

Hydrologinotat nedleggelse av dam Stillelva

Revisjonshistorikk

Rev	Dato	Beskrivelse av endringen	Utarbeidet av	Godkjent av
00	10.11.23	Original	Sindre Toftdahl	
01	29.08.24	Revisjon etter innhenting av bedre terrenggrunnlag	Sindre Toftdahl	Lars Skeie (HYD) / Jørgen Skei (PL)



Sammendrag

Dette notatet er en oppsummering av hydrologiske vurderinger av mulige løsninger for nedleggelse av dam Stillelva. I vurderingen er det tatt utgangspunkt i hydraulisk beregninger i både 1D og 2D. I første versjon av rapporten er det tatt utgangspunkt i en 1D modellen. Resultatene fra denne er også med i revidert versjon for de høye vannføringene ($>Q_{10}$), og til vurdering av tiltak ved kulvert. For de lave vannføringene (alminnelig lavvannføring og normalvannføring) er det presentert resultater fra en oppdatert 2D modell som benytter mer detaljert terrenggrunnlag målt opp i juni 2024. En beskrivelse av oppmåling og hydraulisk modell etter oppmåling er beskrevet i eget notat.

Modellen viser en marginal senkning av vannstanden i Toftakervatnet og Sætervatnet (8 cm), ved normalvannføring, som følge av rivningen av dammen. Videre nedover i vassdraget vil man få en betydelig senkning i vannstand, spesielt nedstrøms kulverten der man stedvis vil gå fra å ha et stille vannspeil til en elv. Endringen i avløpsflommene som følge av nedleggelsen er også marginal.

Ved en flomsituasjon vil rivning av dammen redusere vannstandsøkningen i området oppstrøms dammen marginalt. Dette fordi det er kulvertene oppstrøms dammen som er begrensende snitt. Det er marginalt med konsekvenser ved mindre flommer, men ved tidligere utført flomberegning er det vist at E6 nord for

Sætervatnet og bebyggelsen nord for kulverten kan bli berørt (Sweco, 2015). En rivning av dammen vil redusere sannsynligheten noe for at disse områdene berøres. Modellen viser at alternativ 3a, som innebærer rivning av dam og to nye kulverter i veien oppstrøms dammen (figur 2 og figur 7), forhindrer at Stillelva går over veien ved kulvertene ved større flommer. Modellen viser at tiltak her kan utformes på en måte som kompenserer for endring i vannstand oppstrøms kulverten, hvis det er ønskelig å opprettholde vannspeilet her. Den viser også at tiltak her kan ha stor betydning for avløpsflommene nedover i vassdraget, noe som bør tas inn i vurderingen av tiltak.

En nedleggelse av dammen vil gi noe økning i vannhastighetene på hele strekningen mellom Toftakervatnet og dammen (figur 10 og figur 11). Dette vil øke sannsynligheten for erosjon av elvebunn på strekning, og gjøre at vannstanden over tid ikke vil samsvare med den som er modellert.

Forutsetninger

Terreng

Til 1D modellen ble det benyttet laserdata sammen med dybder målt i enkeltpunkter målt av Multiconsult. Nøyaktigheten på denne anses som tilstrekkelig til å vurdere konsekvensene ved høye vannføringer. Til 2D modellen for «lave» vannføringer ble det i juni 2024 gjort en oppmåling av strekningen mellom Sætervatnet og dam Stillelva med ekkolodd montert på kajakk (ADCP – Acoustic Doppler Current Profiler). Modellen anses å være god, og en mer nøyaktig beskrivelse er beskrevet i eget notat.

Vannføringsverdier

Det er ingen bestemte vannføringer som er fastsatt at må kjøres, så modellen er derfor kjørt med noen ulike vannføringer som man kan anse som aktuelle. Av lave vannføringer er modellen kjørt med normalvannføring og alminnelig lavvannføring. Begge verdiene ble hentet fra Nevina. For de høyere vannføringene er det noe usikkert hva som er ønskelig å benytte til dimensjonering av nye kulverter, siden dette er en privat vei kan returperiode for flom settes av kunde. Det anbefales at dimensjonerende flomverdi tillegges en klimafaktor på 10 % som følge av forventninger til økning i flomstørrelser i fremtiden. Flomverdiene er hentet fra tidligere utført flomberegning (Sweco, 2015), som begynner å bli gammel, men det anses som det beste grunnlaget vi har. Rapporten oppgir ikke flomverdier lavere enn 500-årsflom, så flomverdiene er skalert ned med skaleringsfaktorer fra Nevina. Benyttede verdier er vist i tabell 1. Til beregning av dempningseffekten i vassdraget er det rutet et flomforløp som tar utgangspunkt i forløpet for 500-årsflom fra flomberegningen, skalert ned slik at toppen tilsvarer den gitte flommen. Vannføringen er ført inn i modellen oppstrøms Sætervatnet.

Tabell 1: Benyttede vannføringer, hentet fra flomberegning (Sweco, 2015).

