

Hydrologisk grunnlag

Hydrologisk vedlegg, Sotabotnen og Børdalen
kraftverk



Revisjonshistorikk

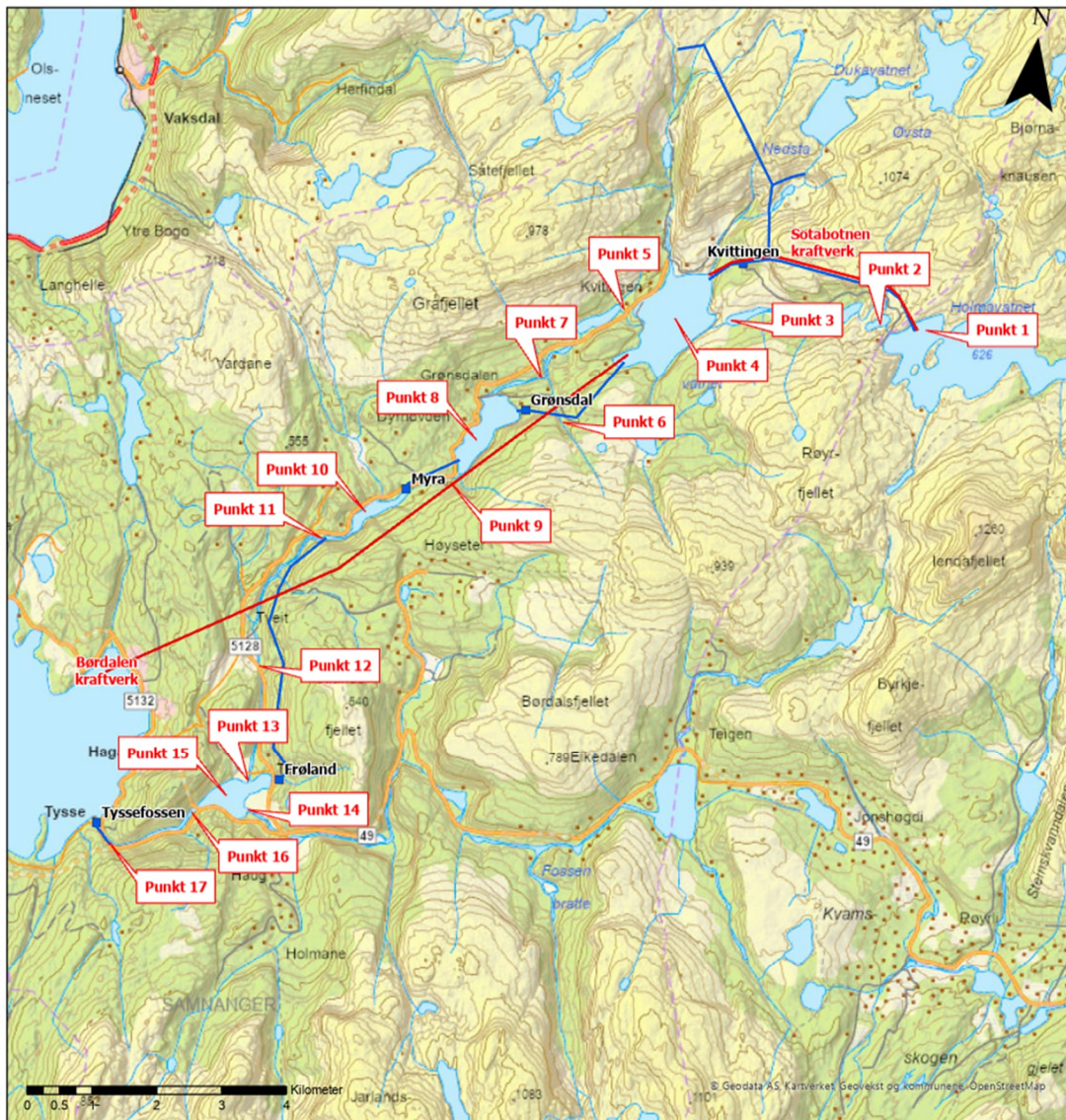
Rev	Dato	Beskrivelse av endringen	Utarbeidet av	Godkjent av
01	23.06.2026	Endret i henhold til kommentarer fra NVE	Anne B Christiansen	

Sweco Norge AS	Organisasjonsnr. 967032271
Prosjekt	Sotabotnen og Børdalen kraftverk
Prosjektnummer	10243580
Kunde	Eviny fornybar AS
Opprettet av	Anne Bjørkenes Christiansen
Dato	22.08.2025
Dokumentreferanse	Hydrologisk grunnlag_Sotabotnen og Børdalen

Sammendrag

Denne rapporten gjelder for kombinert utbygging av både Sotabotnen kraftverk samt Børdalen kraftverk. Kombinert utbygging av Sotabotnen og Børdalen kraftverk er i denne rapporten omtalt som Omsøkt alternativ. Sotabotnen kraftverk vil være et pumpekraftverk som har inntak/utløp i Svartavatnet og Kvittingsvatnet. Slukeevnen for nytt pumpekraftverk er $44 \text{ m}^3/\text{s}$, mens maksimal pumpekapasitet er $31 \text{ m}^3/\text{s}$. Børdalen kraftverk har inntak i Kvittingsvatnet og utløp i Samnangerfjorden. Slukeevnen for nytt kraftverk er $48 \text{ m}^3/\text{s}$.

Hydrologisk konsekvens ved å etablere Sotabotnen og Børdalen kraftverk er sammenstilt i tabellene under. Historiske observasjoner og omsøkt alternativ er sammenliknet.



Figur 1-1 Analysepunkter i vassdraget. Børdalen kraftverk er vist stilistisk.

Beskrivelse	Endring fra historisk hydrologiske forhold til hydrologiske forhold etter omsøkt alternativ, Sotabotnen og Børdalen kraftverk
Punkt 1, Svartavatnet	Vannstanden i magasinet vil følge sesongvariasjon slik som det historisk har gjort, men magasinet vil ligge høyere i vannstand om vinteren og frem til april/mai, anslagsvis 5-6 meter høyere vannstand. Fra mai til juli/august vil vannstanden ligge noe lavere enn den historisk har gjort. Fra august vil vannstanden igjen ligge høyere enn før. Det vil også bli hyppigere vannstandsvariasjoner enn før. Gjennomsnittlig vannstand for historiske observasjoner er 613,6 moh. og tilsvarende for omsøkt alternativ vil være 616,2 moh. Ved eksisterende regulering gitt fremtidige priser vil vannstanden være 616,6 moh.
Punkt 2, Nedstrøms Svartavatnet	Det er ikke krav om minstevannføring på strekning i dag. Historisk har det vært overløp ved dam Svartavatnet som har gitt vannføring rett nedstrøms dammen. Ved omsøkt alternativ vil det ikke bli overløp med unntak av styrte overløp (i normalsituasjon).
Punkt 3, Oppstrøms inntak til Kvittingsvatnet	Historisk har det vært overløp ved dam Svartavatnet som har gitt vannføring rett nedstrøms dammen. Ved omsøkt alternativ vil det ikke bli overløp med unntak av styrte overløp (i normalsituasjon). Vannføringen ved punkt 3 blir som for historisk periode med unntak av flomepisodene og forbitappingsepisodene.
Punkt 4, Kvittingsvatnet	Eksisterende reguleringsgrenser vil være uforandret. Observert vannstand viser ikke en klar sesongvariasjon. Vannstand ved fremtidig omsøkt alternativ kan gi en klarere sesongvariasjon der vannstanden er lavest i månedsskiftet april/mai. Beregningene viser at vannstanden ved fremtidig omsøkt alternativ vil ligge betydelig høyere resten av året. Vannstanden vil likevel variere innenfor den øvre delen av reguleringsområdet. Inntaket til Børdalen kraftverk er i Kvittingsvatnet og vann blir fraført vassdraget. Gjennomsnittlig vannstand for observert periode er 358,9 moh. og for omsøkt alternativ er det modellert en økning på 4,9 meter opp til gjennomsnittlig vannstand på 363,8 moh. Ser man på eksisterende regulering men med en fremtidig prisbane så vil vannstanden bli 362,2 moh. som gir en økningen på 3,3 meter
Punkt 5, Rett nedstrøms dam Kvittingsvatnet	Historisk har det vært overløp ved dam Kvittingsvatnet som har gitt vannføring rett nedstrøms dammen. Ved omsøkt alternativ vil det ikke bli overløp med unntak av styrte overløp (i normalsituasjon).
Punkt 6, Nedstrøms bekkeinntak Tverrligjelet	Vannføring fra feltet til bekkeinntak Tverrligjelet vil i sin helhet tas inn i overføringen og nedstrøms inntaket vil det kun bli tilsig fra restfelt. Gjennomsnittlig årstilsig til bekkeinntaket er 0,14 m³/s. Inntaket omsøkes uten slipp av minstevannføring.
Punkt 7, Nedstrøms samløp restfelt fra bekkeinntak og hovedelv	Det er ikke krav til minstevannføring på strekningen. Punktet får redusert vannføring som følge av nytt bekkeinntak i Tverrligjelet og bortfall av overløp fra Kvittingsvatnet.
Punkt 8, Grønsdalsvatnet	Det er ingen markert sesongvariasjon for historiske observasjoner for vannstand ved Grønsdalsvatnet. Ved fremtidig omsøkt alternativ vil man kunne få en noe mer markert sesongvariasjon med lavest vannstand i april/mai og høyest vannstand i oktober/november. Gjennomsnittlig vannstand for historiske observasjoner er 193,5 moh. og tilsvarende for omsøkt alternativ vil være 195,5 moh. Ved eksisterende regulering gitt fremtidige priser vil vannstanden også kunne bli 195,5 moh.

Beskrivelse	Endring fra historisk hydrologiske forhold til hydrologiske forhold etter omsøkt alternativ, Sotabotnen og Børdalen kraftverk
Punkt 9, Utløp av Grønsdalsvatnet	Det er ikke krav om minstevannføring nedstrøms dam Grønsdalsvatnet. Historisk har det vært overløp som har gitt vannføring rett nedstrøms dammen. Ved omsøkt alternativ vil det ikke bli overløp med unntak av styrte overløp (i normalsituasjon).
Punkt 10, Fiskevatnet	Observert vannstand ligger ganske stabilt rundt 178 meter. Omsøkt alternativ benytter større del av reguleringsområdet og vannstanden vil ligge omtrent 1 meter lavere enn observert vannstand Gjennomsnittlig vannstand for historiske observasjoner er 178 moh. og tilsvarende for omsøkt alternativ vil være 177,2 moh. Ved eksisterende regulering gitt fremtidige priser vil vannstanden også kunne bli 177,2 moh.
Punkt 11, Utløp av Fiskevatnet	Ved utbygging av både Børdalen og Sotabotnen kraftverk vil det ikke lenger gå overløp over dam Fiskevatn, annet enn styrte overløp. Det blir altså en betydelig reduksjon i flomvannføring på strekningen nedstrøms Fiskevatnet sammenlignet med historisk situasjon Vannføring ut av Fiskevatnet vil styres av minstevannføringskravet ved Langeland. Dette er foreslått endret til 0,5 m³/s for hele året. Dette medfører høyere lave vannføringer på vinter enn for historiske observasjoner. I tillegg vil det ved utbygging av begge kraftverk i august og september slippes styrte pulsflommer slik at vannføring ved Langeland overstiger 2 m³/s over et døgn i perioder med vedvarende lave vannføringer. Dette for å sikre gytevandringen på høsten.
Punkt 12, Langeland, krav om minstevannføring	Minstevannføringskravet er foreslått endret til å være 0,5 m³/s gjennom hele året (0,5 m³/s sommer / 0,3 m³/s vinter i dag). Dette vil føre til at vannføringen kan bli noe høyere deler av året. I tillegg vil det slippes styrte pulsflommer slik at vannføring ved Langeland overstiger 2 m³/s over et døgn i perioder med vedvarende lave vannføringer. Dette for å sikre gytevandringen på høsten. Ved utbygging av begge kraftverk vil det ikke lenger gå overløp over dam Fiskevatn, annet enn styrte overløp. Det blir altså en betydelig reduksjon i flomvannføring på strekningen nedstrøms Fiskevatnet sammenlignet med historisk situasjon
Punkt 13, Storelvas utløp i Frølandsvatnet	Minstevannføringskravet ved Langeland er foreslått endret til å være 0,5 m³/s gjennom hele året (0,5 m³/s sommer / 0,3 m³/s vinter i dag). Dette vil føre til at vannføringen kan bli noe høyere deler av året. Ved utbygging av begge kraftverk vil det ikke lenger gå overløp over dam Fiskevatn, annet enn styrte overløp. Det blir altså en betydelig reduksjon i flomvannføring på strekningen nedstrøms Fiskevatnet sammenlignet med historisk situasjon
Punkt 14, Frølandselvas utløp i Frølandsvatnet	Ingen endringer i regulering eller vannføring.
Punkt 15, Frølandsvatnet	Beregnet historisk vannstand basert på vannføringskurve opp til vannføring på ca 60 m ³ /s følger en sesongvariasjon der det er høyest vannstand i mai/juni og lavest vannstand på vinteren. Vannet er ikke regulert og følger vannføringen som opptrer. Vannstanden vil ved omsøkt alternativ senkes i gjennomsnitt ca 40 cm i forhold til historisk vannstand. Eksisterende regulering gitt fremtidig prisbane senker vannstand i gjennomsnitt med 5 cm over året, men med størst senkning i desember.

Beskrivelse	Endring fra historisk hydrologiske forhold til hydrologiske forhold etter omsøkt alternativ, Sotabotnen og Børdalen kraftverk
	Vannstander er kun gyldig for vannføringer under 60 m ³ /s.
Punkt 16, Utløp Frølandsvatnet	Det fraføres vann fra vassdraget og det vil føre til en reduksjon i vannføring ved Frølandsvatnet. Reduksjonen utgjør ca 14 m³/s i gjennomsnitt over året. Sesongvariasjonen for vannføringen vil ved omsøkt alternativ følge historisk beregnede verdier. Det vil ved utbygging av begge kraftverk bli betydelig redusert vannføring i Tysseelva og Tyssefossen. Dette inkluderer også redusert flomvannføring. I perioder med lav vannføring vil det samtidig ved utbygging av begge kraftverk sikres at det ledes tilstrekkelig vann for å opprettholde krav til minstevannføring forbi Tyssefossen kraftverk. Det vil også ledes pulsflommer for å sikre gytevandring ved vedvarende lave vannføringer under 5 m³/s.
Punkt 17, Tyssefossen kraftverk, krav om minstevannføring	Det er krav om minstevannføring forbi inntaket til Tyssefossen kraftverk og disse vil holdes ved omsøkt alternativ. Endringen vil hovedsakelig skje i form av kjøringen av Tyssefossen kraftverk og en samlet reduksjon av vann som ledes ut i fjorden. I perioder med lav vannføring vil man etter omsøkt alternativ sikre at det ledes tilstrekkelig vann for å opprettholde krav til minstevannføring. I perioder med lav vannføring vil det samtidig ved utbygging av begge kraftverk sikres at det ledes tilstrekkelig vann for å opprettholde krav til minstevannføring forbi Tyssefossen kraftverk. Det vil også ledes pulsflommer for å sikre gytevandring ved vedvarende lave vannføringer under 5 m³/s.

Tabellen under viser 6 punkt i vassdraget (4 på anadrom strekning). Her gis en oppsummering av lavvannføring MLU, middelvannføring over året, medianvannføring for Gytteperioden og videre en oppsummering av 5-persentil for henholdsvis sommer og vinter. Verdiene er beregnet basert på ulike tidsperioder, se informasjon om tidsperiode i tabellen. Tallene er derfor ikke direkte sammenliknbare.

Alle vannføringer gitt i m ³ /s		Median laveste ukesmiddel vinter	Median laveste ukesmiddel sommer	Medianvannføring	Middelvannføring	Gytetid – median	Q95 sommer	Q95 vinter
Punkt 6, Tverrligjelet	Historiske observasjoner (1988-2015)	0.01	0.02	0.1	0.1		0.01	0.00
	Omsøkt alternativ (1988-2015)	0.00	0.00	0.0	0.0		0.00	0.00
Punkt 7, Samløp Tverrligjelet og Storelva	Historiske observasjoner (1988-2015)	0.03	0.09	0.5	1.1		0.08	0.02
	Omsøkt alternativ (1988-2015)	0.02	0.08	0.4	0.7		0.07	0.02
Punkt 12, Langeland	Historiske observasjoner (1998-2024)	0.3	0.5	0.8	2.4	0.7	0.5	0.3
	Omsøkt alternativ (1988-2015)	0.5	0.5	0.6	1.2	0.5	0.5	0.5
Punkt 13, Storelvas utløp i Frølandsvatnet	Historiske observasjoner (1998-2024)	0.3	0.5	0.9	2.6	0.8	0.5	0.3
	Omsøkt alternativ (1988-2015)	0.5	0.6	0.7	1.4	0.6	0.5	0.5
Punkt 16, Utløp fra Frølandsvatnet	Historiske observasjoner (2013-2024)	7.8	8.6	22.4	28.8	22.6	6.5	2.4
	Omsøkt alternativ (1988-2015)	1.8	3.2	9.6	16.6	9.4	3.0	1.1
Punkt 17, tak Tyssefossen kraftverk	Historiske observasjoner (2013-2024)	2.7	6.0	12.4	17.2	10.1	4.0	1.1
	Omsøkt alternativ (1988-2015)	1.5	3.1	6.2	10.8	6.1	3.0	0.0

Tabell 1-1 Beregnet lavvannføring MLU, middelvannføring, medianvannføring, median-Gytetid og Q95 persentil sommer og vinter. Det er betydelig usikkerhet i tallene da tallene er beregnet for ulike tidsperioder. De bør kun benyttes som anslag.

Innholdsfortegnelse

Sammendrag	3
1 Innledning	10
2 Regulering	11
2.1 Eksisterende utbygging.....	11
2.2 Omsøkt alternativ, Sotabotnen og Børdalen kraftverk	13
3 Feltbeskrivelser	14
4 Hydrologisk grunnlag.....	18
5 Hydrologiske konsekvenser	21
5.1 Punkt 1, Svartavatnet.....	23
5.2 Punkt 2, Nedstrøms dam Svartavatn	28
5.3 Punkt 3, Oppstrøms inntak i Kvittingsvatnet	29
5.4 Punkt 4, Kvittingsvatnet.....	30
5.5 Punkt 5 Nedstrøms Kvittingsvatnet.....	35
5.6 Punkt 6, Nedstrøms bekkeinntak Tverrligjelet	36
5.7 Punkt 7, Nedstrøms samløp Tverrligjelet og hovedelv	38
5.8 Punkt 8, Grøndalsvatnet	40
5.9 Punkt 9, Nedstrøms Grønsdalsvatnet.....	43
5.10 Punkt 10, Fiskevatnet.....	44
5.11 Punkt 11, Nedstrøms Fiskevatnet.....	49
5.12 Punkt 12, Langeland	53
5.13 Punkt 13, Storelvas utløp i Frølandsvatnet	59
5.14 Punkt 14, Frølandselva	59
5.15 Punkt 15 Frølandsvatnet.....	60
5.16 Punkt 16 Utløp Frølandsvatnet	63
5.17 Punkt Tyssefossen kraftverk	66
5.18 Punkt 17, Nedstrøms inntak Tyssefossen kraftverk	67
5.19 Tilførsel til fjorden	73
6 Lavvannføring.....	76
6.1 Punkt 12, Langeland	76
6.2 Punkt 13, Storelva utløp Frølandsvatnet.....	78
6.3 Punkt 16, Utløp Frølandsvatnet	79
6.4 Punkt 17, Nedstrøms inntak Tyssefossen kraftverk	80
7 Vannføringer ved gyteperiode (5.nov-25.nov).....	81
7.1 Punkt 12, Langeland	81
7.2 Punkt 13, Storelvas utløp i Frølandsvatnet.....	84
7.3 Punkt 16, Utløp fra Frølandsvatnet	85
7.4 Punkt 17, Nedstrøms inntak Tyssefossen kraftverk	87

8	Vannføring ved smoltutvandring (1.mai -31.mai)	89
8.1	Punkt 12, Langeland	89
8.2	Punkt 13, Storelvas utløp i Frølandsvatnet	91
8.3	Punkt 16, Utløp fra Frølandsvatnet	92
8.4	Punkt 17, Nedstrøms inntak Tyssefossen kraftverk	94
9	Flomstørrelser og flomfrekvensanalyse	97
9.1	Punkt 12, Langeland	98
9.2	Punkt 13, Utløp av Storelva i Frølandsvatnet	100
9.3	Punkt 16, Utløp av Frølandsvatn	100
9.4	Punkt 17, Etter inntak Tyssefossen kraftverk	102
10	Usikkerhet.....	104

1 Innledning

Rapporten er en dokumentasjon av hydrologiske forhold i Samnangervassdraget etter etablering av Sotabotnen og Børdalen kraftverker. Sotabotnen kraftverk tar vann fra Svartavatnet og har utløpet i Kvittingsvatnet. Sotabotnen er et pumpekraftverk og kan også pumpe vann opp fra Kvittingsvatnet til Svartavatnet. Børdalen kraftverk tar vann fra Kvittingsvatnet. Utløpet er i Samnangerfjorden. Den eksisterende reguleringen er tatt hensyn til.

Det leveres separate konsesjonssøknader for kraftverkene. Dette vedlegget tar for seg den aktuelle situasjonen at begge kraftverkene blir bygget ut.

«**Historiske, observerte data**» betyr observerte data som vannføring eller vannstand i vassdraget samt driftsvannføring for eksisterende kraftverk. Det kan også være simulerte data kun basert på historiske vannføringsobservasjoner. Det er varierende tidsperiode med observerte data og det er for de ulike punktene i vassdraget presentert observerte data for den lengste perioden med samtidige observerte data som trengs for akkurat dette punktet. Datagrunnlaget for observert vannstand i reguleringsmagasinene har ulik kvalitet, nøyaktighet og representasjon for normal drift. Data fra 2009 har generelt god kvalitet, men er ikke kontrollert og korrigert for eventuelle feil.

«**Eksisterende utbygging eller kraftverk**» betyr eksisterende kraftverk i vassdraget gitt fremtidige priser. Det er utført produksjonssimuleringer der eksisterende kraftverk er modellert for årene 1988-2015 gitt fremtidige priser. Dette betyr at «eksisterende kraftverk» ikke er historiske data, men er hvordan perioden 1988-2015 ville sett ut dersom fremtidig prisbane hadde vært benyttet. Dette vil være den situasjonen som mest sannsynlig vil inntreffe i fremtiden dersom man ikke inkluderer Sotabotnen og Børdalen kraftverk.

«**Omsøkt alternativ**» er i denne rapporten situasjonen der både Sotabotnen kraftverk og Børdalen kraftverk er bygd ut kombinert med eksisterende utbygging i vassdraget. Alternativet simuleres gitt fremtidige priser. Dette vil si at «omsøkt alternativ» er en «etter-situasjon» og kan sammenliknes med både historiske observerte data og med eksisterende utbygging/kraftverk.

Simulerte vannføring og vannstand er et **estimat** på hvordan reguleringen av vassdraget påvirkes av av fremtidig kraftpris og eventuell utbygging. Modellen (ProdRisk) er en langtids optimaliseringsmodell, og optimaliserer produksjonen i vassdraget mot størst mulig inntjening i spot-markedet. Modellen tar ikke hensyn til deltakelse i system- og balansemarkedet, eller eksterne forhold som aktiv agering for å redusere skadeflom i vassdraget. Under er de viktigste implikasjonene ved bruk av simulert vannføring og vannstand for å beskrive fremtidens regulering av vassdraget: Modellen tar ikke hensyn til produksjon på lav last for mulighet for rask aktivering i system- og balansemarked

- Modellen tar ikke hensyn til opp- og nedregulering ved aktivering i system- og balansemarkedet
- Modellen er kan være mer offensiv i bruken av reguleringsmagasinene (ned mot LRV) enn typisk et typisk produksjonsmønster.
- Modellen tar ikke hensyn til styrt forhåndstopping før større flomhendelser for å redusere skadepotensialet i vassdraget
- Modellen baserer seg på en estimert prisbane og et historisk tilsig. Endring i fremtidig kraftpris og fremtidig tilsig vil påvirke faktisk produksjon.

Til tross for modellens svakheter, er resultatene fra simuleringene et beste estimat på fremtidig forhold i vassdraget.

2 Regulering

2.1 Eksisterende utbygging

Øverst i Samnangervassdraget ligger Kvittingen kraftverk som tar inn vann fra Svartavatnet samt bekkeinntak/overføringer og med utløp i Kvittingsvatnet. Kraftverket har en slukeevne på 20 m³/s. Høyeste regulerte vannstand for Svartavatnet er 625.9 moh. og laveste regulerte vannstand er 580.9 moh. For Kvittingsvatnet er HRV lik 368.4 moh. og LRV 334.1 moh.

Nedover i vassdraget finnes Grønsdal kraftverk med inntak i Kvittingsvatnet og utløp i Grønsdalsvatn. Slukeevnen er 22 m³/s. Grønsdalsvatnet er regulert mellom HRV 198 moh. og LRV 188 moh.

Myra kraftverk med slukeevne 20 m³/s har inntak i Grønsdalsvatnet og utløp i Fiskevatn. Fiskevatnet er regulert mellom HRV 178.3 moh. og LRV 172.7 moh. og Frøland kraftverk har inntak i Fiskevatn. Utløp fra Frøland kraftverk er i Frølandsvatnet. Det er minste vannføringskrav i elva Storelva som renner videre fra Fiskevatnet og ned til Frølandsvatnet. Minste vannføringskravet er ved Langeland som ligger ca. 2.5 km nedstrøms Fiskevatn. Oversikt over eksisterende kraftverk samt reguleringsmagasin i Samnangervassdraget er gitt i Tabell 2-1 og Tabell 2-2. Kart over eksisterende kraftverk er gitt i Figur 2-1.

Tabell 2-1 Oversikt over eksisterende kraftverk i Samnangervassdraget

Kraftverk	Ytelse	Fallhøyde	Slukeevne
Kvittingen	48 MW	251 m	20 m ³ /s
Grønsdal	36 MW	165 m	22 m ³ /s
Myra	3.7 MW	18.2 m	20 m ³ /s
Frøland	24.9 MW	147.6 m	18.6 m ³ /s
Tyssefossen	2.8 MW	21 m	18 m ³ /s

Tabell 2-2 Oversikt over påvirkede reguleringsmagasin i Samnangervassdraget

Magasin	HRV [moh.]	LRV [moh.]	Reguleringsvolum [Mm ³]
Svartavatnet	625.9	580.9	77.7
Kvittingsvatnet	368.4	334.1	34.6
Grønsdalsvatnet	198	188	4.4
Fiskevatnet	178.3	172.7	0.3

I Frølandsvatnet møter Storelva Frølandselva som kommer inn fra øst. Utløpet av Frølandsvatnet renner ned til fjorden. Her ligger Tyssefossen kraftverk og det er krav om minste vannføring rett nedstrøms inntaket til kraftverket.

Eksisterende kraftverk er inkludert i produksjonssimuleringer.

I Frølandsvatnet møter Storelva Frølandselva som kommer inn fra øst. Utløpet av Frølandsvatnet renner ut i Tyssefossen i Tysseelva. Her ligger inntaket til Tyssefossen kraftverk med slukeevne på 18 m³/s og utløp i Samnangerfjorden. Tyssefossen kraftverk kan kjøre 18 m³/s vinterstid (1.okt–30.juni)

og maks 12 m³/s på sommeren (1.jul-30.sept). I samme perioder er det krav om minste vannføring i Tyssefossen på henholdsvis 1 m³/s og 3 m³/s. Dersom tilsiget er mindre enn nevnte vannføringer slippes hele tilsiget.



Figur 2-1 Eksisterende kraftverk i Samnangervassdraget.

2.2 Omsøkt alternativ, Sotabotnen og Børdalen kraftverk

«**Omsøkt alternativ**» betyr eksisterende utbygging i vassdraget samt inkludering av Sotabotnen kraftverk og Børdalen kraftverk, gitt fremtidige priser. Dette vil si at «omsøkt alternativ» er en «etter-situasjon» og kan sammenliknes med «før-situasjon». For situasjonen i vassdraget er førsituasjonen lik historiske observasjoner. Det er i tillegg til historiske observasjoner også gitt et alternativ der det er sett på hvordan de hydrologiske forholdene ville vært i vassdraget dersom man ikke etablerer Sotabotnen og Børdalen kraftverk, men simulerer eksisterende kraftverk med fremtidig prisbane. Dette er en alternativ etter-situasjon dersom Sotabotnen og Børdalen ikke etableres.

Sotabotnen kraftverk er på 100 MW. Simulert forbruk til pumping 167 Gwh og gevinst ved pumping 139 Gwh. Slukeevnen for nytt pumpekraftverk er 44 m³/s, mens maksimal pumpekapasitet er 31 m³/s (den varierer mellom 26-39 m³/s avhengig av løftehøyden).

Børdalen kraftverk er planlagt til 159 MW og med en slukeevne på 48 m³/s. Driftsvannføringen vil fraføres Samnangervassdraget og gå direkte til Samnangerfjorden.



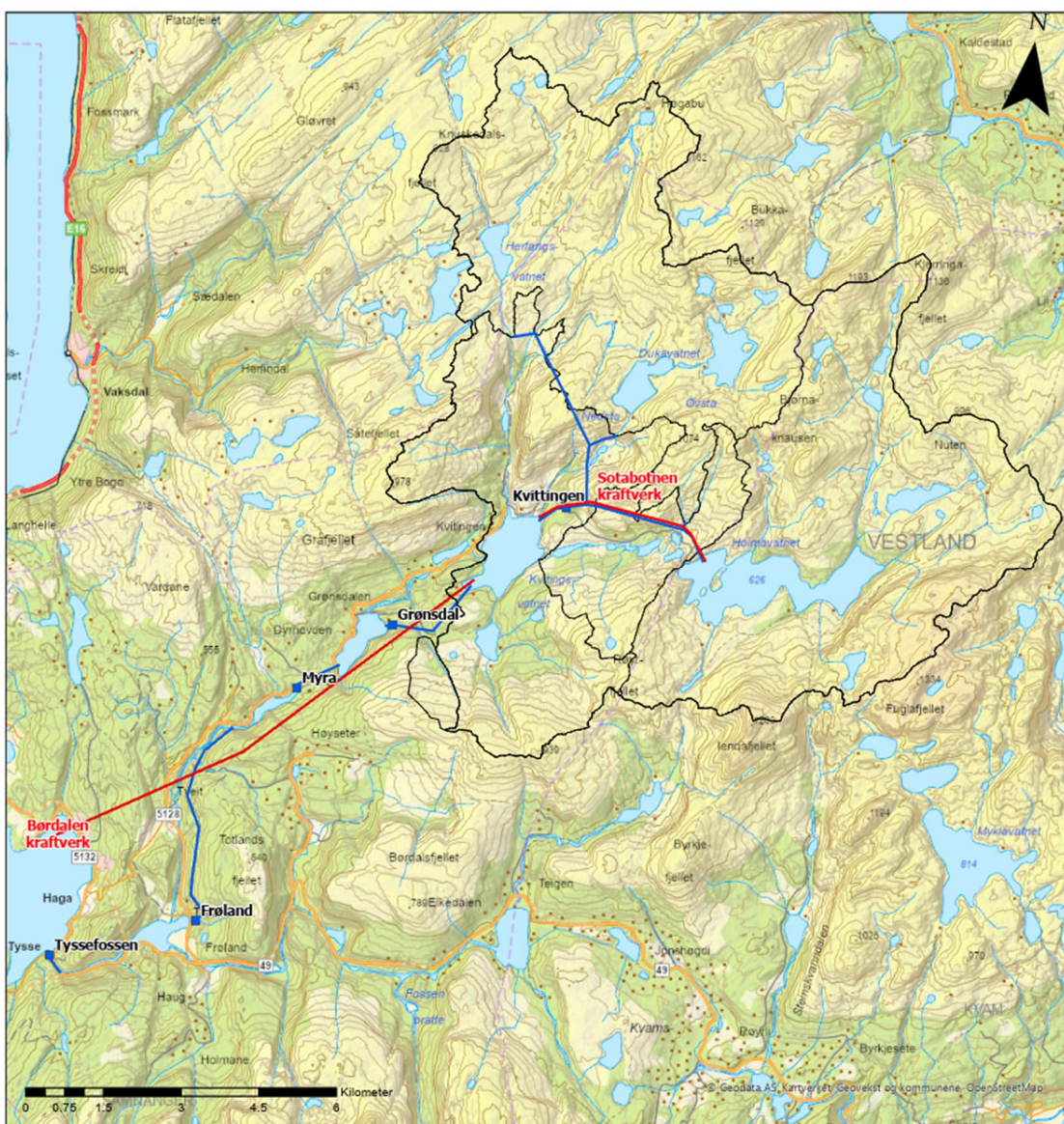
Figur 2-2 Omsøkt alternativ vist stilistisk med rød farge sammen med eksisterende kraftverk.

3 Feltbeskrivelser

Nedbørfelt som inngår i reguleringen vises i Figur 3-1. Børdalen kraftverk har sitt inntak i Kvittingsvatnet og utløp i fjorden. Driftsvannføring for Børdalen kraftverk vil derfor tas ut av vassdraget.

Eksisterende regulering av øvre del av vassdraget videreføres, og det bygges ikke nye bekkeinntak for overføring av vann som i dag er uten regulering. Det nye kraftverket Sotabotnen kraftverk vil være et pumpekraftverk, som i praksis vil fungere som en overføring mellom Kvittingsvatnet og Svartavatnet når kraftverket driftes som pumpe. Feltene til omsøkt utbygging er vist i Figur 3-1. Det vil ikke være nye inntak ut over dette og derfor er feltene for Sotabotnen kraftverk som før nytt kraftverk.

For Børdalen kraftverk vil det inkluderes en bekk i Tverrligjelet og bekkeinntaket fører vannet via tunnelen til eksisterende Grønsdalen kraftverk.



Figur 3-1 Lokalfelt øverst i Samnangervassdraget. Børdalen kraftverk er vist stilistisk.

Magasinet Svartavatnet (nr 662), med et magasinareal på 3,02 km² og et reguleringsvolum mellom kotene 625,9 og 580,9 moh. på 77,7 Mm³ benyttes og det er ingen ytterligere regulering ut over det som allerede reguleres i dag.

Magasinet Kvittingsvatnet (nr 664) har et magasinareal på 1,34 km² og et reguleringsvolum mellom kotene 334,1 og 368,4 moh. på 34,6 Mm³.

Det er gjort hydrologiske vurderinger ved ulike plasseringer i vassdraget. De samme punktene er vurdert for alle alternativer av regulering. Reguleringen involverer feltene som er vist i figur 3-1 og beskrevet i tabell 3-1.

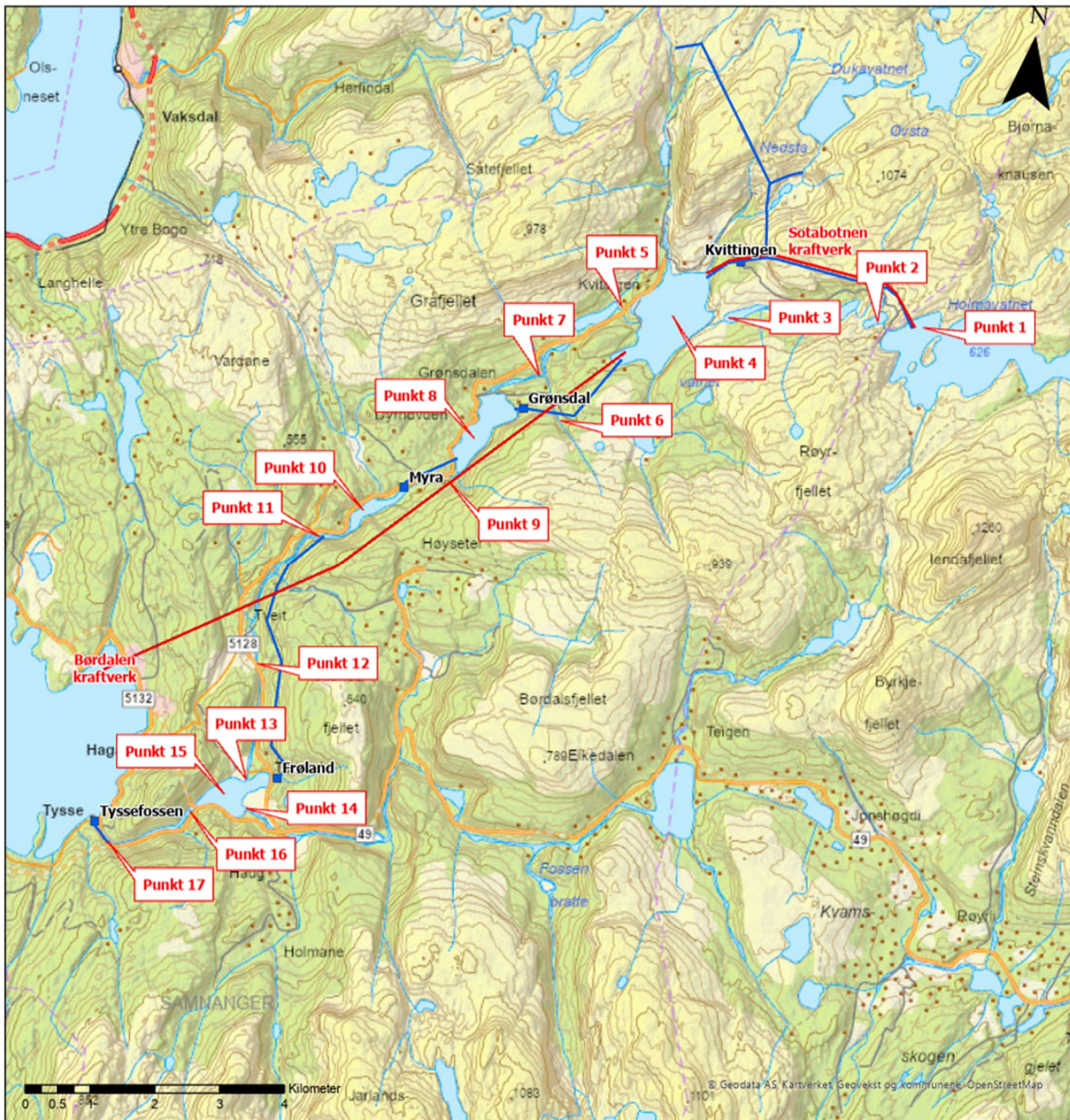
Tabell 3-1 Feltparametere for delfelt til Børdalen kraftverk.

Feltnavn		Lokalfelt til Svartavatnet	Bekkeinntak overført til Svartavatnet	Restfelt mellom Svartavatnet og Kvittingsvatnet	Restfelt Kvittingsvatnet	Bekkeinntak Tverrligjelet
Areal	[km ²]	36.9	31.7	7.5	21.5	1.1
Effektiv innsjø	[%]	8.53	1.46	0.02	1.46	0
Myr	[%]	0.3	0.1	0.1	0.0	0.5
Snaufjell	[%]	80.8	91	71.6	48.1	44.5
Skog	[%]	3.5	0	11.6	19.5	20.8
Bre	[%]	0	0	0	0	0
Minste høyde	[moh.]	613	609	355	355	375
Midlere høyde	[moh.]	834	886			604
Max høyde	[moh.]	1296	1155			785
Spesifikk avrenning	[l/s pr km ²]	128	149	159	125	111

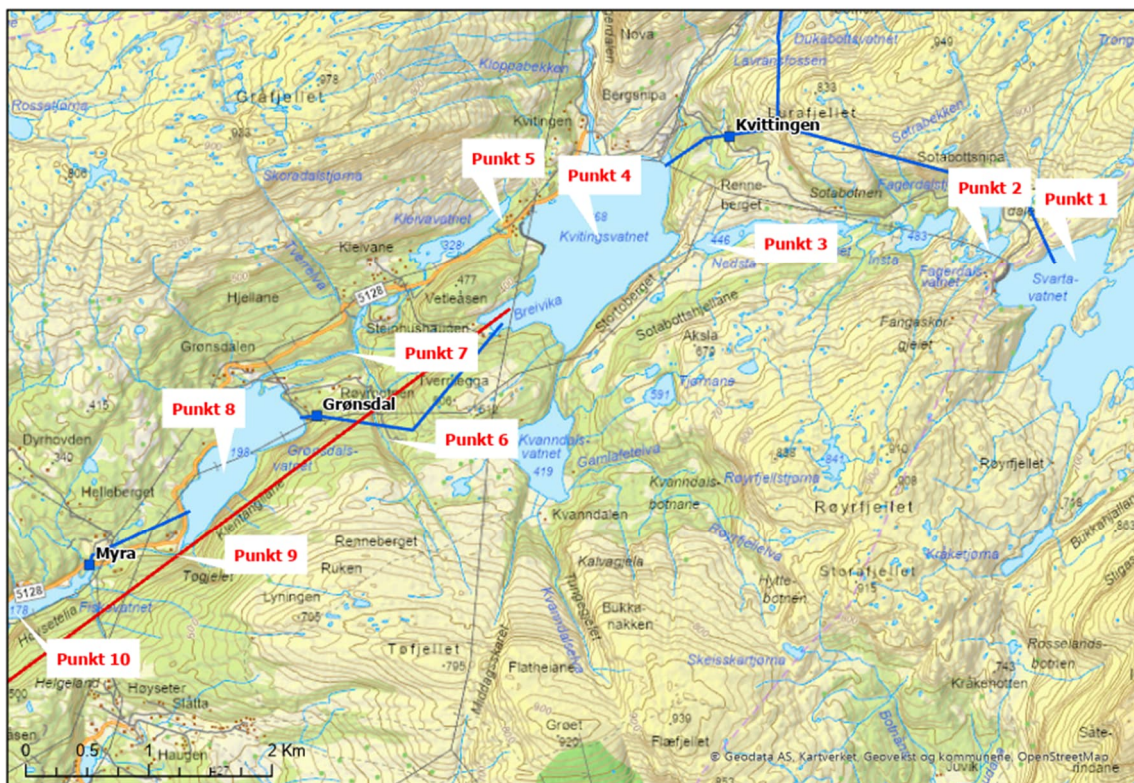
Omsøkt regulering kan påvirke det hydrologiske regimet nedover mot utløpet i fjorden. Det er satt opp en rekke analysepunkt i vassdraget ut fra hvor vi ser det kan oppstå endringer fra før-tilstand. Tabell 3-2 lister opp punktene som er analysert og angir hvilken parameter som er analysert (vannføringsendringer eller vannstandsendringer), og figur 3-2 viser plassering i kart. Det er tatt med punkt helt ned til fjorden.

Tabell 3-2 Analysepunkt i felt påvirket av regulering

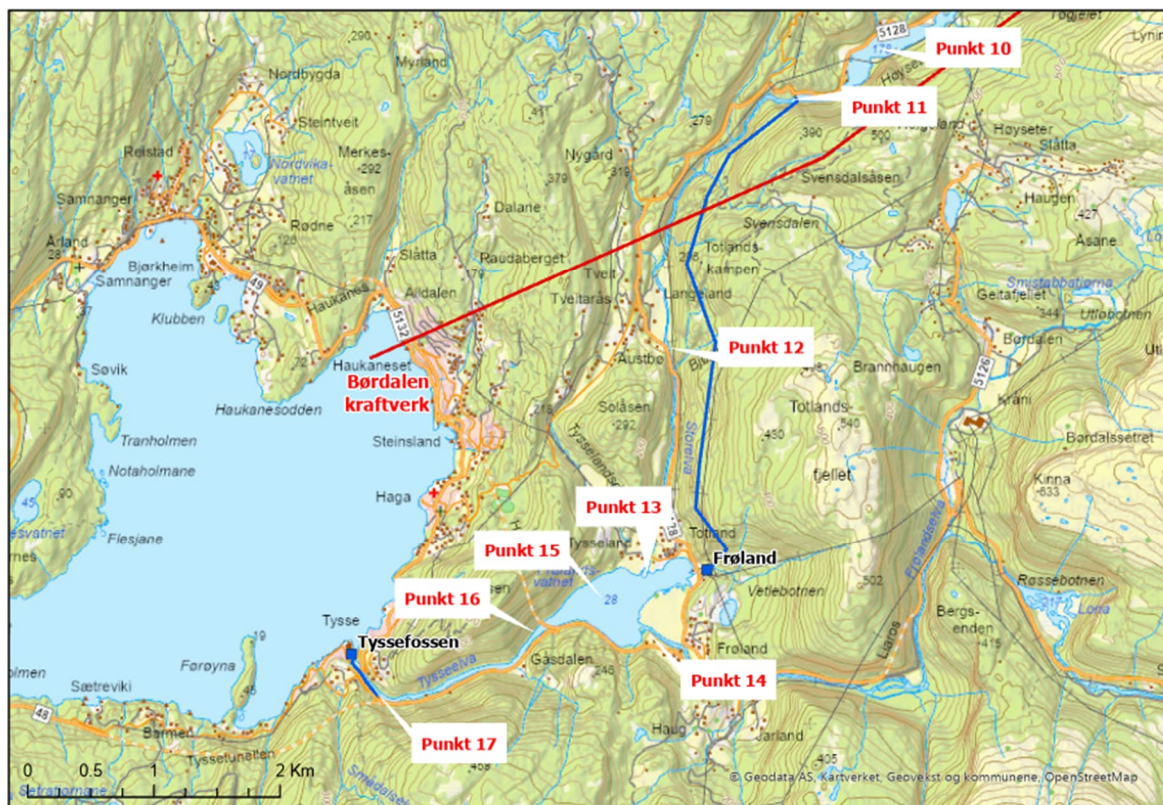
	Beskrivelse	Parameter	Areal lokalfelt [km ²]	Spesifikk avrenning [l/s pr km ²]
Punkt 1	Svartevatn, inkludert bekkeinntak	Magasinvannstand [moh.]	68.6	138
Punkt 2	Nedstrøms dam Svartevatn	Vannføring [m ³ /s], overløp		
Punkt 3	Oppstrøms inntak til Kvittingsvatnet	Vannføring [m ³ /s]	29	134
Punkt 4	Kvittingsvatnet	Magasinvannstand [moh.]	99.2	134
Punkt 5	Nedstrøms dam Kvittingsvatnet	Vannføring [m ³ /s], overløp		
Punkt 6	Nedstrøms bekkeinntak	Vannføring [m ³ /s]	1.1	111
Punkt 7	Samløp restfelt fra bekkeinntak og hovedelv	Vannføring [m ³ /s]	5.1	115
Punkt 8	Grønsdalsvatnet	Magasinvannstand [moh.]	5.7	106
Punkt 9	Utløp av Grønsdalsvatnet	Vannføring [m ³ /s], overløp		
Punkt 10	Fiskevatnet	Magasinvannstand [moh.]	10.8	103
Punkt 11	Utløp av Fiskevatnet	Vannføring [m ³ /s], overløp		
Punkt 12	Langeland	Vannføring [m ³ /s]	9.2	93
Punkt 13	Storelva	Vannføring [m ³ /s]	1.88	86
Punkt 14	Frølandselva	Vannføring [m ³ /s]	96.3	115
Punkt 15	Frølandsvatnet	Magasinvannstand [moh.]	4.13	86
Punkt 16	Utløp Frølandsvatnet	Vannføring [m ³ /s]		
Punkt 17	Tyssefossen kraftverk	Vannføring [m ³ /s]	1.9	86



Figur 3-2 Plassering av analysepunkt i vassdraget



Figur 3-3 Analysepunkt i øvre del av Samnangervassdraget (detaljer)



Figur 3-4 Analysepunkt i nedre del av Samnangervassdraget (detaljer)

Vannføringer og vannstander ved disse analysepunktene beregnes basert på produksjonssimuleringer utført av Eviny. Produksjonssimuleringene er utført med simuleringsprogrammet ProdRisk. Simuleringene baserer seg på historiske tilsigsserier og prisrekker generert for en antatt framtidig situasjon. Prisrekkene er generert basert på antagelser om framtidig kraftbehov og tilgang. Historisk tilsigsserie for produksjonssimuleringene er VM 62.5 Bulken.

For analyse av punktene så vil det i tillegg til resultatene generert fra ProdRisk komme tilsig fra uregulerte restfelt. Vannføring fra disse feltene er skalert basert på måleserier i området. Dette er beskrevet i kapittel 4.

4 Hydrologisk grunnlag

Alle vannforekomster som får endrede hydrologiske forhold, er beskrevet. Det skal utarbeides kurver som viser hydrologiske konsekvenser av planlagte utbygginger.

Det finnes ikke aktuelle vannmerker i vassdraget og det har vært nødvendig å bruke vannmerker fra vassdrag i nærheten.

Vannmerkene som er benyttet for å konstruere en tidsserie for feltene er 61.8 Kaldåen, 62.18 Svartavatn og 62.5 Bulken, se Figur 4-1 og Tabell 4-1.

Vannmerket 61.8 Kaldåen ligger i Kaldåen i Bergdalsvassdraget i Vaksdal kommune. Vannmerket er uregulert, og stasjonen har observasjoner fra 1985. Serien er benyttet fra 1988 da de første årene er av tvilsom kvalitet. Det er et lite nedbørfelt på 15.4 km², med en lav effektiv sjøprosent. Dette gjør at avrenningen skjer raskt. Spesifikk avrenning for feltet er for perioden 1991-2020 lik 96 l/s pr km² og medianhøyden i feltet er på 920 moh.

Målestasjon 62.18 Svartavatn ligger i Voss herad. Stasjonen har observasjoner siden 1987 og vannføringskurven er betegnet nokså god. Nedbørfeltets areal er 72,1 km² og midlere felthøyde er 753 moh. Spesifikk avrenning for feltet er for perioden 1991-2020 lik 111 l/s pr km².

Vannmerke 62.5 Bulken ligger i Vangsvatnet i Voss herad som er noe nordøst for analysefeltene. Nedbørfeltet er 1091.7 km² og er betydelig større enn analysefeltene. Vannføringen ved vannmerket er naturlig godt dempet pga feltstørrelsen og innsjøer i feltet. Spesifikk avrenning er 67 l/s pr km² og medianhøyden er på 872 moh.

Alle vannmerkene har timesmålinger, men med noen hull.

Det er gjort vurderinger rundt tilsig til lokalfelt og restfelt for kraftverkene og nedover i vassdraget. Vannmerket 62.5.0 Bulken har et betydelig større nedbørfelt enn det restfeltene representerer. VM Kaldåen er et betydelig mindre felt enn Bulken, det er uregulert og det har sammenliknbare feltparametere som analysefeltene. Vannmerket Svartavatn er også sammenliknbart, men har en litt lengre responstid enn Kaldåen.

Det er valgt å hovedsakelig benytte 61.8.0 Kaldåen. Vannmerket ligger i en sideelv i Bergsdalen og anses representativt også for delfelt i Samnangervassdraget. Der det er datahull i serien fra 61.8 Kaldåen er det benyttet skalerte data fra henholdsvis 62.5 Bulken eller fra 62.18 Svartavatn.



Figur 4-1 Nedbørfelt til Samnangervassdraget sammen med nedbørfelt til vannmerke 61.8 Kaldåen, 62.18 Svartavatn og vannmerke 62.5 Bulken

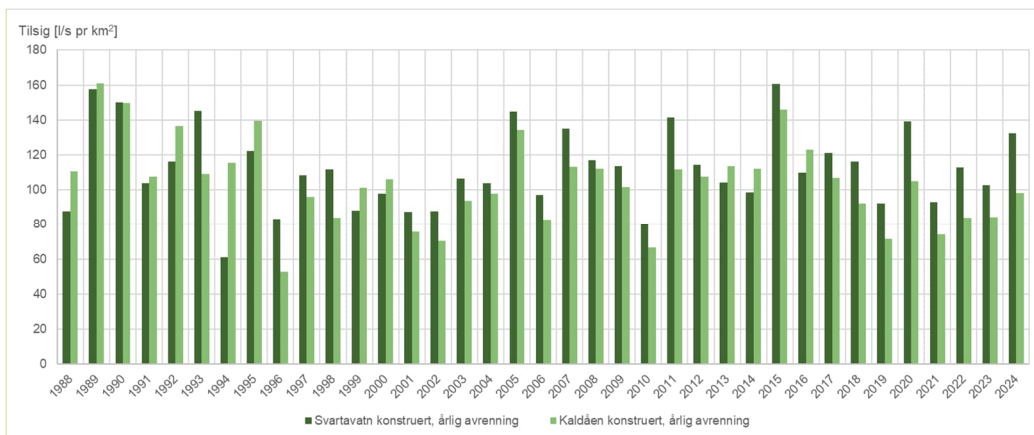
	Feltareal [km ²]	Effektiv sjøprosent [%]	Spesifikk avrenning ¹ [l/s pr.km ²]	Medianhøyde [moh.]
VM 61.8 Kaldåen	15.4	0.1	96	920
VM 62.5 Bulken	1091.7	0.9	67	872
VM 62.18 Svartavatn	72.1	0.3	111	753

Tabell 4-1 Oversikt over vannmerker som er benyttet for tilsigsberegninger

For beregning av restvannføringer er det konstruert tidsserie basert på disse seriene, men hovedsakelig på VM 61.8 Kaldåen. Det er tatt utgangspunkt i timesdata tilgjengelig fra VM 61.8 Kaldåen og supplert med data fra henholdsvis døgndata fra VM 61.8 Kaldåen, timesverdier fra VM 62.5 Bulken og timesverdier fra VM 62.18 Svartavatn. For Frølandselva er vannmerke 62.18 Svartavatn benyttet. Tilsvarende som for konstruert serie for VM 61.8 Kaldåen så er det i den konstruerte serien for VM 62.18 Svartavatn supplert med timesdata fra VM 61.8 Kaldåen der det mangler data i serien fra VM 62.18 Svartavatn.

