

Vannføringsvariasjoner Bjoreio: inntak Bjoreio og -Isdøla, samt uregulerte forhold nedstrøms Eidfjord reguleringen.

Bakgrunn

I dette notatet er det utført beregninger av vannføringsvariasjonen på ulike punkter i Bjoreio, Eidfjordvassdraget, som et kunnskapsgrunnlag for vurdering av minstevannføringslipp i Bjoreio. Beregningene tar utgangspunkt i følgende alternativer for slipp i Bjoreio:

Sommer (25. juni – 15. august):

2,0 m³/s, eller tilsiget, slippes forbi Storlia- og Bjoreio inntak og 1,0 m³/s, eller tilsiget, slippes forbi Isdøla inntak.

Vinter (15. november – 14. april):

Her er det skissert to alternativer, men begge har samme slipp fra inntak Bjoreio:

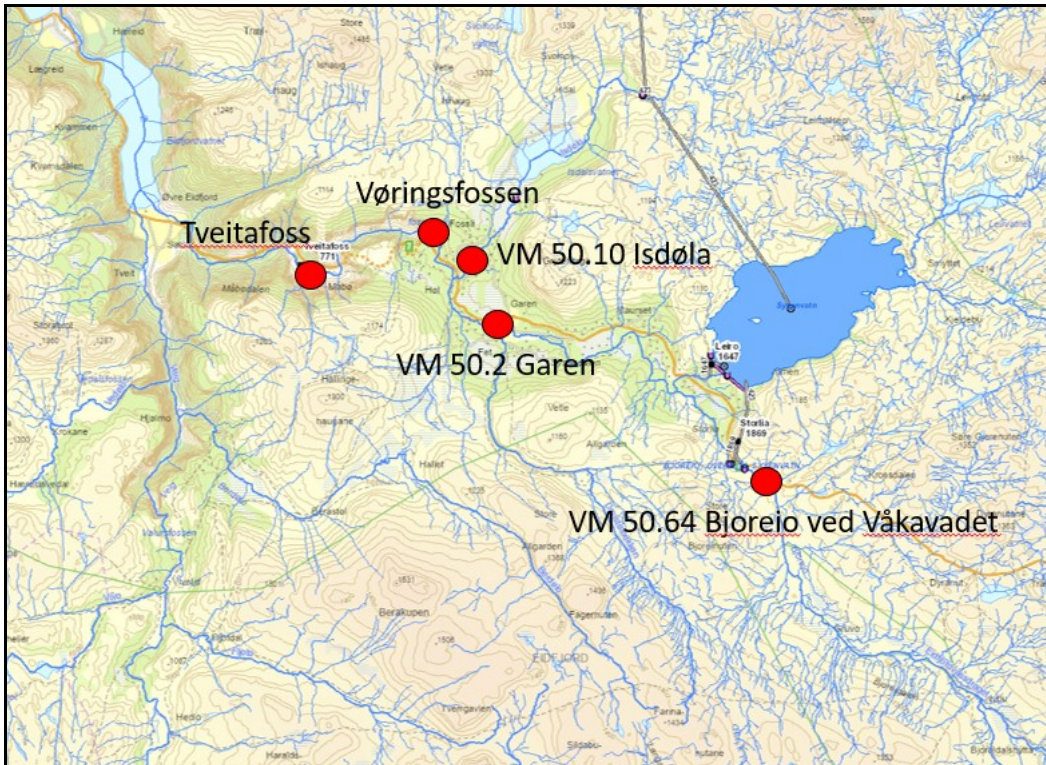
0,2 m³/s slippes i Bjoreio forbi Storlia- og Bjoreio inntak.

For begge sesongene er det estimert variasjonen i tilgjengelig vannføring, for å oppfylle de skisserte kravene.

I tillegg er det estimert vannføringsvariasjoner, på to punktet i Bjoreio nedstrøms Eidfjord reguleringen, for å gi et bilde på vannføringen her under naturlige forhold. De to punktene er Bjoreio ved henholdsvis Vøringsfossen og Tveitafoss.

Tilgjengelig vannføring inntak Bjoreio

For å estimere tilgjengelig vannføring for inntak Bjoreio, så ble data fra vannmerket 50.64 Bjoreio ved Våkavadet benyttet (se Figur 1). Dette vannmerket har tilgjengelige vannføringsobservasjoner, for perioden 1983 – 2021 (hele år). Årene etter 2017 har en del hull i dataene, så det ble valgt å utføre beregningene på observasjonsperioden 1983 – 2017. Vannmerket Bjoreio ved Våkavadet, ligger kun en kort distanse oppstrøms selve inntaket, men det ble utført en skalering av observasjonsserien basert på forholdet i middeltilsgitt av NVE sitt avrenningskart, for perioden 1961 – 1990. Skaleringsfaktoren ble estimert til å være 1,009, altså relativt liten, noe som indikerer at usikkerheten knyttet til representativitet av vannmerket, for beregningene, er minimal. Tabell 1 gir tilsigsverdier fra NVE sitt avrenningskartet for inntak Bjoreio og vannmerket Bjoreio ved Våkavadet, samt observert middelvannføring fra vannmerket og estimert middelvannføring for inntaket.



Figur 1. Kart over sentrale punkter i Bjoreio, samt lokaliteten til aktuelle vannmerker.

Tabell 1. Tilsigsv verdier inntak Bjoreio.

| Delfelt | Areal [km ²] | Tilsig | |
|--|-----------------------------|---------------------|------------------------|
| | | [m ³ /s] | [l/s*km ²] |
| Inntak Bjoreio NVE atlas 1961 - 1990 | 260,13 | 8,93 | 34,3 |
| Inntak Bjoreio Estimert 1983 - 2017 | 260,13 | 10,18 | 39,1 |
| VM 50.64 Bjoreio ved Våkavadet NVE atlas 1961 – 1990 | 262,02 | 9,00 | 34,4 |
| VM 50.64 Bjoreio ved Våkavadet Observasjoner 1983 - 2017 | 262,02 | 10,09 | 38,5 |

Det ble gjort separate beregninger for vintersesongen (15. november – 14. april) og sommersesongen (25. juni – 15. august).

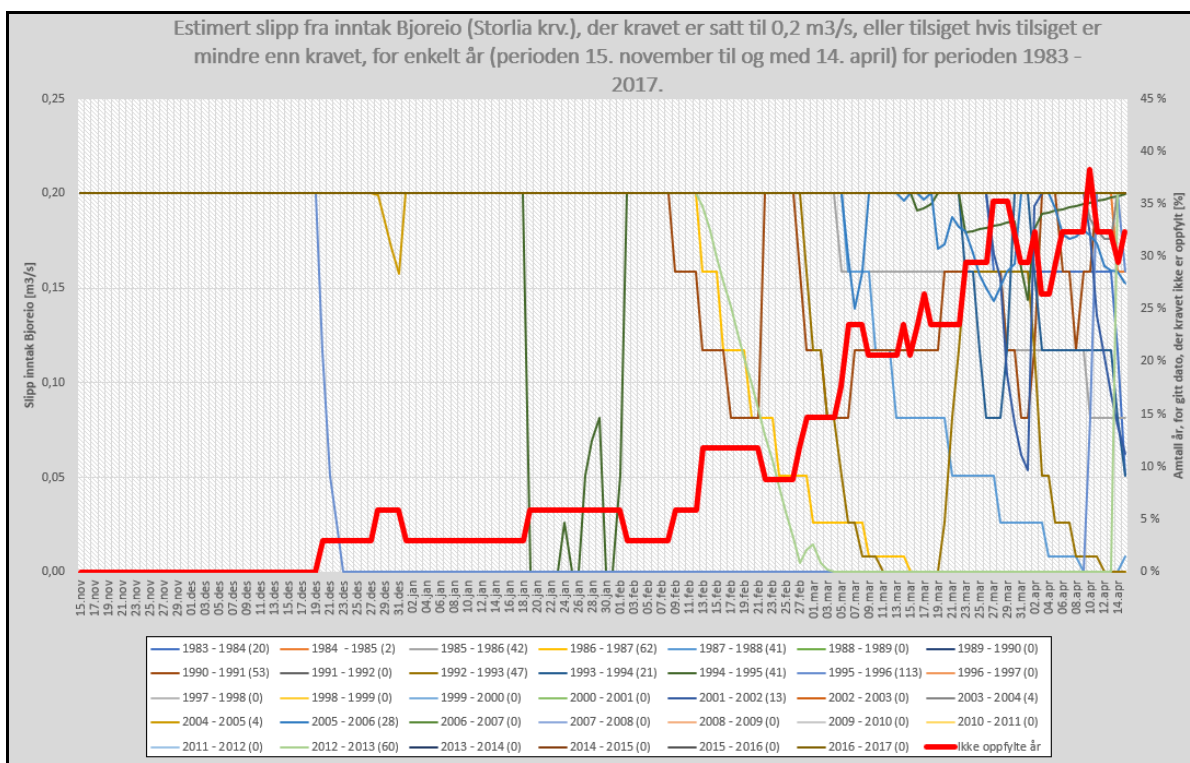
Vinter (15. november – 14. april)

Figur 2 viser om kravet om slipp av 0,2 m³/s, for hver enkelt vinterperiode (15. november – 14. april) basert på den estimerte serien for inntaket i Bjoreio, er oppfylt. Grunnlaget er estimerte døgnmiddelvanneføringer. Der tilsiget er over 0,2 m³/s er verdien satt lik denne verdien, mens der tilsiget er mindre enn 0,2 m³/s er verdien satt lik tilsiget. I den samme figuren er det også, for hvert enkelt år, angitt hvor mange dager i den aktuelle perioden den estimerte døgnmiddelvanneføringen er mindre enn 0,2 m³/s. Dette varierer fra 0 til 113