Beskrivelse flom verdi	Vannføring
Alminnelig lavvannføring	0,4 m ³ /s
Normalvannføring	2,3 m ³ /s
Q _M + 10% klimafaktor	47,8 m ³ /s
Q ₁₀ + 10% klimafaktor	71,4 m ³ /s
Q ₅₀ + 10% klimafaktor	92,7 m ³ /s
Q ₂₀₀ + 10% klimafaktor	111,4 m ³ /s

Terskel

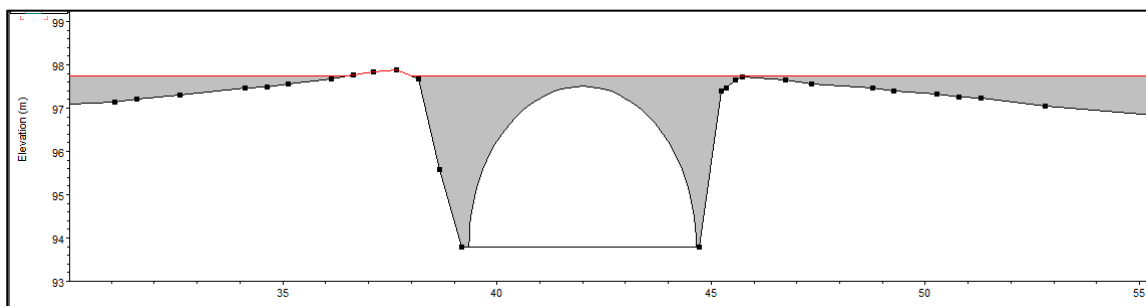
Utgangspunktet for nedleggelsen er at man ikke ønsker å ha en klassifisert dam som man må vedlikeholde. Som betingelse for et alternativ der man setter opp en terskel i kanalen eller ved kulverten for å bevare vannstanden i Toftakervatnet og Sætervatnet må denne terskelen ikke være mer omfattende enn at den vil havne i klasse 0. For å i første omgang slippe å måtte utføre en vurdering av vassdraget ned til Barduelva, legges noen betingelser som automatisk setter terskelen til klasse 0 til grunn for dimensjoneringen. I NVEs veileder *Enkel klassifisering av dammer og trykkrør* beskrives $Q_{brudd} < Q_m$ som en slik betingelse. Der Q_{brudd} kan beregnes ved et enkelt overslag og vi henter Q_m fra Nevina og RFFA-2018 for vassdraget.

Tabell 2: Grenseverdier for terskeldimensjoner som gir $Q_{brudd} < Q_m = 43,3 \text{ m}^3/\text{s}$

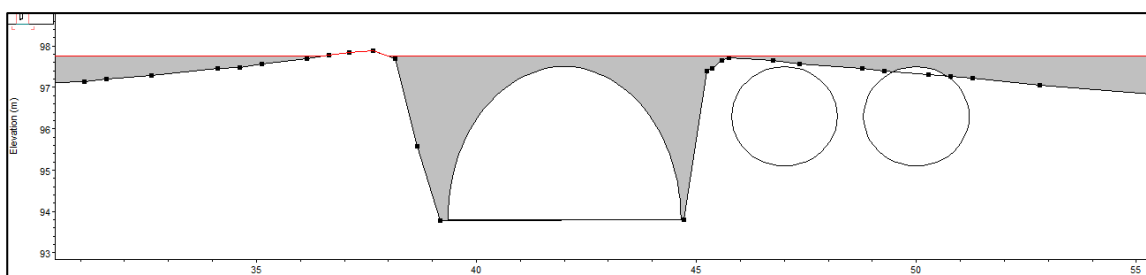
Bredde	Maks høyde
10 m	2,2 m
12 m	1,9 m
14 m	1,7 m
16 m	1,6 m
18 m	1,5 m
20 m	1,4 m
25 m	1,2 m

Kulvert

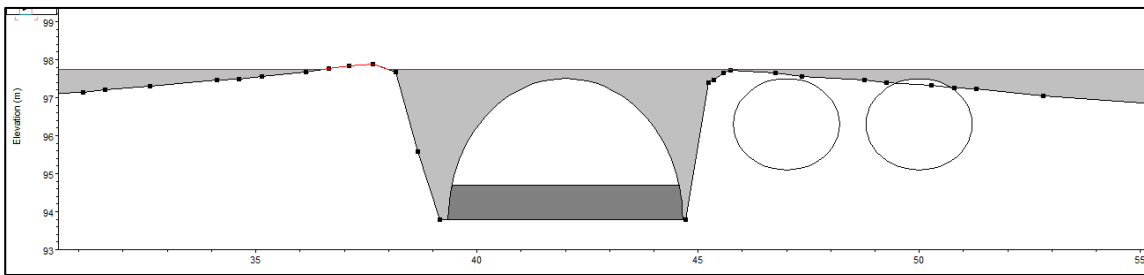
Siden det ikke er satt noen dimensjonerende flom for eventuell ny kulvert er det som et eksempel satt inn to kulverter med diameter på 2,4 meter. Dette anses som en mulig løsning. Plasseringene av høyden på innløpet til kulverten og terskelen kan justeres avhengig om man ønsker å bevare vannstand oppstrøms eller vil prioritere flomavledning. Det er her vurdert alternativer der nye kulverter er plassert med samme høyde for topp innvendig kulvert som dagens kulvert (97,5 moh., figur 2). Dette gir bunn kulvert på høyde 95,1 moh (figur 3). Topp terskel er plassert på høyde 94,7 moh. Byggbarhet og overdekning mellom kulvertene og veien må vurderes om denne løsningen er aktuell.



