Type	Outlet Velocity (m/s)	Tailwater Velocity (m/s)
0.00	0.00	169.22	0.00	0.0	0-NF	0.00	0.00
0.03	0.03	169.34	0.12	0.0*	1-S2n	2.19	0.47
0.06	0.06	169.43	0.21	0.0*	1-S2n	2.71	0.61
0.08	0.08	169.50	0.28	0.0*	1-S2n	2.94	0.72
0.11	0.11	169.56	0.34	0.0*	5-S2n	3.14	0.80
0.14	0.14	169.63	0.41	0.04	5-S2n	3.31	0.88
0.17	0.17	169.70	0.48	0.25	5-S2n	3.43	0.94
0.20	0.20	169.77	0.55	0.54	5-S2n	3.50	1.00
0.22	0.22	169.85	0.63	0.0*	5-S2n	3.59	1.05
0.25	0.25	170.43	0.73	1.21	6-FFc	3.57	1.10
0.28	0.28	170.83	0.83	1.61	6-FFc	3.96	1.15



Figur 18 - Inn-/utløpskontroll diagram

Både et Ø400-rør uten vingemur og et Ø300-rør med vingemur har innløpskontroll for dimensjonerende vannmengde.

2.4.4 Anbefalt dimensjon og innløp

I henhold til Statens vegvesens håndbok N200 (2021) er $D_{\min} = 600\text{mm}$ et «skal-krav» av hensyn til drift og vedlikehold. Ø600 har innløpskontroll og det vil heller ikke være behov for vingemur.

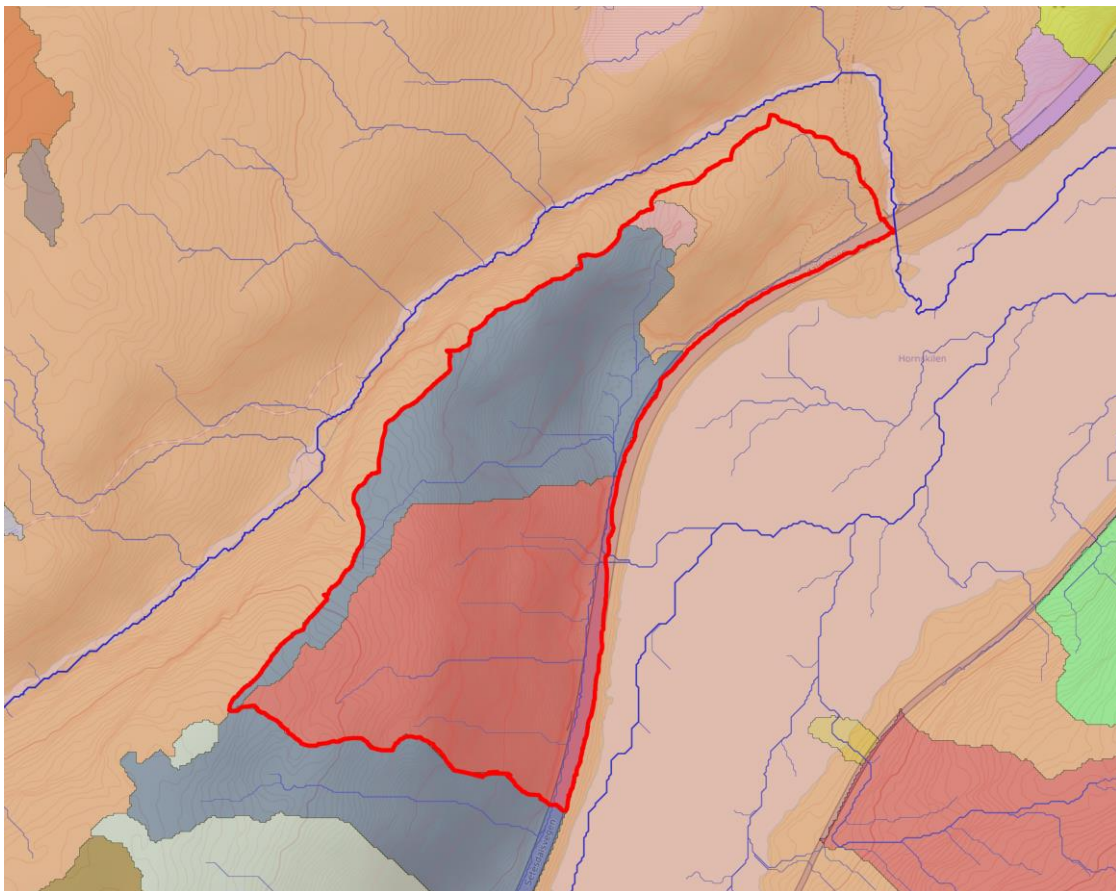
2.4.5 Erosjonssikring og plassbehov

Ved dimensjonerende vannmengde har vannet ved utløpet til Ø600 uten vingemur ifølge HY8 en hastighet på 1,15 m/s. Det er derfor ikke behov for energidrepende tiltak, men det bør likevel plastres ved inn- og utløp. Det bør reguleres et areal på ca. 10x10 meter fra fyllingsfot ved innløpet for erosjonssikring. Utløpet erosjonssikres i fyllingsskråning.

2.5 **Stikkrenne SR060**

2.5.1 Nedbørsfelt og overvannsmengder

Stikkrenne SR060 er plassert ca. ved vegprofil 600 og skal håndtere overvann fra nedslagsfelt N060. Det totale feltarealet for N060 er estimert til 3,1 hektar ved betraktningsspunkt mot Rv.9. Med en tilrenningstid på 9 minutter estimeres tilført overvannsmengde ved en 200-års hendelse til 371 l/s. Se vedlagt overvannsberegning for N060. For deler av dette nedslagsfeltet finnes det i dag en Ø300 stikkrenne.



Figur 19 - Nedslagsfelt N060



Figur 20 - Stikkrenneplassering

2.5.2 Kapasitetsberegning

SR060 har kotehøyde 169,53 meter iht. eksisterende terreng ved innløp og kotehøyde 168,57 meter iht. vegfylling ved utløp. Lengden er ca. 39 meter med fallforhold på 25‰. Vegmodellen har ved SR060 topp høyde på 172,32 meter. Stikkrenneplassering og tilrenning fra nedslagsfelt er justert iht. vegmodell med tilhørende grøfter.

2.5.2.1 Ø500 - Uten vingemur

Tabell 18 - Flowberegning

Headwater Elevation (m)	Total Discharge (cms)	SR060 Discharge (cms)	Roadway Discharge (cms)	Iterations
169.58	0.00	0.00	0.00	1
169.75	0.04	0.04	0.00	1
169.83	0.07	0.07	0.00	1
169.90	0.11	0.11	0.00	1
169.97	0.15	0.15	0.00	1
170.03	0.19	0.19	0.00	1
170.09	0.22	0.22	0.00	1
170.16	0.26	0.26	0.00	1
170.48	0.30	0.30	0.00	1
171.04	0.33	0.33	0.00	1
171.48	0.37	0.37	0.00	1
172.37	0.45	0.45	0.00	Overtopping

Resultatet fra HY8-beregningene i tabellen over viser at et Ø500-rør uten vingemur håndterer behovet på 371 l/s. Kapasiteten til stikkrenna fører til at det ikke flommer over topp veg før det tilføres 450 l/s. Dersom dimensjonen reduseres til Ø400 vil 120 l/s flomme over vegen ved en 200-års nedbørshendelse.

2.5.2.2 Ø400 - Med vingemur

Tabell 19 - Flowberegning

Headwater Elevation (m)	Total Discharge (cms)	SR060 Discharge (cms)	Roadway Discharge (cms)	Iterations
169.53	0.00	0.00	0.00	1
169.67	0.04	0.04	0.00	1
169.75	0.07	0.07	0.00	1
169.82	0.11	0.11	0.00	1
169.88	0.15	0.15	0.00	1
169.94	0.19	0.19	0.00	1
170.00	0.22	0.22	0.00	1
170.05	0.26	0.26	0.00	1
170.10	0.30	0.30	0.00	1
170.16	0.33	0.33	0.00	1
170.50	0.37	0.37	0.00	1
172.37	0.54	0.54	0.00	Overtopping

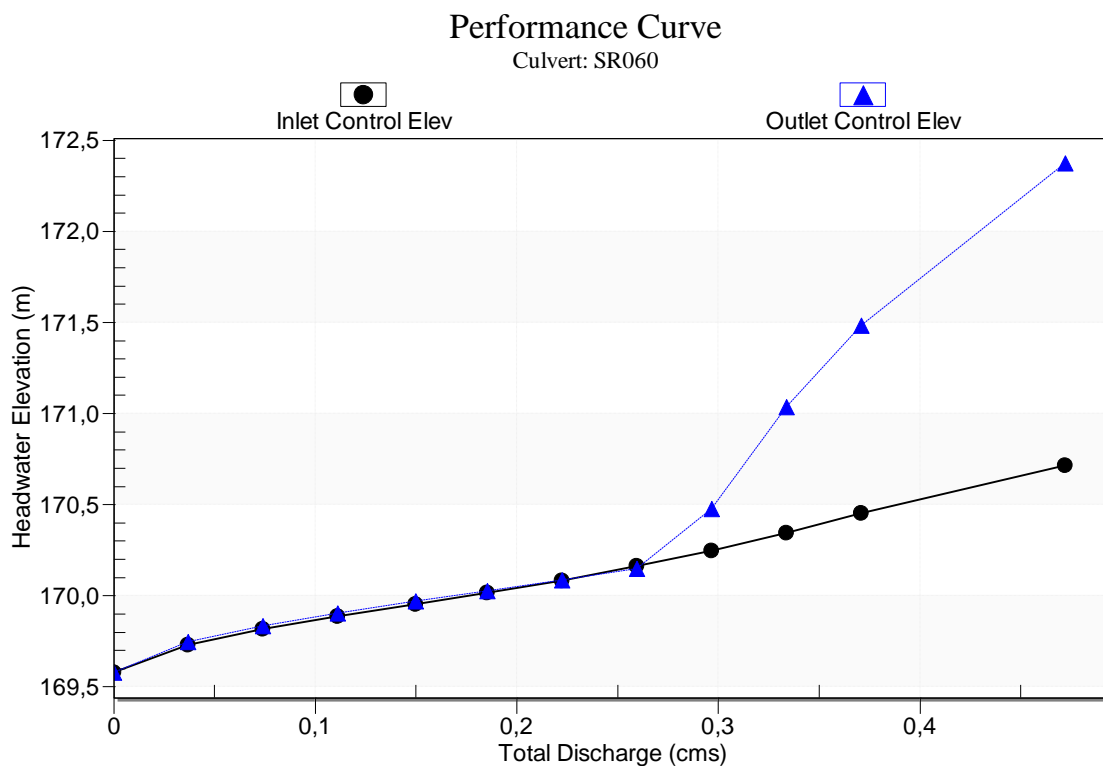
Resultatet fra HY8-beregningene i tabellen over viser at et Ø400-rør med vingemur håndterer behovet på 371 l/s. Kapasiteten til stikkrenna fører til at det ikke flommer over topp veg før det tilføres 540 l/s. Dersom dimensjonen reduseres til Ø300 vil 100 l/s flomme over veggen ved en 200-års nedbørshendelse.

2.5.3 Bestemmelse av strømningstilfelle

2.5.3.1 Ø500 - Uten vingemur

Tabell 20 - Inn-/utløpskontroll

Total Discharge (cms)	Culvert Discharge (cms)	Headwater Elevation (m)	Inlet Control Depth(m)	Outlet Control Depth(m)	Flow Type	Outlet Velocity (m/s)	Tailwater Velocity (m/s)
0.00	0.00	169.58	0.00	0.0	0-NF	0.00	0.00
0.04	0.04	169.75	0.15	0.17	2-M2c	0.93	0.52
0.07	0.07	169.83	0.24	0.25	2-M2c	1.14	0.69
0.11	0.11	169.90	0.31	0.32	2-M2c	1.30	0.81
0.15	0.15	169.97	0.37	0.39	2-M2c	1.44	0.91
0.19	0.19	170.03	0.43	0.45	2-M2c	1.56	0.99
0.22	0.22	170.09	0.50	0.51	7-M2c	1.68	1.07
0.26	0.26	170.16	0.58~	0.57	7-M2c	1.80	1.13
0.30	0.30	170.48	0.67	0.90	7-M2c	1.92	1.19
0.33	0.33	171.04	0.76	1.46	7-M2c	2.05	1.25
0.37	0.37	171.48	0.87	1.90	7-M2c	2.20	1.31

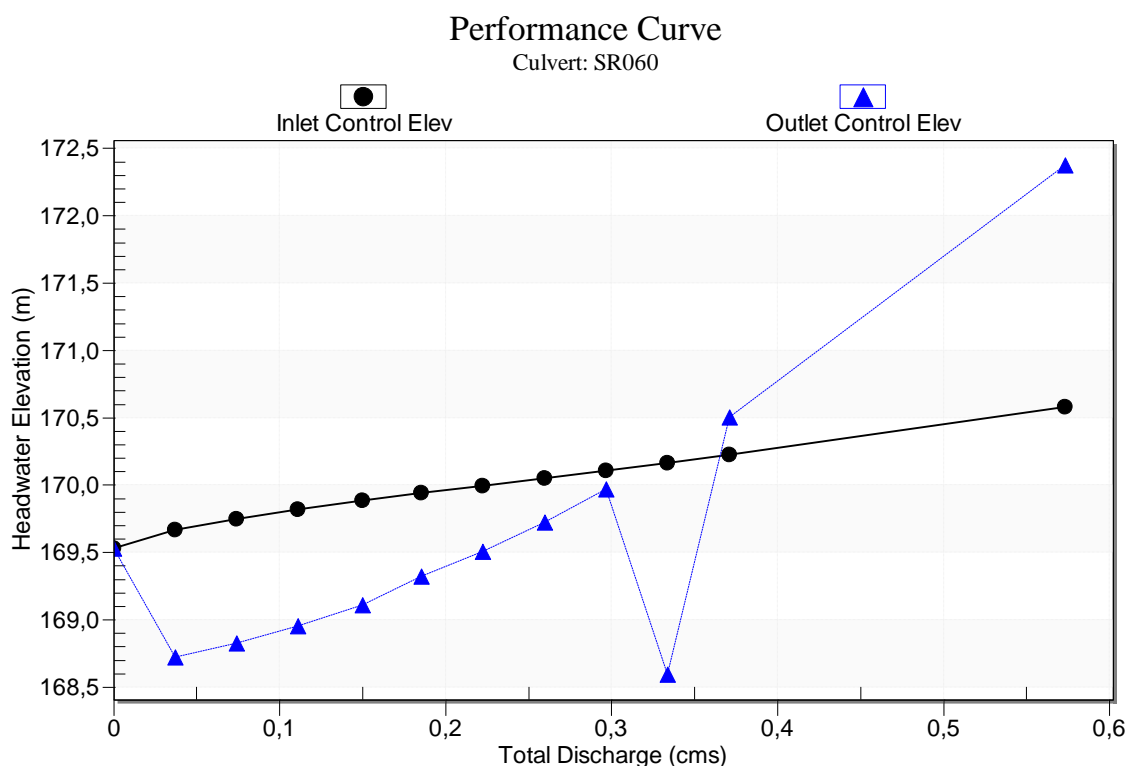


Figur 21 - Inn-/utløpskontroll diagram

2.5.3.2 Ø400 - Med vingemur

Tabell 21 - Inn-/utløpskontroll

Total Discharge (cms)	Culvert Discharge (cms)	Headwater Elevation (m)	Inlet Control Depth(m)	Outlet Control Depth(m)	Flow Type	Outlet Velocity (m/s)	Tailwater Velocity (m/s)
0.00	0.00	169.53	0.00	0.0	0-NF	0.00	0.00
0.04	0.04	169.67	0.14	0.0*	1-S2n	1.83	0.52
0.07	0.07	169.75	0.22	0.0*	1-S2n	2.23	0.69
0.11	0.11	169.82	0.29	0.0*	1-S2n	2.50	0.81
0.15	0.15	169.88	0.35	0.0*	1-S2n	2.70	0.91
0.19	0.19	169.94	0.41	0.0*	5-S2n	2.85	0.99
0.22	0.22	170.00	0.47	0.0*	5-S2n	2.98	1.07
0.26	0.26	170.05	0.52	0.19	5-S2n	3.06	1.13
0.30	0.30	170.10	0.57	0.44	5-S2n	3.16	1.19
0.33	0.33	170.16	0.63	0.0*	5-S2n	3.18	1.25
0.37	0.37	170.50	0.69	0.97	7-M2c	3.72	1.31



Figur 22 - Inn-/utløpskontroll diagram

Kontroll av strømningstilfelle viser at Ø400 uten vingemur har utløpskontroll og et Ø300-rør med vingemur har innløpskontroll for dimensjonerende vannmengde.

2.5.4 Anbefalt dimensjon og innløp

I henhold til Statens vegvesens håndbok N200 (2021) er $D_{\min} = 600\text{mm}$ et «skal-krav» av hensyn til drift og vedlikehold. Ø600 har ifølge HY-8 utløpskontroll, men på grunn av mye restkapasitet og utløp i fylling vil det likevel ikke være behov for vingemur.

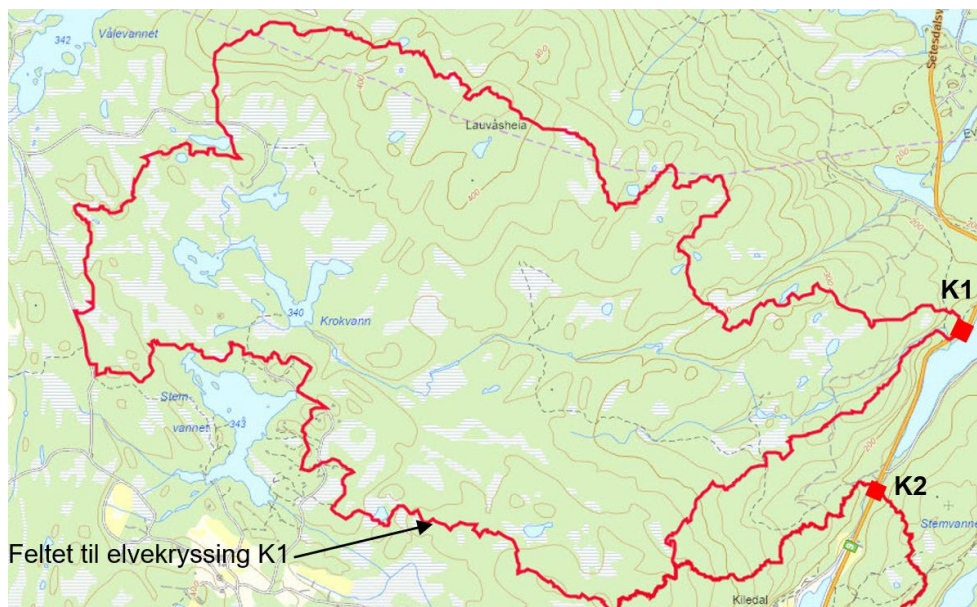
2.5.5 Erosjonssikring og plassbehov

Ved dimensjonerende vannmengde har vannet ved utløpet til Ø600 uten vingemur ifølge HY8 en hastighet på 1,31 m/s. Det er derfor ikke behov for energidrepende tiltak, men det bør likevel plastres ved inn- og utløp. Det bør reguleres et areal på ca. 10x10 meter fra fyllingsfot ved innløpet for erosjonssikring og retningsendring på grøft. Utløpet erosjonssikres i fyllingsskråning.

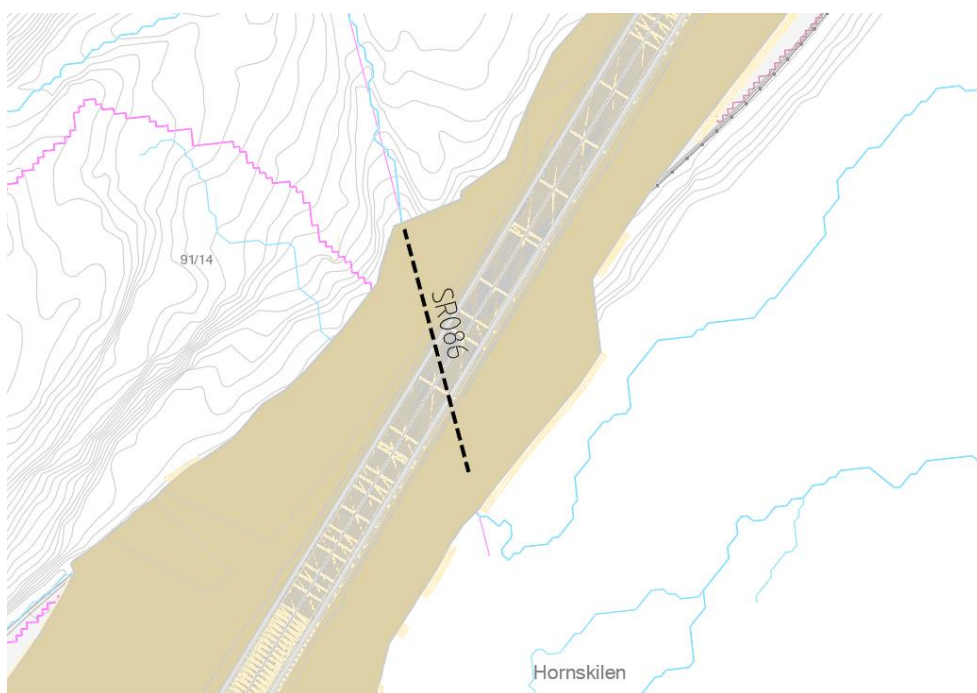
2.6 Stikkrenne SR086

2.6.1 Nedbørsfelt og overvannsmengder

Stikkrenne SR086 er plassert ca. ved vegprofil 860 og skal håndtere overvann fra hele nedslagsfelt K1. Det totale feltarealet for K1 er estimert til 6,0 km². For dette nedslagsfeltet finnes i dag Kile bru.



Figur 23 - Nedslagsfelt K1



Figur 24 - Stikkrenneplassering

2.6.2 Kapasitetsberegning

Nedslagsfelt K1 tilfører en total overvannsmengde på 21,6 m³/s, se beregninger i vedlagt rapport «Flomberegning for Rv.9 Hornskilen».

SR086 har kotehøyde 173,46 meter iht. eksisterende terreng på innløp, men det må påregnes sprengningsarbeider for etablering av riktig høyde med innløpskonstruksjon. Kotehøyde ved utløp i vegfylling er satt til 170,87 meter. Lengden er ca. 43 meter med fallforhold på 60%. Vegmodellen har ved SR086 topp høyde på 177,26 meter. Stikkrenneplassering og tilrenning fra nedslagsfelt er justert iht. vegmodell med tilhørende grøfter.

Det er kun gjort beregninger med vingemur/innløpskonstruksjon basert på dimensjonerende vannmengde og dagens situasjon med innløpskonstruksjon/vegbru. Det er i dette tilfellet ikke hensiktsmessig å se på løsninger uten innløpskonstruksjon.

2.6.2.1 Ø2000 - Med vingemur

Tabell 22 - Flowberegning

Headwater Elevation (m)	Total Discharge (cms)	SR086 Discharge (cms)	Roadway Discharge (cms)	Iterations
173.46	0.00	0.00	0.00	1
174.13	2.16	2.16	0.00	1
174.52	4.32	4.32	0.00	1
174.87	6.48	6.48	0.00	1
175.20	8.64	8.64	0.00	1
175.48	10.70	10.70	0.00	1
175.79	12.96	12.96	0.00	1
176.07	15.12	15.12	0.00	1
176.36	17.28	17.28	0.00	1
176.66	19.44	19.44	0.00	1
176.99	21.60	21.60	0.00	1
177.26	23.27	23.27	0.00	Overtopping

Resultatet fra HY8-beregningene i tabellen over viser at et Ø2000-rør med vingemur håndterer behovet på 21,6 m³/s. Kapasiteten til stikkrenna fører til at det ikke flommer over topp veg før det tilføres 23,27 m³/s. Dersom dimensjonen reduseres til Ø1800 vil 1,53 m³/s flomme over vegen ved en 200-års nedbørshendelse.

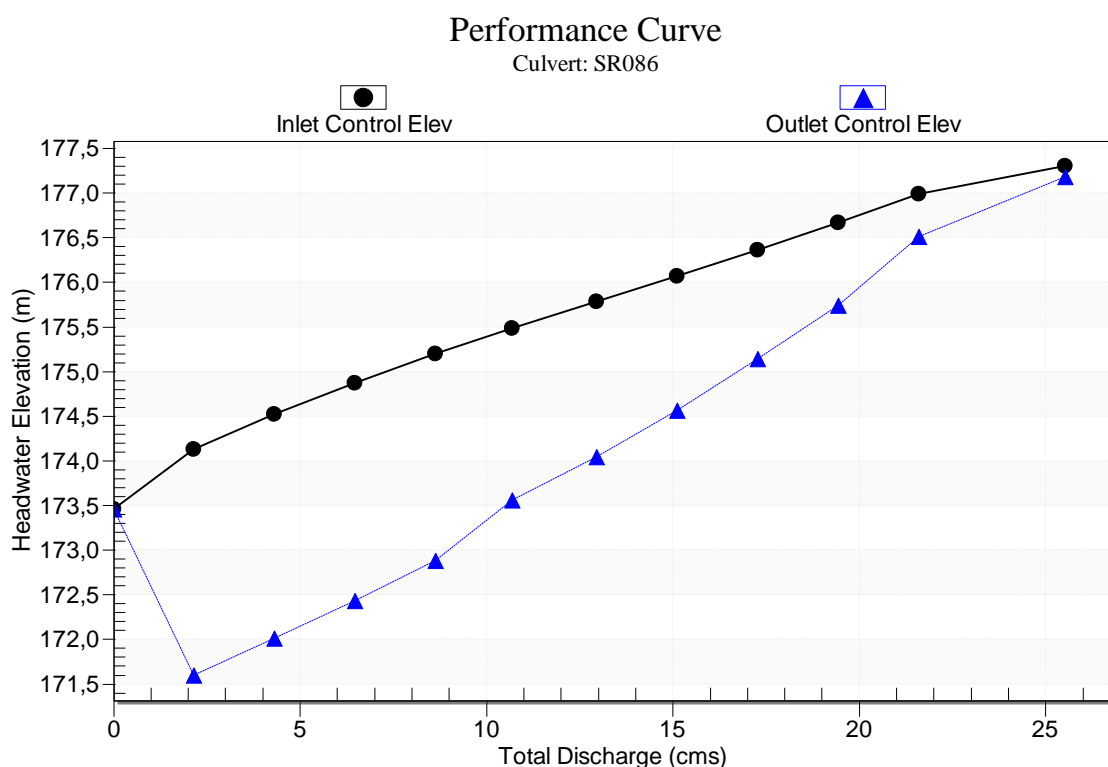
2.6.3 Bestemmelse av strømningstilfelle

2.6.3.1 Ø2000 – Med vingemur

Tabell 23 - Inn-/utløpskontroll

Total Discharge (cms)	Culvert Discharge (cms)	Headwater Elevation (m)	Inlet Control Depth(m)	Outlet Control Depth(m)	Flow Type	Outlet Velocity (m/s)	Tailwater Velocity (m/s)
0.00	0.00	173.46	0.00	0.0	0-NF	0.00	0.00
2.16	2.16	174.13	0.67	0.0*	1-S2n	6.15	0.00

4.32	4.32	174.52	1.06	0.0*	1-S2n	7.00	0.00
6.48	6.48	174.87	1.41	0.0*	1-S2n	7.48	0.00
8.64	8.64	175.20	1.74	0.0*	1-S2n	7.83	0.00
10.70	10.70	175.48	2.02	0.10	5-S2n	8.12	0.00
12.96	12.96	175.79	2.33	0.58	5-S2n	8.41	0.00
15.12	15.12	176.07	2.61	1.10	5-S2n	8.69	0.00
17.28	17.28	176.36	2.90	1.68	5-S2n	8.98	0.00
19.44	19.44	176.66	3.20	2.28	5-S2n	9.30	0.00
21.60	21.60	176.99	3.53	3.05	5-S2n	9.53	0.00



Figur 25 - Inn-/utløpskontroll diagram

En Ø2000-stikkrenne med innløpskonstruksjon med 45° vingemur har innløpskontroll ved dimensjonerende vannmengde.

2.6.4 Anbefalt dimensjon og innløp

Det anbefales å benytte et Ø2000-rør med vingemur.

2.6.5 Erosjonssikring og plassbehov

Ved dimensjonerende vannmengde har vannet ved utløpet til Ø2000 med vingemur/innløpskonstruksjon en hastighet på 9,53 m/s. Det bør derfor reguleres inn et areal på minimum 20x5 meter (LxB i stikkrennens retning) fra fyllingsfot ved utløpet og videre ut i Hornskilen for tilstrekkelig erosjonssikring.



Figur 26 - Eksisterende vannvei til Kile bru / ny stikkrenne

Det ser ut til at det er etablert et energidreperbasseng oppstrøms eksisterende Kile bru / ny stikkrenne SR086. Det må verifiseres at denne er tilstrekkelig for ny situasjon, og det må antas at det kan bli aktuelt med sprengningsarbeider for terrengtilpasning. Det anbefales å regulere inn minimum 20 meter oppstrøms innløpet til SR086 med en bredde på 10 meter for terrengtilpasning, erosjonssikring og etablering/justering av energidreper.