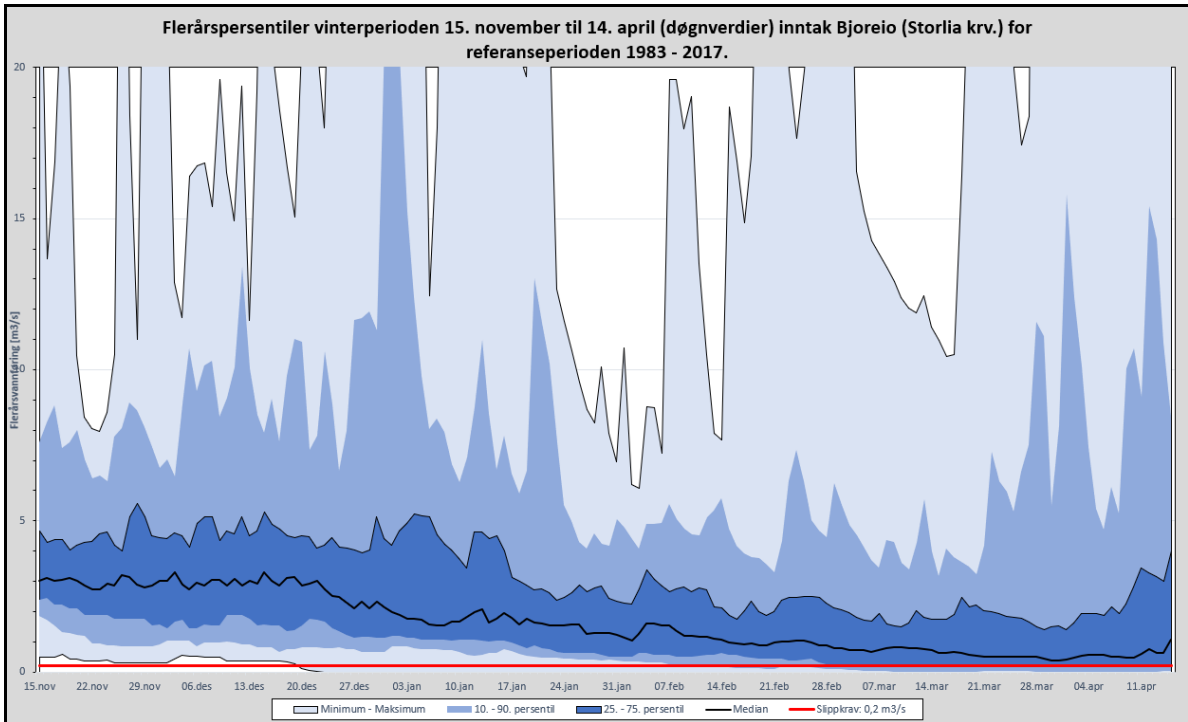
dager per sesong, med et snitt for hele perioden på 16 dager, som tilsvarer 11 % av dagene i perioden 15. november – 14. april.

Figur 3 viser estimerte flerårspercentiler for tilsiget til inntaket i Bjoreio for vintersesongen (15. november – 14. april), for perioden 1983 – 2017. Både Figur 2 og Figur 3 viser det samme bildet, at for alle årene i grunnlaget så er kravet om 0,2 m³/s oppfylt frem til siste del av desember. Etter dette blir kravet stadig vanskeligere å oppfylle utover i sesongen. I 19 av 34 (56 %) estimerte vintersesonger, så er kravet om slipp på 0,2 m³/s oppfylt gjennom hele vintersesongen.

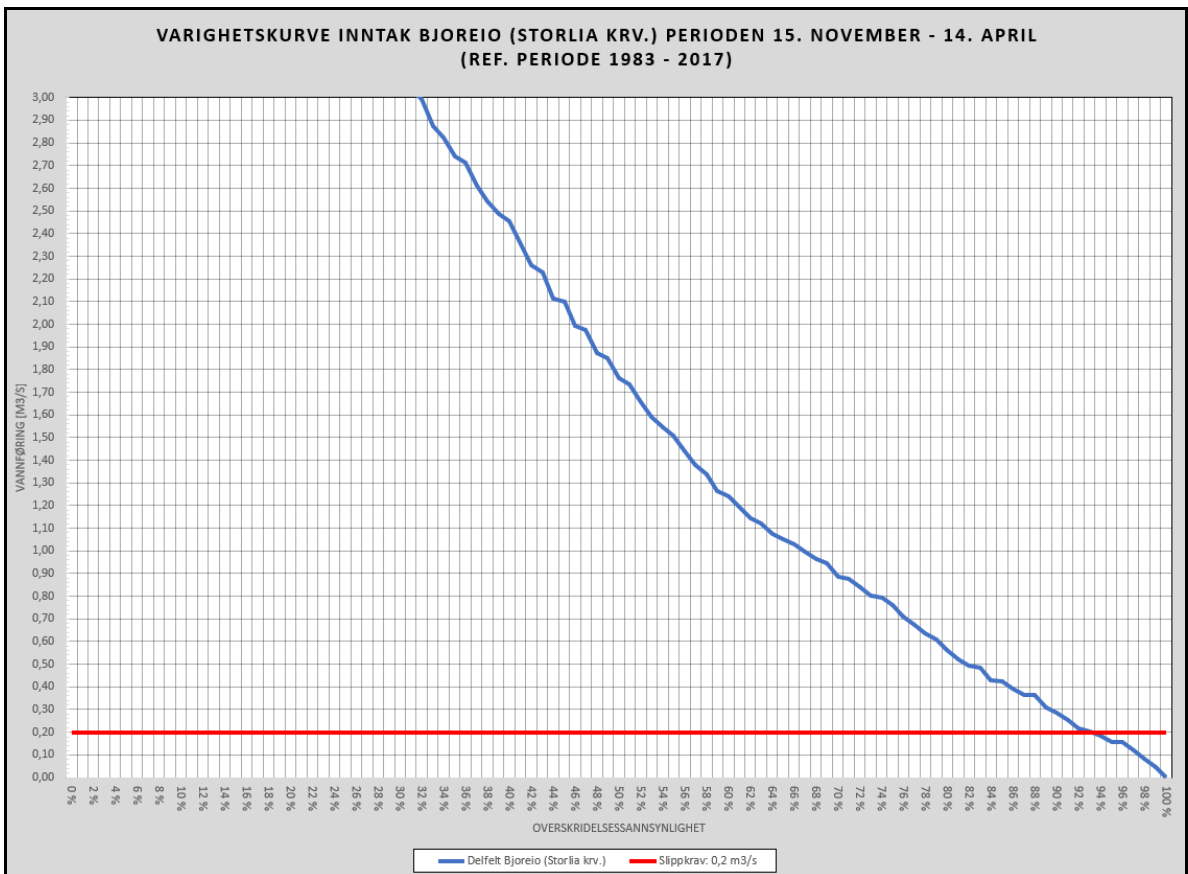
Figur 4 viser nedre del av estimert varighetskurve, for tilsiget til inntak Bjoreio i vintersesongen 15. november – 14. april.



Figur 2. Estimert vinterslipp (15. november – 14. april) inntak Bjoreio, der kravet er at 0,2 m³/s skal slippes forbi eller tilsiget hvis tilsiget er mindre enn 0,2 m³/s.



Figur 3. Estimerte flerårspersentiler for tilsiget til inntak Bjoreio, vintersesongen 15. november – 14.april (referanseperiode 1983 - 2017).



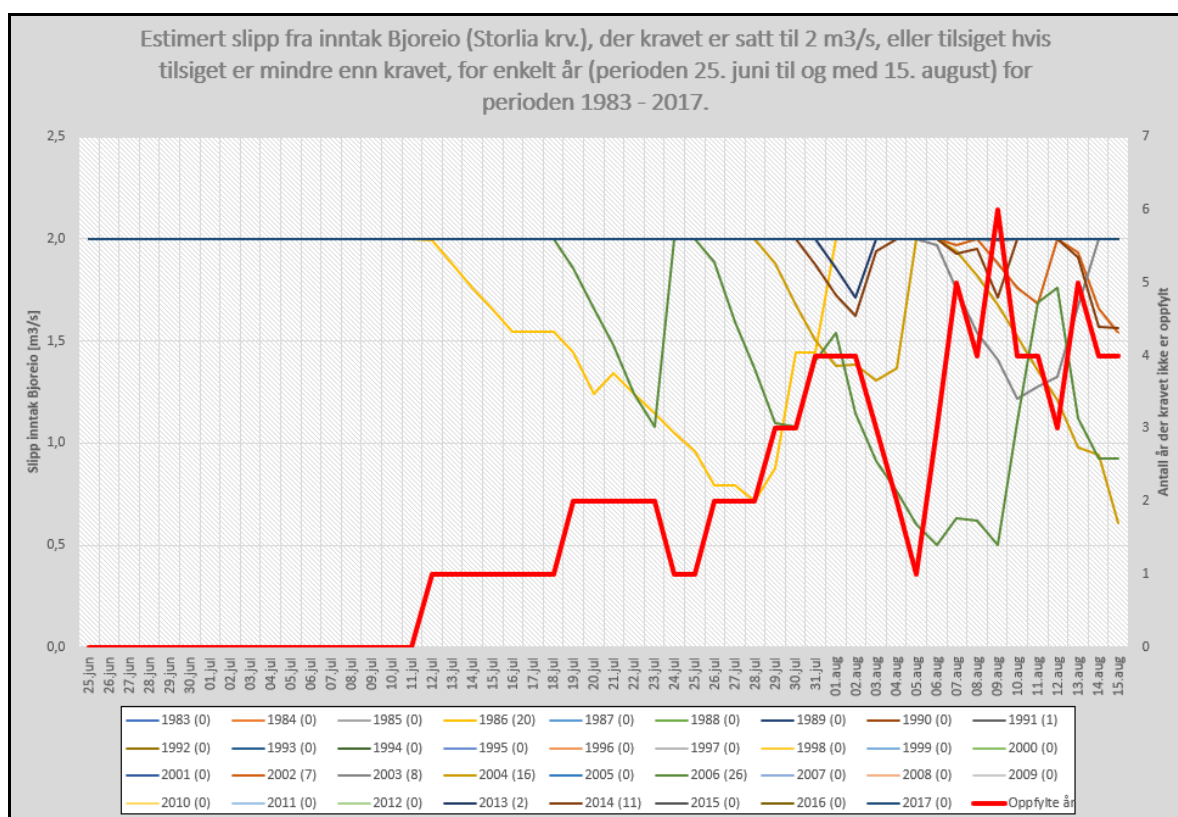
Figur 4. Estimert varighetskurve døgnmidler (nedre del) for inntak Bjoreio (ref. periode 1983 - 2017), for vinterperioden 15. november til og med 14. april.