Figur 1: Dagens kulvert (Alt. 0, 1 og 2).



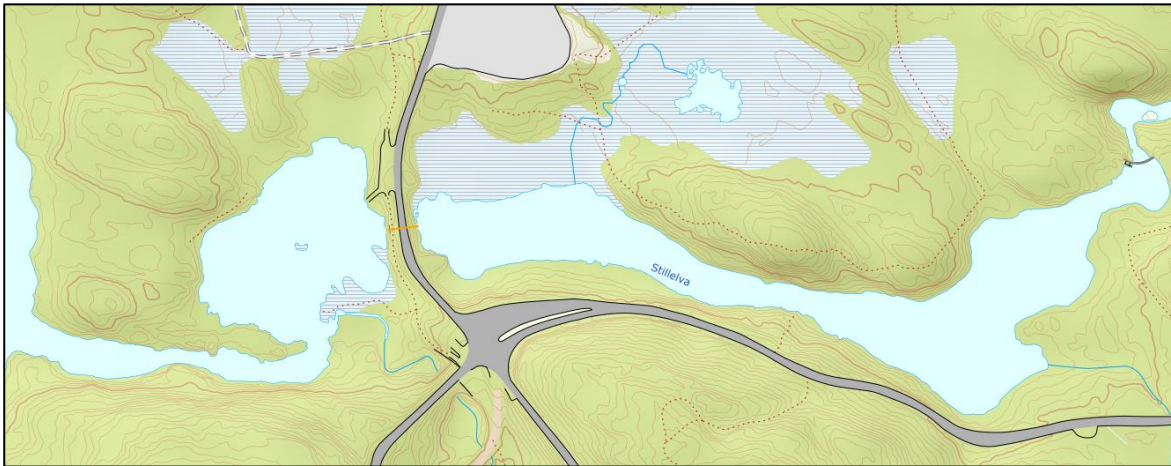
Figur 2: Dagens kulvert med to nye kulverter Ø2400mm (Alt. 3a).



Figur 3: Dagens kulvert med to nye kulverter Ø2400mm og en terskel i innløpet på eksisterende kulvert (Alt. 3b).

Ulike konfigurasjoner

Alternativ 0 – Dagens situasjon.



Figur 4: Kart over alternativ 0.

Alternativ 1 – Nedleggelse av dam.



Figur 5: Kart over alternativ 1.

Alternativ 2 – Nedleggelse av dam og terskel i utløpet av Toftakervatnet.



Figur 6: Kart over alternativ 2.

Alternativ 3 a) og b) – Nedleggelse av dam, ny kulvert under vei uten (a) og med (b) terskel i dagens kulvert.



Figur 7: Kart over alternativ 3 a) og b).

