KONSEKVENSUTREDNING

Uttak av drikkevann fra Bjerkreimvassdraget i Bjerkreim og Gjesdal kommuner

OPPDRAGSGIVER
IVAR IKS

EMNE
HYDROLOGI M.M.

DATO: 9. OKTOBER 2015
DOKUMENTKODE: 615159 -TVF-RAP-0001

Multiconsult

Med mindre annet er skriftlig avtalt, tilhører alle rettigheter til dette dokument Multiconsult.

Innholdet – eller deler av det – må ikke benyttes til andre formål eller av andre enn det som fremgår av avtalen. Multiconsult har intet ansvar hvis dokumentet benyttes i strid med forutsetningene. Med mindre det er avtalt at dokumentet kan kopieres, kan dokumentet ikke kopieres uten tillatelse fra Multiconsult.

Forsida: Utløpet av Birkelandsvatnet. Foto: Kjetil Mork.

RAPPORT

OPPDRAG	Uttak av drikkevann fra Bjerkreimvassdraget Konsekvensutredning	DOKUMENTKODE	615159-TVF-RAP-0001
EMNE	Hydrologi m.m.	TILGJENGELIGHET	Åpen
OPPDRAGSGIVER	IVAR IKS	OPPDRAGSLEDER	Solveig Renslo
KONTAKTPERSON	Arild Anfindsen og Unni Lea	SAKSBEHANDLER	Kristine Walløe og Jean- Pierre Bramslev
TELEFON	51 90 85 00	ANSVARLIG ENHET	1087 Hydrologi

INNHOLDSFORTEGNELSE

1 Forord 7
2 Utbyggingsplanene 8
3 KU-program 15
4 Alternativ 1, Birkelandsvatnet 17
4.1 Overflatehydrologi 17
4.1.1 Hydrologiske grunnlagsdata 17
4.1.2 Vannføringsregime 20
4.1.3 Vannføring før og etter utbygging 22
4.1.4 Restvannføring 24
4.1.5 Restvannføring ut av Birkelandsvatn 30
4.1.6 Driftsvannføring 30
4.2 Flommer 31
4.3 Magasinvolum, magasinkart og fyllingsberegninger 33
4.4 Vanntemperatur, isforhold og lokalklima 35
4.4.1 Vanntemperatur 35
4.4.2 Isforhold 35
4.4.3 Lokalklimatiske forhold 37
4.5 Grunnvann 37
4.6 Erosjon og sedimenttransport 38
4.7 Klimaendringer 39
5 Alternativ 2, Store Myrvatn 42
5.1 Overflatehydrologi 42
5.1.1 Hydrologiske grunnlagsdata 42
5.1.2 Vannføringsregime 44
5.1.3 Drikkevannsuttak fra Store Myrvatn 47
5.1.4 Vannføring før og etter utbygging 49
5.1.5 Restvannføring 57
5.1.6 Lavvannføring 63
5.1.7 Forslag til minstevannføring 63
5.2 Reduksjon i kraftproduksjon 64
5.3 Flommer 64
5.4 Magasinvolum, magasinkart og fyllingsberegninger 64
5.5 Vanntemperatur, isforhold og lokalklima 66
5.5.1 Vanntemperatur 66
5.5.2 Isforhold 66
5.5.3 Lokalklimatiske forhold 67
5.6 Grunnvann 67
5.7 Erosjon og sedimenttransport 68
5.8 Klimaendringer 69

BILDER/FIGURER

Figur 1-1. Oversiktskart som viser de to alternativene; Birkelandsvatnet (alt. 1) og Store Myrvatn (alt. 2). 8
Figur 2-1. Oversikt over planlagte tiltak ved Espeland (alt. 2). 10
Figur 2-2. Oversikt over planlagte tiltak ved Espeland (alt. 2). 12
Figur 2-3. Oversikt over planlagte tiltak ved Maudal (alt. 2). Kartet viser også Maudal kraftverk (eid av Lyse). 13
Figur 4-1. Kart over nedbørfelt og delnedbørfelt. Totalnedbørfeltet til Birkelandsvatn er vist med blått omriss, mens delnedbørfektene til hhv. Stølsvatn og Store Myrvatn er farget blå. 18
Figur 4-2. Dataserie vannføring Birkelandsvatn. 19
Figur 4-3. Persentiler for vannføringen ved utløpet av Birkelandsvatn (simulert 1973-2013). 20
Figur 4-4. Maksimumsverdi for hver dato (simulert 1973-2013) for vannføringen ved utløpet av Birkelandsvatn. 21
Figur 4-5. Variasjon i årsmiddelvannføring ved utløpet av Birkelandsvatn (simulert 1973-2013). 21
Figur 4-6. Medianvannføring ut av Birkelandsvatn samt medianvannføring ved Maudal nedstrøms kraftverket (VM 27.13) for perioden 1971-2013. 22
Figur 4-7. Vannføring ut av Birkelandsvatn i et tørt år (1976) for de ulike scenariene (jf. Tabell 4-2). 23
Figur 4-8. Vannføring ut av Birkelandsvatn i et middels år (1982) for de ulike scenariene (jf. Tabell 4-2). 23
Figur 4-9. Vannføring ut av Birkelandsvatn i et vått år (2000) for de ulike scenariene (jf. Tabell 4-2). 24
Figur 4-10. Varighetskurver for Birkelandsvatn for perioden 1973-2013 og for de ulike scenariene (jf. Tabell 4-2). 24
Figur 4-11. Varighetskurve Birkelandsvatn for sommerhalvåret (1. mai – 30. september) for perioden 1973-2013 og for de ulike scenariene (jf. Tabell 4-2). 25
Figur 4-12. Varighetskurve Birkelandsvatn for vinterhalvåret (1. oktober – 30. april) for perioden 1973-2013 og for de ulike scenariene (jf. Tabell 4-2). 25
Figur 4-13. Varighetkurve ut av Hofreistvatn før og etter utbygging for perioden 1973-2013. 26
Figur 4-14. Varighetskurve ut av Hofreistvatn før og etter utbygging for sommerhalvåret (1. mai til 30. september) for perioden 1973-2013. 26
Figur 4-15. Varighetskurve ut av Hofreistvatn før og etter utbygging for vinterhalvåret (1. oktober til 30. april) for perioden 1973-2013. 27
Figur 4-16. Varighetskurve Gjedlakleiv før og etter utbygging for perioden 1973-2013. 27
Figur 4-17. Varighetskurve Gjedlakleiv før og etter utbygging for sommerhalvåret (1. mai til 30. september) for perioden 1973-2013. 28
Figur 4-18. Varighetskurve Gjedlakleiv før og etter utbygging for vinterhalvåret (1. oktober til 30. april) for perioden 1973-2013. 28
Figur 4-19. Utløpet av Birkelandsvatn. Q_{rest} er vannføringen ut av Birkelandsvatn etter utbygging. $Q_{Austrumdal}$ er vannføring fra Austrumdalsvatnet. 30
Figur 4-20. Beregnet utvikling i vannforbruk for ulike scenario. Stiplet linje viser midlere årstilsig ved eksisterende råvannskilder. 31
Figur 4-21. Årspolarplott for VM 27.15 Austrumdal. Figuren viser hvordan vannføringene ved vannmerket er fordelt utover året. 32
Figur 4-22. Fyllingsberegninger for eksisterende magasiner i et tørt år. 34
Figur 4-23. Fyllingsberegninger for eksisterende magasiner i et middels år. 34
Figur 4-24. Fyllingsberegninger for eksisterende magasiner i et vått år. 35
Figur 4-25. Lufttemperatur ved Birkelandsvatn 36
Figur 4-26. Temperatur i et varmt, et kaldt og et middels varmt år. Interpolert fra nærliggende målestasjoner. 36
Figur 4-27. Grunnvannpotensiale og grunnvannsbrønner (blå punkter) 37
Figur 4-28. Løsmasser ved Birkelandsvatn 38
Figur 4-29. Endring i avrenning fra 1961-1990 til 2071-2100. År. 39
Figur 4-30. Endring i avrenning fra 1961-1990 til 2071-2100. Vinter. 40
Figur 4-31. Endring i avrenning fra 1961-1990 til 2071-2100. Vår. 40
Figur 4-32. Endring i avrenning fra 1961-1990 til 2071-2100. Sommer 41
Figur 4-33. Endring i avrenning fra 1961-1990 til 2071-2100. Høst. 41
Figur 5-1. Kart over nedbørfelt, magasin og kraftverk 43