Sammenlikner vi VM Kaldåen og VM Svartavatn ser vi at årlig gjennomsnitt følger hverandre stort sett, men med noen små årlige variasjoner, se Figur 4-2.

¹ Normalperiode 1991-2020. NVE beregninger markert v2022 (Kilde NVE NEVINA)



Figur 4-2 Midlere årlige tilslig fra konstruert serie Kaldåen og konstruert serie Svartavatn

Grunnlaget for Eviny's produksjonssimuleringer er hovedsakelig dataserier 62.5.0 Bulken og produksjonssimuleringene er utført for årene 1988-2015.

Dette betyr at det er tidsperioden 1988-2015 som er fellesperioden for produksjonssimuleringer og hydrologiske måleserier. I den videre analysen av de hydrologiske konsekvensene for omsøkt alternativ så er det derfor 1988-2015 som er benyttet for omsøkt alternativ.

5 Hydrologiske konsekvenser

Det er sett på hydrologiske konsekvenser som vannstandsendringer og vannføringsendringer på de ulike punktene som er vist i tabell 3-2 for omsøkt alternativ (Sotabotnen og Børdalen kraftverk). Det er sett på 3 situasjoner, men med hovedfokus på historiske data og situasjon etter omsøkt alternativ:

«Historiske, observerte data» betyr observerte data som vannføring eller vannstand i vassdraget samt historisk driftsvannføring for eksisterende kraftverk. Vannføring fra restfelt er skalert fra historiske observerte tidsserier. Det er dette som er 0-alternativet og som videre alternativ er sammenliknet med. Det er varierende tidsperiode med observerte data, og det er for de ulike punktene i vassdraget presentert observerte data for den lengste perioden med samtidige observerte data. Merk at datagrunnlaget for observert vannstand i reguleringsmagasinene har ulik kvalitet, nøyaktighet og representasjon for normal drift. Data fra 2009 har generelt god kvalitet, men er ikke kontrollert og korrigert for eventuelle feil.

«Omsøkt alternativ» er i denne rapporten situasjonen der både Sotabotnen kraftverk og Børdalen kraftverk er bygd ut kombinert med eksisterende utbygging i vassdraget. Alternativet simuleres gitt fremtidig prisbane. Dette vil si at «omsøkt alternativ» er en «etter-situasjon» og kan sammenliknes med både historiske observerte data (0-alternativet) og med eksisterende utbygging/kraftverk gitt fremtidig prisbane.

«Eksisterende kraftverk» betyr eksisterende kraftverk i vassdraget gitt fremtidige priser. Det er utført produksjonssimuleringer der eksisterende kraftverk er modellert for årene 1988-2015 gitt fremtidig prisbane. Dette betyr at «eksisterende kraftverk» ikke er historiske data, men er hvordan perioden 1988-2015 ville sett ut dersom fremtidig prisbane hadde vært benyttet. Dette vil være den situasjonen som mest sannsynlig vil inntreffe i fremtiden dersom uten en utbygging av Sotabotnen og Børdalen kraftverk. Nytt Sotabotnen kraftverk og nytt Børdalen kraftverk er derfor ikke tatt med i eksisterende regulering.

For både omsøkt alternativ og for eksisterende regulering med fremtidig prisbane er det blitt utført produksjonssimuleringer av Eviny Fornybar AS basert på historiske tilsigsdata (1988-2015), dagens krav i vassdraget og fremtidig prisforventning. Restvannføringer fra delfelt er skalert basert på historiske data fra vannmerker (forklart i kapittel 4) for årene 1988-2015. Resulterende vannstander og vannføringer er derfor et resultat av produksjonssimuleringer og av restvannføringer skalert til restfelt.

Simulerte vannføring og vannstand er et **estimat** på hvordan reguleringen av vassdraget påvirkes av av fremtidig kraftpris og eventuell utbygging. Modellen (ProdRisk) er en langtids optimaliseringsmodell, og optimaliserer produksjonen i vassdraget med mot størst mulig inntjening i spot-markedet. Modellen tar ikke hensyn til deltakelse i system- og balansemarkedet, eller eksterne forhold som aktiv agering for å redusere skadeflom i vassdraget. Under er de viktigste implikasjonene ved bruk av simulert vannføring og vannstand for å beskrive fremtidens regulering av vassdraget: Modellen tar ikke hensyn til produksjon på lav last for mulighet for rask aktivering i system- og balansemarkedet

- Modellen tar ikke hensyn til opp- og nedregulering ved aktivering i system- og balansemarkedet
- Modellen er kan være mer offensiv i bruken av reguleringsmagasinene (ned mot LRV) enn typisk et typisk produksjonsmønster.
- Modellen tar ikke hensyn til styrt forhåndstopping før større flomhendelser for å redusere skadepotensialet i vassdraget

- Modellen baserer seg på en estimert prisbane og et historisk tilsig. Endring i fremtidig kraftpris og fremtidig tilsig vil påvirke faktisk produksjon.

Til tross for modellens svakheter, er resultatene fra simuleringene et beste estimat på fremtidig endring i vassdraget.

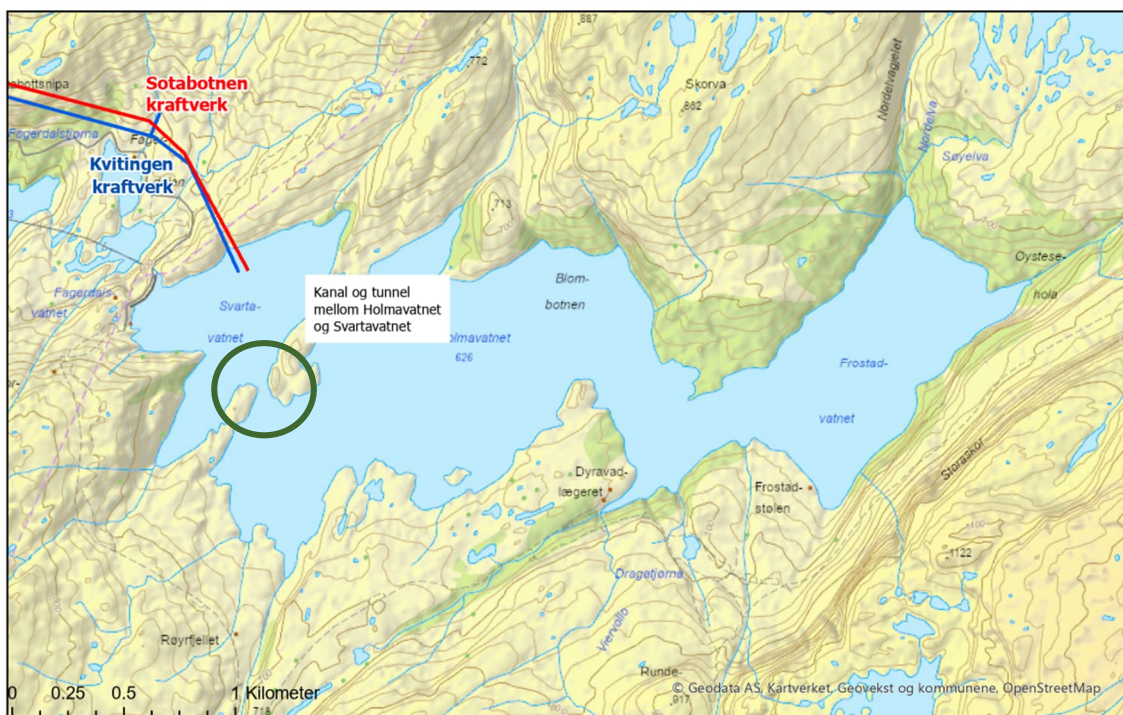
Basert på analyser av vannføringsobservasjoner ved vannmerkene samt de komplette konstruerte seriene velger vi ut år for å presentere resultater for henholdsvis middels-, tørt- og vått år. Middels år settes lik 2009, tørt år lik 2010 og vått år 1992 eller 2015 avhengig av tilgjengelige observerte data for sammenlikning.

5.1 Punkt 1, Svartavatnet

Punkt 1 er i Svartavatnet ved inntak til Kvittingen kraftverk og til fremtidig inntak/utløp til Sotabotnen kraftverk.

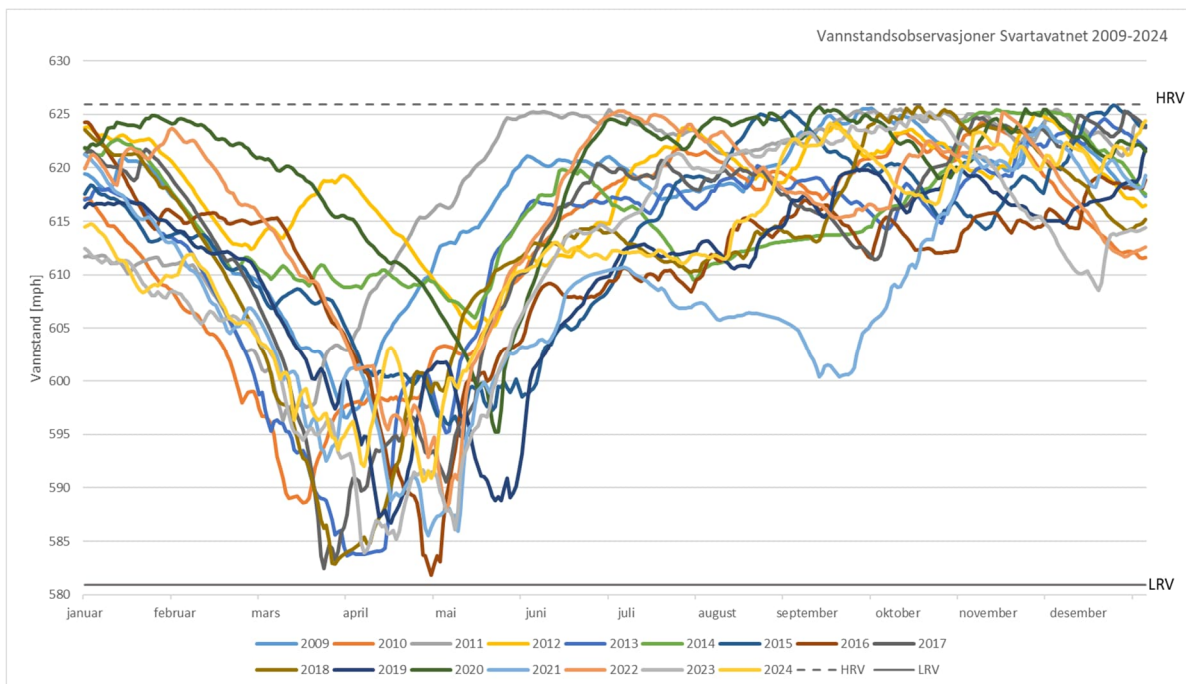
Svartavatnet henger sammen med Holmavatnet. Ved vannstander ned til kote 597 vil det strømme vann fritt mellom Svartavatnet og Holmavatnet via planlagt kanal og eksisterende tunnel. Bunn kanal er på kote 596, og under denne kotehøyden vil vannene kun føres gjennom tunnelen. Tunnelen er 4 m² stor. Tunnelen har kapasitet til å forsyne eksisterende Kvittingen kraftverk med driftsvannføring, men den vil ikke ha kapasitet til å forsyne Sotabotnen kraftverk.

I vurderingene av magasin vannstand så er det tatt hensyn til denne begrensningen ved at man benytter simulerte vannstander ned til kote 597. Under kote 597 kjøres kun Kvittingen kraftverk og magasin vannstanden vil følge kurven slik den ville vært i eksisterende regulering. Trolig vil magasin vannstanden bli høyere enn det som vises da det i denne situasjonen ikke vil være rom for å kjøre Sotabotnen kraftverk, men det vil fortsatt være rom for å kjøre pumpene og dermed få mer vann inn i Svartavatnet.

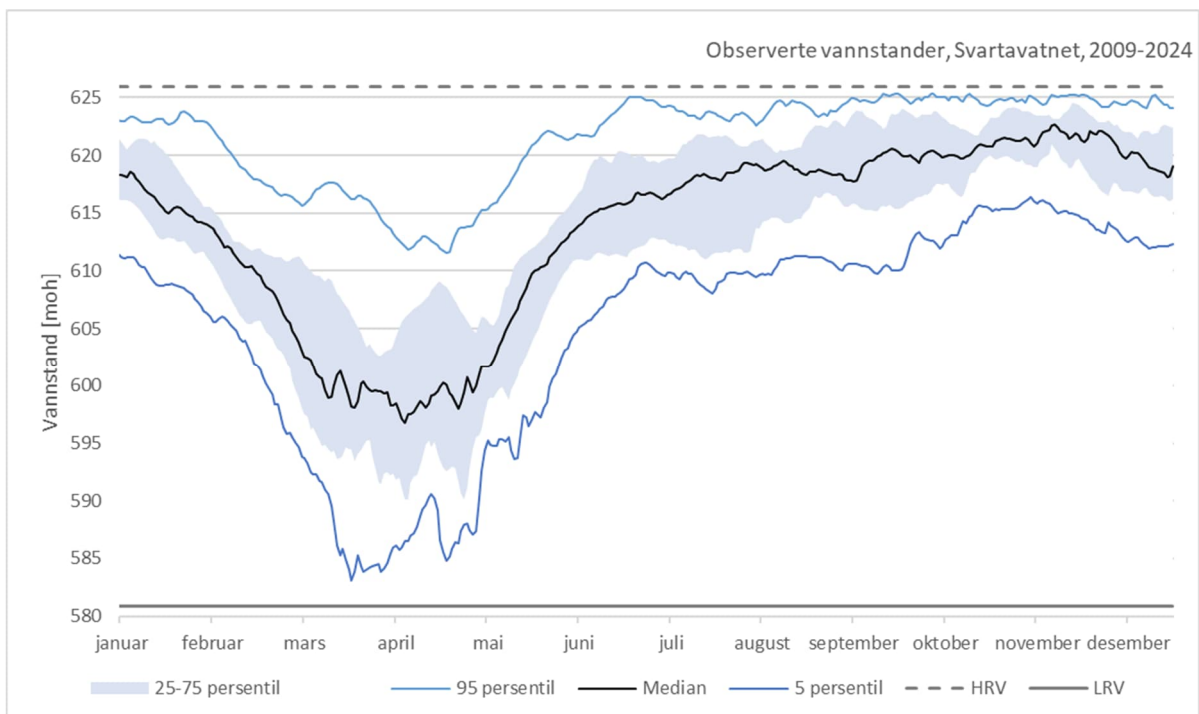


Figur 5-1 Inntaksmagasin til Kvittingen og Sotabotnen kraftverk

Det er observert vannstand i Svartavatnet fra år 2009 og frem til 2024 som vist i Figur 5-2. Vannstanden har variert fra år til år.

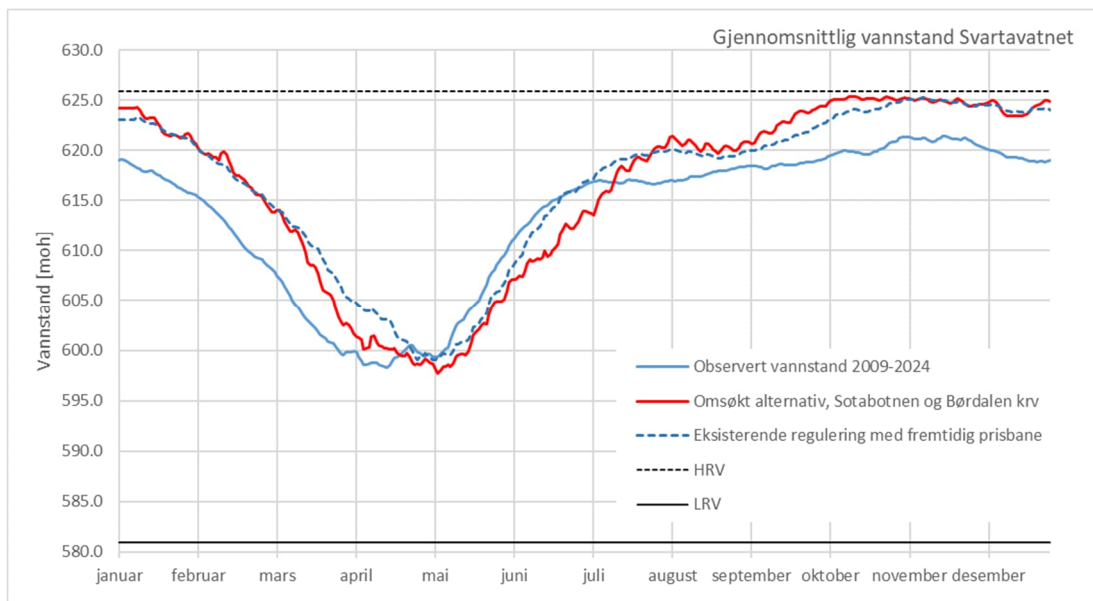


Figur 5-2 Vannstandsobservasjoner 2009-2024, Svartavatnet



Figur 5-3 Persentilkurver for vannstandsobservasjoner Svartavatnet for årene 2009-2024

Produksjonssimuleringene baserer seg på tilsigsserier og produksjonstekniske data og er simulert i ProdRisk. Resultater fra simuleringene er mottatt fra oppdragsgiver, Eviny. Produksjonssimuleringene i ProdRisk gir resultater for både vannstand og vannføring på ulike punkt i vassdraget. Figur 5-4 viser vannstandsendringer og variasjoner i magasinet for omsøkt alternativ med Sotabotnen og Børdalen kraftverk sammen med observert gjennomsnittlig vannstand samt vannstand ved eksisterende regulering gitt fremtidige priser.

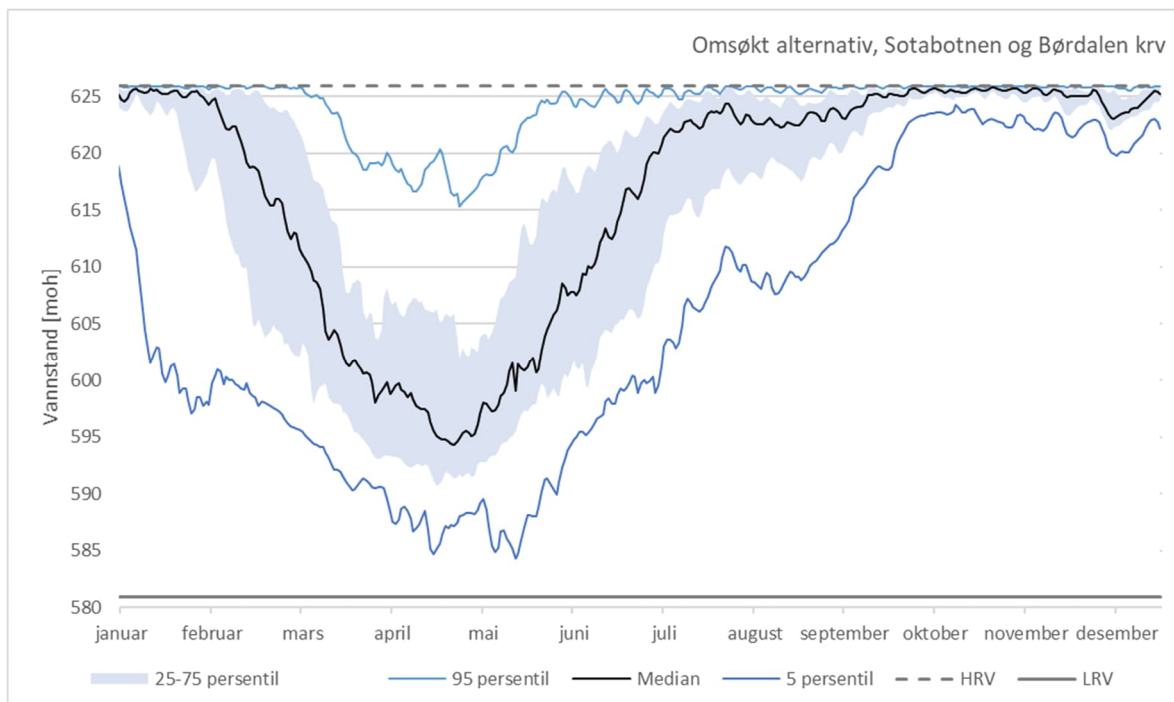


Figur 5-4 Observert gjennomsnittlig vannstand i Svartavatnet samt fremtidig vannstand med og uten Sotabotnen og Børdalen kraftverk,

	Observert vannstand 2009-2024	Omsøkt alternativ, Sotabotnen og Børdalen krv	Eksisterende regulering med fremtidig prisbane
Gjennomsnitt	613.6	616.2	616.6
Januar	617.4	622.6	622.2
Februar	611.9	617.9	617.6
Mars	603.1	608.7	610.4
April	599.3	600.1	602.3
Mai	603.7	600.9	601.9
Juni	613.9	609.7	612.7
Juli	616.8	617.3	618.7
August	617.5	620.5	619.6
September	618.5	622.4	620.9
Oktober	619.8	625.0	623.8
November	621.2	624.9	624.9
Desember	619.5	624.2	624.2

Tabell 5-1 Gjennomsnittlig vannstand pr mnd i Svartavatnet

Figur 5-5 viser persentilkurver for vannstanden i Svartavatnet etter omsøkt utbygging.



Figur 5-5 Prosentilkurver for vannstandsvariasjon i Svartavatnet, omsøkt utbygging

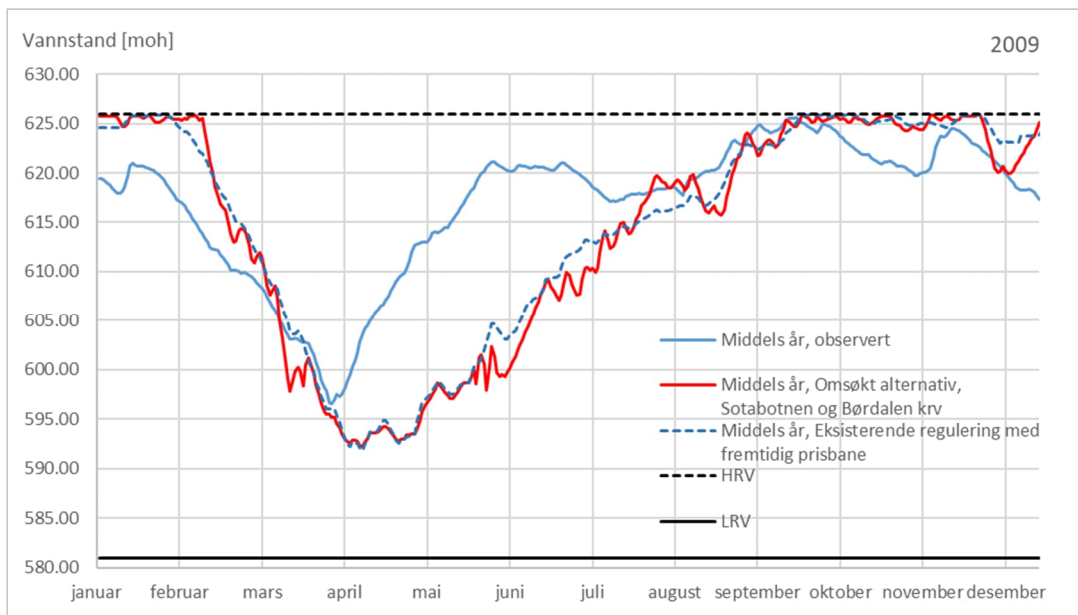
Gjennomsnittlig vannstand over året for alternativet med installering av nytt Sotabotnen kraftverk og Børdalen kraftverk er også sammenliknet med eksisterende regulering, men med fremtidig prisbane. Eksisterende situasjon vil dermed gi fremtidig vannstandsvariasjon dersom man ikke bygger ut Sotabotnen og Børdalen kraftverk. Dette er gitt i figur 5-4 sammen med observerte data.

Figuren viser dermed gjennomsnittlig vannstand over året for observerte vannstander, simulerte vannstander for omsøkt alternativ samt simulerte vannstander for eksisterende kraftverk gitt fremtidige priser. Tidsperioden er ulik da observerte vannstander er gitt for perioden 2009-2024 og ProdRisk-resultater er gitt for perioden 1988-2015.

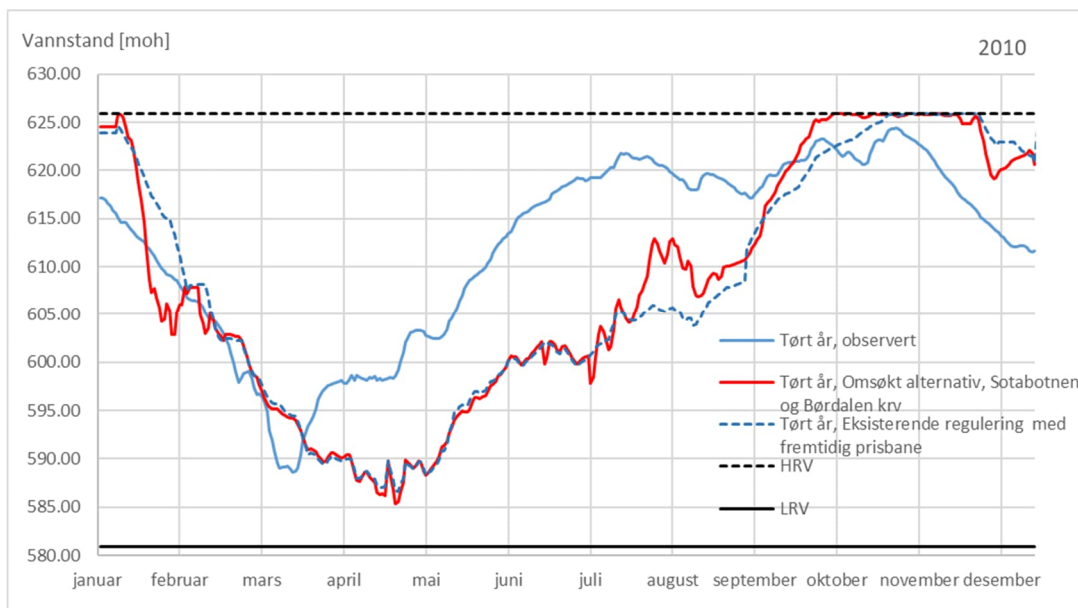
Vannstanden vil endres med nytt Sotabotnen kraftverk og vannstanden vil økes med om lag 2,6 meter i gjennomsnitt over året i forhold til historiske data. Dersom man fortsetter kun med eksisterende regulering så vil den gjennomsnittlige vannstanden øke med 3 meter.

Videre er det gitt vannstandsvariasjoner i et typisk middels år, tørt år og et vått år. Observerte vannstander er sammenliknet med vannstander simulert for omsøkt alternativ i tillegg vannstand basert på eksisterende regulering med ny prisbane ville.

Vannstanden vil variere mer enn det som har vært den historiske situasjonen, men vil samtidig følge den forventede fremtidige vannstandsvariasjonen som vil være gitt en fremtidig prisbane.

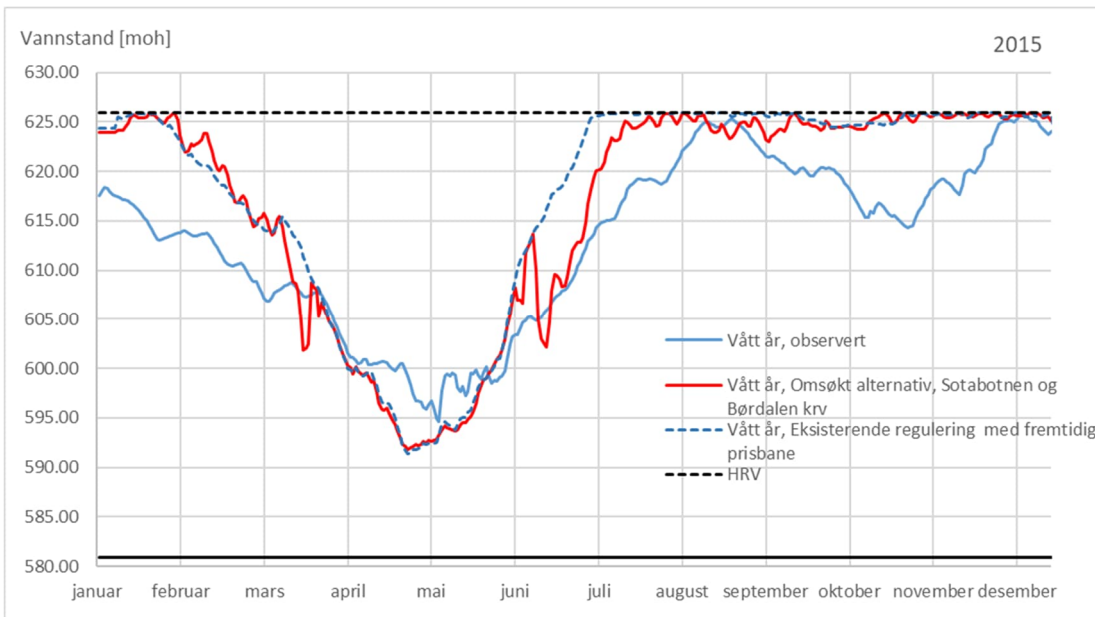


Figur 5-6 Vannstandsvariasjon Svartavatnet i et typisk middels år før og etter omsøkte alternativer (2009)



Figur 5-7 Vannstandsvariasjon Svartavatnet i et typisk tørt år før og etter omsøkte alternativer (2010)

Både for et typisk tørt år og et typisk vått år vil vannstandsvariasjonen endres noe i forhold til observerte vannstander, men omsøkt alternativ og eksisterende regulering med fremtidig prisbane vil samsvare bedre.



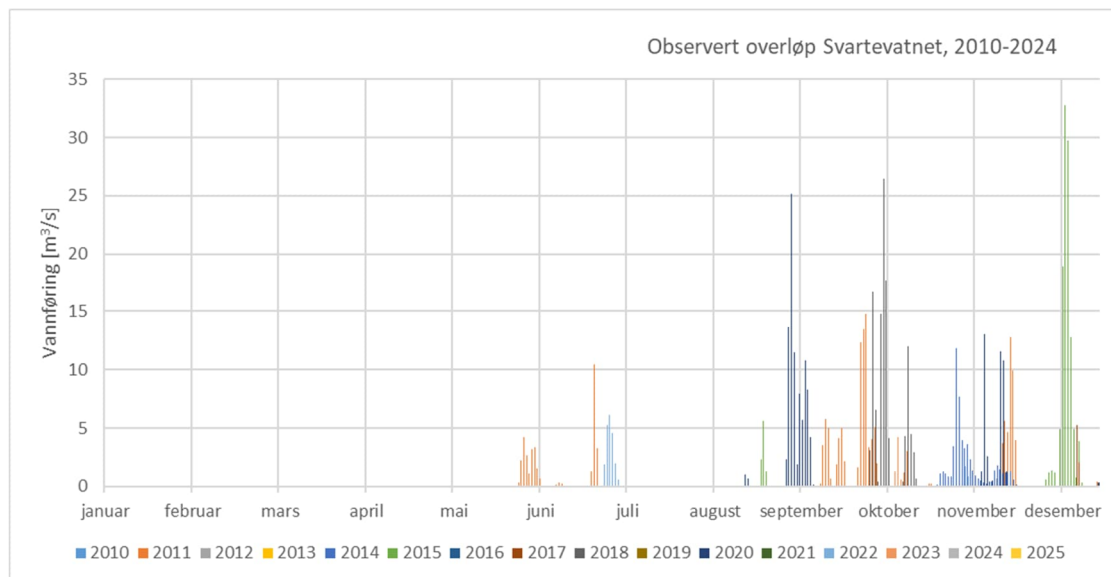
Figur 5-8 Vannstandsvariasjon Svartavatnet i et typisk vått år før og etter omsøkte alternativer (2015)

5.2 Punkt 2, Nedstrøms dam Svartavatn

Vannføring rett nedstrøms dam Svartavatnet er bestemt av overløp og eventuell forbitapping ved dammen.

Historiske/observerte overløpsdata er tilgjengelige for årene 2010-2025, figur 5-9. I denne perioden er det observert totalt 161 dager med overløp over dam Svartavatn. 51 av dagene var i 2011 og hovedsakelig i september og ut til månedsskiftet november-desember. Året 2014 hadde 31 dager med overløp og 2020 hadde 23 dager. Det er her ikke sett på om det er sammenhengende dager. Frem til nå i 2025 har det ikke vært observasjoner av overløp.

For omsøkt regulering viser ProdRisk resultatene at det ikke vil forekomme overløpsepisoder. Produksjonssimuleringene er utført med historiske tilsigsdata, dagens slukeevner og med fremtidig prisbane.



Figur 5-9 Observerte overløpshendelser årene 2010-2025, døgnmiddel

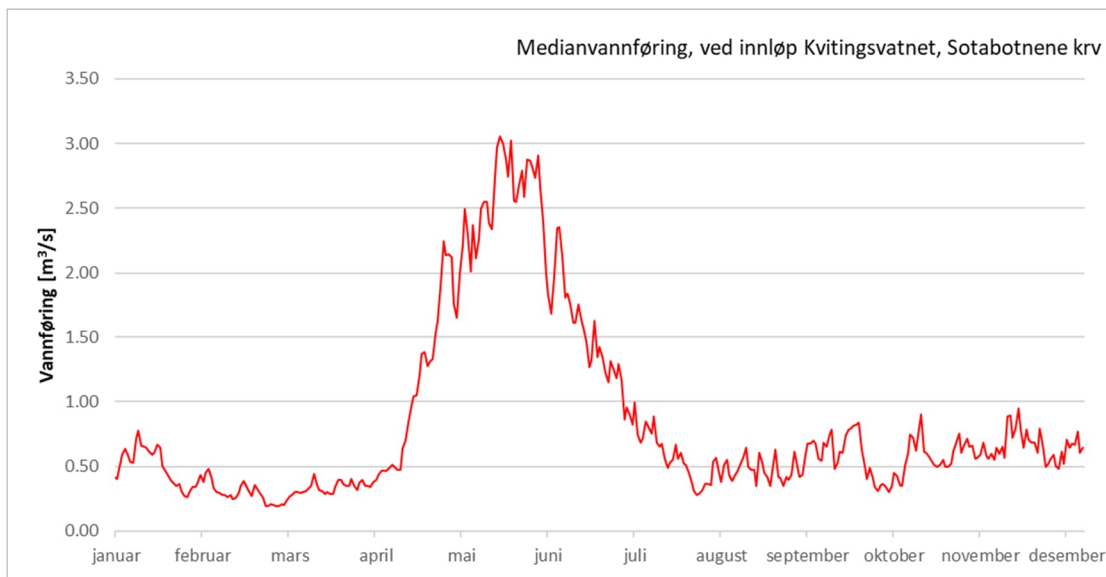
5.3 Punkt 3, Oppstrøms inntak i Kvittingsvatnet

Fra Svartavatnet renner elva ned til Kvittingsvatnet og det er valgt å se på et punkt rett før inntaket i Kvittingsvatnet. Dette stedet får tilsig fra restfelt mellom punktene og utløp fra Svartavatnet

Det er observasjoner av historiske overløp ved Svartavatnet for årene 2010-2025, se kapittel 5.2. Historisk så skjer overløpene ca hvert 2 år. Ved etablering av Sotabotnen kraftverk viser ProdRisk at det ikke vil forekomme overløp ved dam Svartevatnet. Vannføring ved punkt 3 rett oppstrøms inntaket i Kvittingsvatnet vil dermed være lik resttilsiget fra restfelt mellom utløp Svartevatnet og inntak Kvittingsvatnet.

Ser man bort fra overløpsepisodene som opptrer ca hvert 2 år, så vil observert gjennomsnittlig vannføring og vannføring etter omsøkt alternativ være lik resttilsiget. Medianvannføring vil være som i Figur 5-10.

Her er flomeepisodene inkludert i grunnlaget og det viser hvor lite de enkelte flomepisodene betyr for den normale vannføringen i elva. Gjennomsnittlig vannføring ved inntak Kvittingsvatnet er 1,3 m³/s.

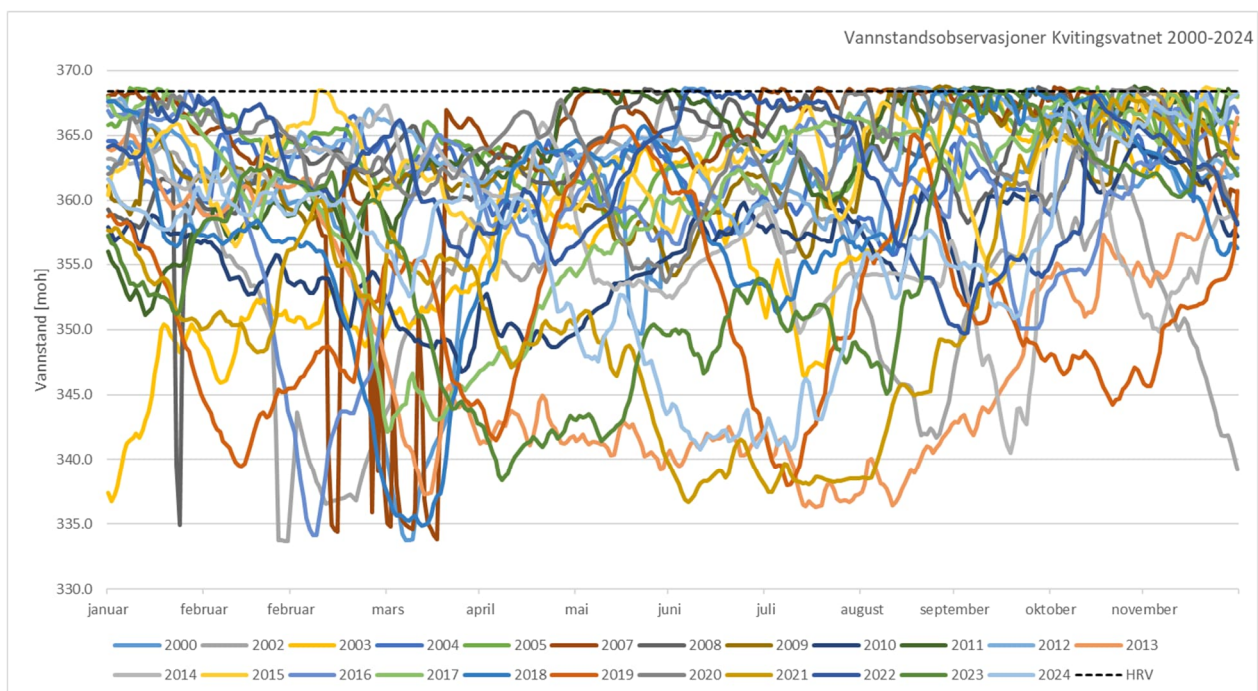


Figur 5-10 Median vannføring, eksisterende regulering og omsøkt alternativ

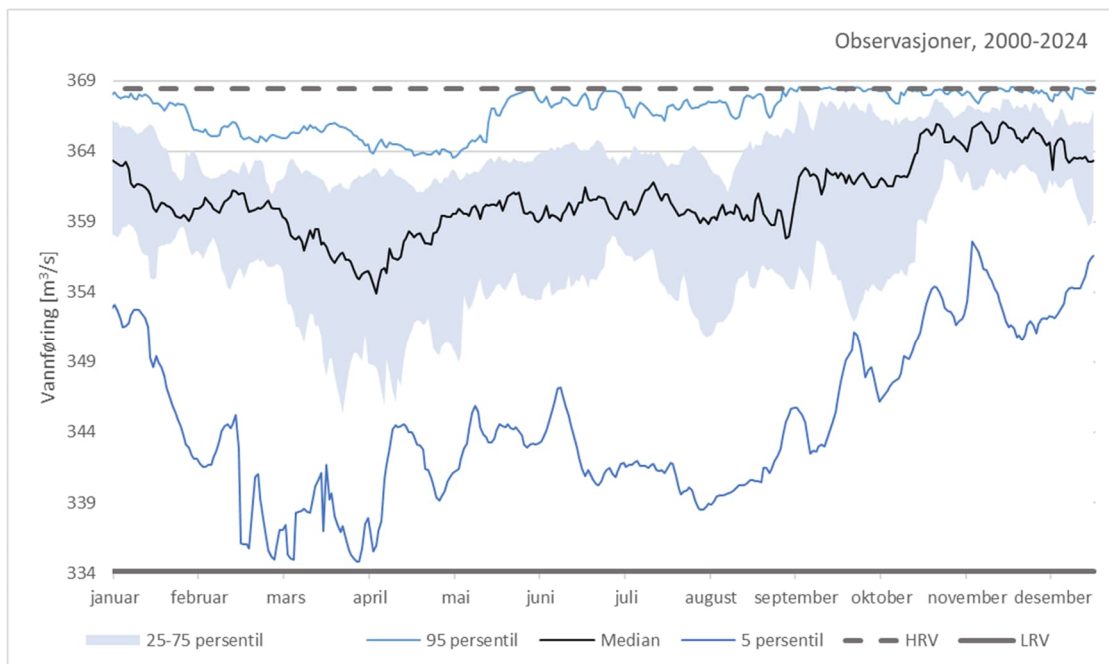
5.4 Punkt 4, Kvitingsvatnet

Både utløp av eksisterende Kvitningen kraftverk og utløp fra /inntak til pumpekraftverket er i Kvitingsvatnet. For Kvitingsvatnet er HRV lik 368.4 moh. og LRV 334.1 moh.

Figur 5-1 viser tilgjengelig historiske observasjoner for perioden 2000-2024. Ser man på data for alle år så viser det ikke en klar sesongvariasjon i vannstand i magasinet, se Figur 5-11. Videre er det tatt ut persentilkurver for samme datasett.

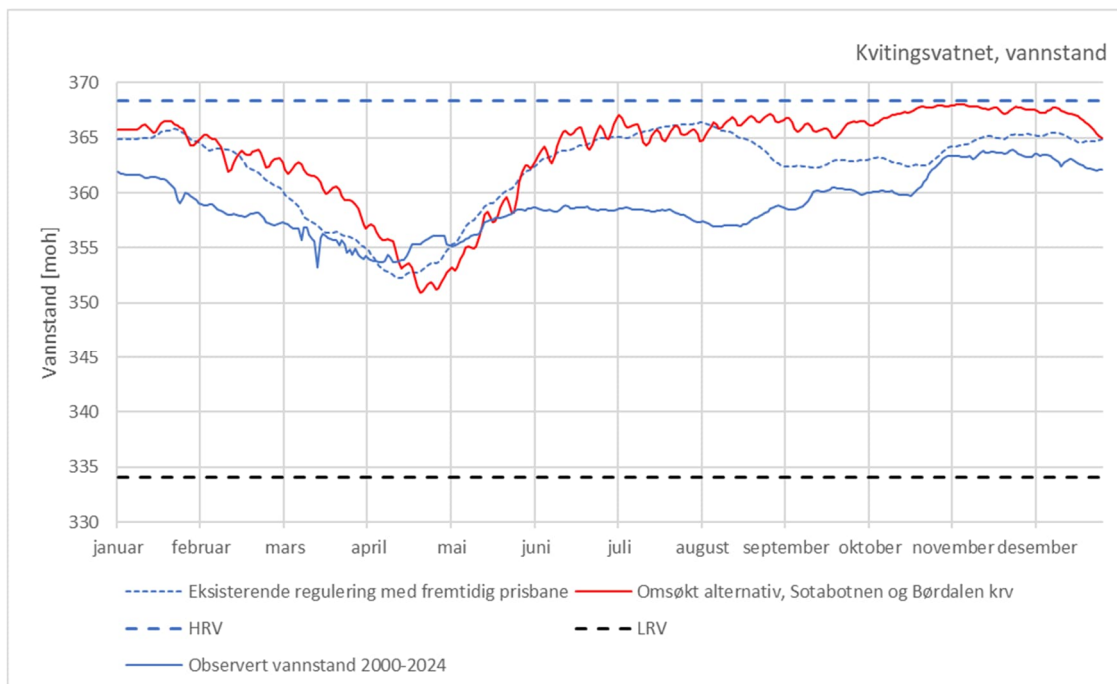


Figur 5-11 Observert magasinvannstand for årene 2000-2024 i Kvitingsvatnet, med unntak av 2001 og 2006,



Figur 5-12 Persentilkurver for observerte data for perioden 2000-2024

Figur 5-13 viser hvordan den gjennomsnittlige vannstanden varierer over året både fra historiske observasjoner, ved omsøkt alternativ og ved eksisterende regulering gitt fremtidig prisbane. Av figuren ser man at det med det nye kraftverket vil bli hyppigere mindre vannstandsvariasjoner selv om sesongvariasjonene er omtrent de samme. Det vil forventes en noe høyere vannstand på høsten og tidlig vinter.

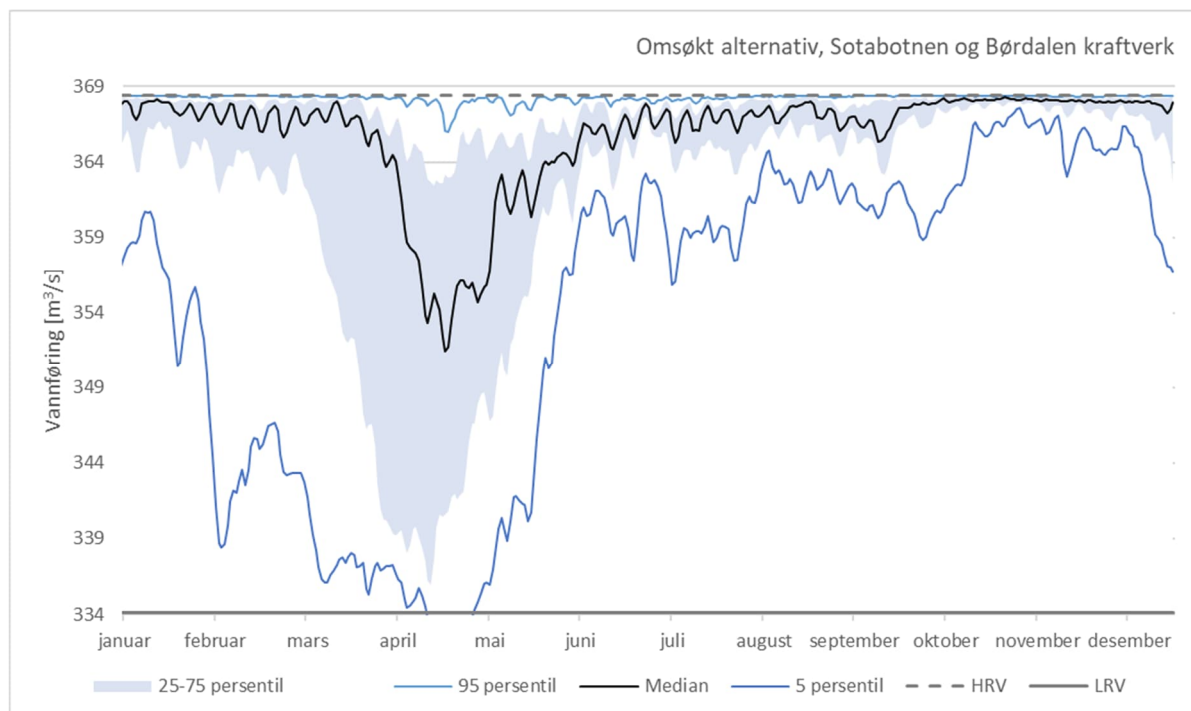


Figur 5-13 Gjennomsnittlig vannstandsvariasjon over året, Kvittingsvatnet

Tabell 5-2 Gjennomsnittlig vannstand pr mnd, Kvitingsvatnet

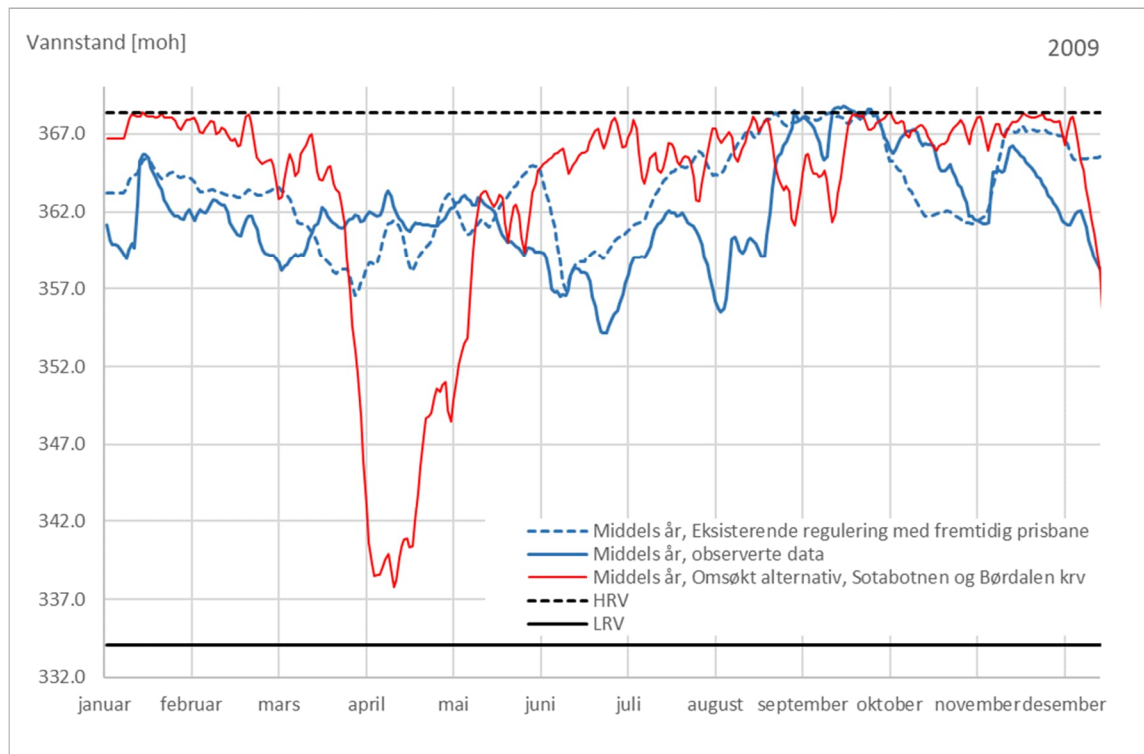
	Observert vannstand 2009-2024	Omsøkt alternativ, Sotabotnen og Børdalen krv	Eksisterende regulering med fremtidig prisbane
Gjennomsnitt	358.9	363.8	362.2
Januar	360.8	365.7	365.1
Februar	358.1	363.6	362.9
Mars	355.8	360.9	357.4
April	354.7	354.0	353.3
Mai	356.9	356.7	358.3
Juni	358.6	364.5	363.8
Juli	358.4	365.6	365.6
August	357.4	366.3	365.2
September	359.6	366.0	362.6
Oktober	360.4	367.1	362.8
November	363.5	367.7	364.7
Desember	362.9	367.0	365.1

Persentilkurver for omsøkt alternativ er vist i Figur 5-14.