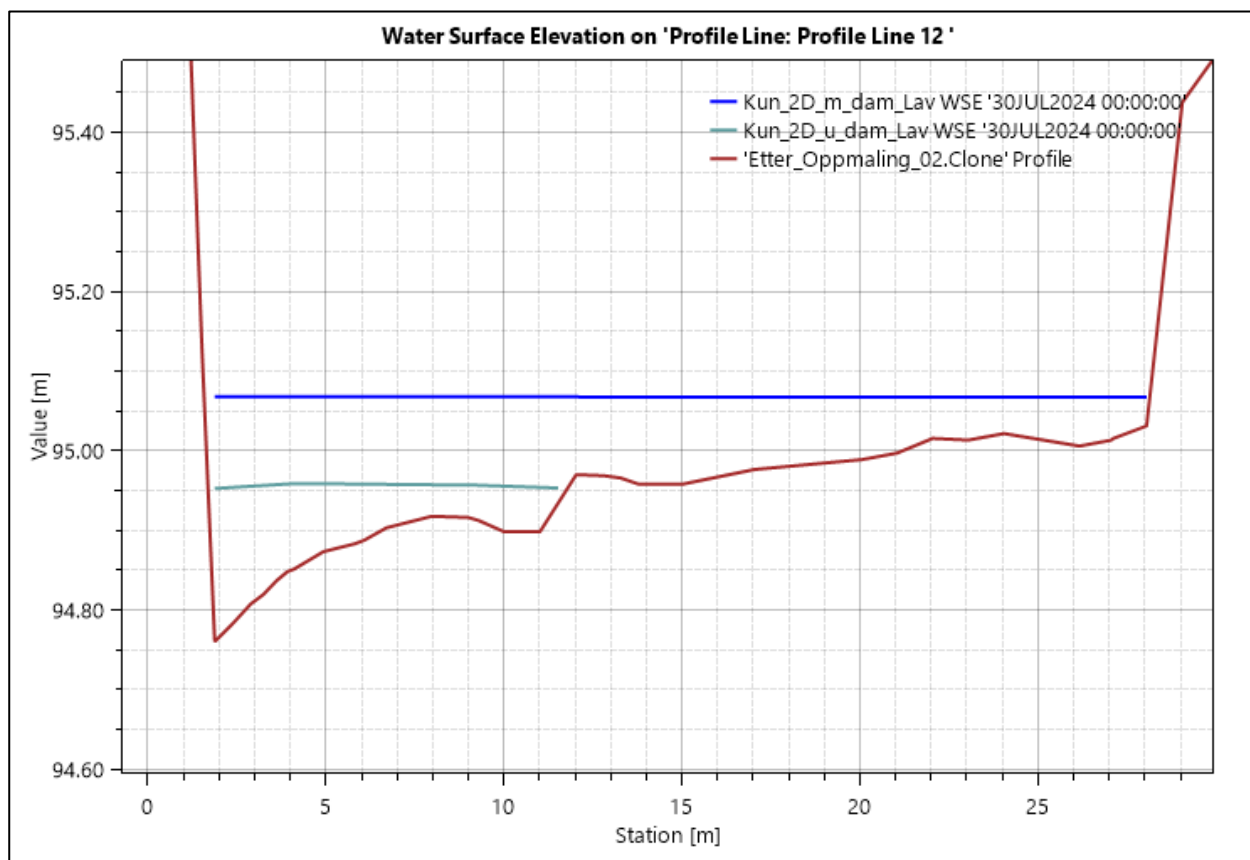
Konsekvenser ved lave vannføringer

De hydrauliske 2D beregningene utført med en oppdatert terrengmodell viser at man kan forvente en senkning av vannstand i Toftakervatnet på 7 cm ved alminnelig lavvannføring som følge av nedleggelse av dammen. Ved normalvannføring vil denne senkningen bli 8 cm. Denne trenden med økende differanse vil fortsette ved videre økende vannføringer frem til det er kulverten som blir begrensende snitt ved større flommer. Vannstanden i Sætervatnet forventes det at vil i stor grad følge vannstanden i Toftakervatnet. Ved oppmåling var forskjellen i vannstand i vannene mindre enn 10 cm.

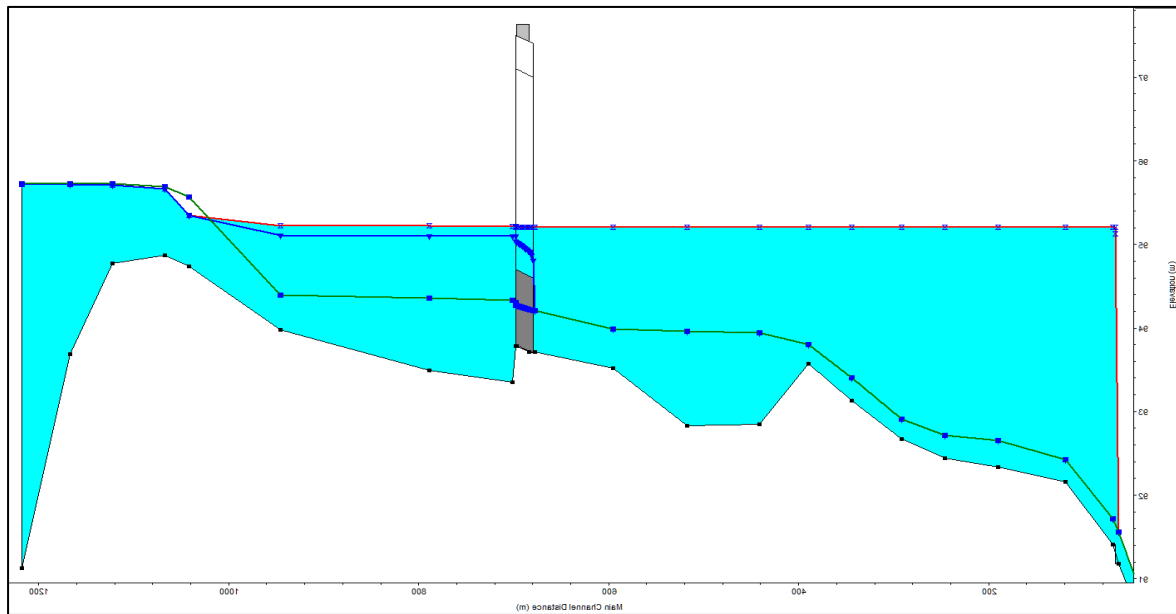
Tabell 3: Resultater av 2D beregning med en oppdatert terrengmodell.