2.7 Kapasitetsberegning Kiledalskleiva steinbru oppstrøms SR086

Ca. 60 meter nordvest for Kile bru ligger Kiledalskleiva steinhvelvbru bygget i 1840.

Ved befaring viser innmålinger at lysåpningen til brua er ca. 6 meter bred i bunn og ca. 3,5 meter fra senter bunn til topp kurve.



Figur 27 - Steinbru oppstrøms SR080

For beregning av kapasitet benyttes HY-8 med «Concrete Open-Bottom Arch» med innmålingene til lysåpningen og antatte inndata basert på bilder for bekke drag oppstrøms og nedstrøms. For dimensjonerende vannmengde benyttes estimert mengde for nedslagsfelt K1 som er 21,6 m³/s. Se vedlagt rapport «52209795_Flomberegning Rv9 Hornskilen».

Tabell 24 - Flowberegning

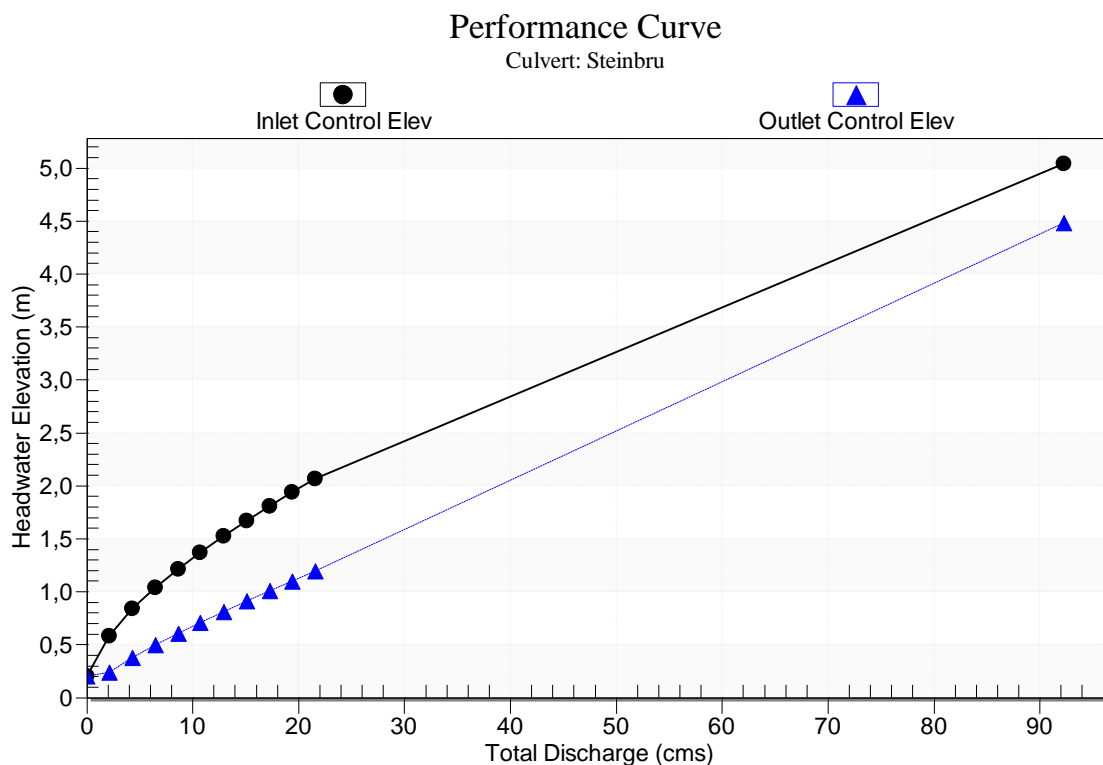
Headwater Elevation (m)	Total Discharge (cms)	Steinbru Discharge (cms)	Roadway Discharge (cms)	Iterations
0.20	0.00	0.00	0.00	1
0.58	2.16	2.16	0.00	1
0.84	4.32	4.32	0.00	1
1.04	6.48	6.48	0.00	1
1.21	8.64	8.64	0.00	1
1.37	10.70	10.70	0.00	1
1.53	12.96	12.96	0.00	1
1.67	15.12	15.12	0.00	1
1.81	17.28	17.28	0.00	1
1.94	19.44	19.44	0.00	1
2.07	21.60	21.60	0.00	1
4.00	61.83	61.83	0.00	Overtopping

HY8-beregningen viser at Kiledalskleiva bru har god kapasitet til å håndtere en 200-års hendelse med en max flow på 21,6 m³/s. Vannføring over topp bru forekommer ikke før vannmengden passerer 61,83 m³/s.

2.7.1 Bestemmelse av strømningsstilfelle

Tabell 25 - Inn-/utløpskontroll

Total Discharge (cms)	Culvert Discharge (cms)	Headwater Elevation (m)	Inlet Control Depth(m)	Outlet Control Depth(m)	Flow Type	Outlet Velocity (m/s)	Tailwater Velocity (m/s)
0.00	0.00	0.20	0.00	0.0	0-NF	0.00	0.00
2.16	2.16	0.58	0.38	0.03	1-S2n	1.79	2.69
4.32	4.32	0.84	0.64	0.18	1-S2n	2.31	3.49
6.48	6.48	1.04	0.84	0.30	1-S2n	2.69	4.05
8.64	8.64	1.21	1.01	0.41	1-S2n	2.97	4.50
10.70	10.70	1.37	1.17	0.51	1-S2n	3.19	4.85
12.96	12.96	1.53	1.33	0.61	1-S2n	3.40	5.19
15.12	15.12	1.67	1.47	0.71	1-S2n	3.58	5.48
17.28	17.28	1.81	1.61	0.80	1-S2n	3.73	5.73
19.44	19.44	1.94	1.74	0.90	1-S2n	3.87	5.97
21.60	21.60	2.07	1.87	0.99	1-S2n	4.01	6.19



Figur 28 - Inn-/utløpskontroll diagram

Kiledalskleiva bru har innløpskontroll.

2.7.2 Erosjonssikring



Figur 29 - Vannvei oppstrøms og nedstrøms bru

Vannveiene oppstrøms/nedstrøms Kiledalskleiva bru består av grove steinmasser og fjell. Det vil ikke være behov for tiltak ved eksisterende bru.

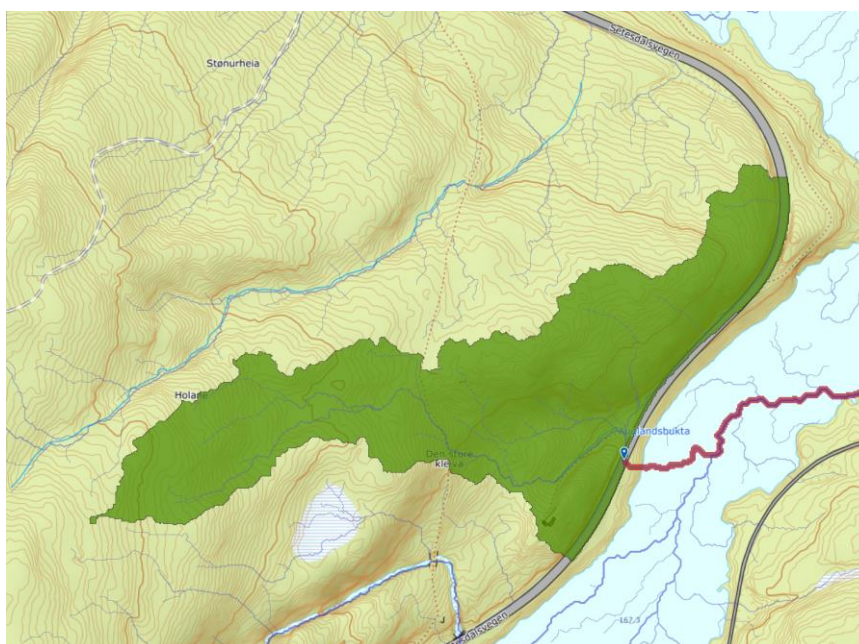


Figur 30 - Vannvei mot eksisterende Kile bru / ny stikkrenne SR086

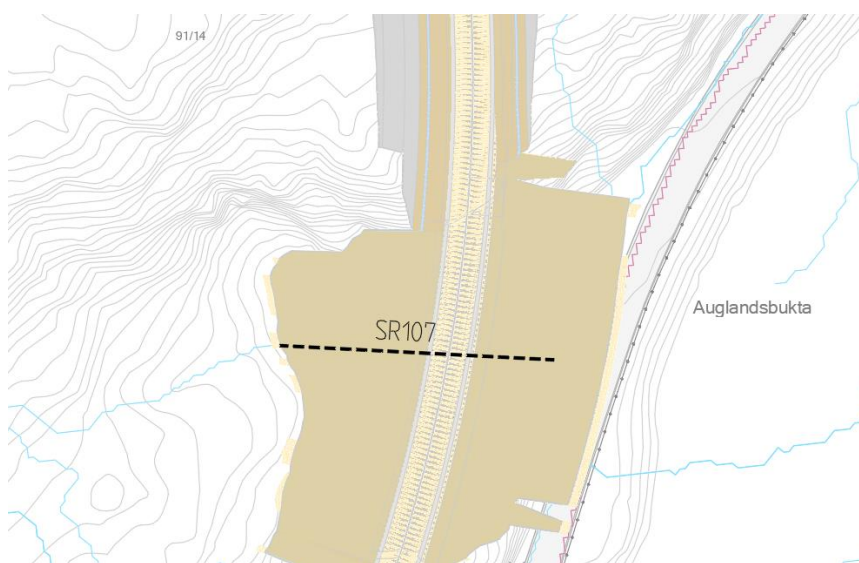
2.8 Stikkrenne SR107

2.8.1 Nedbørsfelt og overvannsmengder

Stikkrenne SR107 er plassert ca. ved vegprofil 1070 og skal håndtere overvann fra nedslagsfelt N107. Det totale feltarealet for N107 er estimert til 6,1 hektar ved betraktningpunkt mot Rv.9. Med en tilrenningstid på 41 minutter estimeres tilført overvannsmengde ved en 200-års hendelse til 309 l/s. Se vedlagt overvannsberegning for N107. For dette nedslagsfeltet finnes det i dag en Ø300 stikkrenne, men den blir liggende utenfor ny veglinje.



Figur 31 - Nedslagsfelt N107



Figur 32 - Stikkrenneplassering

2.8.2 Kapasitetsberegning

SR107 har kotehøyde 181,31 meter iht. eksisterende terreng ved innløp og kotehøyde 179,22 meter iht. vegfylling ved utløp. Lengden er ca. 52 meter med fallforhold på 40‰. Vegmodellen har ved SR107 topp høyde på 189,0 meter. Stikkrenneplassering og tilrenning fra nedslagsfelt er justert iht. vegmodell med tilhørende grøfter.

2.8.2.1 Ø400 - Uten vingemur

Tabell 26 - Flowberegning

Headwater Elevation (m)	Total Discharge (cms)	SR107 Discharge (cms)	Roadway Discharge (cms)	Iterations
181.36	0.00	0.00	0.00	1
181.51	0.03	0.03	0.00	1
181.60	0.06	0.06	0.00	1
181.67	0.09	0.09	0.00	1
181.76	0.12	0.12	0.00	1
181.83	0.15	0.15	0.00	1
181.96	0.19	0.19	0.00	1
183.13	0.22	0.22	0.00	1
184.01	0.25	0.25	0.00	1
185.05	0.28	0.28	0.00	1
186.10	0.31	0.31	0.00	1
189.00	0.37	0.37	0.00	Overtopping

Resultatet fra HY8-beregningene i tabellen over viser at et Ø400-rør uten vingemur håndterer behovet på 309 l/s. Kapasiteten til stikkrenna fører til at det ikke flommer over topp veg før det tilføres 370 l/s. Dersom dimensjonen reduseres til Ø300 vil 150 l/s flomme over vegen ved en 200-års nedbørshendelse.

2.8.2.2 Ø300 - Med vingemur

Tabell 27 - Flowberegning

Headwater Elevation (m)	Total Discharge (cms)	SR107 Discharge (cms)	Roadway Discharge (cms)	Iterations
181.31	0.00	0.00	0.00	1
181.44	0.03	0.03	0.00	1
181.53	0.06	0.06	0.00	1
181.61	0.09	0.09	0.00	1
181.68	0.12	0.12	0.00	1
181.74	0.15	0.15	0.00	1
181.83	0.19	0.19	0.00	1
181.91	0.22	0.22	0.00	1
183.15	0.25	0.25	0.00	1
184.11	0.28	0.28	0.00	1
185.19	0.31	0.31	0.00	1
189.00	0.40	0.40	0.00	Overtopping

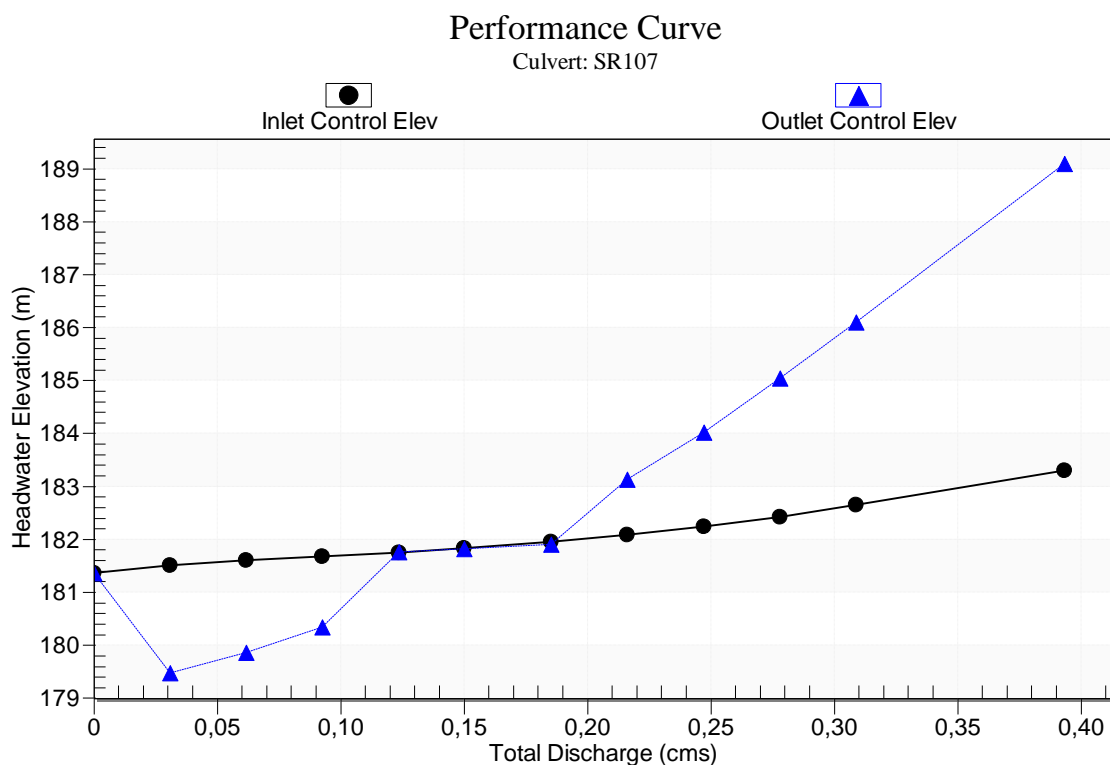
Resultatet fra HY8-beregningene i tabellen over viser at et Ø300-rør med vingemur håndterer behovet på 309 l/s. Kapasiteten til stikkrenna fører til at det ikke flommer over topp veg før det tilføres 400 l/s.

2.8.3 Bestemmelse av strømningstilfelle

2.8.3.1 Ø400 - Uten vingemur

Tabell 28 - Inn-/utløpskontroll

Total Discharge (cms)	Culvert Discharge (cms)	Headwater Elevation (m)	Inlet Control Depth(m)	Outlet Control Depth(m)	Flow Type	Outlet Velocity (m/s)	Tailwater Velocity (m/s)
0.00	0.00	181.36	0.00	0.0	0-NF	0.00	0.00
0.03	0.03	181.51	0.15	0.0*	1-S2n	0.94	0.48
0.06	0.06	181.60	0.24	0.0*	1-S2n	1.15	0.64
0.09	0.09	181.67	0.31	0.0*	1-S2n	1.34	0.75
0.12	0.12	181.76	0.39	0.40	7-M2c	1.49	0.84
0.15	0.15	181.83	0.47~	0.46	7-M2c	1.62	0.90
0.19	0.19	181.96	0.60~	0.54	7-M2c	1.82	0.98
0.22	0.22	183.13	0.73	1.77	7-M2c	2.01	1.04
0.25	0.25	184.01	0.88	2.65	7-M2c	2.23	1.10
0.28	0.28	185.05	1.06	3.69	7-M2c	2.46	1.15
0.31	0.31	186.10	1.29	4.74	7-M2c	2.70	1.20

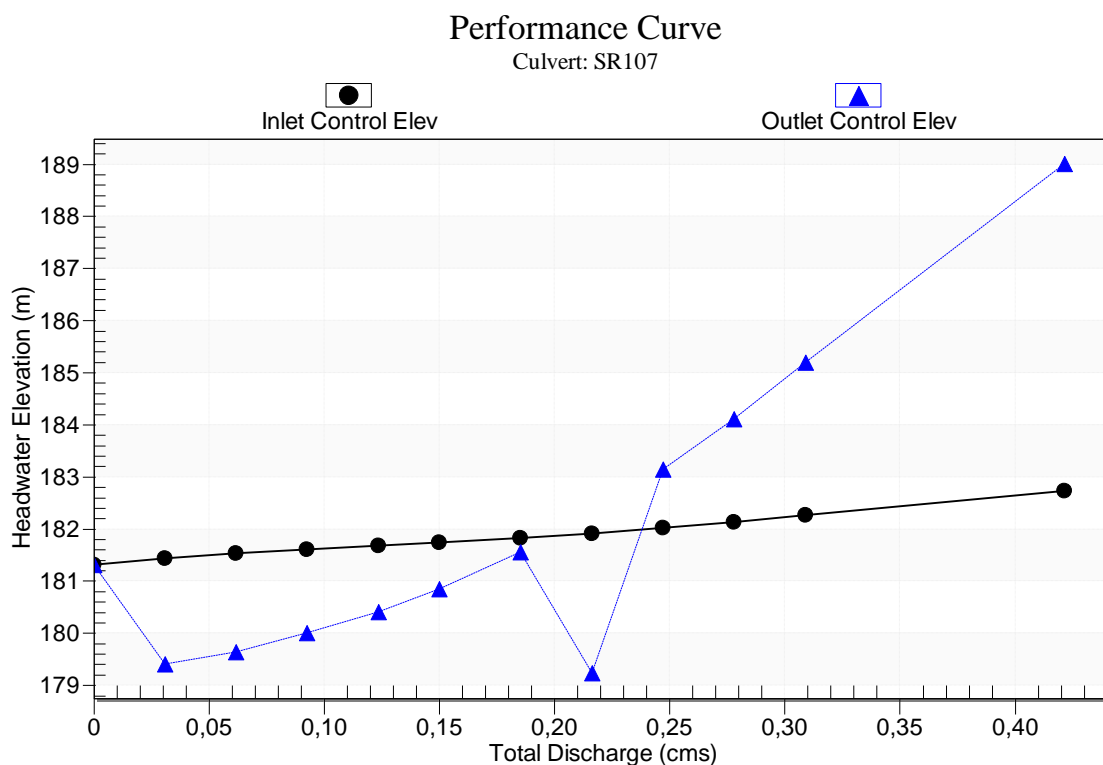


Figur 33 - Inn-/utløpskontroll diagram

2.8.3.2 Ø300 - Med vingemur

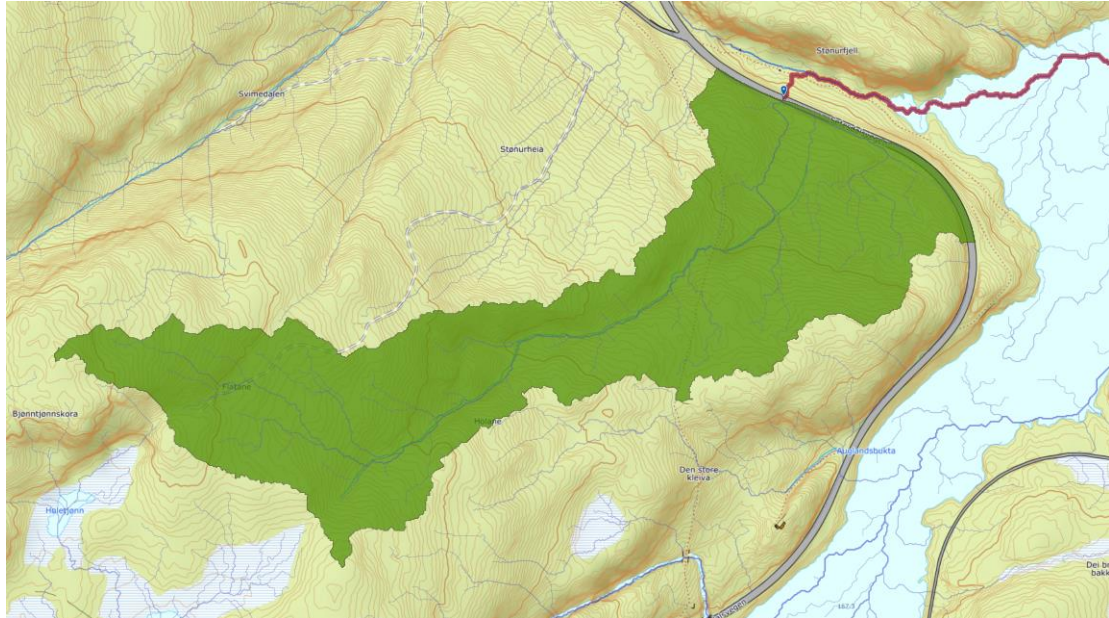
Tabell 29 - Inn-/utløpskontroll

Total Discharge (cms)	Culvert Discharge (cms)	Headwater Elevation (m)	Inlet Control Depth(m)	Outlet Control Depth(m)	Flow Type	Outlet Velocity (m/s)	Tailwater Velocity (m/s)
0.00	0.00	181.31	0.00	0.0	0-NF	0.00	0.00
0.03	0.03	181.44	0.13	0.0*	1-S2n	2.13	0.48
0.06	0.06	181.53	0.22	0.0*	1-S2n	2.59	0.64
0.09	0.09	181.61	0.30	0.0*	1-S2n	2.88	0.75
0.12	0.12	181.68	0.37	0.0*	5-S2n	3.10	0.84
0.15	0.15	181.74	0.43	0.0*	5-S2n	3.23	0.90
0.19	0.19	181.83	0.52	0.25	5-S2n	3.36	0.98
0.22	0.22	181.91	0.60	0.0*	5-S2n	3.39	1.04
0.25	0.25	183.15	0.71	1.84	6-FFc	3.50	1.10
0.28	0.28	184.11	0.82	2.80	6-FFc	3.93	1.15
0.31	0.31	185.19	0.95	3.88	6-FFc	4.37	1.20

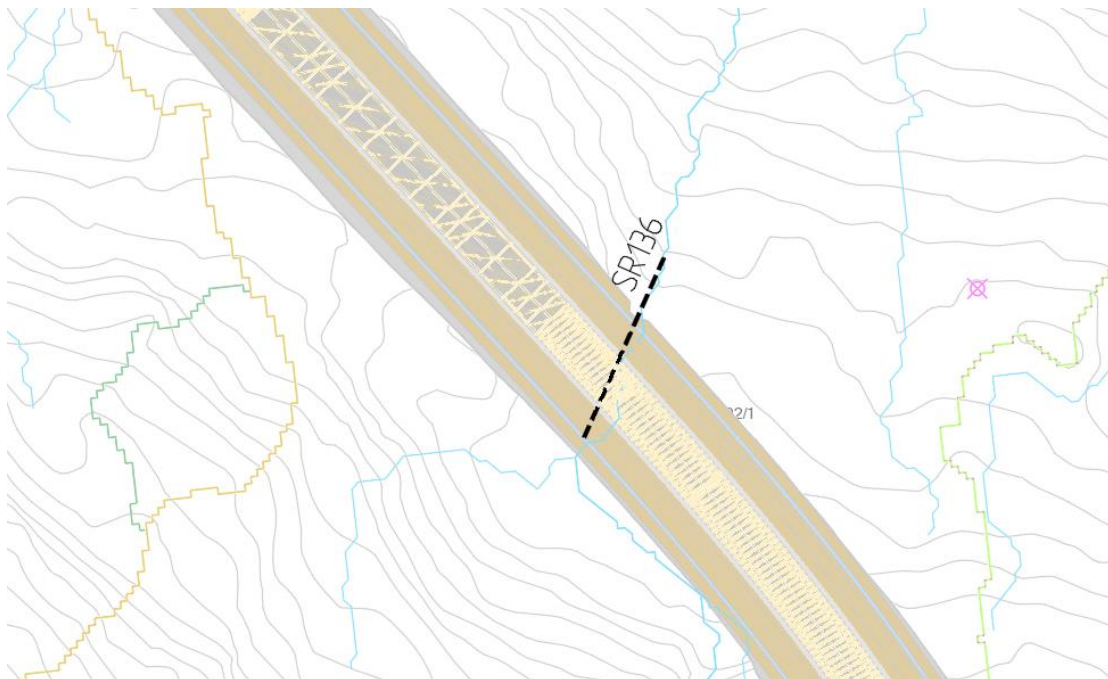


Figur 34 - Inn-/utløpskontroll diagram

Kontroll av strømningstilfelle viser at Ø400 uten vingemur har innløpskontroll opp til 190 l/s og utløpskontroll over dette. Et Ø300-rør med vingemur har innløpskontroll for vannmengder opp mot 240 l/s og utløpskontroll ved dimensjonerende vannmengde. Det vil være hensiktsmessig å øke dimensjonen på grunn av strømningstilfellet.



Figur 36 - Nedslagsfelt N136



Figur 37 - Stikkrenneplassering

2.9.2 Kapasitetsberegning

SR136 har kotehøyde 188,25 meter iht. prosjertert veggrøft ved innløp og kotehøyde 187,03 meter iht. vegfylling ved utløp. Lengden er ca. 29 meter med fallforhold på 43‰. Vegmodellen har ved SR136 topp

høyde på 189,43 meter. Stikkrenneplassering og tilrenning fra nedslagsfelt er justert iht. vegmodell med tilhørende grøfter.

2.9.2.1 Ø600 - Uten vingemur

Tabell 30 - Flowberegning

Headwater Elevation (m)	Total Discharge (cms)	SR136 Discharge (cms)	Roadway Discharge (cms)	Iterations
188.30	0.00	0.00	0.00	1
188.46	0.05	0.05	0.00	1
188.56	0.09	0.09	0.00	1
188.64	0.14	0.14	0.00	1
188.71	0.18	0.18	0.00	1
188.78	0.23	0.23	0.00	1
188.85	0.28	0.28	0.00	1
188.93	0.32	0.32	0.00	1
189.02	0.37	0.37	0.00	1
189.12	0.41	0.41	0.00	1
189.23	0.46	0.46	0.00	1
189.43	0.53	0.53	0.00	Overtopping

Resultatet fra HY8-beregningene i tabellen over viser at et Ø600-rør uten vingemur håndterer behovet på 461 l/s. Kapasiteten til stikkrenna fører til at det ikke flommer over topp veg før det tilføres 530 l/s. Dersom dimensjonen reduseres til Ø500 vil 8 l/s flomme over vegen ved en 200-års nedbørshendelse.

2.9.2.2 Ø400 - Med vingemur

Tabell 31 - Flowberegning

Headwater Elevation (m)	Total Discharge (cms)	SR136 Discharge (cms)	Roadway Discharge (cms)	Iterations
188.25	0.00	0.00	0.00	1
188.38	0.05	0.05	0.00	1
188.48	0.09	0.09	0.00	1
188.56	0.14	0.14	0.00	1
188.63	0.18	0.18	0.00	1
188.70	0.23	0.23	0.00	1
188.77	0.28	0.28	0.00	1
188.84	0.32	0.32	0.00	1
188.92	0.37	0.37	0.00	1
189.00	0.41	0.41	0.00	1
189.09	0.46	0.46	0.00	1
189.43	0.49	0.49	0.00	Overtopping

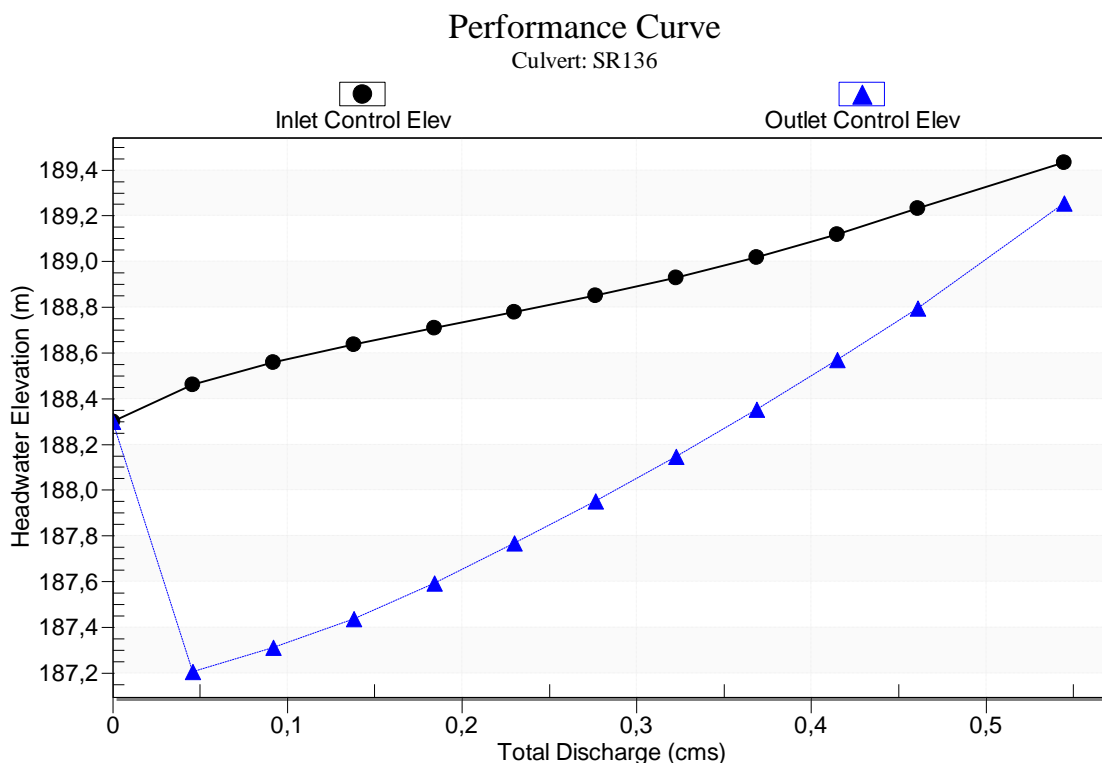
Resultatet fra HY8-beregningene i tabellen over viser at et Ø400-rør med vingemur håndterer behovet på 461 l/s. Kapasiteten til stikkrenna fører til at det ikke flommer over topp veg før det tilføres 490 l/s. Dersom dimensjonen reduseres til Ø300 vil 230 l/s flomme over vegen ved en 200-års nedbørshendelse.