Figur 5-14 Persentilkurver for vannstand i Kvitingsvatnet gitt omsøkt alternativ

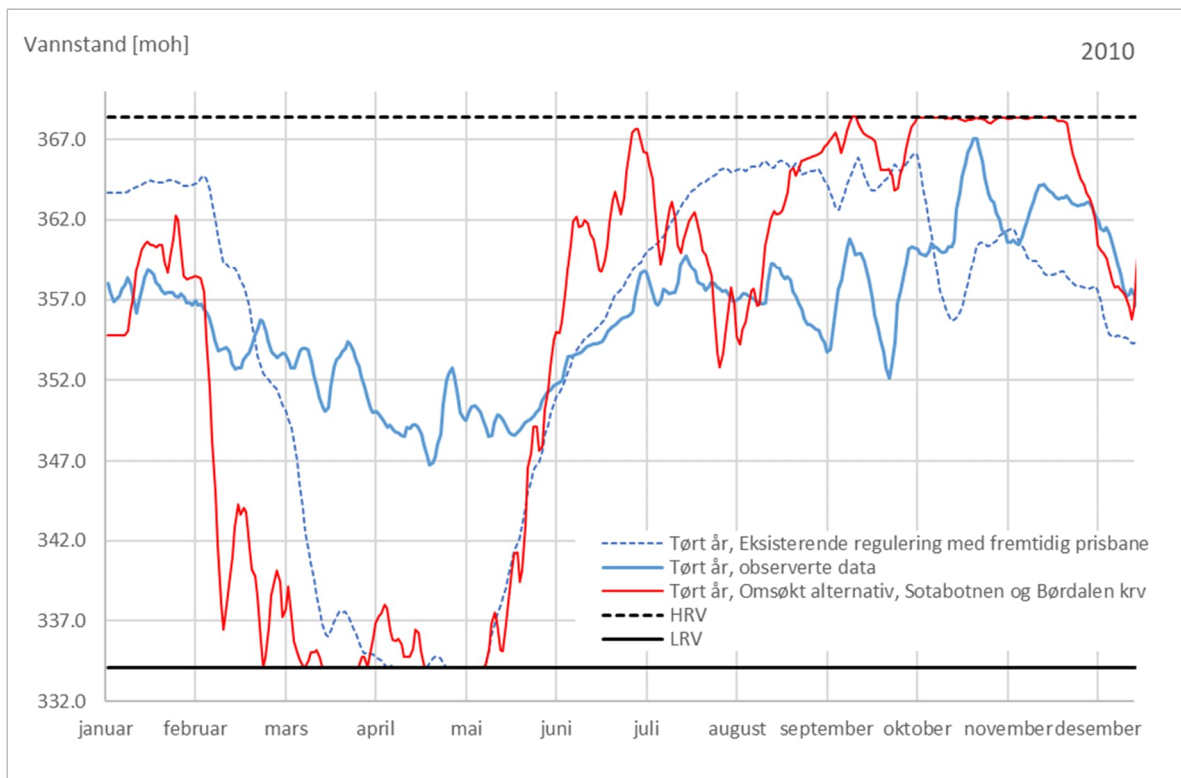
Vannstandsvariasjonene vil fortsatt skje mellom LRV og HRV, men med hyppigere endringer. Dette vises også godt i figurene med middels, tørt og vått år. Observerte vannstander er sammenliknet med vannstander simulert for omsøkt alternativ i tillegg vannstand basert på eksisterende regulering med ny prisbane ville. Årene som er benyttet er 2009, 2010 og 2015.



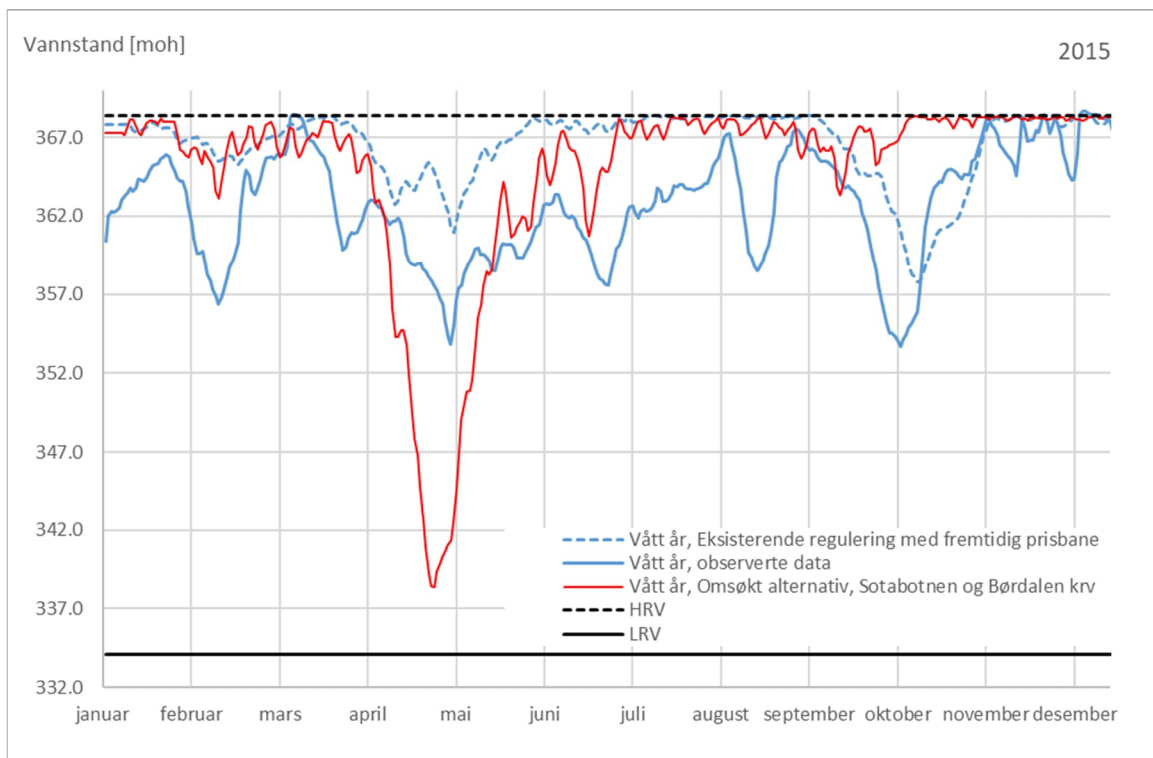
Figur 5-15 Vannstandsvariasjon i et typisk middels år for Kvitingvatnet, 2009

I et typisk middelsår vil man kunne få en større variasjon enn tidligere. Eksisterende alternativ viser at det i middels år 2009 ikke var store variasjoner i vannstanden. Ved etablering av nytt omsøkt kraftverk vil man kunne få en variasjon som vist i figur over. En større del av magasinets reguleringshøyde vil benyttes.

Figur 5-16 viser vannstandsvariasjon i et typisk tørt år. Her vil magasinet variere mellom HRV og LRV, med en lengre periode på vinteren/våren der vannstanden er ned mot LRV. I et typisk vått år vil vannstanden holde seg opp mot HRV gjennom hele året.



Figur 5-16 Vannstandsvariasjon i Kvitingvatnet i et typisk tørt år (2010)



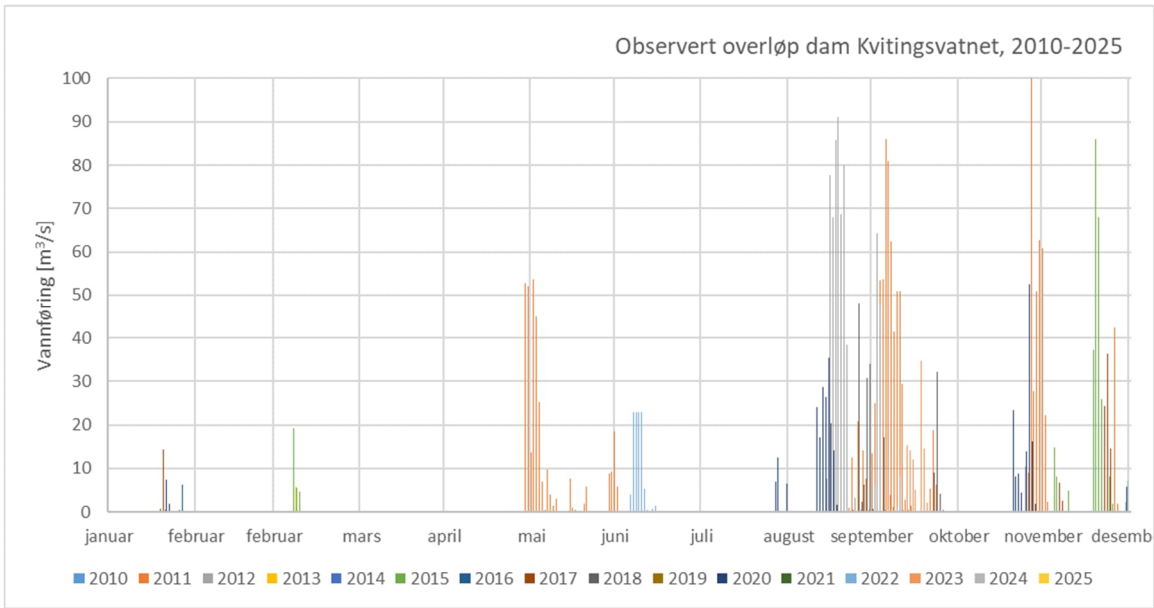
Figur 5-17 Vannstandsvariasjon i Kvitingvatnet i et typisk vått år (2015)

5.5 Punkt 5 Nedstrøms Kvittingsvatnet

For området rett nedstrøms dam Kvittingsvatnet så er det bidrag fra overløp og forbitapping som vil gi vannføringen. Det er ikke noe restfelt.

Det er innhenta historiske data for overløp for årene 2010-2025, se Figur 5-18. I løpet av disse 16 årene er det registrert overløp i 11 av årene. Det er varierende antall dager med overløp. Figuren viser at det hovedsakelig er overløp i perioden september til desember.

Tabell 5-3 Overløpsepisoder dam Kvittingsvatnet, 2020-2025



Figur 5-18 Historiske overløpsepisoder, dam Kvittingsvatnet

Tabell 5-4 Analyse av overløpsepisoder, observerte data Kvittingsvatnet 2010-2025

	Antall dager med flomepisode	Gjennomsnitt av flomstørrelse, gitt flom	Maksimalt gjennomsnittlig døgnavvannføring forbi dammen	Maksimalt antall dager på rad med flomvannføring:	Antall episoder gitt 3 dager opphold	Antall dager med flom 1.5-30.9	Gjennomsnittlig flom 1.5-30.9	Antall dager med flom 1.10-30.4	Gjennomsnittlig flom 1.10-30.4
2010	0								
2011	59	23.5	118.1	23	9	31	12.8	28	35.4
2012	18	36.6	91.0	8	5	9	57.8	9	15.4
2013	0								
2014	0	0.0	0.0	0	0	0		0	
2015	16	19.5	86.0	8	5	0		16	19.5

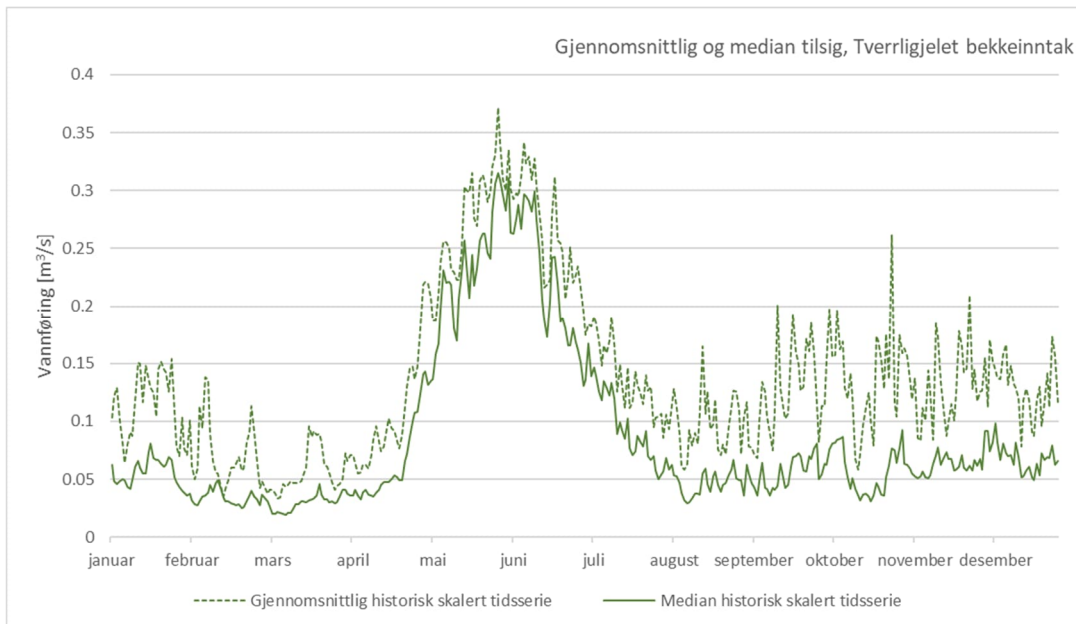
	Antall dager med flomepisode	Gjennomsnitt av flomstørrelse, gitt flom	Maksimalt gjennomsnittlig døgnavvannføring forbi dammen	Maksimalt antall dager på rad med flomvannføring:	Antall episoder gitt 3 dager opphold	Antall dager med flom 1.5-30.9	Gjennomsnittlig flom 1.5-30.9	Antall dager med flom 1.10-30.4	Gjennomsnittlig flom 1.10-30.4
2016	4	3.1	6.3	2	2	0		4	3.1
2017	9	11.1	36.2	4	3	0		9	11.1
2018	13	14.3	48.2	6	4	7	17.5	6	10.5
2019	0								
2020	24	13.8	52.5	9	5	13	14.9	11	12.6
2021	0								
2022	9	11.5	23.0	7	2	9	11.5	0	
2023	13	8.0	34.8	9	2	0		13	8.0
2024	3	3.2	7.1	2	2	0		3	3.2
2025	1	5.8	5.8	1	1	0		1	5.8

I resultatene fra ProdRisk for omsøkt alternativ med Sotabotnen og Børdalen kraftverk er det ikke registrert overløp. Omsøkt alternativ vil derfor gjøre at overløpsepisoder forsvinner.

5.6 Punkt 6, Nedstrøms bekkeinntak Tverrligjelet

Det er for bekkeinntaket i Tverrligjelet antatt en slukeevne på $10 \cdot Q_{\text{middel}}$. Med en spesifikk avrenning på 111 l/s pr km² og et nedbørfelt på 1,1 km² utgjør dette en slukeevne på 1,2 m³/s.

Bekkeinntaket fører inn til overføringen fra Kvitingsvatnet. Årlig middelaavrenning fra feltet i perioden 1988-2015 er estimert til 0.14 m³/s, med en gjennomsnittlig fordeling over året lik figur 5-19.

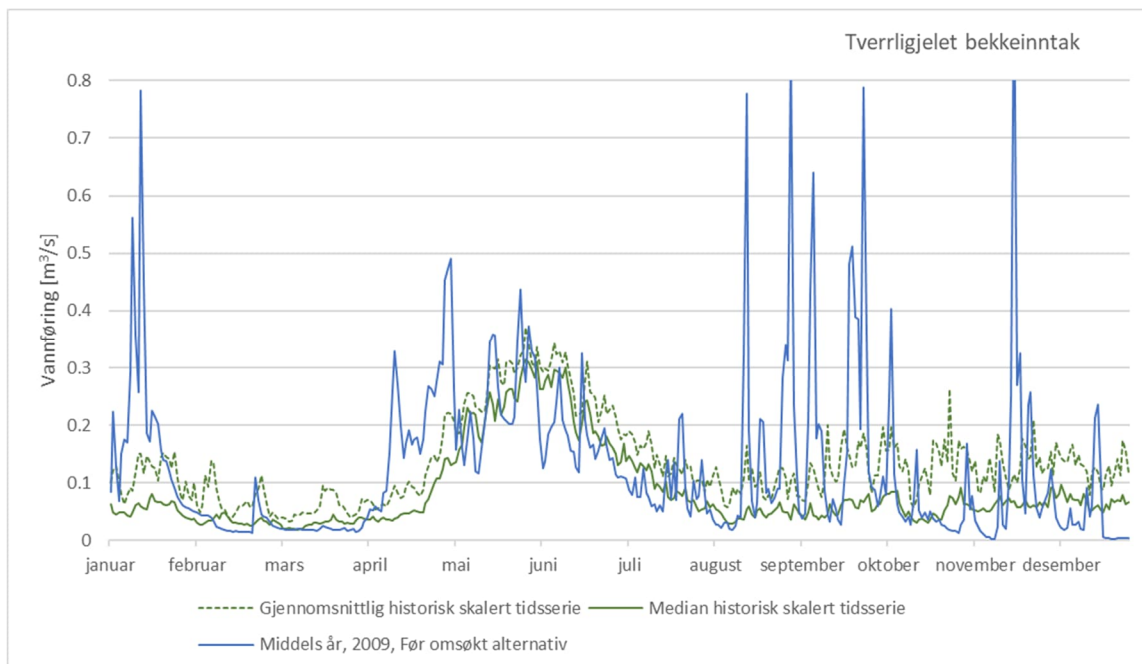


Figur 5-19 Gjennomsnittlig og median vannføring i Tverrligjelet før omsøkt alternativ

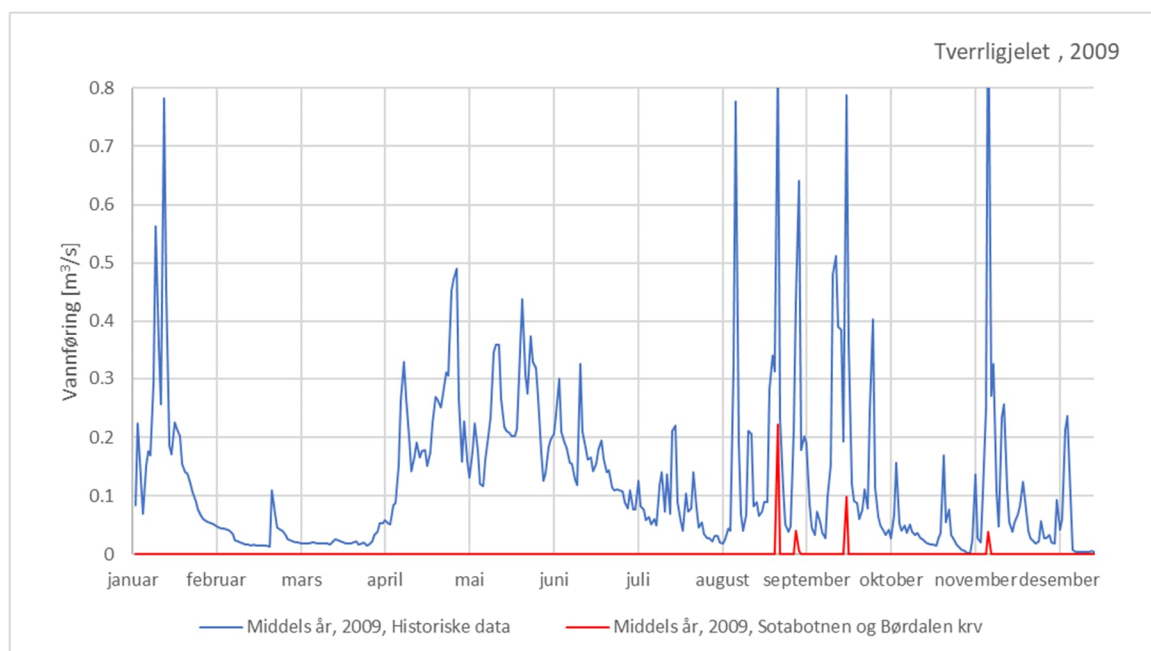
Verdiene i figuren er basert på skalering fra vannmerket Kaldåen. Det er imidlertid tatt bilder fra bekken som viser at det på disse tidspunktene var vesentlig tørrere enn det figuren viser.

Inntaket vil ha kapasitet til å ta unna alt tilsig med unntak av enkelte store flomhendelser som overskrider kapasitet til inntaket og vannføring etter omsøkt alternativ nedstrøms inntaket vil derfor bli tilnærmet null.

Enkelte år vil ikke ha avrenning fra feltet som overskrider maksimal slukeevne og dermed vil bekkeleiet rett nedstrøms inntaket være tilnærmet tørt. I andre år vil man kunne få episoder med noe vannføring rett nedstrøms inntaket. Det er vist en figur for middelsår. Her ser man 4 episoder der avrenningen overskrider maksimal kapasitet på bekkeinntaket og det vil være noe vannføring rett nedstrøms bekkeinntaket.



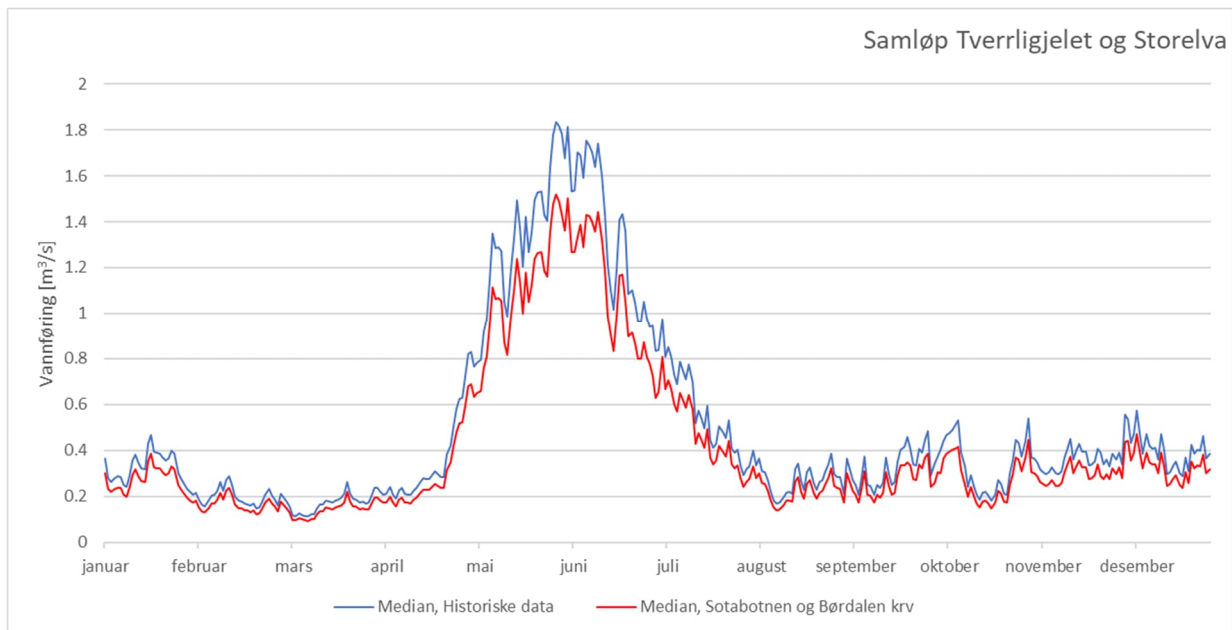
Figur 5-20 Gjennomsnittlig vannføring, medianvannføring og eksempelåret 2009 for Tverrligjelet.



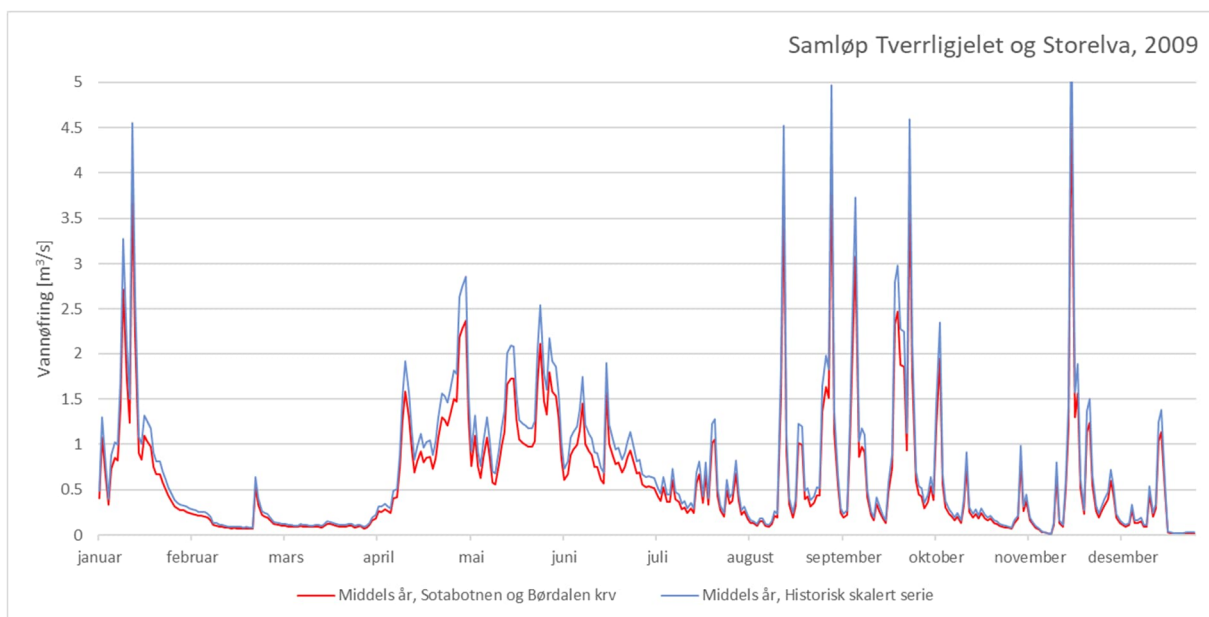
Figur 5-21 Vannføring i et middels år (2009), før og etter omsøkt alternativ med Sotabotnen og Børdalen krv

5.7 Punkt 7, Nedstrøms samløp Tverrligjelet og hovedelv

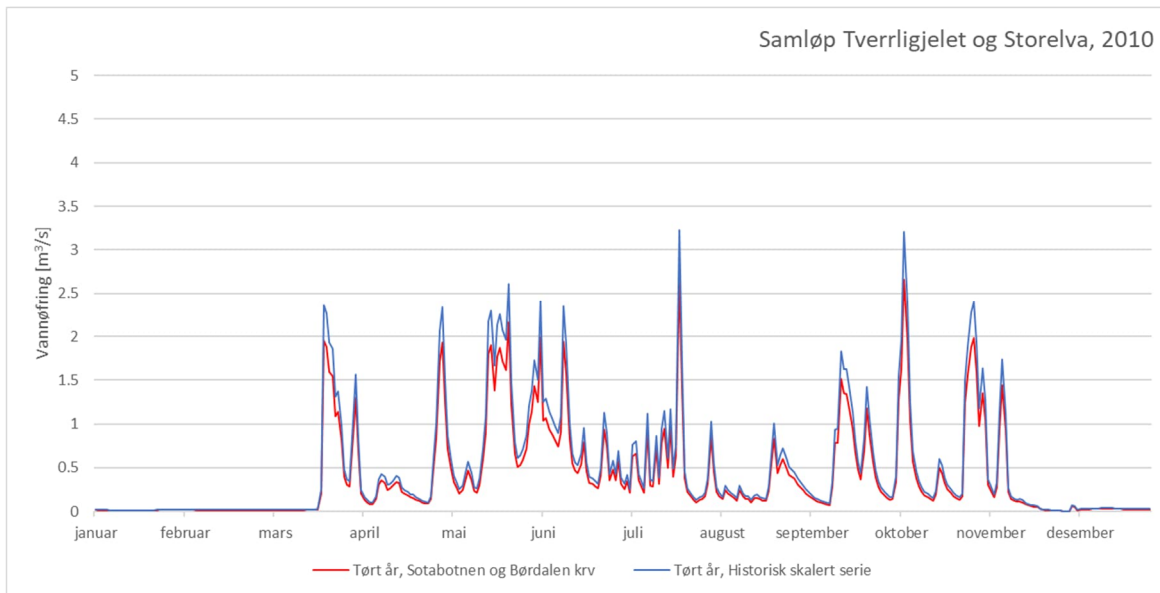
Vannføringen i samløpet mellom sidebekk fra Tverrligjelet og hovedelva fra Kvittingsvatnet er summen av restfeltet nedstrøms dam Kvittingsvatnet og bekkeinntaket i Tverrligjelet, i tillegg til eventuelt overløp fra Kvittingsvatnet. Forskjellen mellom historiske observasjoner / eksisterende regulering med fremtidig prisbane og fremtidig omsøkt alternativ er overløpsepisodene fra dam Kvittingsvatnet og endring som følge av nytt bekkeinntak, se nærmere beskrivelse i kapittel 5.5. Overløpsepisodene er vist i figur 5-18.



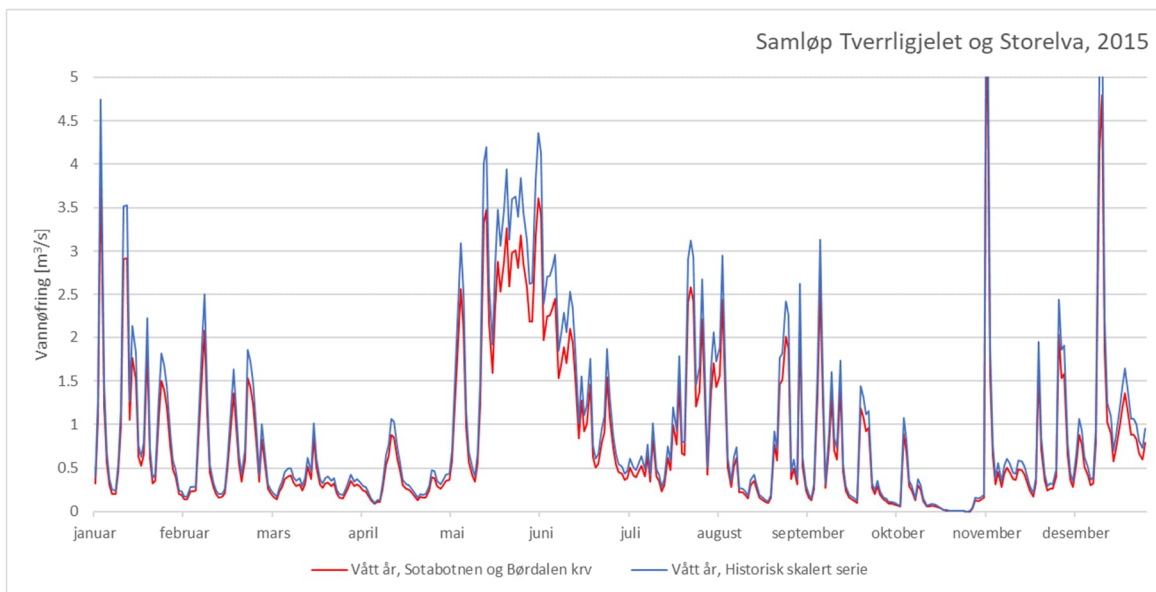
Figur 5-22 Medianvannføring før og etter overføring av felt til bekkeinntak, omsøkt alternativ Sotabotnen og Børdalen kraftverk



Figur 5-23 Vannføring i et middels år ved samløp Tverrligjelet og Storelva (2009)



Figur 5-24 Vannføring i et tørt år ved samløp Tverrligjelet og Storelva (2010)



Figur 5-25 Vannføring i et vått år ved samløp Tverrligjelet og Storelva (2015)

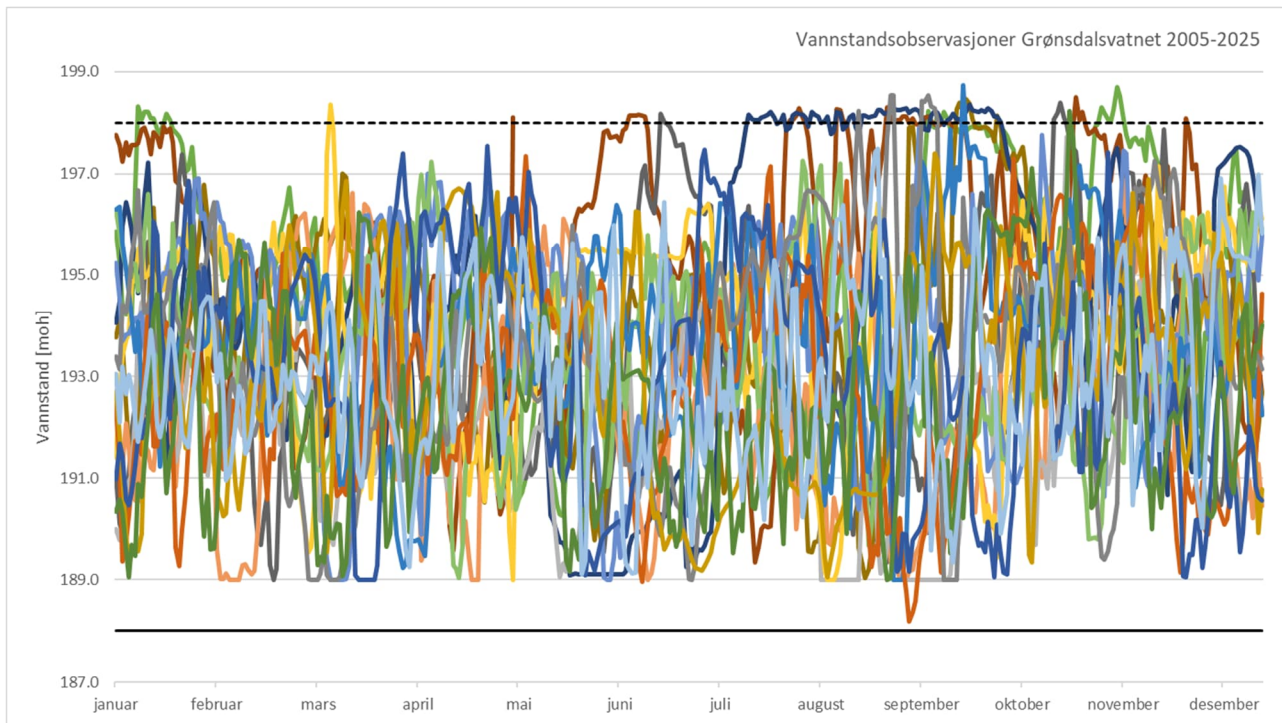
5.8 Punkt 8, Grøndalsvatnet

Produksjonssimuleringene resulterer i vannstander i Grøndalsvatnet.

Grøndalsvatn mottar tilsig fra restfeltet nedstrøms Kvitingsvatnet, eventuelt overløp fra Kvitingsvatnet og utløp fra Grønsdal kraftverk. Grønsdalsvatnet er også inntaksmagasin til Myra kraftverk. Utløpet fra Myra kraftverk er i Fiskevatnet, om lag 0,8 km nedstrøms overløpet på dam Grønsdalsvatnet.

HRV for Grønsdalsvatnet er på kote 198 og LRV er på kote 188.

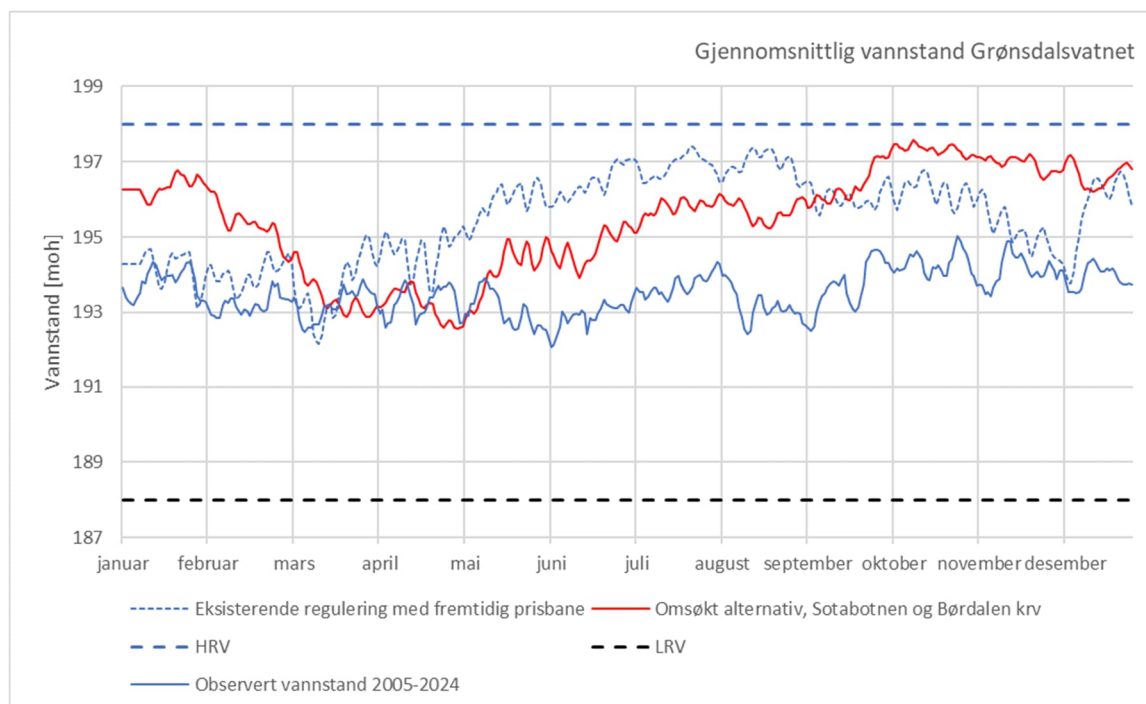
Det er observerte vannstander tilgjengelig for perioden 2005-2024. Det er ikke en markert sesongvariasjon i vannstandene, men vannstanden er preget av hyppige vannstandsendringer. Resulterende gjennomsnittlige vannstand holdes ganske uendret.



Figur 5-26 Observert vannstander i Grønsdalsvatnet mellom 2005-2024

Vannstandsvariasjonen i Grønsdalsvatnet endres noe etter etablering av omsøkt alternativ. Dette skyldes bortfall av overløp fra oppstrøms magasin samt endret kjøremønster. I tillegg spiller det også inn hvordan Myra og Grønsdal kraftverk kjøres med nye og forventede prisbaner. Figur 5-27 viser hvordan vannstanden vil variere gitt årene 1988-2015 for etablering av Børdalen og Sotabotnen kraftverk. Det er antatt lik vannstandsvariasjon med etablering av både Børdalen og Sotabotnen. (Dette pga manglende vannstandsresultater fra simuleringsprogrammet ProdRisk).

Gjennomsnittlig vannstand i Grønsdalsvatn for observert periode var 193,5 moh. Ved omsøkt alternativ vil denne vannstanden være 195,5 moh., samme som den også ville vært ved eksisterende regulering gitt fremtidig prisbane.



Figur 5-27 Gjennomsnittlig vannstand i Grønsdalsvatnet, observert vannstand, vannstand ved omsøkt alternativ og ved eksisterende regulering gitt fremtidig prisbane

	Observert vannstand 2009-2024	Omsøkt alternativ, Sotabotnen og Børdalen krv	Eksisterende regulering med fremtidig prisbane
Gjennomsnitt	193.5	195.5	195.5
Januar	193.8	196.3	194.2
Februar	193.2	195.4	194.0
Mars	193.2	193.5	193.6
April	193.3	193.2	194.6
Mai	193.1	193.9	195.8
Juni	192.8	194.7	196.3
Juli	193.6	195.7	196.9
August	193.3	195.7	197.0
September	193.5	196.2	196.0
Oktober	194.3	197.3	196.3
November	194.1	197.0	195.4
Desember	194.0	196.7	195.5

Tabell 5-5 Gjennomsnittlig vannstand pr mnd, Grønsdalsvatnet

5.9 Punkt 9, Nedstrøms Grønsdalsvatnet

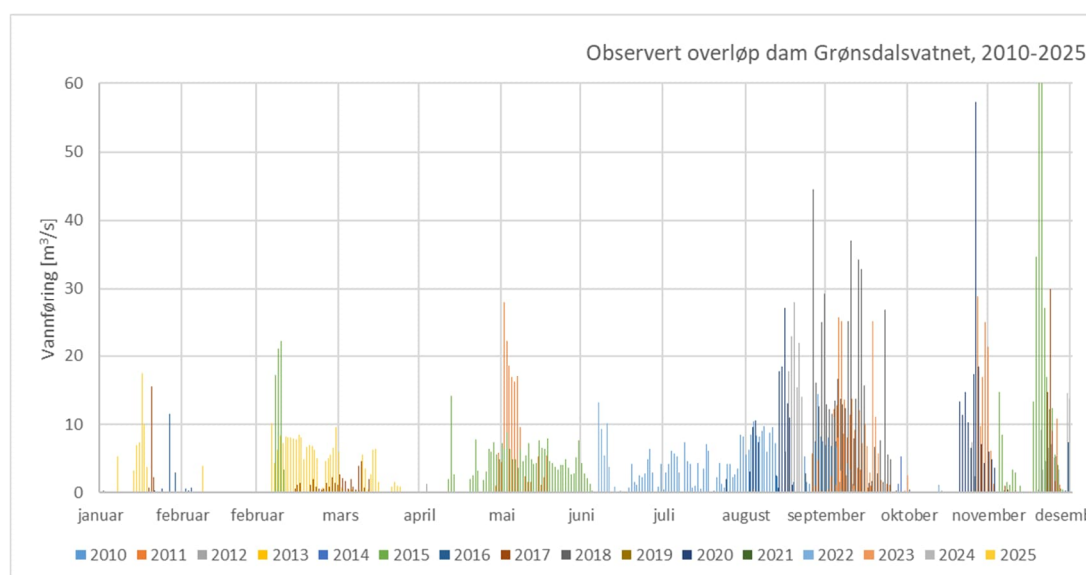
Myra Kraftverk tar vann fra Grønsdalsvatn. Det er derfor kun flomtap som overløp som evt vil renne rett nedstrøms dammen.

Det er innhenta historiske data for overløp for årene 2020-2025, se Figur 5-28. I løpet av disse årene er det registrert 124 døgn med overløp. Disse er fordelt i henhold til Tabell 5-6.

År	2020	2021	2022	2023	2024	2025
Dager med overløp	28	1	13	18	11	53

Tabell 5-6 Overløpsdøgn dam Grønsdalsvatn, 2010-2025

Elva nedstrøms dam Grønsdalsvatnet får bidrag fra en rekke sidebekker og allerede ca 40 meter nedstrøms dammen kommer en sidebekk fra Vårsvoa inn. 150-200 meter nedstrøms denne igjen kommer det inn sidebekker fra Sauadalen. Det vil derfor komme tilsig inn mot elva og også flom fra restfelt. Avstanden mellom utløp Grønsdalsvatn og inntak Fiskevatn der også utløpet fra Myra Kraftverk kommer er på ca 0,7 km.



Figur 5-28 Historiske overløpsepisoder, dam Grønsdalsvatn

Registrert vannstand i magasinet viser at det er overløp sjeldent, se figur 5-26. Ved ny regulering og etablering med Sotabotnen og Børdalen kraftverk vil overløp bli borte.

	Antall dager med flomepisode	Gjennomsnitt av flomstørrelse, gitt flom	Maksimal gjennomsn. døgnavvannføring over dammen	Maksimalt antall dager på rad med flomvannføring:	Antall episoder gitt 3 dager opphold	Antall dager med flom 1.5-30.9	Gjennomsnittlig flom 1.5-30.9	Antall dager med flom 1.10-30.4	Gjennomsnittlig flom 1.10-30.4	Minimalverdi gitt vannføring over 0
2010	82	0.0	14.4	51	2	74	4.3	8	5.0	0.01
2011	59	7.5	28.8	21	9	28	6.2	31	8.6	0.02
2012	26	6.4	27.9	10	6	12	10.7	14	2.8	0.02
2013	0									
2014	2	0.0	5.3	2	1	0		2	3.2	1.23
2015	77	8.2	96.2	42	8	51	4.7	26	15.0	0.01
2016	10	2.7	11.5	3	4	2	1.6	8	3.0	0.03
2017	38	3.0	29.9	22	7	0		38	3.0	0.11
2018	38	12.2	44.5	32	5	8	17.9	30	10.7	0.01
2019	0									
2020	28	10.6	57.3	10	7	12	10.0	16	11.0	0.01
2021	1	0.0	0.3	1	1	0		1	0.3	0.30
2022	12	3.7	13.2	6	5	10	4.3	2	0.7	0.02
2023	18	6.1	25.1	9	4	0		18	6.1	0.31
2024	11	6.7	14.6	9	2	0		11	6.7	0.38
2025	53	4.9	17.4	28	7	0		53	4.9	0.04

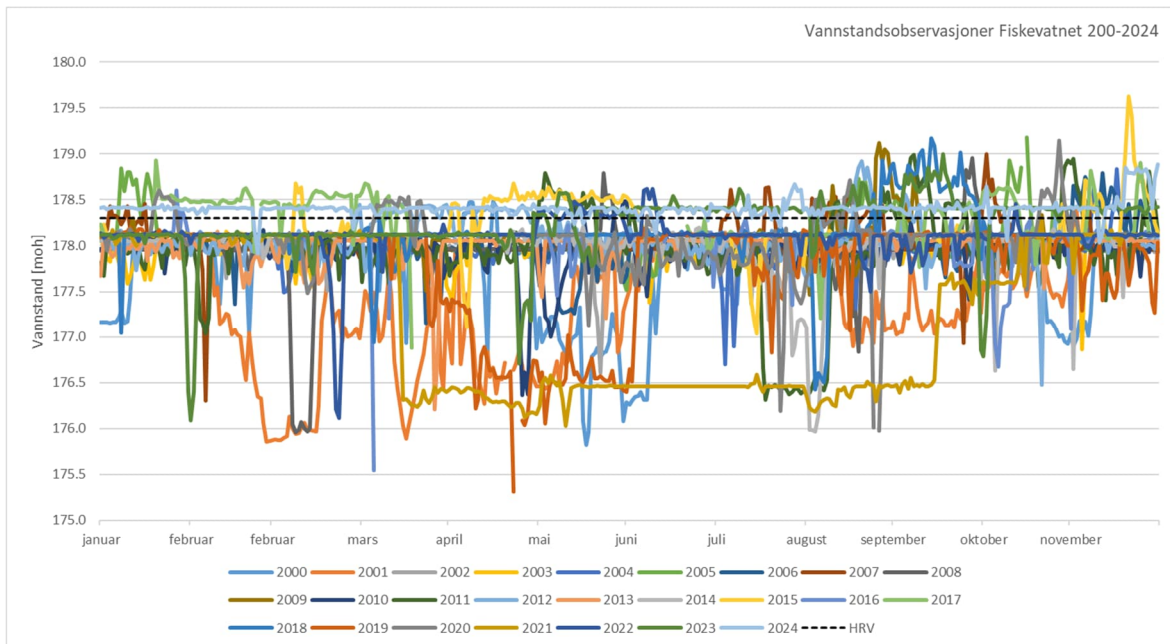
Figur 5-29 Flomanalyse for overløp Grønsdalsvatnet 2010-2025

5.10 Punkt 10, Fiskevatnet

Fiskevatnet er inntaksmagasin til Frøland kraftverk. Utløpet fra Frøland kraftverk er i Frølandsvatnet.

Fiskevatnet er et lite magasin og det er i eksisterende regulering hyppige vannstandsendringer i magasinet. Situasjon etter omsøkt alternativ vil bli noe endret, se persentilkurver og figurer for tørt, vått og middels år. Fiskevatn er regulert mellom HRV 178.3 moh. og LRV 172.7 moh.

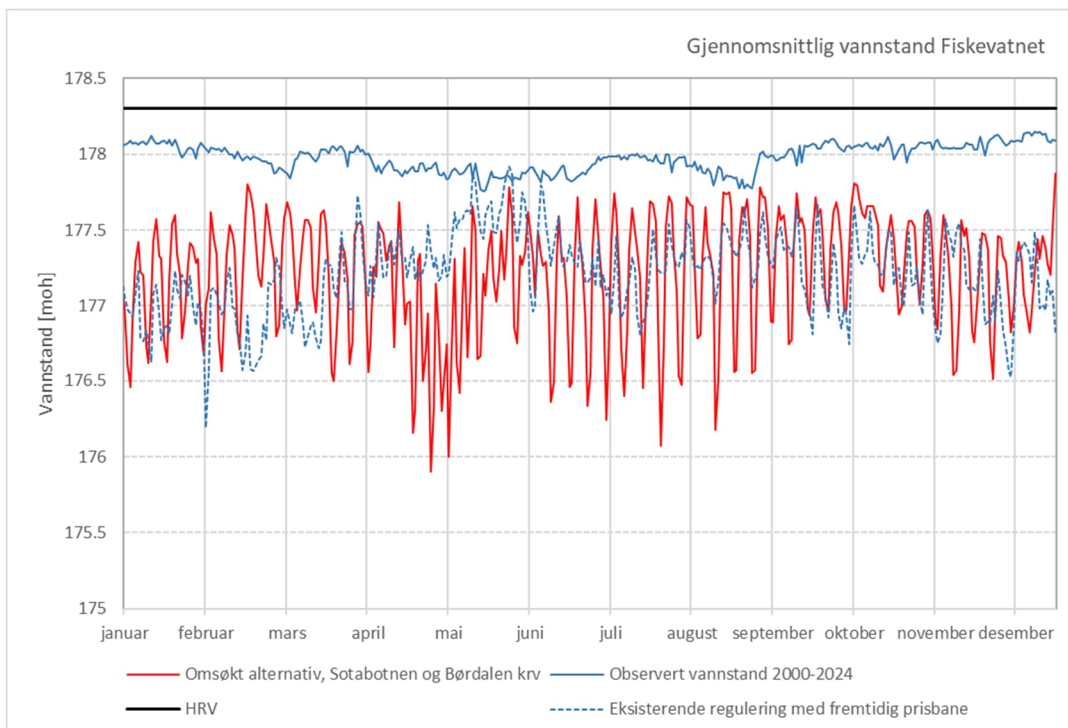
Det finnes observerte data for vannstanden i Fiskevatnet for årene 2000-2024. Av observasjonene så ser man at vannstanden stort sett ligger rundt HRV og vannstanden har i perioden med observasjoner ikke nådd ned til LRV. Det er ifølge Eviny svært sjeldent at vannstanden nærmer seg LRV.



Figur 5-30 Vannstandsobservasjoner i Fiskevatn, 2000-2024

I datasettet var det noen usikre data for 2019. Disse ble tatt bort.

Produksjonssimuleringene baserer seg på tilsigsserier og produksjonstekniske data og er simulert i ProdRisk. Resultater fra dette er mottatt fra oppdragsgiver, Eviny. Produksjonssimuleringene i ProdRisk gir resultater for både vannstand i Fiskevatnet. Figur 5-31 viser vannstandsendringer og variasjoner i magasinet for omsøkt alternativ med Sotabotnen og Børdalen kraftverk sammen med observert gjennomsnittlig vannstand.



Figur 5-31 Middelvannstand for observert serie, eksisterende regulering med fremtidig prisbane og ved omsøkt alternativ.

Fiskevatnet vil få større variasjon i vannstand og også hyppigere vannstandsendringer enn tidligere.

Middelvannstand over året for alternativet med installering av nytt Sotabotnen kraftverk og Børdalen kraftverk er også sammenliknet med eksisterende regulering, men med fremtidig prisbane.

Eksisterende situasjon vil dermed gi fremtidig vannstandsvariasjon dersom man ikke bygger ut Sotabotnen og Børdalen kraftverk. Dette er sammen med observerte data i Figur 5-31.

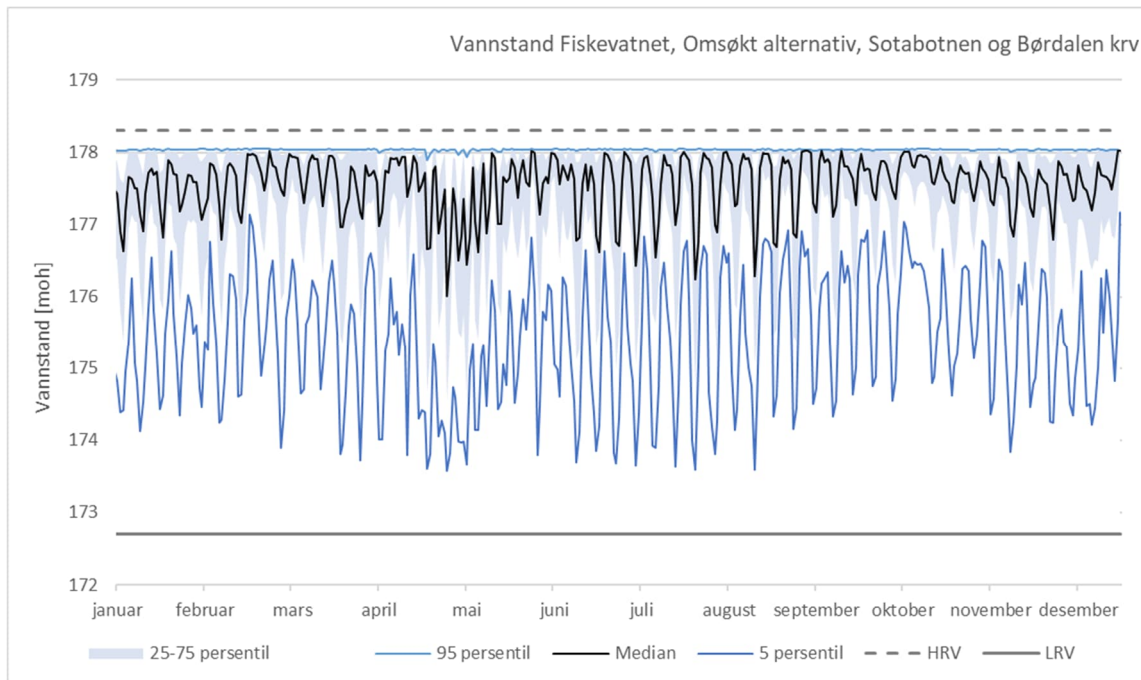
Figuren viser dermed gjennomsnittlig vannstand over året for observerte vannstander, simulerte vannstander for omsøkt alternativ samt simulerte vannstander for eksisterende kraftverk gitt fremtidige priser. Tidsperioden er ulik da observerte vannstander er gitt for perioden 2009-2024 og ProdRisk-resultater er gitt for perioden 1988-2015.