Sommer (25. juni – 15. august)

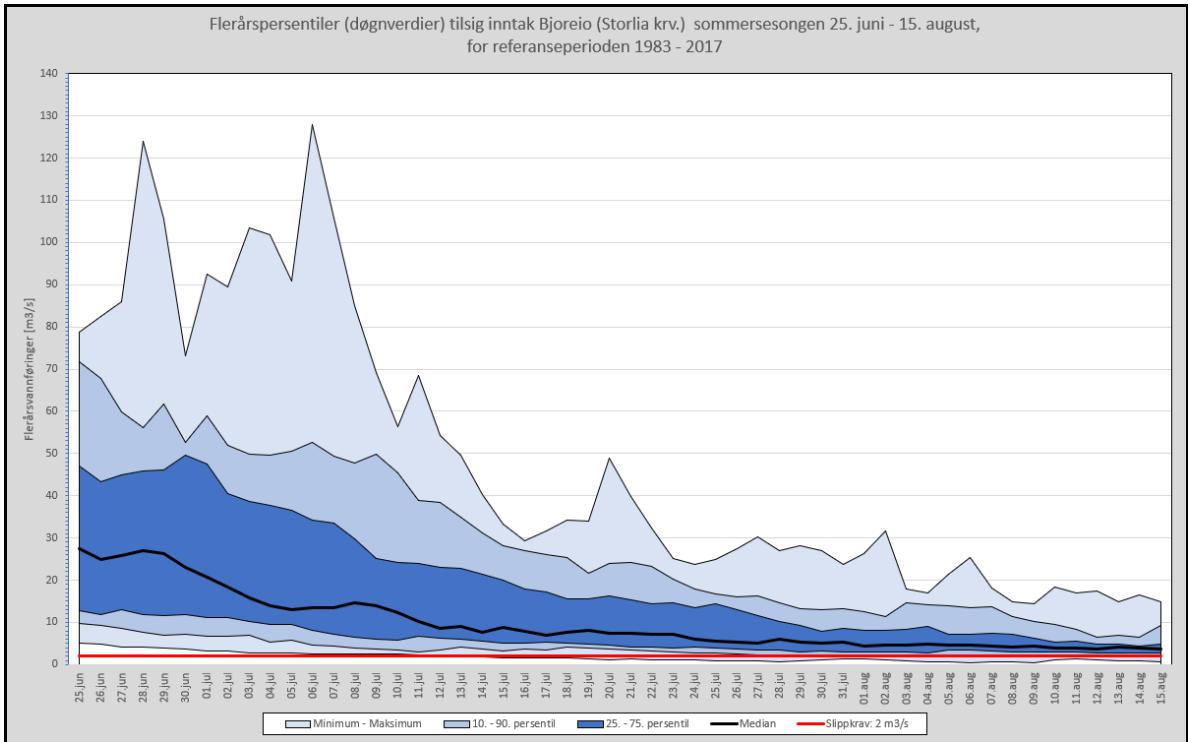
Figur 5 viser om kravet om slipp av 2 m³/s, for hver enkelt sommerperiode (25. juni – 15. august) basert på den estimerte serien for inntaket i Bjoreio er oppfylt. Grunnlaget er estimerte døgnmiddelvannføringer. Der tilsiget er over 2 m³/s er verdien satt lik denne verdien, mens der tilsiget er mindre enn 2 m³/s er verdien satt lik tilsiget. I den samme figuren er det også, for hvert enkelt år, gitt hvor mange dager i den aktuelle perioden den estimerte døgnmiddelvannføringen er mindre enn 2 m³/s. Dette varierer fra 0 til 26 dager med et snitt for hele perioden på 3 dager, som tilsvarer 6 % av dagene i perioden 1. juni – 15. august.

Figur 6 viser estimerte flerårspersentiler, for tilsiget til inntaket i Bjoreio, for vintersesongen (1. juni – 15. august), for perioden 1983 – 2017. Både Figur 5 og Figur 6 viser det samme bildet, at for alle årene i grunnlaget så er kravet om 2 m³/s oppfylt frem til midten av juli. Etter dette blir kravet stadig vanskeligere å oppfylle utover i perioden. I 27 av 34 (79 %) estimerte sommersesonger, så er kravet om slipp på 2 m³/s oppfylt gjennom hele sommersesongen.

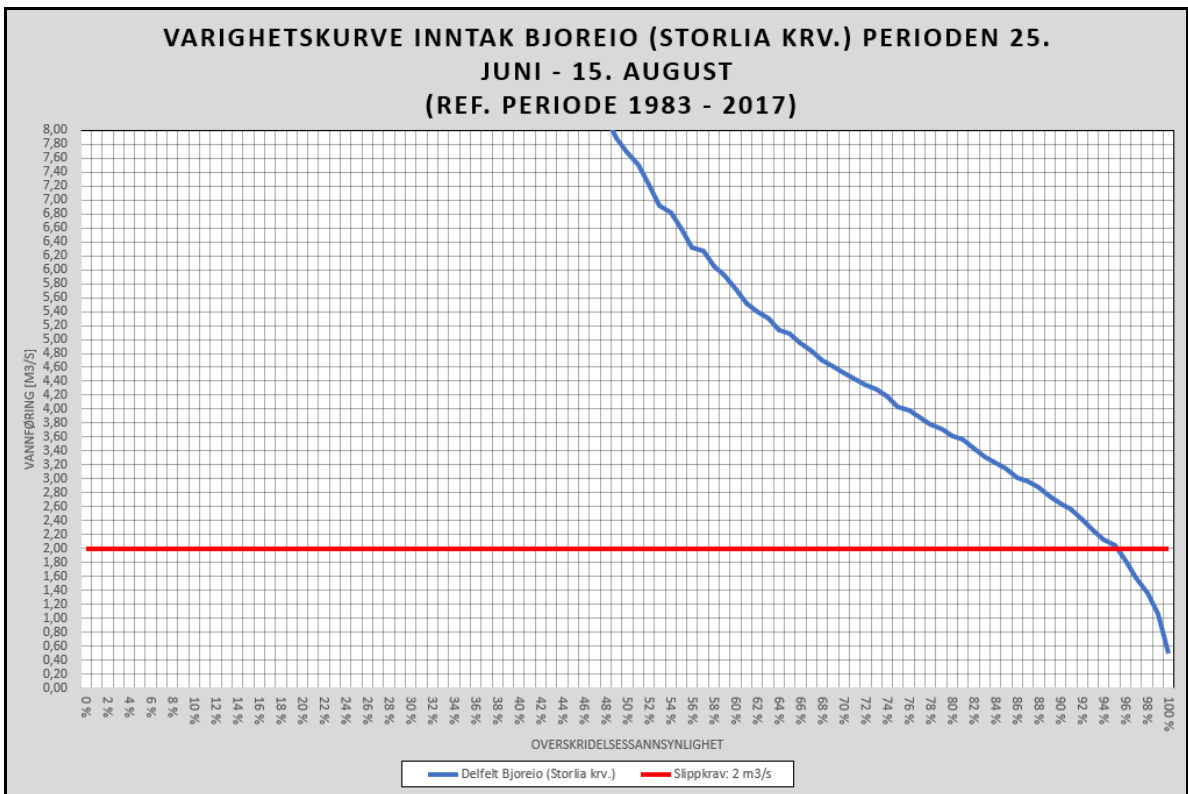
Figur 7 viser nedre del av estimert varighetskurve for tilsiget til inntak Bjoreio i vintersesongen 1. juni – 15. august.



Figur 5. Estimert sommerslipp (25. juni – 15. august) inntak Bjoreio, der kravet er at 2 m³/s skal slippes forbi eller tilsiget hvis tilsiget er mindre enn 2 m³/s.



Figur 6. Estimerte flerårspercentiler for tilsiget til inntak Bjoreio, sommersesongen 25. juni – 15. august (referanseperiode 1983 - 2017).



Figur 7. Estimert varighetskurve (nedre del) for inntak Bjoreio (ref. periode 1983 - 2017) for sommerperioden 25. juni – 15. august.

Tilgjengelig vannføring inntak Isdøla

Grunnlaget for beregningene var historiske observasjoner fra vannmerket 50.10 Isdøla (se Figur 1). Dette vannmerket lå i Isdøla, rett oppstrøms samløpet med Bjoreio. Vannmerket har historiske observasjoner for perioden 28.04.1965 – 19.10.1981, men det er valgt å benytte observasjoner for perioden 1966 – 1979, da perioden etter 1979 er påvirket av Eidfjord-reguleringen. For å etablere en tilsigsserie for delfeltet til inntaket i Isdøla, så ble observasjonene fra vannmerket skalert ved å bruke forholdet gitt fra NVE sitt avrenningskart, for perioden 1961 – 1990. Tabell 2 gir de benyttede verdiene fra NVE sitt avrenningskart, observerte verdier for vannmerket 50.10 Isdøla og estimerte verdier for inntaket.

Tabell 2. Tilsigsverdier inntak Isdøla.

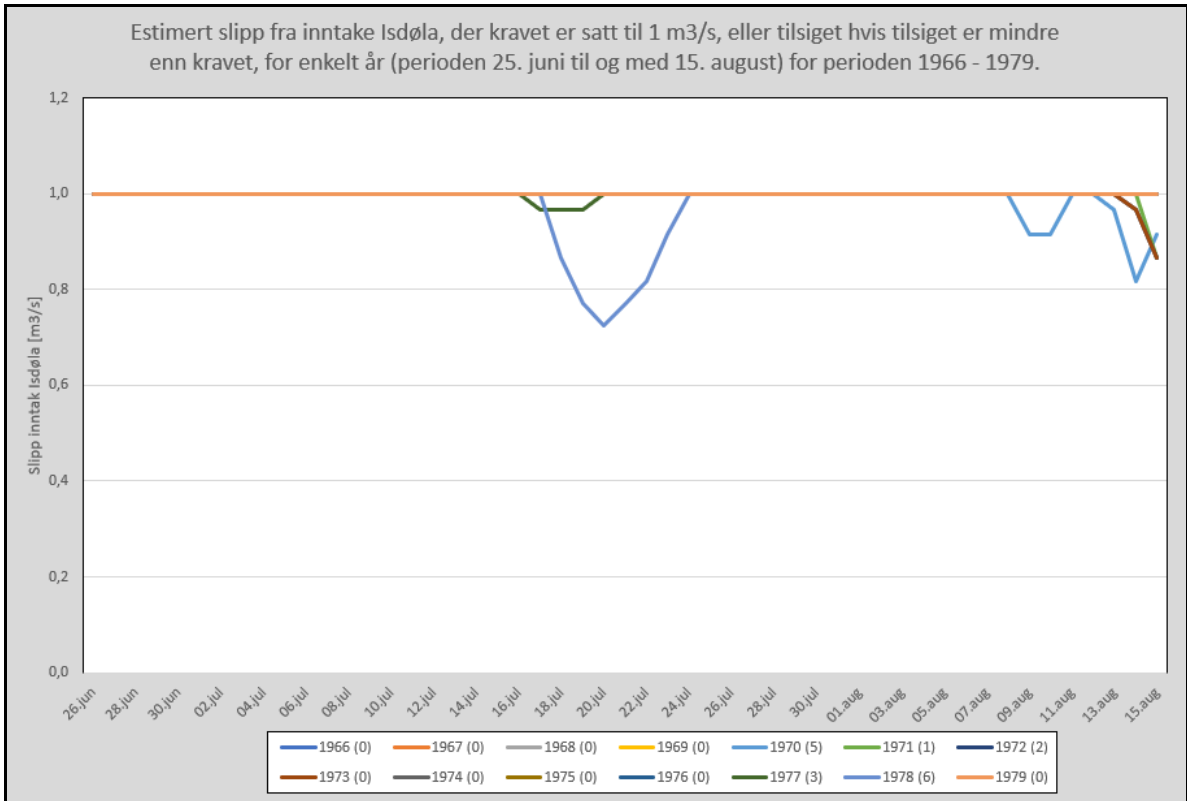
| Delfelt | Areal | Tilsig | |
|--|--------------------|---------------------|------------------------|
| | [km ²] | [m ³ /s] | [l/s*km ²] |
| Inntak Isdøla NVE atlas 1961 - 1990 | 28,56 | 1,38 | 48,2 |
| Inntak Isdøla Estimert 1966 – 1979 | 28,56 | 1,51 | 52,9 |
| VM 50.10 Isdøla NVE atlas 1961 – 1990 | 56,79 | 2,59 | 45,6 |
| VM 50.10 Isdøla Observasjoner 1966 - 1979 | 56,79 | 2,83 | 49,9 |