2.9.3 Bestemmelse av strømningstilfelle

2.9.3.1 Ø600 - Uten vingemur

Tabell 32 - Inn-/utløpskontroll

Total Discharge (cms)	Culvert Discharge (cms)	Headwater Elevation (m)	Inlet Control Depth(m)	Outlet Control Depth(m)	Flow Type	Outlet Velocity (m/s)	Tailwater Velocity (m/s)
0.00	0.00	188.30	0.00	0.0	0-NF	0.00	0.00
0.05	0.05	188.46	0.16	0.0*	1-S2n	1.03	0.74
0.09	0.09	188.56	0.26	0.0*	1-S2n	1.27	0.96
0.14	0.14	188.64	0.34	0.0*	1-S2n	1.43	1.13
0.18	0.18	188.71	0.41	0.0*	1-S2n	1.55	1.25
0.23	0.23	188.78	0.48	0.0*	1-S2n	1.66	1.36
0.28	0.28	188.85	0.55	0.0*	1-S2n	1.78	1.46
0.32	0.32	188.93	0.63	0.0*	5-S2n	1.88	1.55
0.37	0.37	189.02	0.72	0.05	5-S2n	1.98	1.62
0.41	0.41	189.12	0.82	0.27	5-S2n	2.06	1.69
0.46	0.46	189.23	0.93	0.49	5-S2n	2.14	1.76

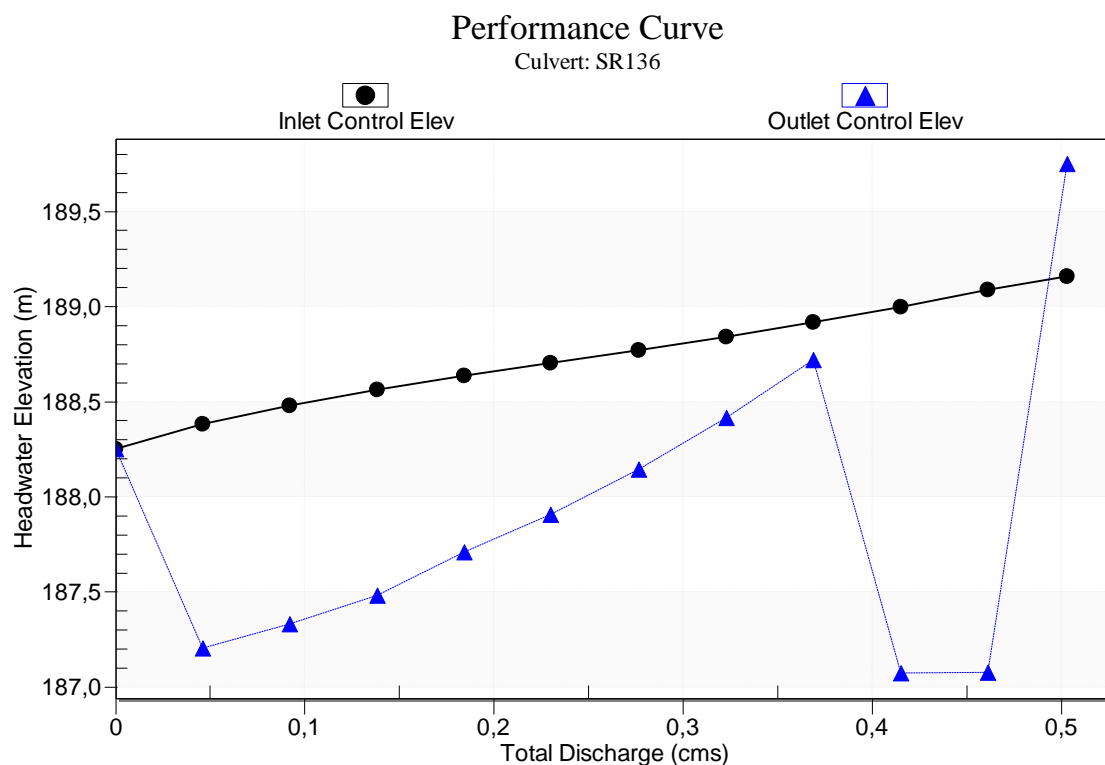


Figur 38 - Inn-/utløpskontroll diagram

2.9.3.2 Ø400 - Med vingemur

Tabell 33 - Inn-/utløpskontroll

Total Discharge (cms)	Culvert Discharge (cms)	Headwater Elevation (m)	Inlet Control Depth(m)	Outlet Control Depth(m)	Flow Type	Outlet Velocity (m/s)	Tailwater Velocity (m/s)
0.00	0.00	188.25	0.00	0.0	0-NF	0.00	0.00
0.05	0.05	188.38	0.13	0.0*	1-S2n	2.36	0.74
0.09	0.09	188.48	0.23	0.0*	1-S2n	2.88	0.96
0.14	0.14	188.56	0.31	0.0*	1-S2n	3.15	1.13
0.18	0.18	188.63	0.38	0.0*	1-S2n	3.38	1.25
0.23	0.23	188.70	0.45	0.0*	5-S2n	3.68	1.36
0.28	0.28	188.77	0.52	0.0*	5-S2n	3.85	1.46
0.32	0.32	188.84	0.59	0.16	5-S2n	3.81	1.55
0.37	0.37	188.92	0.67	0.47	5-S2n	3.97	1.62
0.41	0.41	189.00	0.75	0.0*	5-S2n	4.17	1.69
0.46	0.46	189.09	0.84	0.0*	5-S2n	4.08	1.76



Figur 39 - Inn-/utløpskontroll diagram

Kontroll av strømningstilfelle viser at både et Ø600-rør uten vingemur og et Ø400-rør med vingemur har innløpskontroll for dimensjonerende vannmengde.

2.9.4 Anbefalt dimensjon og innløp

I henhold til Statens vegvesens håndbok N200 (2021) er $D_{\min} = 600\text{mm}$ et «skal-krav» av hensyn til drift og vedlikehold. $\text{Ø}600$ uten vingemur har innløpskontroll, og kan derfor benyttes.

2.9.5 Erosjonssikring og plassbehov

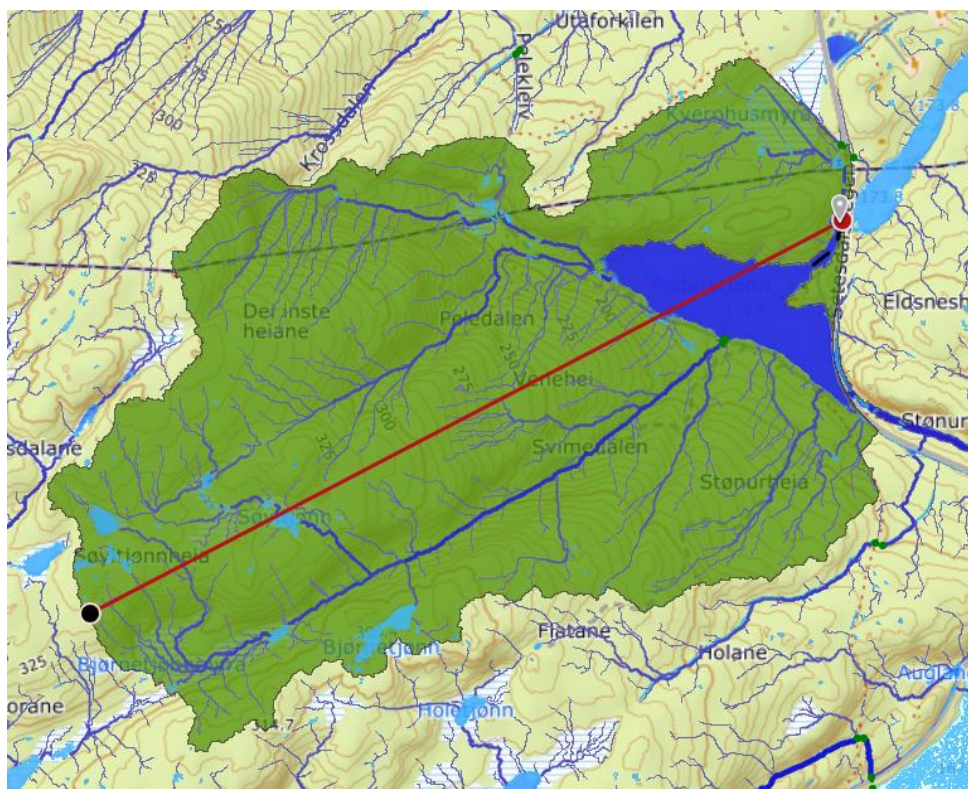
Ved dimensjonerende vannmengde har vannet nedstrøms $\text{Ø}600$ uten vingemur ifølge HY8 en hastighet på 1,76 m/s. Det er derfor ikke behov for energidrepende tiltak, men det bør likevel plastres ved inn- og utløp. Det bør reguleres et areal på ca. 5x5 meter fra fyllingsfot ved innløpet. Av høydemessige årsaker etableres utløpet til SR136 ca 10 meter fra veggroft. Det bør derfor reguleres ca. 25x5 meter (LxB i stikkrennens retning) fra vegkant for erosjonssikring.

Det vil sannsynligvis bli behov for utkiling i vegens lengderetning.

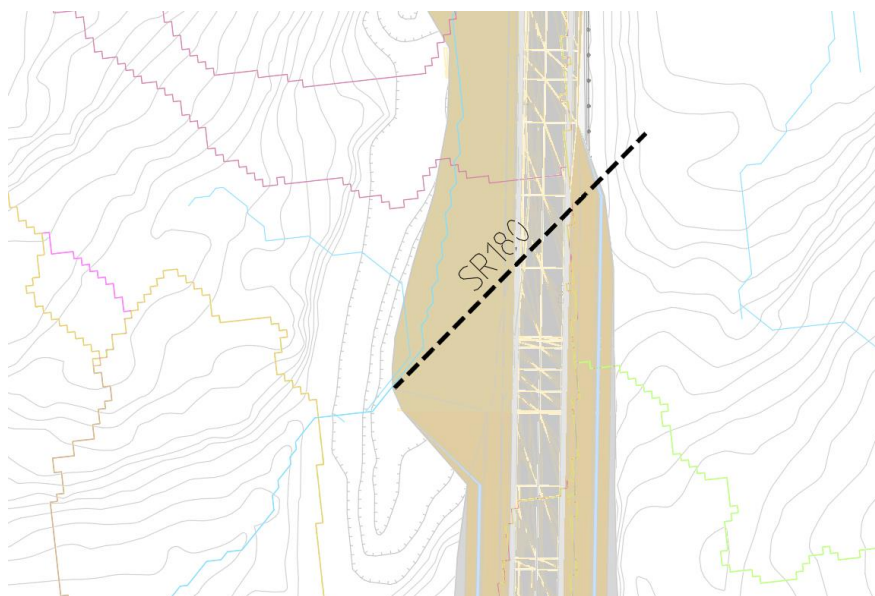
2.10 **Stikkrenne SR180**

2.10.1 Nedbørsfelt og overvannsmengder

Stikkrenne SR180 er plassert ca. ved vegprofil 1800 og skal håndtere overvann fra nedslagsfelt N180. Det totale feltarealet for N180 er estimert til 87,0 hektar til Pederstjønn og videre til betraktningsspunkt mot Rv.9. Med en tilrenningstid på 170 minutter og effektiv sjø-% estimeres tilført overvannsmengde ved en 200-års hendelse til 1,19 m³/s. Se vedlagt overvannsberegning for N180. For dette nedslagsfeltet finnes det i dag en eksisterende $\text{Ø}800$ stikkrenne.



Figur 40 - Nedslagsfelt N180



Figur 41 - Stikkrenneplassering

Forbindelsen mellom Pederstjønn og eksisterende stikkrenne der SR180 etableres er i dag en steinsatt kulvert på ca. 0,5x0,5 meter. For å ikke påvirke vannivå i Pederstjønn anbefales det å beholde denne. Dersom vannstanden i Pederstjønn er høy i kombinasjon med en 200-års hendelse vil vannet passere over eksisterende terreng/traktorveg. SR180 dimensjoneres for en slik hendelse.

2.10.2 Kapasitetsberegning

SR180 har kotehøyde 176,0 meter iht. eksisterende terreng ved innløp og kotehøyde 175,21 meter iht. eksisterende terreng ved utløp. Lengden er ca. 49 meter med fallforhold på 16‰. Vegmodellen har ved SR180 topp høyde på 180,37 meter. Stikkrenneplassering og tilrenning fra nedslagsfelt er justert iht. vegmodell med tilhørende grøfter.

2.10.2.1 Ø800 - Uten vingemur

Tabell 34 - Flowberegning

Headwater Elevation (m)	Total Discharge (cms)	SR180 Discharge (cms)	Roadway Discharge (cms)	Iterations
176.05	0.00	0.00	0.00	1
176.35	0.12	0.12	0.00	1
176.50	0.24	0.24	0.00	1
176.62	0.36	0.36	0.00	1
176.73	0.48	0.48	0.00	1
176.83	0.59	0.59	0.00	1
176.96	0.71	0.71	0.00	1
177.11	0.83	0.83	0.00	1
177.67	0.95	0.95	0.00	1
178.19	1.07	1.07	0.00	1
178.66	1.19	1.19	0.00	1
180.37	1.56	1.56	0.00	Overtopping

Resultatet fra HY8-beregningene i tabellen over viser at et Ø800-rør uten vingemur håndterer behovet på 1,19 m³/s. Kapasiteten til stikkrenna fører til at det ikke flommer over topp veg før det tilføres 1,56 m³/s. Dersom dimensjonen reduseres til Ø600 vil 0,42 m³/s flomme over vegen ved en 200-års nedbørshendelse.

2.10.2.2 Ø600 - Med vingemur

Tabell 35 - Flowberegning

Headwater Elevation (m)	Total Discharge (cms)	SR180 Discharge (cms)	Roadway Discharge (cms)	Iterations
176.00	0.00	0.00	0.00	1
176.23	0.12	0.12	0.00	1
176.36	0.24	0.24	0.00	1
176.48	0.36	0.36	0.00	1
176.59	0.48	0.48	0.00	1
176.68	0.59	0.59	0.00	1
176.78	0.71	0.71	0.00	1
176.88	0.83	0.83	0.00	1
177.50	0.95	0.95	0.00	1
177.95	1.07	1.07	0.00	1
178.45	1.19	1.19	0.00	1
180.37	1.56	1.56	0.00	Overtopping

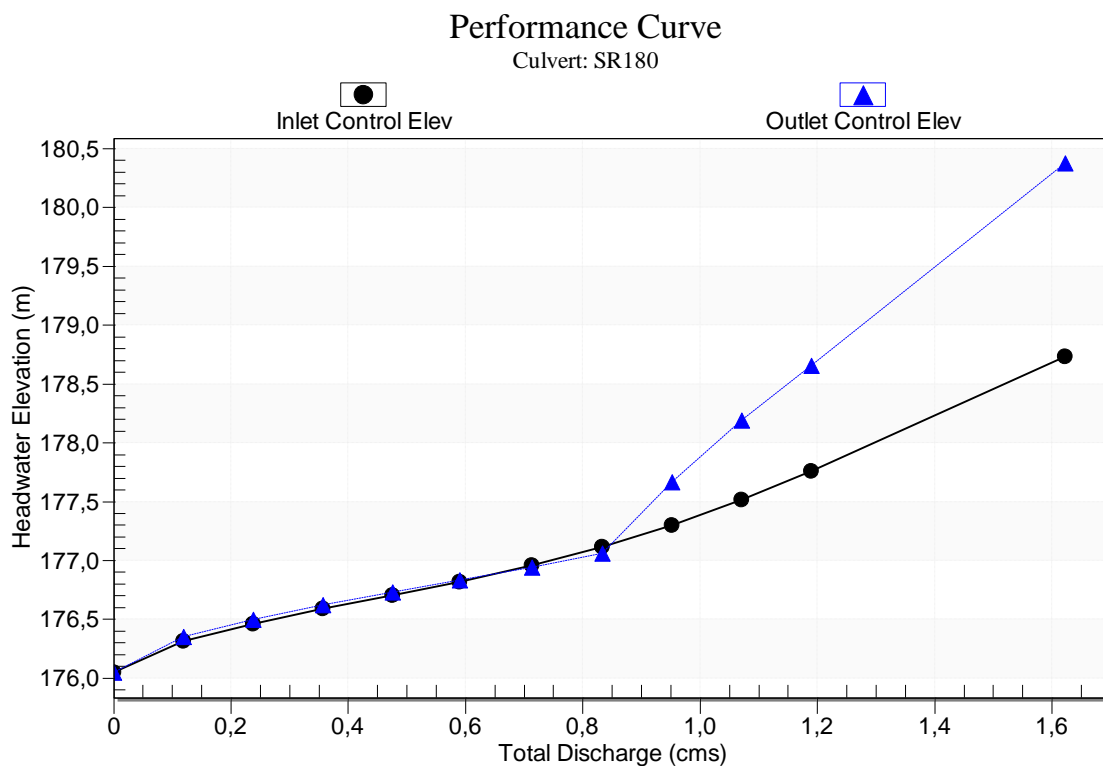
Resultatet fra HY8-beregningene i tabellen over viser at et Ø600-rør med vingemur håndterer behovet på 1,89 m³/s. Kapasiteten til stikkrenna fører til at det ikke flommer over topp veg før det tilføres 1,56 m³/s. Dersom dimensjonen reduseres til Ø500 vil 0,16 m³/s flomme over vegen ved en 200-års nedbørshendelse.

2.10.3 Bestemmelse av strømningstilfelle

2.10.3.1 Ø800 - Uten vingemur

Tabell 36 - Inn-/utløpskontroll

Total Discharge (cms)	Culvert Discharge (cms)	Headwater Elevation (m)	Inlet Control Depth(m)	Outlet Control Depth(m)	Flow Type	Outlet Velocity (m/s)	Tailwater Velocity (m/s)
0.00	0.00	176.05	0.00	0.0	0-NF	0.00	0.00
0.12	0.12	176.35	0.26	0.30	2-M2c	1.18	1.06
0.24	0.24	176.50	0.41	0.45	2-M2c	1.44	1.38
0.36	0.36	176.62	0.54	0.57	2-M2c	1.64	1.60
0.48	0.48	176.73	0.65	0.68	2-M2c	1.81	1.78
0.59	0.59	176.83	0.77	0.78	7-M2c	1.95	1.93
0.71	0.71	176.96	0.91~	0.89	7-M2c	2.10	2.06
0.83	0.83	177.11	1.06~	1.01	7-M2c	2.25	2.17
0.95	0.95	177.67	1.25	1.62	7-M2c	2.40	2.28
1.07	1.07	178.19	1.46	2.14	7-M2c	2.55	2.37
1.19	1.19	178.66	1.71	2.61	7-M2c	2.72	2.46

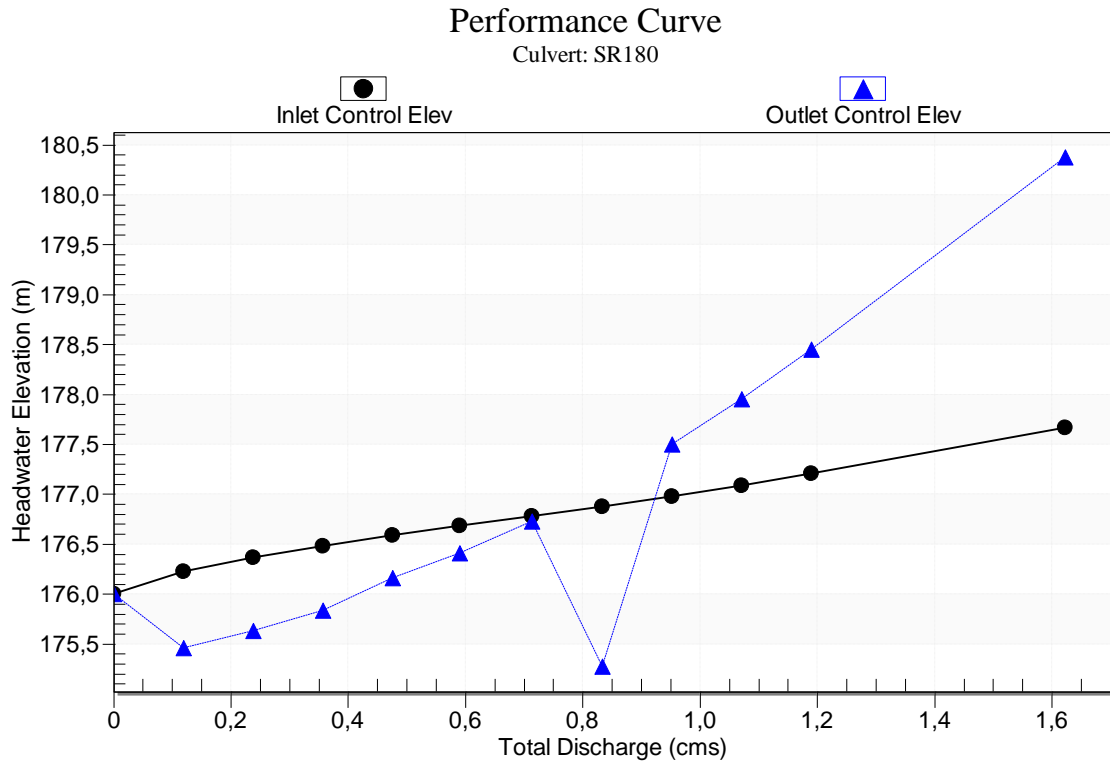


Figur 42 - Inn-/utløpskontroll diagram

2.10.3.2 Ø600 - Med vingemur

Tabell 37 - Inn-/utløpskontroll

Total Discharge (cms)	Culvert Discharge (cms)	Headwater Elevation (m)	Inlet Control Depth(m)	Outlet Control Depth(m)	Flow Type	Outlet Velocity (m/s)	Tailwater Velocity (m/s)
0.00	0.00	176.00	0.00	0.0	0-NF	0.00	0.00
0.12	0.12	176.23	0.23	0.0*	1-S2n	2.11	1.06
0.24	0.24	176.36	0.36	0.0*	1-S2n	2.57	1.38
0.36	0.36	176.48	0.48	0.0*	1-S2n	2.87	1.60
0.48	0.48	176.59	0.59	0.16	1-S2n	3.08	1.78
0.59	0.59	176.68	0.68	0.41	5-S2n	3.24	1.93
0.71	0.71	176.78	0.78	0.73	5-S2n	3.36	2.06
0.83	0.83	176.88	0.88	0.0*	5-S2n	3.41	2.17
0.95	0.95	177.50	0.98	1.50	7-M2c	3.49	2.28
1.07	1.07	177.95	1.09	1.95	6-FFc	3.79	2.37
1.19	1.19	178.45	1.21	2.45	6-FFc	4.21	2.46

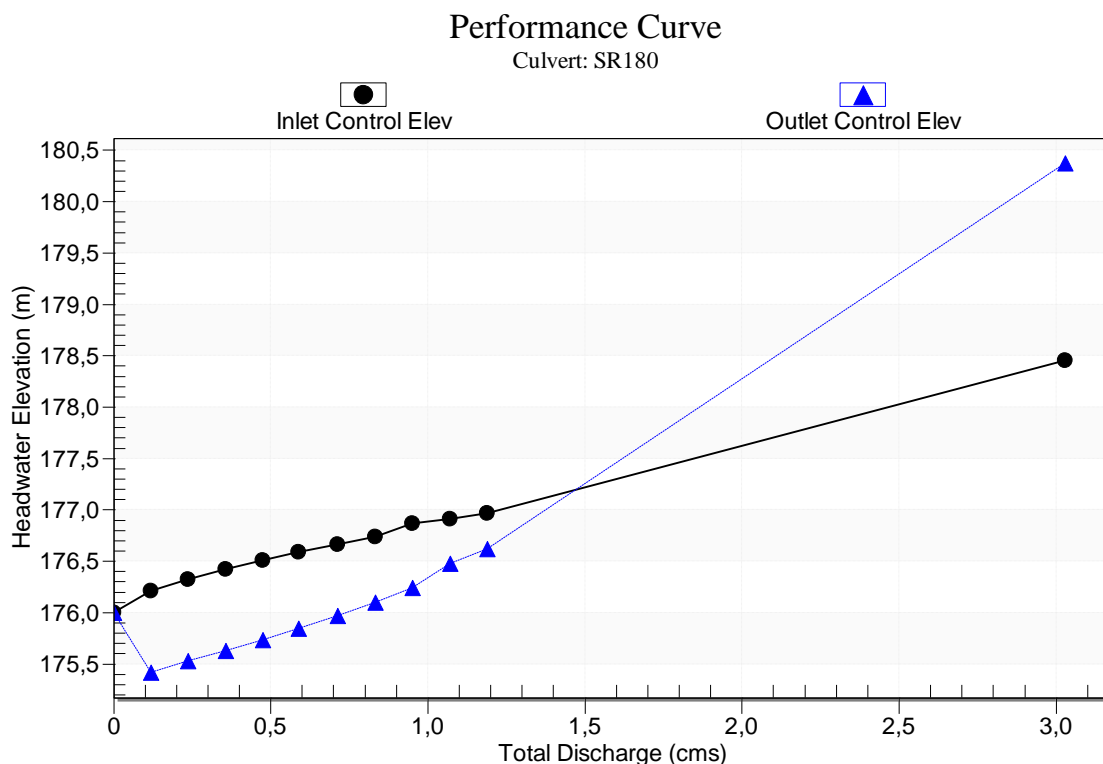


Figur 43 - Inn-/utløpskontroll diagram

2.10.3.3 Ø800 - Med vingemur

Tabell 38 - Inn-/utløpskontroll

Total Discharge (cms)	Culvert Discharge (cms)	Headwater Elevation (m)	Inlet Control Depth(m)	Outlet Control Depth(m)	Flow Type	Outlet Velocity (m/s)	Tailwater Velocity (m/s)
0.00	0.00	176.00	0.00	0.0	0-NF	0.00	0.00
0.12	0.12	176.21	0.21	0.0*	1-S2n	2.05	1.06
0.24	0.24	176.32	0.32	0.0*	1-S2n	2.51	1.38
0.36	0.36	176.42	0.42	0.0*	1-S2n	2.82	1.60
0.48	0.48	176.51	0.51	0.0*	1-S2n	3.05	1.78
0.59	0.59	176.59	0.59	0.0*	1-S2n	3.24	1.93
0.71	0.71	176.66	0.66	0.0*	1-S2n	3.41	2.06
0.83	0.83	176.74	0.74	0.10	1-S2n	3.55	2.17
0.95	0.95	176.86	0.86	0.24	5-S2n	3.67	2.28
1.07	1.07	176.91	0.91	0.47	5-S2n	3.77	2.37
1.19	1.19	176.96	0.96	0.62	5-S2n	3.86	2.46



Figur 44 - Inn-/utløpskontroll diagram

Ø800 uten vingemur har i hovedsak utløpskontroll og Ø600 med vingemur har innløpskontroll opp til 900 l/s. Ø800 med vingemur har innløpskontroll opp til dimensjonerende vannføring.

2.10.4 Anbefalt dimensjon og innløp

Det anbefales å benytte Ø800 med vingemur for å oppnå innløpskontroll.

2.10.5 Erosjonssikring og plassbehov

Ved dimensjonerende vannmengde har vannet nedstrøms Ø800 med vingemur ifølge HY8 en hastighet på 2,46 m/s. Det anbefales å etablere en kanaltilpasning for vannstandsprang med grove masser ned til Kvernhuslona. Det bør reguleres areal med en bredde på 5 meter fra utløpet til SR180 helt ned til Kvernhuslona. Innløpet bør plastres, og det bør reguleres et areal på ca. 5x5 meter fra fyllingsfot ved innløpet.