	Observert vannstand 2009-2024	Omsøkt alternativ, Sotabotnen og Børdalen krv	Eksisterende regulering med fremtidig prisbane
Gjennomsnitt	178.0	177.2	177.2
Januar	178.1	177.3	177.2
Februar	178.0	177.2	176.9
Mars	178.0	177.3	177.0
April	178.0	177.2	177.3
Mai	177.9	176.9	177.5
Juni	177.9	177.2	177.5
Juli	178.0	177.2	177.2
August	177.9	177.2	177.3
September	178.0	177.4	177.3
Oktober	178.1	177.5	177.3
November	178.0	177.2	177.2
Desember	178.1	177.2	177.1

Tabell 5-7 Gjennomsnittlig vannstand pr mnd, Fiskevatnet

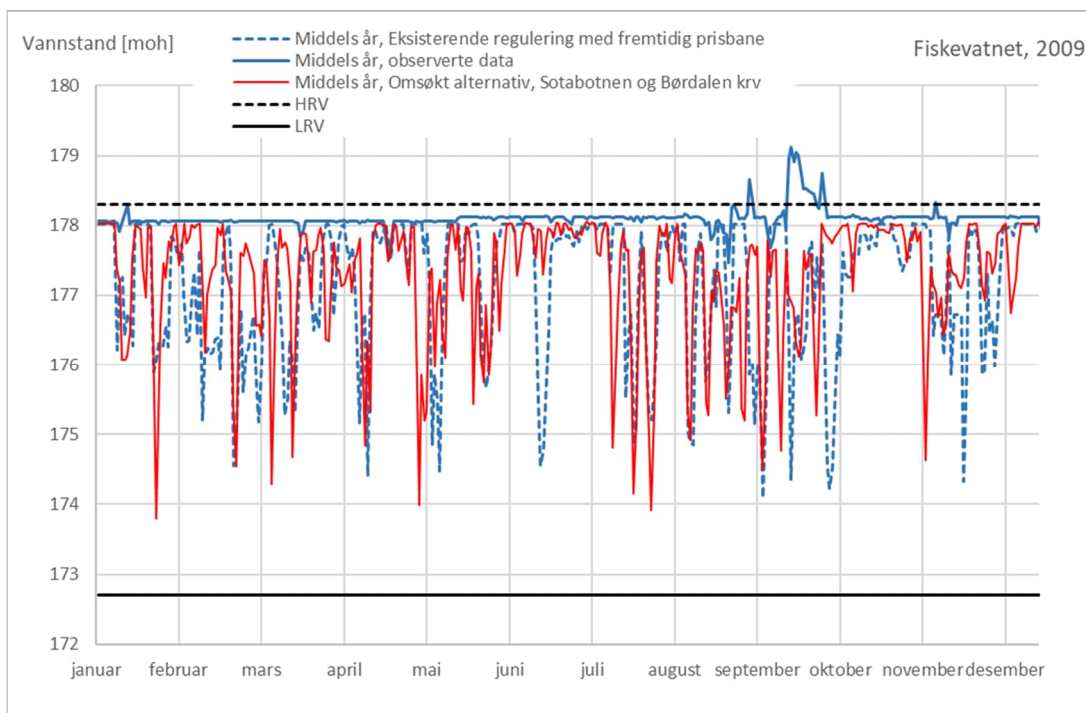
Fiskevatnet vil få større variasjon i vannstand og også hyppigere vannstandendringer enn tidligere.

Dette vises både i middelvannstand og for persentilkurver for omsøkt alternativ. Figur 5-32 viser persentilkurver for vannstanden i Fiskevatnet etter omsøkt utbygging. Resultatene er basert på timesverdier, men figuren viser gjennomsnittlig døgnmiddelvannstand.



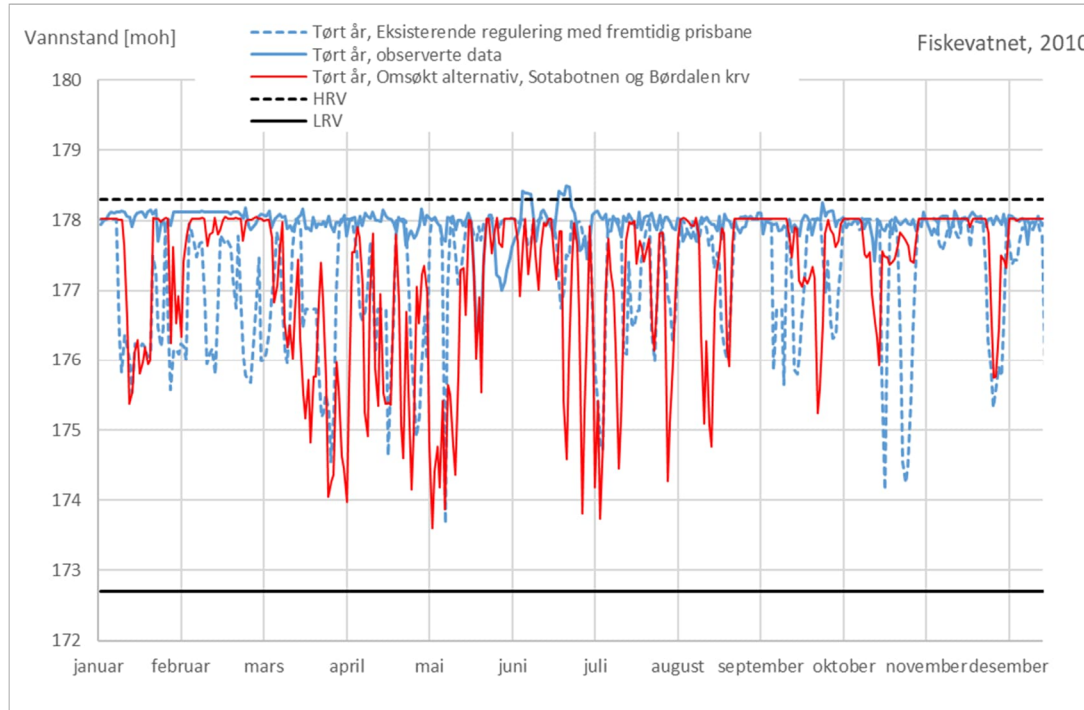
Figur 5-32 Persentilcurver for vannstand i Fiskevatnet ved omsøkt alternativ

Videre er det gitt vannstandsvariasjoner i et typisk middels år, tørt år og et vått år. Observerte vannstander er sammenliknet med vannstander simulert for omsøkt alternativ og vannstanden basert på eksisterende regulering med ny prisbane.

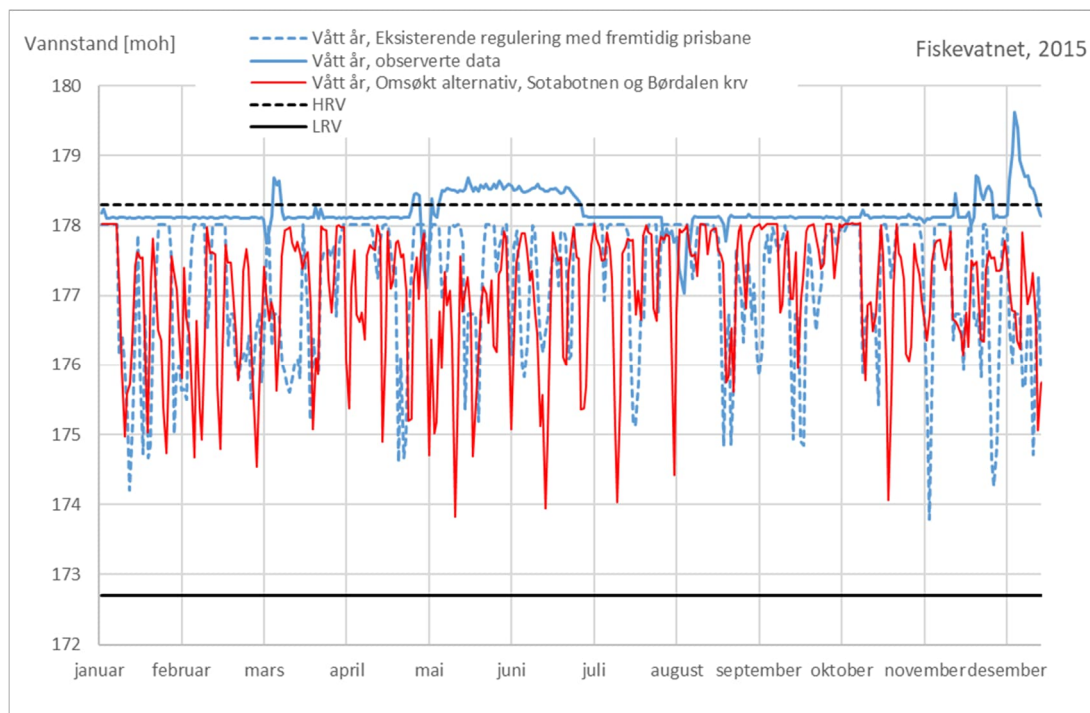


Figur 5-33 Vannstandsvariasjon i et middels år ved eksisterende regulering og ved omsøkt alternativ (2009)

Det er simulert hyppige vannstandsvariasjoner i eksisterende situasjon, men det vil også bli hyppige variasjoner etter omsøkt kraftverk. Omsøkt alternativ og eksisterende situasjon med fremtidig prisbane vil ha sammenliknbar variasjon.



Figur 5-34 Vannstandsvariasjon i et tørt år ved eksisterende regulering og ved omsøkt alternativ (2010)



Figur 5-35 Vannstandsvariasjon i et vått år ved eksisterende regulering og ved omsøkt alternativ (2015)

5.11 Punkt 11, Nedstrøms Fiskevatnet

Punkt 11 ligger rett nedstrøms Fiskevatnet. I utgangspunktet vil vannføringen her være en kombinasjon av tapping og overløp.

Det er innhenta historiske data for overløp for årene 2020-2025. I løpet av disse årene er det registrert 320 døgn med overløp. Disse er fordelt i henhold til Tabell 5-8.

År	2020	2021	2022	2023	2024	2025
Dager med overløp	87	12	44	42	59	76

Tabell 5-8 Overløpsepisoder dam Fiskevatn, 2020-2025

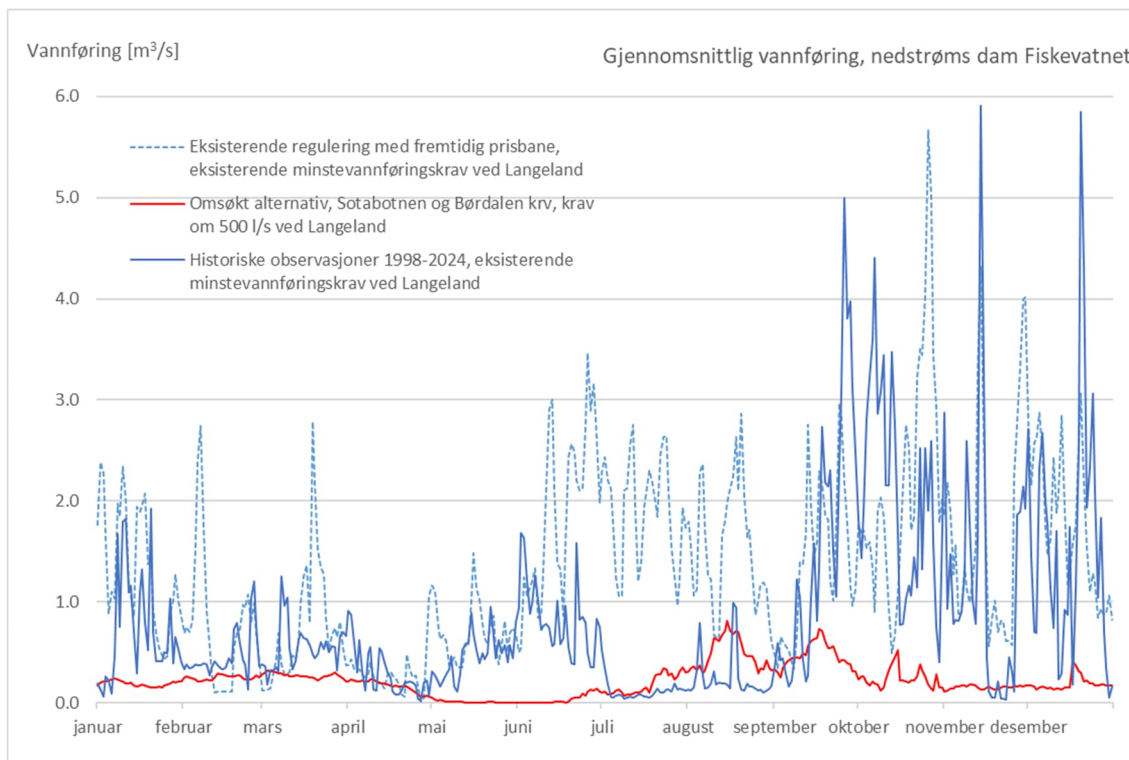
Det er observert vannstand i Fiskevatnet fra 1998-2024 og sammen med overløpskurve er overløpet beregnet. Basert på dette er det etablert en tidsserie for observerte vannføringsdata for perioden 1998-2024, der 1998-2019 er basert på overløpskurve og vannstandsdata mens 2020-2024 er basert på observasjoner av overløp.

I tillegg til dette er det også tappet vann for å møte minstevannsføringskrav som er gitt for Langeland. Langeland ligger i underkant av 4 km lengre nedstrøms dam Fiskevatnet. I henhold til gjeldende konsesjon gjelder følgende minstevannføringskrav ved Langeland: 1.mai – 1.oktober: minimum 0.5 m³/s, 2.oktober – 30.april: minimum 0.3 m³/s.

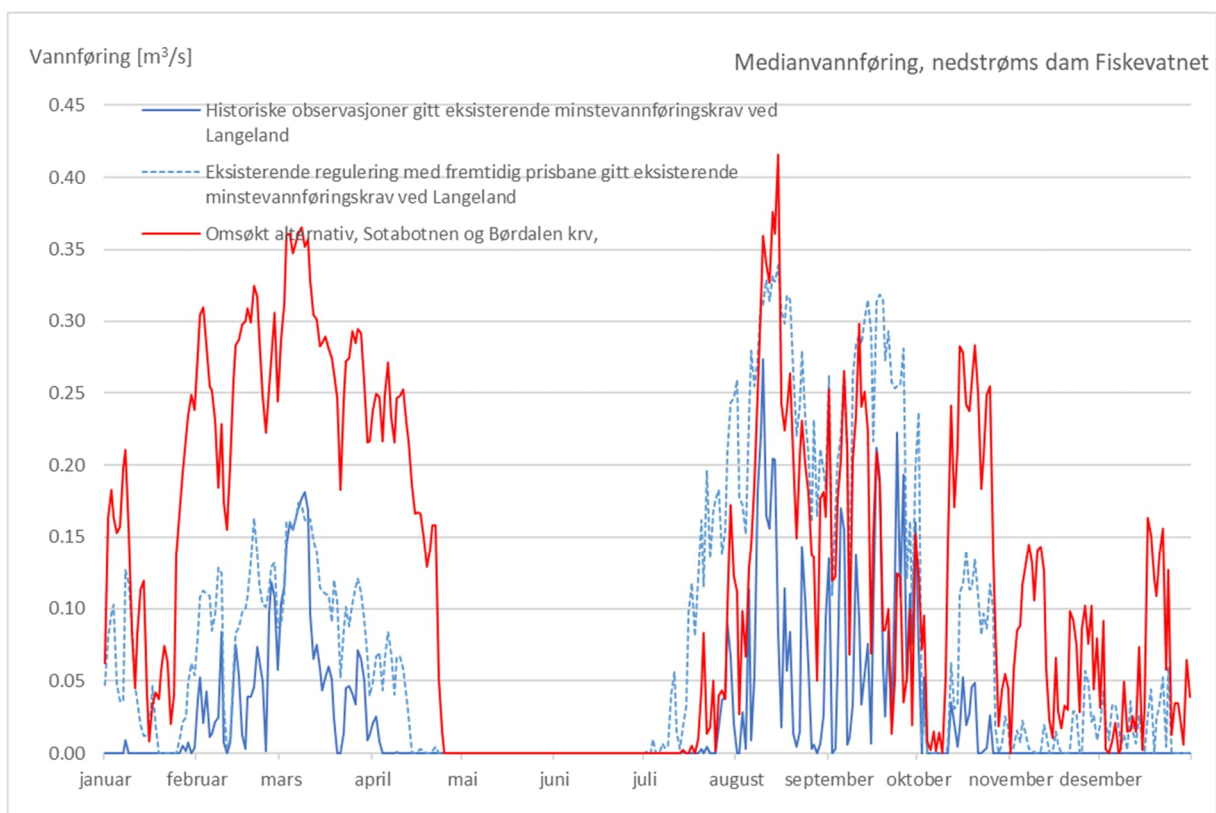
Historisk sett er minstevannføringskravet tilfredsstilt gjennom tapping fra Fiskevatnet og det er historisk sett blitt tappet mer enn det som er kravet.

For å sikre vannføring ved Langeland må det tappes fra Fiskevatnet. Dette er ikke modellert inn i produksjonssimuleringene, men er lagt inn i restvannføringsberegningene som er presentert her. Det er i omsøkt alternativ foreslått minstevannføring på konstant 500 l/s ved Langeland. Dette er lagt til grunn i analysene for omsøkt alternativ. For analyser av historiske observasjoner og for situasjonen med eksisterende kraftverk med fremtidig prisbane så er gjeldende minstevannføringskrav benyttet.

Det vil ifølge simulerte resultater for omsøkt alternativ ikke forekomme overløp ved Fiskevatnet, men det vil tappes vann i til minstevannføring.

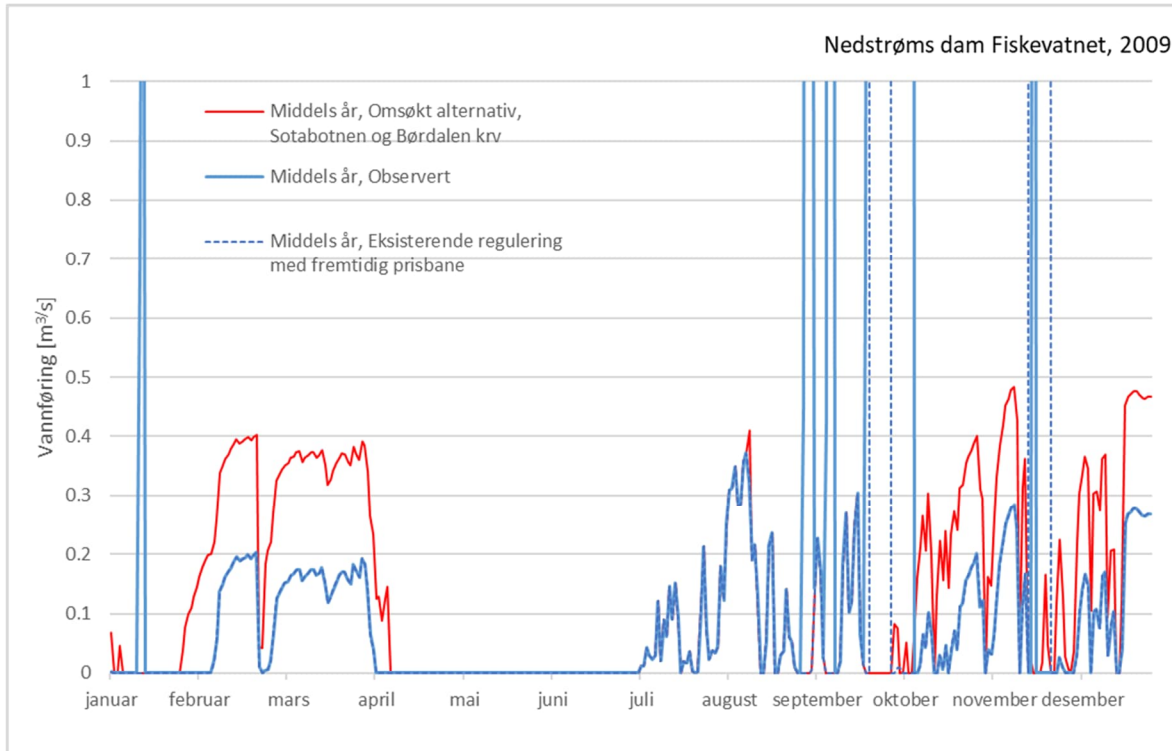


Figur 5-36 Gjennomsnittlig vannføring nedstrøms dam Fiskevatnet



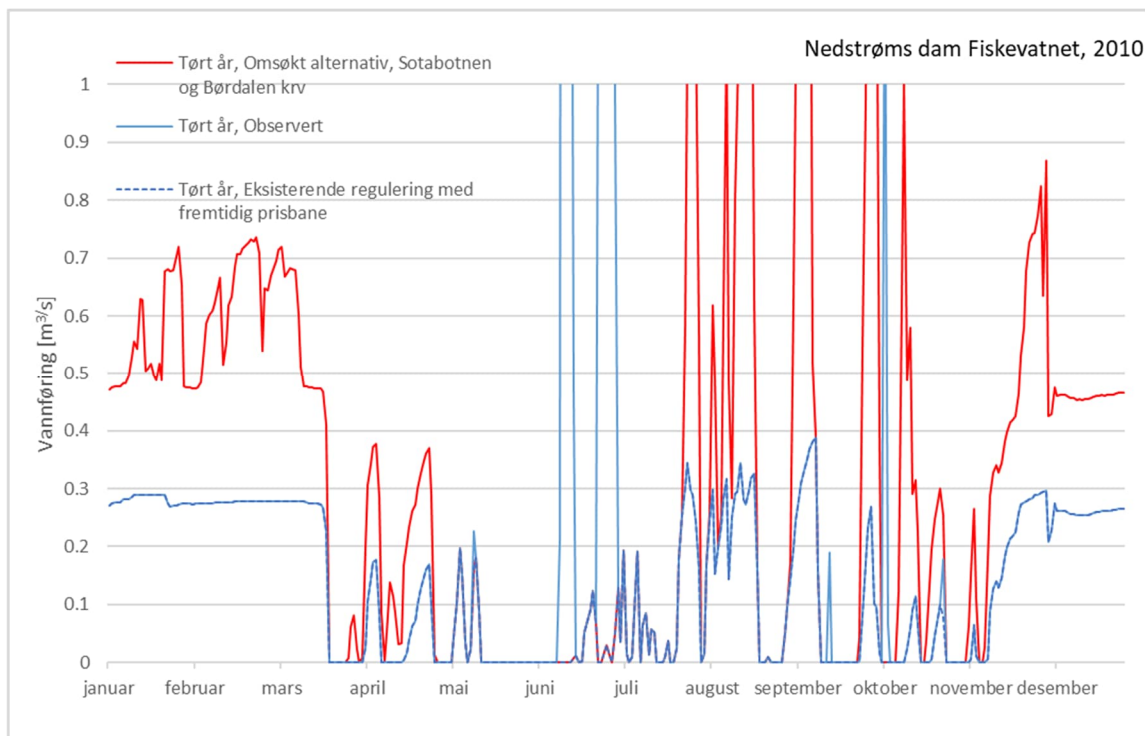
Figur 5-37 Medianvannføring nedstrøms dam Fiskevatnet

Videre er det sett på hvordan situasjonen vil være ved henholdsvis middels år (2009), tørt år (2010) og et vått år (2015). Det er valgt å vise for vannføringer under 1 m³/s ved et middels år og ved et tørt år. Det forekommer noen episoder i løpet av året med høyere vannføring.

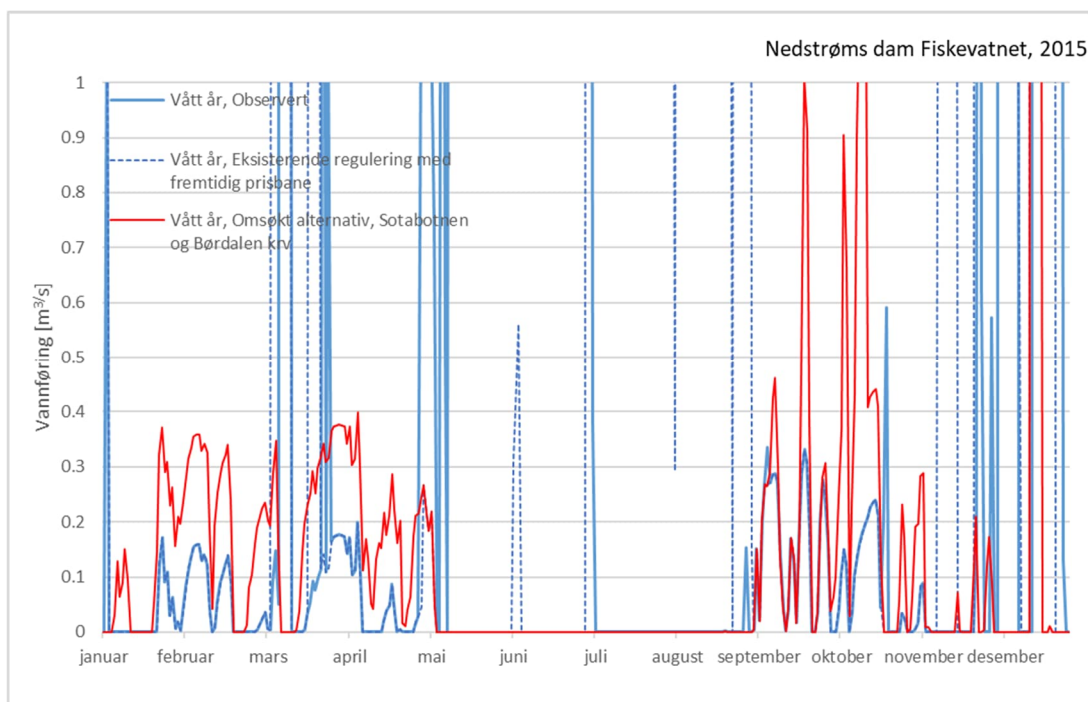


Figur 5-38 Vannføring nedstrøms Fiskevatnet, middels år (2009).

Da det etter omsøkt alternativ foreslås høyere minstevannføringskrav ved Langeland for deler av året vil det måtte slippes mer vann enn tidligere fra Fiskevatnet.



Figur 5-39 Vannføring nedstrøms Fiskevatnet, tørt år. (2010)



Figur 5-40 Vannføring nedstrøms Fiskevatnet, vått år (2015)

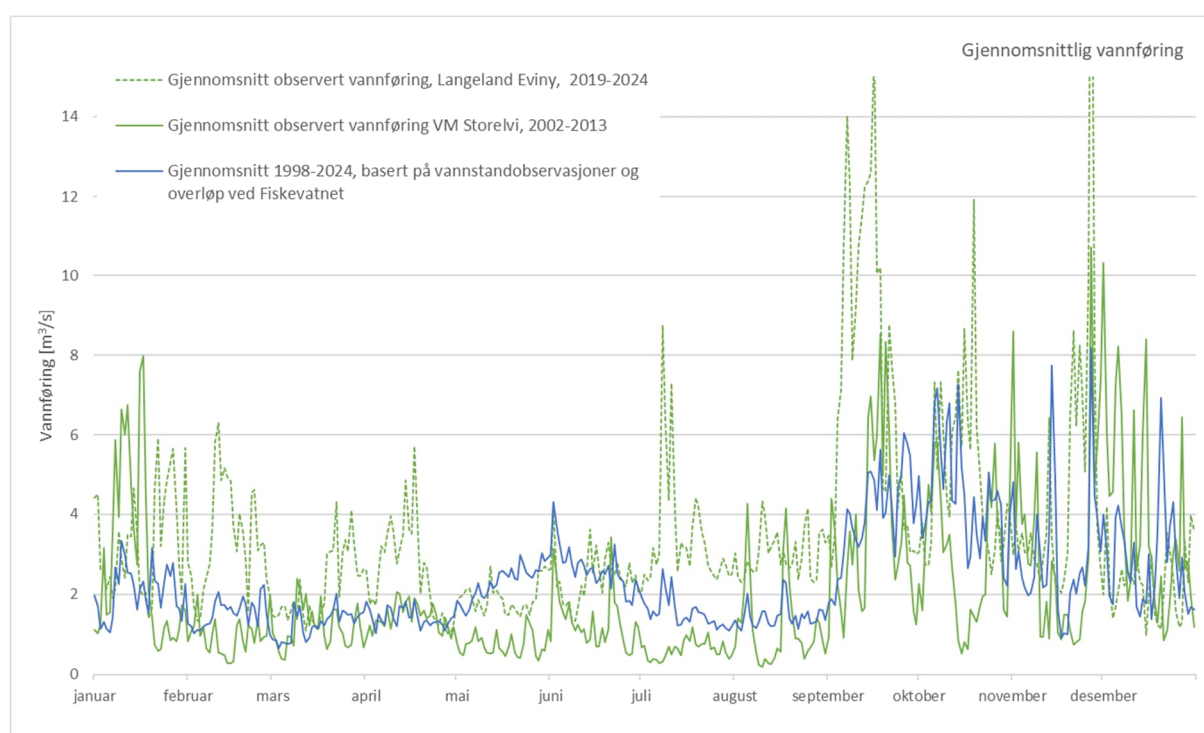
Der vannføringen etter omsøkt alternativ ligger lavere enn minstevannføringskravet ved Langeland vil restfeltet bidra med tilstrekkelig vann for å møte kravet.

5.12 Punkt 12, Langeland

Ved punkt 12, Langeland, er det gjeldende krav om minstevannføring. Følgende krav gjelder i henhold til konsesjon:

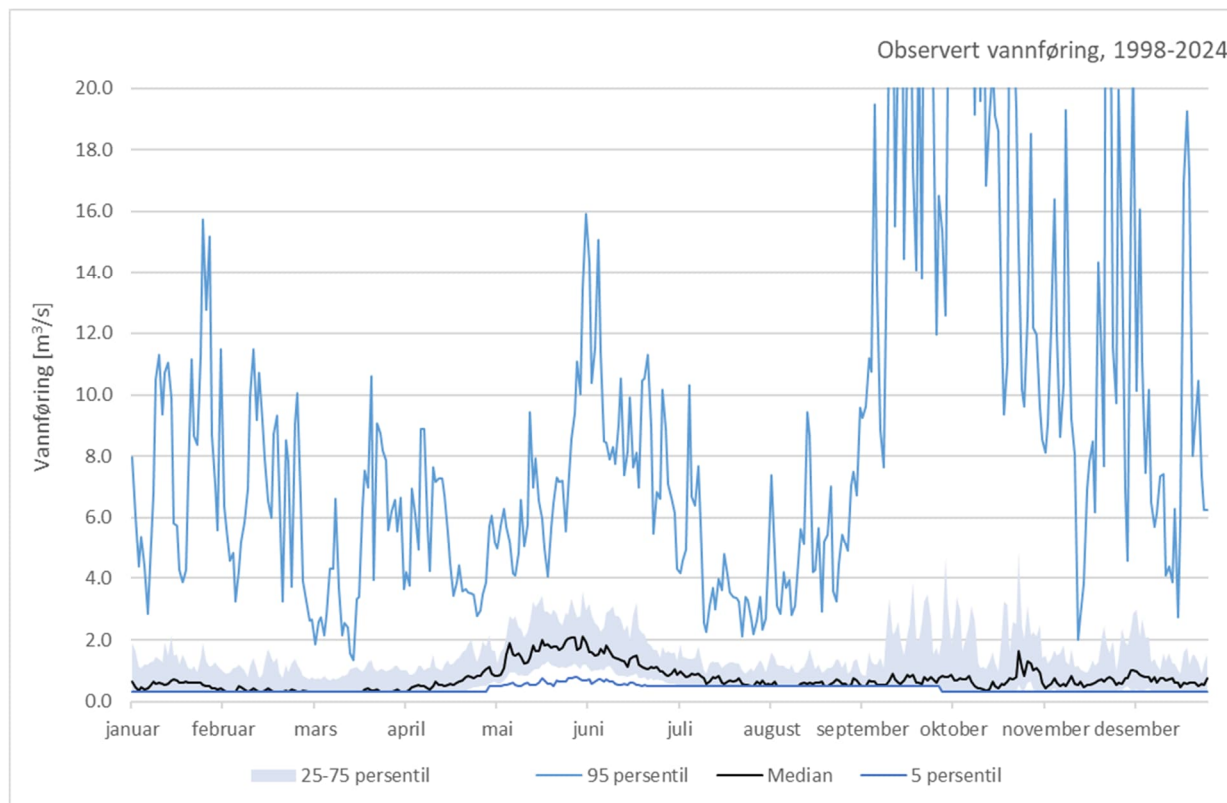
- 1.mai – 1.oktober: minimum 0.5 m³/s
- 2.oktober – 30.april: minimum 0.3 m³/s

Det er etablert en målestasjon ved Langeland og det er tilgjengelige observasjoner fra 2019-2024 (Eviny). I tillegg er det hentet inn data fra VM 55.23 Storelvi. VM ligger ca. 200 meter nedstrøms Langeland og har tilgjengelige vannføringsdata for perioden 2002-2013. Det er en god del dager som mangler data. Videre er det også sett på historiske data generert fra vannstandsobservasjoner i Fiskevatnet samt restvannføring fra restfelt ned til Langeland. Data for denne serien er tilgjengelig for perioden 1998-2024. Gjennomsnittlig vannføring for alle tre versjoner er vist i figuren nedenfor.



Figur 5-41 Gjennomsnittlig vannføring for årene 1998-2024 ved Langeland

Figur 5-42 viser persentilkurver for observert vannføring for perioden 1998-2024. Det er valgt å se på området lavere enn 75-persentilen. Tidsserien er generert fra vannstandsobservasjoner i Fiskevatnet, minstevannføringskrav og av skalert tilsig fra restfelt.



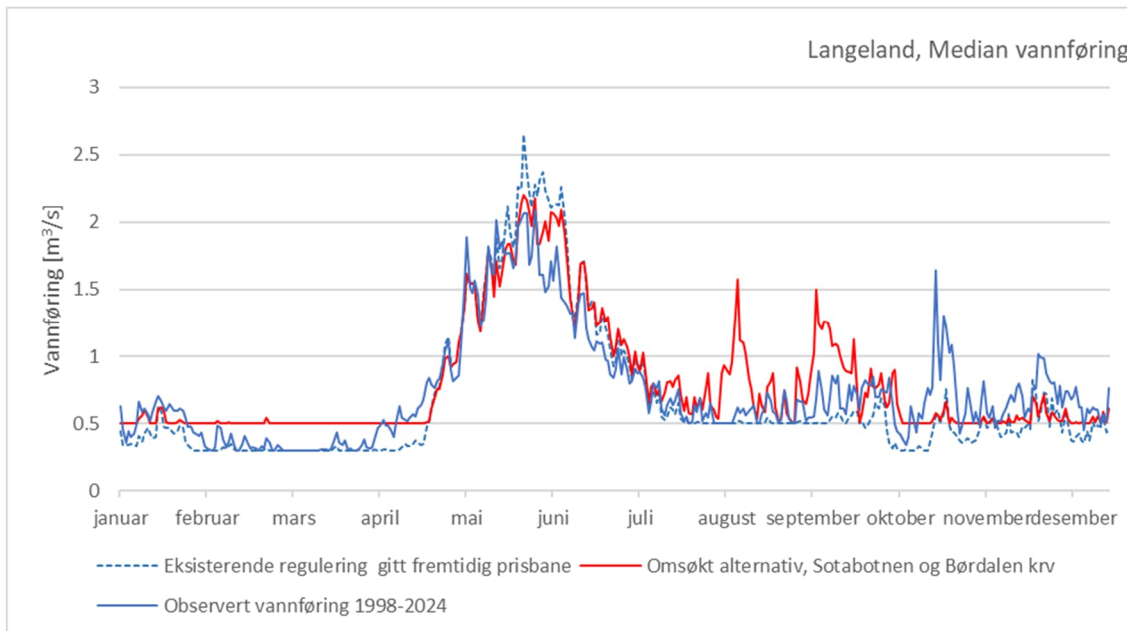
Figur 5-42 Persentilcurver for observert serie ved Langeland, 1998-2024

Fra observasjoner ved Langeland for perioden 2019-2024 (Eviny) ser man at observasjonene viser at vannføringen holdes over minste vannføringskravet i alle årene.

	2019	2020	2021	2022	2023	2024
Minste observerte vannføring i m³/s	0.6	0.7	0.4	0.4	0.7	0.5
periode for minste vannføringskrav 0.3 (okt-april)						
Gjennomsnittlig observerte vannføring i periode for minste vannføringskrav 0.3 (okt-april)	1.6	5.2	2.4	2.1	8.3	1.0
Minste observerte vannføring i m³/s	0.6	0.7	0.5	0.6	2.9	0.6
periode for minste vannføringskrav 0.5 (mai-sept)						
Gjennomsnittlig observerte vannføring i periode for minste vannføringskrav 0.5 (mai-sept)	1.7	6.6	1.4	2.3	9.0	1.0

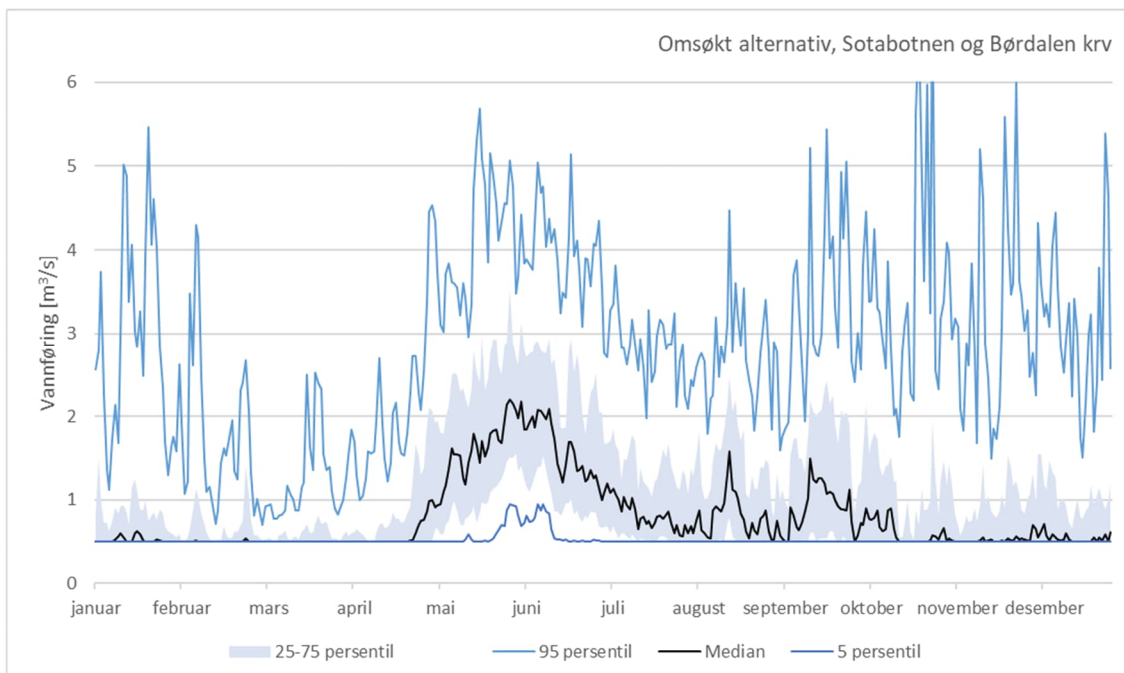
Figur 5-43 Analyse av observerte vannføringer gitt i dataserie fra vannmerke etablert av Eviny.

Det er foreslått minste vannføringskrav på 500 l/s konstant over året for Langeland etter omsøkt alternativ. Dette er lagt inn i beregningene for omsøkt alternativ.



Figur 5-44 Medianvannføring før og etter omsøkt alternativ

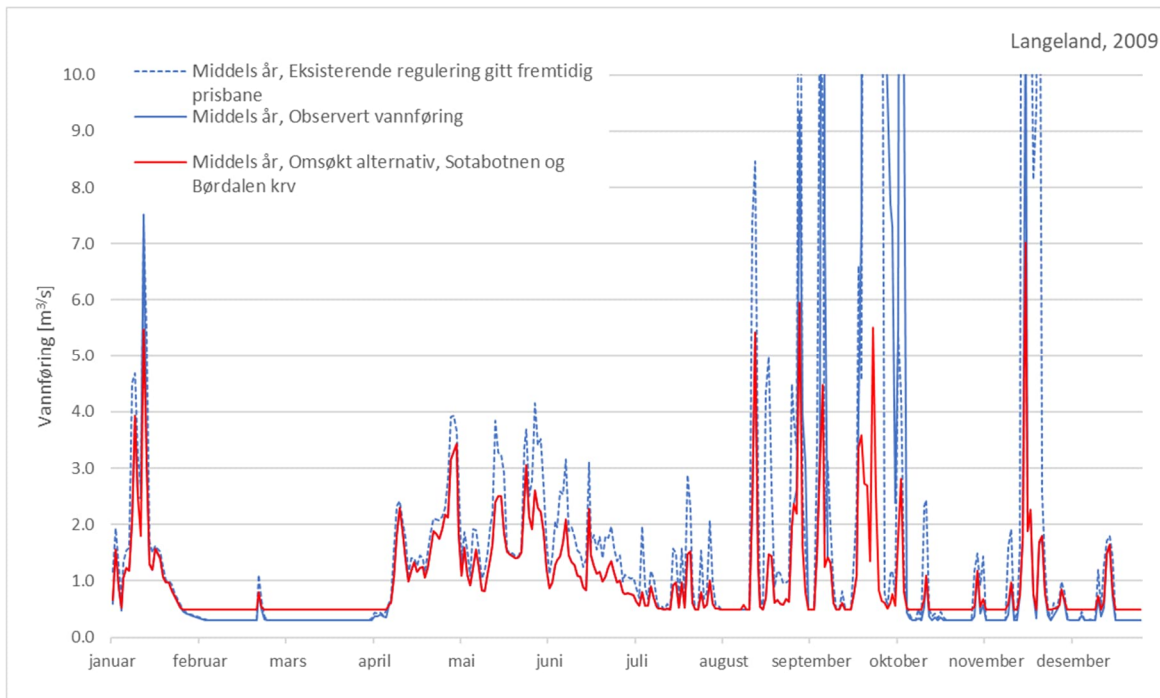
I Figur 5-45 som viser persentilkurver ved Langeland for eksisterende regulering så er 95 persentilen mål på overløp ved dam Fiskevatn



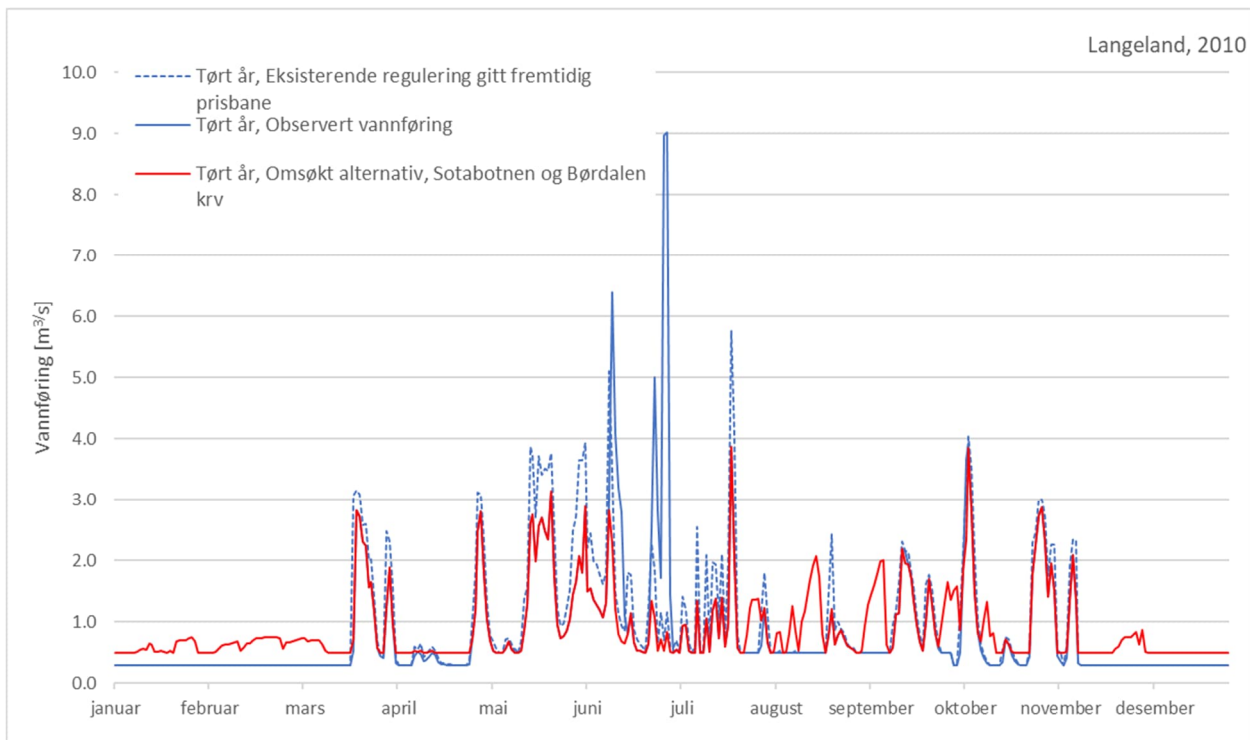
Figur 5-45 Persentilkurver ved Langeland, omsøkt alternativ

Videre er det sett på hvordan situasjonen vil være ved henholdsvis middels år (2009), tørt år (2010) og et vått år (2015). Det er valgt å vise for vannføringer under 10 m³/s ved et middels år og ved et tørt år.

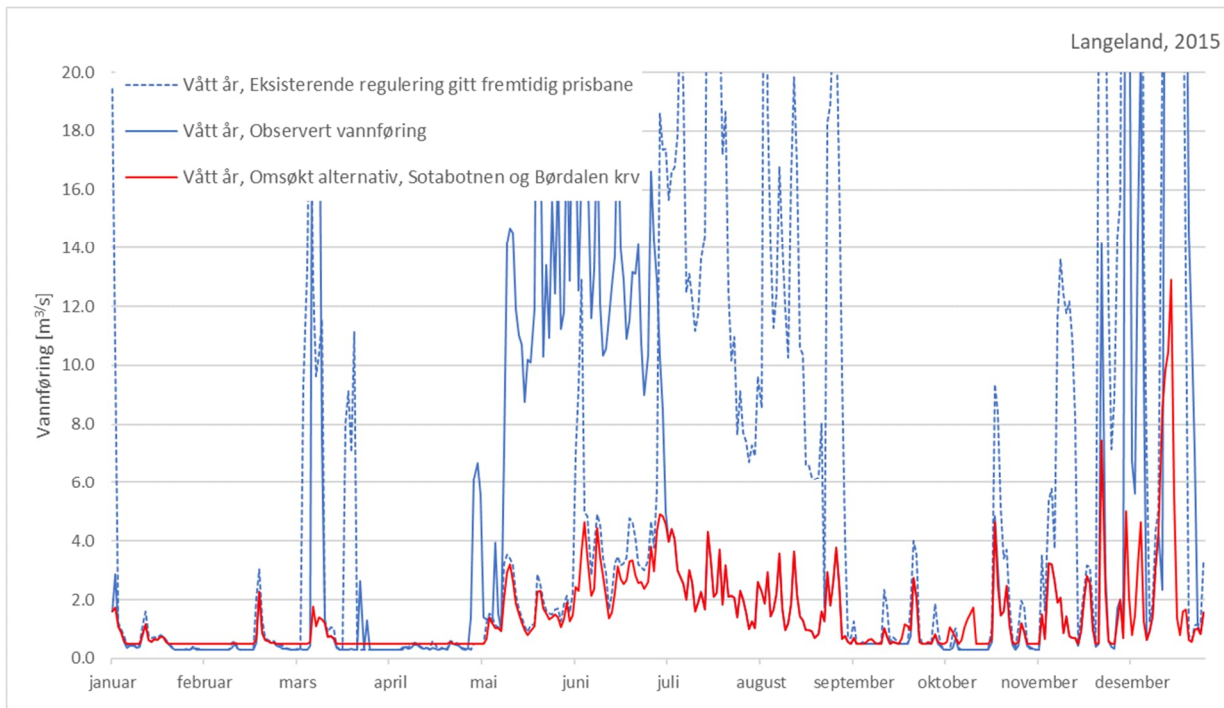
Det forekommer noen episoder i løpet av året med høyere vannføring. For de aller fleste år vil det etter omsøkt alternativ bli konstant vannføring lik 0.5 m³/s.



Figur 5-46 Vannføring ved Langeland, middels år (2009), eksisterende regulering gitt fremtidig prisbane, observert vannføring og omsøkt alternativ

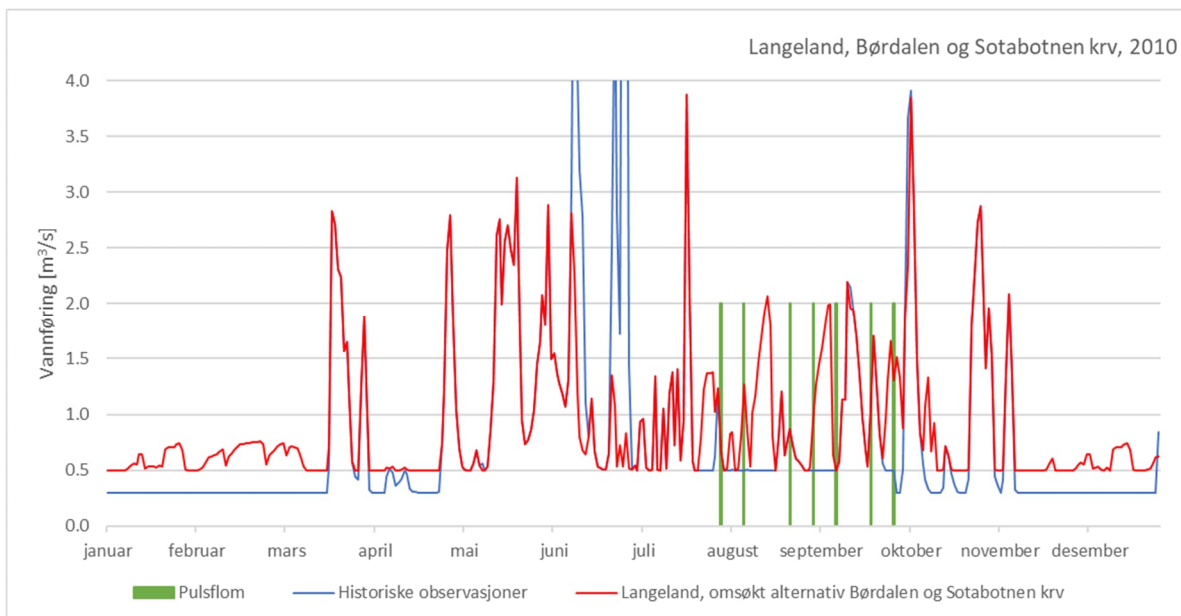


Figur 5-47 Vannføring ved Langeland, tørt år (2010), eksisterende regulering gitt fremtidig prisbane, observert vannføring og omsøkt alternativ

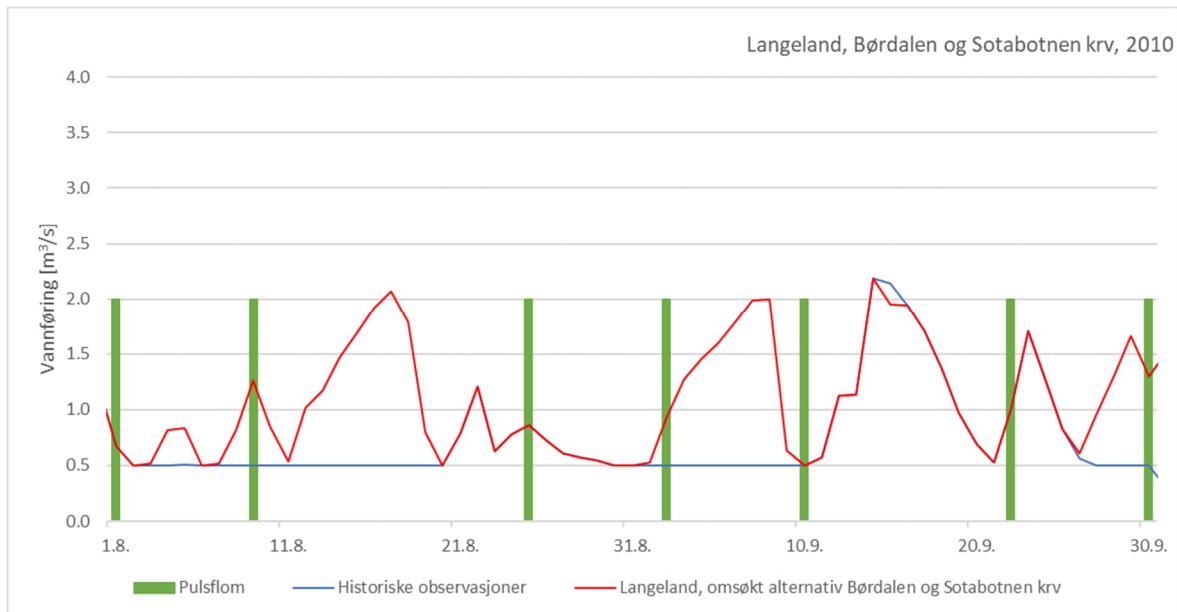


Figur 5-48 Vannføring ved Langeland, vått år (1992), eksisterende regulering gitt fremtidig prisbane, observert vannføring og omsøkt alternativ

For å sikre gytevandringen som skjer på høsten så foreslås det å slippe noen pulslommer i perioden august og ut september gitt visse forutsetninger. Det skal ved vedvarende lave og stabile vannføringer under $2 \text{ m}^3/\text{s}$ slippes pulsfloam slik at vannføringen ved Langeland overstiger $2 \text{ m}^3/\text{s}$ over et døgn. I figurene under er dette forsøkt synliggjort for årene 2010 og 2011. Det er i beregningene lagt inn at «vedvarende periode» er 7 påfølgende dager.