Figur 5-2. Median- og minimumsverdi for vannføring ved VM 27.13 Maudal (perioden 1973-2013) 44
Figur 5-3. Endring i vannføring pga. eksisterende kraftverk. Uregulert tilsig og regulert avløp. 45
Figur 5-4. Persentiler for tilsig til Store Myrvatn (simulert 1973-2013). 45
Figur 5-5. Maksimumsverdi for tilsig til Store Myrvatn (simulert 1973-2013). 46
Figur 5-6. Variasjon i årsmiddelvannføring for tilsig til Store Myrvatn (simulert 1973-2013). 46
Figur 5-7. Fordeling av drikkevannsuttak mellom de ulike kildene. 47
Figur 5-8. Midlere uttak fra Store Myrvatn 48
Figur 5-9. Rest til kraftproduksjon 48
Figur 5-10. Plotting av gjennomsnittlig tilsig mot gjennomsnittlig uttak fra Store Myrvatn per år 49
Figur 5-11. Forklaring av uttak av drikkevann (orange piler), slipp (grønne piler) samt behov for restvannføring (svart pil) 50
Figur 5-12. Vannføring ved utløpet av Maudal kraftverk i et tørt år (1976) for de ulike scenariene (jf. Tabell 4-2). 51
Figur 5-13. Vannføring ved utløpet av Maudal kraftverk i et middels år (1982) for de ulike scenariene (jf. Tabell 4-2). 51
Figur 5-14. Vannføring ved utløpet av Maudal kraftverk i et vått år (2000) for de ulike scenariene (jf. Tabell 4-2). 52
Figur 5-15. Vannføring ut av Birkelandsvatn i et tørt år (1976) for de ulike scenariene (jf. Tabell 4-2). 52
Figur 5-16. Vannføring ut av Birkelandsvatn i et middels år (1982) for de ulike scenariene (jf. Tabell 4-2). 53
Figur 5-17. Vannføring ut av Birkelandsvatn i et vått år (2000) for de ulike scenariene (jf. Tabell 4-2). 53
Figur 5-18. Vannføring ut av Hofreistvatn i et tørt år (1976) for før tiltaket (blå) og etter tiltaket (orange). 54
Figur 5-19. Vannføring ut av Hofreistvatn i et middels år (1982) for før tiltaket (blå) og etter tiltaket (orange). 54
Figur 5-20. Vannføring ut av Hofreistvatn i et vått år (2000) for før tiltaket (blå) og etter tiltaket (orange). 55
Figur 5-21. Vannføring ved Gjedlakleiv i et tørt år (1976) for før tiltaket (blå) og etter tiltaket (orange). 55
Figur 5-22. Vannføring ved Gjedlakleiv i et middels år (1982) for før tiltaket (blå) og etter tiltaket (orange). 56
Figur 5-23. Vannføring ved Gjedlakleiv i et vått år (2000) for før tiltaket (blå) og etter tiltaket (orange). 56
Figur 5-24. Varighetskurve Maudal før og etter utbygging for perioden 1973-2013. 57
Figur 5-25. Varighetskurve Maudal før og etter utbygging for sommerhalvåret (1. mai til 30. september) for perioden 1973-2013. 57
Figur 5-26. Varighetskurve Maudal før og etter utbygging for vinterhalvåret (1. oktober til 30. april) for perioden 1973-2013. 58
Figur 5-27. Varighetskurve Birkelandsvatn før og etter utbygging for perioden 1973-2013. 58
Figur 5-28. Varighetskurve Birkelandsvatn før og etter utbygging for sommerhalvåret (1. mai til 30. september) for perioden 1973-2013. 59
Figur 5-29. Varighetskurve Birkelandsvatn før og etter utbygging for sommerhalvåret vinterhalvåret (1. oktober til 30. april) for perioden 1973-2013. 59
Figur 5-30. Varighetskurve Hofreistvatn før og etter utbygging for perioden 1973-2013. 60
Figur 5-31. Varighetskurve Hofreistvatn før og etter utbygging for sommerhalvåret (1. mai til 30. september) for perioden 1973-2013. 60
Figur 5-32. Varighetskurve Hofreistvatn før og etter utbygging for vinterhalvåret (1. oktober til 30. april) for perioden 1973-2013. 61
Figur 5-33. Varighetskurve Gjedlakleiv før og etter utbygging for perioden 1973-2013. 61
Figur 5-34. Varighetskurve Gjedlakleiv før og etter utbygging for sommerhalvåret (1. mai til 30. september) for perioden 1973-2013. 62
Figur 5-35. Varighetskurve Gjedlakleiv før og etter utbygging for vinterhalvåret (1. oktober til 30. april) for perioden 1973-2013. 62
Figur 5-36. Magasinkurve Store Myrvatn 64
Figur 5-37. Registrert vannstand i Store Myrvatn. 65
Figur 5-38. Magasinfyllingsgrad fra LYSEs simuleringer. 65
Figur 5-39. Varighetskurver for Maudal, slik situasjonen er i dag og med ombygget Maudal kraftverk 66
Figur 5-40. Grunnvannpotensiale og grunnvannsbrønner (blå punkter) 67
Figur 5-41. Løsmasser ved Store Myrvatn 68
Figur 5-42. Endring i avrenning fra 1961-1990 til 2071-2100. Årsavrenning. 69
Figur 5-43. Endring i avrenning fra 1961-1990 til 2071-2100. Vinter. 70

Figur 5-44. Endring i avrenning fra 1961-1990 til 2071-2100. Vår. 70
Figur 5-45.Endring i avrenning fra 1961-1990 til 2071-2100. Sommer 71
Figur 5-46. Endring i avrenning fra 1961-1990 til 2071-2100. Høst. 71

TABELLER

Tabell 4-1. Feltarealer og avrenning..... 17
Tabell 4-2. Oppsummering av forskjellene på de ulike scenariene. 22
Tabell 4-3. Lavvannføringer fra simulering, før utbygging (perioden 1973-2013) (m³/s) 29
Tabell 4-4. Lavvannføringer fra simulering, etter utbygging (perioden 1973-2013) (m³/s) 29
Tabell 4-5. *Lavvannføringer fra vannmerker i vassdraget (m³/s)*..... 29
Tabell 4-6. Flomfrekvensanalyse 32
Tabell 4-7. Eksisterende magasiner, magasinvolum, høyeste regulerte vannstand (HRV) og laveste regulerte vannstand (LRV). 33
Tabell 5-1. Feltareal og avrenning. 42
Tabell 5-2. Lavvannføringer fra simuleringer (perioden 1973-2013) slik situasjonen er i dag (m³/s) 63
Tabell 5-3. Lavvannføringer fra vannmerker i Bjerkreimvassdraget (m³/s) 63

1 Forord

Stavanger-regionen er i sterk vekst og eksisterende drikkevannskilder må suppleres med nye kilder innen 8 til 12 år for å sikre nok vann. Det interkommunale vann-, avløps-, og renovasjonsverket (heretter benevnt IVAR) er eid av 13 medlemskommuner i Sør-Rogaland. Eierkommunene er Stavanger, Sandnes, Sola, Randaberg, Time, Gjesdal, Hå, Strand, Klepp, Finnøy, Rennesøy, Kvitsøy og Hjelmeland.

I henhold til plan- og bygningslovens § 14-2 og *Forskrift om konsekvensutredninger for tiltak etter sektorlover* skal anlegg for transport av vann mellom nedbørfelt alltid konsekvensutredes dersom volumet overskrider 100 millioner m^3/år. Det omsøkte prosjektet innebærer et maksimalt årlig uttak av vann på 78,8 millioner m^3, og er derfor et såkalt vedlegg II - tiltak iht. nevnte forskrift. Dette innebærer at tiltaket kun skal konsekvensutredes dersom det medfører vesentlige virkninger for verneområder, verna vassdrag, nasjonale laksevassdrag, fredete kulturminner/kulturmiljøer, verdifulle naturtyper eller andre viktige interesser (jf. forskriftens vedlegg III). Det omsøkte prosjektet er lokalisert i et verna vassdrag som også er et nasjonalt laksevassdrag (Bjerkreimselva), og det er derfor konkludert med at tiltaket må konsekvensutredes. Hensikten med en konsekvensutredning er å sørge for at hensynet til miljø, naturressurser og samfunn blir tatt i betraktning under forberedelsen av tiltaket, og når det tas stilling til om, og eventuelt på hvilke vilkår, tiltaket kan gjennomføres.