3 Vedlegg

- Vedlegg 1: «52209795_Flomberegning Rv9 Hornskilen»
- Vedlegg 2: «52209795_Overvannsberegninger Rv9 Hornskilen»
- Vedlegg 3: «52209795_Mengdeberegning Rv9 Hornskilen»

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.

Statens Vegvesen

► Flomberegning for Rv.9 Hornskilen

Oppdragsnr.: 52209795 Dokumentnr.: HYD-01 Versjon: B01 Dato: 2023-02-20



Oppdragsgiver: Statens Vegvesen
Oppdragsgivers kontaktperson:
Rådgiver: Norconsult AS, Vestfjordgaten 4, NO-1338 Sandvika
Oppdragsleder: Vetle B. Skåra
Fagansvarlig: James William Lancaster
Andre nøkkelpersoner: Kuganesan Sivasubramaniam

B01	2023-02-20	For informasjon/kommentar hos oppdragsgiver	Kuganesan Sivasubramaniam	James William Lancaster	Vetle B. Skåra
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.

► Sammendrag

Norconsult AS er engasjert av Statens Vegvesen for å utføre flomberegninger i forbindelse med detaljreguleringsplan for Rv. 9 ved Hornskilen i Vennesla kommune i Agder fylkeskommune. Det er utført flomberegninger for to små vassdrag som krysser Rv. 9 ved Hornskilen.

Rv.9 ved Hornskilen faller inn under sikkerhetsklasse V2 (ÅDT = 500 - 4000) i Statens vegvesens vegnormal N200, med krav om dimensjonering mot flom med 200 års gjentakintervall. I tillegg bør det brukes sikkerhet- og klimapåslag angitt i samme vegnormal. Denne rapporten beskriver beregning av 200-årsflom som skal legges til grunn for dimensjonering av de to elvekryssingene.

Flomvannføringer er beregnet med bruk av «Nasjonalt formelverk for små nedbørfelt», nedbør-avløpsmodell PQRUT og flomfrekvensanalyse på vannføringsserier fra nærliggende vannmerker.

200-årsflom inkludert sikkerhets- ($F_u=1,1$) og klimapåslag ($F_k=1,4$) for feltene ved utløpet til elvekryssingene K1 og K2 på Rv.9 ved Hornskilen er estimert til hhv. 21,6 og 6,2 m³/s.

Innhold

1	Innledning og forutsetninger	5
1.1	Beskrivelse av nedbørfelt	6
2	Beregning av flomstørrelser	8
2.1	Målestasjoner og flomfrekvensanalyse	8
2.2	Vurdering av årsmiddeltilslig	9
2.3	Sesongvariasjon	10
2.4	Flomfrekvensanalyse på lokale vannmerker	10
2.5	Lokal + regional flomfrekvensanalyse	11
2.6	Beregning av momentanflom	12
2.7	Flomfrekvensanalyse på findata	13
2.8	Formelverk RFFA-NIFS for små nedbørfelt	13
2.9	Nedbør-avløpsmetoden (PQRUT)	14
2.9.1	<i>Nedbørdata</i>	14
2.9.2	<i>Flommodellen (PQRUT) og modellparametere</i>	16
2.10	Endelig valg av flomstørrelse	18
2.11	Usikkerhetsfaktor	19
2.12	Mulige konsekvenser av klimaendringer	20
3	Diskusjon og vurdering av resultat	21
3.1	Usikkerhet	21
3.2	Vurdering av kvalitetsklassen til flomberegningene	21
3.3	Flom i Otra	21
4	Referanser	22
5	Vedlegg	23

1 Innledning og forutsetninger

Norconsult AS er engasjert av Statens Vegvesen for å gjøre flomberegninger i forbindelse med detaljreguleringsplan for Rv. 9 ved Hornskilen i Vennesla kommune i Agder fylkeskommune.

Rv.9 faller inn under sikkerhetsklasse V2 (ÅDT = 500 - 4000) i Statens vegvesens vegnormal N200 [6], med krav om dimensjonering mot flom med 200 års gjentakintervall. I tillegg bør det brukes sikkerhets- og klimapåslag angitt i samme vegnormal [6] [7].

Det er utført flomberegninger for to små vassdrag som krysser Rv. 9 ved Hornskilen. Flomberegningen skal legges til grunn for dimensjonering av disse elvekryssingene. Det er gjort beregninger for flom med gjentakintervall på 200 år, samt for 200 år i et fremtidig klima. Oversiktskart med markering av Rv.9 ved Hornskilen og plasseringen av de to elvekryssingene er vist i Figur 1 og Figur 2.

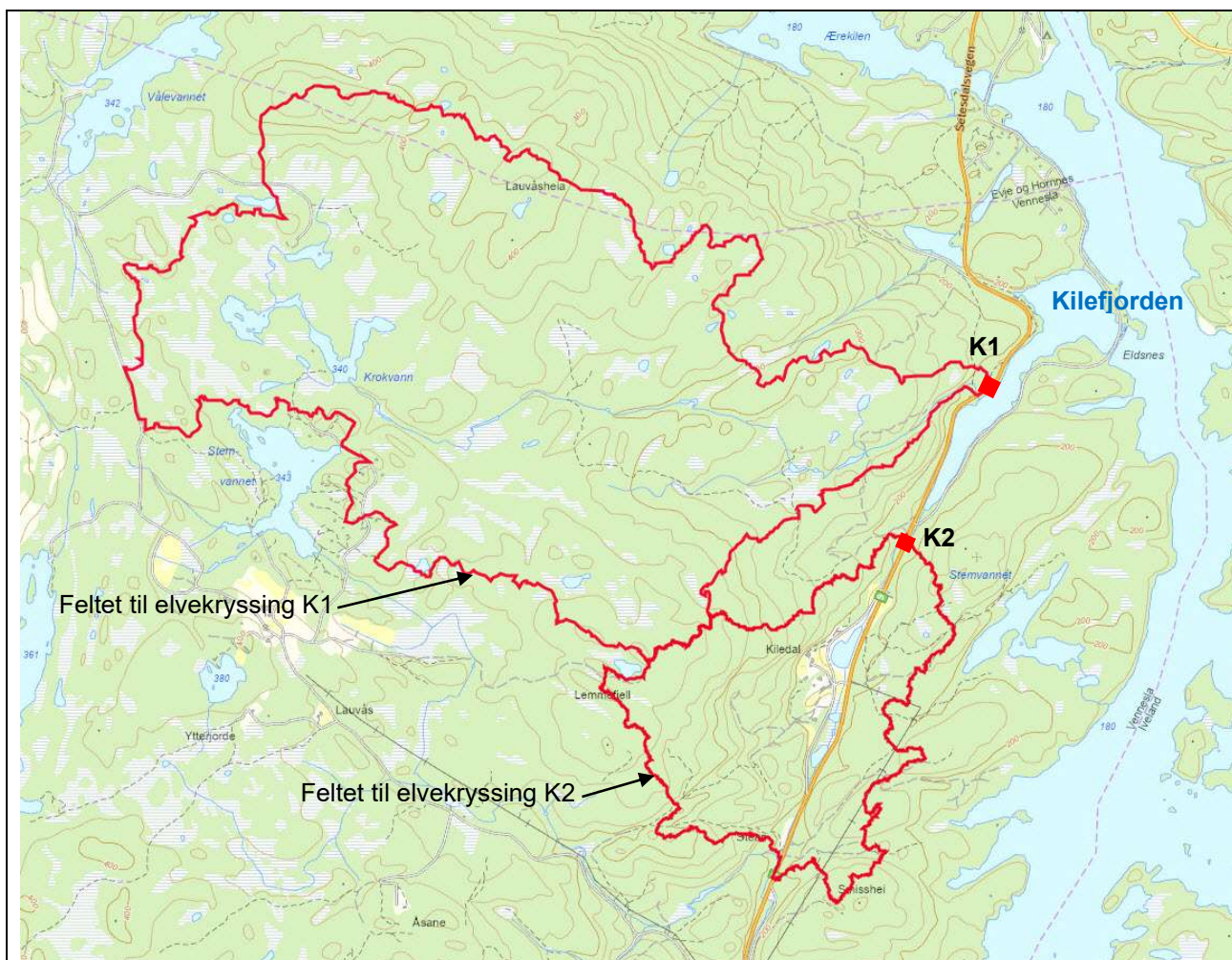


Figur 1: Oversiktskart med markering av Rv.9 ved Hornskilen

Tabell 1: Nøkkeldata for nedbørfelt.

Nedbørfelt	Areal (km ²)	Innsjø (%)	Eff. Sjø (%)	Skog (%)	Myr (%)	Felthøyde, min-med-maks (m o.h.)	Årstilsig, Q _N (l/s/km ²)
Feltet til K1	6,0	2,4	0,38	83,8	13,9	189 – 345 -441	39,8 (38,4)*
Feltet til K2	1,62	1,25	0,97	92,4	1,9	171 – 246 - 385	37,8 (35,7)*

* Avrenningskart 1991-2020, NEVINA verdi (avrenningskart 1961 -1990) i parentes.



Figur 3: Nedbørfelt.

2 Beregning av flomstørrelser

Beregning av flystørrelser utføres i henhold til NVEs veileder for flomberegninger [1]. For å kunne sammenligne beregningene med tidligere utførte beregninger i området er det også benyttet [2]. For denne flomvurderingen er vi mest interessert i kulminasjonsverdier for flommen. Døgnverdier gir imidlertid mulighet å vurdere rimeligheten av beregnet flomverdier med grunnlag i et større datagrunnlag.

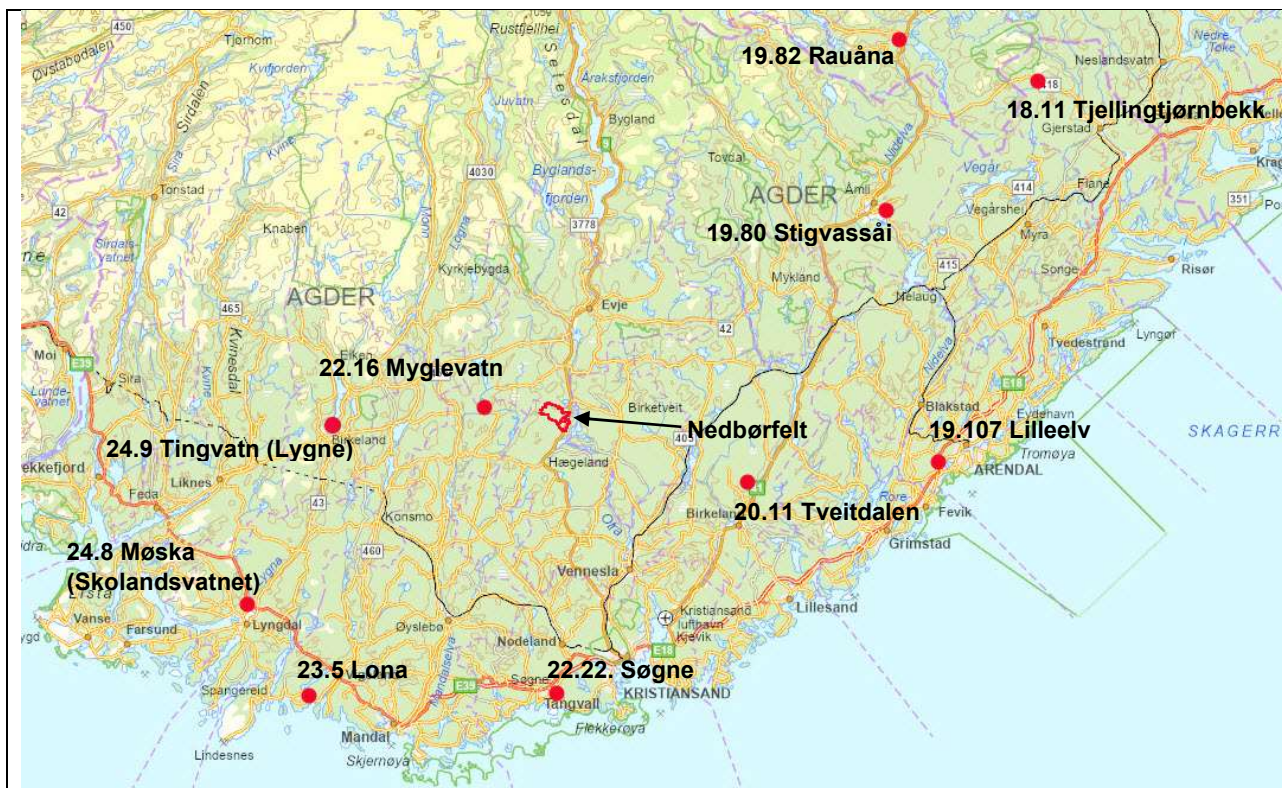
2.1 Målestasjoner og flomfrekvensanalyse

Utvalgte målestasjoner er benyttet. En oversikt over stasjonene er gitt i Tabell 2 og plassering er vist i Figur 4. Målestasjonene er valgt ut fra geografisk nærhet til Hornskilen og likhet med nedbørfeltet.

Vannmerker måler vannstanden i elva, som konverteres til vannføring ved hjelp av en vannføringskurve. Vannføringskurven er basert på fysiske målinger av vannføring ved hjelp av flygel eller andre måleinstrumenter ved forskjellige vannstander. I Tabell 2 er det vist kurvekvalitet for store og normale vannføringer som angitt i NVEs Hydra database.

Tabell 2: Målestasjoner benyttet i flomberegning.

Målestasjon	Feltareal (km ²)	Periode	Høyde (min-med-maks.) (m o.h.)	Eff. Sjø (%)	Kvalitet (Stor / Normal vannføring)
19.107 Lilleelv	40,5	1986 - 2022	18 - 84 - 204	1,97	Bra-Meget bra
20.11 Tveitdalen	0,44	1973 - 2022	191 - 219 - 239	0,00	Ukjent
19.80 Stigvassåi	14,5	1972 - 2021	148 - 263 - 429	0,24	Meget bra - Dårlig
19.82 Rauåna	8,9	1973 -2021	222 - 396 - 760	0,00	Bra-Middels
18.11 Tjellingtjørnbekk	2,0	1982 - 2021	233 - 377 - 499	1,51	Ukjent
22.22. Søgne	203,6	1974 - 2021	6 -198 - 485	0,09	Bra - Bra
22.16 Myglevatn	182,2	1952 - 2022	252 - 447 -741	1,53	Middels - Bra
24.8 Møska (Skolandsvatnet)	121,4	1979 - 2021	8 - 325 - 613	1,70	Meget bra - Middels
23.5 Lona	28,1	1940 - 1970	14 - 148 - 307	7,02	Ukjent
24.9 Tingvatn (Lygne)	272,2	1923 - 2021	177 - 310 - 549	3,0	Ukjent



Figur 4: Oversiktskart med markering av utvalgte målestasjoner.

2.2 Vurdering av årsmiddeltilsig

Avrenningskartet til NVE oppgir middelvannføring for normalperioden 1991-2020. Ifølge NVEs avrenningskart er middeltilsiget til nedbørfeltene til elvekryssingene K1 og K2 på Rv.9 Hornskilen hhv. 39,8 l/(s/km²) og 37,8 l/(s/km²). Som vist i Tabell 3 er verdien fra avrenningskartet sammenlignet med middelvannføring som målt ved hvert vannmerke. Det gjøres oppmerksom på at avrenningskartet gir verdier for perioden 1991-2020, mens de faktiske observasjonene dekker den perioden vannmerkene er i drift.

Som vist i Tabell 3 har vannmerkene som ligger i nærheten, nesten like årsmiddeltilsig som NVEs avrenningskart 1991- 2020 tilsier. Avviket er mindre enn 4%, bortsett fra vannmerke 23.5 Lona og 24.9 Tingvatn (observerte er 8 - 10% lavere enn avrenningskartet tilsier), men 23.5 Lona har observasjoner i perioden fra 1940 til 1970.

Det er derfor ikke vurdert å være grunnlag for justering av årsmiddeltilsiget for feltene til elvekryssingene på Rv.9 Hornskilen.

Tabell 3: Sammenligning av observerte middelvannføringer med verdier fra NVEs avrenningskart (NEVINA) for vannmerker.

Målestasjon	Periode	Midlere spes. avrenning Q_N (l/s/km ²)		Forhold (QN/QN1)
		Fra avrenningskart (1991- 2020), QN1	Fra Vannmerke, QN	
19.107 Lilleelv	1986 - 2022	33,8	34,2	1,01
20.11 Tveitdalen	1973 - 2022	33,1	34,1	1,03
19.80 Stigvassåi	1972 - 2021	27,3	27,6	1,01
19.82 Rauåna	1973 -2021	25,9	25,3	0,98
18.11 Tjellingtjørnbekk	1982 - 2021	29,3	29,2	1,00
22.22. Søgne	1974 - 2021	41,5	40,8	0,98
22.16 Myglevatn	1952 - 2022	44,0	42,5	0,97
24.8 Møska (Skolandsvatnet)	1979 - 2021	60,2	59,6	0,99
23.5 Lona	1940 - 1970	47,1	42,5	0,90
24.9 Tingvatn (Lygne)	1923 - 2021	272,2	56,1 (61,2)*	0,92 (1,01)*

* Basert på observasjoner 1991 – 2020.

2.3 Sesongvariasjon

I flomberegninger er det vanlig å skille på ulike flomsesonger. I dette området i Sørlandet opptrer de største flommene normalt på høst. Feltene til elvekryssingene på Rv.9 Hornskilen har lite feltareal og vil bli følsom til nedbørhendelser gjennom året.

2.4 Flomfrekvensanalyse på lokale vannmerker

Det er utført flomfrekvensanalyse på vannmerkene listet opp i Tabell 2 basert på døgndata, og kulminasjonsverdier er estimert ut fra disse. Estimerte døgnvannføringer ved middelflom og 200-årsflom er vist i Tabell 4. Beregningene er gjort med NVEs programvare for ekstremver dianalyse, DAGUT, ved bruk av Gumbel-fordeling og General Extreme Value (GEV) fordeling (se Vedlegg 3).

Tabell 4: Frekvensanalyse for årsflommer utført på utvalgte vannmerker (døgnmiddel i l/s/km²).

Målestasjon	Ant, år	Q _M	Q ₂₀	Q ₂₀₀	Q ₂₀₀ / Q _M	Q ₂₀₀ /Q ₂₀	Tilpasning
19.107 Lilleelv	30	291	490	683	2,35	1,39	Gumbel
20.11 Tveitdalen	50	543	886	1341	2,47	1,51	GEV
19.80 Stigvassåi	50	429	815	1334	3,11	1,64	GEV
19.82 Rauåna	49	356	598	863	2,42	1,44	GEV
18.11 Tjellingtjørnbekk	40	483	759	1092	2,26	1,44	GEV
22.22. Søgne	47	409	651	910	2,23	1,40	GEV
22.16 Myglevatn	71	303	425	544	1,79	1,28	Gumbel
24.8 Møska (Skolandsvatnet)	42	486	789	1170	2,41	1,48	Gumbel+GEV
23.5 Lona	31	158	266	407	2,58	1,53	Gumbel+GEV
24.9 Tingvatn (Lygne)	99	376	560	764	2,03	1,36	GEV
<i>Gjennomsnitt</i>		383	624	911	2,36	1,45	

2.5 Lokal + regional flomfrekvensanalyse

Det er utført lokal + regional flomfrekvensanalyse med NVEs programvare «Flomanalyse» på vannmerker med døgndata. Estimerte flomverdier (døgnmiddel) er vist i Tabell 5.

Tabell 5: Lokal + regional frekvensanalyse utført på utvalgte vannmerker (døgnmiddel i l/s/km²).

Målestasjon	Ant, år	Q _M	Q ₂₀	Q ₂₀₀	Q ₂₀₀ / Q _M	Q ₂₀₀ /Q ₂₀	Tilpasning
19.107 Lilleelv	30	297	504	723	2.44	1.44	GEV
20.11 Tveitdalen	50	541	886	1273	2.35	1.44	GEV
19.80 Stigvassåi	50	429	764	1149	2.68	1.50	GEV
19.82 Rauåna	49	356	602	869	2.44	1.44	GEV
18.11 Tjellingtjørnbekk	40	483	779	1092	2.26	1.40	GEV
22.22. Søgne	47	409	667	940	2.30	1.41	GEV
22.16 Myglevatn	71	303	453	599	1.97	1.32	GEV
24.8 Møska (Skolandsvatnet)	42	486	785	1115	2.29	1.42	GEV
23.5 Lona	31	158	265	373	2.36	1.41	GEV
24.9 Tingvatn (Lygne)	99	376	572	770	2,05	1,35	GEV
<i>Gjennomsnitt</i>		384	628	890	2,31	1,41	

2.6 Beregning av momentanflom

Flomstørrelsene beregnet for vannmerkene vist i Tabell 2 i avsnitt 2.4 og 2.5 gjelder gjennomsnittlig verdi over ett døgn. Maksimal flomstørrelse vil alltid være større enn døgnmiddelverdien. Siden feltstørrelsen er liten er kulminasjonsvannføringen i feltet beregnet ved bruk av forholdstallet mellom momentanflom og døgnmiddelflom, basert på formelen for høstflommer. Formelen (1) for forholdstallet er hentet fra NVEs retningslinjer [2] for flomberegninger og gjengitt under.

$$Q_{mom}/Q_{Døgn} = 2,29 - 0,29 \cdot \log(A) - 0,270 \cdot A_{SE}^{0,5} \quad (1)$$

Beregnet forholdstall mellom momentanflom og døgnmiddelflom ($Q_{mom}/Q_{døgn}$) for feltet til elvekysningene K1 og K2 på Rv.9 ved Hornskilen er hhv. 1,90 og 1,96. Denne formelen er ikke tatt med i (2), men gir nyttig grunnlag for sammenligning med andre metoder og tidligere utført flomberegninger i området.

200-årsflom (døgnmiddelverdi) basert på flomfrekvensanalyse direkte på vannmerker, er 540 – 1335 l/(s*km²) (Tabell 4), mens basert på lokal + regional frekvensanalyse er 600 – 1275 l/(s*km²) (Tabell 5). Disse tallene ser bort fra verdiene fra 23.5 Lona, da dette feltet har en veldig høy effektiv sjøprosent. Dermed er kulminasjonsvannføring ved Q_{200} for feltene til Rv.9 Hornskilen vist i Tabell 6.

Tabell 6: Kulminasjonsverdier for 200-årsflom basert på flomfrekvensanalyse

Felt	Areal (km ²)	Kulmin. faktor	200-årsflom (m ³ /s)	
			Frekvensanalyse	Frekvensanalyse, Lokal + regional
Feltet til K1	6,0	1,90	6,2 – 15,3	6,8 – 14,5
Feltet til K2	1,62	1,96	1,7 – 4,3	1,9 – 4,1

2.7 Flomfrekvensanalyse på findata

Tabell 7 viser en flomfrekvensanalyse basert på findata (momentantverdier - 1 time) fra NVEs HYDRA-database (Hykval). Vannmerkene har mer enn 25 år findata (se Vedlegg 4)

Tabell 7: Frekvensanalyse for årsflommer (basert på findata) utført på utvalgte vannmerker (kulminasjonsverdi i l/s/km²).

Målestasjon	Periode	Ant, år	Q _M	Q ₂₀	Q ₂₀₀	Q ₂₀₀ / Q _M	Q ₂₀₀ /Q ₂₀	Tilpasning
19.107 Lilleelv	1995 - 2022	28	327	562	790	2,42	1,41	Gumbel
20.11 Tveitdalen	1991 - 2022	32	1391	2318	3227	2,32	1,39	Gumbel
19.80 Stigvassåi	1976 - 2021	43	697	1284	1854	2,66	1,44	Gumbel
19.82 Rauåna	1985 -2021	37	827	1679	2508	3,03	1,49	Gumbel
18.11 Tjellingtjørnbekk	1982 - 2021	40	857	1354	1836	2,14	1,36	Gumbel
22.22. Søgne	1995 - 2021	27	481	746	1004	2,09	1,35	Gumbel
22.16 Myglevatn	1998 - 2022	25	342	479	612	1,79	1,28	Gumbel
24.8 Møska (Skolandsvatnet)	1979 - 2021	42	540	893	1325	2,45	1,48	Gumbel+GEV
23.5 Lona								
24.9 Tingvatn (Lygne)	1995 - 2022	28	406	621	948	2,34	1,53	Gumbel+GEV
Gjennomsnitt			652	1104	1567	2,36	1,41	

2.8 Formelverk RFFA-NIFS for små nedbørfelt

I prosjektet «Naturfare - Infrastruktur, flom og skred» (NIFS) utarbeidet NVE en ligning for beregning av flomvannføringer i små og uregulerte felt. Formelen er gyldig for felt i hele landet med feltareal mindre enn 60 km², men er anbefalt verifisert mot lokale målinger [1]. I formelen er flomstørrelsen i et gitt felt avhengig av feltareal, normalt årsmiddeltilsg og effektiv sjøprosent.

Ved beregning av flomstørrelse for feltene til elvekryssingene på Rv.9 ved Hornskilen er disse verdiene hentet fra NVEs webapplikasjon NEVINA. Det henvises til NVE-rapport 7-2015 [3] for flere detaljer knyttet til beregningsmetodikk. Middelflommen utregnes som en momentanverdi og skaleres ved hjelp av en vekstkurve opp til 200-årsflom. Tabell 8 viser flomverdier for middelflom, 20-årsflom og 200-årsflom beregnet med «formelverk for små nedbørfelt».

Tabell 8: Middelflom og 200-årsflom (Kulminasjonsverdier) beregnet med «formelverk RFFA-NIFS for små nedbørfelt»

Felt	Areal (km ²)	Middelflom		20-årsflom		200-årsflom	
		(m ³ /s)	(l/s/km ²)	(m ³ /s)	(l/s/km ²)	(m ³ /s)	(l/s/km ²)
Feltet til K1	6,0	4,7	785	7,9	1320	12,6	2095
Feltet til K2	1,62	1,35	820	2,25	1380	3,6	2210

2.9 Nedbør-avløpsmetoden (PQRUT)

Tilsigsflom for elvekysingene på Rv.9 ved Hornskilen er beregnet med nedbør-avløpsmodell ved bruk av NVEs web-applikasjon PQRUT. Beregningene baserer seg på nedbørdata, og bruker nedbørforløp til beregning av flomvannføring.

2.9.1 Nedbørdata

Data fra klimaservicesenter (<https://klimaservicesenter.no/>) viser at det foreligger IVF-kurver for målestasjonene SN39150 Kristiansand - Sømkleiva (12 moh., 1974-2021, 34sec., Kvalitetsklasse 1: God), SN38130 Grimstad Hia (15 moh., 1974 - 1997, 21 ses, Kvalitetsklasse 3: Svært usikker), og SN41090 Mandal III, 10moh. (2009 - 2021, 11 ses., Kvalitetsklasse 3: Svært usikker) (Vedlegg 5).

Figur 5 viser nedbørmålestasjoner med IVF-kurver i området. Nedbørmålestasjon Kristiansand-Sømkleiva ligger ca. 36 km fra feltene til Rv.9 Hornskilen mens både Grimstad Hia og Mandal III ligger omtrent samme avstand (ca. 50 km) fra feltene.

Det er ingen bedre representative nedbørstasjoner med døgnverdier inn i feltet eller i nærheten enn de tre nedbørstasjonene. Det er valgt en 24-timers verdi som er lik døgnverdien for Kristiansand – Sømkleiva (204,2 mm). Den valgte døgnverdien er i godt samsvar med verdier angitt i Figur 15 i [1] for regionen.

Figur 6 viser IVF-kurvene med 200-års gjentaksintervall for de tre nedbørstasjonene og IVF-kurve for Sørlandet, angitt i [1]. Som vist i Figur 6, er IVF-verdier for Mandal III lavere enn Kristiansand-Sømkleiva og Grimstad Hia. IVF-verdier for Kristiansand-Sømkleiva er noe høyere enn for Grimstad Hia for varigheter lengre enn 180 minutter. IVF-kurve for Sørlandet gir høyere verdier for varigheter kortere enn 360 minutter. IVF-kurve for Sørlandet gir mye høyere 1-times nedbør (71,5 mm) sammenlignet med verdien (45 mm) i Figur 17 i veilederen [1], mens IVF-kurvene fra stasjonene gir godt samsvar med denne figuren (se Tabell 9).

Videre viser klimaservicesenter at IVF-kurve for Kristiansand-Sømkleiva har en IVF-kurve av god kvalitet. I denne analysen er IVF-kurve for Kristiansand-Sømkleiva brukt for å beregne nedbørintensiteten med 200 års returperiode.