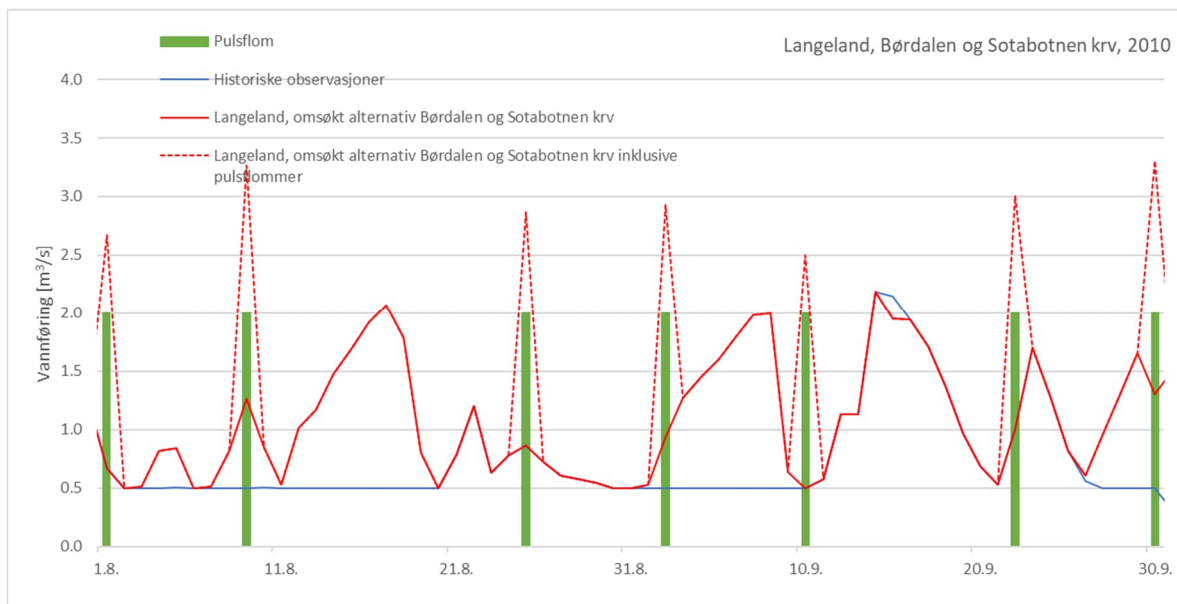


Figur 5-49 Pulsfloam ved Langeland for 2010, omsøkt alternativ Børdalen og Sotabotnen krv



Figur 5-50 Pulsflommer ved Langeland for 2010, omsøkt alternativ Børdalen og Sotabotnen krv

I Figur 5-51 er det vist hvordan den totale vannføringen i elva forbi Langeland kan se ut med betingelsene som er gitt. Her er det gitt at det skal sendes en «ekstra» pulsflom på 2 m³/s i tillegg til det som går i elva naturlig.

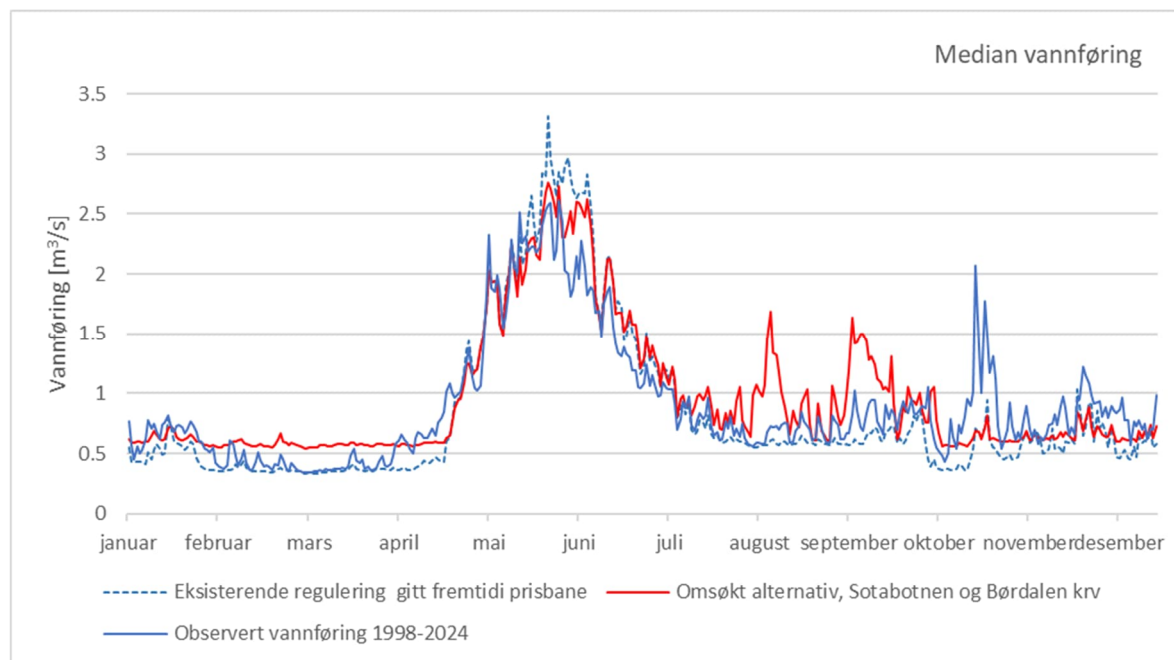


Figur 5-51 Pulsflommer ved Langeland for 2010, omsøkt alternativ Børdalen og Sotabotnen krv

5.13 Punkt 13, Storelvas utløp i Frølandsvatnet

Ved utløpet av Storelva i Frølandsvatnet så vil vannføringen være som for Langeland, men med et vannføringstillegg fra restfeltet mellom Langeland og Frølandsvatnet. Gjennomsnittlig vannføring ved Storelvas utløp i Frølandsvatnet er som i Figur 5-52.

Restfeltet fra Langeland og til inntak Frølandsvatnet er 1.9 km², og har en spesifikk avrenning på 86 l/s pr km². Dette utgjør en gjennomsnittlig vannføring på ca 16 l/s.

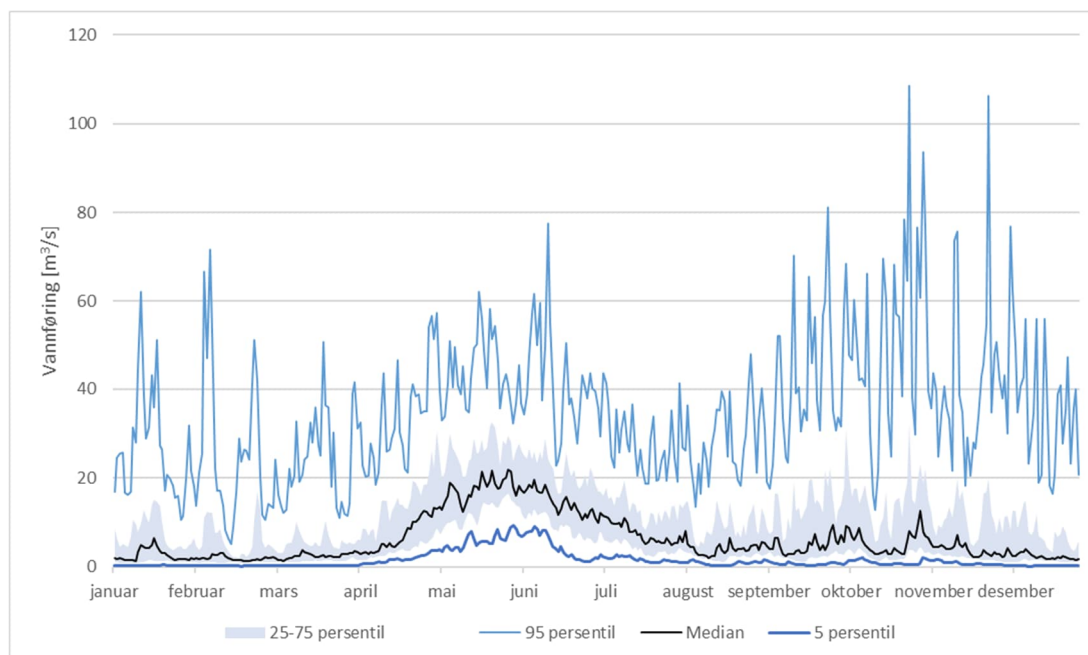


Figur 5-52 Medianvannføring ved utløp av Storelva i Frølandsvatnet, observert vannføring, eksisterende regulering gitt fremtidig prisbane og etter omsøkt alternativ

Vannføringen ved eksisterende regulering, observert vannføring og omsøkt alternativ i et typisk middels, tørt og vått år følger figurene gitt for Langeland.

5.14 Punkt 14, Frølandselva

Frølandsvatnet mottar tilsig fra Frølandselva. Nedbørfeltet er uregulert og har et areal på 96 km² og en spesifikk avrenning på 115 l/s pr km². Vannføring fra Frølandselva er ikke påvirket av ny regulering.

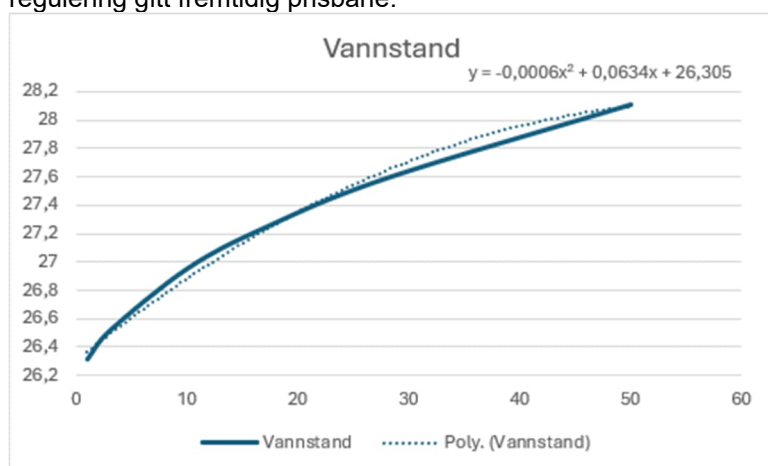


Figur 5-53 Persentilkurver ved inntak Frølandsvatnet for tilsig fra Frølandselva.

5.15 Punkt 15 Frølandsvatnet

Frølandsvatnet har tilsig både fra Samnangervassdragets hovedelv Storelva, fra Frøland kraftverk samt fra sideelva Frølandselva og lokalfeltet til selve vannet.

Produksjonssimuleringene modellerer ikke vannstand i Frølandsvatnet, men det foreligger en kapasitetskurve for utløpet av Frølandsvatnet. Denne er mottatt fra LFI og gir sammenheng vannføring og vannstand i Frølandsvatnet for vannføringer opp mot 50-60 m³/s. Denne kurven er benyttet for å gi vannstander i Frølandsvatnet for historiske observasjoner, omsøkt alternativ og for eksisterende regulering gitt fremtidig prisbane.



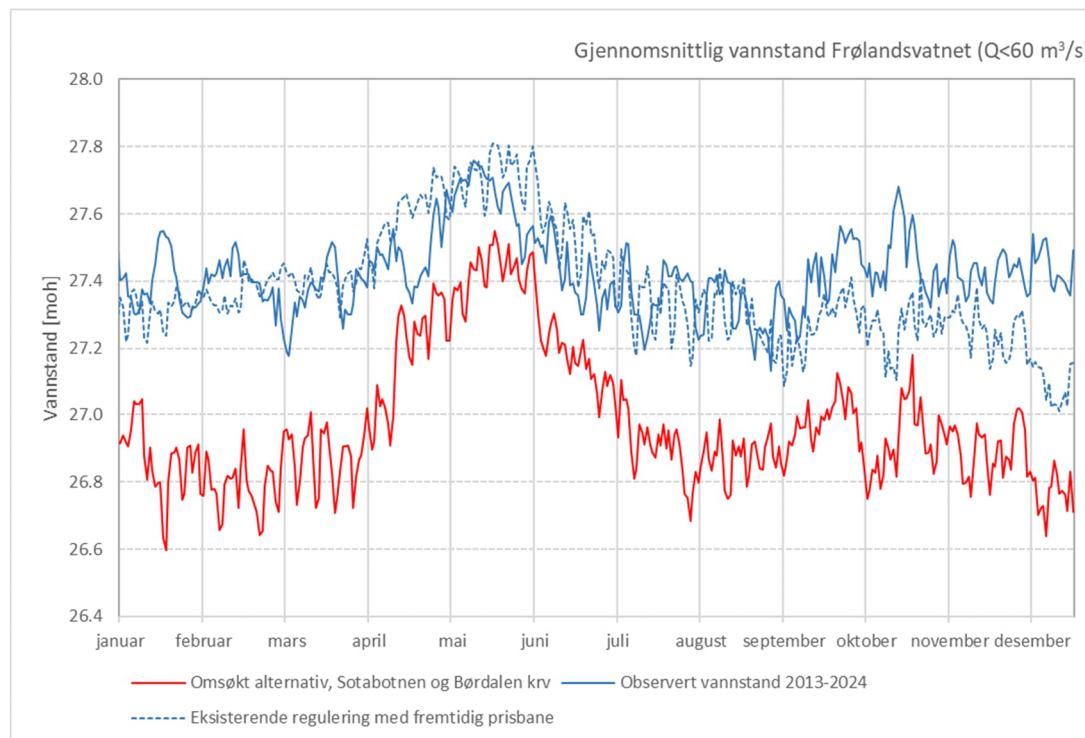
Figur 5-54 Vannføringskurve Frølandsvatnet (kilde LFI, 2025)

Innsjøen Frølandsvatnet har et overflateareal på rundt 0,37 km². Ved utløpet av vannet ledes elva under en bru. Det antas god kapasitet her. Videre renner vannet nedover elva Tysse, og det er en grunnere terskel som vil være mer begrensende for vannstrømmen noe nedstrøms brua. Tidsserien

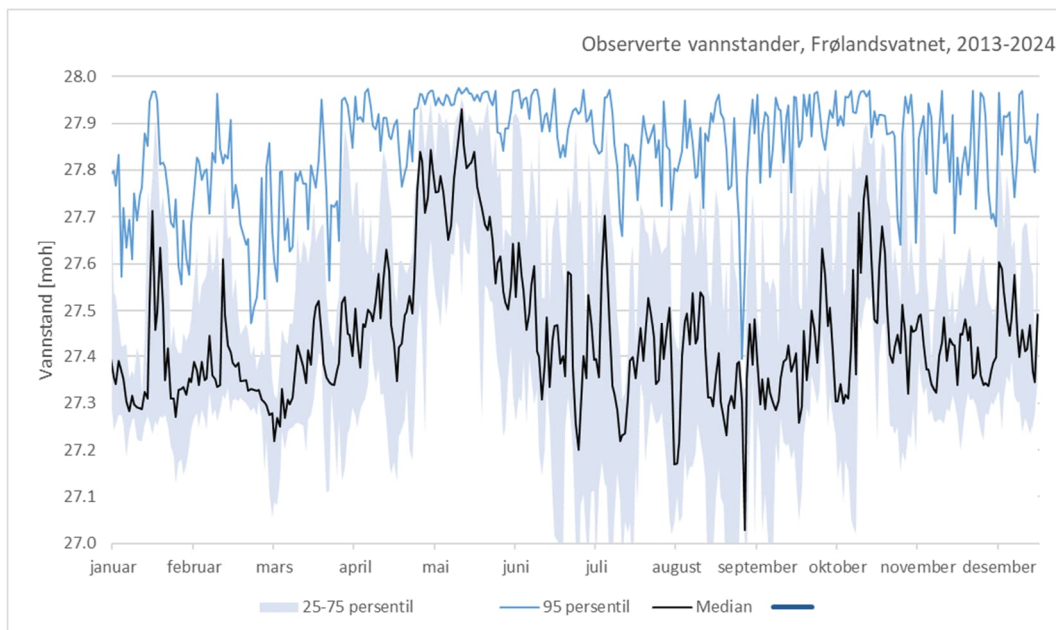
for historisk vannføring gjennom og ut av Frølandsvatnet er konstruert for perioden 2013-2024. Det er driftsvannføring for Frøland kraftverk som begrenser tidsperioden. Det er vannføringen i utløpet av Frølandsvatnet som styrer vannstanden.

	Observert vannstand 2009-2024	Omsøkt alternativ, Sotabotnen og Børdalen krv	Eksisterende regulering med fremtidig prisbane
Gjennomsnitt	27.4	27.0	27.4
Januar	27.4	26.9	27.3
Februar	27.4	26.8	27.3
Mars	27.4	26.8	27.4
April	27.4	27.0	27.5
Mai	27.6	27.4	27.7
Juni	27.5	27.3	27.6
Juli	27.3	27.0	27.4
August	27.3	26.9	27.3
September	27.3	26.9	27.2
Oktober	27.4	26.9	27.3
November	27.4	26.9	27.3
Desember	27.4	26.8	27.2

Tabell 5-9 Gjennomsnittlig vannstand i Frølandsvatnet basert på vannføringskurve. Kun gyldig ved vannstander under 60 m³/s.



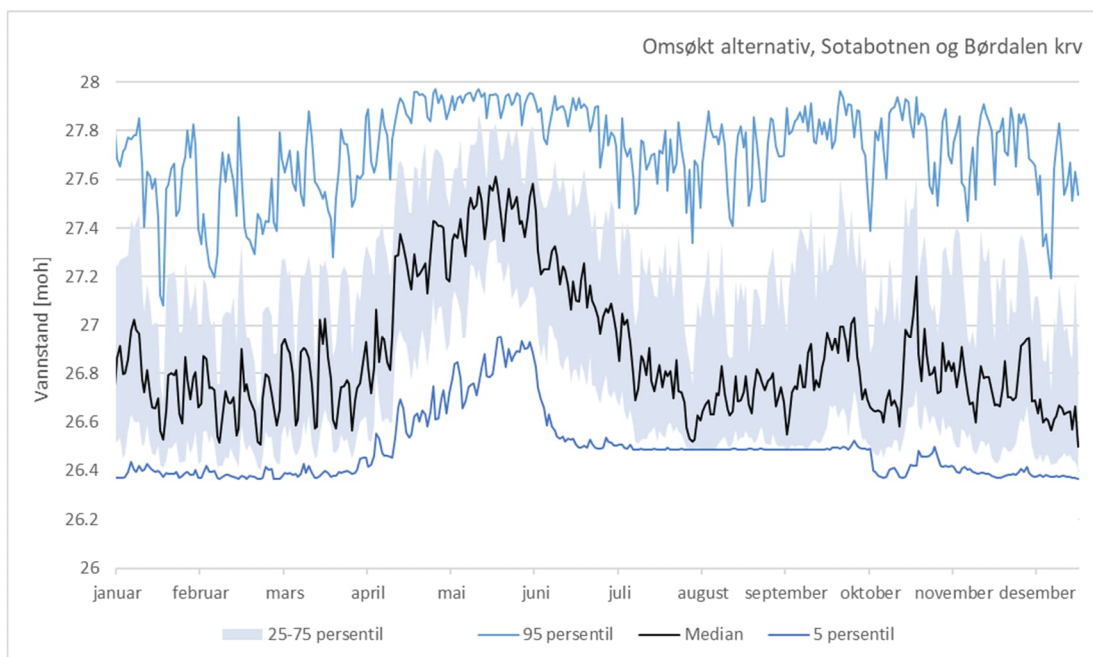
Figur 5-55 Gjennomsnittlig vannstand i Frølandsvatnet (ved vannføringer under 60 m³/s)



Figur 5-56 Persentilcurver for observert vannstand i Frølandsvatnet for perioden 2013-2024

Analysene viser at vannstanden i Frølandsvatnet vil kunne senkes noe i forhold til hvordan vannstanden har vært frem til nå. Det er spesielt på vinteren den største vannstandsendingen vil være.

Årlig gjennomsnittlig vannstand beregnet ut fra observerte vannføringer er beregnet til 27.4 moh. Merk at vannføringer over 60 m³/s ikke er medregnet. For omsøkt alternativ er tilsvarende gjennomsnittlig vannstand beregnet til 27 moh. Dette gir en vannstandssenkning på 0.4 meter.



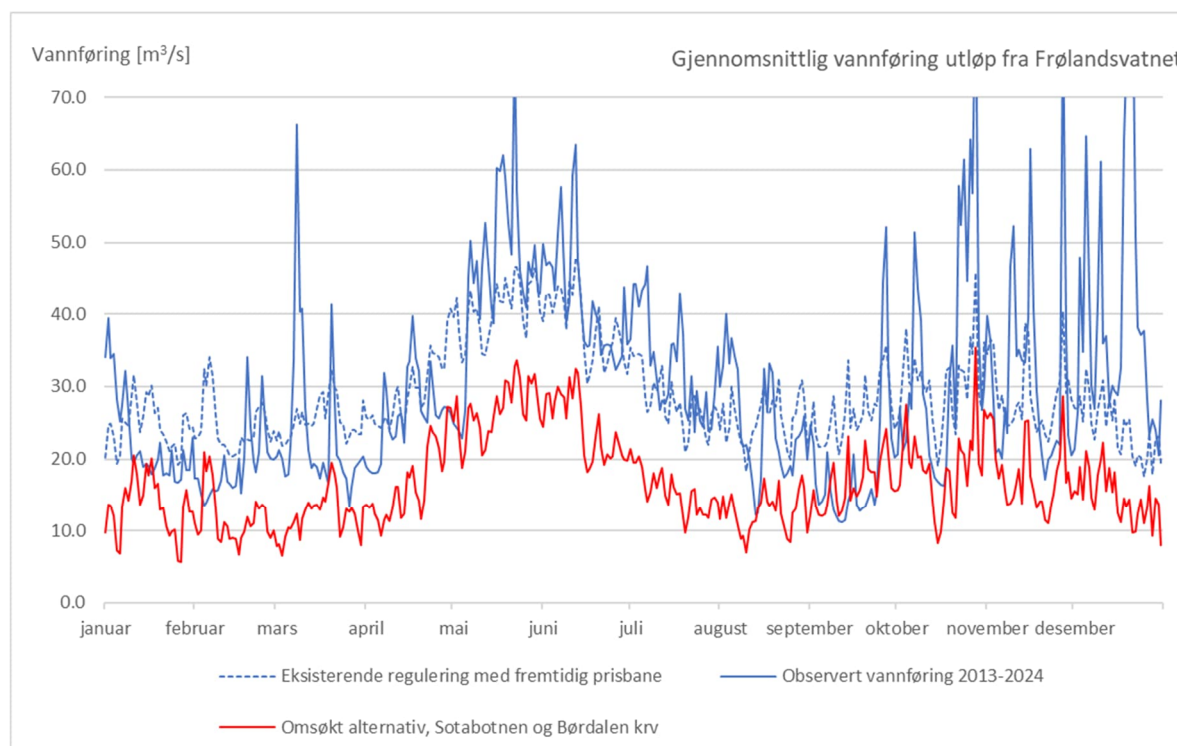
Figur 5-57 Persentilcurver for vannstand i Frølandsvatnet for omsøkt alternativ

5.16 Punkt 16 Utløp Frølandsvatnet

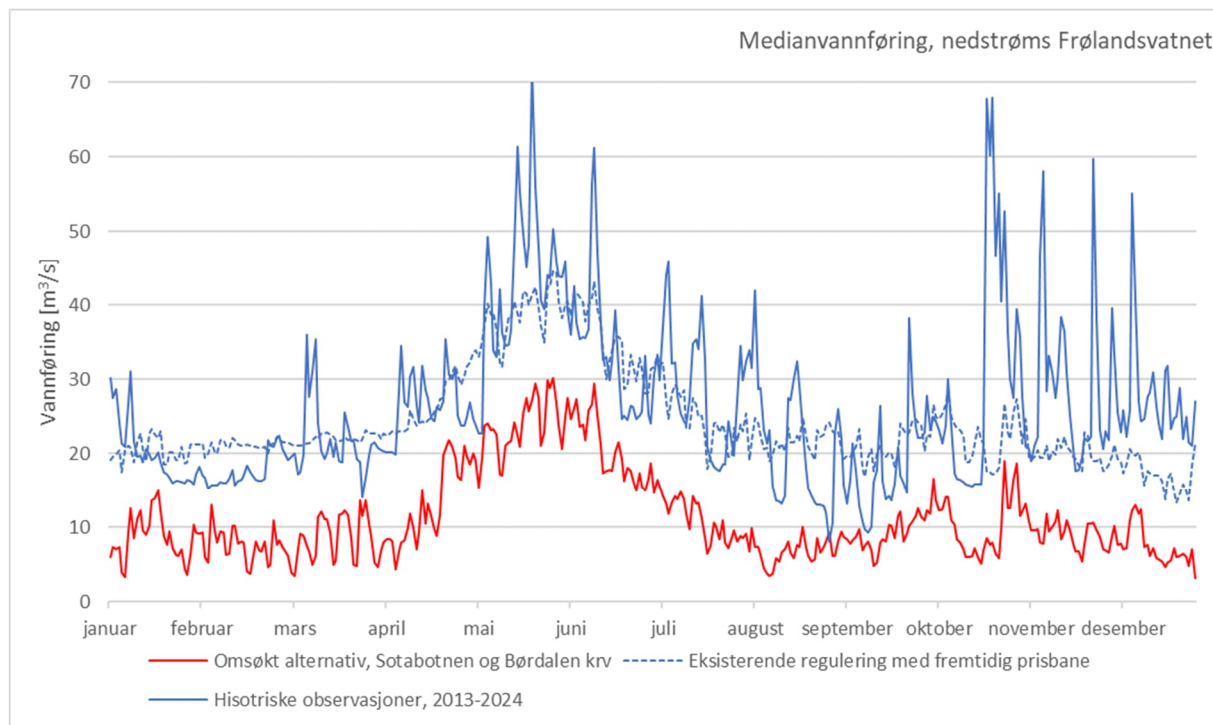
Som forklart i forrige kapittel så får Frølandsvatnet tilsig både fra Samnangervassdragets hovedelv Storelva, fra Frøland kraftverk samt fra sideelva Frølandselva og lokalfeltet til selve vannet.

Historisk vannføring er satt sammen for utløpet av Frølandsvatnet. Det begrensende for lengden på serien er driftsvannføring for Frøland kraftverk. Gjennomsnittlig vannføring for den historiske perioden 2013-2024 er beregnet til 30.4 m³/s ved utløp av Frølandsvatnet. Gjennomsnittlig vannføring ved omsøkt alternativ er beregnet til 16.7 m³/s, mens den for eksisterende regulering gitt fremtidig prisbane er beregnet til 28.7 m³/s for den simulerte perioden med data (1988-2015). Grunnen til forskjellen mellom den historiske perioden og den for eksisterende kraftverk med framtidige priser er ulike perioder.

Sammenliknes observert gjennomsnittlig vannføring for perioden 2013-2024 med gjennomsnittlig vannføring for eksisterende regulering gitt fremtidig prisbane og simulert vannføring for omsøkt alternativ, begge for perioden 1988-2015, ser man at variasjonene følger hverandre.



Figur 5-58 Observert gjennomsnittlig vannføring for perioden 2013-2024 vist sammen med gjennomsnittlig vannføring for eksisterende regulering gitt fremtidig prisbane og omsøkt alternativ (1988-2015).

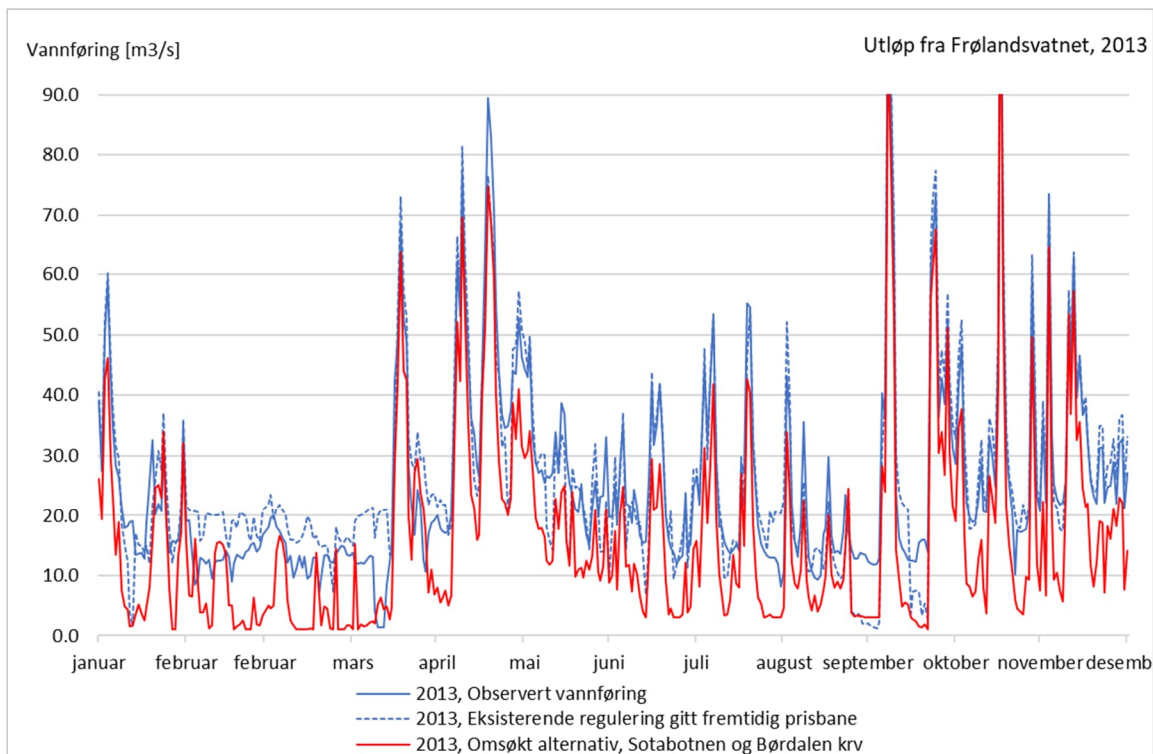


Figur 5-59 Observert medianvannføring for perioden 2013-2024 vist sammen med medianvannføring for eksisterende regulering gitt fremtidig prisbane og omsøkt alternativ (1988-2015).

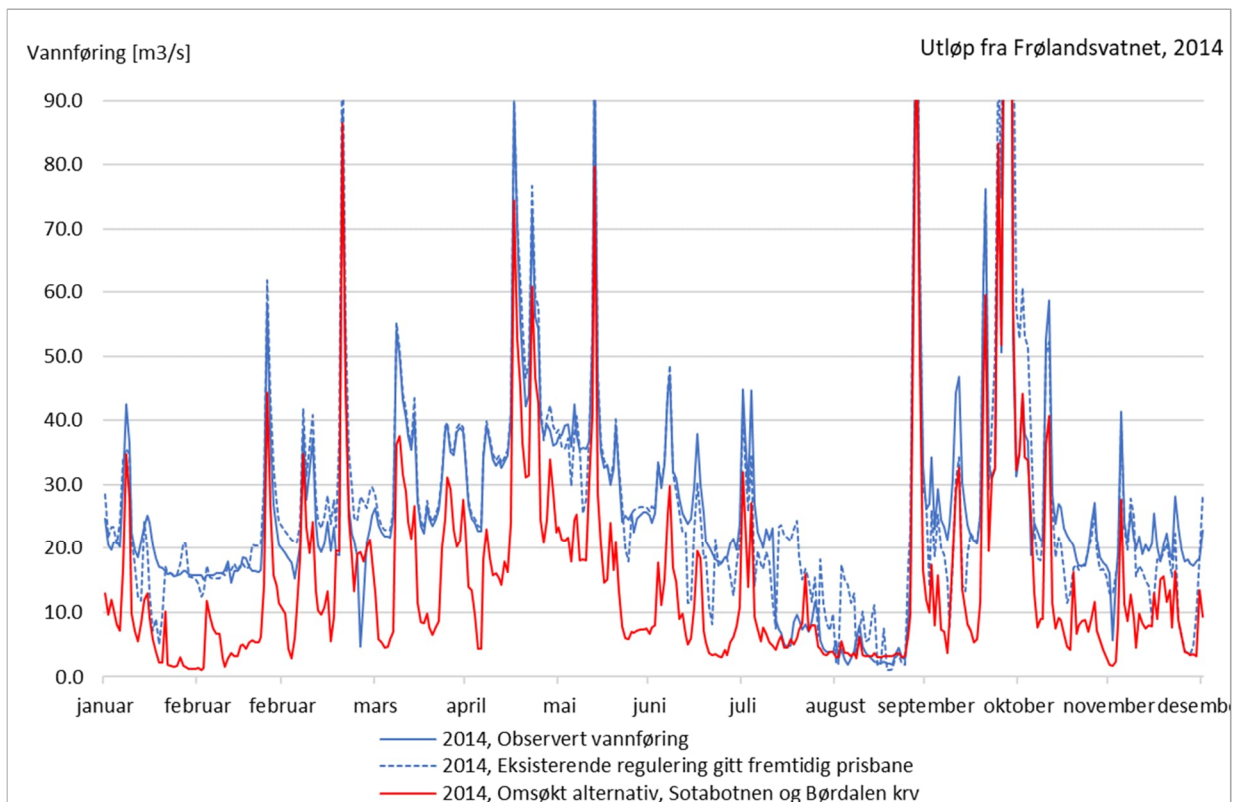
	Vannføring [m³/s]			Vannstand [moh.]		
	Historisk obs	Sotabotnen og Børdalen krv	Eksisterende regulering	Historisk obs	Sotabotnen og Børdalen krv	Eksisterende regulering
Gjennomsnitt	30.3	16.7	28.9	27.4	27.0	27.4
Januar	22.8	13.3	24.6	27.4	26.9	27.3
Februar	19.0	11.7	24.5	27.4	26.8	27.3
Mars	23.6	12.2	25.4	27.4	26.8	27.4
April	26.3	16.5	29.4	27.4	27.0	27.5
Mai	45.4	26.8	40.8	27.6	27.4	27.7
Juni	42.1	24.5	38.6	27.5	27.3	27.6
Juli	33.0	15.4	28.1	27.3	27.0	27.4
August	24.5	12.6	25.4	27.3	26.9	27.3
September	18.8	16.5	26.4	27.3	26.9	27.2
Oktober	34.5	18.8	30.2	27.4	26.9	27.3
November	31.8	17.8	28.8	27.4	26.9	27.3
Desember	41.4	14.8	24.3	27.4	26.8	27.2

Tabell 5-10 Vannføring og vannstand ved utløp av Frølandsvatn

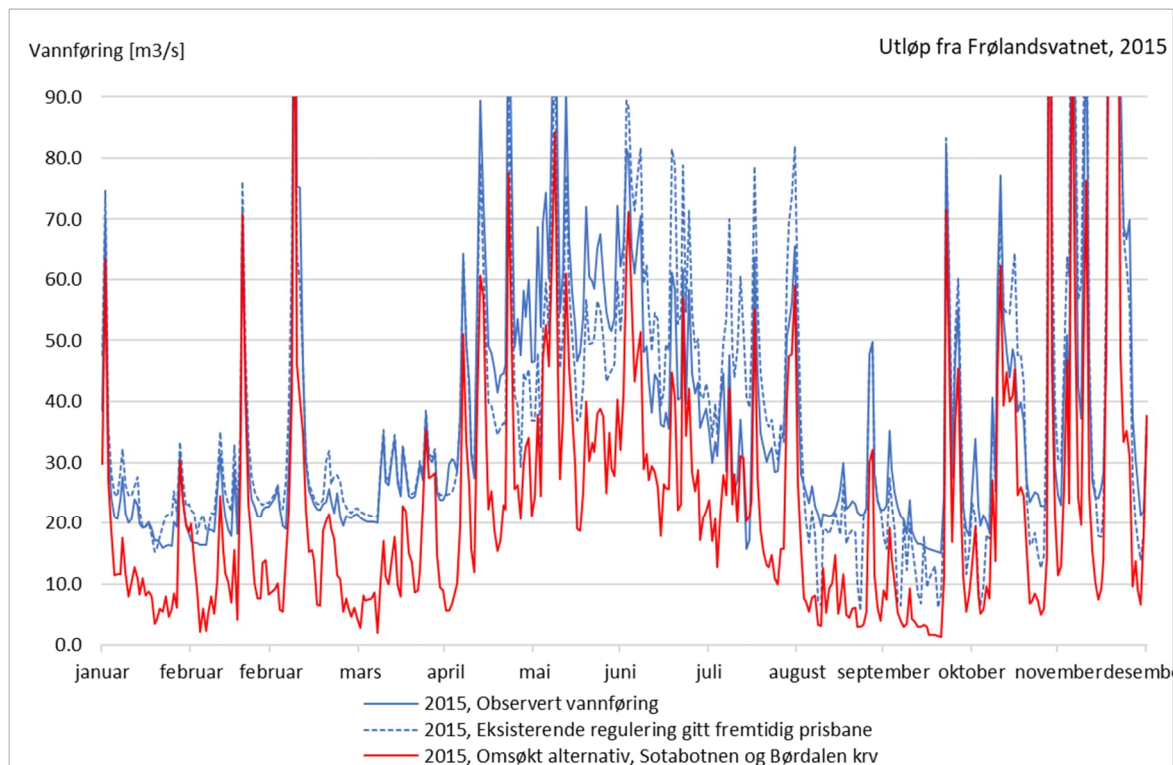
Det er ikke data for middels år lik 2009 eller tørt år lik 2010 for observerte data. Det er dermed valgt å se på de tre årene som det er tilgjengelige data i alle alternativer samt observert vannstand; 2013, 2014 og 2015.



Figur 5-60 Observert vannføring, vannføring ved eksisterende regulering gitt fremtidig prisbane og ved omsøkt alternativ for 2013.



Figur 5-61 Observert vannføring, vannføring ved eksisterende regulering gitt fremtidig prisbane og ved omsøkt alternativ for 2014



Figur 5-62 Observert vannføring, vannføring ved eksisterende regulering gitt fremtidig prisbane og ved omsøkt alternativ for 2015

5.17 Punkt Tyssefossen kraftverk

Vannføringen rett før inntak til Tyssefossen kraftverk vil være som ved utløp av Frølandsvatnet med et lite tillegg fra lokalfeltet mellom utløp Frølandsvatnet og inntak Tysse. Beregningene tar ikke hensyn til eventuell tapping av vann. Vannføring rett etter inntak til Tyssefossen kraftverk vil være vannføringen før inntak minus det vannføringen som ledes inn i Tyssefossen kraftverk.

Det er eksisterende minste vannføringskrav etter inntaket til Tyssefossen kraftverk, men det er ikke krav om tapping fra magasin for å opprettholde denne minste vannføringen. Kravet er at dersom det er mindre vann i elva forbi Tyssefossen kraftverk enn det minste vannføringen angir så skal alt vann som går i elva oppstrøms Tyssefossen ledes forbi kraftverket.

For historiske data er det benyttet historiske data beregnet for utløp Frølandsvatnet med et tillegg for restfeltet. I tillegg har vi sammenliknet dette med målt driftsvannføring i kombinasjon med minste vannføringsmålinger i Tysse-elva.

Restfeltet fra utløp av Frølandsvatnet til inntaket til Tyssefossen kraftverk er 1.9 km², og har en spesifikk avrenning på 86 l/s pr km². Dette utgjør en gjennomsnittlig vannføring på ca 160 l/s.

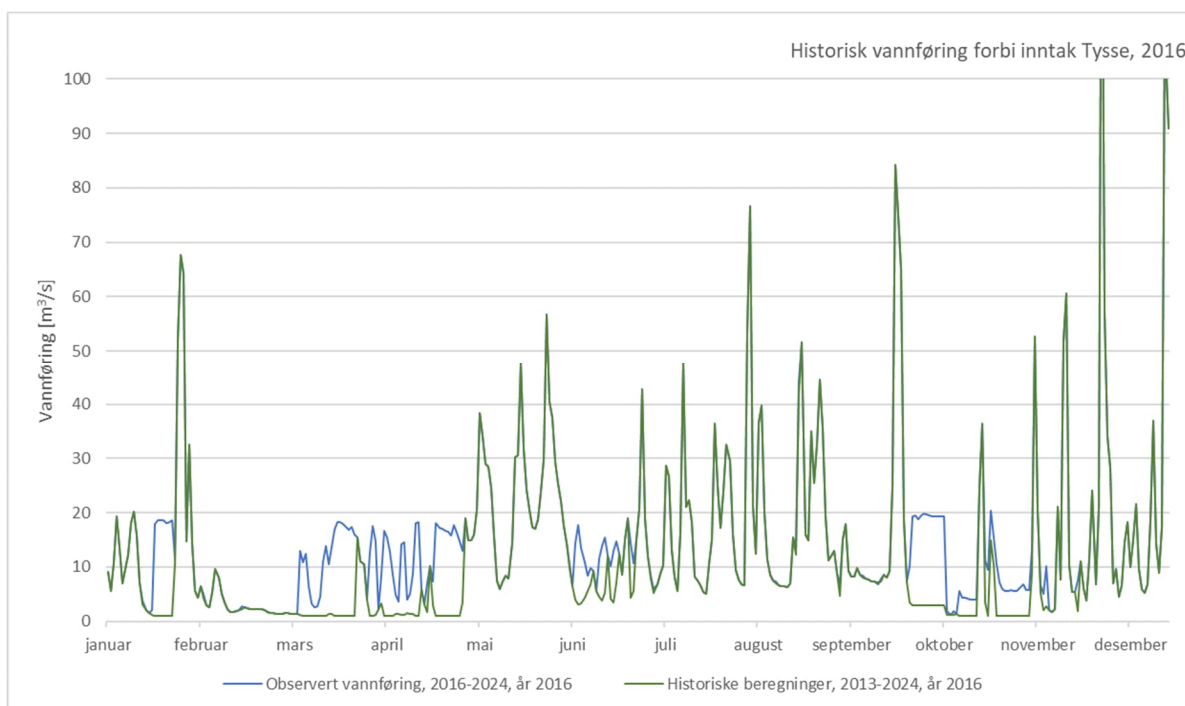
Ved omsøkt alternativ er det foreslått å tappe vann fra oppstrøms magasin for å sikre at vann tilsvarende minste vannføringskravet oppfylles. Dette er inkludert i omsøkt alternativ.

5.18 Punkt 17, Nedstrøms inntak Tyssefossen kraftverk

Inntaket til Tyssefossen kraftverk ligger ved punkt 17 som er vist i kapittel over. Tyssefossen kraftverk har maksimal kapasitet på 18 m³/s, (juli-september er det kun lov til å benytte 12 m³/s), men det er også krav om minstevannføring i elva nedstrøms inntaket.

Eksisterende minstevannføringskrav er 1 m³/s i perioden 16 oktober – 31 mai og 3 m³/s fra 1 juni-15 oktober. Det er derimot ikke krav om tapping av vann for å opprettholde dette minstevannføringskravet. Kravet er rettet til drift av kraftverket. I de perioder der det vil bli mindre vann i elva enn minstevannføringskravet skal vannet gå i elva og ikke i kraftverket. Det kan derfor bli mindre vann i elva enn minstevannføringskravet dersom det er mindre vann enn minstevannføringskravet oppstrøms inntak Tyssefossen kraftverk.

Det er, som forklart i kapittel over, gjort observasjoner av minstevannføring og driftsvannføring ved Tysse. Minstevannføringsstasjonen har vært i drift siden 2016, men fungerer best på lave vannføringer. I tillegg er det gjort beregninger med historisk grunnlag for å finne historisk vannføring i Tysse forbi kraftverksinntaket. Forskjellene mellom disse metodene blir i hovedsak på grunn av kjøring av Tyssefossen kraftverk. For å kunne sammenlikne observert med omsøkt alternativer så benyttes historisk beregnet vannføring for perioden 2013-2024 videre.



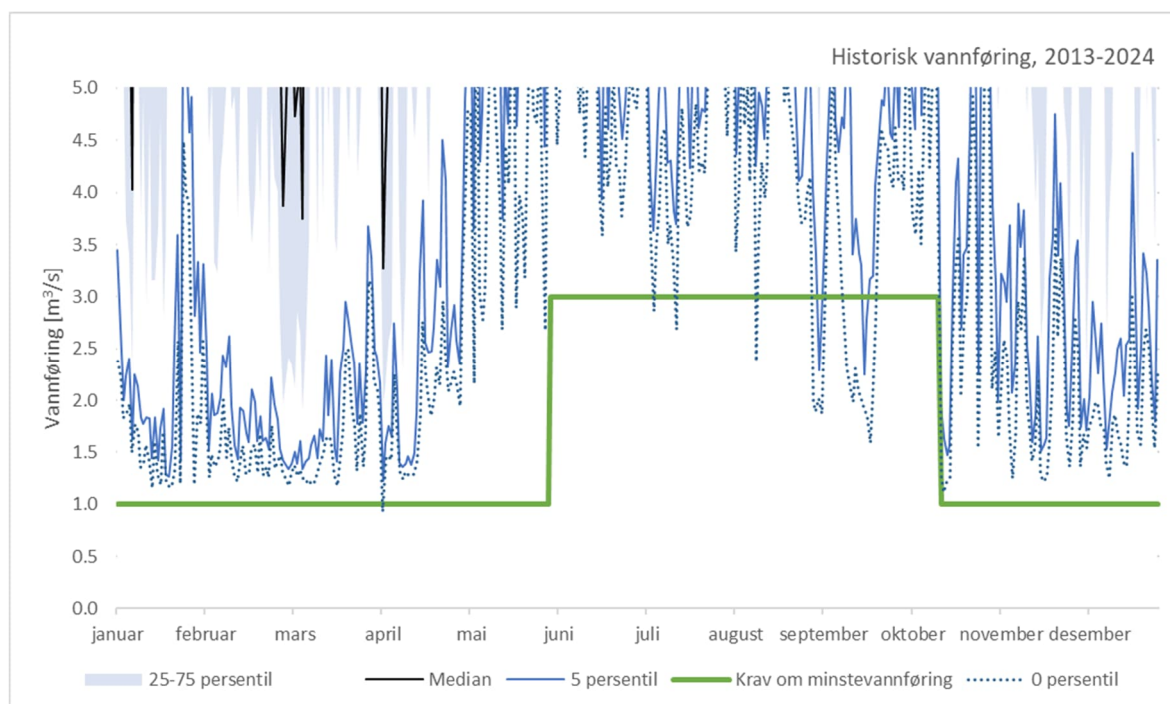
Figur 5-63 Vannføring forbi Tyssefossen kraftverk, observert vannføring og beregnet historisk vannføring for 2016

Ved omsøkt alternativ skal det tappes vann fra oppstrøms magasin for å sikre at minstevannføringskravet opprettholdes. Dette er tatt hensyn til i omsøkt alternativ.

Gjennomsnittlig vannføring som går i elva nedstrøms inntaket til Tyssefossen kraftverk styres aller mest av om Tyssefossen kraftverk kjører eller ei. Gjennomsnittlig vannføring fra både observasjoner og fra historiske beregninger gir en vannføring på 17.4 m³/s som et gjennomsnitt over året. For omsøkt alternativ er vannføringen forbi Tysse 11 m³/s og for eksisterende kraftverk gitt fremtidig prisbane er vannføringen 15.9 m³/s.