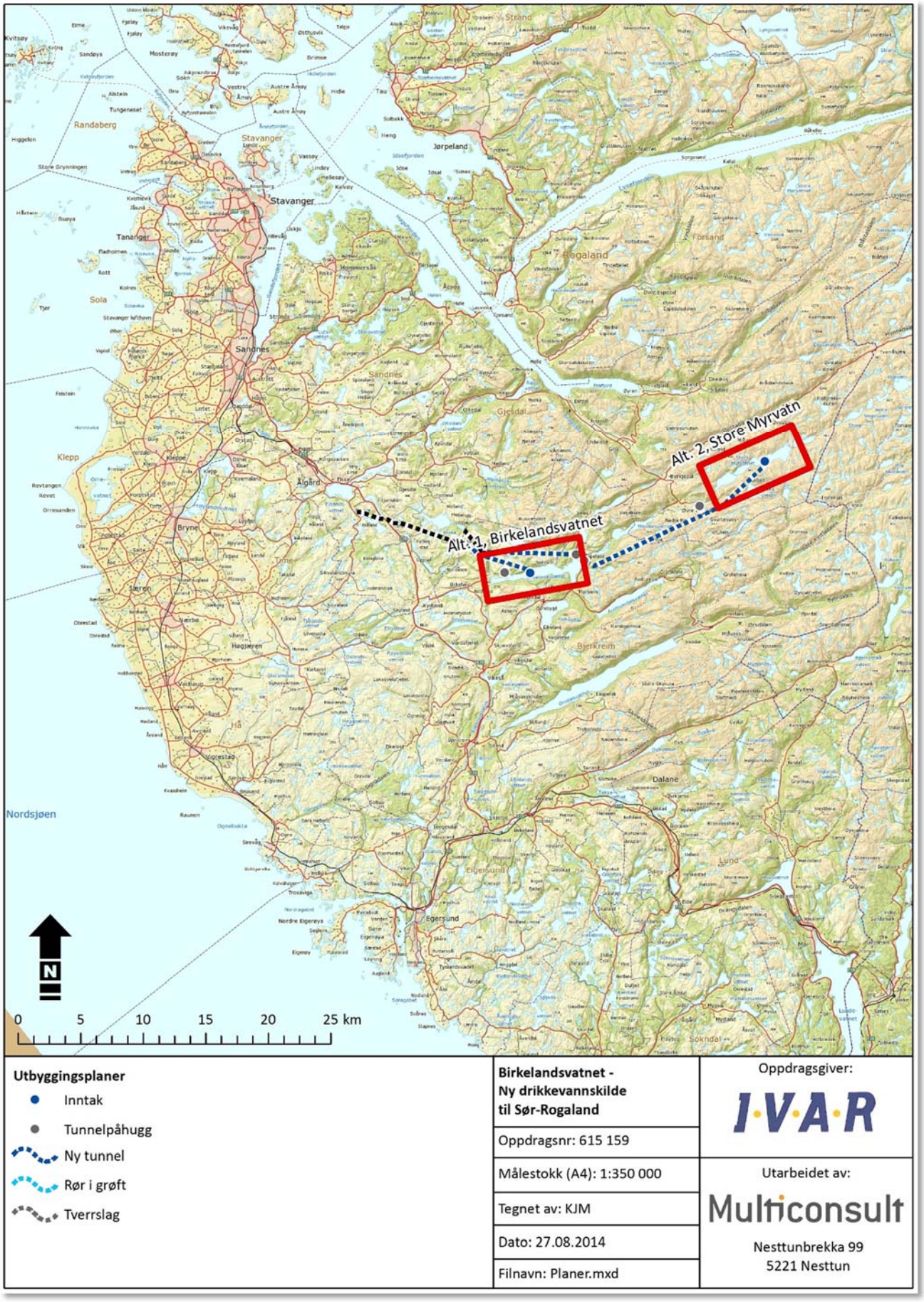
På oppdrag fra IVAR har Multiconsult AS utarbeidet en konsekvensutredning for temaet hydrologi, herunder overflatevann, grunnvann, erosjon og sedimenttransport, vanntemperatur, isforhold, lokalklimatiske forhold, flommer m.m. Denne rapporten skal sammen med de øvrige fagrapportene tjene som grunnlag for ansvarlige myndigheter (NVE og OED) når de skal fatte en beslutning om det skal gis konsesjon, og eventuelt på hvilke vilkår. Rapportene skal også bidra til en best mulig utforming og lokalisering av råvannsinntak, råvannstuneller og tilhørende anlegg dersom prosjektet blir realisert.

Arealplanlegger Solveig Renslo har vært Multiconsults oppdragsleder, mens sivilingeniør Jean-Pierre Bramslev og sivilingeniør Kristine Lilleeng Walløe har vært fagansvarlige for utredningen.

Arild Anfindsen og Unni Lea har vært prosjektledere for IVAR. Vi vil takke for et godt samarbeid.

Vi vil også takke de som har hjulpet til med å fremskaffe nødvendige opplysninger.

Alle fotografier, kartfigurer og illustrasjoner er utarbeidet av Multiconsult om ikke annet vises.



***Figur 1-1**. Oversiktskart som viser de to alternativene; Birkelandsvatnet (alt. 1) og Store Myrvatn (alt. 2).*

2 Utbyggingsplanene

2.1 Alternativer

For å sikre nok vann til befolkning, næringsvirksomhet og industri, må de eksisterende vannkildene i IVAR-regionen suppleres med nye kilder innen 8-12 år. En rekke alternativer i flere kommuner i Rogaland har vært vurdert, deriblant Øvre Tysdalsvatnet (Hjelmeland), Nedre Tysdalsvatnet (Hjelmeland/Strand), Birkelandsvatnet (Bjerkreim), Store Myrvatn (Gjesdal), Austrumdalsvatnet (Bjerkreim) og Ørsdalsvatnet (Bjerkreim). Etter en innledende vurdering av bl.a. økonomi, samfunnssikkerhet og miljø vedtok NVE at følgende alternativer skal utredes:

Alternativ 1: Birkelandsvatnet (BLV)

Alternativ 2: Store Myrvatn (SMV)

Beliggenhet til de to vannkildene er vist på **Error! Reference source not found.**.

2.2 Alternativ 1, Birkelandsvatnet

2.2.1 Inntaksstasjon og serviceanlegg

Det etableres en fjellhall på 20 m x 50 m x 10 m i enden av adkomsttunnelen på Birkeland. Hallen etableres med vannsikringsduk for lagring og plass for sammensetning av større pumpedeler og rør i anleggsfasen.

I driftsfasen vil dette bli et serviceareal for pumper og annet material tilknyttet drift av råvannsuttaket. I tilknytning til mottakshall anlegges også en pumpestasjon for å øke trykket i råvannstransporten.

2.2.2 Inntak og tunneler

Det etableres et inntakspunkt med inntakssil/-tårn ca. 70 m under vannoverflaten og 10 m over bunnen av Birkelandsvatnet. Inntaket anlegges såpass høyt over bunnen for å hindre at bunnslam blir dratt inn i råvannstunnelen.

Fra inntaksarrangementet føres vannet gjennom en vertikal sjakt ned på råvannstunnelen. Denne tunnelen vil få et tverrsnitt på 16-22 m^2. Vannet føres deretter i tunnel via pumpestasjon, frem til eksisterende vanntunnel ved Stølsvatnet og videre til vannbehandlingsanlegget ved Langevatn.

Den nye råvannstunnelen vil anlegges i to retninger fra pumpestasjonen. Del 1 (mot Birkelandsvatnet) blir ca. 1,6 km lang og går med fall ned til undersiden av vannet. Del 2 (3,2 km) går fra pumpestasjonen til eksisterende tunnel ved Stølsvatn. Vannet kan renne ved selvfall for de lavere leveringsmengder, mens større volum må pumpes.

Tunnelportal etableres ved foten av Ragsfjellet, og all tunnelmasse tas ut herfra (jf. Figur 2-1). Fra portalen etableres en adkomsttunnel inn til inntaksstasjon og pumpeanlegg. Ytterst i tunnelen lages det et portalbygg med port og dør for adkomst til tunnelen. Portalbygget vil ha noen mindre rom for registrering, spiserom, diverse utstyr og ventilasjonsanlegg.

2.2.3 Elektriske anlegg og overføringsledninger

Det skal brukes jordkabel. Dalane Energi planlegger å etablere en nettstasjon ved tunnelportalen ved Ragsfjellet. Den skal forsynes med strøm via jordkabel (TSLF 3X96 AL) fra eksisterende ledningsanlegg, og føres inn i området langs den planlagte anleggsvegen.

***Figur 2-1**. Oversikt over planlagte tiltak ved Espeland (alt. 2).*

2.2.4 Adkomstveg

Adkomstvegen er planlagt 3,5 meter bred, med møtelommer for passering av trafikk. Ved tunnelportalen vil det bli anlagt en snuplass og parkeringsplass for 3-5 biler. Denne vegen brukes i anleggsfasen til å kjøre ut sprengstein. I driftsfasen vil vegen bli lite brukt, anslagsvis en gang i uken.

Anslagsvis 17 000 - 22 500 lastebillass (ca. 10 m^3 pr. lass) med tunnelmasse skal fraktes ut løpet av anleggsperioden.

Det foreligger tre alternative vegtraséer (jf. Figur 2-1).

2.3 Alternativ 2, Store Myrvatn

2.3.1 Inntaksstasjon og serviceanlegg

Det er ikke behov for inntaksstasjon.

2.3.2 Inntak, tunneler og rør

Inntaksarrangementet i Store Myrvatn vil i hovedsak bli som beskrevet for alt. 1, Birkelandsvatnet.

Fra utslaget i Store Myrvatn føres tunnelen videre til en lukesjakt. Tunnelen vil gå på stigning fra utslaget på kote 540 til et lukekammer på kote 588. Lukesjakta vil bli 190-200 m lang og føres opp til terrengoverflata, der det plasseres et lukehus. Det er ikke forutsatt at det skal bygges veg inn til lukehuset.

Tunnelen Store Myrvatn – Espeland drives ved konvensjonell boring og sprengning. Dette betinger at det etableres et tverrslag (0,8 km) i Øvre Maudal. Fra dette tverrslaget drives tunnelen både mot Store Myrvatn (lengde ca. 6,7 km) og Espeland (lengde ca. 10,5 km). I tillegg drives nedre del av tunnelen fra Espeland. I tverrslaget på Øvre Maudal etableres en tverrslagsport med ståldør som gjør det mulig med kjøreadkomst ved tapping av tunnelen.