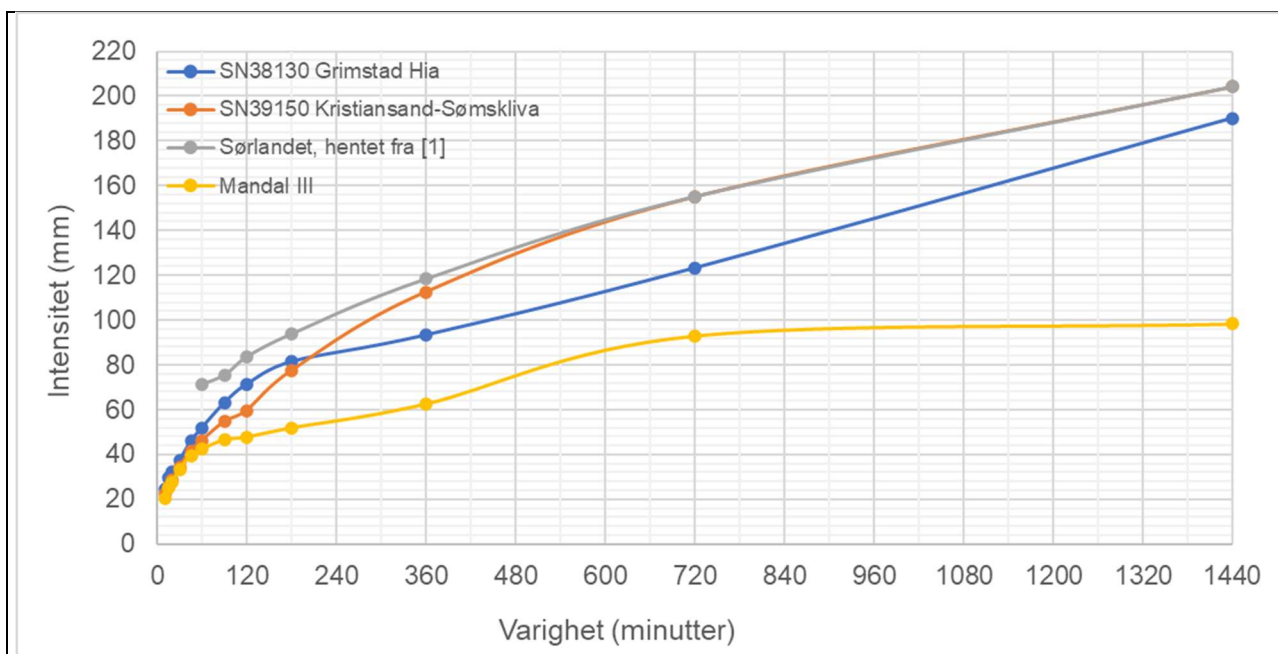
Årsverdier for 200-års nedbør uten snøsmeltebidrag er brukt som input til PQRUT i denne beregningen.

Tabell 9: 1- og 24-timers nedbør med 200-års returperiode.

Konsentrasjonstid	Nedbør med 200-års returperiode (mm)			
	Kristiansand - Sømkleiva	Grimstad Hia	Mandal III	Sørlandet, hentet fra [1]
1-timer	46,3	52,0	42,2	71,5
24-timer	204,2	190,2	98,4	204,2



Figur 5: Nedbørmålestasjoner - IVF-kurver



Figur 6: Sammenligning av IVF-kurver.

Nedbørdata med 200-års gjentaksintervall er presentert i Tabell 10. Feltarealet til feltet til K1 og K2 er hhv. 6,0 km² og 1,62 km². Arealreduksjonsfaktorer (ARF) for nedbør angitt i [1] som benyttes for å konvertere punktverdier av nedbør til nedbørverier over et større areal. (se Tabell 10). I beregningene er nedbørfordelingen antatt symmetrisk med høyeste nedbørintensitet i timer 12 av 24 (se Figur 7).

Tabell 10: M200-verdier (mm) for feltene til Rv.9 Hornskilen (hentet fra Tabell 15 i [1]).

Sesong/varighet (timer)	1	2	6	12	24
M200-verdier for SN39150 Kristiansand-Sømskleiva	46,3	59,7	112,6	155,1	204,2
ARF for feltet til K1 (feltareal – 6,0 km ²)	0,93	0,95	0,96	0,97	0,98
ARF for feltet til K2 (feltareal – 1,62 km ²)	0,96	0,97	0,97	0,98	0,99

2.9.2 Flommodellen (PQRUT) og modellparametere

Modellparameterne til NVEs flommodell PQROUT kan bestemmes ved å kalibrere mot observerte data med fin tidsoppløsning. Da slike data ikke finnes, er det tatt utgangspunkt i feltparametere for de aktuelle feltene. Parameterne som inngår i PQRUT er deretter beregnet med formelverket i NVEs retningslinjer [1].

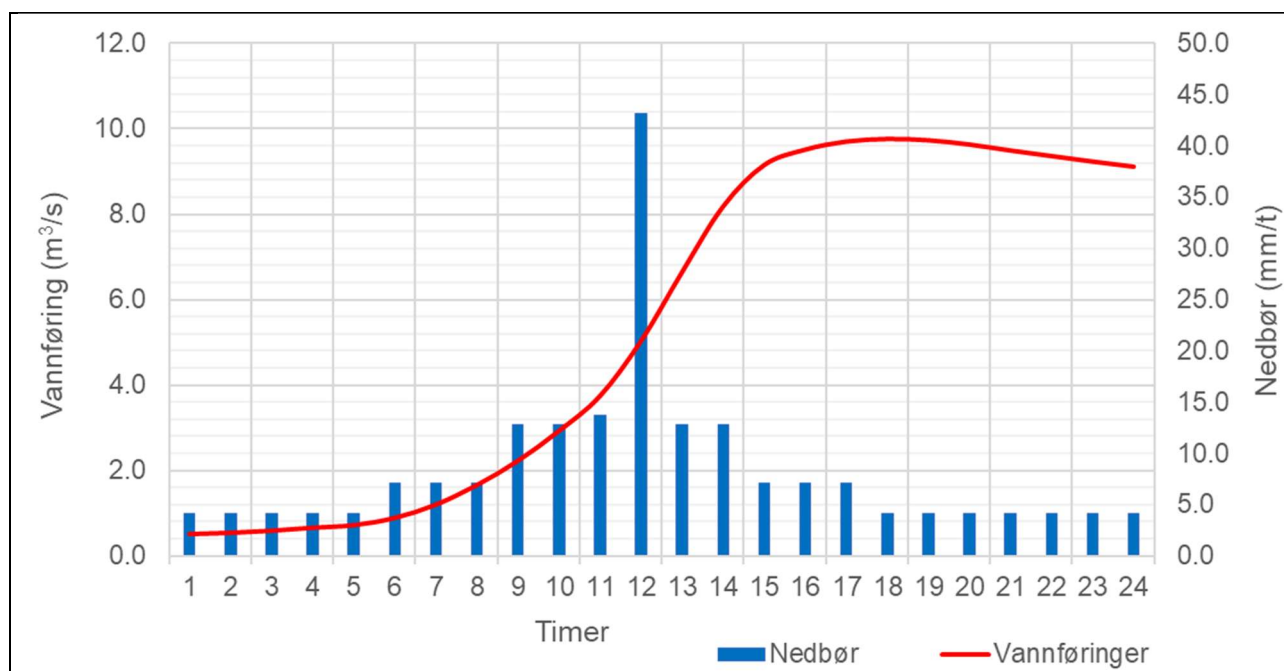
Konsentrasjonstid er beregnet ved bruk av formler gitt i [1] for naturlige felt, og er hhv. 3 timer og 2 timer for feltet til K1 og K2. Initialvannføring er satt til årsmiddelvannføring for feltene.

Tabell 11: Parameterverdier ved beregning av Q200.

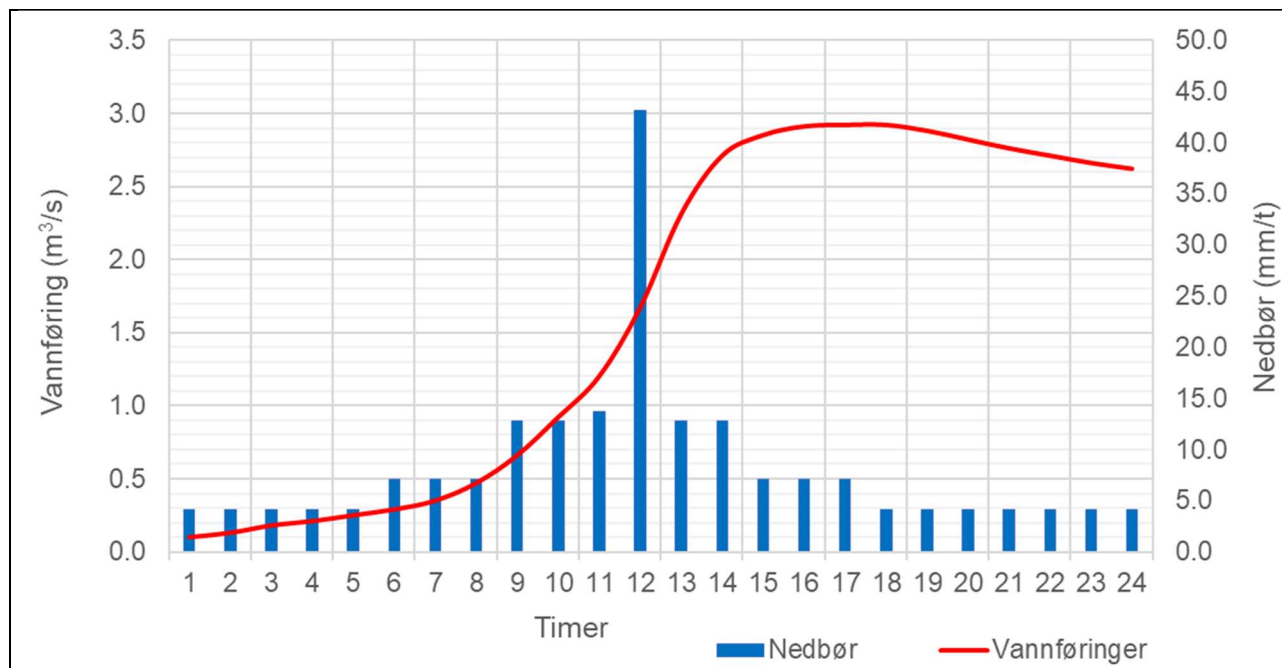
	Feltet til K1	Feltet til K2
Øvre tømmekonstant, K1	0,050	0.0592
Nedre Tømmekonstant, K2	0,0098	0.0216
Terskelverdi, T	48,078	38.2355
Feltaksens lengde, LF (km)	4,30	1.92
H ₇₅ -H ₂₅ (m)	34,50	99.50
H _L (m/km)	8,02	51.82
Dreneringstetthet (km-1)	1,30	0,60
Effektiv sjøprosent, ASE (%)	0,38	0,97
Q _N (l/s/km ²)	39,8	37,8
Årlig nedbør (mm/år)	2000	2000
Skogprosent (%)	84	92
Modellert nedbørareal, A (km ²)	6,0	1,62
Konsentrasjonstid, Tc (timer)	3	2
Initialvannføring (m ³ /s)	0,5	0,1

Tabell 12: Q200 beregnet med nedbør-avløpsmodell (PQRUT).

Felt	Maks nedbør (mm)	Maks vannføring (kulminasjonsverdi)		Døgnvannføring	
		(m³/s)	(l/s/km²)	(m³/s)	(l/s/km²)
Feltet til K1	43,1	9,8	1630	9,1	1520
Feltet til K2	44,4	2,9	1800	2,9	1800



Figur 7: Nedbør og vannføring ved elvekryssing K1 på Rv.9 Hornskilen for 200-årsflom



Figur 8: Nedbør og vannføring ved elvekryssing K2 på Rv.9 Hornskilen for 200-årsflom

2.10 Endelig valg av flomstørrelse

Flomstørrelse for feltene til elvekryssingene på Rv.9 ved Hornskilen i Vennesla kommune er beregnet ved bruk av «formelverk for små nedbørfelt» (RFFA-NIFS) og nedbør-avløpsmodell PQRUT. I tillegg er beregningene sammenlignet med nærliggende vannmerker i en flomfrekvensanalyse.

Frekvensanalysen ble utført ved bruk av tre ulike metoder (direkte på vannmerker med døgndata, direkte på vannmerker med findata og lokal + regional frekvensanalyse med døgndata). Resultater fra beregningene og valgt flomverdi i vassdraget er sammenlignet i Tabell 13.

Flomfrekvensanalyser gir verdier for Q_{200} som spriker mye. Lokal+regional frekvensanalyse gir omtrent samme flomverdier som frekvensanalyse direkte på vannmerker. Utfallsrom for verdier fra flomfrekvensanalyse på findata er omtrent det samme som estimerte kulminasjonsverdier fra frekvensanalyse på døgndata, bortsett fra 22.11 Tveitdalen. Merk at vannmerke Tveitdalen har et meget lite feltareal (0,44 km²).

Formelverk RFFA-NIFS gir flomverdier som er høyere enn medianverdien, men lavere enn øvre kvartilen fra flomfrekvensanalysen av vannmerkene.

Nedbør-avløps modell, PQRUT gir en 200-års flomverdi for feltene til Rv.9 Hornskilen som er lavere enn flomverdiene beregnet med RFFA-NIFS.

Erfaringsstall viser at på Sør- og Vestlandet (vassdragsnummer 16- 92), varierer kulminasjonsflomverdiene for 200-årsflom i stort fra 700 l/(s*km²) til 5000 l/(s*km²) [1]. De høyeste verdiene finner en stort sett i bratte felt med lav effektiv sjøprosent. Det er derfor rimelig å anta at flomverdiene for feltene til Rv.9 Hornskilen ikke vil ligge i det øvre sjiktet av disse verdiene.

For feltene til elvekryssingene på Rv.9 ved Hornskilen velger på dette grunnlaget og med hensyn til usikkerheten i flomberegninger for små felt å velge flomverdier ved Q_{200} for felt K1 og K2 på hhv. 14,0 og 4,0 m^3/s .

Dette er i overkant av verdiene som beregnet ved hjelp av RFFA-NIFS og PQRUT, men ansees som ikke urimelig basert på flomverdiene estimert ut fra lokal frekvensanalyse direkte på vannmerker 19.80 Stigvassåi og 19.82 Rauåna.

Tabell 13: Beregnede kulminasjonsverdier for Q_{200} (m^3/s).

Felt	Frekvensanalyse			RFFA-NIFS	PQRUT
	Døgndata	Lokal+regional	Findata		
Feltet til K1	6,2 – 15,2*	6,8 – 13,1*	3,7 – 15,1*	12,6	9,8
Feltet til K2	1,7 – 4,3	1,9 – 4,1	1,0 – 5,2	3,6	2,9

* 20.11 Tveitdalen er ikke inkludert

Tabell 14: Valgt 200-årsflom (kulminasjonsverdi) for Rv.9 Hornskilen.

Felt	Valgt verdi	
	(m^3/s)	($l/s/km^2$)
Feltet til K1	14,0	2100
Feltet til K2	4,0	2210

2.11 Usikkerhetsfaktor

Sikkerhetsfaktoren F_u tar hensyn til usikkerhet i beregningsmetoder og datagrunnlag, og bestemmes ut fra vegens sikkerhetsklasse i forhold til flom. Rv.9 faller inn under sikkerhetsklasse V2 (ÅDT = 500 - 4000). Sikkerhetsfaktoren, F_u settes lik 1,1 i henhold til Statens vegvesens vegnormal N200 [6]. Tabell 15 viser 200-årsflom inkl. usikkerhetsfaktor for feltene til Rv.9 Hornskilen

Tabell 15: 200-årsflom (kulminasjonsverdi) inkl. usikkerhetsfaktor.

Felt	Q_{200} (m^3/s)	Q_{200} inkl. usikkerhetsfaktor ($F_u = 1,1$) (m^3/s)
Feltet til K1	14,0	15,4
Feltet til K2	4,0	4,4

2.12 Mulige konsekvenser av klimaendringer

Klimaframskrivninger for Norge tilsier endringer i fremtidig temperatur- og nedbørforhold. I rapporten «Klimaendring og fremtidige flommer i Norge» [4], har NVE sett på hvordan klimaendringer vil føre til endringer i flomstørrelser frem mot år 2100. I følge [4] har nedbørfelt nær kysten en 20–30 % forventet økning i flomstørrelse, mens noe mer høytliggende nedbørfelt i innlandet har mindre enn 20 % forventet økning. I NVEs rapport «Klimaendring og framtidige flommer i Norge» [4] anbefales det et klimapåslag på minst 20% for nedbørfelt i Agder.

Ifølge klimaprofilen for Agder, som er basert på rapport om klimapåslag for korttidsnedbør [5], anbefales det et klimapåslag på 30 - 50% for små nedbørfelt som reagerer raskt på styrtregn, mens det i Statens vegvesens vegnormal [4] anbefales en klimafaktor på 1,3 for små nedbørfelt i Agder. Videre anbefaler NVEs veileder for flomberegninger et klimapåslag på 40% for alle nedbørfelt mindre enn ca. 10 km² [6]. Det er valgt å bruke 40% klimapåslag i denne rapporten.

Kulminasjonsvannføring inkludert sikkerhets- og klimapåslag er presentert i Tabell 16.

Tabell 16: Flomverdier (kulminasjonsverdi) for Rv.9 Hornskilen.

Felt	Q ₂₀₀ (m ³ /s)	Q ₂₀₀ inkl. Fu (1,1) & Fk (1,4) (m ³ /s)
Feltet til K1	14,0	21,6
Feltet til K2	4,0	6,2

3 Diskusjon og vurdering av resultat

3.1 Usikkerhet

Det vil alltid være usikkerheter knyttet til beregninger av flom. Flomberegningene som er utført for feltene til elvekryssingene på Rv.9 ved Hornskilen, er gjort med ulike beregningsmetodikker og beregnede vannføringer er deretter sammenlignet. Resultatet fra beregningene viser relativt stor forskjell i forventet vannføring, og ved valg av flomstørrelse er en konservativ tilnærming valgt.

3.2 Vurdering av kvalitetsklassen til flomberegningene

Det hydrologiske datagrunnlaget for beregningene er vurdert til å være flomberegningsklasse 3. Det er flere vannmerker i nærheten av vassdraget, men store variasjoner i flomstørrelsene [8].

3.3 Flom i Otra

Både K1 og K2 ligger ved Hornskilen. Flomvannstander nedstrøms kulvertene vil bli bestemt av vannstanden i Hornskilen. Flomsonekartleggingsrapport [9] viser at kulvertutløpene ligger i flomsonen til 200-års flom inkludert 20% klimafaktor (i [9] er det ikke benyttet en usikkerhetsfaktor). Eventuelt samtidighet av flommer i sidevassdragene og Otra er ikke vurdert i denne rapporten, men siden det er veldig stor forskjell i feltarealene ansees det som usannsynlig at flommer vil kulminere samtidig i sidevassdragene og Otra. Følsomhet av kulvertkapasitet til vannstanden i Otra bør vurderes.

4 Referanser

- [1] NVE (2022). Veileder for flomberegninger. NVE-rapport 1-2022.
- [2] NVE (2011). Retningslinjer for flomberegninger. NVE-rapport 4-2011.
<https://nve.maps.arcgis.com/apps/MapSeries/index.html?appid=66271d2e94014aff80fc065a18ad1f50>
- [3] NVE (2015). Veileder for flomberegninger i små uregulerte felt. NVE-rapport 7-2015
- [4] NVE (2016). Klimaendring og framtidige flommer i Norge. NVE-rapport 81-2016.
- [5] Klimaservicesenter (2021). Klimaprofil Agder
<https://klimaservicesenter.no/kss/klimaprofiler/agder>
- [6] Statens vegvesen (2022), N200 Vegbygging, Vegnormal.
https://store.vegnorm.vegvesen.no/n200_2022
- [7] Statens Vegvesen (2022), V240 Vannhåndtering, Veiledning.
<https://store.vegnorm.vegvesen.no/v240>
- [8] NVE (2022). Sikkerhet mot flom. Utredning av flomfare i reguleringsplan og byggesak. Veileder 3/2022. https://publikasjoner.nve.no/veileder/2022/veileder2022_03.pdf
- [9] Norconsult (2021). Flomsonekartlegging Otravassdraget. Oppdrags. nr. 5208345

5 Vedlegg

Vedlegg 1: Nedbørfeltparametere, hentet fra NEVINA

Vedlegg 2: Feltanalyser fra Scalgo

Vedlegg 3: Flomfrekvenskurver døgndata

Vedlegg 4: Flomfrekvenskurver findata

Vedlegg 5: IVF kurver

Vedlegg 1: Nedbørfeltparametere, hentet fra NEVINA

Feltet til K1

Nedbørfeltparametere

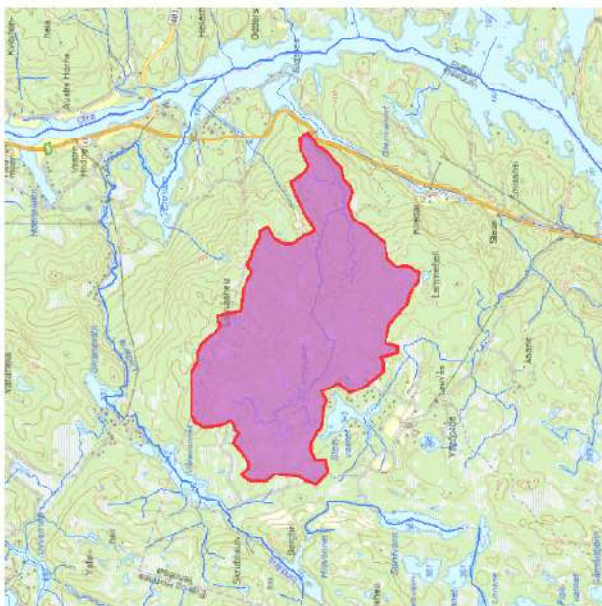
Vassdragsnr.: 021.B630
 Kommune.: Vennesla
 Fylke.: Agder
 Vassdrag.: Otra

Feltparametere	
Areal (A)	5,7 km ²
Effektivt sjø (A _{SE})	0,43 %
Elveleengde (E _L)	5,4 km
Elvegradient (E _G)	30,0 m/km
Elvegradient ₁₀₀₅ (E _{G,1005})	23,3 m/km
Helning	6,5 ‰
Dreneringstetthet (D _T)	1,3 km ⁻¹
Feltlengde (F _L)	4,3 km

Arealklasse	
Bre (A _{BRE})	0 %
Dyrtet mark (A _{JORD})	0 %
Myr (A _{MYR})	13,9 %
Leire (A _{LIR})	0 %
Skog (A _{SKOG})	83,8 %
Sjø (A _{SJO})	2,5 %
Snaufjel (A _{SF})	0 %
Urban (A _U)	0 %
Uklassifisert areal (A _{RIST})	0 %

Hypsografisk kurve	
Høyde _{MIN}	189 m
Høyde ₁₀	285 m
Høyde ₂₀	315 m
Høyde ₃₀	332 m
Høyde ₄₀	340 m
Høyde ₅₀	345 m
Høyde ₆₀	350 m
Høyde ₇₀	355 m
Høyde ₈₀	361 m
Høyde ₉₀	303 m
Høyde _{MAX}	441 m

Klima /hydrologiske parametere	
Avrenning 1901-90 (Q _N)	36,4 l/s/km ²
Sommernedtør	539 mm
Vinternedtør	887 mm
Årstemperatur	4,9 °C
Sommertemperatur	11,4 °C
Vintertemperatur	0,3 °C



Kartbakgrunn: Statens Kartverk
 Kartdatum: EUREF89 WGS84
 Prosjeksjon: UTM 33N
 Beregn.punkt: 79945 E 6501343 N



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

© nevina.nve.no

Rapportdato: 1/29/2023

Feltet til K2

Nedbørfeltparametere

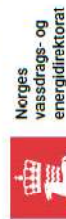
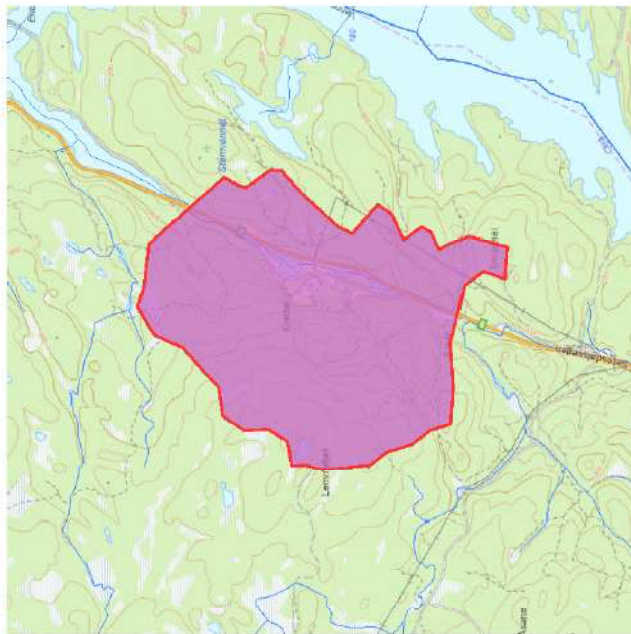
Vassdragsnr.: 021.B630
 Kommune.: Vennesla
 Fylke.: Agder
 Vassdrag.: Otra

Feltparametere	
Areal (A)	2.3 km ²
Effektiv sjø (A _{SE})	0.5 %
Elvleengde (E _L)	1.3 km
Elvegradient (E _G)	3.2 m/km
Elvegradient ₁₀₈₅ (E _{G,1085})	-3.1 m/km
Héining	11.3 °
Dreneringstetthet (D _T)	0.6 km ⁻¹
Feltlengde (F _L)	1.9 km

Arealklasse	
Bre (A _{BRE})	0 %
Dyrket mark (A _{DYR})	1.6 %
Myr (A _{MYR})	1.9 %
Leire (A _{LEIRE})	0 %
Skog (A _{SKOG})	92.4 %
Sjø (A _{SJØ})	1.4 %
Snaufell (A _{ST})	0 %
Urnan (A _U)	0 %
UKlassifisert areal (A _{RST})	2.7 %

Hypsografisk kurve	
Høyde _{MIN}	174 m
Høyde ₁₀	193 m
Høyde ₇₀	206 m
Høyde ₉₀	218 m
Høyde ₉₅	228 m
Høyde ₉₈	246 m
Høyde ₉₉	264 m
Høyde _{99.5}	294 m
Høyde _{99.9}	329 m
Høyde _{99.95}	358 m
Høyde _{MAX}	385 m

Klima- /hydrologiske parametere	
Averning 1961-90 (Q _N)	35.7 l/s*km ²
Sommernedbør	533 mm
Vinternedbør	876 mm
Årstemperatur	5.4 °C
Sommertemperatur	11.9 °C
Vintertemperatur	0.7 °C

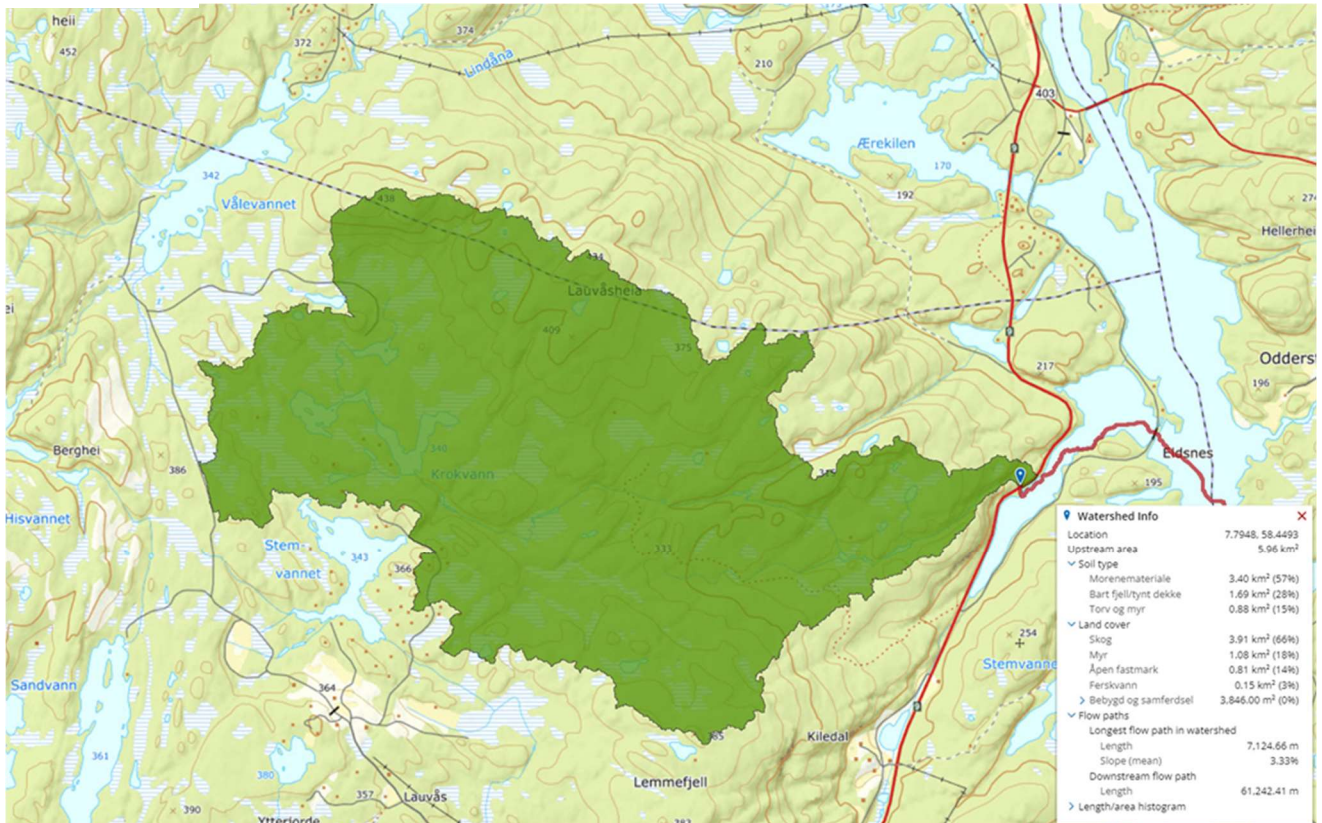


Kartbakgrunn: Statens Kartverk
 Kartdatum: EUREF89 WGS84
 Prosjeksjon: UTM 33N
 Beregn.punkt: 79599 E 6500561 N

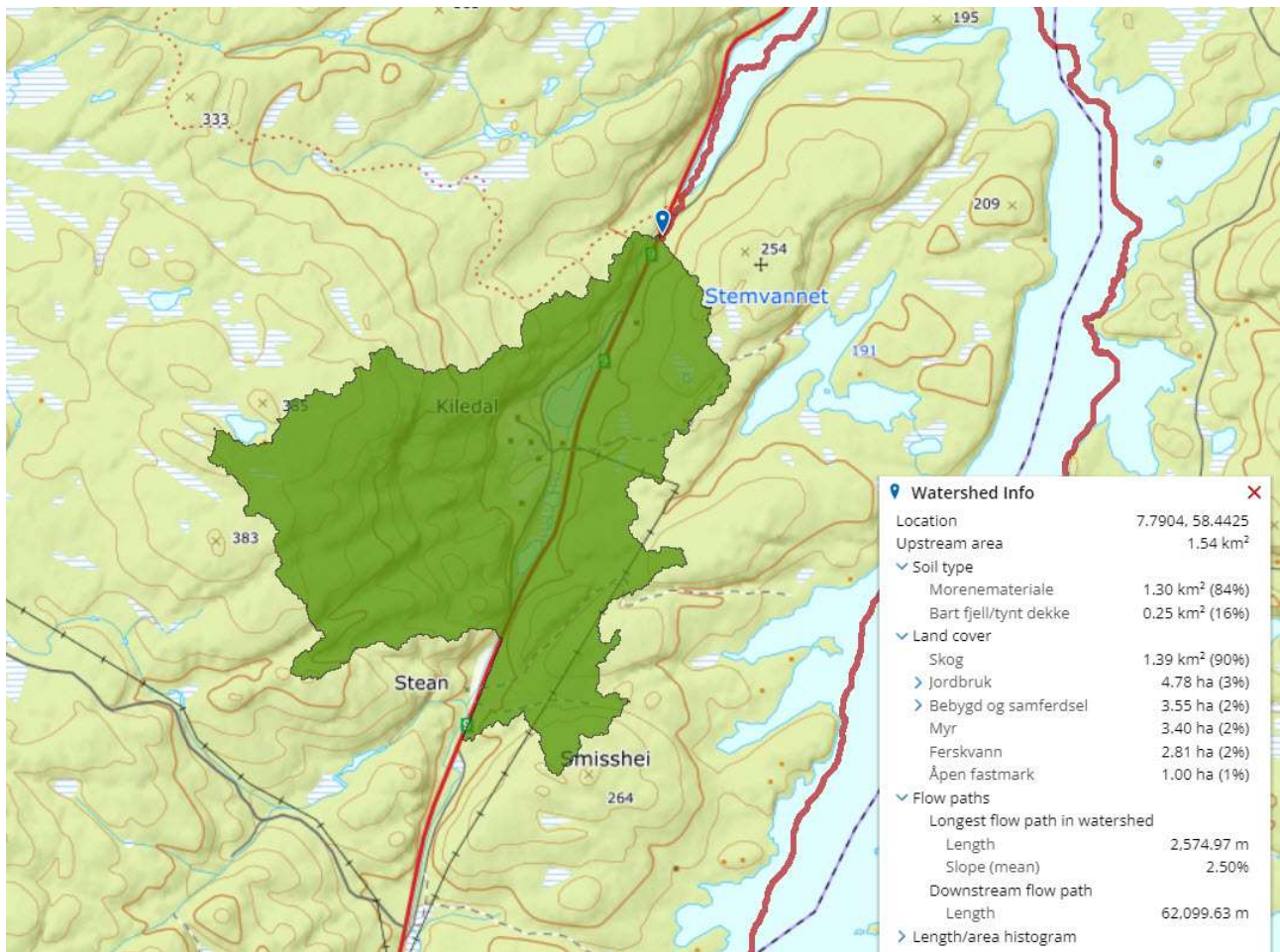
Nedbørfeltgrenser og feltparametere er automatisk generert og kan inneholde feil. Resultatene må kvalitetssikres.