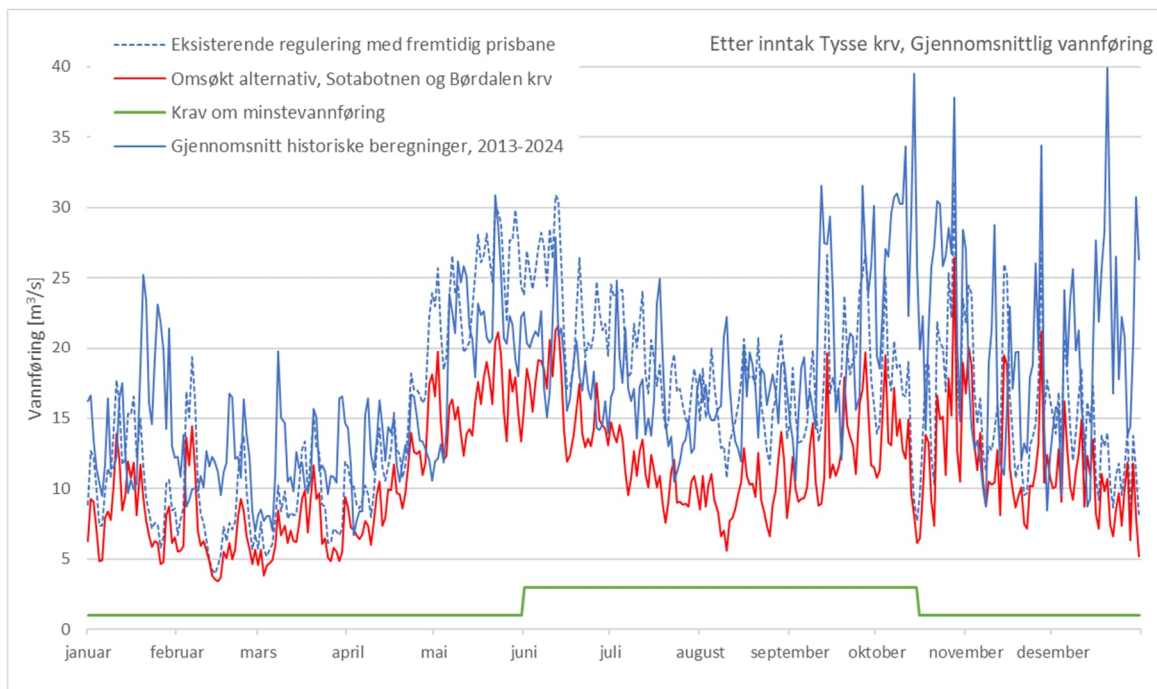
	Gjennomsnitt historiske beregninger, 2013-2024	Omsøkt alternativ, Sotabotnen og Børdalen krv	Eksisterende regulering med fremtidig prisbane
Årsgjennomsnitt	17.4	11.02	15.9
Januar	15.2	8.2	10.9
Februar	11.6	6.7	8.9
Mars	11.6	6.7	8.8
April	12.7	9.9	13.1
Mai	21.0	16.1	24.8
Juni	18.6	16.2	23.7
Juli	16.1	11.0	19.0
August	16.8	9.4	16.2
September	20.4	12.5	18.3
Oktober	26.4	13.3	17.6
November	17.0	12.2	16.0
Desember	20.5	10.1	13.3

Tabell 5-11 Vannføring forbi inntak Tyssefossen kraftverk

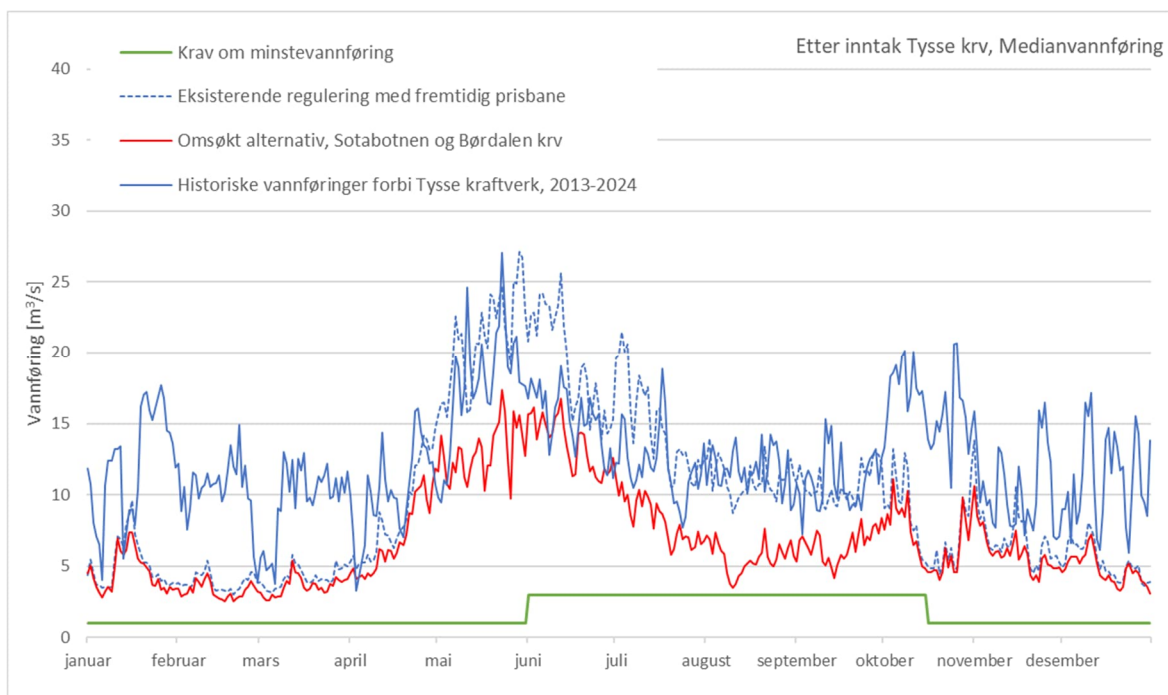


Figur 5-64 Persentilkurver for historisk vannføring forbi inntak Tysse med fokus på minstevannføringskrav og episoder med lav vannføring. NB kraftverket står ved lavere vannføring enn minstevannføringskravet gitt gjeldende vilkår.

Gjennomsnittlig vannføring etter inntak Tyssefossen kraftverk for situasjonen før omsøkt alternativ sammenliknet med eksisterende situasjon gitt fremtidig prisbane og med gjennomsnittlig historisk vannføring er gitt i Figur 5-65.

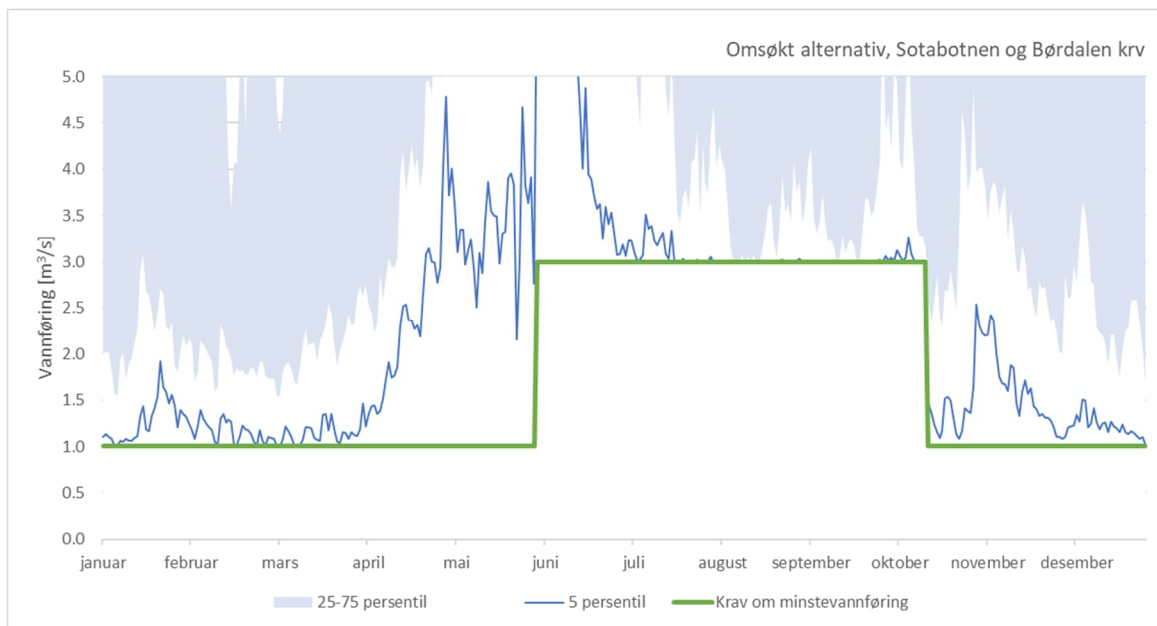


Figur 5-65 Gjennomsnittlig vannføring etter inntak Tyssefossen kraftverk.



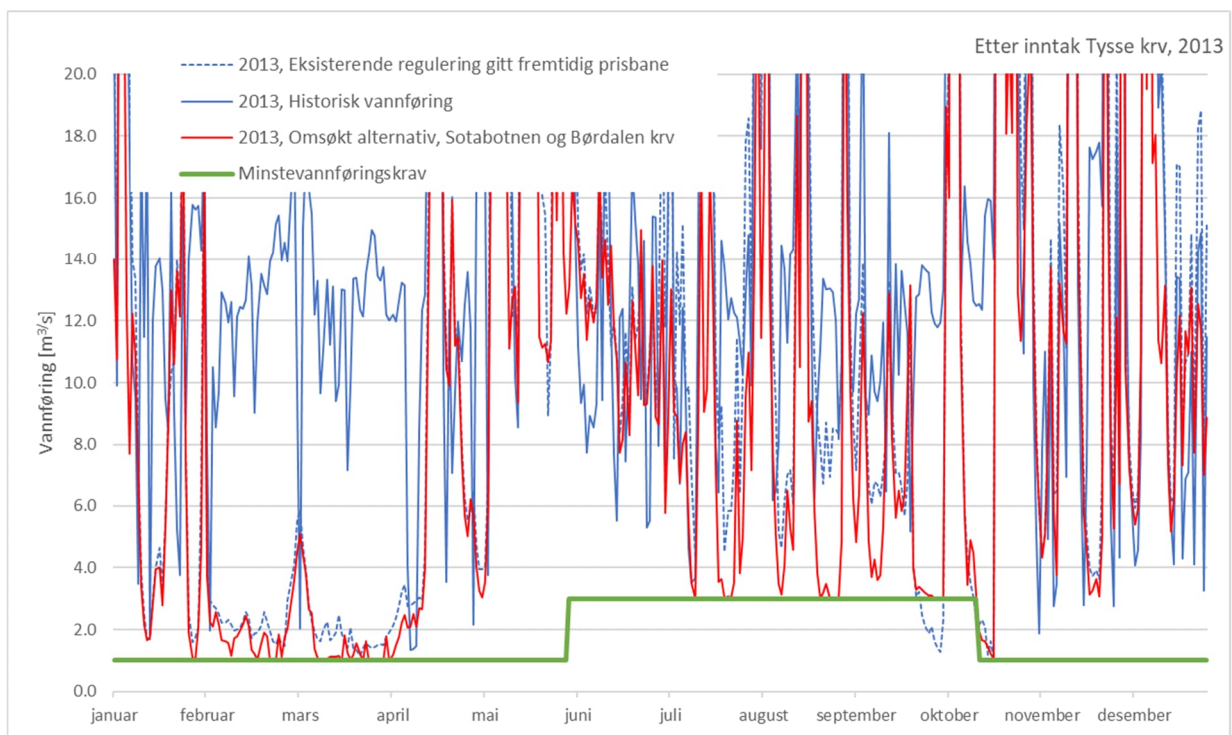
Figur 5-66 Medianvannføring etter inntak Tyssefossen kraftverk.

Neste figur viser detaljer rundt perioder med lav vannføring for omsøkt alternativ. Det er i disse beregningene lagt inn styring av vannføring fra oppstrøms magasin slik at minste vannføringskravet forbi inntak Tyssefossen Figur 1-1 krv holdes.

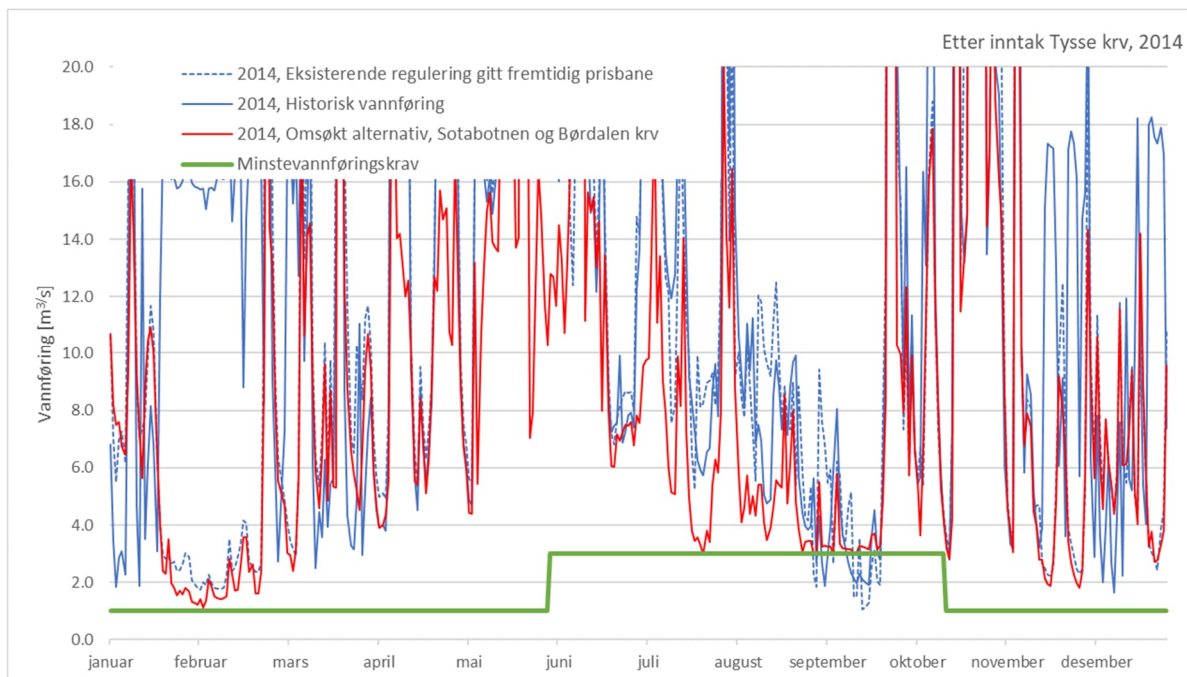


Figur 5-67 Persentilcurver for omsøkt alternativ

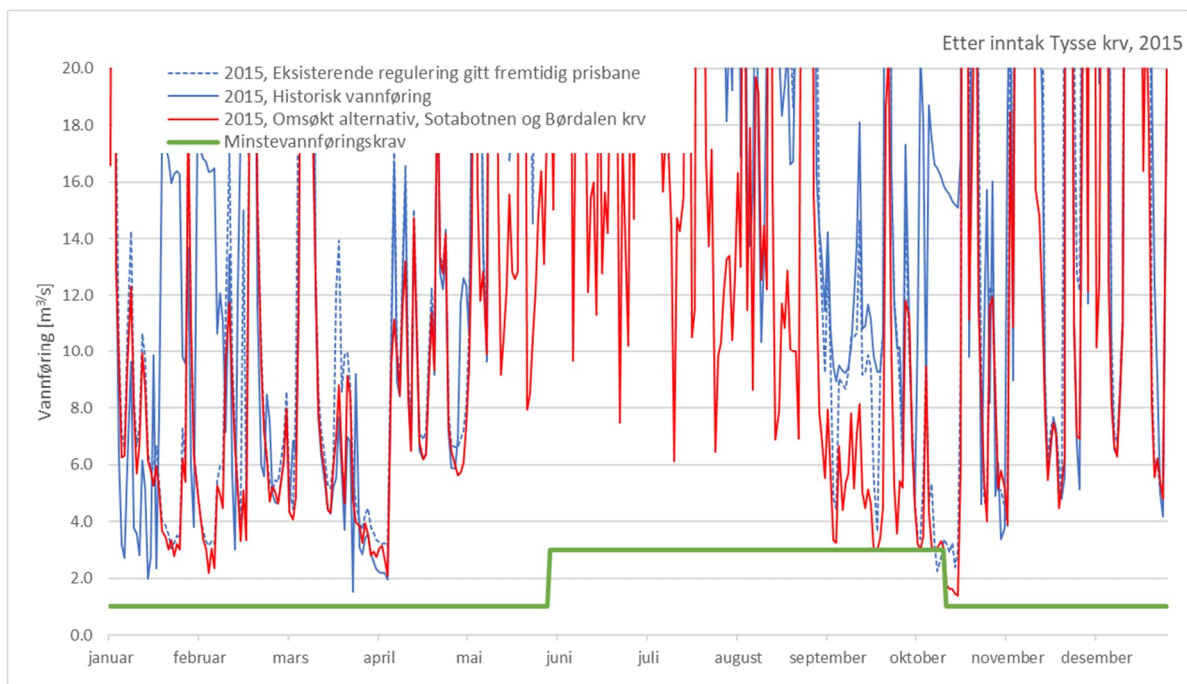
Årene med felles data er 2013, 2014 og 2015. Figur under viser året 2013. Videre vises en figur med fokus på vannføring under 20 m³/s.



Figur 5-68 Vannføring 2013 for omsøkt alternativ, eksisterende regulering gitt fremtidig prisbane og historisk vannføring

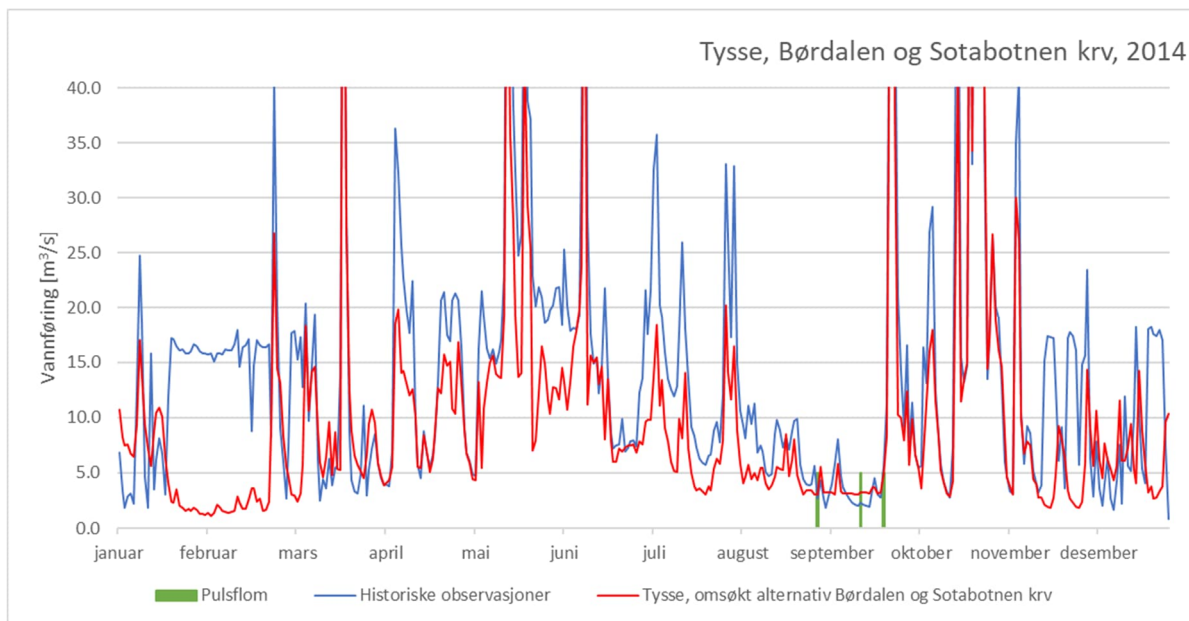


Figur 5-69 Vannføring 2014 for omsøkt alternativ, eksisterende regulering gitt fremtidig prisbane og historisk vannføring, detaljer



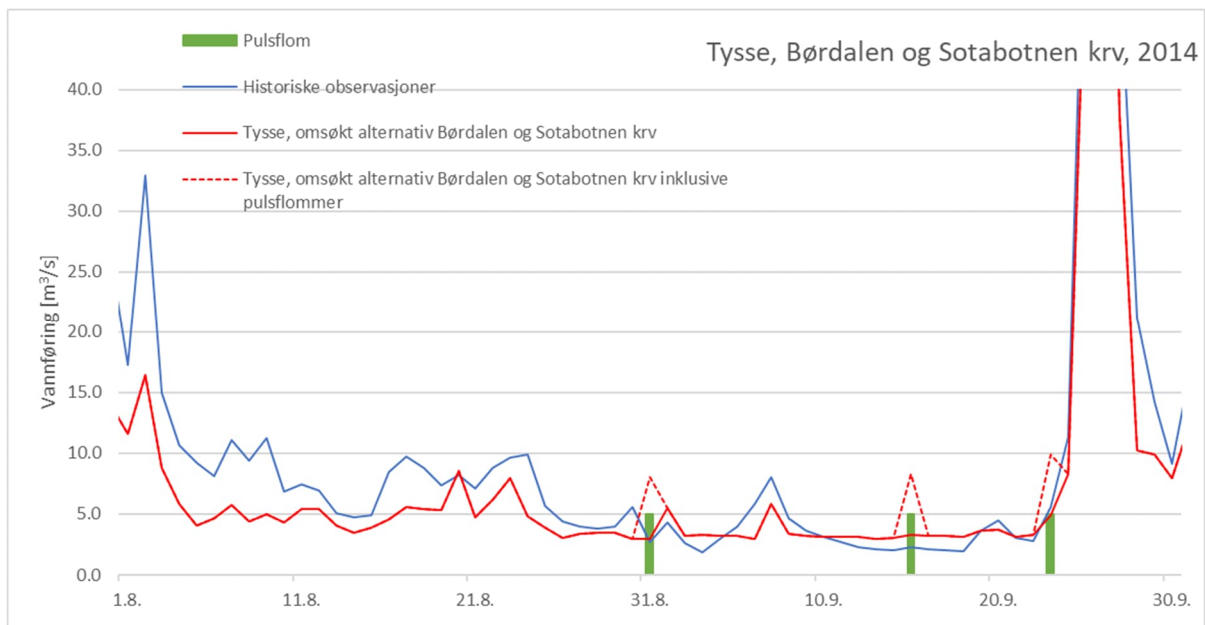
Figur 5-70 Vannføring 2015 for omsøkt alternativ, eksisterende regulering gitt fremtidig prisbane og historisk vannføring, detaljer.

For å sikre gytevandringen som skjer på høsten så foreslås det å slippe noen pulsflommer i perioden august og ut september gitt visse forutsetninger. Det skal ved vedvarende lave og stabile vannføringer under 5 m³/s slippes pulsflom slik at vannføringen ved Tysse overstiger 5 m³/s over et døgn. I figurene under er dette forsøkt synliggjort for året 2014. Det er i beregningene lagt inn at «vedvarende periode» er 7 påfølgende dager.



Figur 5-71 Pulsflommer ved Tysse, omsøkt alternativ Sotabotnen og Børdalen kraftverk, 2014

I Figur 5-72 er det vist hvordan den totale vannføringen i elva forbi Tysse kan se ut med betingelsene som er gitt. Her er det gitt at det skal sendes en «ekstra» pulsflom på 5 m³/s i tillegg til det som går i elva naturlig.



Figur 5-72 Pulsflommer ved Tysse, omsøkt alternativ Sotabotnen og Børdalen kraftverk, 2014, august og september

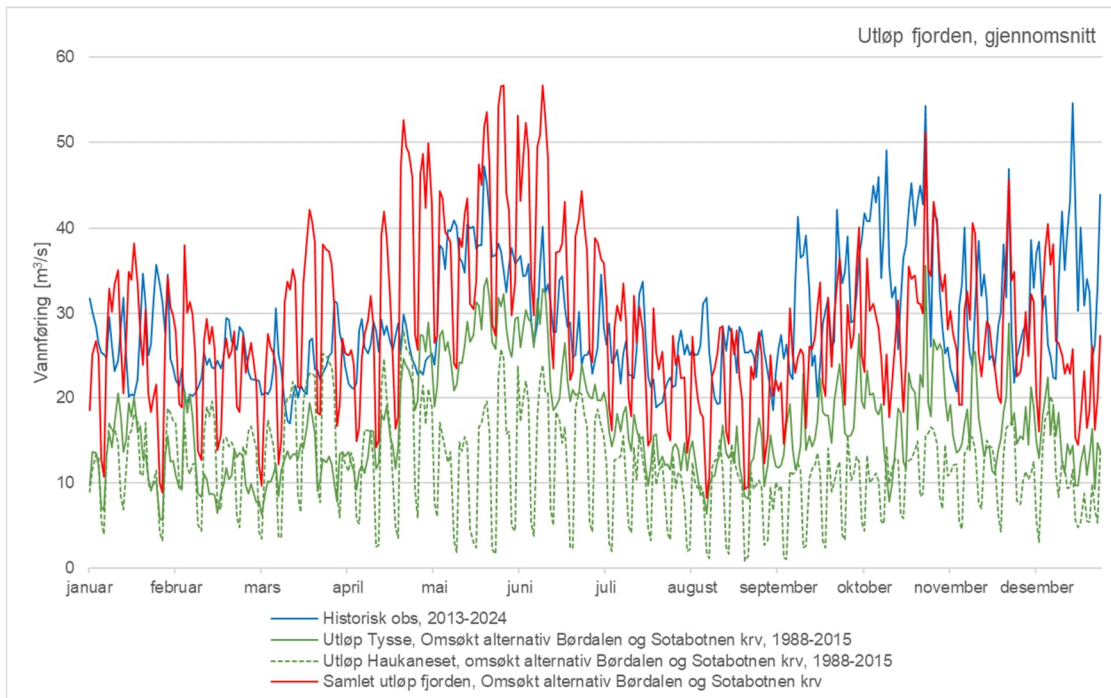
5.19 Tilførsel til fjorden

I dagens situasjon kommer alt vannet ut ved Tysseelva. Etter utbygging av omsøkt alternativ vil en del av vannet komme i Tysseelva og en del komme ut av utløpet til Børdalen kraftverk ved Haukaneset.

Tabellen under viser totalvolumet av vann som vil komme ut i fjorden.

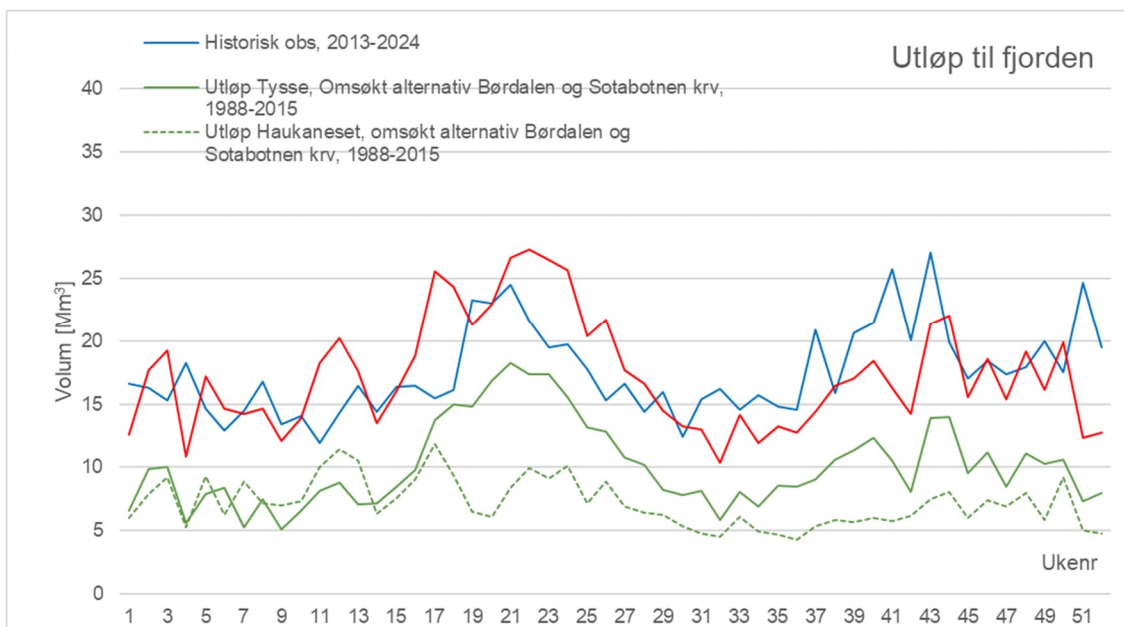
	Historisk observerte data [m³/s]	Omsøkt alternativ, Sotabotnen og Børdalen krv [m³/s]	Eksisterende regulering gitt fremtidige priser [m³/s]
Januar	27,4	27,3	24,7
Februar	23,8	26,0	24,5
Mars	23,1	29,6	25,4
April	25,8	33,8	29,5
Mai	36,3	41,1	41,2
Juni	30,7	39,7	39,0
Juli	24,5	26,5	28,2
August	25,7	20,9	25,4
September	29,2	25,2	26,4
Oktober	38,5	30,5	30,3
November	29,7	29,7	29,0
Desember	33,5	25,6	24,4
Gjennomsnitt	29,0	29,7	29,0

Tabell 5-12 Gjennomsnittlig månedlig totalvannføring til fjorden. Forskjeller i gjennomsnitt skyldes litt avvik i grunnlagsperiode.

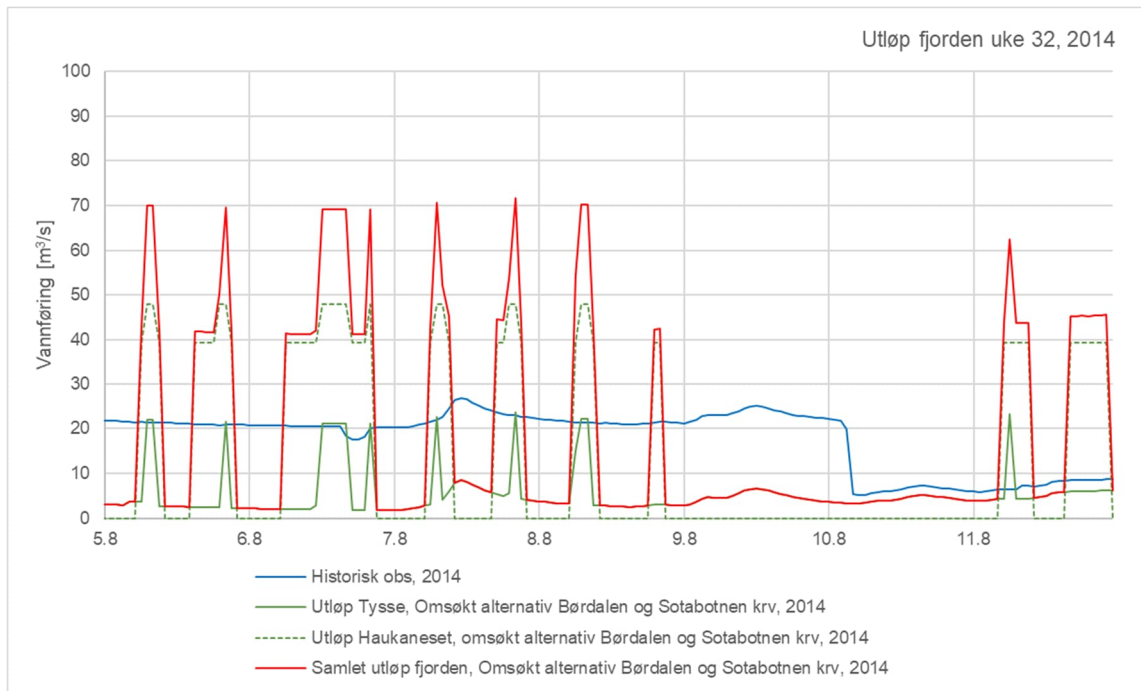


Figur 5-73 Gjennomsnittlig utløp til fjorden ved omsøkt alternativ Børdalen kr. (1988-2015) sammen med historisk utløp (2013-2024)

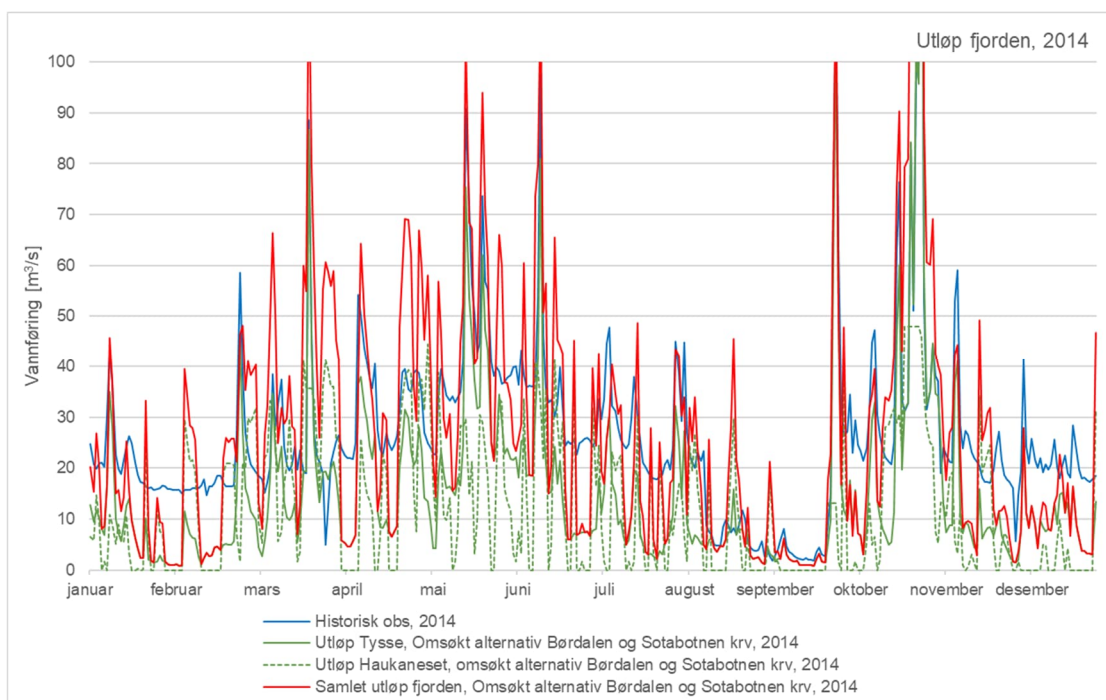
Figuren viser gjennomsnittlig vannføring til fjorden pr døgn for historiske observasjoner og for omsøkt alternativ, Børdalen Kraftverk. Figur 5-74 viser samme data men gitt i volum/uke. Totalvolum etter omsøkt alternativ vises i rød linje.



Figur 5-74 Utløp til fjorden, Gjennomsnittlig volum vann pr uke. Rød kurve representerer eksisterende kraftverk med framtidig prisbane.



Figur 5-75 Vannføring til fjorden, uke i oktober, 2014



Figur 5-76 Vannføring til fjorden, døgn gjennomsnitt, 2014.

6 Lavvannføring

Et element i miljødesignmetodikken er å sammenligne perioder med lavvannføring i sommer- og vinterhalvåret. Metoden anbefaler å sammenligne median laveste ukesmiddel i vinter- og sommerhalvår med og uten regulering for å anslå påvirkningen på fiskeproduksjonen.

Vinterhalvåret er i denne analysen definert som oktober–april og sommerhalvåret fra mai–september. Det ble beregnet laveste 7-dagersmiddel i hvert hydrologiske år.

Ukesmiddelvannføring ble beregnet basert på rullerende 7 døgner, og median laveste ukesmiddelverdien per hydrologiske år ble sammenstilt.

Lavvannføring er presentert for analysepunkt fra Langeland og nedover i vassdraget.

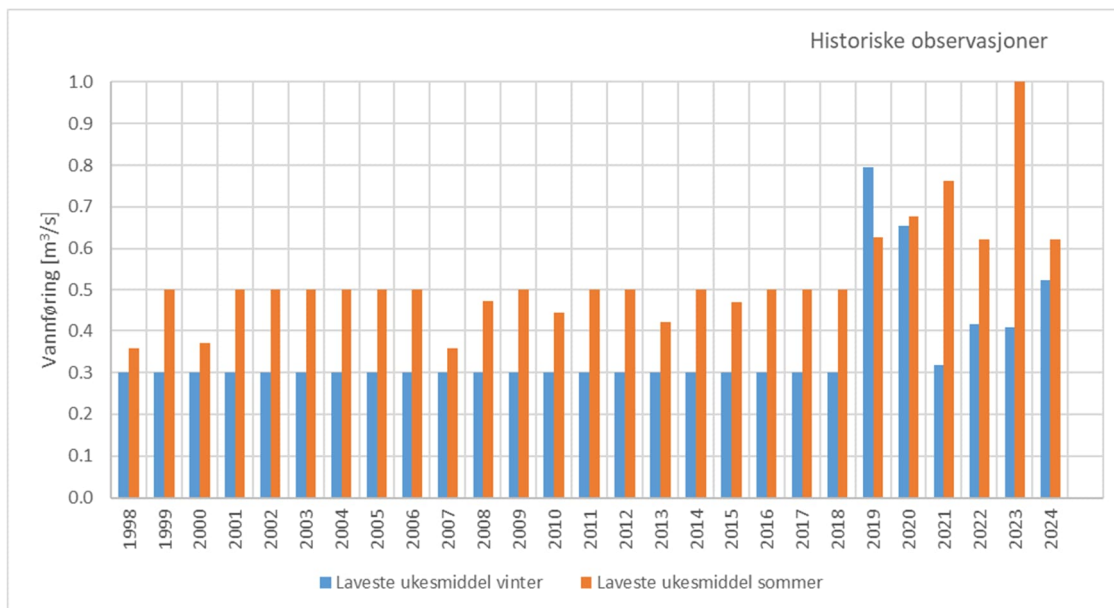
	Median laveste ukesmiddel vinter [m ³ /s]		Median laveste ukesmiddel sommer [m ³ /s]	
	Historiske observasjoner	Omsøkt alternativ	Historiske observasjoner	Omsøkt alternativ
Punkt 12, Langeland	0.3	0.5	0.5	0.5
Punkt 13, Storelva	0.3	0.5	0.5	0.6
Punkt 16, Utløp Frølandsvatnet	7.8	1.8	8.6	3.2
Punkt 17, Nedstrøms inntak Tyssefossen kraftverk	2.7	1.5	6.0	3.1

Tabell 6-1 Median laveste ukesmidler før og etter omsøkt alternativ, oppsummering

6.1 Punkt 12, Langeland

Ved Langeland er det krav om minstevannføring. Dette er modellert inn i vannføringsanalysen og dermed blir dette også gjeldende for minste ukesmiddelvannføring.

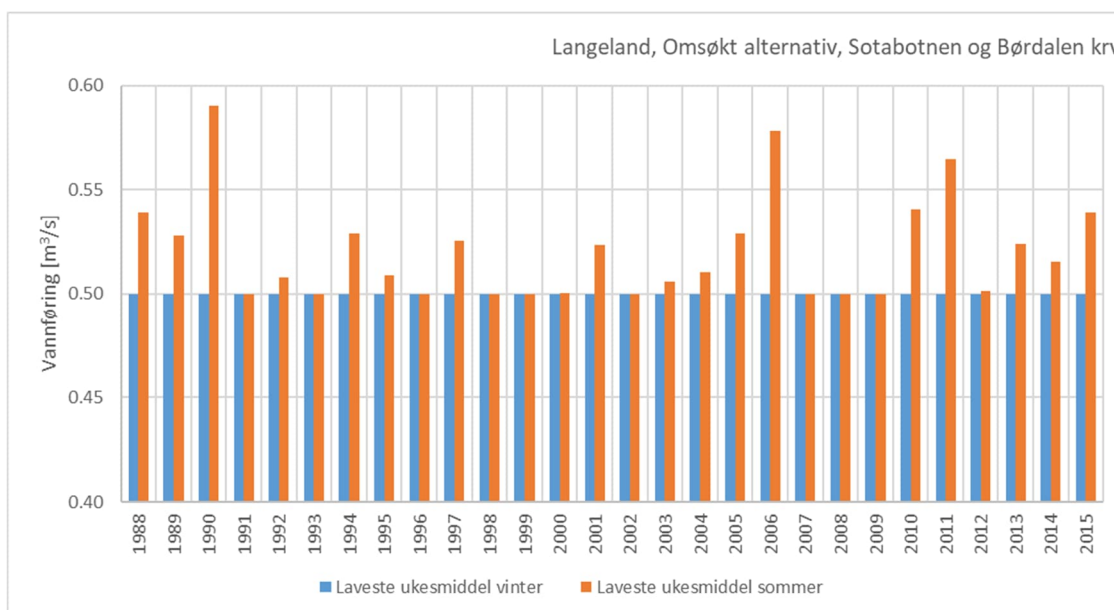
Gjeldende krav er for perioden 1.mai – 1.oktober: minimum 0.5 m³/s og for perioden 2.oktober – 30.april: minimum 0.3 m³/s. Dette betyr at i disse periodene så skal lavvannføringen ikke være mindre enn angitt verdi. De historiske dataene indikerer at vannføringen ved Langeland holdes høyere enn det som er minstevannføringskravet. Dette skyldes tapping fra Fiskevatnet.



Figur 6-1 Lavvannføring sommer og vinter for historiske data, Langeland

Historiske data viser at lavvannføringen har økt de siste årene. Dette sammenfaller med økt fokus på å styre tapping av vann fra Fiskevatnet for å tilfredsstille kravet om minstevannføring.

For omsøkt alternativ foreslås det endret minstevannføringskrav til konstant 0.5 m³/s gjennom hele året. Dette er lagt inn i kurvene for omsøkt alternativ.

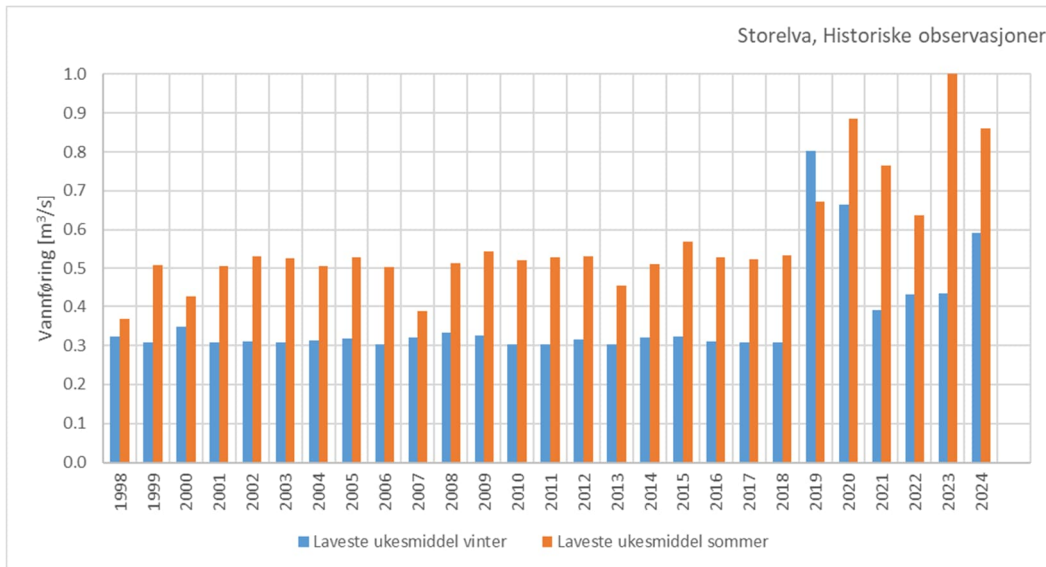


Figur 6-2 Lavvannføring sommer og vinter etter omsøkt alternativ, Langeland

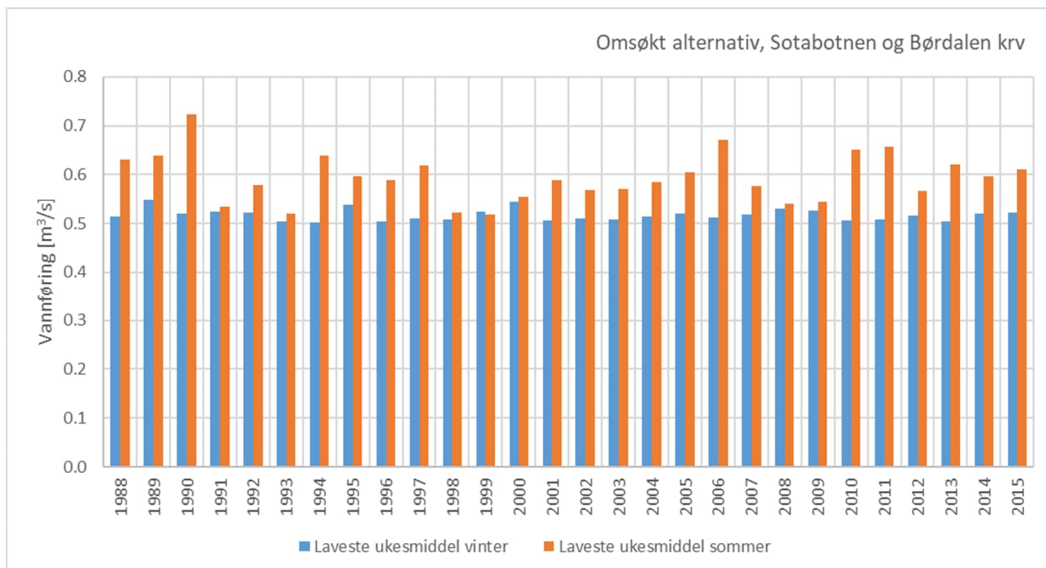
Ser man hele analyseperioden fra 1988-2015 for omsøkt alternativ så vil median laveste ukesmiddel for perioden vinter og sommer bli 0.5 m³/s.

6.2 Punkt 13, Storelva utløp Frølandsvatnet

Der Storelva går ut i Frølandsvatnet vil situasjonen være som ved Langeland pluss et lite tilsig fra restfeltet. Det har man fått tilsig fra restfeltet mellom Langeland og utløp. Dette er synlig i et lite tillegg i lavvannføringen som vist i figur 6-3.



Figur 6-3 Lavvannføring sommer og vinter for historiske observasjoner

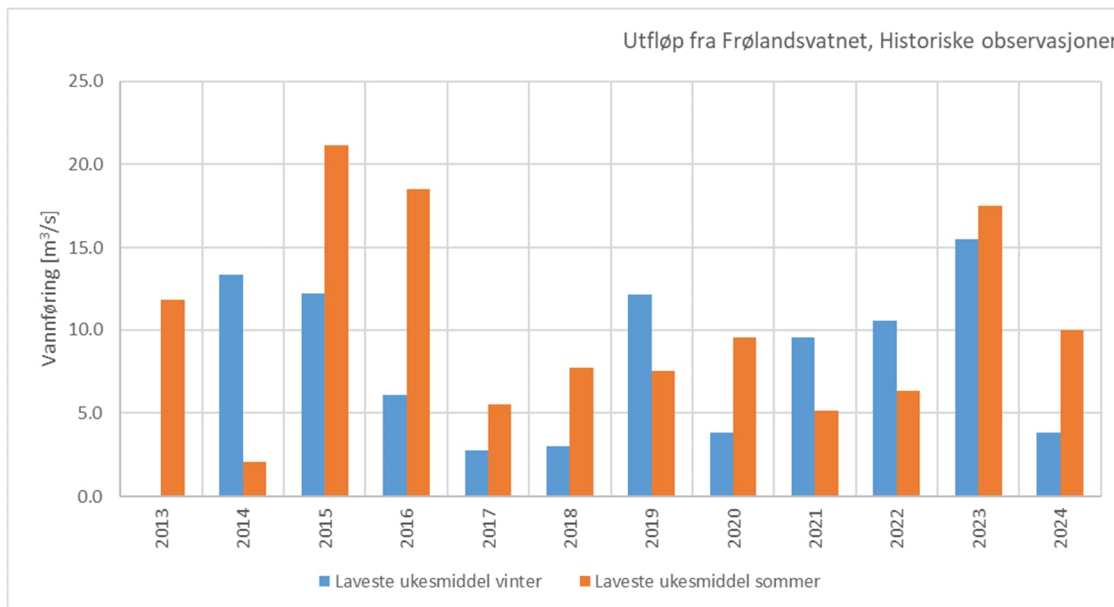


Figur 6-4 Lavvannføring sommer og vinter etter omsøkt alternativ

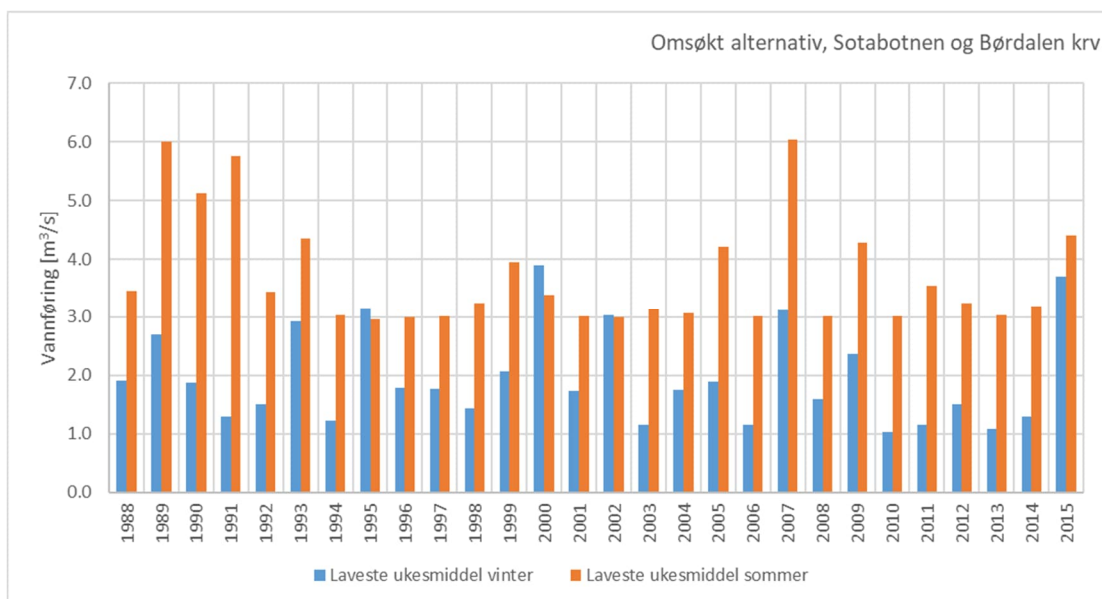
Ser man hele analyseperioden fra 1988-2015 for omsøkt alternativ så vil minste ukesmiddel for perioden vinter og sommer bli 0.5 m³/s.

6.3 Punkt 16, Utløp Frølandsvatnet

Tilsiget til Frølandsvatnet består av tilsig fra både Storelva, Frølandselva samt felt som drenerer til Frølandsvatnet. I tillegg har Frøland kraftverk utløp i dette vannet.



Figur 6-5 Lavvannføring sommer og vinter, historiske verdier



Figur 6-6 Lavvannføring sommer og vinter etter omsøkt alternativ

6.4 Punkt 17, Nedstrøms inntak Tyssefossen kraftverk

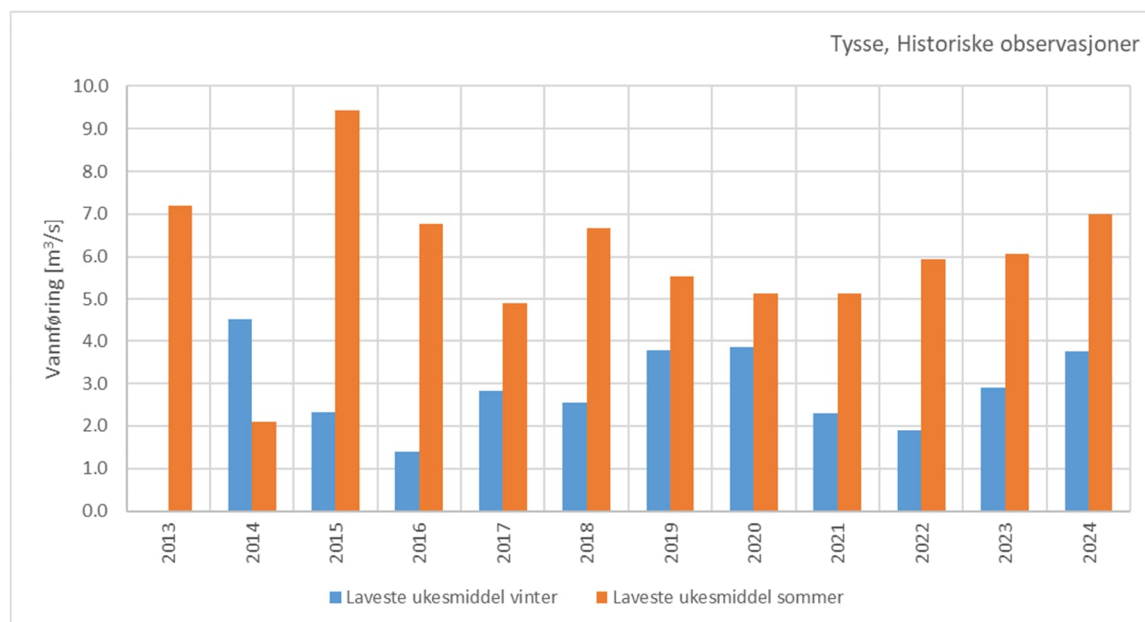
Nedstrøms Tyssefossen kraftverk er det krav om minstevannføring, men det er ikke krav om tapping for å møte minstevannføringskravet i dagens situasjon. Kravet er knyttet til kjøring av Tyssefossen kraftverk. Dersom det ikke er tilstrekkelig vann i elva til å møte kravet skal kraftverket ikke kjøre og alt vannet skal gå i elva forbi inntaket.

Det er tatt hensyn til dette i beregningene. Observert tidsserie strekker seg fra 2013-2024, mens tidsserie for omsøkt alternativ er fra 1988-2015.

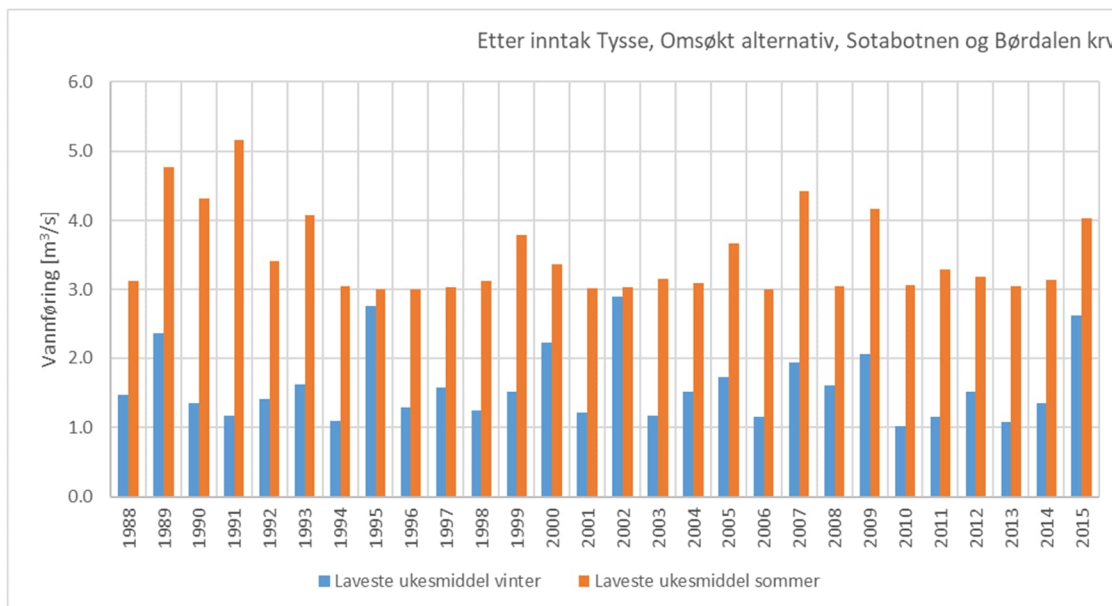
I omsøkt alternativ skal det være krav om å sikre minstevannføringen ved å tappe vann fra oppstrøms magasin.