Videre må det etableres en ny tunnel mellom Espeland og Stølsvatn. Denne vil bli ca. 7,8 km lang.

Planlagt tunneltrasé er vist i Figur 1-1, Figur 2-2 og Figur 2-3.

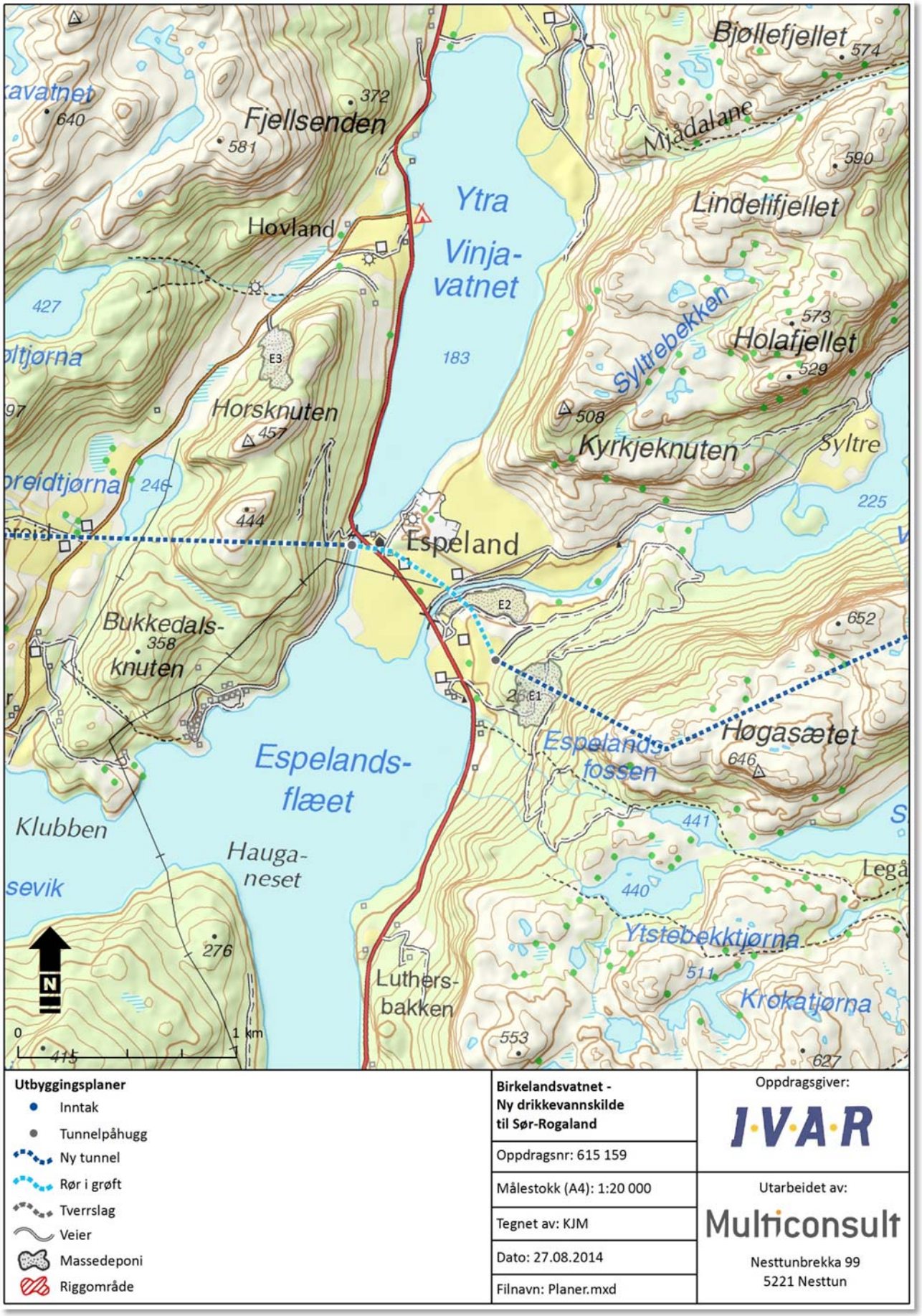
På begge sider av Espeland må det etableres ventilkamre. Ventilkamrene vil være mindre fjellhaller. Ventilkammer Espeland vest antas å måtte ha en grunnflate på ca. 300 m^2 (30 m x 10 m x 10 m) Ventilkammer Espeland øst forutsettes etablert sammen med en eventuell ny kraftstasjon (se konsesjonssøknaden for mer informasjon). Ventilkammeret, inklusiv utjevningsbasseng i den ene enden, antas å måtte ha en grunnflate på ca. 600 m^2 med dimensjoner 60 m x 10 m x 10 m. Utjevningsbassenget er forutsatt å ha dimensjoner 30 m x 10 m x 4 m.

I overgangen mellom råvannstunnelen og ventilkamrene må det etableres betongpropper med rørgjennomføringer og ståldører for adkomst til tunnelen.

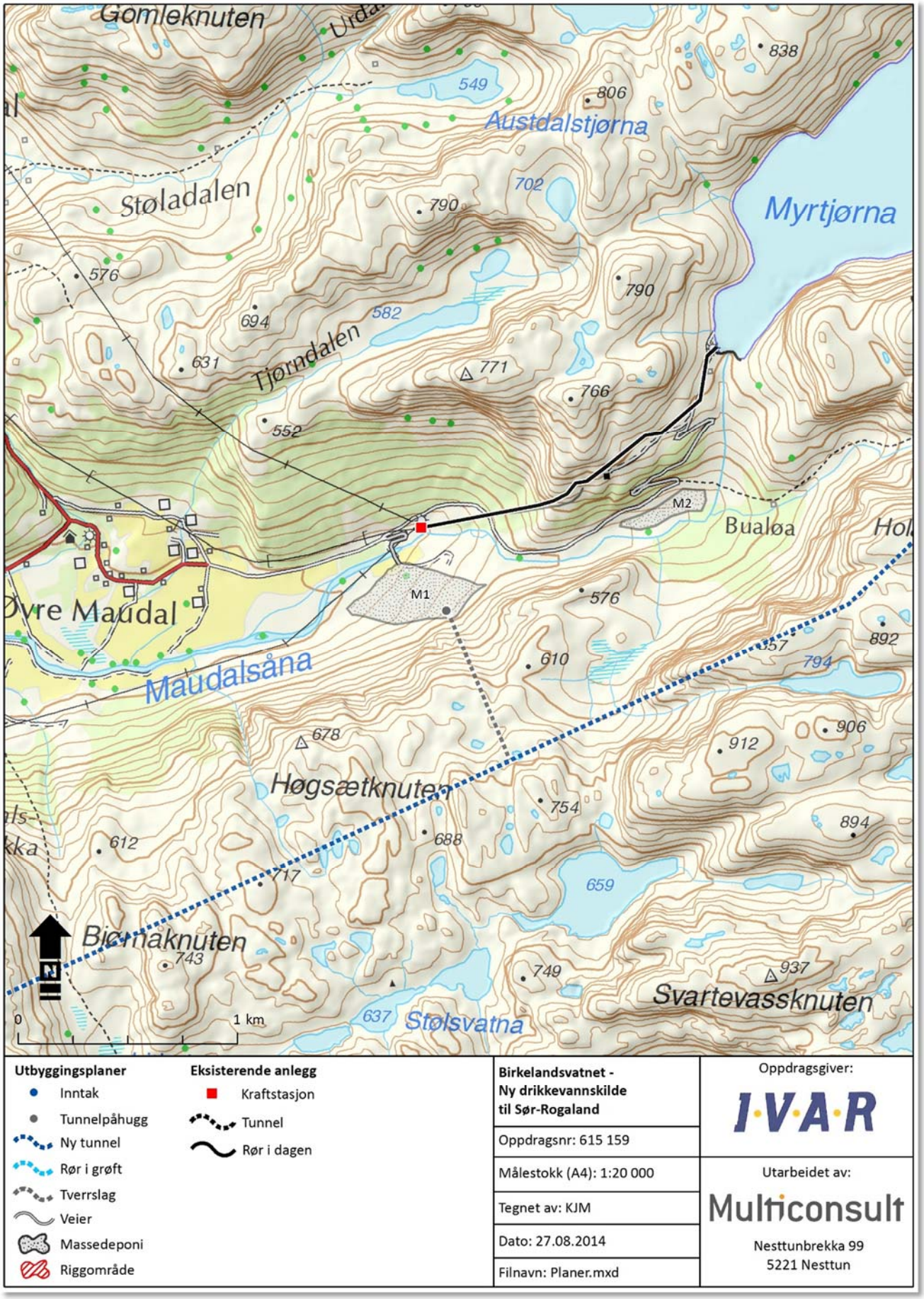
I dalføret ved Espeland må vannet føres gjennom rør med en lengde på ca. 0,9 km. Her vil det bli anlagt rør i grøft, med rørpressing under bebyggelse og elven Grunnåna. Grunnforholdene er varierende. Frostfri dybde er 1,5 meter uten isolasjon. Grøftebredde topp er 10 meter, mens bredde bunn er 2,5 meter. Det vil være klausulering på bruk av grunn i et 10 meters belte over rørtraseen, 5 meter til hver side av senter for rørledningen.