Vedlegg 2: Feltanalyser fra Scalgo

Feltet til K1

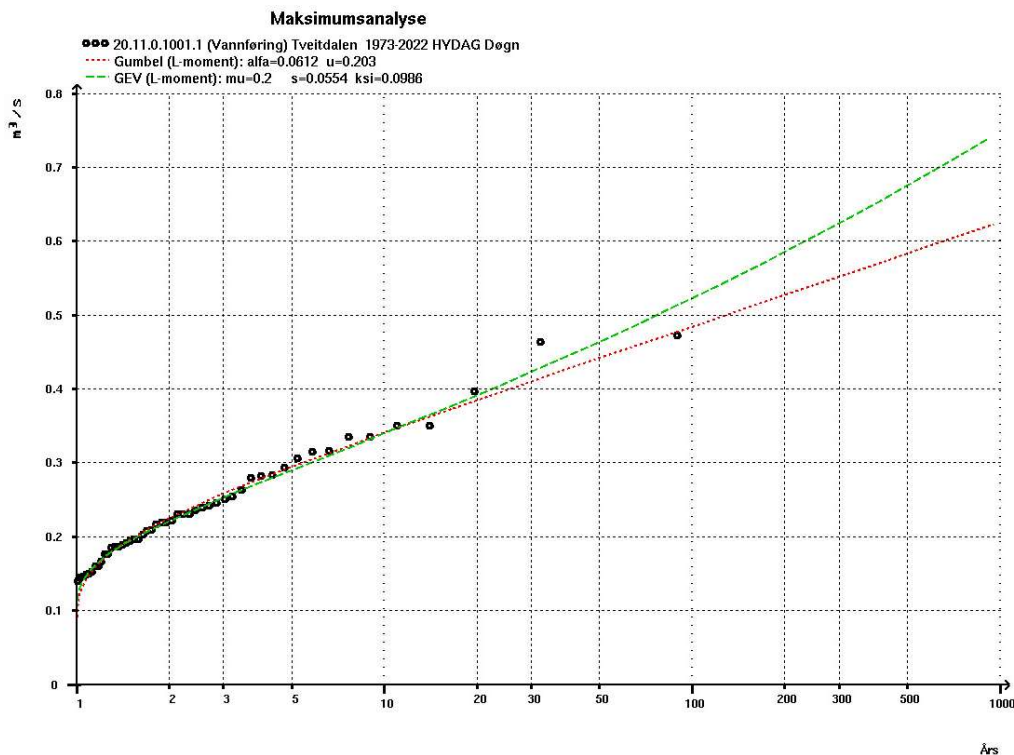
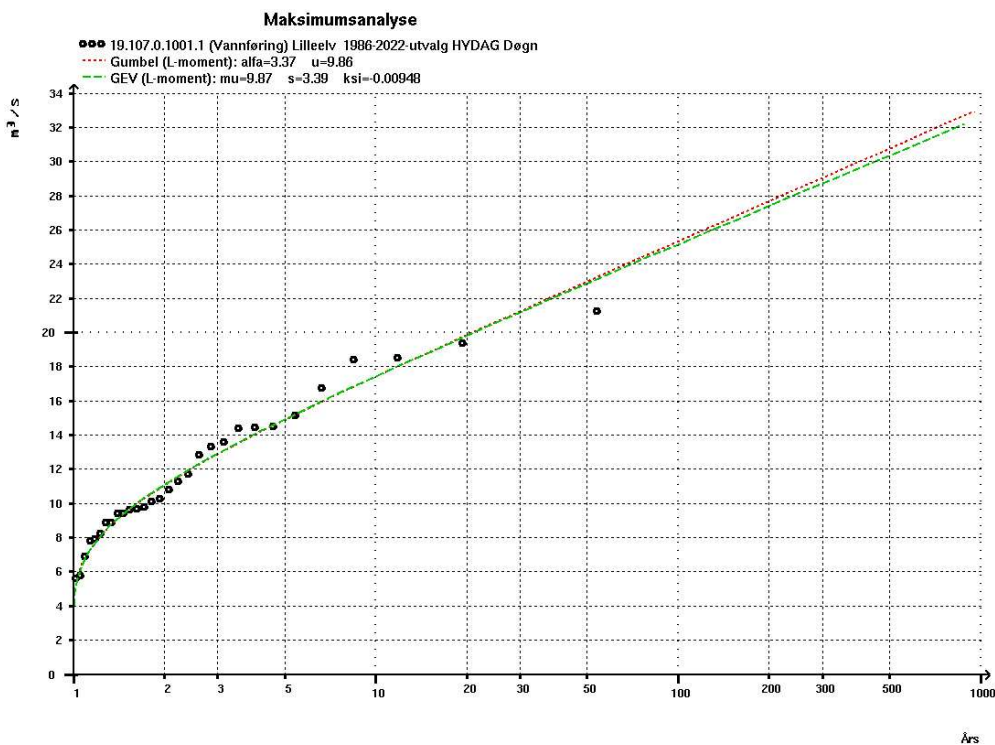


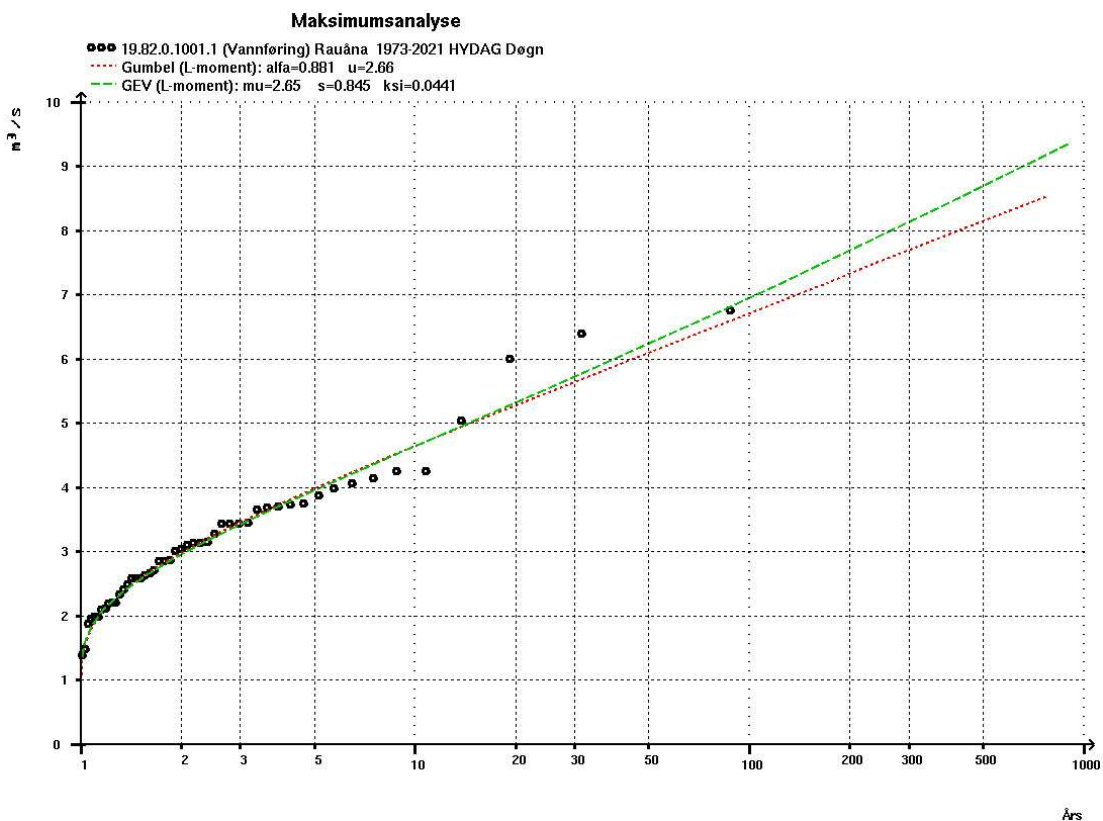
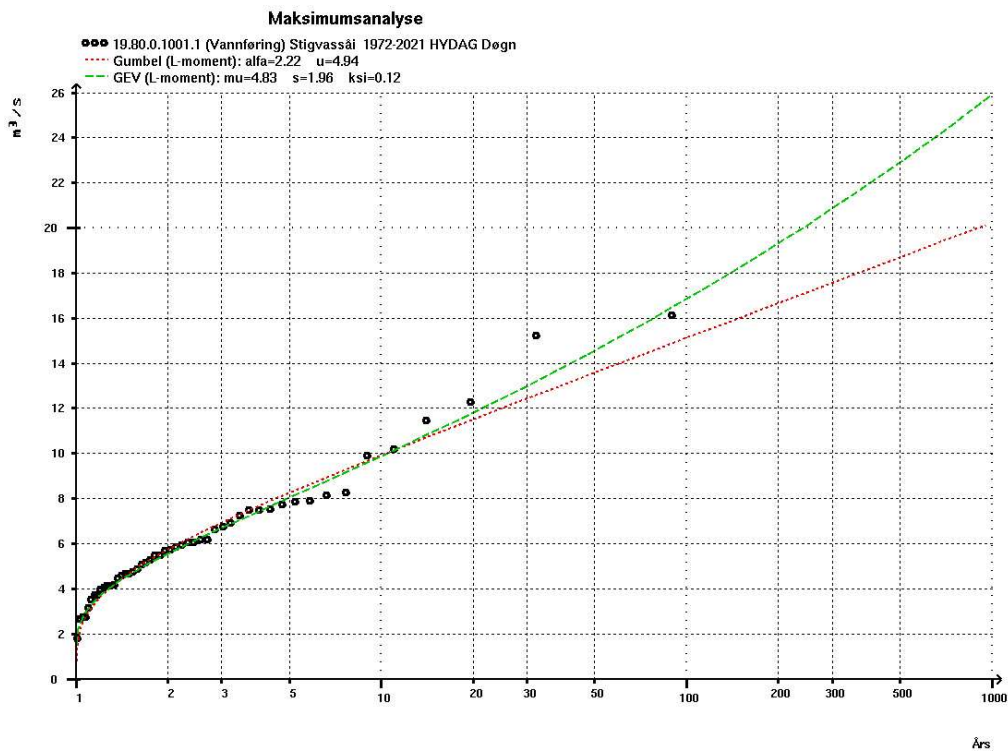
Feltet til K2



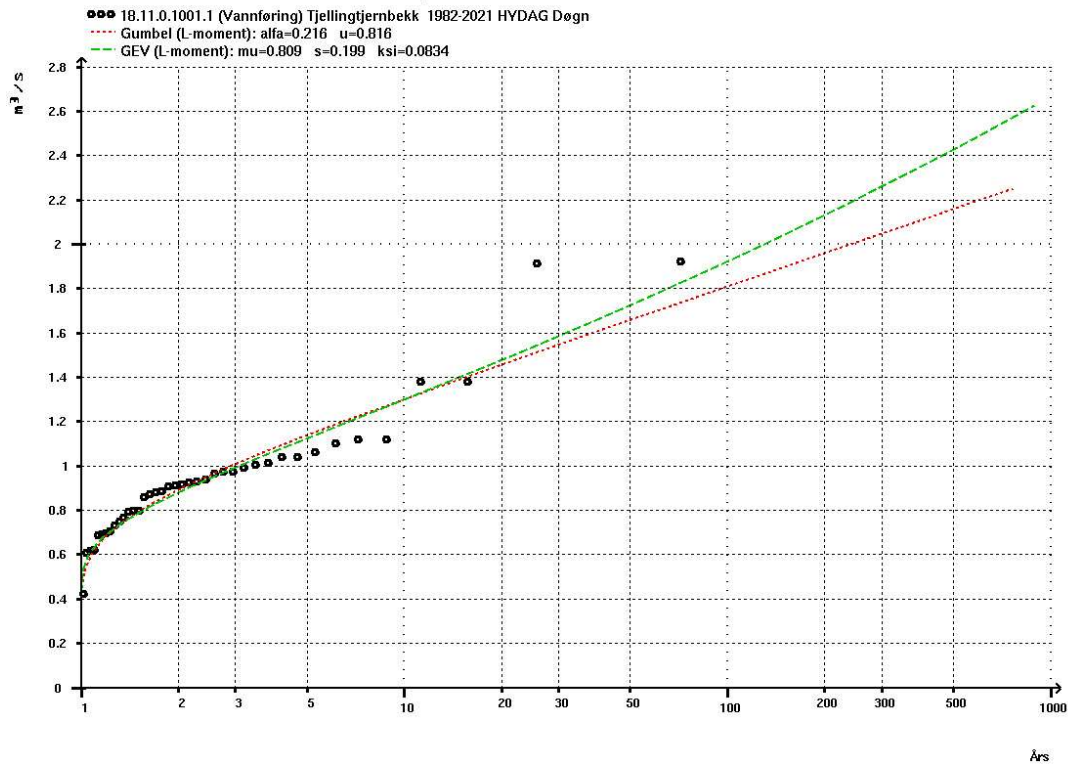
Vedlegg 3: Flomfrekvenskurver døgndata

Frekvensanalyse på vannmerker (døgndata)

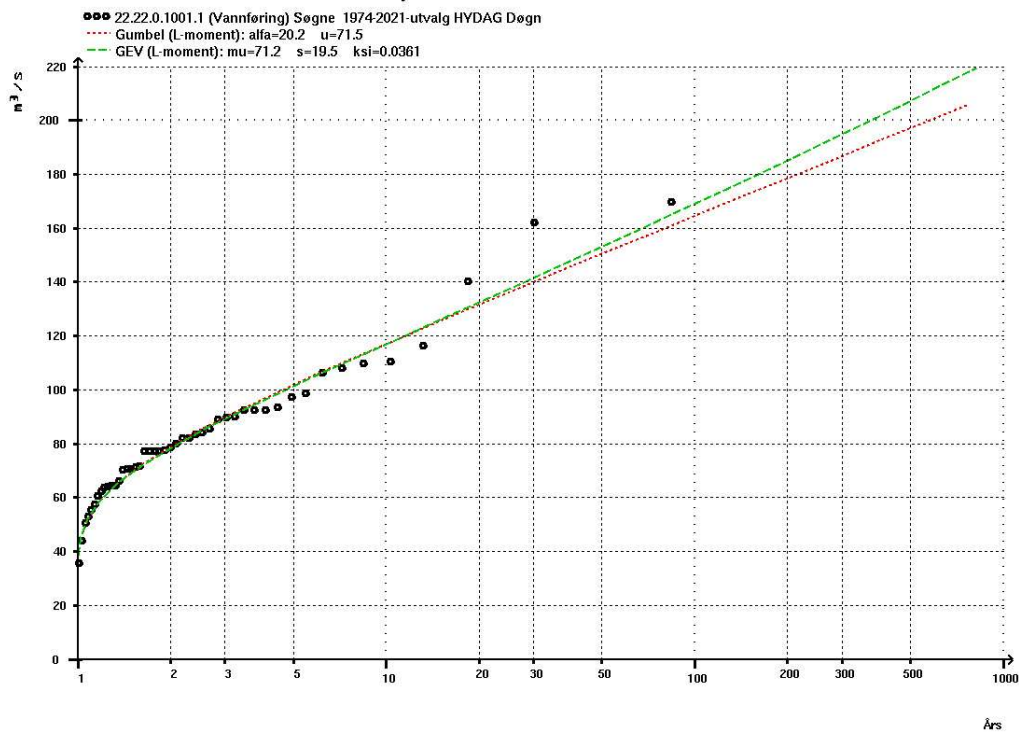


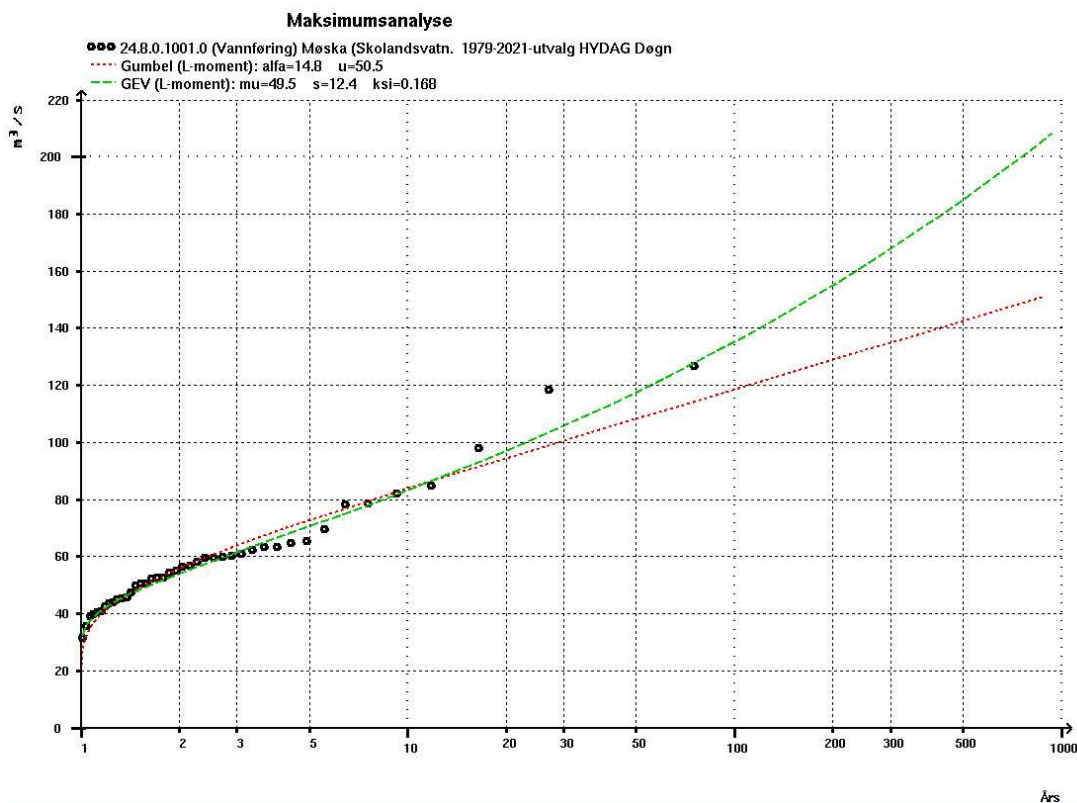
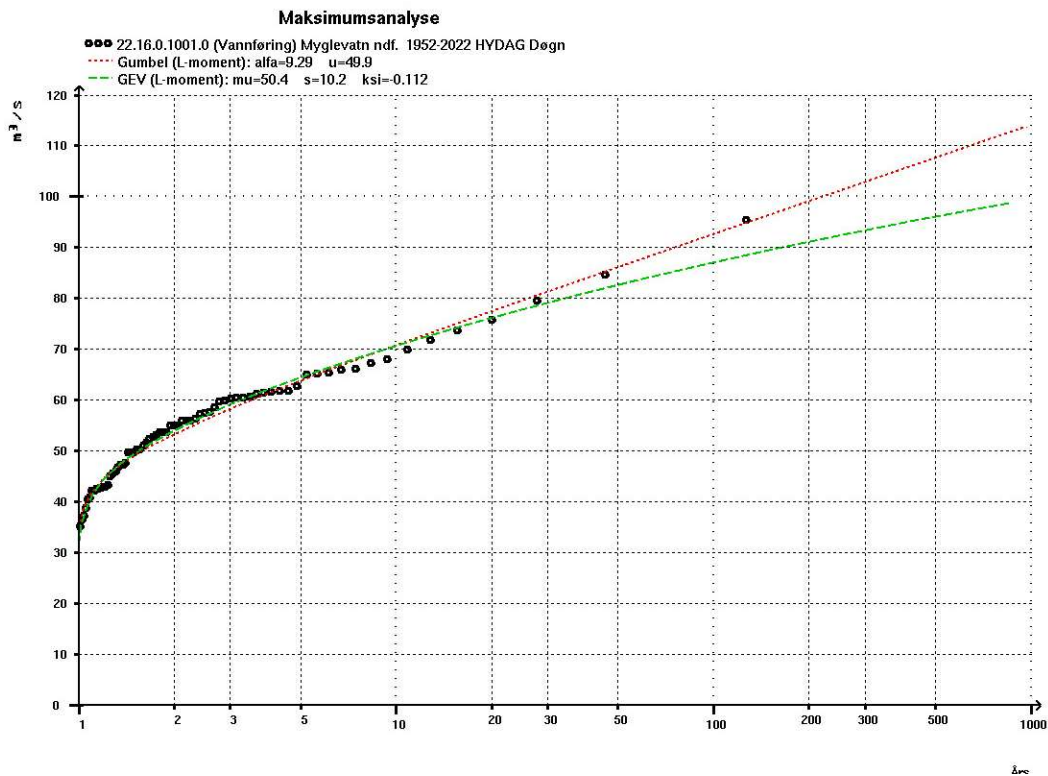


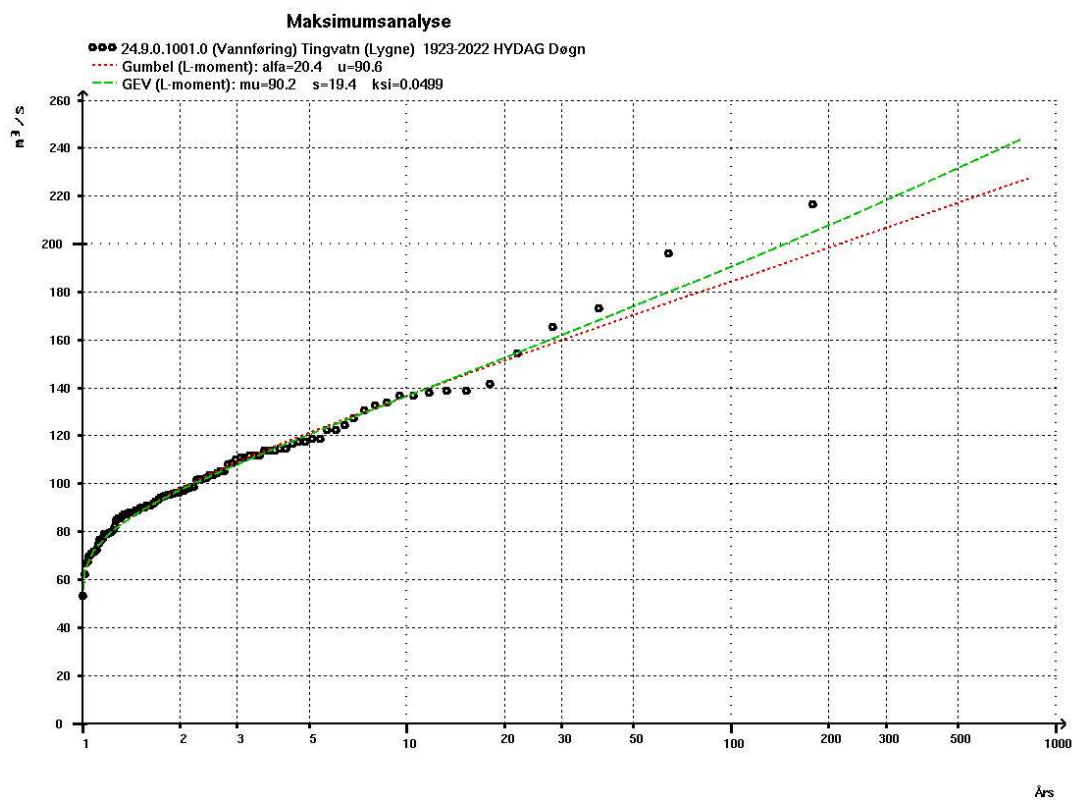
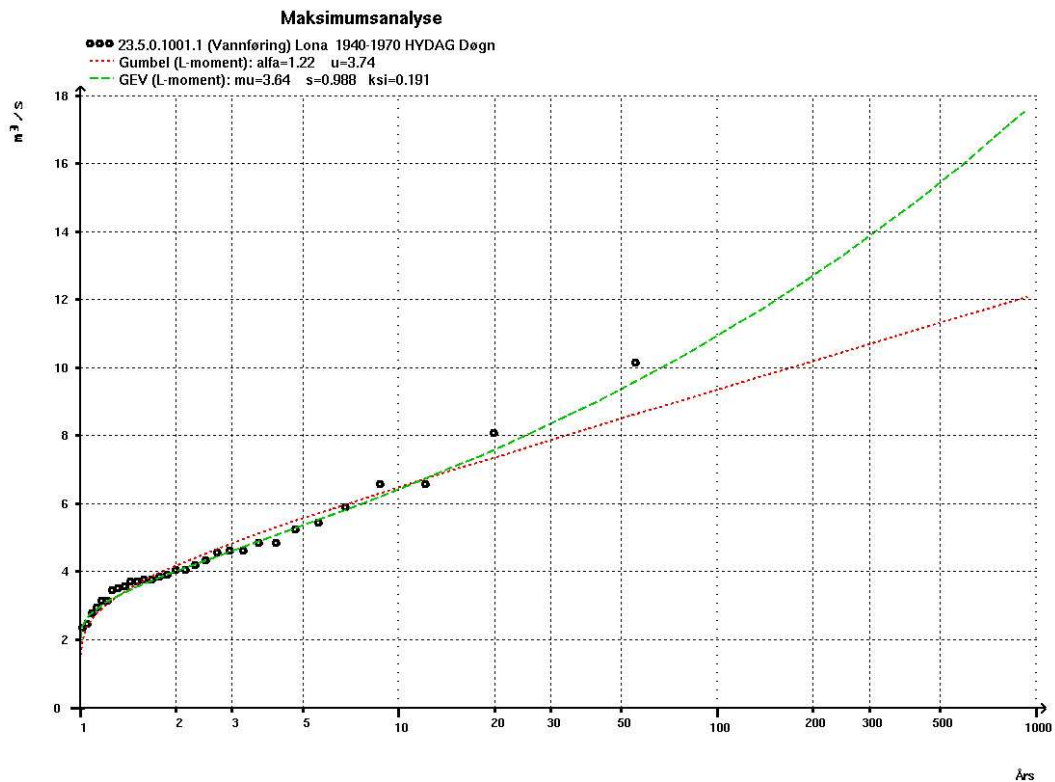
Maksimumsanalyse