Vannføring	Situasjon	Beregnet vannstand oppstrøms dam	Beregnet vannstand oppstrøms kulvert	Beregnet vannstand ved utløp av Toftakervatnet
Alminnelig lavvannføring (0,4 m³/s)	Dagens	95,06 moh.	95,06 moh.	95,07 moh.
	Revet dam	92,17 moh.	94,08 moh.	95,00 moh.
	Endring	-2,89 m	-0,98 m	-0,07 m
Normalvannføring (2,3 m³/s)	Dagens	95,18 moh.	95,20 moh.	95,26 moh.
	Revet dam	92,38 moh.	94,41 moh.	95,18 moh.
	Endring	-2,80 m	-0,79 m	-0,08 m

Den marginale endringen i vannstand i Toftakervatnet gjør alternativ 2 mindre aktuelt. Hvis man likevel skulle anse dette som for store konsekvenser er det mulige å legge ut grove stein som en terskel i den grunneste delen av kanalen (figur 8). Høyden på terskelen vil på det høyeste være på rundt 30 cm.



Figur 8: Vannstander ved alminnelig lavvann med og uten dam på det grunneste punkt i kanalen.

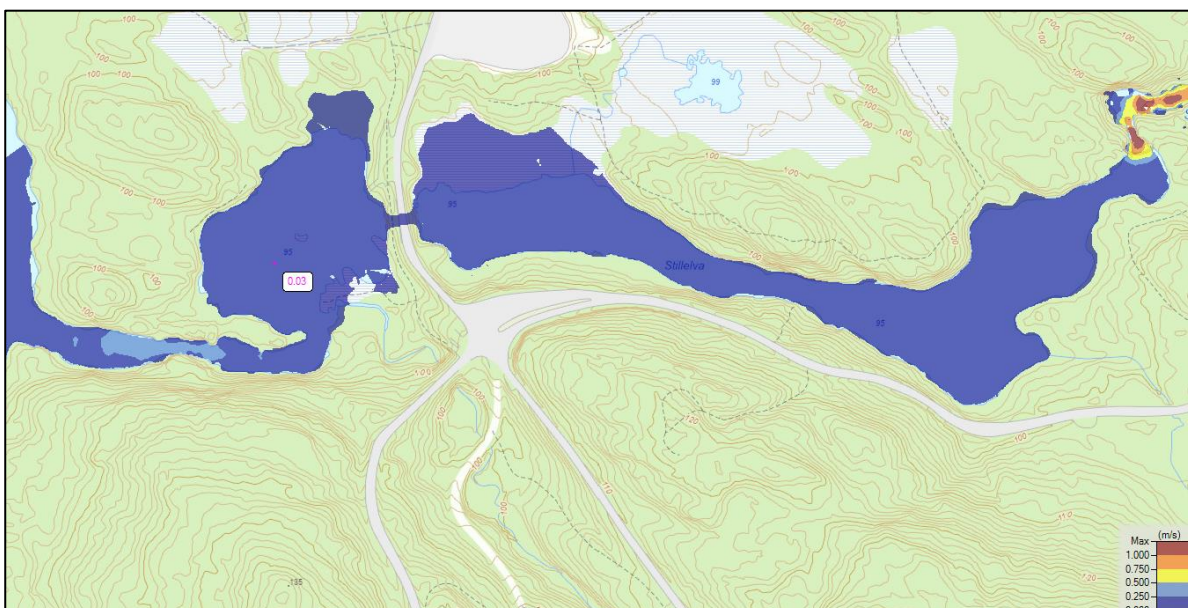


Figur 9: Vannstand ved normalvannføring, for dagens situasjon (rød), alternativ 3 a) med nye kulverter (grønn) og alternativ 3 b) med nye kulverter og terskel i kulvert (blå).