2.3.3 Elektriske anlegg og overføringsledninger

Med tanke på sikker drift vil det være behov for fremføring av strøm (jordkabel) til ventilkamrene. I tillegg vil det trolig være nødvendig med dieseldrevne aggregater som backup-løsning ved strømutfall.



***Figur 2-2**. Oversikt over planlagte tiltak ved Espeland (alt. 2).*



***Figur 2-3**. Oversikt over planlagte tiltak ved Maudal (alt. 2). Kartet viser også Maudal kraftverk (eid av Lyse).*

2.3.4 Adkomstveg

Adkomstvegene til tunnelpåhugg og massedeponi er planlagt med 3,5 meters bredde, og med møtelommer for passering av trafikk. Ved tunnelportalene vil det bli anlagt en snuplass og parkeringsplass for 3-5 biler.

Ved Espeland vil man i all hovedsak benytte eksisterende landbruks- og offentlige veger for tilkomst til deponiområdene. Eksisterende landbruksveger må trolig oppgraderes for å tåle anleggstrafikk, og det må bygges ca. 250 m med ny veg.

Ved Øvre Maudal må det bygges en ca. 550 m lang veg opp til planlagt tunnelpåhugg/tverrslag.

2.3.5 Massedeponier

Det er vurdert tre alternative massedeponier på Espeland og to i Øvre Maudal (jf. Figur 2-2 og Figur 2-3). Totalt skal 700 000 m^3 sprengsteinmasser deponeres i områdene, anslagsvis 400 000 m^3 på Espeland og 300 000 m^3 i Øvre Maudal.

3 KU-program

KU-programmet fra NVE, datert 19.august 2014, sier følgende om de temaene som behandles i denne fagrapporten:

HYDROLOGI

De hydrologiske tema som omtales nedenfor skal ligge til grunn for de øvrige fagutredningene som skal gjennomføres som et ledd i konsekvensutredningsprosessen.

Overflatehydrologi (grunnlagsdata, vannførings- og vannstandsendringer, restvannføringer)

Grunnlagsdata, vannførings- og vannstandsendringer, restvannføringer, flomforhold mm. skal utredes og presenteres i samsvar med NVEs veileder 3/2010 «Konsesjonshandsaming av vasskraftsaker», så langt det er relevant, jf. veilederens del IV, punkt 3.7. Dersom utbyggingsplanene vil endre vannføringen forbi en eksisterende målestasjon skal dette komme tydelig frem.

Vannføringen før og etter utbygging skal fremstilles på kurveform for «reelle år» («vått», «middels» og «tørt») på relevante punkter for alle alternativene.

Det skal redegjøres for alminnelig lavvannføring, samt 5-persentilverdien for sommer (1/5-30/9) og vinter (1/10-30/4) på de berørte strekningene som grunnlag for å kunne fastsette minstevannføring.

Minstevannføring

Vurderingene bak eventuelle forslag til minstevannføring skal fremgå av KU. Det skal også begrunnes dersom det ikke foreslås å slippe minstevannføring.

Forslag til minstevannføring skal tas inn i alle relevante hydrologiske beregninger og kurver og legges til grunn for vurderingene av konsekvenser for de øvrige fagtemaene.

Det skal tas bilder av de ulike berørte elvestrekningene på ulike tallfestede vannføringer.

Driftsvannføring

Det skal gis en beskrivelse av forventede hydrologiske konsekvenser (vannføringsforhold med mer) utfra det planlagte driftsopplegget (tappestrategi).

Flommer

Flomforholdene skal vurderes basert på beregnede og/eller observerte flommer og det skal gis en vurdering av om skadeflommer øker eller minker i forhold til dagens situasjon. Skadeflomvurderingene kan knyttes opp mot en flom med gjentaksintervall på 10 år (Q10) dersom det reelle nivået for skadeflom i vassdraget er ukjent. Flomvurderingene skal også inneholde en beregning av middelflommen.

Magasinvolum, magasinkart og fyllingsberegninger

For planlagte reguleringsmagasin skal det utarbeides magasinkart (dybdekart). I tillegg skal det lages kurver som viser magasinvolum og neddemmet og/eller tørrlagt areal ved forskjellige kotehøyder.

Ut fra det driftsopplegget som ligger til grunn for reguleringen(e) skal det fremlegges fyllings-beregninger for magasinene. Beregningene fremstilles i kurveform for gunstigste, ugunstigste og midlere fyllingsår, alternativt 100, 75, 50, 25 og 0 persentiler. Også enkelte spesielle, virkelige år bør vises.

Vanntemperatur, isforhold og lokalklima

Dagens forhold i de berørte områdene skal beskrives.

Mulige endringer i is- og isleggingsforhold, vanntemperatur og lokalklima skal vurderes for både

anleggs- og driftsfasen.

Mulige avbøtende tiltak i forhold til de eventuelle negative konsekvensene som kommer fram skal vurderes, herunder eventuelle justeringer av tiltaket.

Grunnvann

Dagens forhold i de berørte områdene skal beskrives kort.

Det skal redegjøres kort for tiltakets virkninger for grunnvannet i de berørte nedbørfeltene i anleggs- og driftsfasen.

Dersom tiltaket kan medføre endret grunnvannstand skal det vurderes om dette kan endre betingelsene for vegetasjon, jord- og skogbruk samt eventuelle grunnvannsuttak i området som blir berørt. Fare for drenering som følge av tunelldrift skal vurderes.

Mulige avbøtende tiltak i forhold til de eventuelle negative konsekvensene som kommer fram skal vurderes, herunder eventuelle justeringer av tiltaket.

Erosjon og sedimenttransport

Dagens erosjons- og sedimentasjonsforhold i de berørte områdene skal beskrives.

Konsekvenser av de ulike alternativene skal vurderes både for anleggs- og driftsfasen.

Forekomst av eventuelle sidebekker med stor sedimentføring skal beskrives og vurderes.

Sannsynligheten for økt sedimenttransport og tilslamming av vassdraget under og etter anleggsperioden skal vurderes.

Beskrivelsen av geofaglige forhold, spesielt løsmasseforekomster, skal danne en del av grunnlaget for vurderingene rundt sedimenttransport og erosjon.

Mulige avbøtende tiltak i forhold til de eventuelle negative konsekvensene som kommer fram skal vurderes, herunder eventuelle justeringer av tiltaket.

Flom og skred

Det skal gis en beskrivelse av dagens forhold. Om flom kan det eventuelt henvises til omtale under «Hydrologi». Både aktive prosesser og risiko for skred (fjellskred, stein- og snøskred, kvikkleireskred) skal vurderes. Det skal oppgis om berørt areal inngår i kartlagte risikosoner for flom eller skred, som finnes på NVEs nettsider (http://www.nve.no/no/Vann-og-vassdrag/Databaser-og-karttjenester/). Dersom området ikke er kartlagt, og det er tvil om hvorvidt området har forhøyet risiko for flom eller skred, skal dette vurderes av personer med relevant fagkompetanse.

Eventuelle konsekvenser som følge av en utbygging skal vurderes for anleggs- og driftsperioden. Det skal legges spesiell vekt på risiko for flom eller skred i områder med fremtidig anleggsvirksomhet, arealinngrep, veier, boliger eller andre steder med ferdsel.

Dersom anlegget kan være utsatt for flom eller skred, skal sannsynlig gjentaksfrekvens beregnes for aktuelle områder, og det skal foreslås relevante tiltak, basert på teknisk forskrift til plan- og bygningsloven (TEK 10) §§ 7-2 og 7-3, med tilhørende veiledning.

Mulige avbøtende tiltak i forhold til de eventuelle negative konsekvensene som kommer fram skal vurderes, herunder eventuelle justeringer av tiltaket.

Relevant informasjon og veiledning om arealplanlegging i områder som kan være utsatt for flom eller skred kan finnes på http://www.nve.no/no/Flom-og-skred/Arealplaner-i-fareomrader/.

Klimaendringer

Kommende klimaendringer vil påvirke hydrologi, erosjonsforhold og risiko for flom og skred i

vassdragene fremover i tid. Det skal gjøres en overordnet vurdering av mulige virkninger av forventede klimaendringer for disse temaene basert på klimafremskrivninger i rapporten «Klima i Norge 2100» som finnes på NVEs hjemmesider.

Eventuelle virkninger skal inngå som en del av grunnlaget for de øvrige fagutredningene i KU'en i den grad det er relevant.

Aktuelle tiltak for klimatilpasning skal beskrives.

4 Alternativ 1, Birkelandsvatnet

4.1 Overflatehydrologi

4.1.1 Hydrologiske grunnlagsdata

Generelt

Birkelandsvatn (vassdragsnummer 027.D2) ligger nord i Bjerkreimvassdraget. Selve vannet hører til Bjerkreim kommune, men nedbørfeltet strekker seg over fire kommuner og to fylker. Feltet er langt og smalt og ligger i en nordøst-sørvestgående retning. Birkelandsvatn drenerer mot sør, og renner ut i Hofreistevatn etter ca. 1 km. Derifra renner vannet videre sørover, og danner sammen med en rekke sidelelver Bjerkreimselva ca. 10 km ned i vassdraget. Bjerkreimselva har status som nasjonalt laksevassdrag.