Maksimumsanalyse

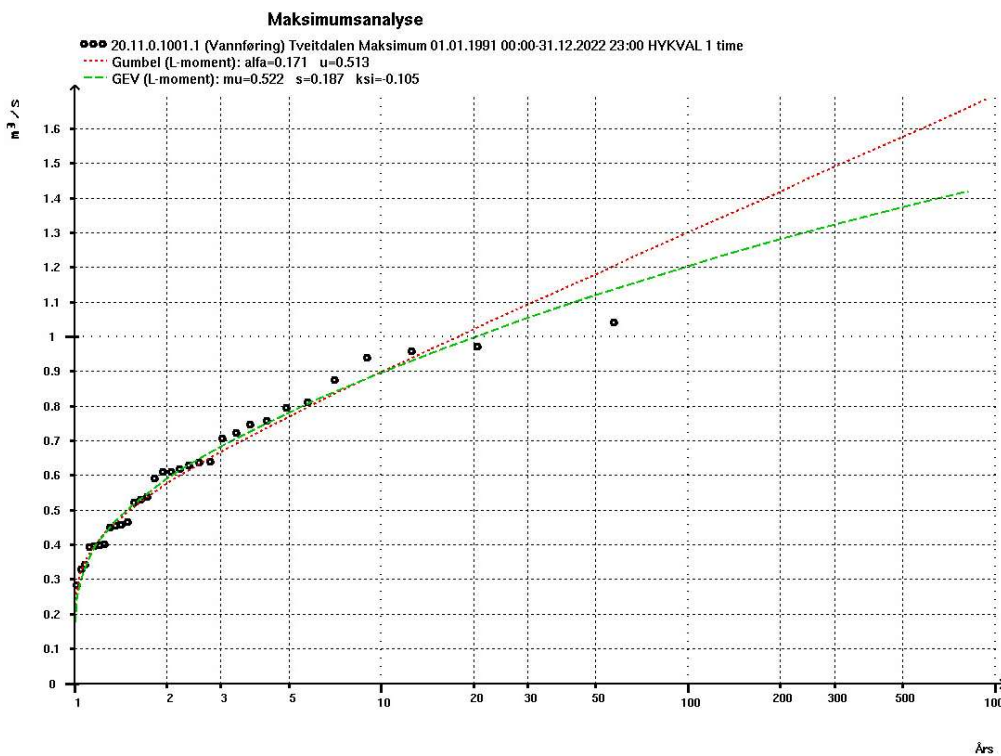
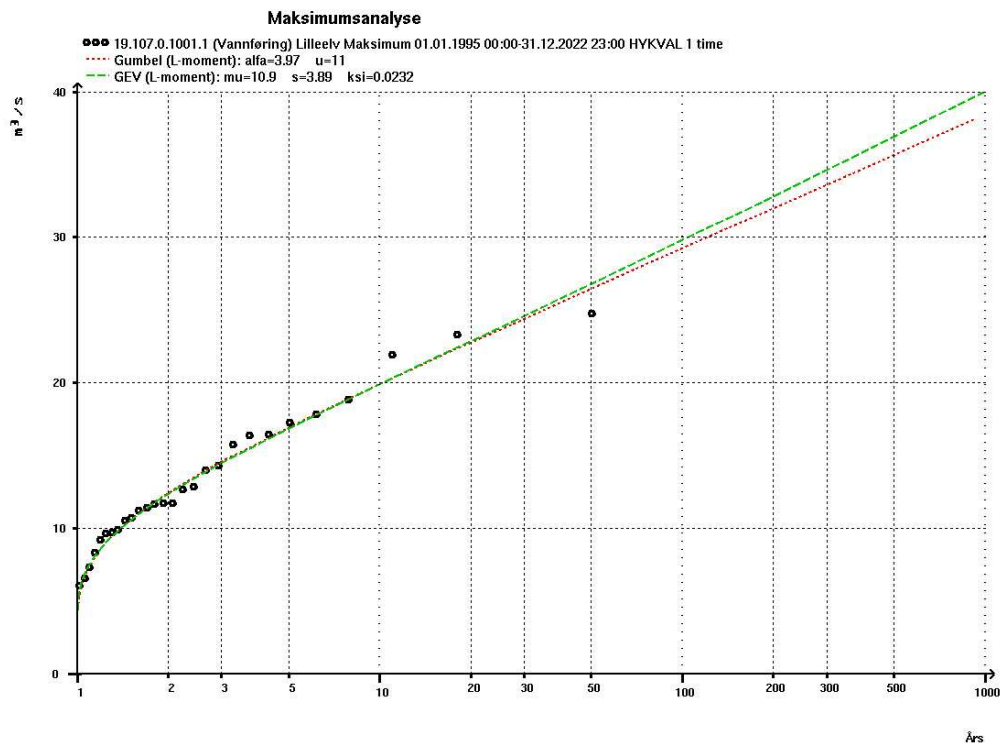




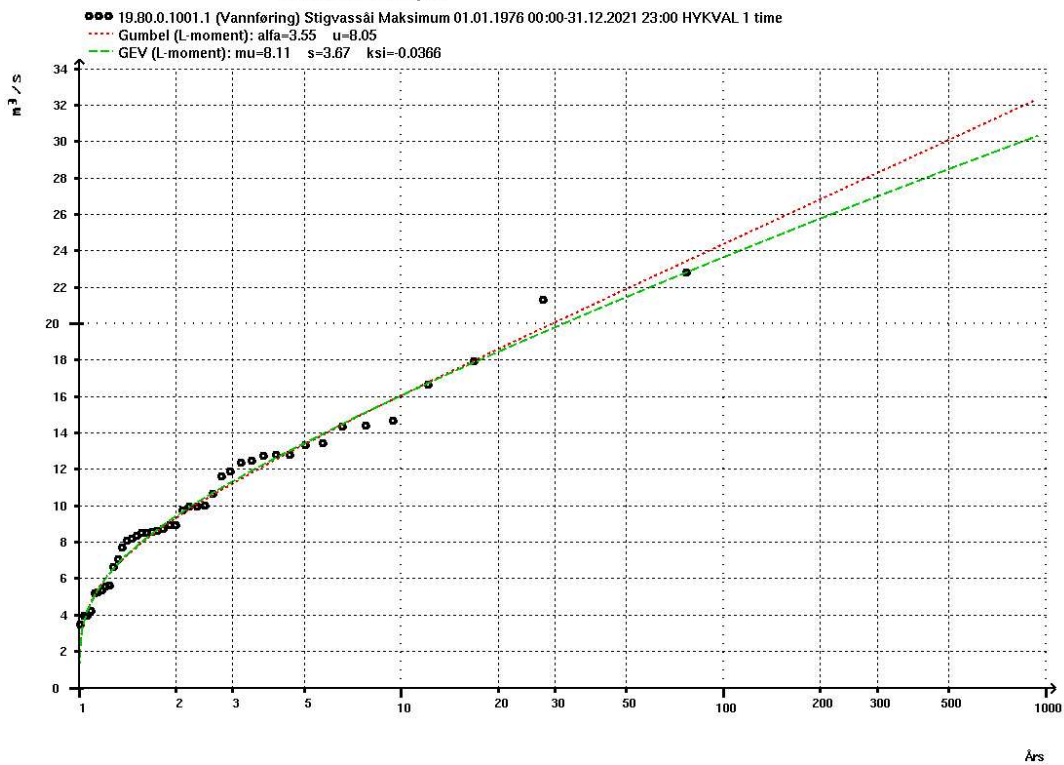


Vedlegg 4: Flomfrekvenskurver findata

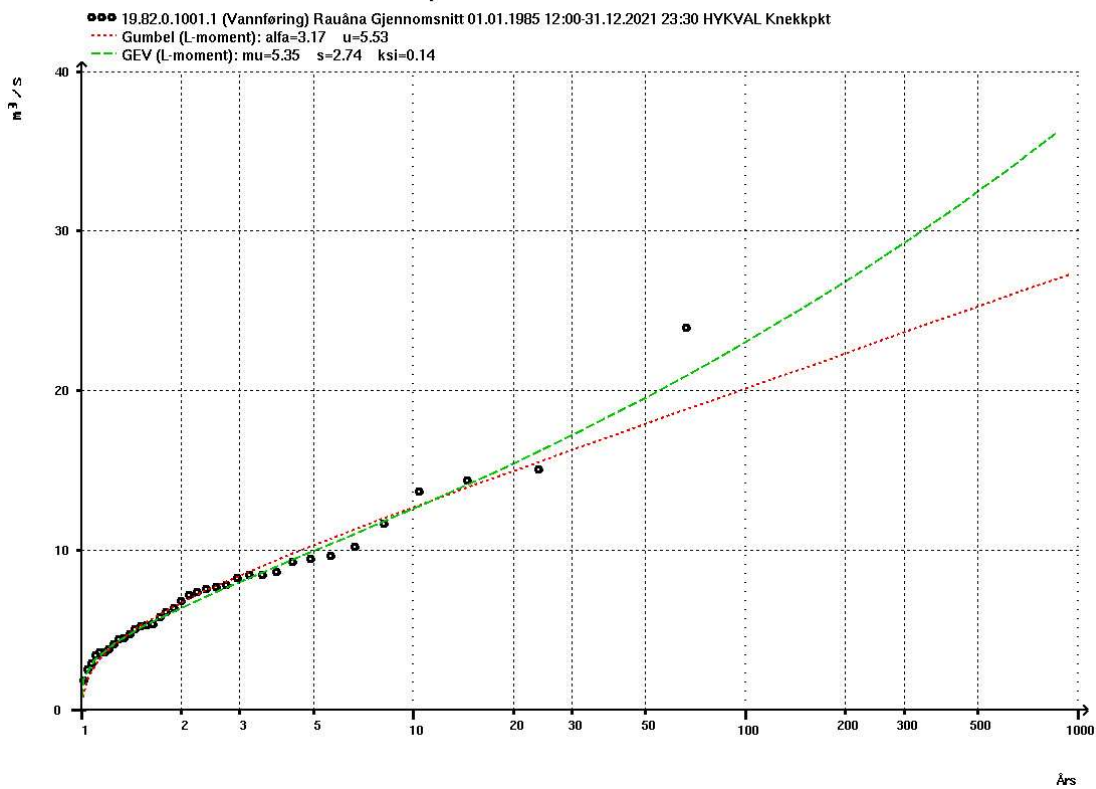
Frekvensanalyse på vannmerker (Findata)



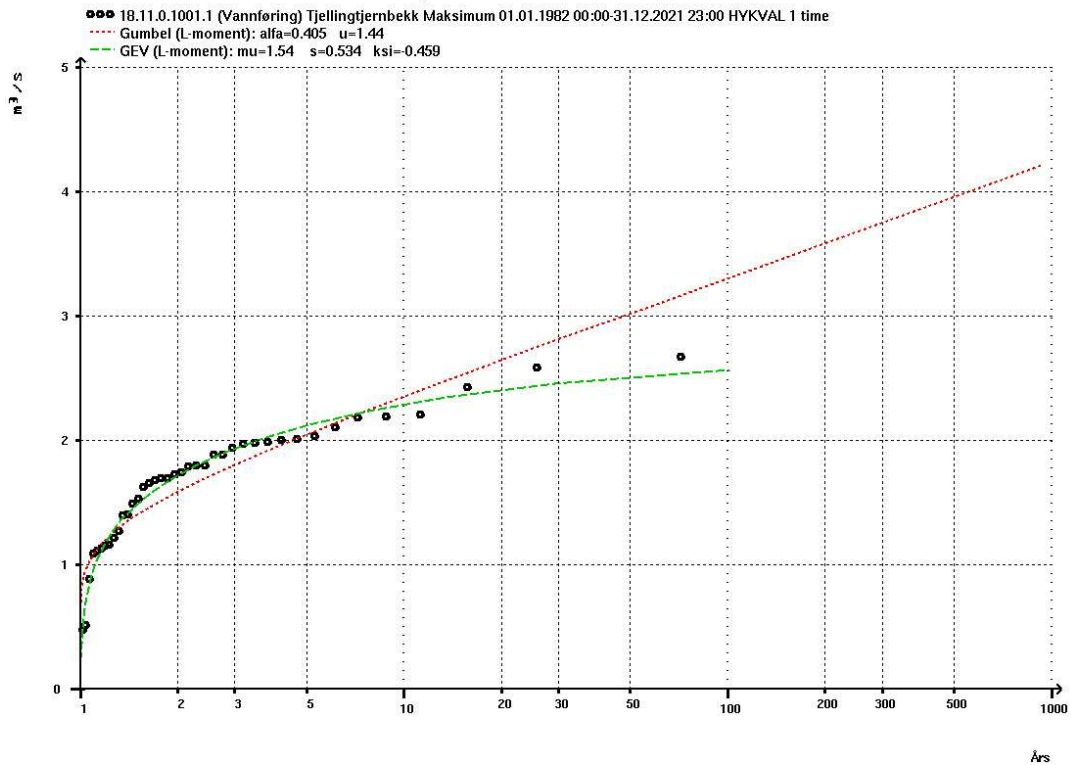
Maksimumsanalyse



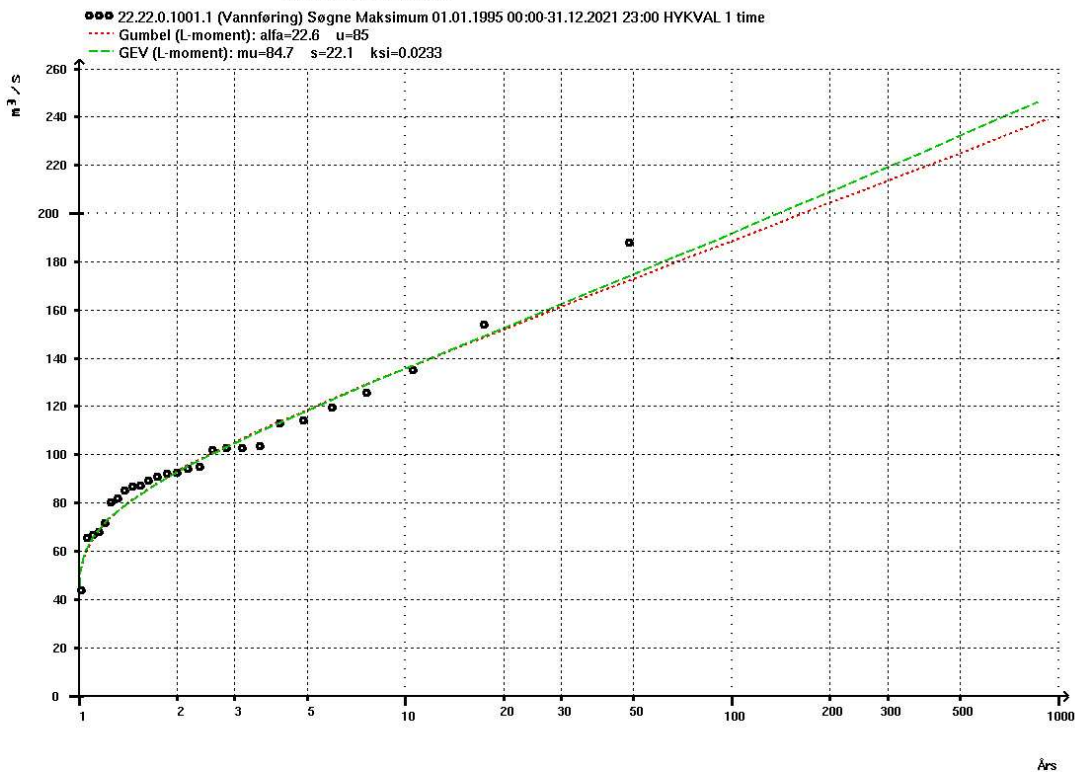
Maksimumsanalyse

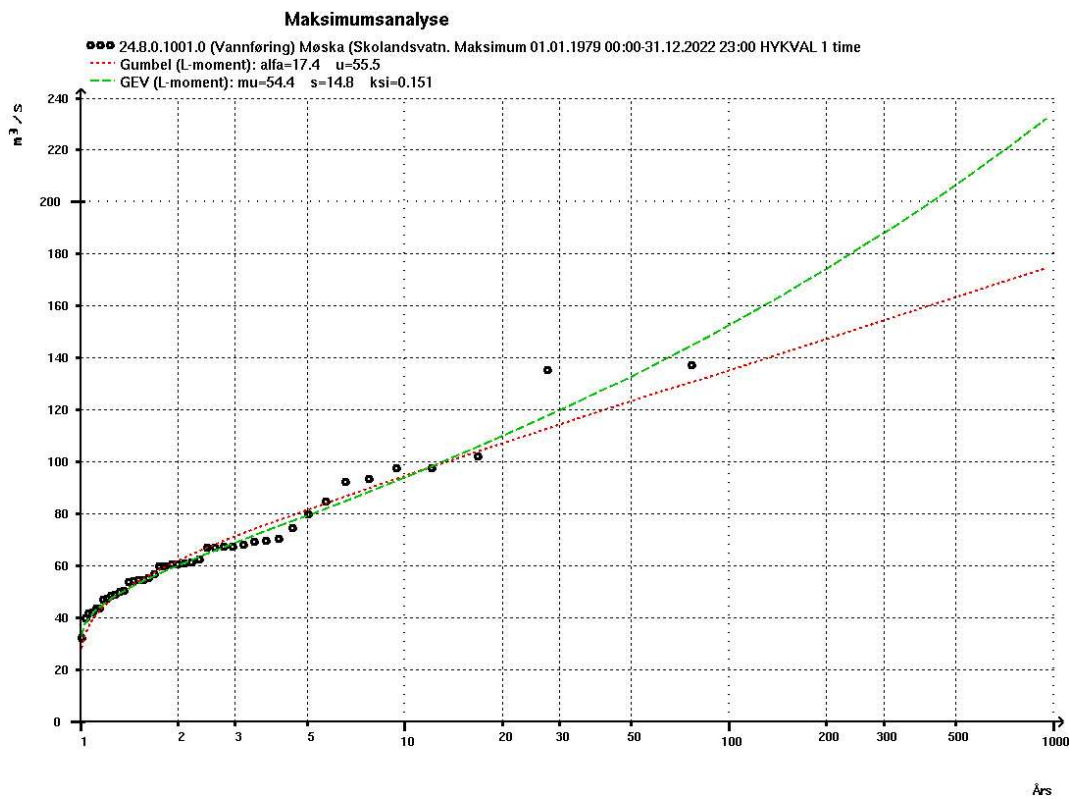
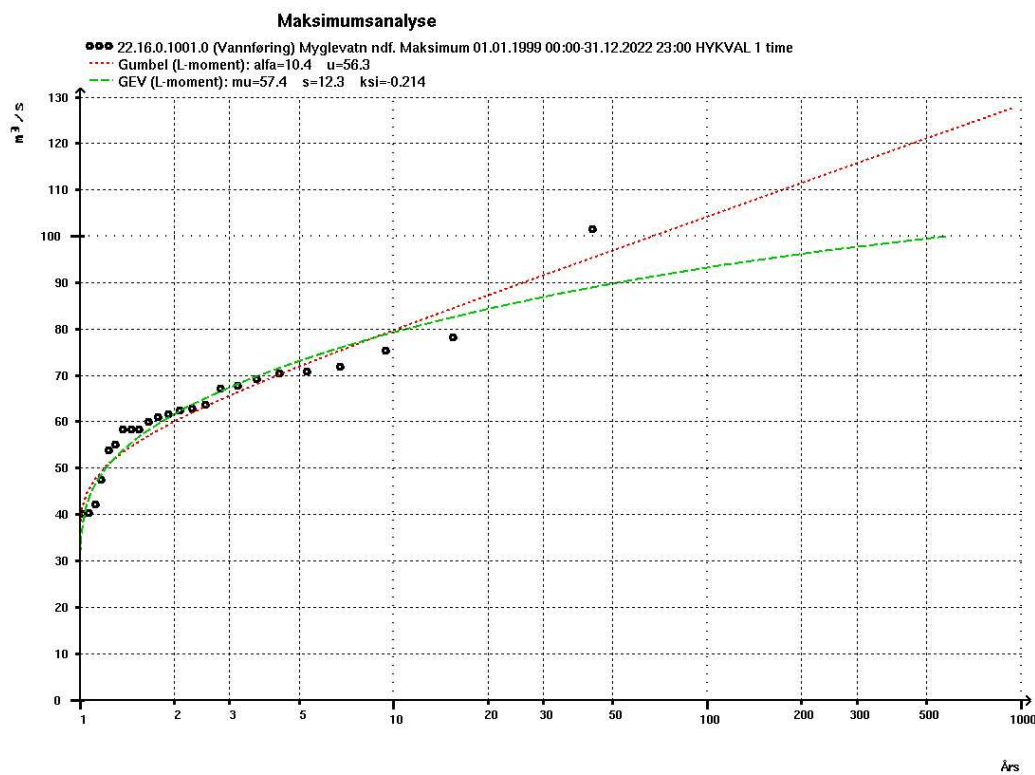


Maksimumsanalyse



Maksimumsanalyse

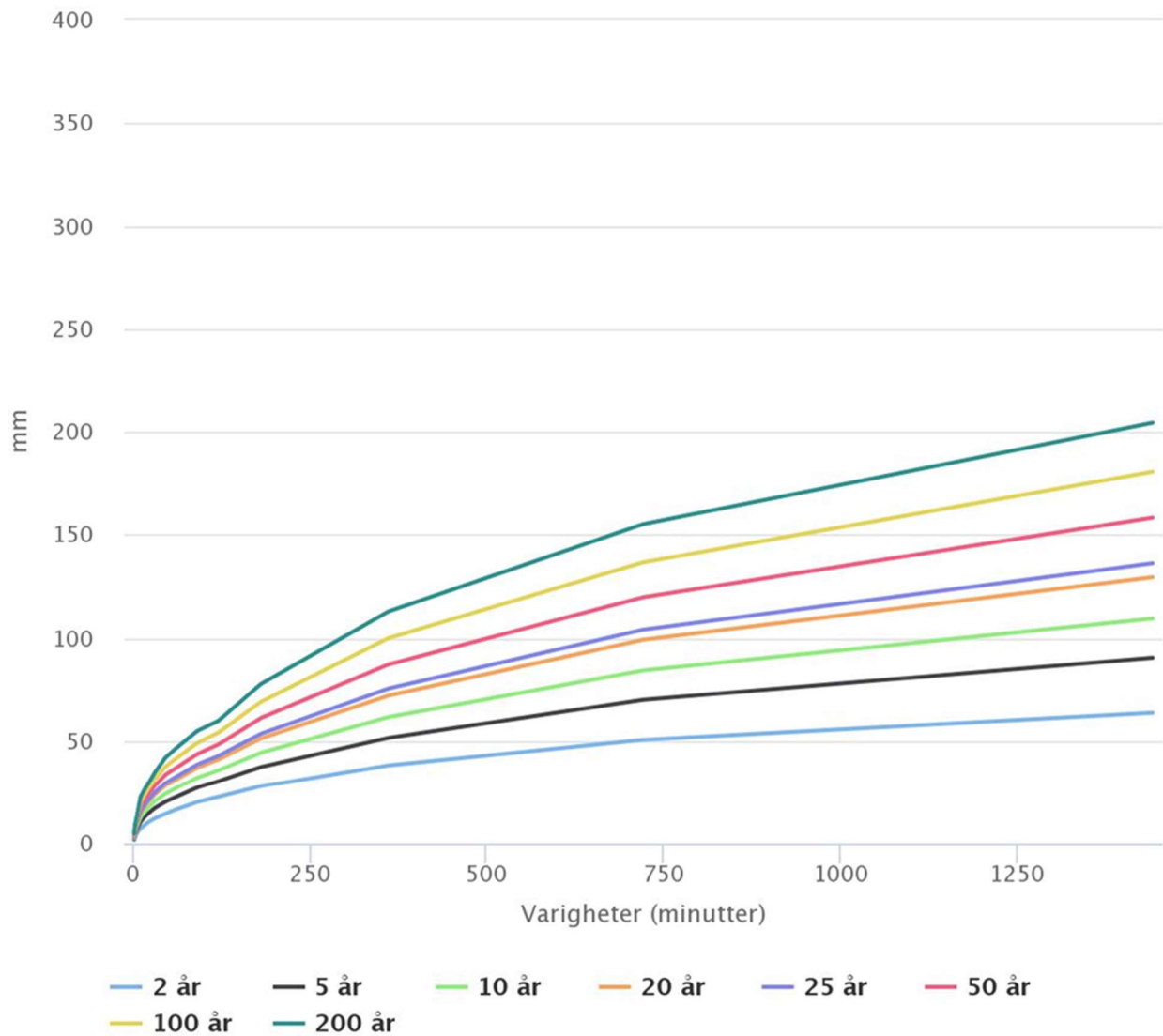




Vedlegg 5: IVF kurver

IVF-verdier for Kristiansand – Sømskleiva (SN39150),

Data fra 1974 – 2021, 34 ses. Oppdatert 31.12.2021.



Kvalitetsklasse: God (1)

Alle tilgjengelige varigheter

mm



IVF-verdier for Kristiansand - Sømskleiva (SN39150),

Data fra 1974 - 2021, 34 ses. Oppdatert 31.12.2021.

Gjentaksintervall (år)	Varigheter (minutter)															
	1	2	3	5	10	15	20	30	45	60	90	120	180	360	720	1440
2	1,5	2,7	3,6	4,9	7,1	8,6	10,0	12,0	14,2	16,3	19,9	22,4	27,6	37,9	50,4	63,5
5	2,2	3,9	5,1	7,0	10,4	12,5	14,2	17,0	20,0	22,4	26,9	30,2	37,2	51,3	69,8	90,2
10	2,6	4,7	6,1	8,4	12,7	15,0	16,9	20,4	23,9	26,7	31,9	35,5	44,1	61,4	84,1	109,2
20	3,0	5,6	7,1	9,6	14,9	17,4	19,6	23,5	27,9	30,9	36,8	40,8	51,1	71,9	99,0	129,3
25	3,1	5,8	7,4	10,0	15,6	18,2	20,5	24,5	29,2	32,3	38,4	42,6	53,3	75,3	103,9	136,1
50	3,6	6,7	8,4	11,2	17,7	20,8	23,2	27,8	33,3	36,7	43,5	48,2	61,0	87,0	119,6	158,2
100	4,0	7,6	9,4	12,3	20,1	23,2	25,8	31,1	37,4	41,3	48,9	53,9	68,9	99,7	136,5	180,5
200	4,4	8,5	10,3	13,5	22,5	25,6	28,5	34,4	41,7	46,3	54,7	59,7	77,5	112,6	155,1	204,2

Last ned tabell

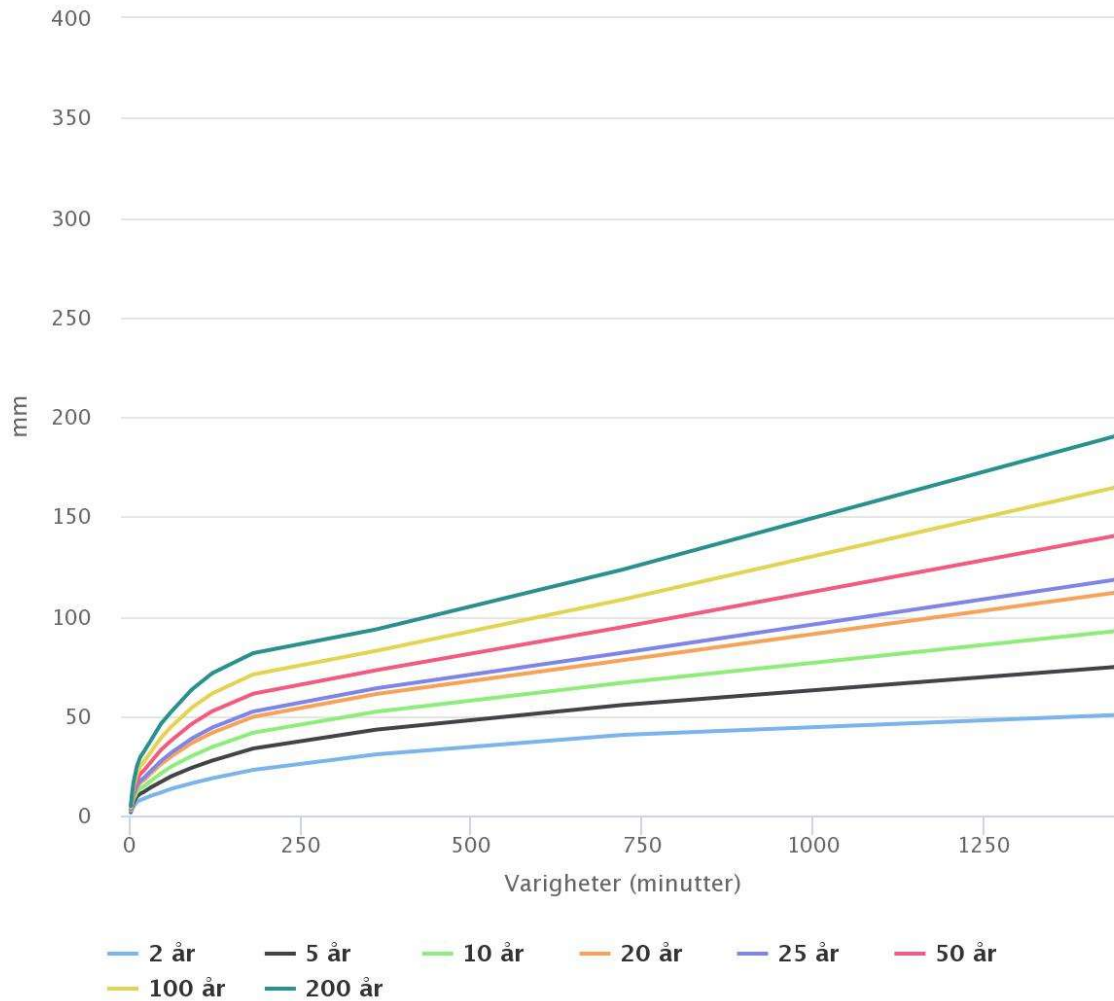
Del

KLIMAPÅSLAG

Data er gyldig per 25.01.2023 (CC BY 4.0), Meteorologisk institutt (MET)

IVF-verdier for Grimstad – Hia (SN38130),

Data fra 1974 – 1997, 21 ses. Oppdatert 31.12.2021.