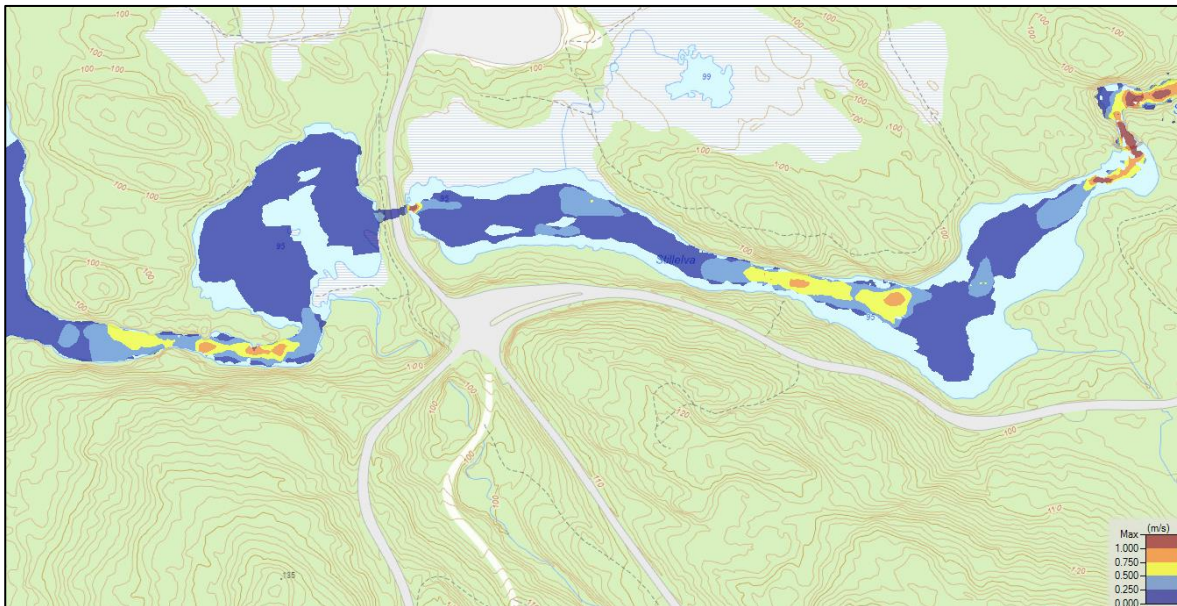
Figur 9 viser dagens situasjon sammenlignet med alternativ 3 a) og b) fra 1D modellen. Man ser her at man kan opprettholde vannstanden relativt lik dagens oppstrøms kulverten med en terskel (senkning på 12 cm). Ved å ikke ha en terskel senker man vannstanden betraktelig (senkning på 98 cm).

Vannhastigheter

Siden man etter nedleggelse av dammen ikke vil ha et fast vannspeil som vil stå hele veien fra dammen og opp til Toftakervatnet, men i større grad ha en elv, vil man få økte vannhastigheter på strekning (figur 10 og figur 11). Det er beregnet at vannhastighetene fra Toftakervatnet til området oppstrøms kulverten vil øke fra rundt 0,5 m/s til 1,0 m/s ved normalvannføring. Det vil gi økt sannsynlighet for erosjon, og gjøre at vannstanden over tid ikke vil samsvare med den som er modellert. Det kan da bli større behov for tiltak. I områdene opp og nedstrøms kulverten er vannhastighetene relativt like og man kan derfor anta liten grad av erosjon.



Figur 10: Vannhastigheter ved normalvannføring ved dagens situasjon.



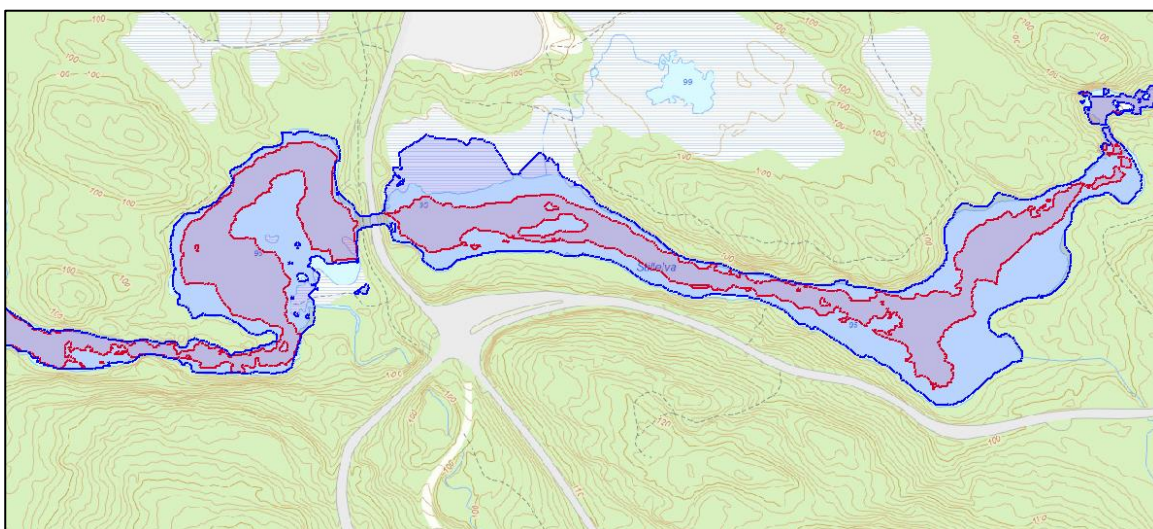
Figur 11: Vannhastigheter ved normalvannføring etter nedleggelse av dammen.