Feltareal og avrenning

Nedbørfelt er tegnet opp i GIS med FKB kartgrunnlag. Spesifikk avrenning er beregnet fra avrenningskart for normalperioden 1961-90.

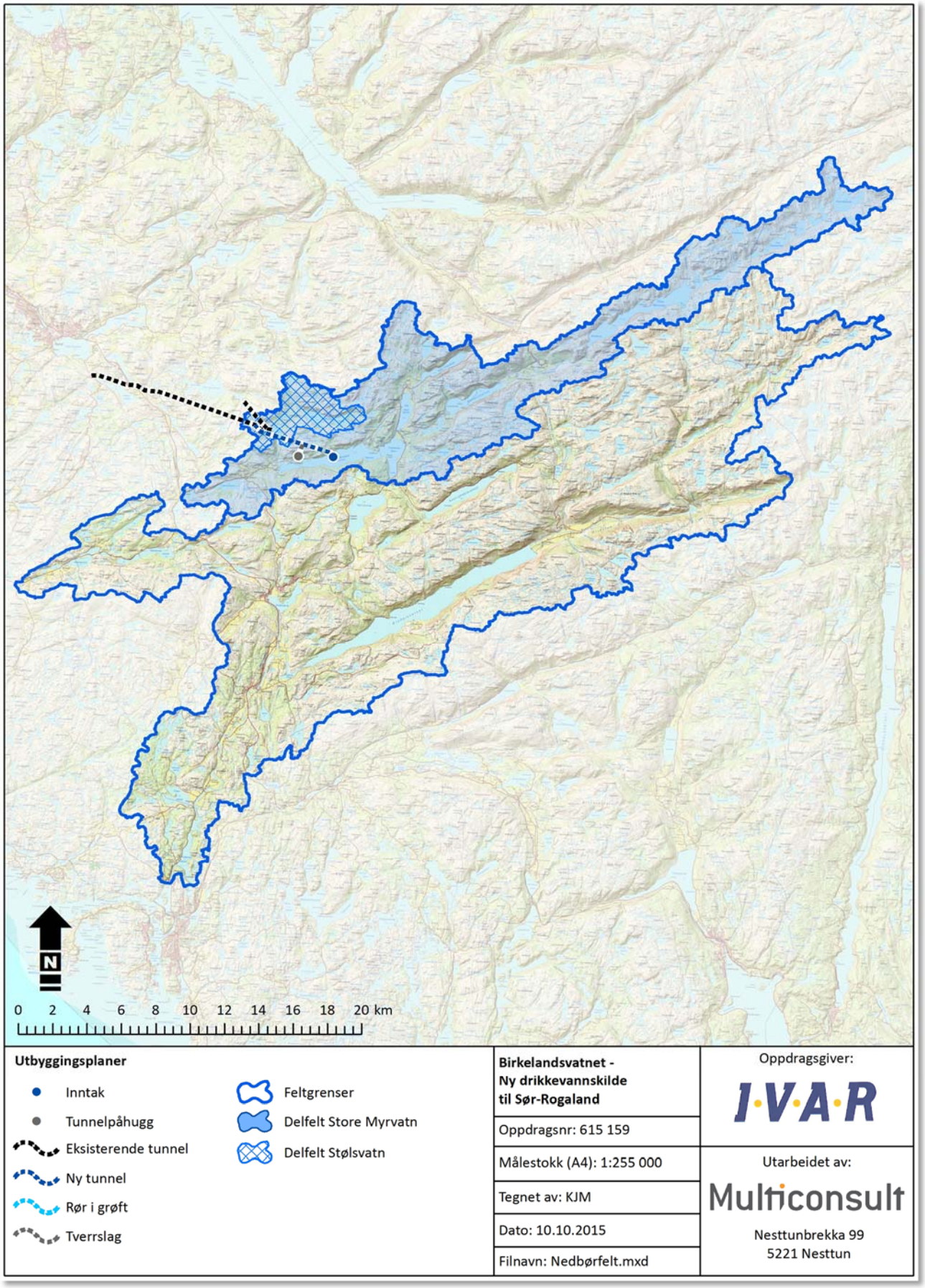
Birkelandsvatnet har et feltareal på 176 km² (inkl innsjøen selv). Av dette er i dag 16 km² overført til drikkevann fra Stølsvatn. Den øverste delen av feltet (50 km²) blir regulert i Store Myrvatn og utnyttet til kraftproduksjon i Maudal kraftverk, men det føres ikke vann ut av feltet. Nedbørfelt er vist på kart i Figur 4-1.

Samlet midlere tilsig til Birkelandsvatn er beregnet til 408 Mm³/år, noe som gir en middelvannføring på 12,9 m³/s. Feltareal og avrenning for de ulike delfeltene er oppsummert i tabell 4-1.

I tillegg til Romsvatn og Stølsvatn er også Storavatn en av eksisterende drikkevannskildene tilknyttet renseanlegget ved Langevatn, og arealer og avrenning for dette feltet er derfor også oppgitt i tabellen. Storavatn drenerer ikke til Birkelandsvatn.

Tabell 4-1. *Feltarealer og avrenning*

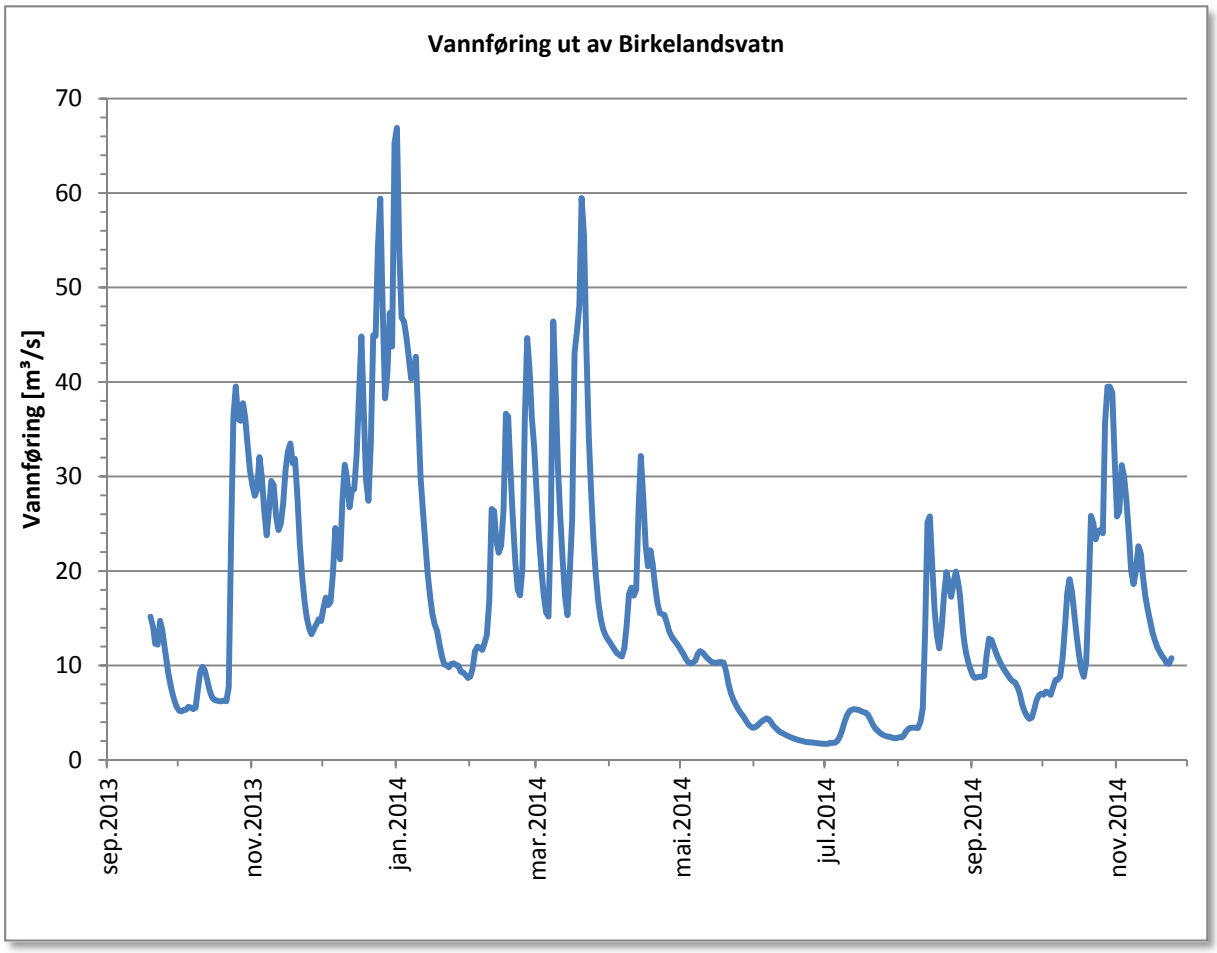
Felt	**Areal** *km²*	**Spesifikk avrenning** *l/s/km²*	**Tilsig** *m³/s*	**Tilsig** *Mm³/år*
Store Myrvatn	50	85	4,3	134
Romsvatn/Stølsvatn	16	66	1,0	33
Restfelt til Birkelandsvatn	110	69	7,6	241
Total Birkelandsvatn	**176**	**73**	**12,9**	**408**
Storavatn (eksisterende magasin)	12	61	0,7	22



***Figur 4-1**. Kart over nedbørfelt og delnedbørfelt. Totalnedbørfeltet til Birkelandsvatn er vist med blått omriss, mens delnedbørfektene til hhv. Stølsvatn og Store Myrvatn er farget blå.*

Dataserier

Det ble opprettet en målestasjon vest i Birkelandsvatn i september 2013. På grunn av usikkerhet rundt vindoppstuving, ble det opprettet en ny stasjon ved utløpet av vannet i juli 2014. Figuren under viser vannføringen ut av Birkelandsvatn for måleperioden. Vannstandsdata fra før juli 2014 er gjort om til vannføring ved å bruke vannføringskurven for den nye stasjonen.