Kvalitetsklasse: Svært usikker (3)

Alle tilgjengelige varigheter

mm



IVF-verdier for Grimstad - Hia (SN38130).

Data fra 1974 - 1997, 21 ses. Oppdatert 31.12.2021.

Gjentaksintervall (år)	Varigheter (minutter)															
	1	2	3	5	10	15	20	30	45	60	90	120	180	360	720	1440
2	1,4	2,4	3,2	4,6	6,8	7,8	8,4	9,9	11,5	13,4	16,2	18,7	22,9	30,7	40,5	50,4
5	2,0	3,4	4,6	6,6	9,6	11,0	11,8	14,0	16,9	19,7	23,9	27,6	33,6	43,1	55,4	74,5
10	2,4	4,1	5,6	8,2	11,8	13,6	14,6	17,3	21,1	24,5	29,8	34,4	41,6	52,1	66,6	92,5
20	2,9	5,0	6,7	9,9	14,3	16,5	17,7	21,0	25,7	29,6	36,3	41,5	49,5	61,0	77,9	111,8
25	3,0	5,2	7,1	10,4	15,1	17,6	18,8	22,3	27,3	31,5	38,6	44,1	52,2	63,8	81,6	118,3
50	3,6	6,2	8,3	12,3	17,9	21,0	22,5	26,7	32,9	37,6	45,9	52,3	61,1	72,9	94,5	140,3
100	4,1	7,2	9,8	14,4	21,0	25,0	26,9	31,7	38,9	44,5	54,1	61,2	70,8	82,6	108,3	164,5
200	4,8	8,4	11,5	16,6	24,7	29,5	32,0	37,5	45,9	52,0	63,1	71,4	81,5	93,4	123,3	190,2

Last ned tabell

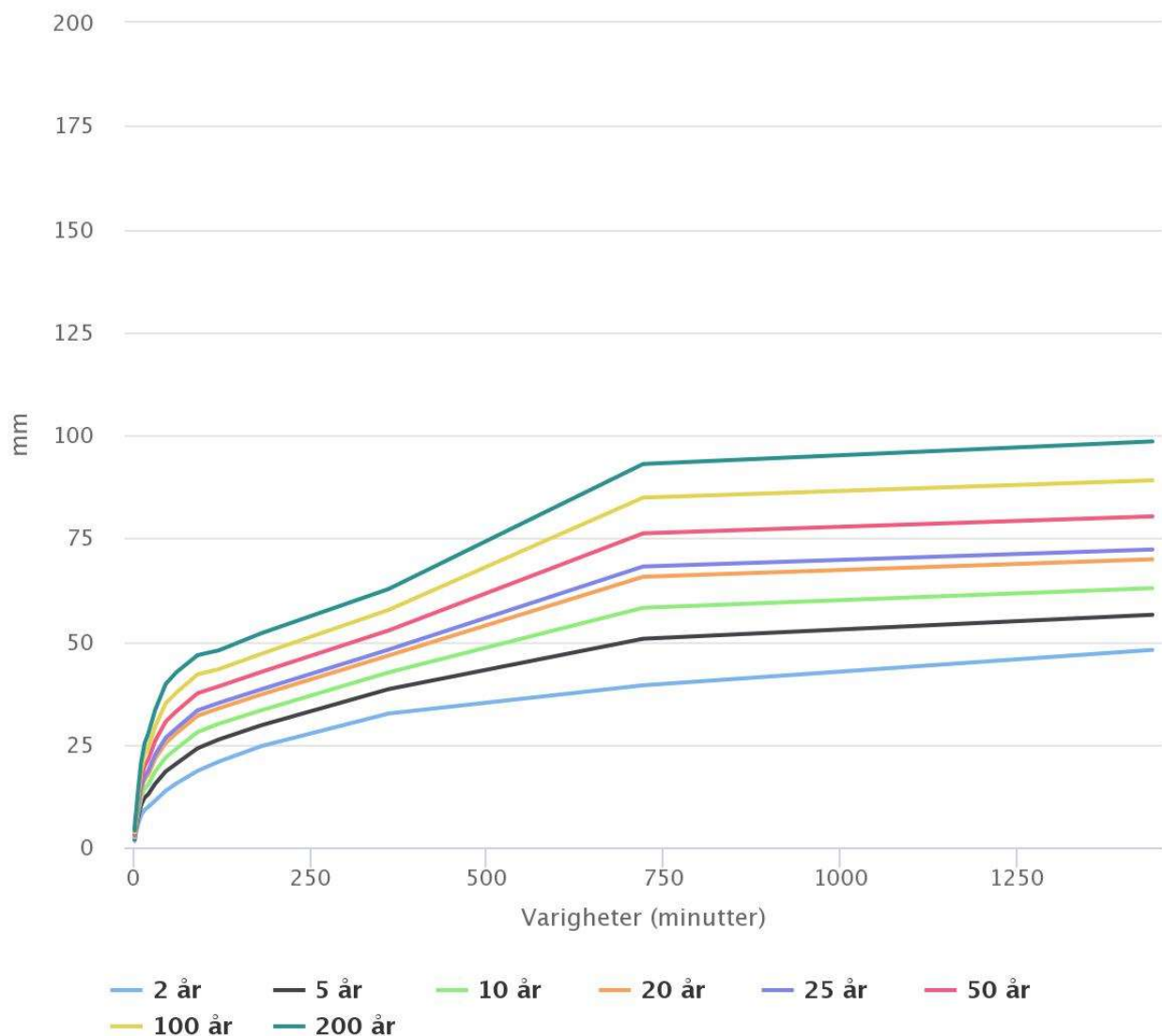
Del

KLIMAPÅSLAG

Data er gyldig per 25.01.2023 (CC BY 4.0), Meteorologisk institutt (MET)

IVF-verdier for Mandal III (SN41090),

Data fra 2009 – 2021, 11 ses. Oppdatert 31.12.2021.



Kvalitetsklasse: Svært usikker (3)

Alle tilgjengelige varigheter

mm



IVF-verdier for Mandal III (SN41090).

Data fra 2009 - 2021, 11 ses. Oppdatert 31.12.2021.

Gjentaksintervall (år)	Varigheter (minutter)															
	1	2	3	5	10	15	20	30	45	60	90	120	180	360	720	1440
2	1,5	2,8	3,6	5,2	7,7	9,1	9,8	11,3	13,7	15,5	18,5	20,8	24,5	32,4	39,3	47,9
5	2,0	3,6	4,6	6,6	10,2	12,1	12,8	15,4	18,4	20,3	24,0	26,2	29,6	38,4	50,6	56,4
10	2,4	4,2	5,3	7,7	11,9	14,3	15,1	18,4	21,8	23,9	28,0	30,0	33,2	42,4	58,1	62,9
20	2,7	4,8	6,0	8,7	13,8	16,5	17,6	21,5	25,3	27,7	31,9	33,7	37,1	46,5	65,6	69,9
25	2,8	5,0	6,2	9,0	14,4	17,3	18,4	22,5	26,6	28,9	33,2	35,0	38,3	47,9	68,1	72,2
50	3,2	5,7	6,9	10,1	16,3	19,7	21,1	25,8	30,5	33,0	37,4	39,0	42,5	52,6	76,2	80,3
100	3,7	6,4	7,6	11,1	18,3	22,5	24,1	29,3	35,0	37,5	42,0	43,2	46,9	57,6	84,8	89,0
200	4,1	7,1	8,3	12,2	20,5	25,2	27,4	33,3	39,6	42,4	46,6	47,8	51,9	62,6	93,0	98,4

Last ned tabell

Del

KLIMAPÅSLAG

Data er gyldig per 30.01.2023 (CC BY 4.0), Meteorologisk institutt (MET)

► Overvannsberegninger Rv9 Hornskilen

1 Overvannsberegning – Nedslagsfelt N023

Nedslagsfelt/betraktningpunkt: **N023**
 Gjentakintervall: **200** år

Beregning tilrenningstid:	
Lengde nedslagsfelt:	1170 m
Kotehøyde høyeste punkt:	346 m
Kotehøyde betraktningpunkt:	168 m
Effektiv sjø (%):	0,0 %
Tilrenningstid:	53 min
(Evt. overstyring tilrenningstid)	0 min

(Vegvesenets formel i H018 lagt til grunn:
 $tc=0,6*L^{(-0,5)} + 3000*Ase$)

Beregning nedbørsintensitet:	
Laveste varighet:	45
Intensitet for lav varighet:	154,6
Høyeste varighet:	60
Intensitet for høy varighet:	128,5
Nedbørsintensitet:	141,3

Klimafaktor	1,40
Justeringsfaktor for avr. koeff	1,10

Arealfordeling	Areal (ha)	Avr. koeff.	Avr. just.	Kommentar
Skog	43,4	0,20	0,22	
gressfalter	0,0	0,20	0,22	
	0,0	0,00	0,00	
	0,0	0,00	0,00	
	0,0	0,00	0,00	
	0,0	0,80	0,88	
Totalareal	43,42	0,20	0,22	

Spissavrenning Q_{spiss} :	1890 l/s
------------------------------	-----------------

Ar/varighet	1	2	3	5	10	15	20	30	45	60	90	120	180	360	720	1440
2	251,1	221,4	198,3	164,8	118,8	95,9	83,1	66,7	52,6	45,3	36,8	31,2	25,6	17,6	11,7	7,4
5	358,6	322,5	284,3	233,2	173,6	138,4	118	94,4	74,2	62,1	49,8	41,9	34,4	23,8	16,2	10,4
10	430,2	393	340,2	278,8	211,3	166,2	141,2	113,2	88,7	74	59	49,3	40,9	28,4	19,5	12,6
20	502	463,8	393,9	320	247,7	193,5	163,7	130,7	103,5	85,9	68,1	56,7	47,3	33,3	22,9	15
25	524,1	485,9	411,2	333,2	259,7	202,3	170,7	136,3	108,2	89,7	71	59,1	49,4	34,8	24	15,7
50	594,7	557,8	465,9	372,4	295,4	230,6	193,1	154,7	123,5	102	80,5	66,9	56,5	40,3	27,7	18,3
100	668,4	632,9	521	411,6	334,7	257,7	215,1	172,8	138,4	114,7	90,5	74,9	63,8	46,2	31,6	20,9
200	740,6	708,5	574	450,1	375,2	284,6	237,7	190,9	154,6	128,5	101,3	82,9	71,8	52,1	35,9	23,6

2 Overvannsberegning – Nedslagsfelt N045

Nedslagsfelt/betraktningpunkt: N045
 Gjentakintervall: 200 år

Beregning tilrenningstid:	
Lengde nedslagsfelt:	186 m
Kotehøyde høyeste punkt:	264 m
Kotehøyde betraktningpunkt:	170 m
Effektiv sjø (%):	0,0 %
Tilrenningstid:	12 min
(Evt. overstyring tilrenningstid)	0 min

(Vegvesenets formel i H018 lagt til grunn:
 $t_c = 0,6 * L * H^{-0,5} + 3000 * A_{se}$)

Beregning nedbørsintensitet:	
Laveste varighet:	10
Intensitet for lav.varighet:	375,2
Høyeste varighet:	15
Intensitet for høy.varighet:	284,6
Nedbørsintensitet:	347,8

Klimafaktor	1,40
Justeringsfaktor for avr. koeff	1,10

Arealfordeling	Areal (ha)	Avr.koeff.	Avr. just.	Kommentar
Skog	2,7	0,20	0,22	
gressfalter	0,0	0,20	0,22	
	0,0	0,00	0,00	
	0,0	0,00	0,00	
	0,0	0,00	0,00	
	0,0	0,80	0,88	
Totalareal	2,65	0,20	0,22	

Spissavrenning Q_{spiss} :	284 l/s
------------------------------	---------

År/varighet	1	2	3	5	10	15	20	30	45	60	90	120	180	360	720	1440
2	251,1	221,4	198,3	164,8	118,8	95,9	83,1	66,7	52,6	45,3	36,8	31,2	25,6	17,6	11,7	7,4
5	358,6	322,5	284,3	233,2	173,6	138,4	118	94,4	74,2	62,1	49,8	41,9	34,4	23,8	16,2	10,4
10	430,2	393	340,2	278,8	211,3	166,2	141,2	113,2	88,7	74	59	49,3	40,9	28,4	19,5	12,6
20	502	463,8	393,9	320	247,7	193,5	163,7	130,7	103,5	85,9	68,1	56,7	47,3	33,3	22,9	15
25	524,1	485,9	411,2	333,2	259,7	202,3	170,7	136,3	108,2	89,7	71	59,1	49,4	34,8	24	15,7
50	594,7	557,8	465,9	372,4	295,4	230,6	193,1	154,7	123,5	102	80,5	66,9	56,5	40,3	27,7	18,3
100	668,4	632,9	521	411,6	334,7	257,7	215,1	172,8	138,4	114,7	90,5	74,9	63,8	46,2	31,6	20,9
200	740,6	708,5	574	450,1	375,2	284,6	237,7	190,9	154,6	128,5	101,3	82,9	71,8	52,1	35,9	23,6

3 Overvannsberegning – Nedslagsfelt N060

Nedslagsfelt/betrakningspunkt: N060
 Gjentakintervall: 200 år

Beregning tilrenningstid:	
Lengde nedslagsfelt:	140 m
Kotehøyde høyeste punkt:	260 m
Kotehøyde betrakningspunkt:	170 m
Effektiv sjø (%):	0,0 %
Tilrenningstid:	9 min
(Evt. overstyring tilrenningstid)	0 min

(Vegvesenets formel i H018 lagt til grunn:
 $t_c = 0,6 * L^{(-0,5)} + 3000 * A_{se}$)

Beregning nedbørsintensitet:	
Laveste varighet:	5
Intensitet for lav varighet:	450,1
Høyeste varighet:	10
Intensitet for høy varighet:	375,2
Nedbørsintensitet:	392,4

Klimafaktor	1,40
Justeringsfaktor for avr. koeff	1,10

Arealfordeling	Areal (ha)	Avr. koeff.	Avr. just.	Kommentar
Skog	3,1	0,20	0,22	
gressfalter	0,0	0,20	0,22	
	0,0	0,00	0,00	
	0,0	0,00	0,00	
	0,0	0,00	0,00	
	0,0	0,80	0,88	
Totalareal	3,07	0,20	0,22	

Spissavrenning Q_{spiss} :	371 l/s
------------------------------	---------

År/varighet	1	2	3	5	10	15	20	30	45	60	90	120	180	360	720	1440
2	251,1	221,4	198,3	164,8	118,8	95,9	83,1	66,7	52,6	45,3	36,8	31,2	25,6	17,6	11,7	7,4
5	358,6	322,5	284,3	233,2	173,6	138,4	118	94,4	74,2	62,1	49,8	41,9	34,4	23,8	16,2	10,4
10	430,2	393	340,2	278,8	211,3	166,2	141,2	113,2	88,7	74	59	49,3	40,9	28,4	19,5	12,6
20	502	463,8	393,9	320	247,7	193,5	163,7	130,7	103,5	85,9	68,1	56,7	47,3	33,3	22,9	15
25	524,1	485,9	411,2	333,2	259,7	202,3	170,7	136,3	108,2	89,7	71	59,1	49,4	34,8	24	15,7
50	594,7	557,8	465,9	372,4	295,4	230,6	193,1	154,7	123,5	102	80,5	66,9	56,5	40,3	27,7	18,3
100	668,4	632,9	521	411,6	334,7	257,7	215,1	172,8	138,4	114,7	90,5	74,9	63,8	46,2	31,6	20,9
200	740,6	708,5	574	450,1	375,2	284,6	237,7	190,9	154,6	128,5	101,3	82,9	71,8	52,1	35,9	23,6

4 Overvannsberegning – Nedslagsfelt N107

Nedslagsfelt/betraktningpunkt: N107
 Gjentakintervall: 200 år

Beregning tilrenningstid:	
Lengde nedslagsfelt:	650 m
Kot høyde høyeste punkt:	260 m
Kot høyde betraktningpunkt:	170 m
Effektiv sjø (%):	0,0 %
Tilrenningstid:	41 min
(Evt. overstyring tilrenningstid)	0 min

(Vegvesenets formel i H018 lagt til grunn:
 $tc=0,6*L*H^{(-0,5)} + 3000*Ase$)

Beregning nedbørsintensitet:	
Laveste varighet:	30
Intensitet for lav varighet:	190,9
Høyeste varighet:	45
Intensitet for høy varighet:	154,6
Nedbørsintensitet:	164,0

Klimafaktor	1,40
Justeringsfaktor for avr. koeff	1,10

Arealfordeling	Areal (ha)	Avr. koeff.	Avr. just.	Kommentar
Skog	6,1	0,20	0,22	
gressfalter	0,0	0,20	0,22	
	0,0	0,00	0,00	
	0,0	0,00	0,00	
	0,0	0,00	0,00	
	0,0	0,80	0,88	
Totalareal	6,12	0,20	0,22	

Spissavrenning Q_{spiss} :	309 l/s
------------------------------	---------

Årvarighet	1	2	3	5	10	15	20	30	45	60	90	120	180	360	720	1440
2	251,1	221,4	198,3	164,8	118,8	95,9	83,1	66,7	52,6	45,3	36,8	31,2	25,6	17,6	11,7	7,4
5	358,6	322,5	284,3	233,2	173,6	138,4	118	94,4	74,2	62,1	49,8	41,9	34,4	23,8	16,2	10,4
10	430,2	393	340,2	278,8	211,3	166,2	141,2	113,2	88,7	74	59	49,3	40,9	28,4	19,5	12,6
20	502	463,8	393,9	320	247,7	193,5	163,7	130,7	103,5	85,9	68,1	56,7	47,3	33,3	22,9	15
25	524,1	485,9	411,2	333,2	259,7	202,3	170,7	136,3	108,2	89,7	71	59,1	49,4	34,8	24	15,7
50	594,7	557,8	465,9	372,4	295,4	230,6	193,1	154,7	123,5	102	80,5	66,9	56,5	40,3	27,7	18,3
100	668,4	632,9	521	411,6	334,7	257,7	215,1	172,8	138,4	114,7	90,5	74,9	63,8	46,2	31,6	20,9
200	740,6	708,5	574	450,1	375,2	284,6	237,7	190,9	154,6	128,5	101,3	82,9	71,8	52,1	35,9	23,6

5 Overvannsberegning – Nedslagsfelt N136

Nedslagsfelt/betraktningpunkt: N136
 Gjentakintervall: 200 år

Beregning tilrenningstid:	
Lengde nedslagsfelt:	900 m
Kotehøyde høyeste punkt:	305 m
Kotehøyde betraktningpunkt:	178 m
Effektiv sjø (%):	0,0 %
Tilrenningstid:	48 min
(Evt. overstyring tilrenningstid)	0 min

(Vegvesenets formel i H018 lagt til grunn:
 $tc=0,6*L^{0,5}+3000*Ase$)

Beregning nedbørsintensitet:	
Laveste varighet:	45
Intensitet for lav varighet:	154,6
Høyeste varighet:	60
Intensitet for høy varighet:	128,5
Nedbørsintensitet:	149,5

Klimafaktor	1,40
Justeringsfaktor for avr. koeff	1,10

Arealfordeling	Areal (ha)	Avr. koeff.	Avr. just.	Kommentar
Skog	10,0	0,20	0,22	
gressfalter	0,0	0,20	0,22	
	0,0	0,00	0,00	
	0,0	0,00	0,00	
	0,0	0,00	0,00	
	0,0	0,80	0,88	
Totalareal	10	0,20	0,22	

Spissavrenning Q_{spiss} :	461 l/s
------------------------------	---------

År/varighet	1	2	3	5	10	15	20	30	45	60	90	120	180	360	720	1440
2	251,1	221,4	198,3	164,8	118,8	95,9	83,1	66,7	52,6	45,3	36,8	31,2	25,6	17,6	11,7	7,4
5	358,6	322,5	284,3	233,2	173,6	138,4	118	94,4	74,2	62,1	49,8	41,9	34,4	23,8	16,2	10,4
10	430,2	393	340,2	278,8	211,3	166,2	141,2	113,2	88,7	74	59	49,3	40,9	28,4	19,5	12,6
20	502	463,8	393,9	320	247,7	193,5	163,7	130,7	103,5	85,9	68,1	56,7	47,3	33,3	22,9	15
25	524,1	485,9	411,2	333,2	259,7	202,3	170,7	136,3	108,2	89,7	71	59,1	49,4	34,8	24	15,7
50	594,7	557,8	465,9	372,4	295,4	230,6	193,1	154,7	123,5	102	80,5	66,9	56,5	40,3	27,7	18,3
100	668,4	632,9	521	411,6	334,7	257,7	215,1	172,8	138,4	114,7	90,5	74,9	63,8	46,2	31,6	20,9
200	740,6	708,5	574	450,1	375,2	284,6	237,7	190,9	154,6	128,5	101,3	82,9	71,8	52,1	35,9	23,6

6 Overvannsberegning – Nedslagsfelt N180

Nedslagsfelt/betraktningpunkt: N180
 Gjentakintervall: 200 år

Beregning tilrenningstid:

Lengde nedslagsfelt: 1030 m
 Kotehøyde høyeste punkt: 328 m
 Kotehøyde betraktningpunkt: 177 m
 Effektiv sjø (%): 4,0 %

Tilrenningstid: 170 min
 (Evt. overstyring tilrenningstid) 0 min

(Vegvesenets formel i H018 lagt til grunn:
 $tc=0,6*L*H^{-0,5} + 3000*Ase$)

Beregning nedbørsintensitet:

Laveste varighet: 120
 Intensitet for lav varighet: 53,5
 Høyeste varighet: 180
 Intensitet for høy varighet: 42,8
 Nedbørsintensitet: 44,5

Klimafaktor 1,40
 Justeringsfaktor for avr. koeff 1,10

Arealfordeling	Areal (ha)	Avr.koeff.	Avr. just.	Kommentar
Skog	87,0	0,20	0,22	
gressfalter	0,0	0,20	0,22	
	0,0	0,00	0,00	
	0,0	0,00	0,00	
	0,0	0,00	0,00	
	0,0	0,80	0,88	
Totalareal	87	0,20	0,22	

Spissavrenning Q_{spiss} : 1193 l/s

År/varighet	1	2	3	5	10	15	20	30	45	60	90	120	180	360	720	1440
2	251,1	221,4	198,3	164,8	118,8	95,9	83,1	66,7	52,6	45,3	36,8	31,2	25,6	17,6	11,7	7,4
5	358,6	322,5	284,3	233,2	173,6	138,4	118	94,4	74,2	62,1	49,8	41,9	34,4	23,8	16,2	10,4
10	430,2	393	340,2	278,8	211,3	166,2	141,2	113,2	88,7	74	59	49,3	40,9	28,4	19,5	12,6
20	502	463,8	393,9	320	247,7	193,5	163,7	130,7	103,5	85,9	68,1	56,7	47,3	33,3	22,9	15
25	524,1	485,9	411,2	333,2	259,7	202,3	170,7	136,3	108,2	89,7	71	59,1	49,4	34,8	24	15,7
50	594,7	557,8	465,9	372,4	295,4	230,6	193,1	154,7	123,5	102	80,5	66,9	56,5	40,3	27,7	18,3
100	668,4	632,9	521	411,6	334,7	257,7	215,1	172,8	138,4	114,7	90,5	74,9	63,8	46,2	31,6	20,9
200	740,6	708,5	574	450,1	375,2	284,6	237,7	190,9	154,6	128,5	101,3	82,9	71,8	52,1	35,9	23,6

B01	2023-03-15	For Bruk	VeBSk	ThGun	VeBSk
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.

Vedlegg 3
52209795_Mengdeberegning Rv9 Hornskilen

Volumrapport
 Model: f_prosjektert-OV

Korreksjonsfaktorer

Løsmasse	1,00
Fjell	1,40
Tilbakefylling	1,10

Trasé	Profil		Lengde (m)	Utgraving (m³)	Sprengning (m³)	Geotekstil (m²)	Fundament (m³)	Omfillingsmasser (m³)	Tilbakefyllingsmasser (m³)	Overskudd (m³)
	Start	Slutt								
Grand Total:				1 558,47	1 695,20	61,38	270,04	775,61	1 328,69	
SR086 Ø2000	0,00	43,30	43,30	0,00	567,54	508,52	8,66	129,66	168,10	609,64
SR023 Ø800	0,00	19,03	19,03	0,00	45,09	96,13	5,55	3,12	0,00	63,12
SR060 Ø600	0,00	38,74	38,74	0,00	46,84	187,99	8,47	23,86	57,42	2,41
SR045 Ø600	0,00	21,62	21,62	0,00	45,41	103,96	4,70	11,80	15,07	46,99
SR107 Ø600	0,00	52,13	52,13	0,00	420,52	267,07	11,33	43,91	324,37	231,91
SR136 Ø600	0,00	28,65	28,65	0,00	42,33	130,65	6,23	12,11	4,91	53,87
SR180 Ø600	0,00	49,14	49,14	0,00	297,46	241,81	10,66	33,35	191,08	206,26
SR006 Ø1200	0,00	14,75	14,75	0,00	81,06	115,14	4,08	16,16	14,65	97,36
SR016 Ø1400	0,00	6,97	6,97	0,00	12,23	43,92	1,70	-3,93	0,00	17,12

Rørmengder
 Model: f_prosjektert-OV

Ledningsstrekning		Rør				Kote		Lengde (m)	Fall %	Merknader
Fra	Til	Type	Materiale	Dim/Bredde	Høyde	Fra	Til			
Innløpskonstruksjon	Utløp	Stikkrenne	Betong	2000	0	173,46	170,87	43,30	-6,00	SR086
Vingemur	Utløp	Stikkrenne	Betong	800	0	168,62	168,22	19,03	-2,12	SR023
Innløp	Utløp	Stikkrenne	Betong	600	0	169,53	168,57	38,74	-2,46	SR060
Innløp	Utløp	Stikkrenne	Betong	600	0	169,22	168,43	21,62	-3,69	SR045
Innløp	Utløp	Stikkrenne	Betong	600	0	181,31	179,22	52,13	-4,00	SR107
Innløp	Utløp	Stikkrenne	Betong	600	0	188,25	187,03	28,65	-4,26	SR136
Vingemur	Utløp	Stikkrenne	Betong	600	0	176,00	175,21	49,14	-1,60	SR180
Vingemur	Utløp	Stikkrenne	Betong	1200	0	170,54	170,33	14,75	-1,43	SR006
Vingemur	Utløp	Stikkrenne	Betong	1400	0	169,49	169,04	6,97	-6,53	SR016

Innløpskonstruksjoner
 Model: f_prosjektert-OV

Stikkrenne	Dimensjon (innløp)	Type	Materiale	Merknader
SR086	2000	45° vingemur	Betong	Plasstøpt / byggesett
SR023	800	45° vingemur	Betong	Standard
SR180	600	45° vingemur	Betong	Standard
SR006	1200	45° vingemur	Betong	Standard
SR016	1400	45° vingemur	Betong	Standard

Erosjonssikring
 Model: f_prosjektert-OV

Trasé	Utgraving (m³)	Sprengning (m³)	Plastring (m²)	Fundament (m³)	Omfillingsmasser (m³)	Tilbakefyllings-	Overskudd (m³)	Merknader
Grand Total:	450,00	370,00	530,00	110,00	40,00		1 328,69	
SR086 Ø2000	50,00	100,00	80,00	20,00	10,00	0,00	190,00	Deler av utgraving på utløpssiden vil være undervannsgraving.
SR023 Ø800	50,00	50,00	60,00	12,00	5,00	0,00	120,00	
SR060 Ø600	25,00	25,00	50,00	10,00	0,00	0,00	60,00	
SR045 Ø600	25,00	25,00	50,00	10,00	0,00	0,00	60,00	
SR107 Ø600	15,00	15,00	20,00	4,00	0,00	0,00	36,00	
SR136 Ø600	125,00	30,00	50,00	10,00	0,00	0,00	167,00	
SR180 Ø600	60,00	25,00	60,00	12,00	5,00	0,00	95,00	
SR006 Ø1200	50,00	50,00	80,00	16,00	10,00	0,00	120,00	
SR016 Ø1400	50,00	50,00	80,00	16,00	10,00	0,00	120,00	