Vanndekt areal

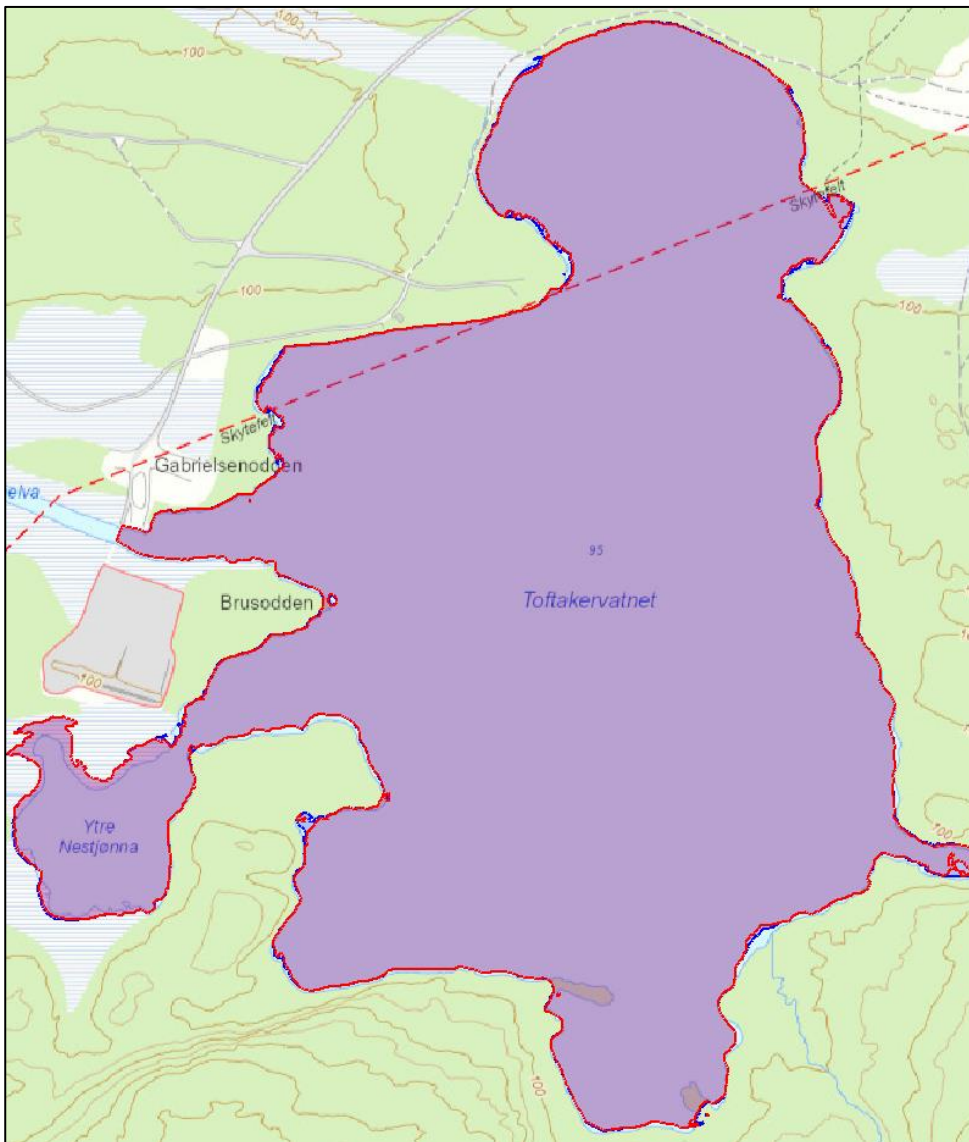
Nedleggelsen av dammen vil gi en endring i vanndekt areal fra dammen opp til oppstrøms Sætervatnet (figur 12 og figur 13). Det er ikke vist kart for Sætervatnet, men endringene antas å være de samme her som for Toftakervatnet. Da området oppstrøms Toftakervatnet vil ha tilnærmet ingen endring (figur 13) er ikke disse arealene tatt med i tabell 4.

Tabell 4: Endringer i vanndekt areal mellom dammen og utløpet av Toftakervatnet.

	Alminnelig lavvannføring (0,4 m³/s)	Normalvannføring (2,3 m³/s)
Dagens situasjon	52 100 m² (Blå i Figur 12)	56 500 m²
Etter nedleggelse av dam	24 000 m² (Rød i Figur 12)	30 400 m²
Endring	54 %	46 %



Figur 12: Vanndekt areal ved alminnelig lavvannføring (Blå - dagens situasjon, Rød - ved nedleggelse av dam).



Figur 13: Vanndekt areal ved alminnelig lavvannføring (Blå - dagens situasjon, Rød - ved nedleggelse av dam).

Konsekvenser ved flom

Tabell 5 viser at alternativ 1 gir marginal endring i avløpsflom og vannstand oppstrøms kulverten, noe som samsvarer med flomberegning fra 2015 (Sweco, 2015). For alternativ 3 a) og b) er effekten liten ved de største og minste flommene. Dette kan forklares med at ved de minste flommene så har ikke de nye kulvertene maksimal effekt. Ved 200-årsflom + 10 % klimapåslag vil vannstanden gå over topp kulvert og til slutt over veien og forskjellen vil da jevne seg ut, med mindre man øker kapasiteten under veien (alt.3a). For 50-årsflom og 10-årsflom + 10 % klimapåslag er det en betydelig økning i avløpsflommene ved alt. 3 a). En del lavere ved alt. 3 b).