Sommer (25. juni – 15. august)

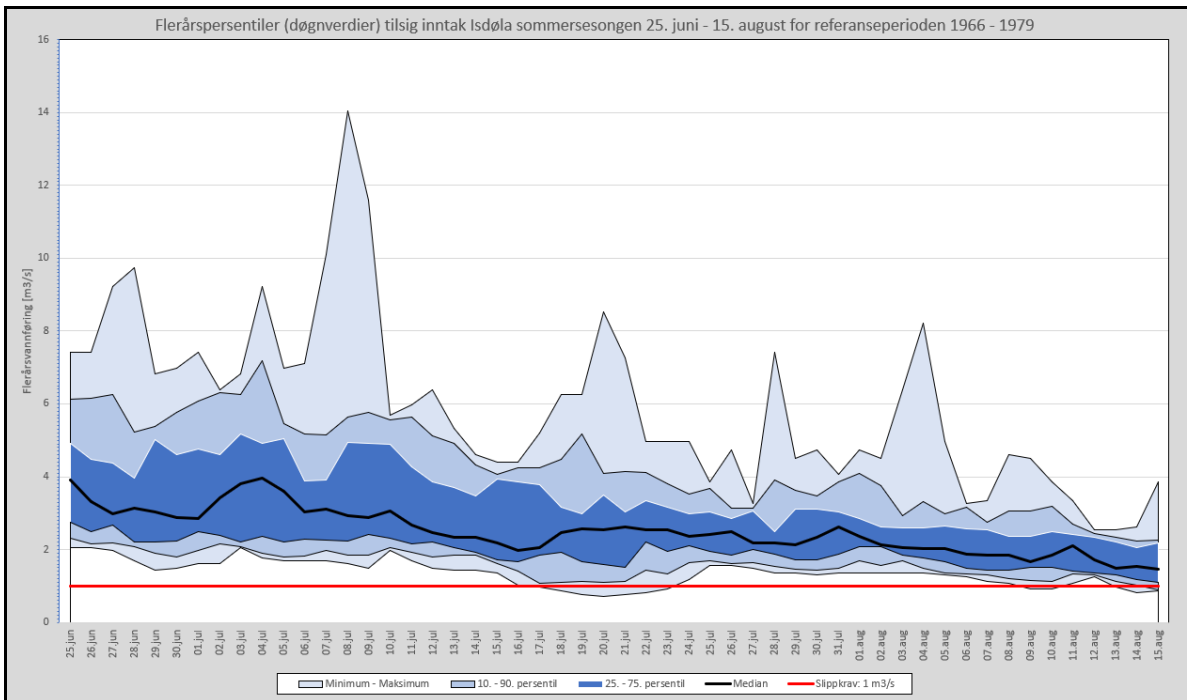
Figur 8 viser om kravet om slipp av 1 m³/s, for hver enkelt sommerperiode (25. juni – 15. august) i den estimerte serien for inntaket i Isdøla, er oppfylt. Grunnlaget er estimerte døgnmiddelvannføringer. Der tilsiget er over 1 m³/s er verdien satt lik denne verdien, mens der tilsiget er mindre enn 1 m³/s er verdien satt lik tilsiget. I den samme figuren er det også, for hvert enkelt år, gitt hvor mange døgn i den aktuelle perioden den estimerte døgnmiddelvannføringen er mindre enn 1 m³/s. Dette varierer fra 0 til 6 dager med et snitt for hele perioden på 1 dager, som tilsvarer 2 % av dagene i sommerperioden (25. juni – 15. august).

Figur 9 viser estimerte flerårspersentiler for tilsiget til inntaket i Isdøla, for sommerperioden (25. juni – 15. august), for perioden 1966 – 1979. Både Figur 8 og Figur 9 viser det samme bildet, at kravet om et slipp på 1 m³/s er oppfylt for de aller fleste årene. I 9 av 14 (64 %) estimerte sommersesonger, så er kravet om slipp på 1 m³/s oppfylt gjennom hele sommersesongen.

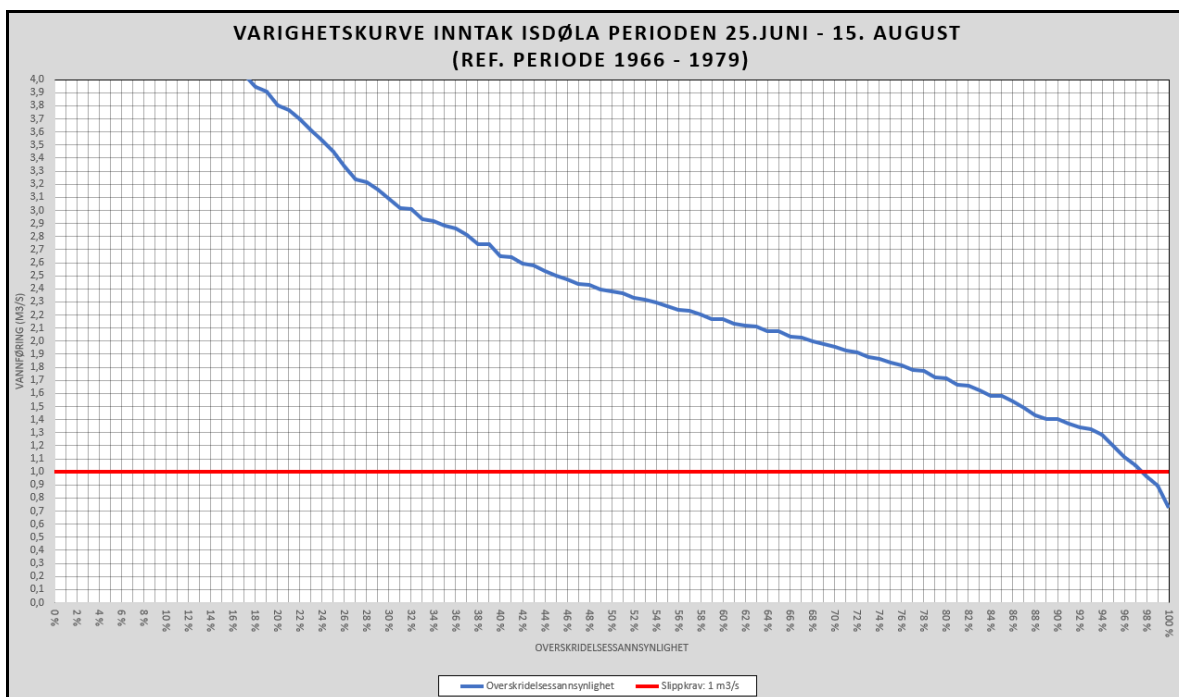
Figur 10 viser nedre del av estimert varighetskurve for tilsiget til inntak Isdøla i sommersesongen 25. juni – 15. august.



Figur 8. Estimert sommerslipp (25. juni – 15. august) inntak Isdøla, der kravet er at 1 m³/s skal slippes forbi eller tilsiget hvis tilsiget er mindre enn 1 m³/s.



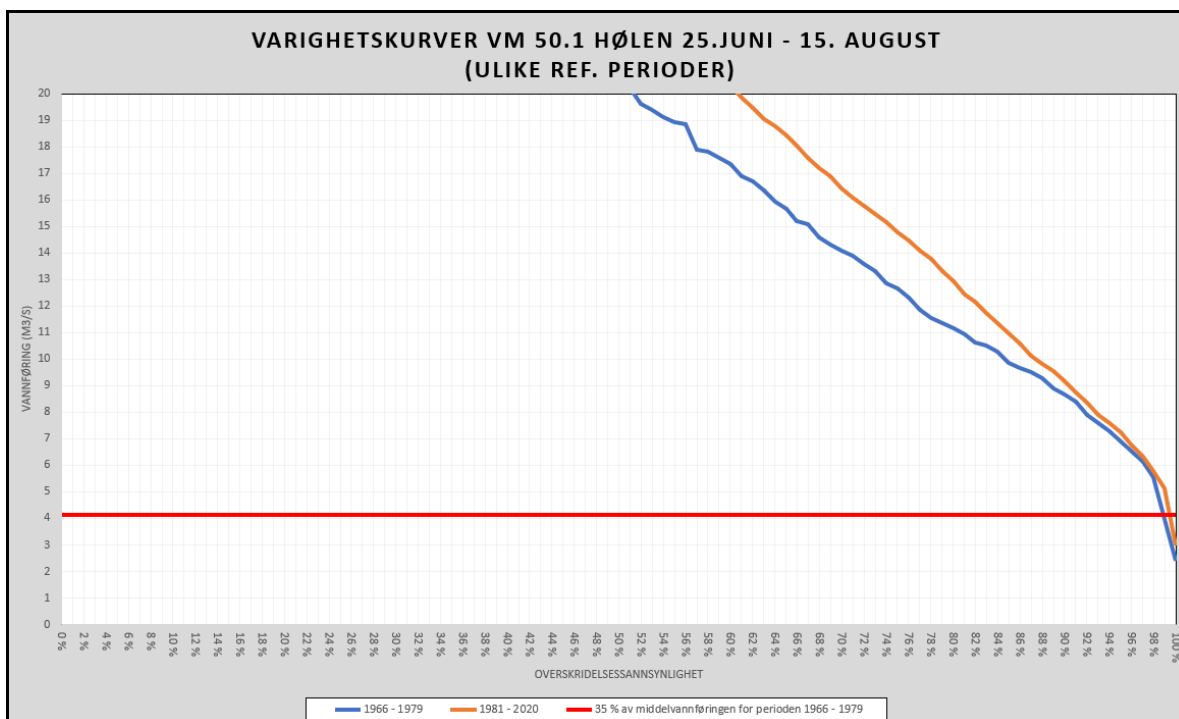
Figur 9. Estimerte flerårspersentiler for tilsiget til inntak Isdøla, sommersesongen 25. juni – 15. august (referanseperiode 1966 - 1979).



Figur 10. Estimert varighetskurve (nedre del) for inntak Isdøla (ref. periode 1966 - 1979) for sommerperioden 25. juni – 15. august.