Figur 4-2. *Dataserie vannføring Birkelandsvatn.*

For å få et bedre hydrologisk grunnlag for utbyggingen av Birkelandsvatn er det satt opp en hydraulisk modell for Bjerkreimvassdraget ned til Fotlandsvatn. I denne modellen er det etablert en syntetiske tilsigsserier for de ulike delfeltene i modellen, basert på 10 vannmerker i og i nærheten av feltene. Den hydrologiske modellen og tilsigsseriene er nærmere beskrevet i rapporten «Hydraulisk modellering. Konsekvenser og avbøtende tiltak». Videre analyser baserer seg på denne modellen.

Uttak av vann fra Birkelandsvatn vil endre vannføringen forbi vannmerke 27.25 Gjedlakleiv. Denne stasjonen er allerede påvirket av eksisterende drikkevannsuttak, samt reguleringen av Store Myrvatn.

Maudal kraftverk

Maudal kraftverk ligger oppstrøms Birkelandsvatn og utnytter fallet mellom Store Myrdalsvatn og Maudal. Kraftverket ble satt i drift i 1930 og utvidet i 1937 og i 1949. Etter siste utvidelse har kraftverket en slukeevne på 10,5 m³/s. Maudal kraftverk er planlagt rehabilitert innen 2022, med utbytting av elektromekanisk utstyr og fjernstyring av kraftverket. Dette vil endre kjøremønsteret til kraftverket, men ikke maksimal slukeevne.

Vannet som går gjennom Maudal kraftverk føres ikke ut av vassdraget, men kraftverket har et betydelig magasin (Store Myrvatn). Magasinvolum for Store Myrvatn er på 63 Mm³, noe som gir en reguleringsprosent på snaut 50%.

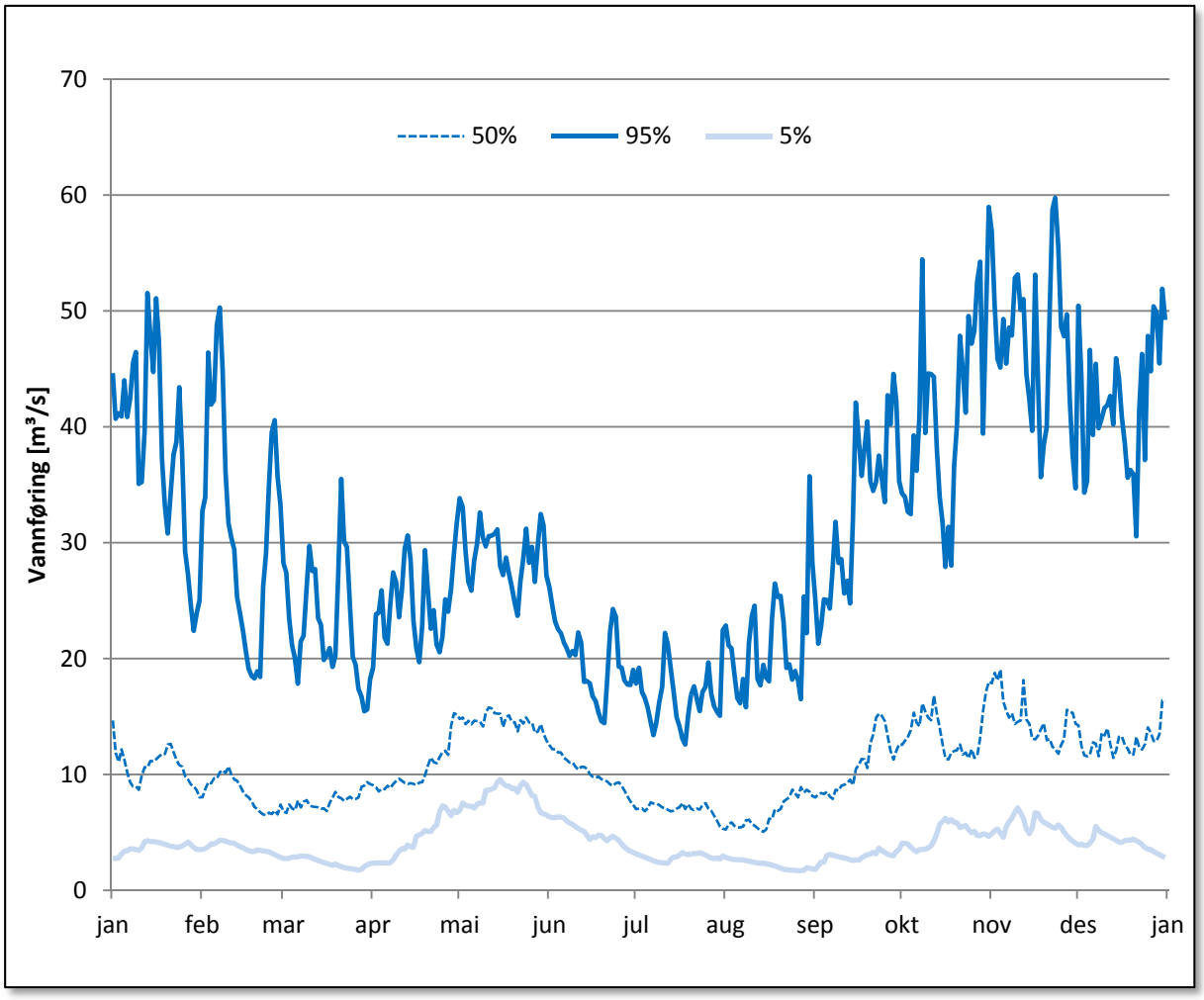
Det er krav om minstevannføring ved Maudal nedstrøms kraftverket på 0,35 m³/s.

4.1.2 Vannføringsregime

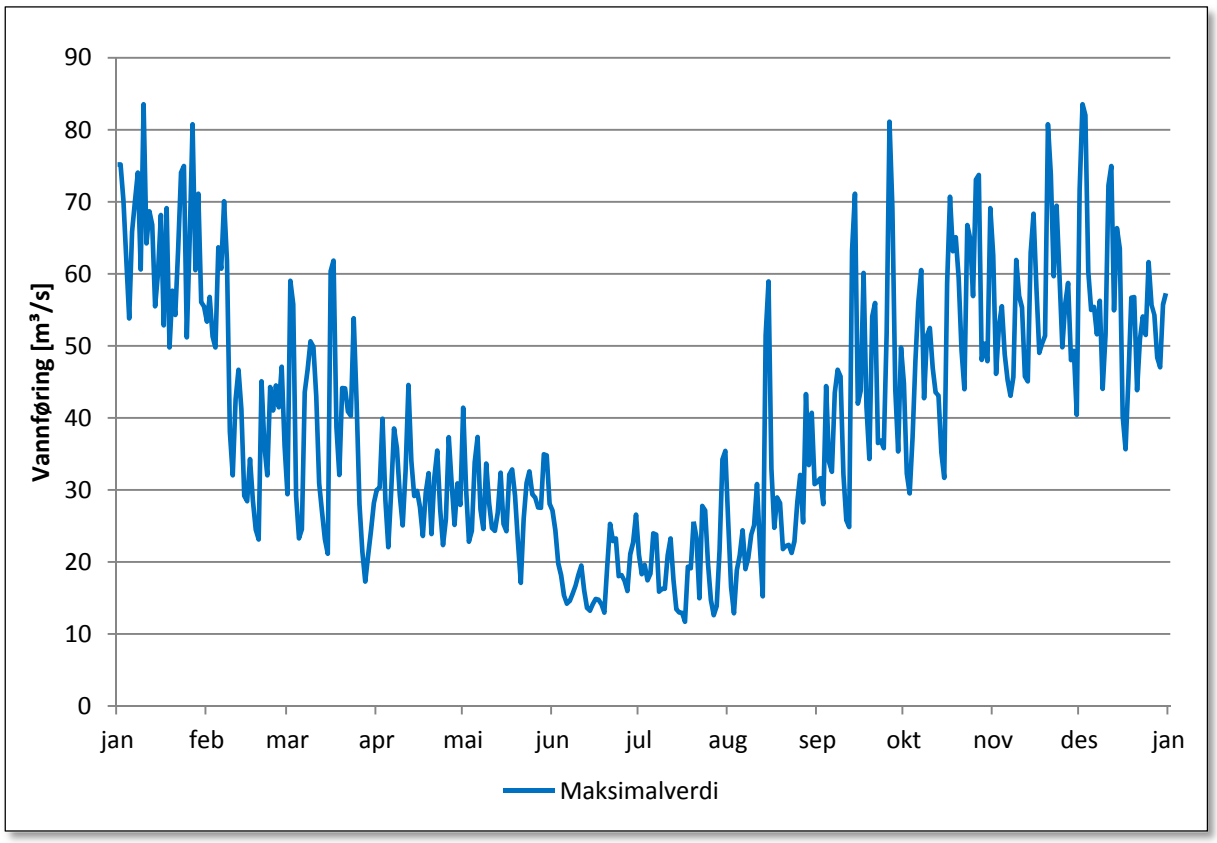
Vannføringsvariasjoner over året illustreres i Figur 4-3 og Figur 4-4. Det kommer fram at vassdraget er preget av høy vannføring sent på høsten og på vinteren, og lav vannføring i sommermånedene, fra juni til august. Vannføring fra Maudal kraftstasjon utgjør 1/3 av tilsiget til Birkelandsvatn, og kjøremønsteret til stasjonen påvirker dermed vannføring ut av Birkelandsvatn. Vannføring ved Maudal sammen med vannføring ut av Birkelandsvatn er illustrert i Figur 4-6.