Kravene er:

- 16 oktober – 31 mai: minimum 1 m³/s
- 1 juni – 15 oktober: minimum 3 m³/s



Figur 6-7 Lavvannføring sommer og vinter, historiske observasjoner 2013-2024



Figur 6-8 Lavvannføring sommer og vinter etter omsøkt alternativ

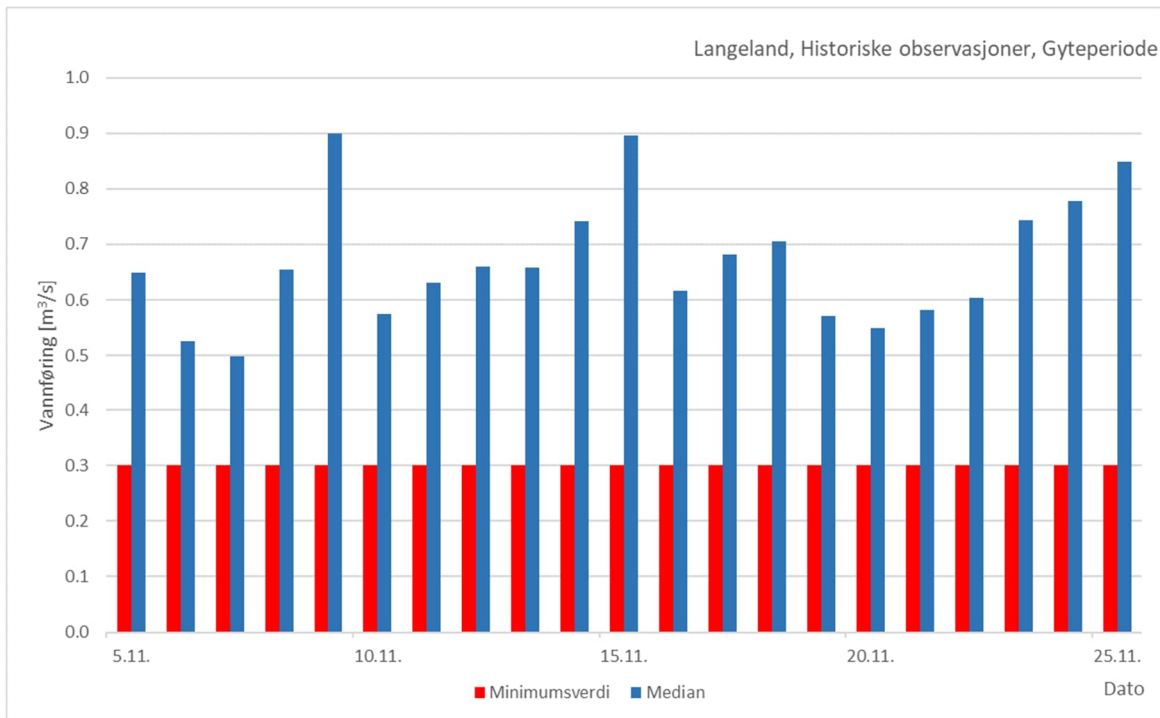
7 Vannføringer ved gyteperiode (5.nov-25.nov)

For Samnangervassdraget er det forventet smoltutvandring i perioden 1. mai – til 31. mai og gyteperiode fra 5.november til 25 november.

7.1 Punkt 12, Langeland

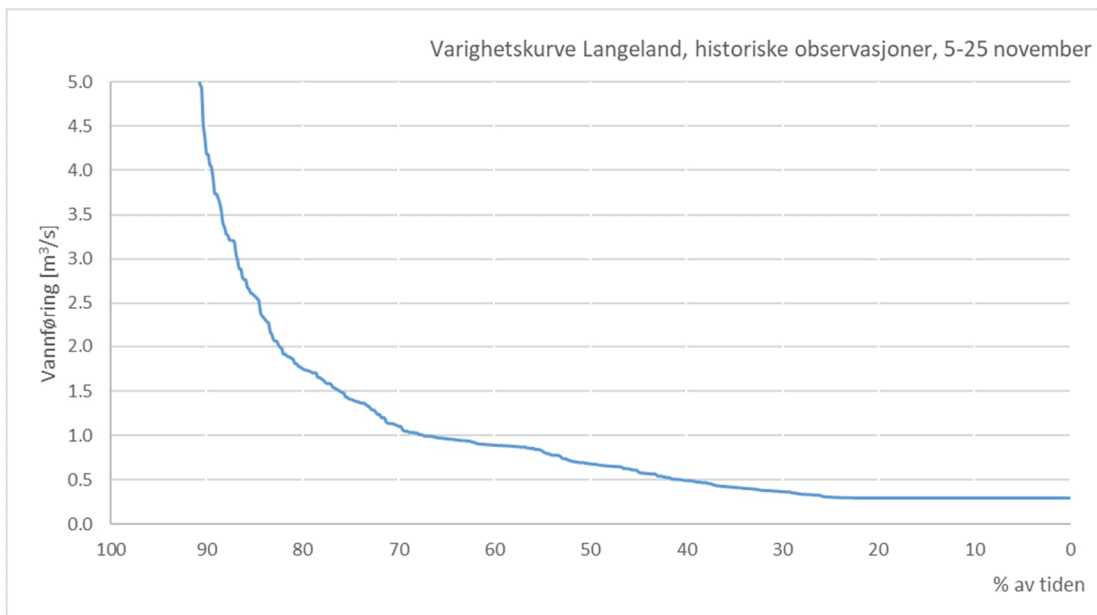
Gyteperiodoen er antatt å være mellom 5. november og 25 november. Ved punkt 12, Langeland er det for observert periode et krav om minstevannføring i denne perioden på 0,3 m³/s. Dette er modellert inn i vannføringsanalysen og dermed blir dette også gjeldende for minste døgnvannføring.

For observert periode (1998-2024) har vannføringen i gyteperioden være som i Figur 7-1- Laveste verdi vil være minstevannføringskravet på 0.3 m³/s.



Figur 7-1 Minimumsverdi og medianverdi for døgnvannføring fra historiske data

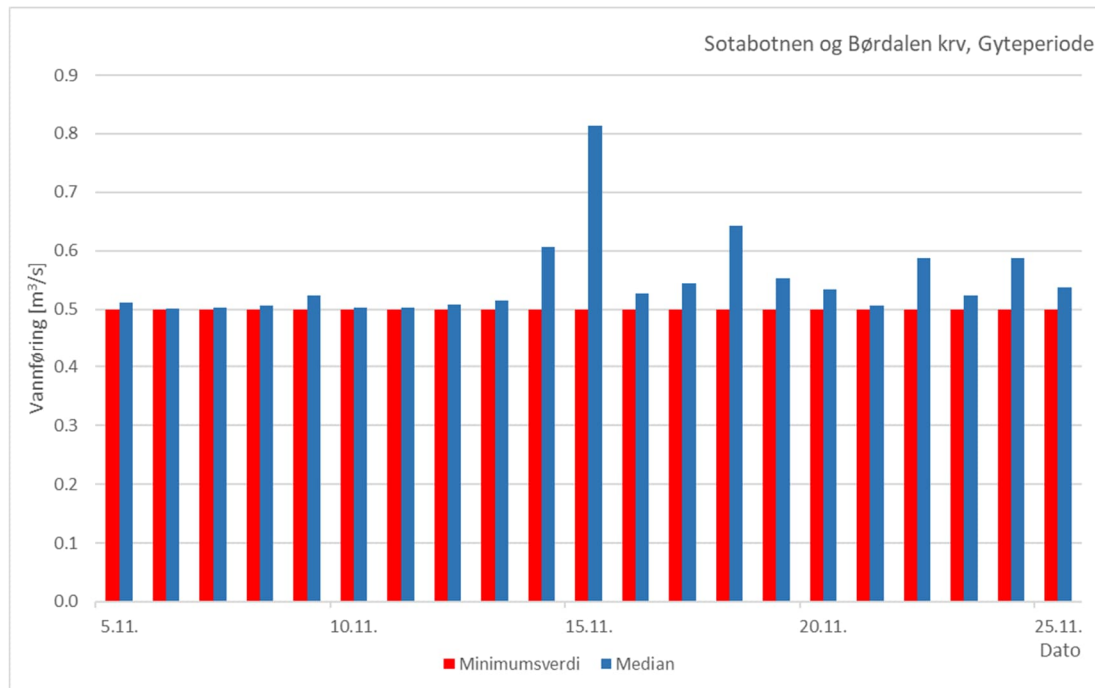
For samme periode er det i Figur 7-2 vist varighetskurve. Denne er laget basert på gyteperioder i årene 1998-2024.



Figur 7-2 Varighetskurve for gyteperiode, historiske observasjoner, Langeland

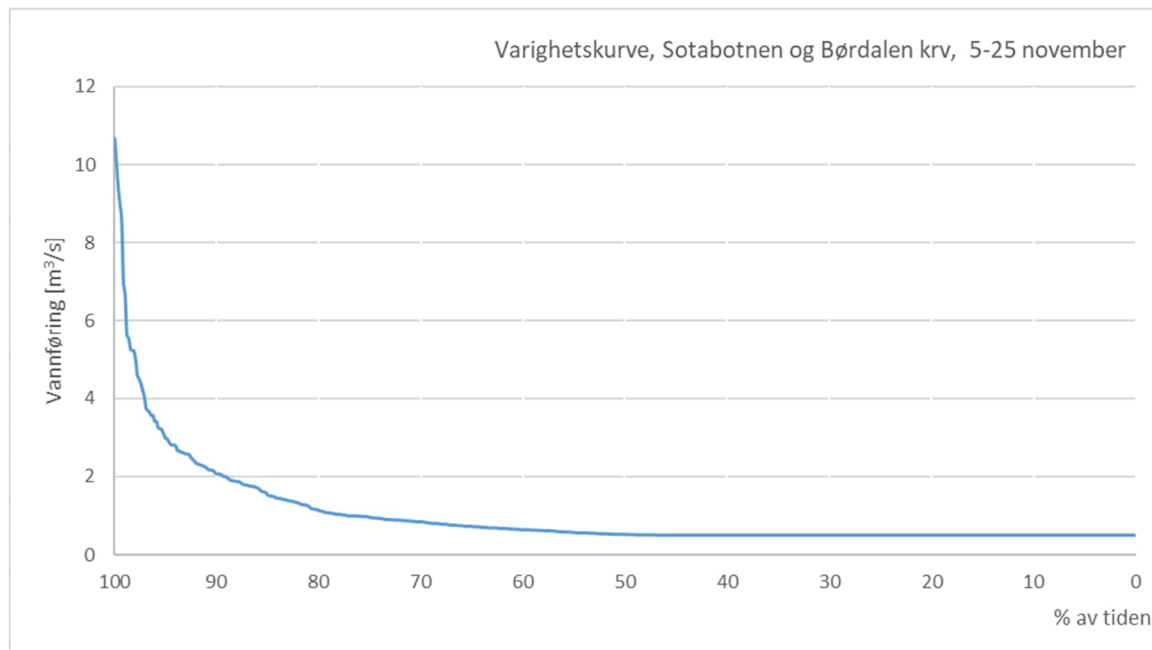
For omsøkt alternativ med Sotabotnen og Børdalen kraftverk vil nytt minstevannføringskrav på konstant 500 l/s gjelde. Medianvannføring i gyteperioden for historiske data er 0,7 m³/s, mens den etter omsøkt alternativ vil ligge på 0.5 m³/s.

Etter omsøkt kraftverk vil vannføringen i gyteperioden være som i figurene under. Maksimalverdien og 95 persentil er redusert i forhold til før-situasjonen, men vil likevel være en del høyere enn det den medianvannføringen vil være. Laveste verdi vil være 0.5 m³/s.



Figur 7-3 Minimumsverdi og medianverdi for døgnvannføring i perioden etter omsøkt kraftverk

For samme periode er det i Figur 7-4 vist varighetskurve. Denne er laget basert på gyteperioder i årene 1988-2015.

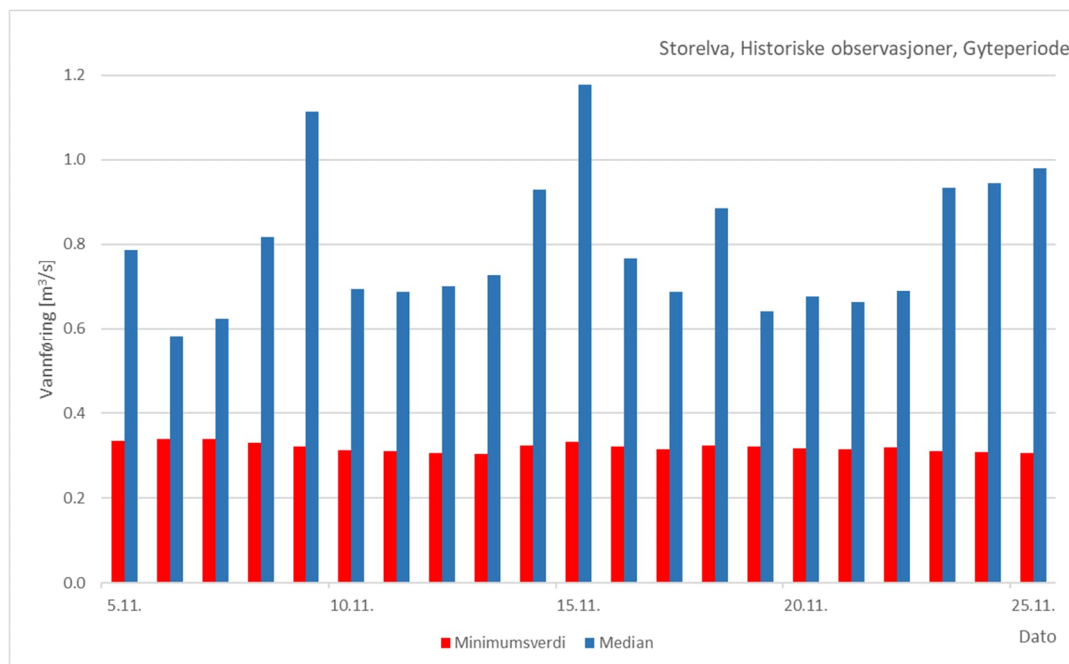


Figur 7-4 Varighetskurve for gyteperiode etter omsøkt kraftverk, Langeland

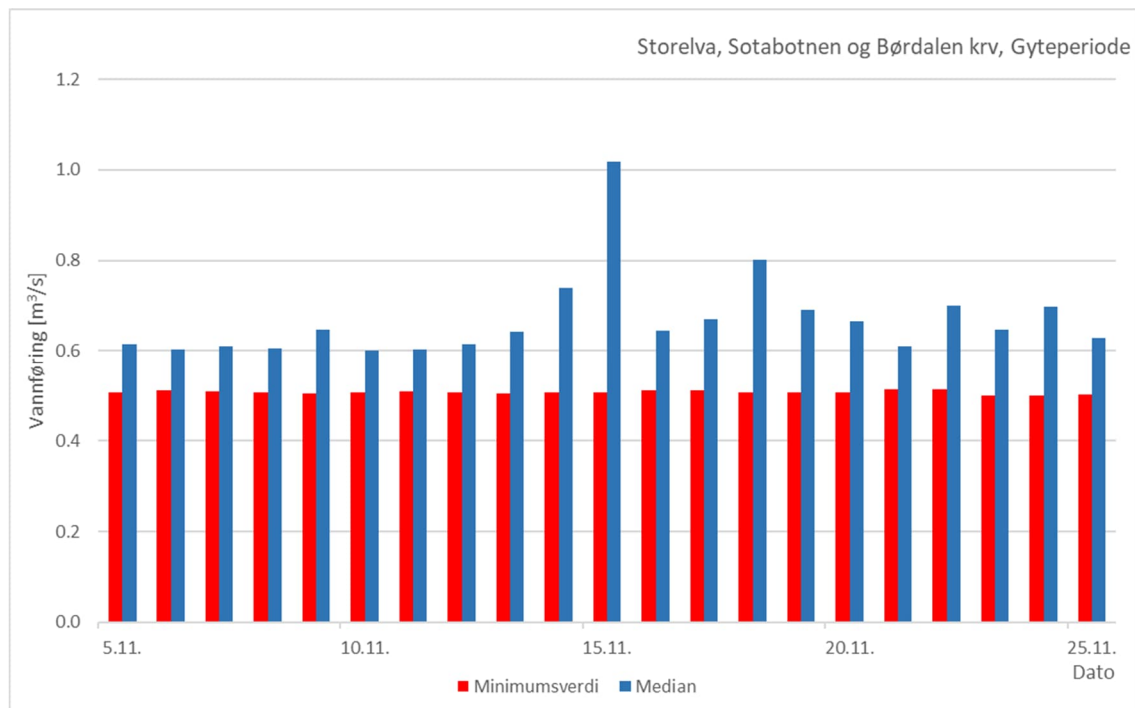
7.2 Punkt 13, Storelvas utløp i Frølandsvatnet

Ved Storelvas utløp i Frølandsvatnet vil situasjonen være som ved Langeland kun med et lite vannføringstillegg fra restfeltet. Dette gjelder både for historiske forhold og for omsøkt alternativ.

Medianvannføring i gyteperioden for historiske data er 0.8 m³/s, mens den etter omsøkt alternativ vil ligge på 0,6 m³/s.



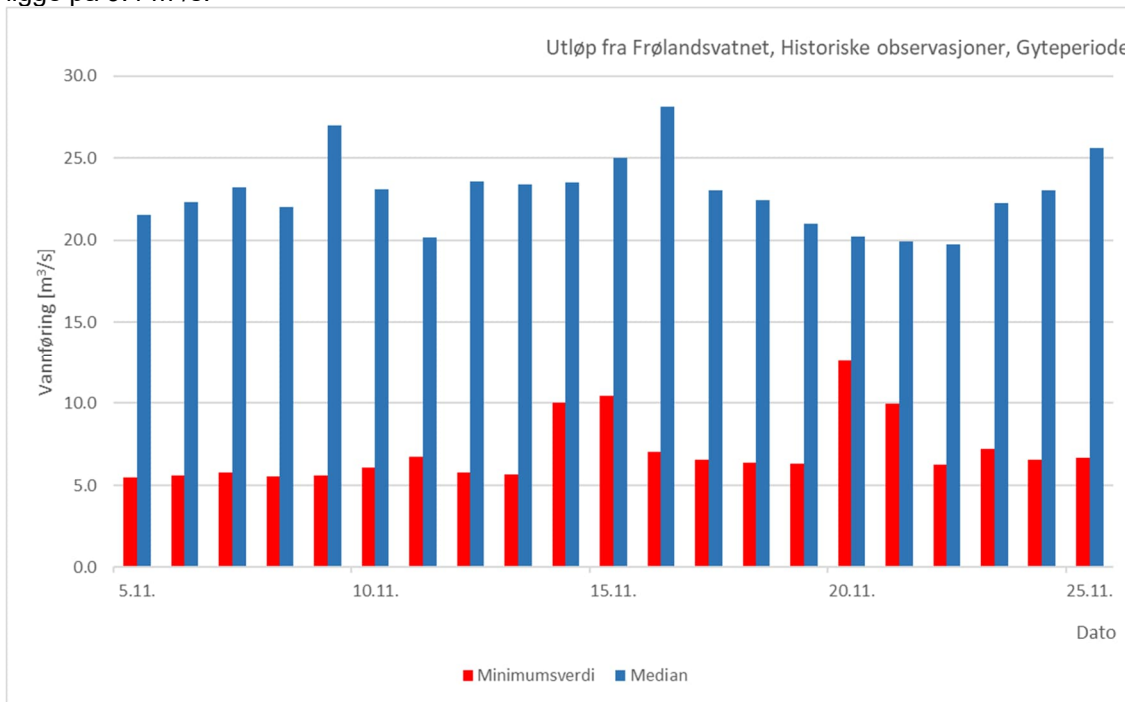
Figur 7-5 Minimumsverdi og medianverdi for døgnvannføring i perioden, historiske observasjoner



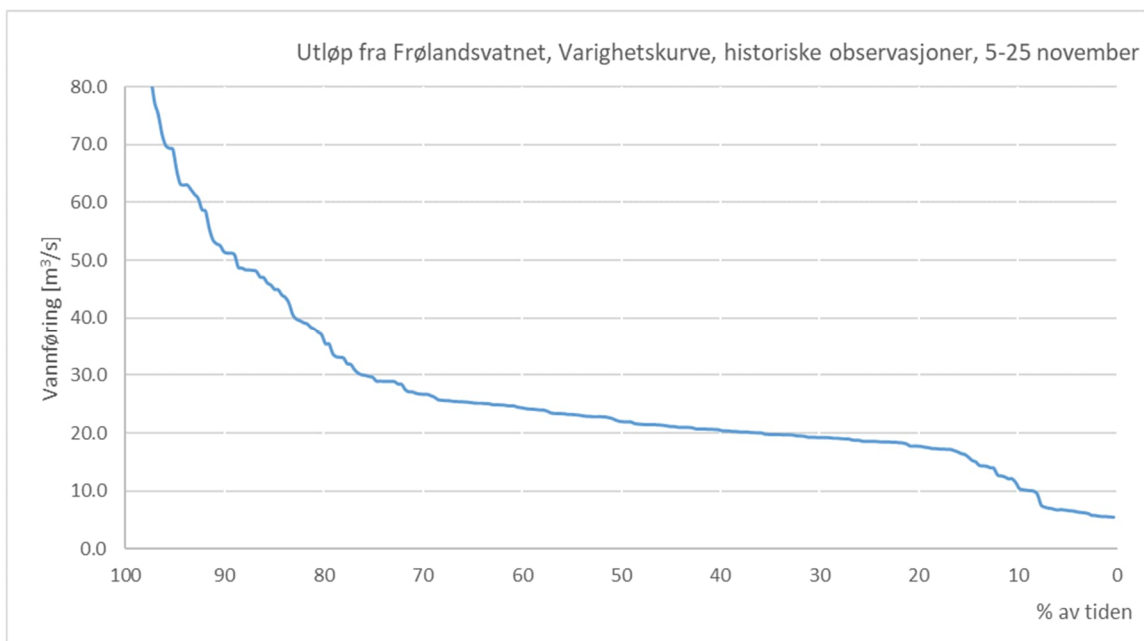
Figur 7-6 Minimumsverdi og medianverdi for døgnvannføring etter omsøkt alternativ

7.3 Punkt 16, Utløp fra Frølandsvatnet

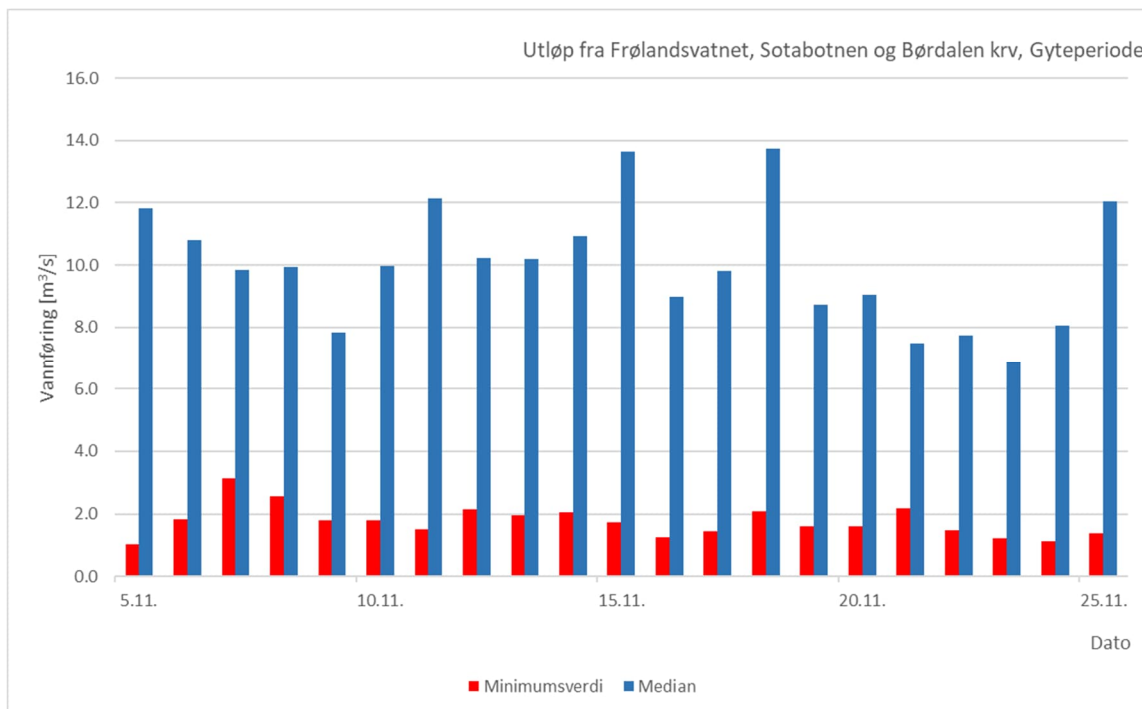
Medianvannføring i gyteperioden for historiske data er 22.6 m³/s, mens den etter omsøkt alternativ vil ligge på 9.4 m³/s.



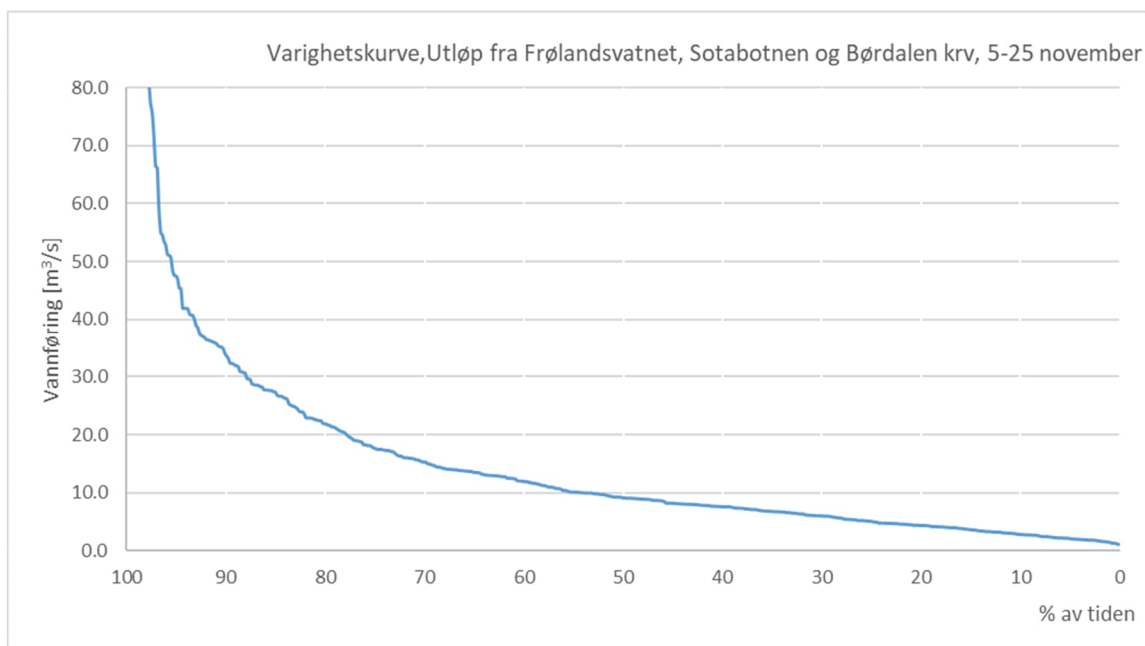
Figur 7-7 Minimumsverdi og medianverdi for døgnvannføring i perioden, historiske data



Figur 7-8 Varighetskurve for utløp Frølandsvatnet, historiske data for gyteperioden



Figur 7-9 Minimumsverdi og medianverdi for døgnvannføring i perioden etter omsøkt kraftverk

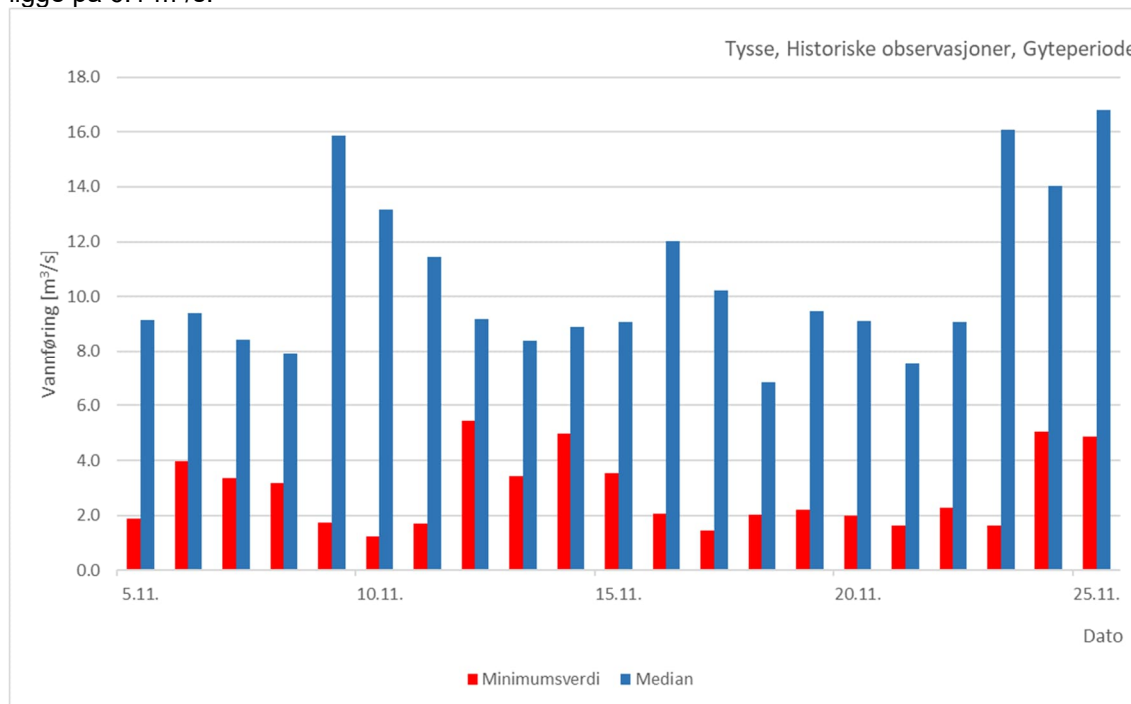


Figur 7-10 Varighetskurve for Frølandsvatnet etter omsøkt alternativ

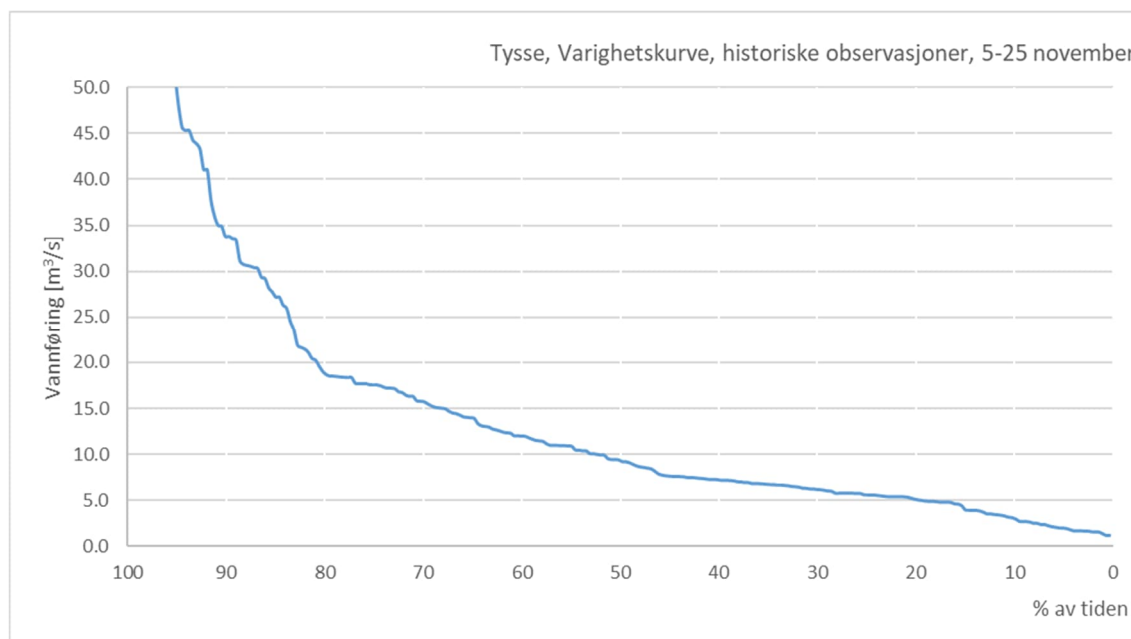
7.4 Punkt 17, Nedstrøms inntak Tyssefossen kraftverk

Nedstrøms Tyssefossen kraftverk vil vannføringen være som før inntaket minus det som til enhver tid går i driftsvannføringen til Tysse. Figurene under antar at ved lite vann i elva så stanses kraftverket og alt vann vil gå i elva. Det kan bli for lite vann tilgjengelig i elva, men det er ikke krav om å tappe vann fra oppstrøms magasiner for å møte minstevannføringskravet.

Medianvannføring i gyteperioden for historiske data er 10.1 m³/s, mens den etter omsøkt alternativ vil ligge på 6.1 m³/s.

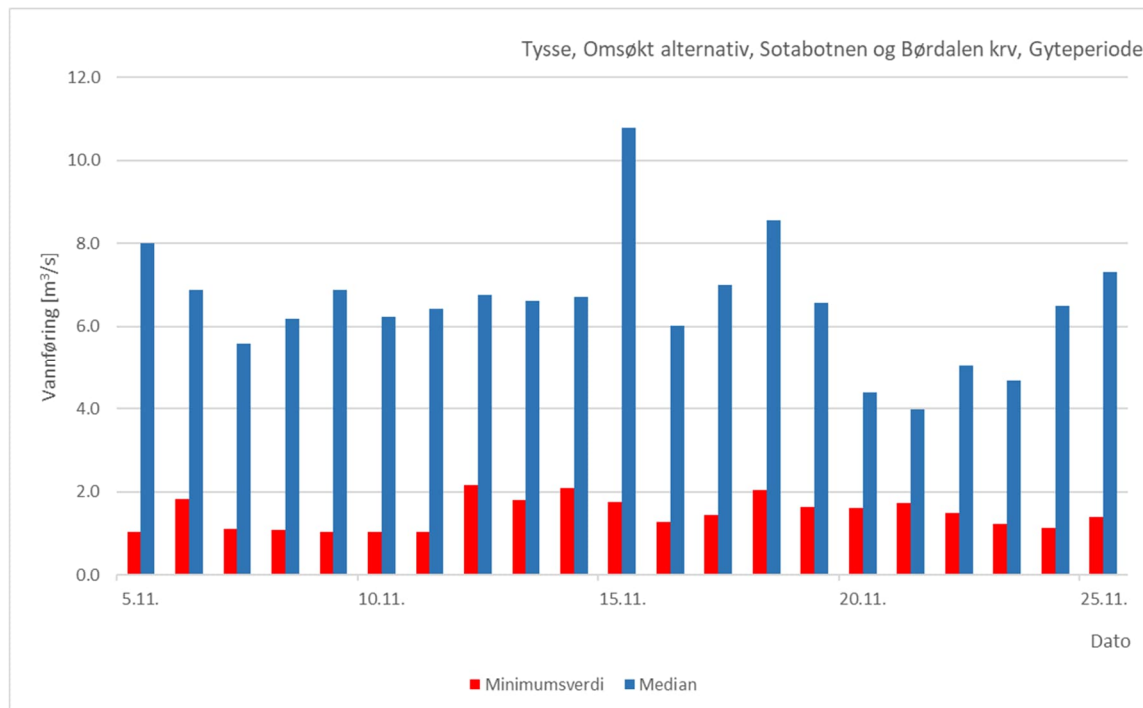


Figur 7-11 Minimumsverdi og medianverdi for historiske observasjoner

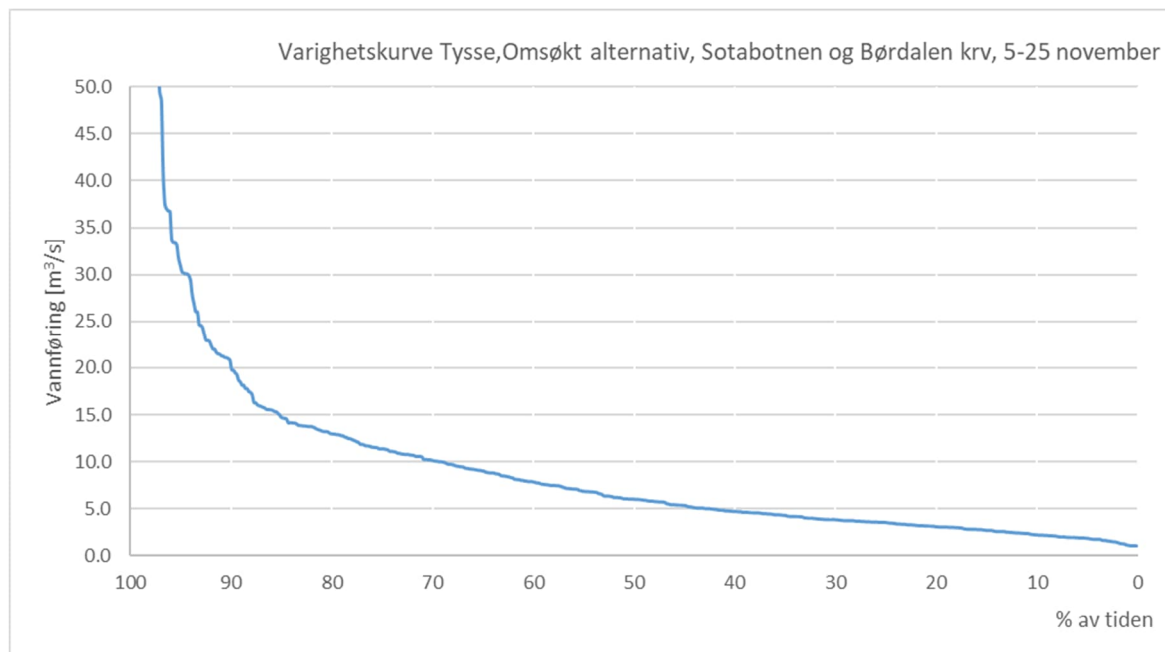


Figur 7-12 Varighetskurve for gyteperiode 5-25 november for observert periode 2013-2015

Etter omsøkt alternativ med Sotabotnen kraftverk vil kurvene se slik ut.



Figur 7-13 Minimumsverdi og medianverdi etter omsøkt kraftverk



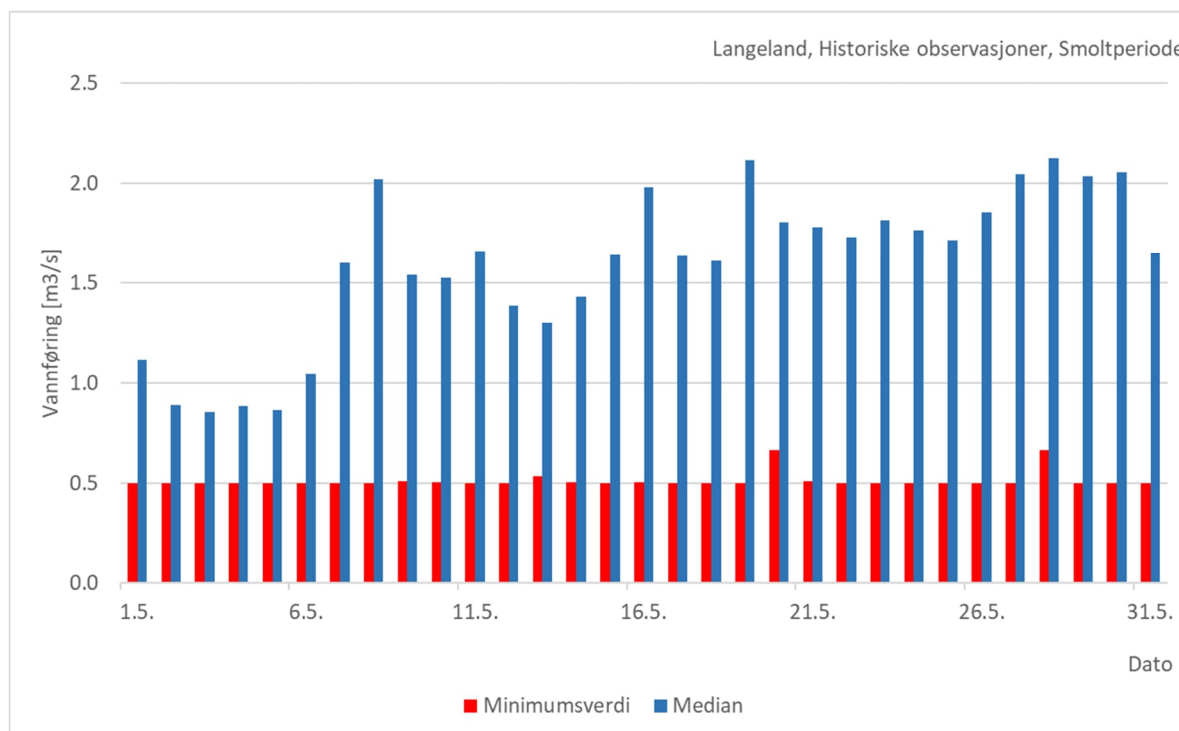
Figur 7-14 Varighetskurve etter omsøkt kraftverk

8 Vannføring ved smoltutvandring (1.mai -31.mai)

For Samnangervassdraget er det forventet smoltutvandring i perioden 1. mai – Figuren nedenfor viser minste gjennomsnittlige vannføring pr døgn i perioden 1-31 mai for perioden 1988-2015, sammen med medianverdien for samme døgn og samme tidsperiode.

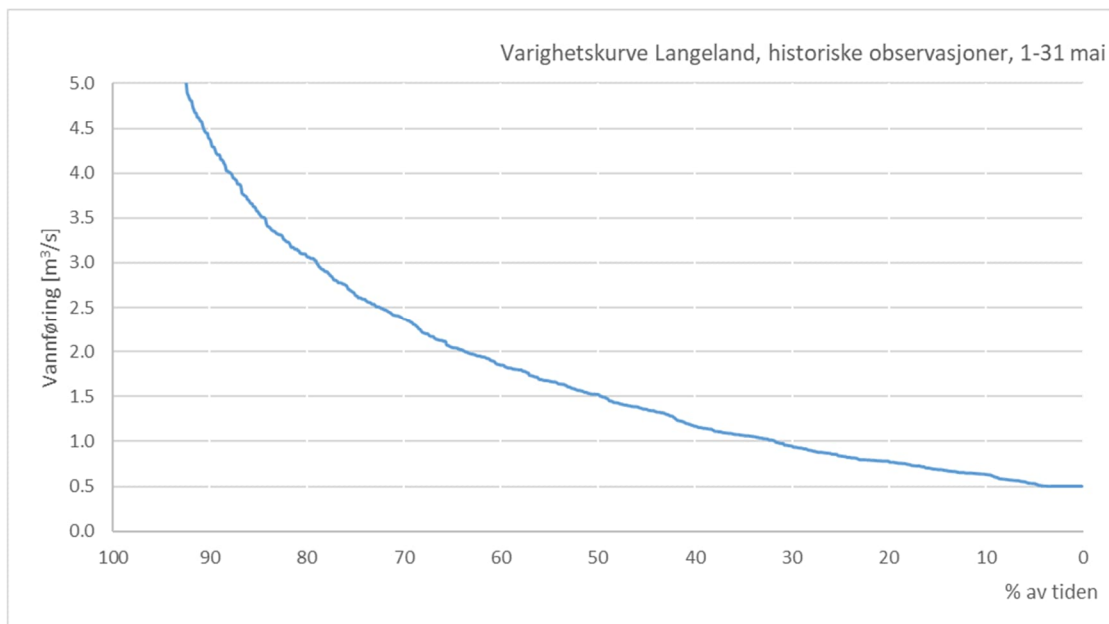
8.1 Punkt 12, Langeland

Historisk minstevannføringskrav i perioden med smoltvandring har vært 0.5 m³/s.



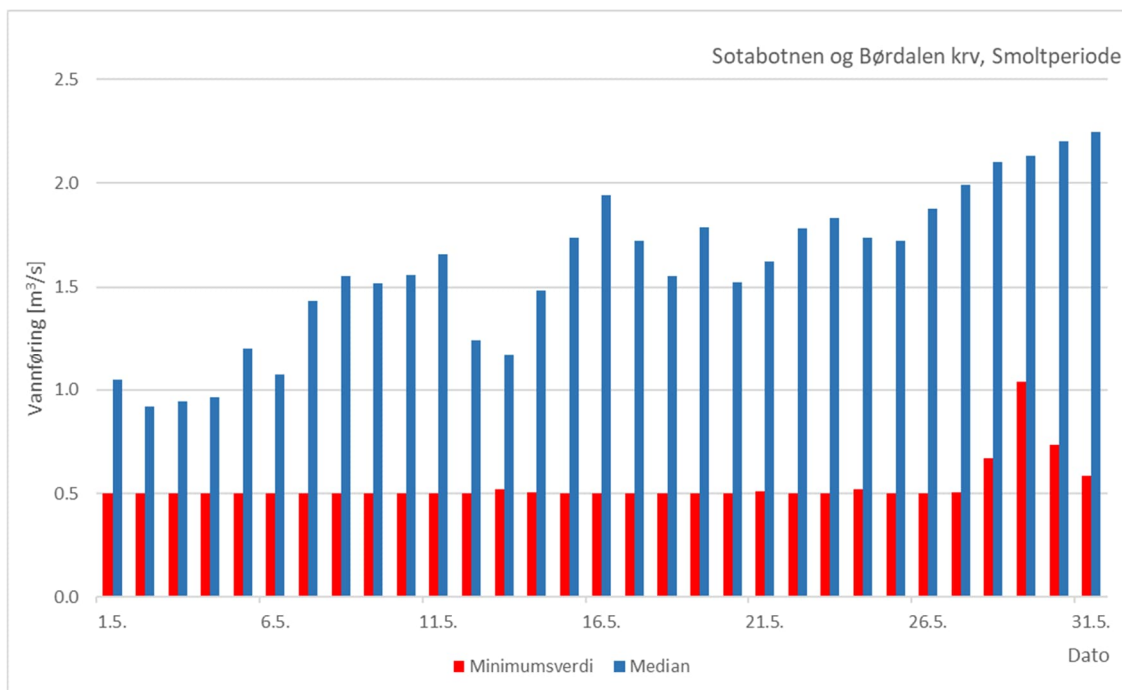
Figur 8-1 Minimumsverdi og medianverdi for døgnvannføring i perioden før omsøkt kraftverk

For samme periode er det i Figur 8-2 vist varighetskurve. Denne er laget basert på mai måned for årene 1998-2024.



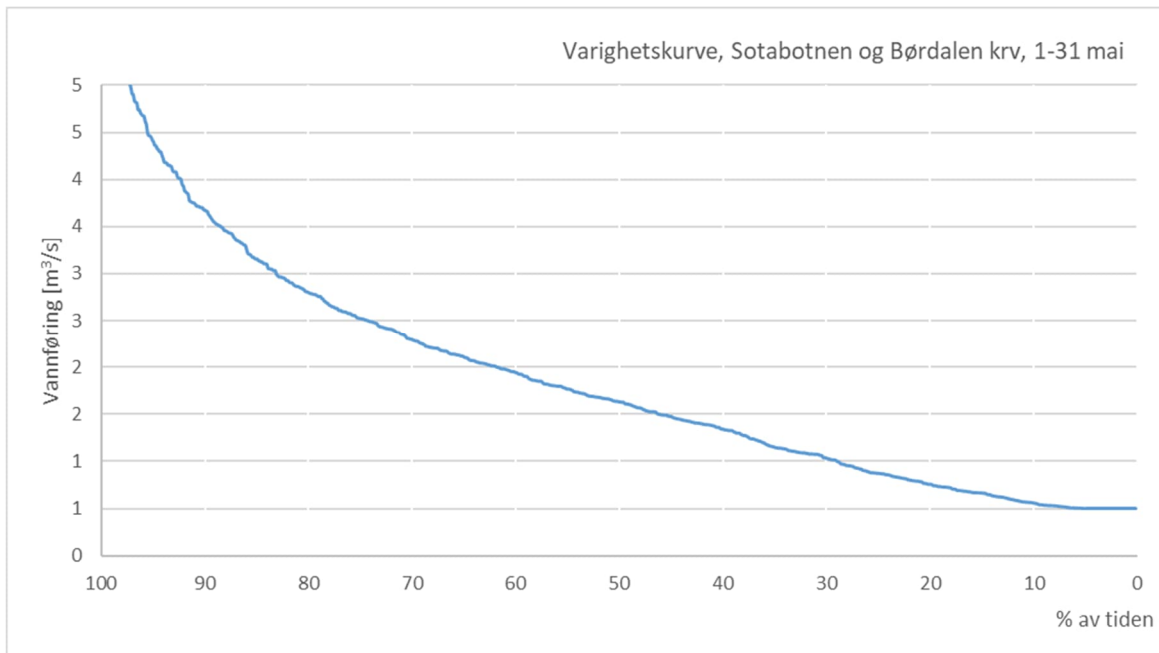
Figur 8-2 Varighetskurve før omsøkt kraftverk, Langeland, smoltutvandring

I alternativet etter omsøkt kraftverk vil vannføringen i gyteperioden være som vist i figurene nedenfor. Laveste verdi vil være minste vannføring på 0.5 m³/s.



Figur 8-3 Minimumsverdi og medianverdi for døgnvannføring i perioden etter omsøkt kraftverk

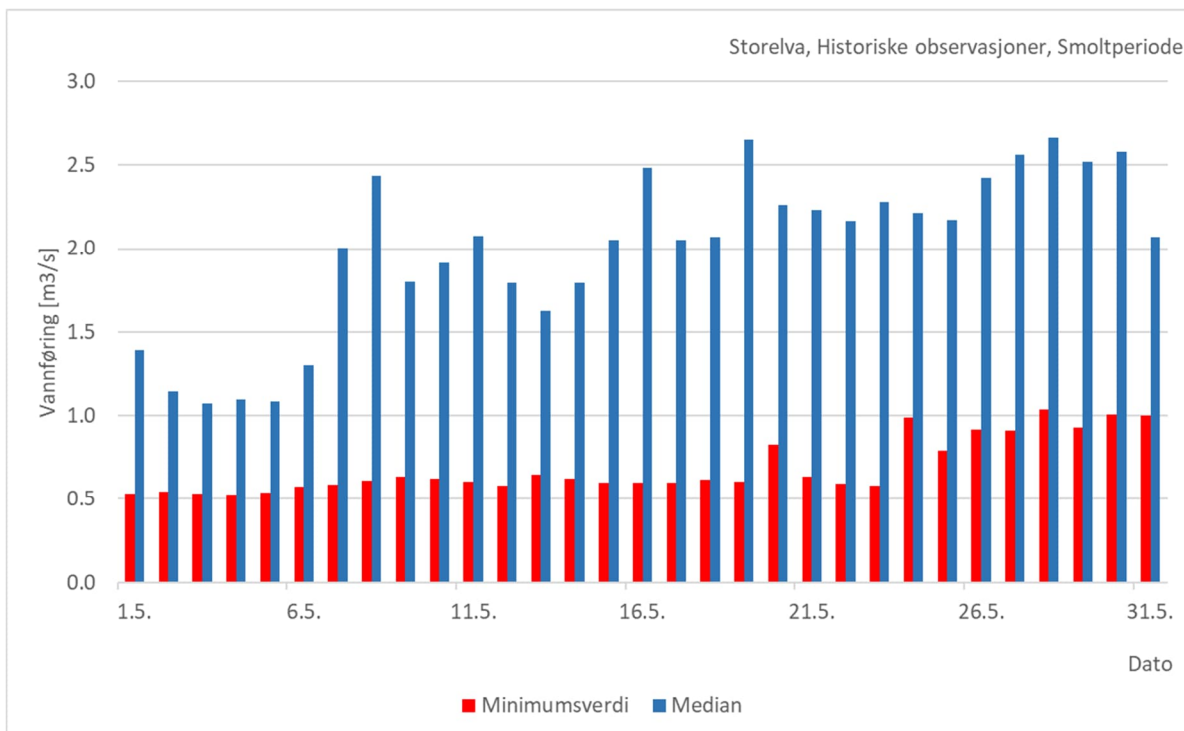
For samme periode er det i Figur 8-4 vist varighetskurve. Denne er laget basert på mai måned i årene 1988-2015.