Det ble undersøkt om den benyttede referanseperioden 1966 – 1979 er representativ for en lengre, nyere, referanseperiode. Dette ble gjort ved å etablere varighetskurvene for vannmerket 50.1 Hølen, for henholdsvis perioden 1966 – 1979 og perioden 1981 – 2020. Vannmerket 50.1 Hølen ligger i Kinso, og er vurdert å være representativt for å vurdere de langsiktige endringene i tilsiget for delfeltet til inntaket i Isdøla. Nedbørsfeltet til vannmerke Isdøla har en noe større andel isbre (7,4 %), enn det nedbørsfeltet til vannmerke Hølen har (0,3 %). Dette kan ha gitt en noe annerledes klimatisk utvikling i vannføring for de to vannmerkene, men trenden i vannmerke Hølen er allikevel vurdert som det beste alternativet for å vurdere trenden i tilsiget for inntak Isdøla mellom de to nevnte periodene.

Figur 11 viser varighetskurvene (nedre del), for de to periodene, for observasjoner fra vannmerket 50.1 Hølen. Et tilsig på 1 m³/s, for det estimerte tilsiget til inntak Isdøla, tilsvarer 35 % av estimert middeltilsiget for perioden 25. juni til og med 15. august (ref. periode 1966 – 1979). For observasjonene til vannmerket 50.1 Hølen, for den samme perioden og referanse perioden, så tilsvarer 35 % av middeltilsiget et tilsig på 4,13 m³/s. I perioden 1966 – 1979 så har et tilsig på 4,13 m³/s, for vannmerket 50.1 Hølen, en overskridelsessannsynlighet på ca. 98,5 %, mens det for referanseperioden 1981 – 2020 har økt til ca. 99 %, en økning på bare ca. 0,5 % poeng. Dette indikerer at de verdiene som er beregnet for inntak Isdøla over, ikke vil endre seg signifikant om et nyere datagrunnlag hadde vært tilgjengelig.



Figur 11. Varighetskurver (nedre del) for vannmerke 50.1 Hølen, perioden 25. juni til og med 15. august (to ulike referanseperioder).

Naturlig vannføring

For å illustrere hva vannføringen ville ha vært, gitt naturlige forhold, i Bjoreio nedstrøms Eidfjord reguleringen, så er det estimert naturlig vannføring på to punkter i Bjoreio: Bjoreio ved henholdsvis Vøringsfossen og ved Tveitafoss (se Figur 1). Beregningene har ulikt beregningsgrunnlag, basert på sesong.

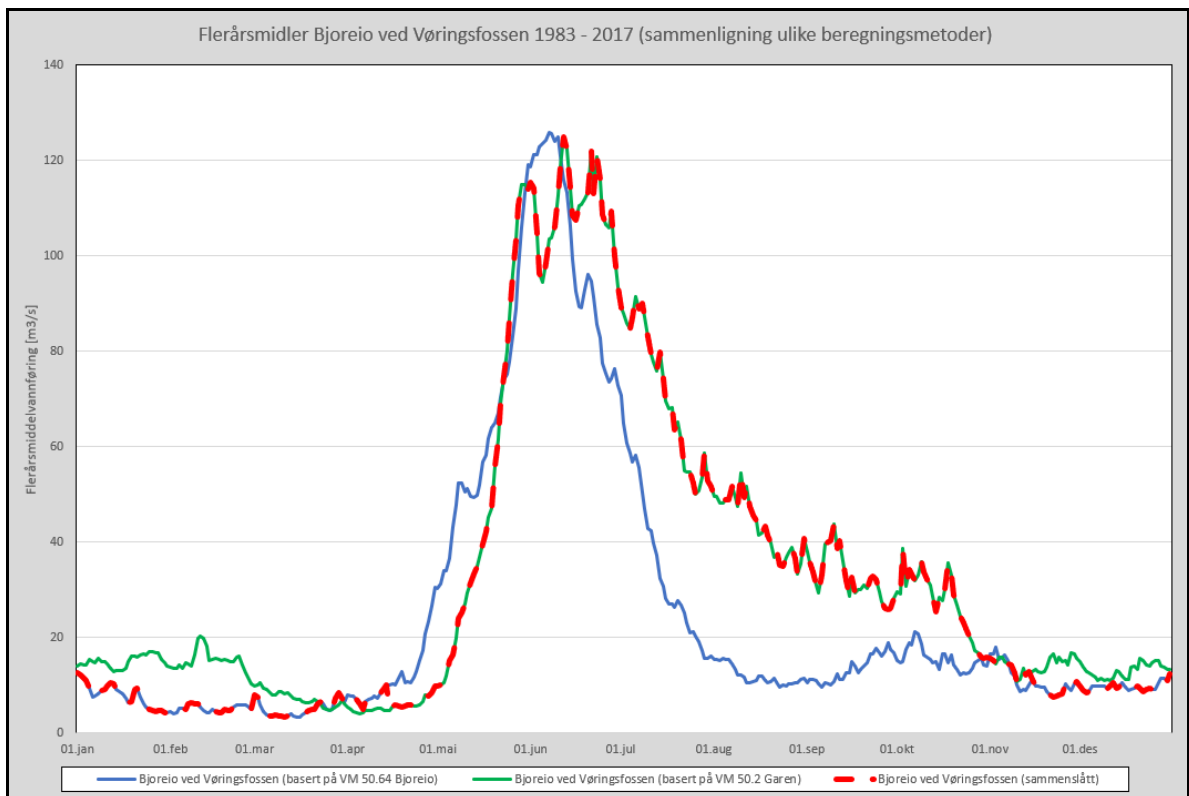
Vår, sommer og høst (15. april – 14. november):

Grunnlaget for beregningene er observasjoner fra det nedlagte vannmerket 50.2 Garen (se Figur 1). Dette vannmerket lå i Bjoreio ca. 3,7 km oppstrøms Vøringsfossen. Perioden med observasjoner, som er benyttet, er perioden 1923 – 1938. Dette er en periode med sammenhengende data, samt er upåvirket av oppstrøms reguleringer. Fra 1942 ble vannmerket Garen påvirket av at et oppstrøms delfelt, Tinnhølen, ble overført til Numedalslågen. Dette delfeltet ble senere (1980) overført Sysenvatn, som en del av Eidfjordreguleringen. Dataene fra vannmerket Garen ble skalert til de to aktuelle stedene i Bjoreio ved å bruke forholdet i middeltilslig fra NVE sitt avrenningskartet for referanseperioden 1961 – 1990. Videre ble de skalert til en nyere referanseperiode 1983 – 2017, ved å bruke forholdet i observert middeltilslig, mellom de to samme referanseperiodene, for vannmerket 50.1 Hølen. Lengdene for de tre sesongene er satt ut fra gjeldende manøvreringsreglement: vår: 15. april – 31. mai; sommer: 01. juni – 14. september; høst: 15. september – 14. november.

Vinter (15. november – 14. april):

Vinterobservasjonene for vannmerket 50.2 Garen, ser ikke ut til å ha blitt korrigert, med hensyn til isoppstuvning vinterstid, i Hydra 2 databasen (NVE sin database), og vil derfor gi feil vintertilslig. For estimering av vintervannføringer, på de utvalgte stedene i Bjoreio, ble det derfor isteden brukt data for vannmerket 50.64 Bjoreio ved Våkavadet. Observasjonsperioden som ble benyttet var 1983 – 2017, og ble skalert med forholdet i middeltilslig fra NVE sitt avrenningskart for referanseperioden 1961 – 1990, til de utvalgte beregningspunktene.

Figur 12 viser estimerte flerårsmidler for Bjoreio ved Vøringsfossen om man kun hadde benyttet vannmerket 50.2 Garen eller 50.64 Bjoreio ved Våkavadet for beregningene, og den sammenslåtte beregningen som her ble benyttet. Fra figuren ser man at estimert vintervannføring, ved bruk av vannmerket Garen ligger mye høyere, enn det man får ved å bruke vannmerke Bjoreio ved Våkavadet. Forskjellen er, som tidligere nevnt, antatt å skyldes manglende isreduksjon på vinterdata fra vannmerket Garen. Beregningene for resten av året blir også forskjellige om man bruker det ene eller det andre vannmerket. Vannmerket Garen gir mer vannføring utover sensommeren enn det beregningene med Bjoreio gir. Dette er antatt å skyldes bretilslig, da nedbørsfeltet til Garen har en viss andel bre (ca. 5 %), mens nedbørsfeltet til Bjoreio ikke har bre. Nedbørsfeltene til de to beregningspunktene, Bjoreio ved henholdsvis Vøringsfossen og ved Tveitafors, har en breandel som er omtrentlig lik det nedbørsfeltet til vannmerket Garen har. Det er derfor antatt at data fra dette vannmerket vil gi de mest representative verdiene for de to aktuelle stedene, for vår-, sommer- og høst sesongen.

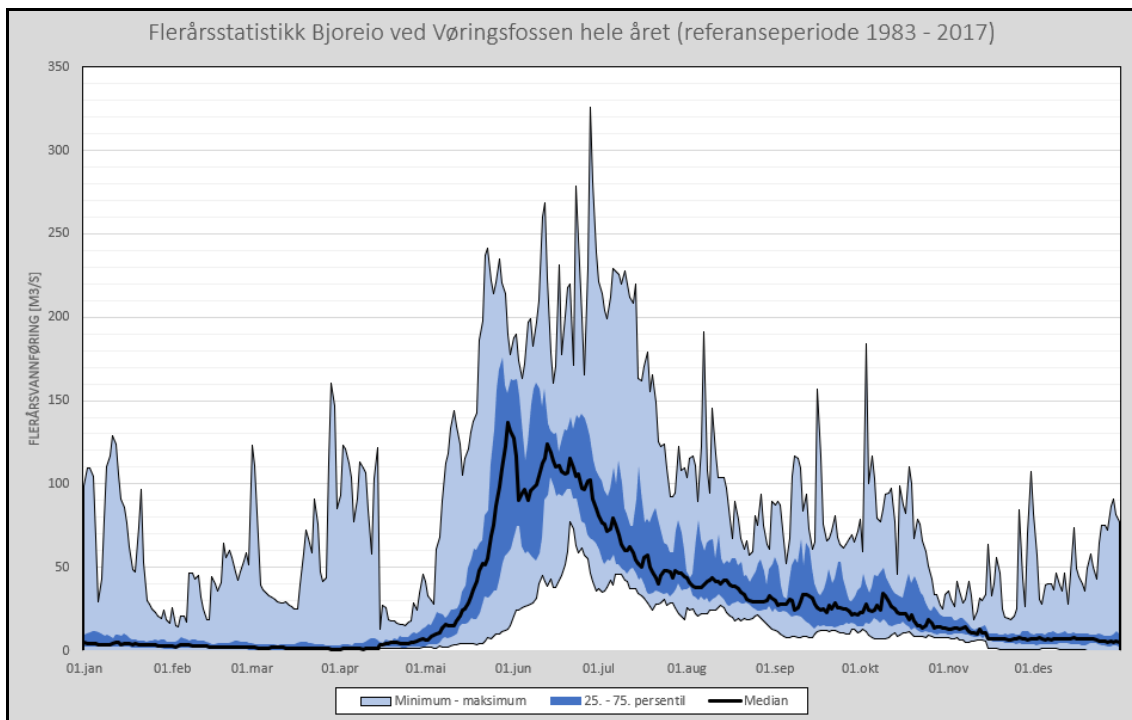


Figur 12. Estimerte flerårsmidler for Bjoreio ved Vøringsfossen, basert på ulike fremgangsmåter.