Tabell 5: Resultatene fra hydraulisk modell for flomvannføringer. Rød tekst - vann over vei.

Alternativ		Q200 + 10% klimapåslag	Q50 + 10% klimapåslag	Q10 + 10% klimapåslag	QM + 10% klimapåslag
	Vannføring inn i modell	111,4 m³/s	92,7 m³/s	71,4 m³/s	47,8 m³/s
Alt. 0	Vannføring nedstrøms dam	66,1 m³/s	47,6 m³/s	37,9 m³/s	26,7 m³/s
Dagens situasjon med dam	Økning i avløpsflom %	0 %	0 %	0 %	0 %
	Vannstand oppstrøms kulvert	97,9 moh.	97,7 moh.	97,2 moh.	96,5 moh.
Alt. 1	Vannføring nedstrøms dam	63,4 m³/s	46,2 m³/s	38,7 m³/s	27,6 m³/s
Revet dam	Økning i avløpsflom %	-4,1 %	- 2,9 %	2,1 %	3,4 %
	Vannstand oppstrøms kulvert	98,0 moh.	97,7 moh.	97,1 moh.	96,3 moh.
Alt. 3 a)	Vannføring nedstrøms dam	69,5 m³/s	59,3 m³/s	45,5 m³/s	27,4 m³/s
Revet dam og nye kulverter	Økning i avløpsflom %	5,1 %	25 %	20 %	2,6 %
	Vannstand oppstrøms kulvert	97,5 moh.	97,2 moh.	96,7 moh.	96,0 moh.
Alt. 3 b)	Vannføring nedstrøms dam	65,3 m³/s	51,5 m³/s	40,4 m³/s	26,7 m³/s
Revet dam, nye kulverter og terskel i eksisterende kulvert	Økning i avløpsflom %	-1,2 %	8,2 %	6,6 %	0 %
	Vannstand oppstrøms kulvert	97,9 moh.	97,5 moh.	97,1 moh.	96,5 moh.

Effekt av økning i avløpsflom

Når man ser på nedleggelse av dam er det aktuelt å vurdere en endring i dampningseffekt som følge av et mindre vanndekt areal oppstrøms dammen. Modellen viser man kun ved nedleggelse av dammen vil ha marginal påvirkning på avløpsflommene (-3 % til 4 %). Det er fordi endringen i vanndekt areal er minimal, spesielt sammenlignet med de store vannene oppstrøms som man antar at vil forbli mer eller mindre uendret. Når man vurderer å øke kapasiteten under veien oppstrøms blir det mer aktuelt å se på konsekvensene dette vil ha. Som beskrevet tidligere vil effekten være begrenset ved større og mindre flommer, mens de «mellomstore» flommene vil ha en økning i vannføring nedover i vassdraget. 10-årsflom omtales ofte som en skadeflom. Dette er flommer som kan gi erosjon og muligens berøre noe bebyggelse, noe som nok blir sett på som ugunstig å øke vannføring på. Ser man nedover i vassdraget mot Barduelva er det hovedsakelig bruer som ligger i nærheten av elva disse er mest sannsynlig dimensjonert for større flommer (200-årsflom). Dette med unntak av kulvert/fylling nedstrøms Fv8470 (Altevannsveien), som er begrensende snitt på reststrekningen. Det ser ut som bebyggelsen er plassert godt unna og på et betydelig høyere nivå enn elva.

Videre vurderinger

Det er ikke gjort vurderinger av tiltak mellom dammen og kulverten oppstrøms, men dimensjoner på en eventuell klasse 0 terskel vil være de samme som beskrevet her i tabell 2.

Konklusjon

Utgangspunktet for nedleggelsen er at man ikke ønsker å ha en klassifisert dam som man må vedlikeholde. For å imøtekomme dette og samtidig bedre flomsituasjonen lokalt vil alternativ 3a være det beste alternativet. Dette vil i stor grad føre Stillelva tilbake til naturtilstand, med unntak av kulvertene og veien. På grunn av den lave vannstandsreduksjonen i Toftakervatnet vurderes det ikke som hensiktsmessig å etablere terskel i utløpet.

Da område oppstrøms dam Stillelva har hatt dagens utforming i over 100 år må alternativ 3a vurderes opp mot hva som ansees som naturtilstand, og om dagens miljøverdier i en grad ønskes bevart (friluftsliv og naturmiljø). Om dette er tilfelle vil det å rehabilitere og redusere høyden på dam Stillelva være et alternativ, da dette vil i mindre grad redusere vanndekt areal oppstrøms dam Stillelva.

Avslutningsvis minnes det om at ekstra kulverter under veien gir økt risiko for skade videre nedover vassdraget. Det bør vurderes tiltak på kulvert/fylling nedstrøms Fv8470 (Altevannsveien), da denne blir begrensende (og eneste gjenværende) snitt etter tiltak på dam Stillelva er utført.

Referanser

Sweco. (2015). *Flomberegning for Stillelva og Storbekken*.