Figur 8-4 Varighetskurve etter omsøkt kraftverk, Langeland, smoltutvandring

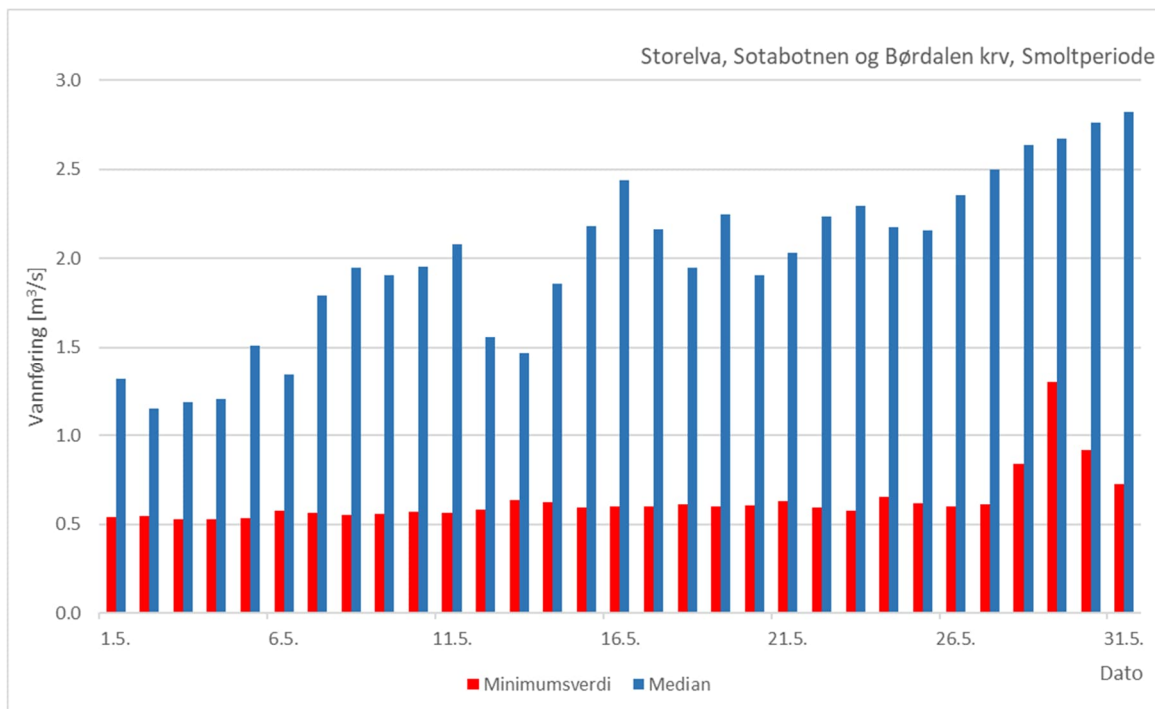
8.2 Punkt 13, Storelvas utløp i Frølandsvatnet

På samme måte som for lavvannføring og for gyteperioden så blir situasjonen ved Storelvas utløp i Frølandsvatnet som ved Langeland men med et lite resttilsig fra restfeltet.



Figur 8-5 Minimumsverdi og medianverdi for smoltperioden, Historiske observasjoner

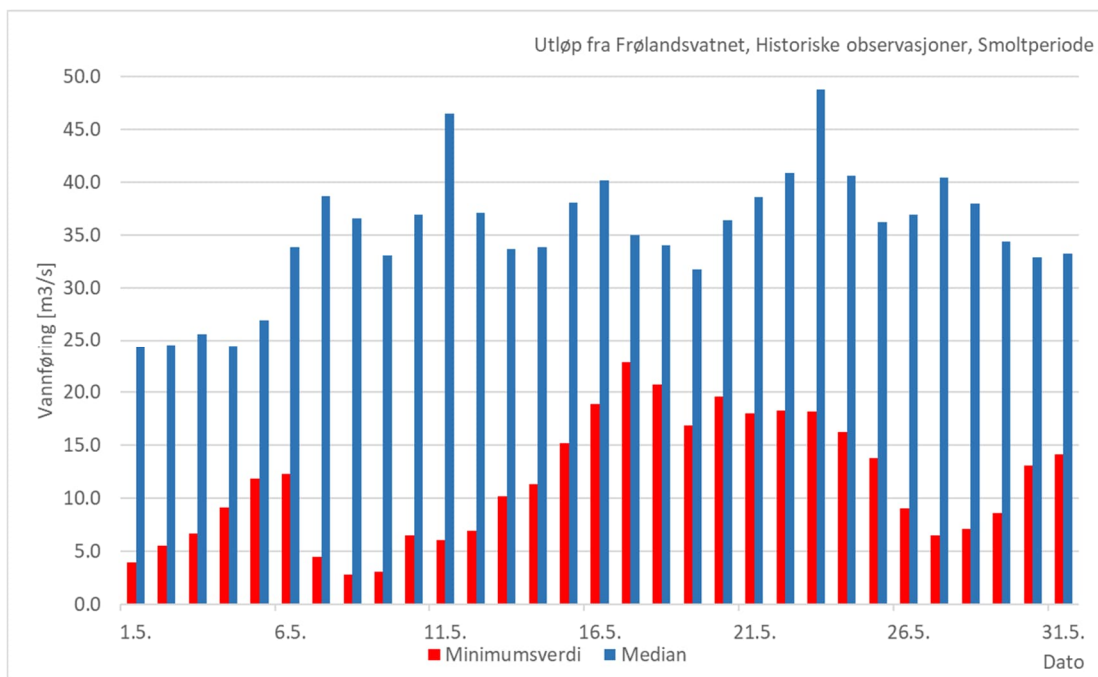
I alternativet etter omsøkt kraftverk vil vannføringen i perioden være som i figuren nedenfor.



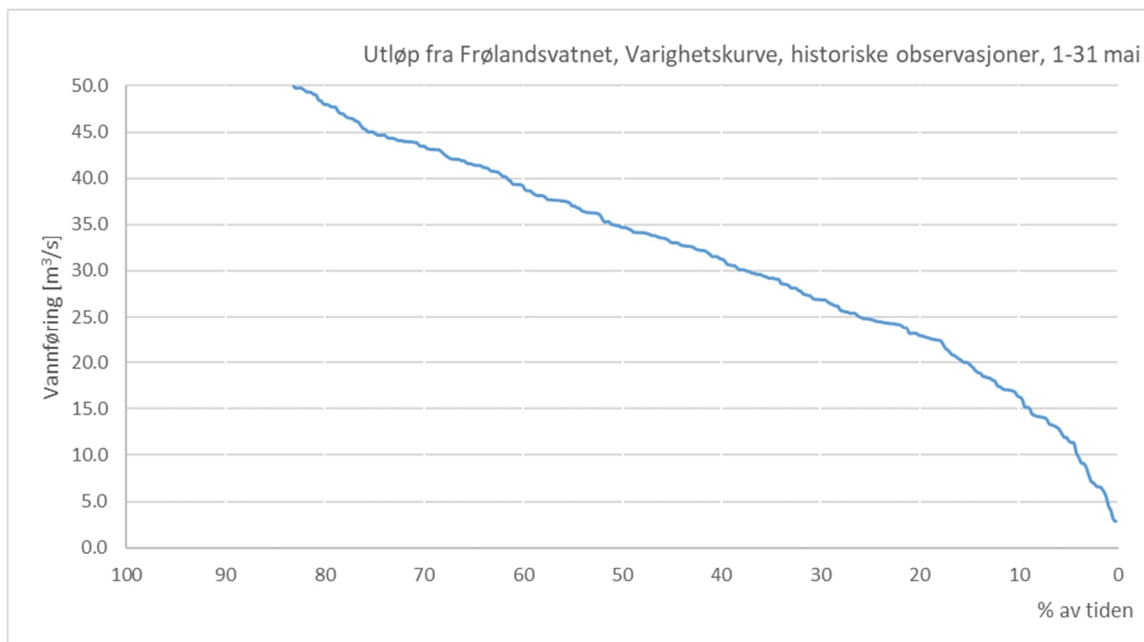
Figur 8-6 Minimumsverdi og medianverdi for smoltperioden etter omsøkt alternativ

8.3 Punkt 16, Utløp fra Frølandsvatnet

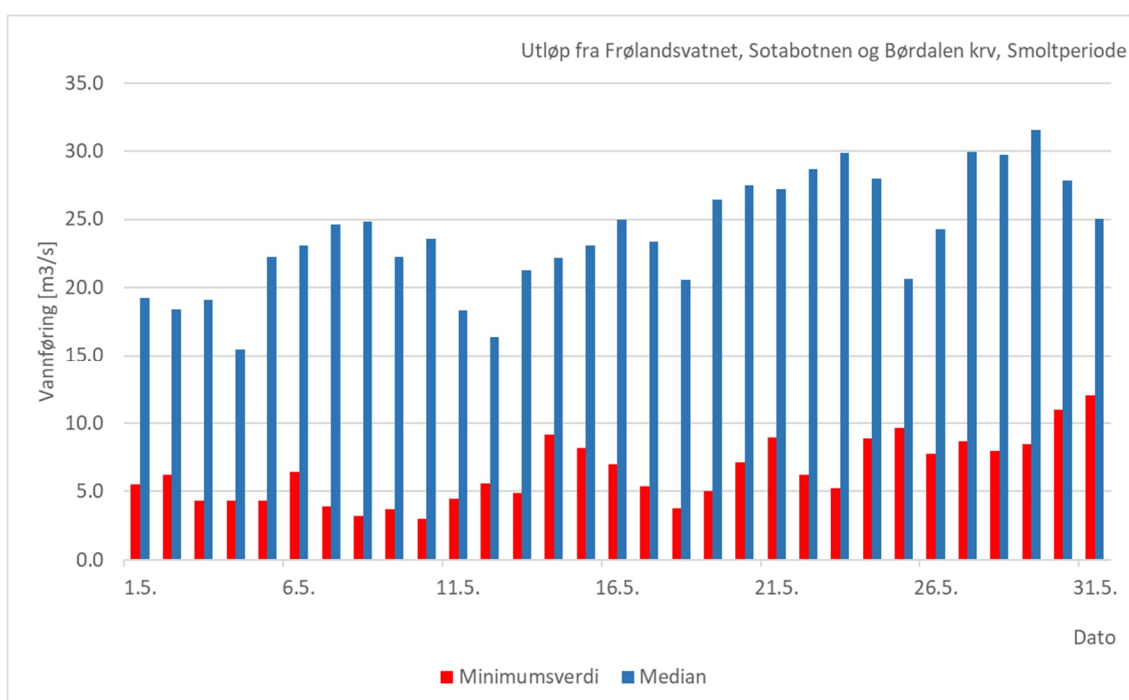
Ved utløp fra Frølandsvatnet vil det bli små forskjeller mellom historisk situasjon og omsøkt alternativ med Sotabotnen kraftverk.



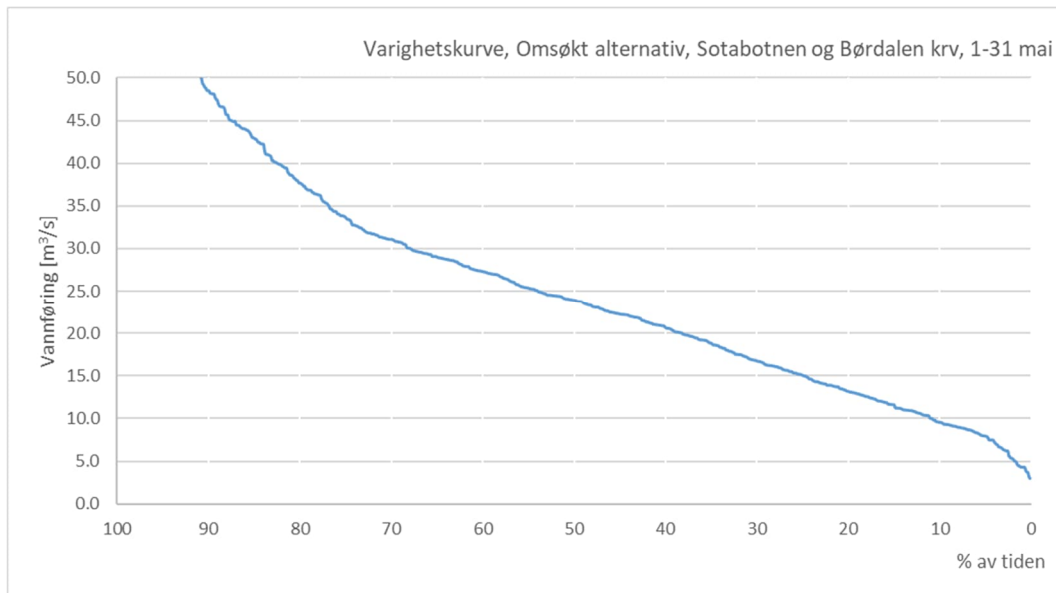
Figur 8-7 Minimumsverdi og medianverdi for døgnvannføring, for historiske observasjoner, 2013-2024



Figur 8-8 Varighetskurve før omsøkt kraftverk



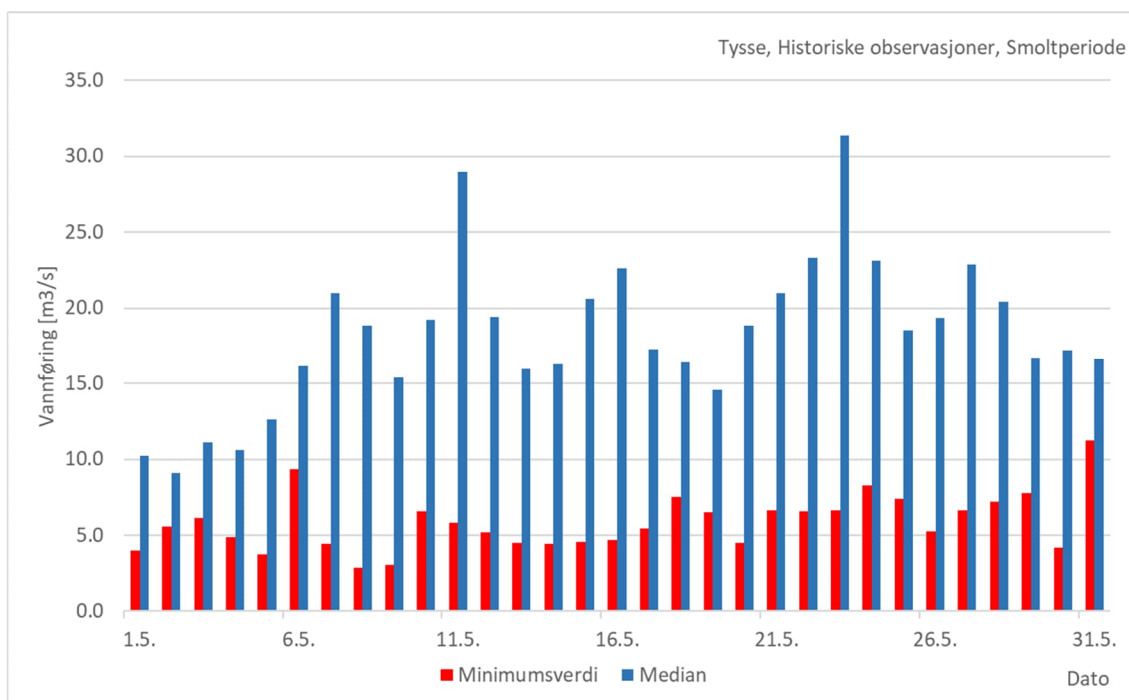
Figur 8-9 Minimumsverdi og medianverdi for døgnvannføring i perioden etter omsøkt kraftverk



Figur 8-10 Varighetskurve etter omsøkt kraftverk

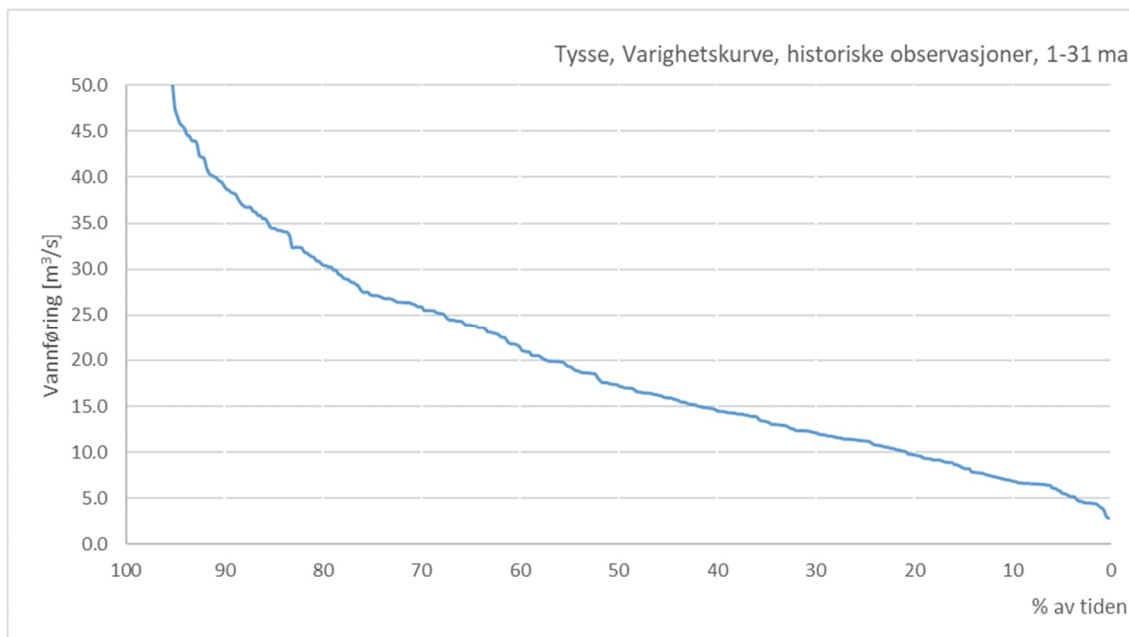
8.4 Punkt 17, Nedstrøms inntak Tyssefossen kraftverk

Nedstrøms Tysse inntak så er det krav om minstevannføring, men det er ikke krav om tapping av vann for å nå kravet.



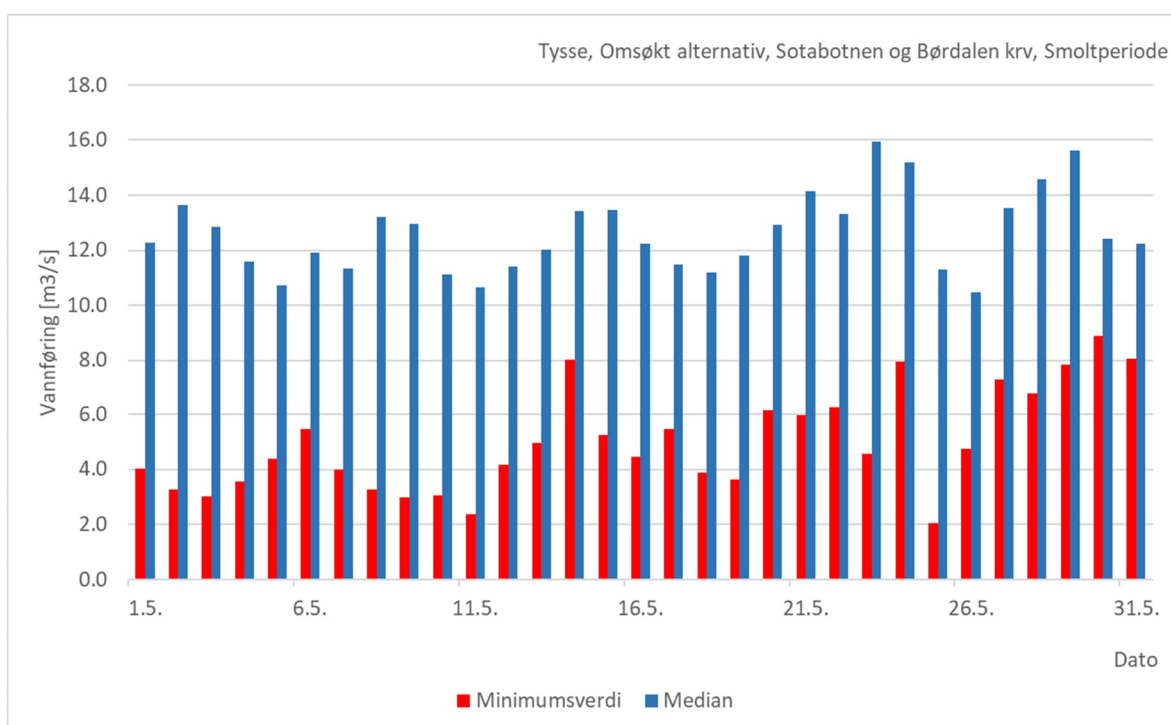
Figur 8-11 Minimumsverdi og median, historiske observasjoner i smoltperioden

Varighetskurven for perioden 1-31 mai uten omsøkt kraftverk

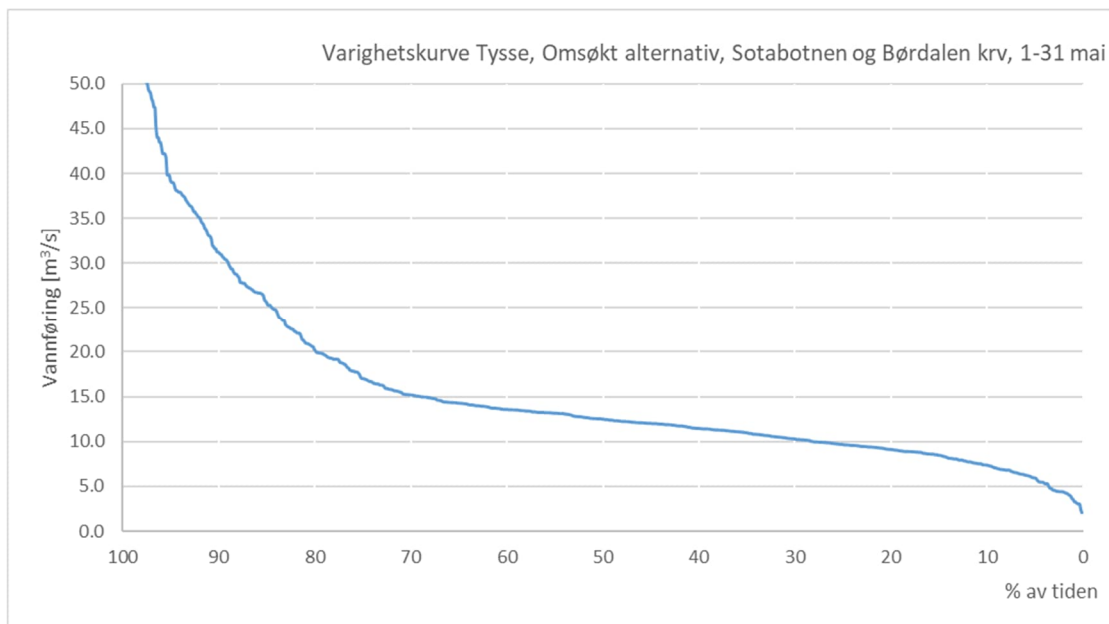


Figur 8-12 Varighetskurve for perioden 1-31 mai, historiske observasjoner, 2013-2024

Etter omsøkt alternativ med Sotabotnen kraftverk er simulert for perioden 1988-2015 og vist under.



Figur 8-13 Minimumsverdi og median etter omsøkt kraftverk



Figur 8-14 Varighetskurve etter omsøkt kraftverk

9 Flomstørrelser og flomfrekvensanalyse

Det foreligger ikke vannføringsmålinger som kan benyttes for ekstremverdier i vassdraget.

For skalering av tilsig til de ulike delfeltene i vassdraget er vannmerket 61.8 Kaldåen benyttet. Kaldåen har et nedbørfelt på 15.4 km² og en spesifikk avrenning på 96 l/s pr km². For Frøylandselva er det vannmerket 62.18 Svartavatn som er benyttet og det har et feltareal på 72.1 km² og en spesifikk avrenning på 111.2 l/s pr km².

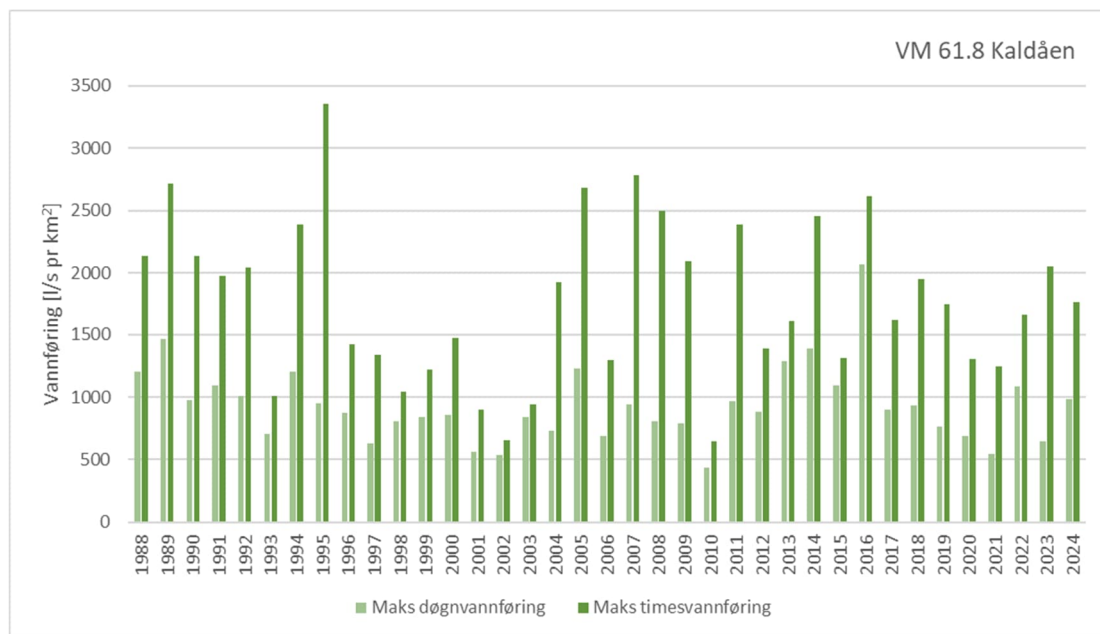
Det er utført flomanalyser via NVEs system Hydra II, Flomanalyse, for VM 61.8 Kaldåen og VM 62.18 Svartavatn, og det er utført både for døgn-dataserien og times-dataserien.

	VM 61.8 Kaldåen, døgn		VM 61.8 Kaldåen, time		Q _{kulm} /Q _{døgn}
	[m ³ /s]	[l/s pr km ²]	[m ³ /s]	[l/s pr km ²]	
Q _M	14	932	27	1781	1.9
Q ₉₅	18	1185	36	2334	2.0
Q ₁₀	20	1312	40	2632	2.0
Q _{95₀}	23	1523	48	3143	2.1
Q ₁₀₀	24	1595	51	3319	2.1
Q ₂₀₀	25	1659	53	3478	2.1
Q _{95₀₀}	27	1735	56	3669	2.1
Q ₁₀₀₀	27	1788	58	3801	2.1

Tabell 9-1 Flomfrekvensanalyse VM 61.8 Kaldåen

	VM 62.18 Svartavatn, døgn		VM 62.18 Svartavatn, time		$Q_{\text{kulm}}/Q_{\text{døgn}}$
	[m³/s]	[l/s pr km²]	[m³/s]	[l/s pr km²]	
Q_M	83	1147	140	1937	1.7
Q_{95}	103	1418	172	2369	1.7
Q_{10}	112	1546	186	2571	1.7
Q_{95_0}	127	1757	210	2903	1.7
Q_{100}	132	1828	218	3013	1.6
Q_{200}	137	1891	225	3112	1.6
$Q_{95_{00}}$	142	1965	234	3227	1.6
Q_{1000}	146	2016	239	3306	1.6

Tabell 9-2 Flomfrekvensanalyse VM 62.18 Svartavatn

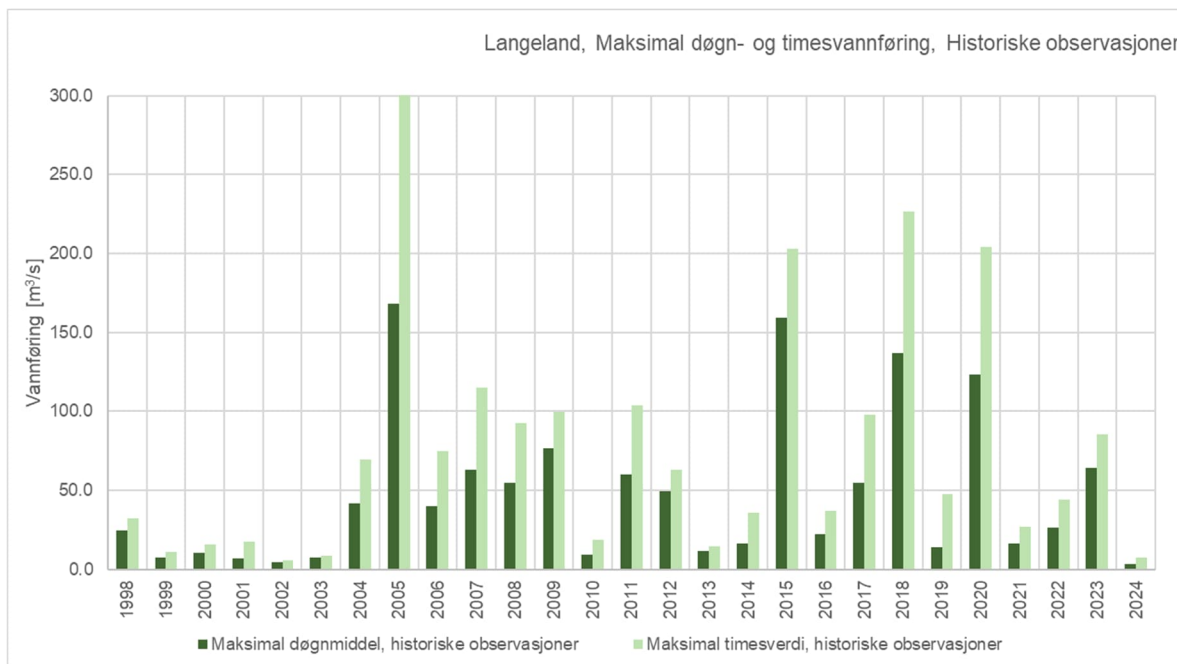


Figur 9-1 Maksimale observerte times- og døgnvannføringer for VM 61.8 Kaldåen

Figur 9-1 viser maksimale observerte døgnvannføringer for hvert år samt maksimal observert timesvannføring samme år. Dette er for vannmerket Kaldåen.

9.1 Punkt 12, Langeland

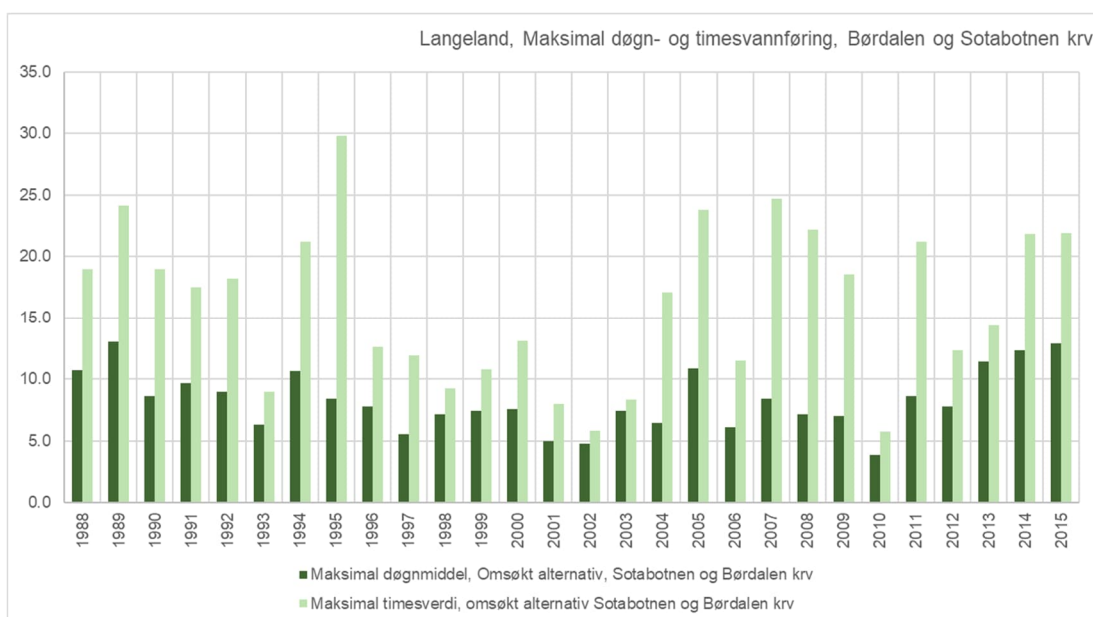
Flomepisoder ved Langeland vil skyldes flom og tilhørende overløp ved dam Fiskevatnet og flom i restfelt ned til Langeland. Basert på historiske observasjoner er det gjort analyser av maksimale timesvannføringer og av døgnvannføringer. Figur 9-2 viser henholdsvis maksimal døgnvannføring og timesvannføring pr året for alle år mellom 1998 og 2024 for Langeland.



Figur 9-2 Flomvannføring Langeland, observerte data

Det vil være en reduksjon i forventede flomstørrelser i vassdraget ned til Frølandsvatn etter omsøkt alternativ. Dette pga pumping mellom Kvittingsvatnet og Svartavatnet samt at vann ledes ut av vassdraget gjennom Børdalen kraftverk. I tillegg spiller det inn hvordan kraftverkene kjøres etter fremtidig prisbane. Gjennomsnittlig maksimal timesverdi for vannføring i årene 1998-2024 var $76 \text{ m}^3/\text{s}$ og gjennomsnittet av maksimal døgnvannføring for de samme årene var lik $47 \text{ m}^3/\text{s}$.

Forventet reduksjon ved Langeland er vist i Figur 9-3. Gjennomsnittet av maksimal timesverdi for årene for simulert med Sotabotnen og Børdalen krv var $16.2 \text{ m}^3/\text{s}$ og gjennomsnittet av maksimal døgnvannføring lik $8.3 \text{ m}^3/\text{s}$.



Figur 9-3 Flomvannføring Langeland etter omsøkt alternativ, Sotabotnen og Børdalen krv

9.2 Punkt 13, Utløp av Storelva i Frølandsvatnet

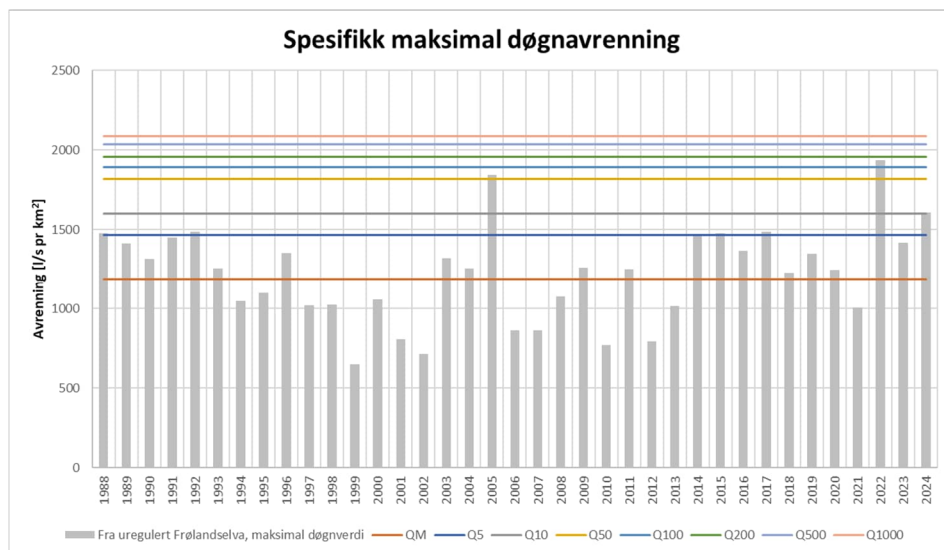
Ved utløpet av Storelva vil det også være en reduksjon i forventede flomstørrelser. Dette av samme grunn som ved Langeland. Storelva ved utløp i Frølandsvatnet vil få et tillegg fra restfeltet mellom Langeland og Frølandsvatnet.

9.3 Punkt 16, Utløp av Frølandsvatn

For Frølandsvatn vil ikke reduksjonen av flomstørrelsene være like store som i Storelva. Den uregulerte Frølandselva vil være hovedbidragsyter inn i vannet og flomsituasjonen i Frølandsvatn vil fortsatt være dominert av dette uregulerte tilsiget.

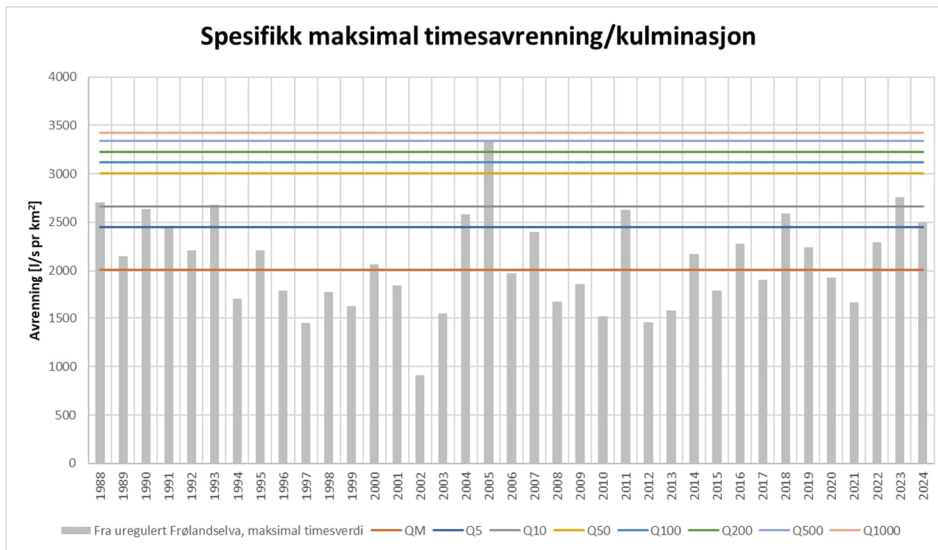
Det er analysert hvilken flomstørrelse som har vært opptredende i det uregulerte feltet til Frølandselva. Det er vannmerket 62.18 Svartavatn som er benyttet for nedbørfeltet til Frølandselva. Videre har vi skalert Flomfrekvensanalysen til VM Svartavatn til felt Frølandselva basert på spesifikk avrenning og areal.

Først ble det sett på maksimal spesifikk døgnmiddelvannføring pr år mellom 1988-2024. Disse er sammenstilt med de spesifikke døgnmiddelflommene for feltet.



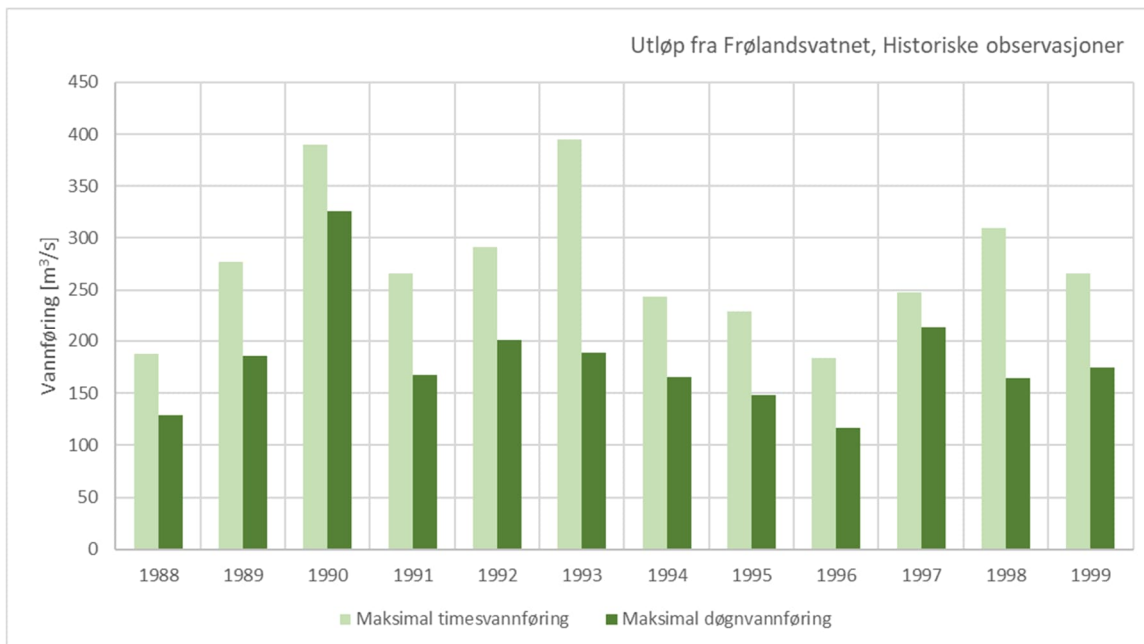
Figur 9-4 Spesifikk maksimal døgnvannføring sammen med spesifikke flomstørrelser for felt Frølandselva

For årene fra 1988 og frem til i dag så kan det tyde på at det har vært en flom som har vært i nærheten av en 100 år års flom. I tillegg er det en 50 års flom. Resten av årene fordeler det seg fra 5 års flom og til godt under middelflom.



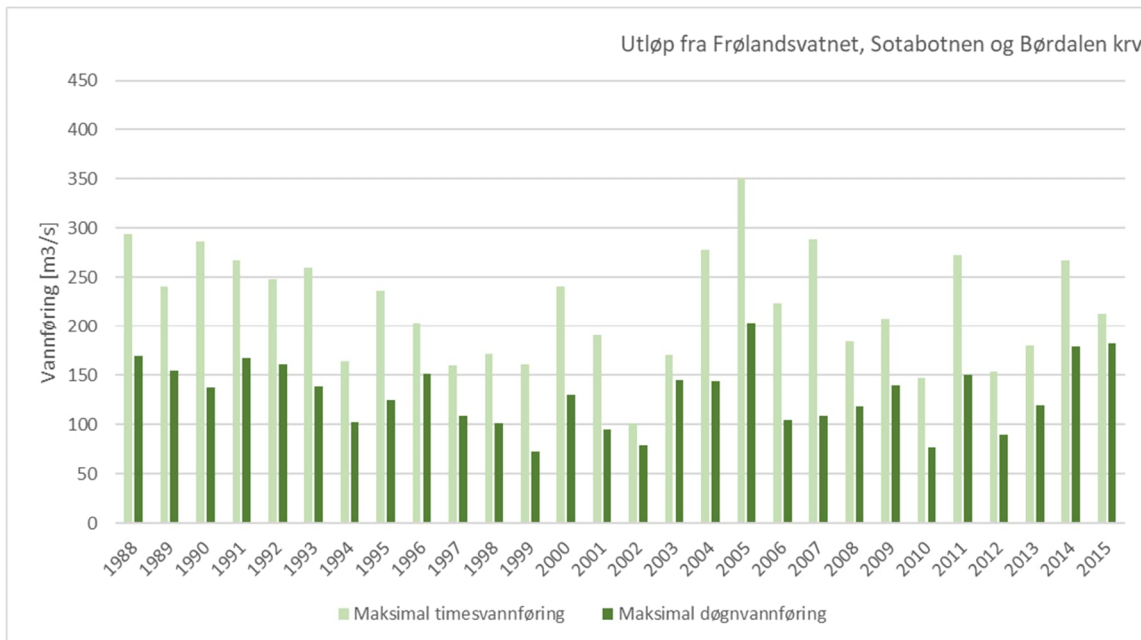
Figur 9-5 Spesifikk maksimal timesvannføring sammen med spesifikke flomstørrelser for felt Frølandselva

Historisk observerte data satt sammen for utløpet av Frølandsvatnet er analysert for å se på maksimal timesverdi pr år og maksimal døgnmiddelverdi pr år. Disse er vist i Figur 9-6. Gjennomsnittet av de maksimale årlige episodene gir en verdi på 274 m³/s for årlig maksimal timesverdi og 182 m³/s for årlig maksimal døgnverdi.



Figur 9-6 Maksimal flomstørrelse pr år, historiske observasjoner

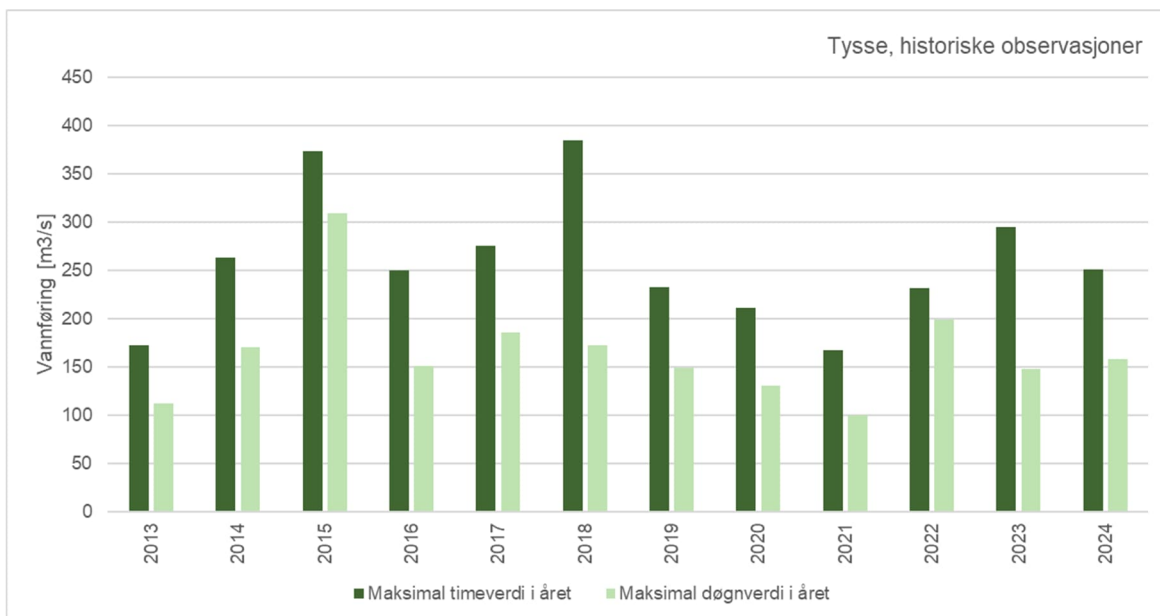
For tidsserien som viser situasjonen etter omsøkt alternativ med Sotabotnen er vist under og dette gir en gjennomsnittlig maksimal timesverdi på 220 m³/s og gjennomsnittlig maksimal døgnverdi på 131 m³/s.



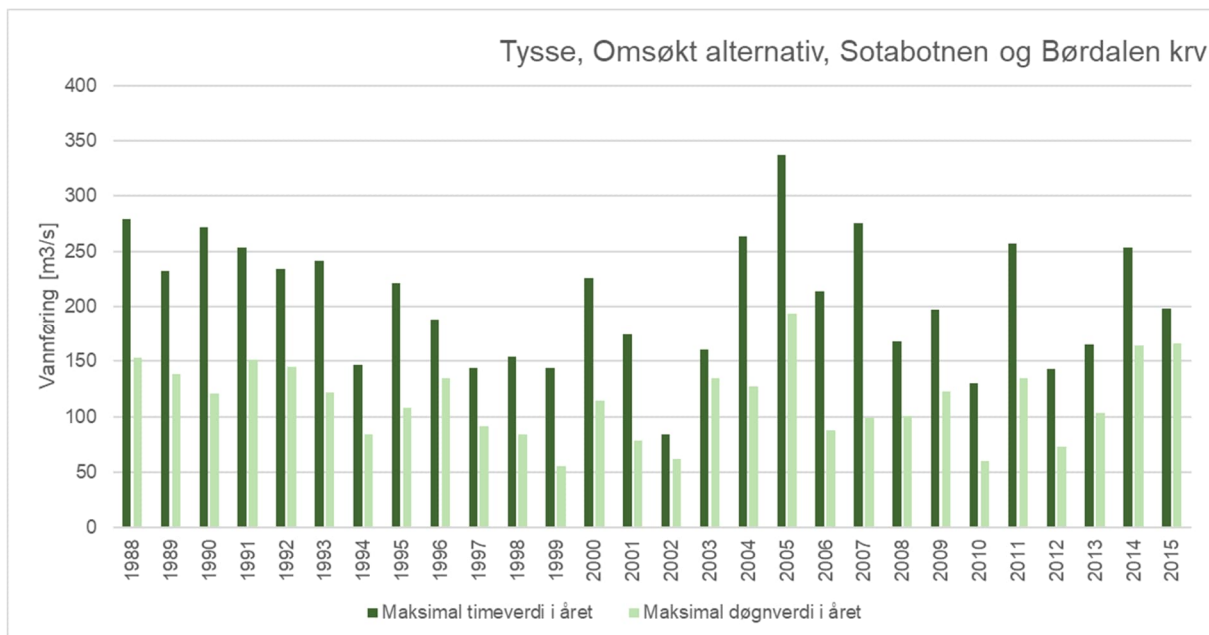
Figur 9-7 Maksimal flomstørrelse pr år etter omsøkt alternativ, Sotabotnen og Børdalen kriv

9.4 Punkt 17, Etter inntak Tyssefossen kraftverk

Ved inntak til Tyssefossen kraftverk vil flomforholdene være som ved punkt 16, utløpet av Frøland med et lite tillegg fra restfelt. Dersom kraftverket går vil driftsvannføringen gå i kraftverket og ikke i elva forbi inntaket.



Figur 9-8 Maksimal døgnvannføring og timesvannføring pr år, historiske observasjoner



Figur 9-9 Maksimal døgnvannføring og timesvannføring pr år, Sotabotnen og Børdalen krv

10 Usikkerhet

Det er knyttet usikkerhet til analysene. Dette gjelder datagrunnlag som vannmerker, nedbørfeltgrenser samt feltparametere, og også resultater fra produksjonssimuleringer.

Det er i rapporten presentert observerte historiske data der dette er tilgjengelig. De observerte dataene er gitt for kortere perioder og sammensatt av både observert magasin vannstand, observerte vannføringer, sammenheng mellom vannstand og vannføring samt historiske produksjonsdata fra kraftverkene i vassdraget.

Omsøkt alternativ gir situasjonen for tidsperioden 1988-2015, gitt fremtidig prisbane. Alternativet inkluderer eksisterende regulering samt nytt omsøkt kraftverk.

Eksisterende situasjon/regulering gir ikke den observerte historiske situasjonen, men den situasjonen man ville forvente å få dersom man hadde regulert og kjørt eksisterende kraftverkene etter en fremtidig prisbane. Tidsperioden for dette er 1988-2015.

Tidsperiodene for observerte data og for omsøkt alternativ vil derfor være forskjellig for analysepunktene. For noen analysepunkt kan det være mange år for sammenlikning, for andre analysepunkt kan det være svært få. Dette gjør at data ikke nødvendigvis er direkte sammenliknbare for situasjon før og etter omsøkt alternativ. Det må tas hensyn til ved sammenlikning av de hydrologiske konsekvensene. Der enkeltår er sammenliknet vil tallene være sammenliknbare, men de vil gjelde for akkurat dette året og ikke for hvordan det nødvendigvis vil være fremover.

I produksjonssimuleringene (ProdRisk, Eviny) er det ikke tatt hensyn til minstevannføringskrav. Disse kravene er tatt inn i videre behandling av resultater fra ProdRisk og omtalt i kapitlene for analysepunkt