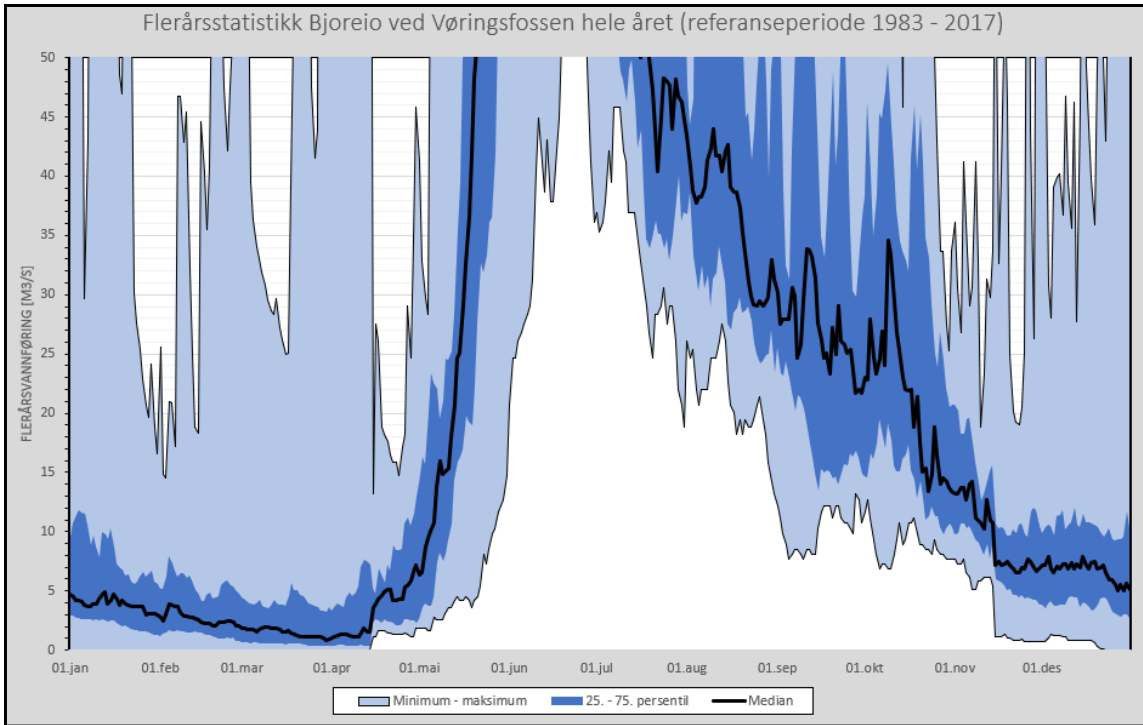
Figur 13 og Figur 14 viser estimerte flerårspersentiler for Bjoreio ved Vøringsfossen, der Figur 14 viser utsnitt for lavere vannføringer.

Figur 15 og Figur 16 viser estimerte flerårspersentiler for Bjoreio ved Tveitafoss, der Figur 16 viser utsnitt for lavere vannføringer.

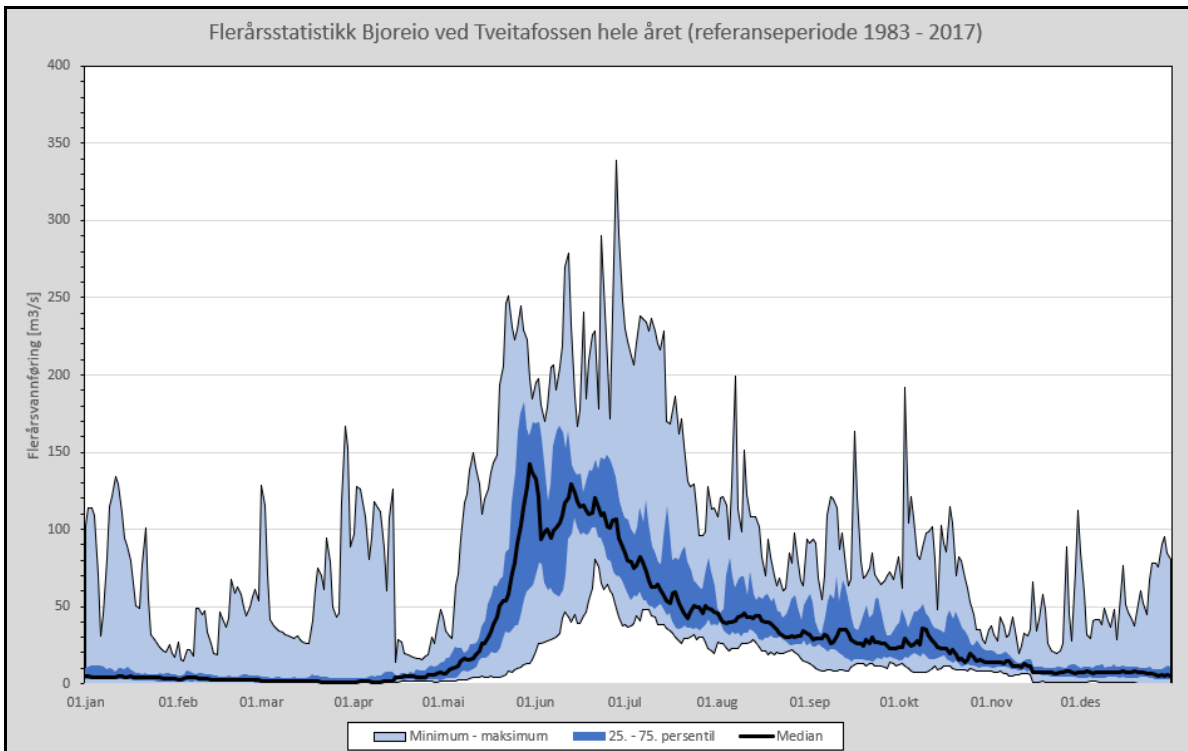
Figur 17 til Figur 22 gir varighetskurver, for ulike sesonger, for estimert vannføring i Bjoreio ved Vøringsfossen og Tveitafoss.



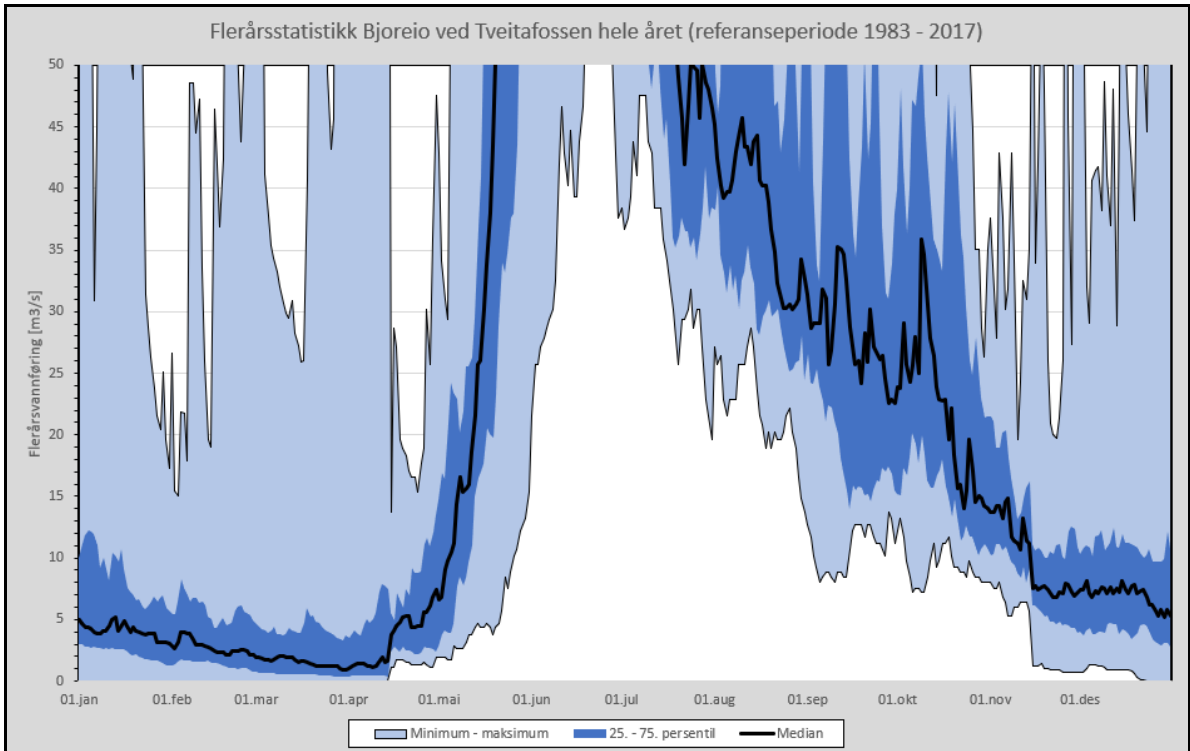
Figur 13. Flerårsstatistikk vannføring Bjoreio ved Vøringsfossen (Referanseperiode 1983 - 2017).



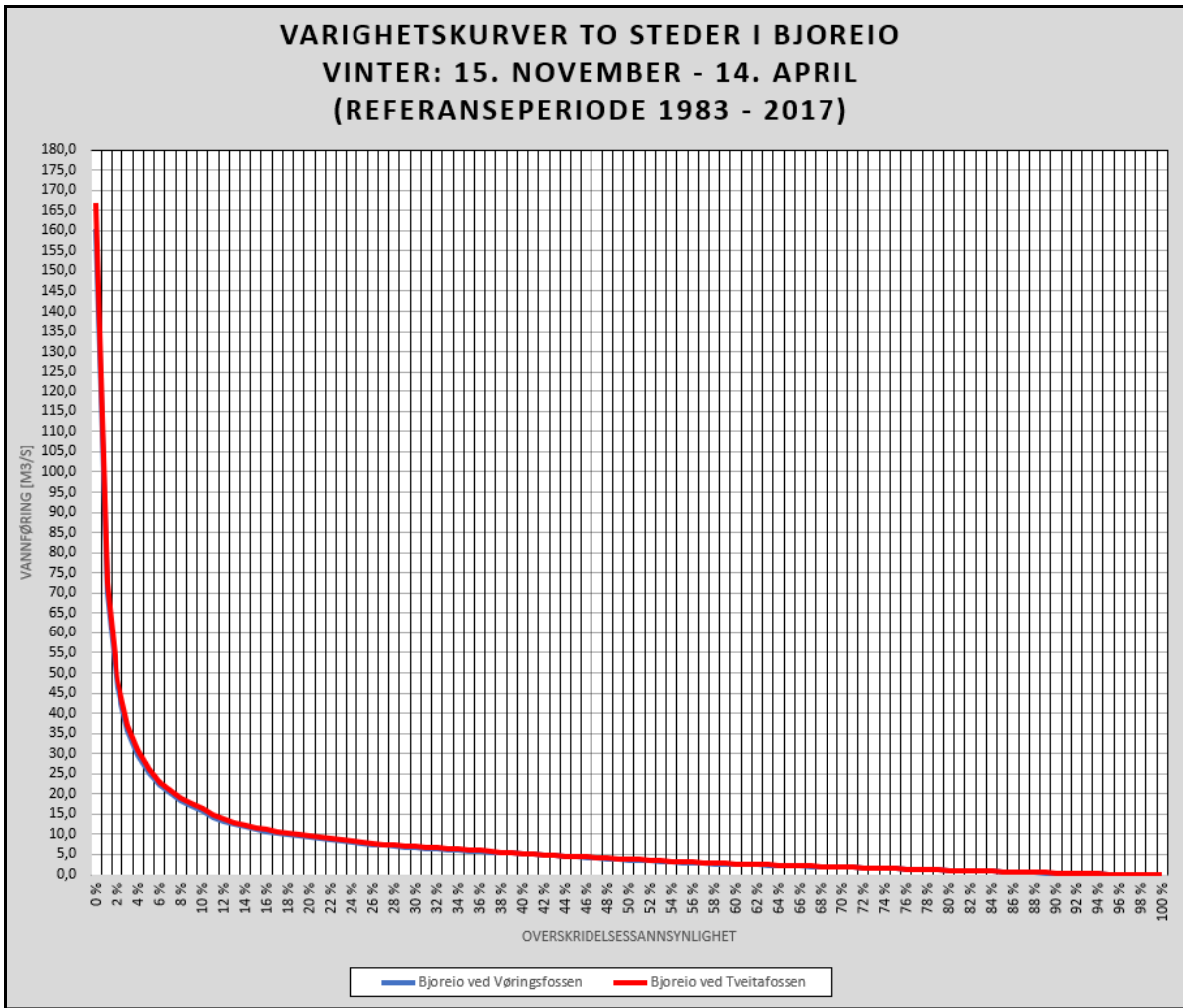
Figur 14. Flerårsstatistikk vannføring, inder 50 m³/s, Bjoreio ved Vøringsfossen (Referanseperiode 1983 - 2017).



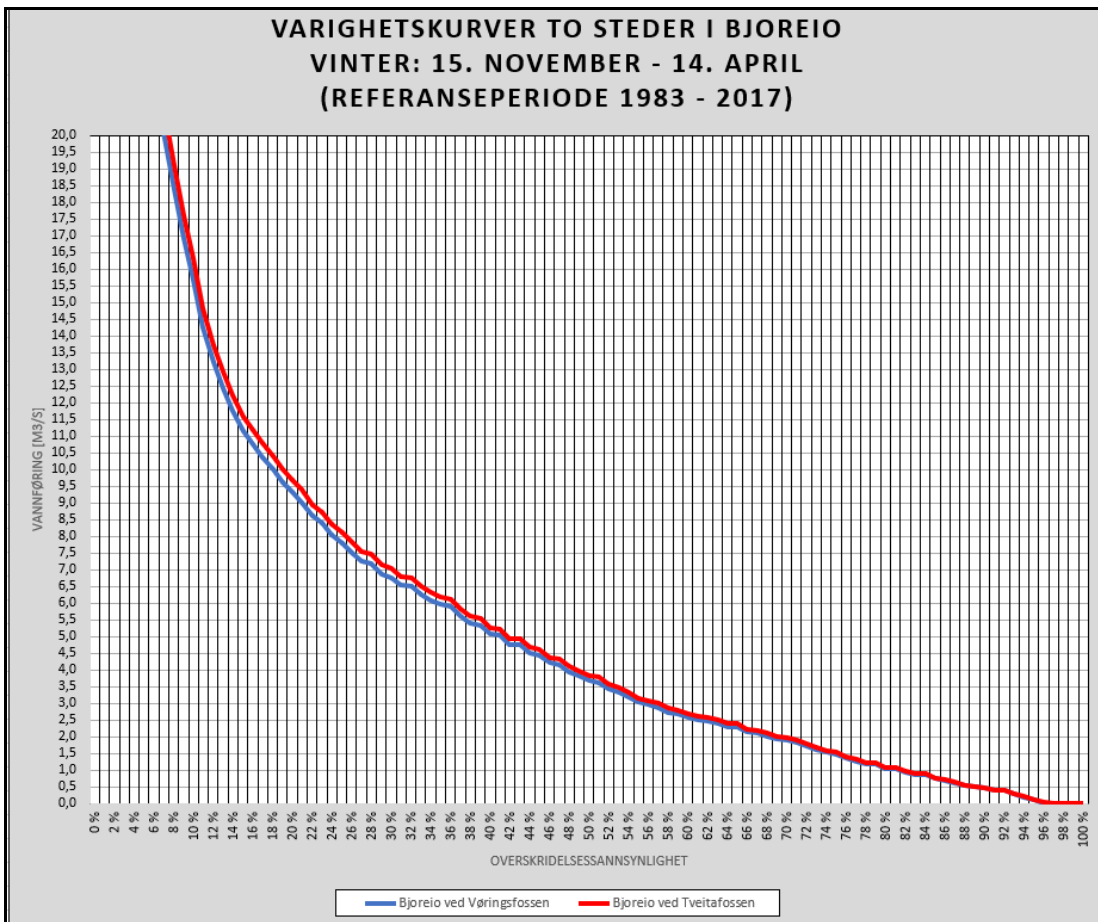
Figur 15. Flerårsstatistikk vannføring Bjoreio ved Tveitafoss (Referanseperiode 1983 - 2017).



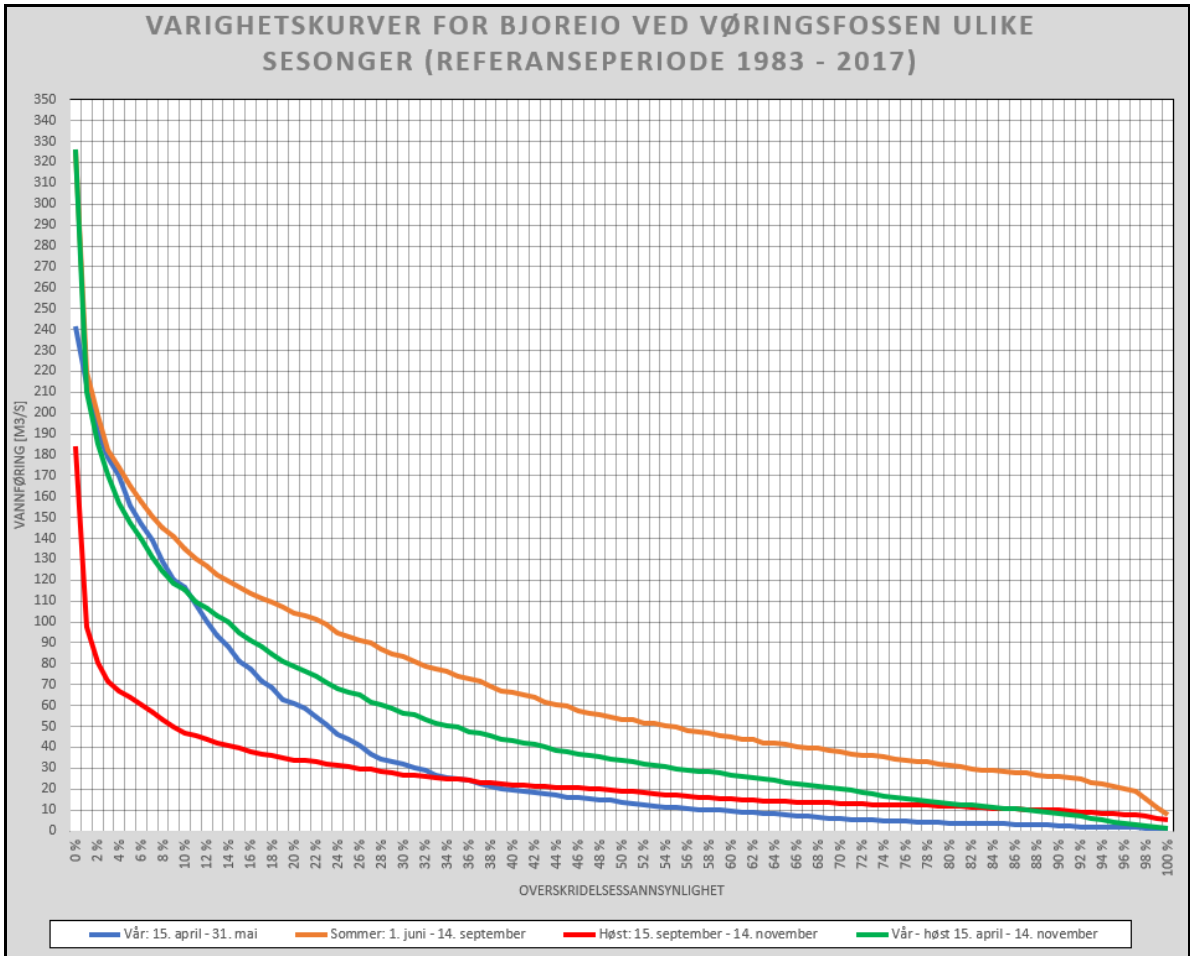
Figur 16. Flerårsstatistikk vannføring, inder 50 m³/s, Bjoreio ved Tveitafoss (Referanseperiode 1983 - 2017).



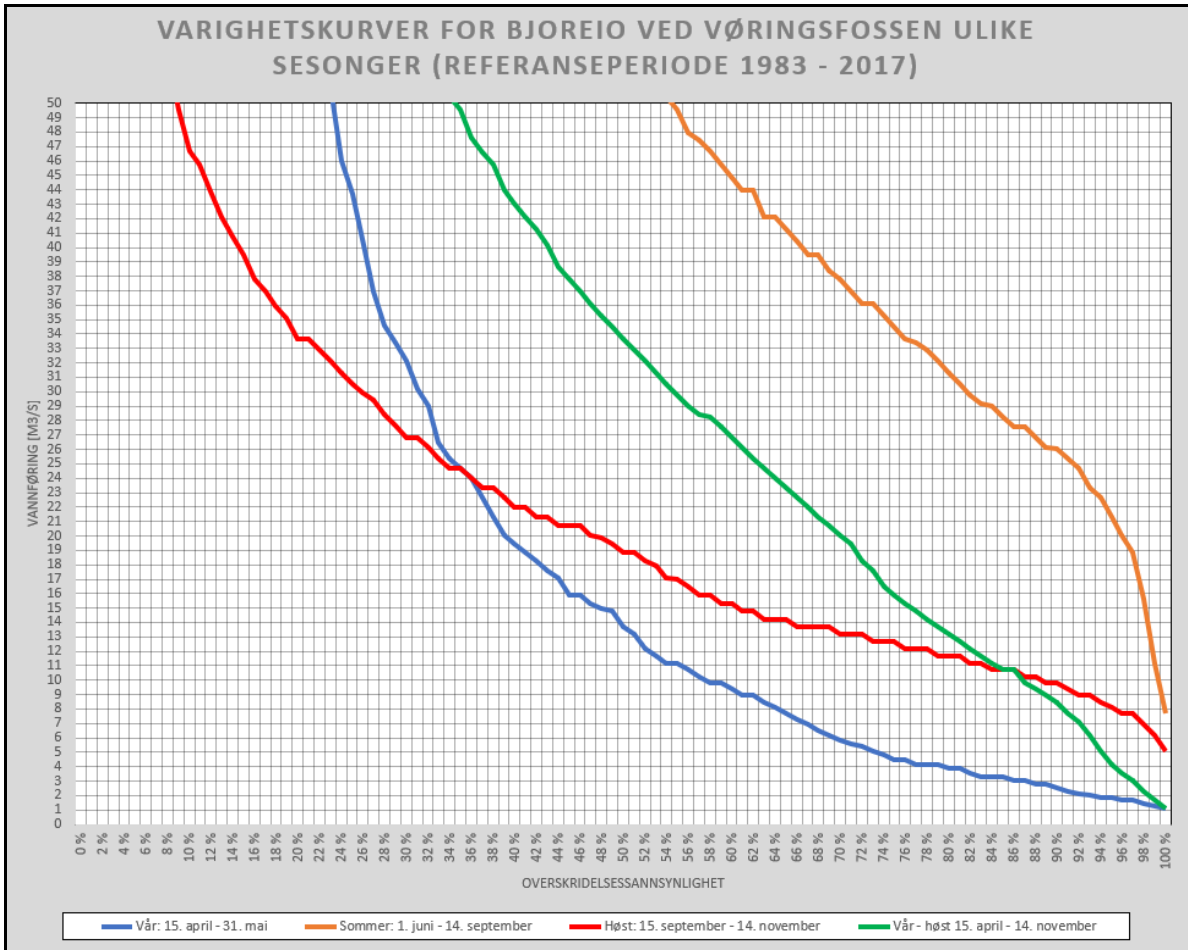
Figur 17. Varighetskurver Bjoreio ved Vøringsfossen og Tveitafoss, vinter 15. november - 14. april.



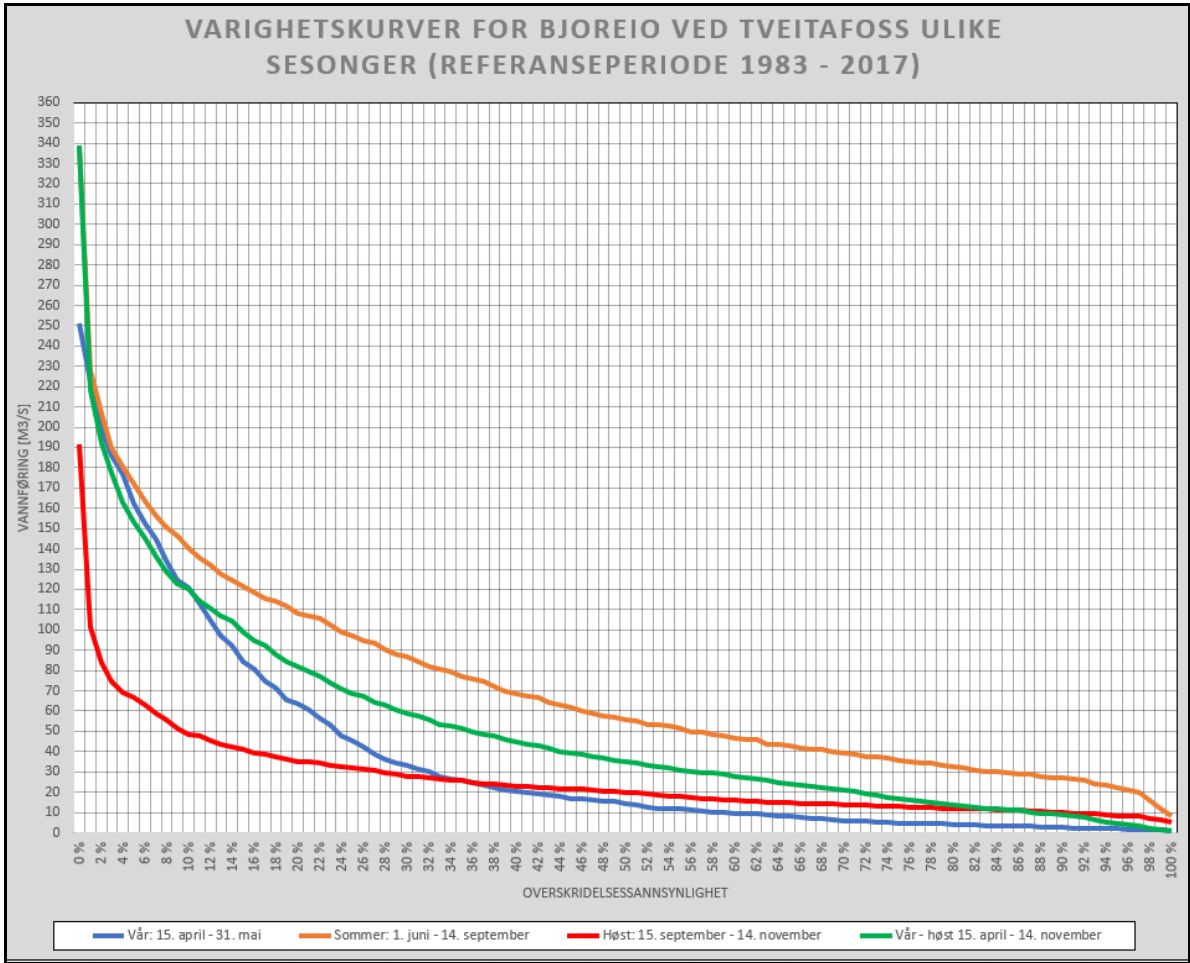
Figur 18. Varighetskurver, vannføring under 20 m³/s, Bjoreio ved Vøringsfossen og Tveitafoss, vinter 15. november - 14. april.



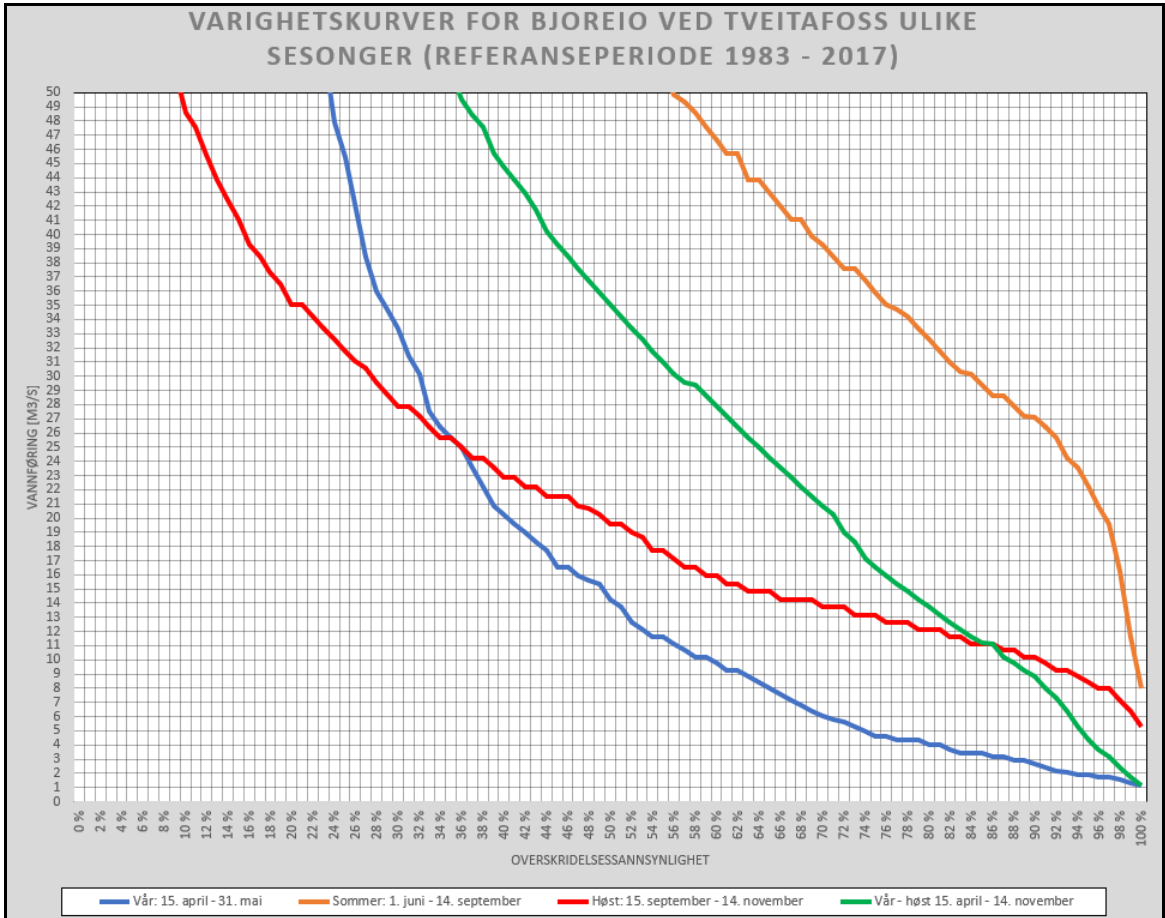
Figur 19. Varighetskurver Bjoreio ved Vøringsfossen, vår, sommer og høst.



Figur 20. Varighetskurver, vannføringer under 50 m³/s, Bjoreio ved Vøringsfossen, vår, sommer og høst.



Figur 21. Varighetskurver Bjoreio ved Tveitafoss, vår, sommer og høst.



Figur 22. Varighetskurver, vannføringer under 50 m³/s, Bjoreio ved Tveitafoss, vår, sommer og høst.