Kurvene viser situasjonen slik den er i dag. De inkluderer altså reguleringen av Store Myrvatn og eksisterende vannuttak fra Stølsvatn (ca. 1 m³/s).

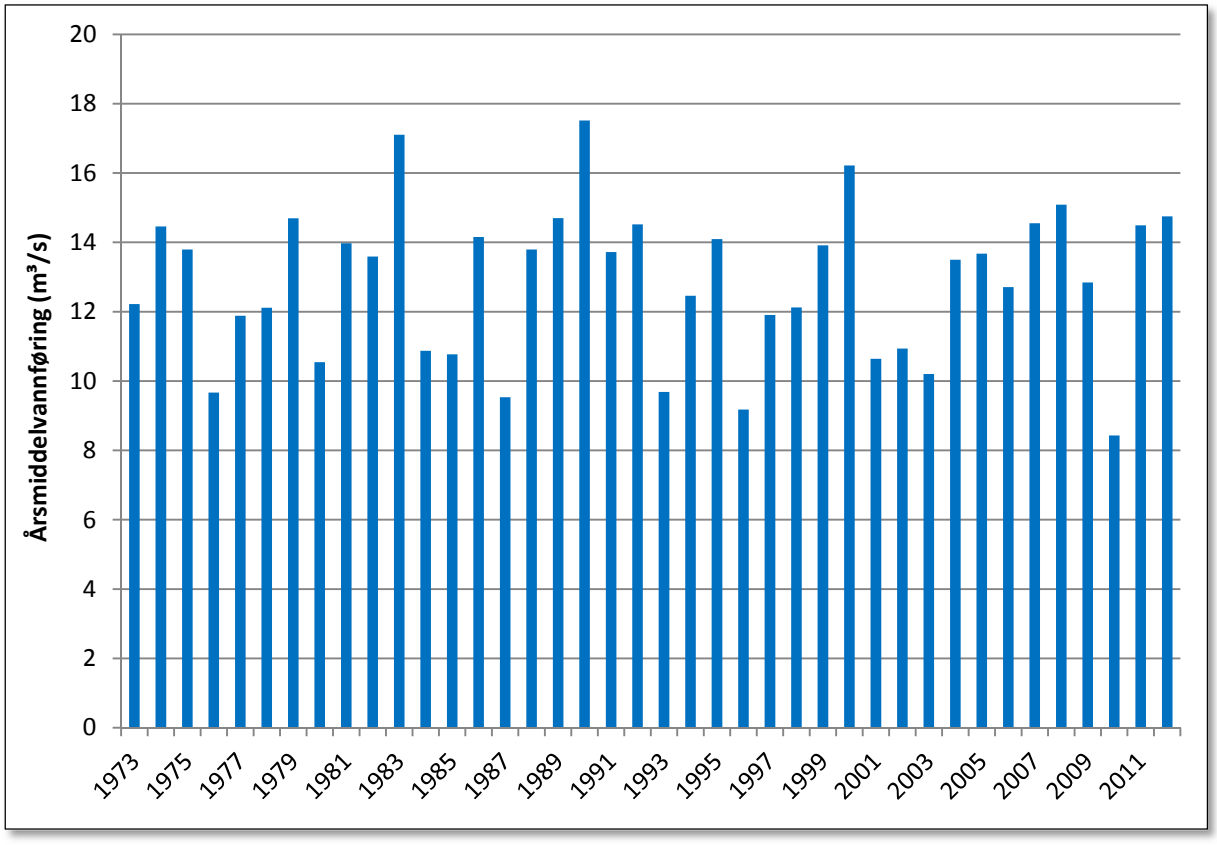
Vannføringen varierer en god del fra år til år, i simuleringen er det registrert årsmiddelvannføringer på mellom 8 og 18 m³/s, vist i Figur 4-5.



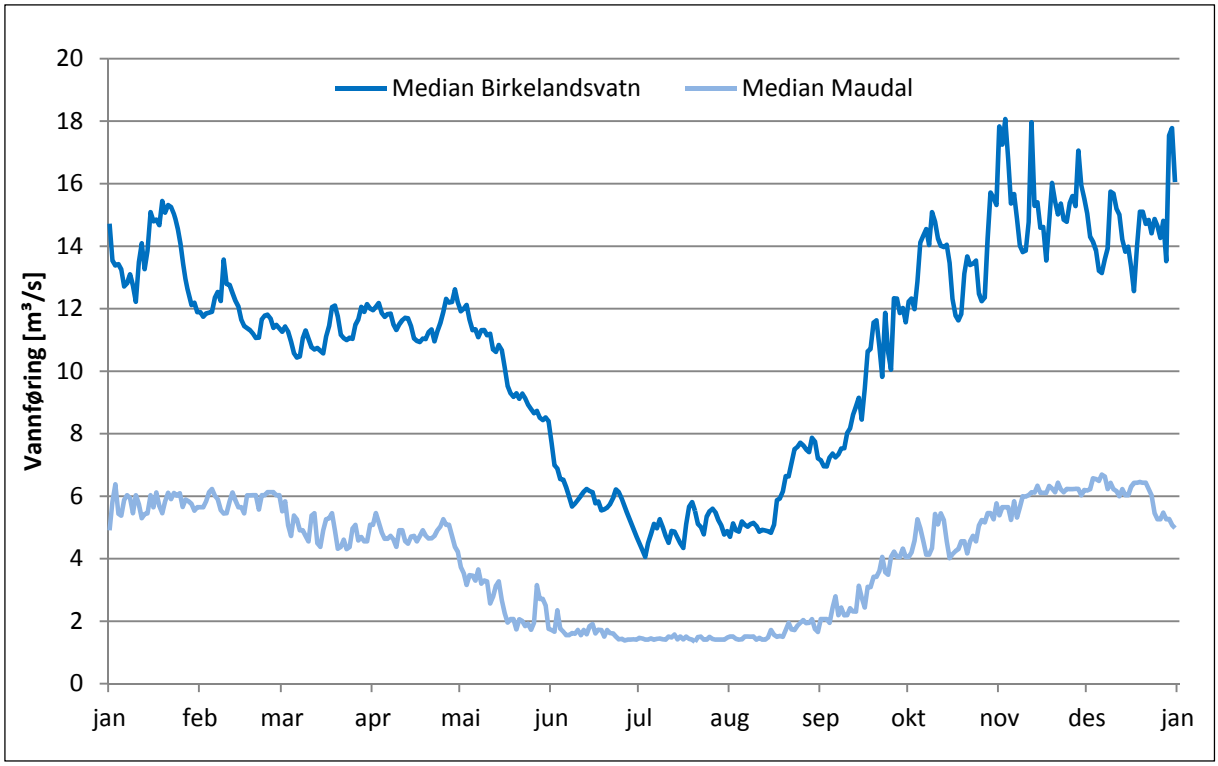
Figur 4-3. *Persentiler for vannføringen ved utløpet av Birkelandsvatn (simulert 1973-2013).*



Figur 4-4. *Maksimumsverdi for hver dato (simulert 1973-2013) for vannføringen ved utløpet av Birkelandsvatn.*



Figur 4-5. *Variasjon i årsmiddelvannføring ved utløpet av Birkelandsvatn (simulert 1973-2013).*



Figur 4-6. *Medianvannføring ut av Birkelandsvatn samt medianvannføring ved Maudal nedstrøms kraftverket (VM 27.13) for perioden 1971-2013.*

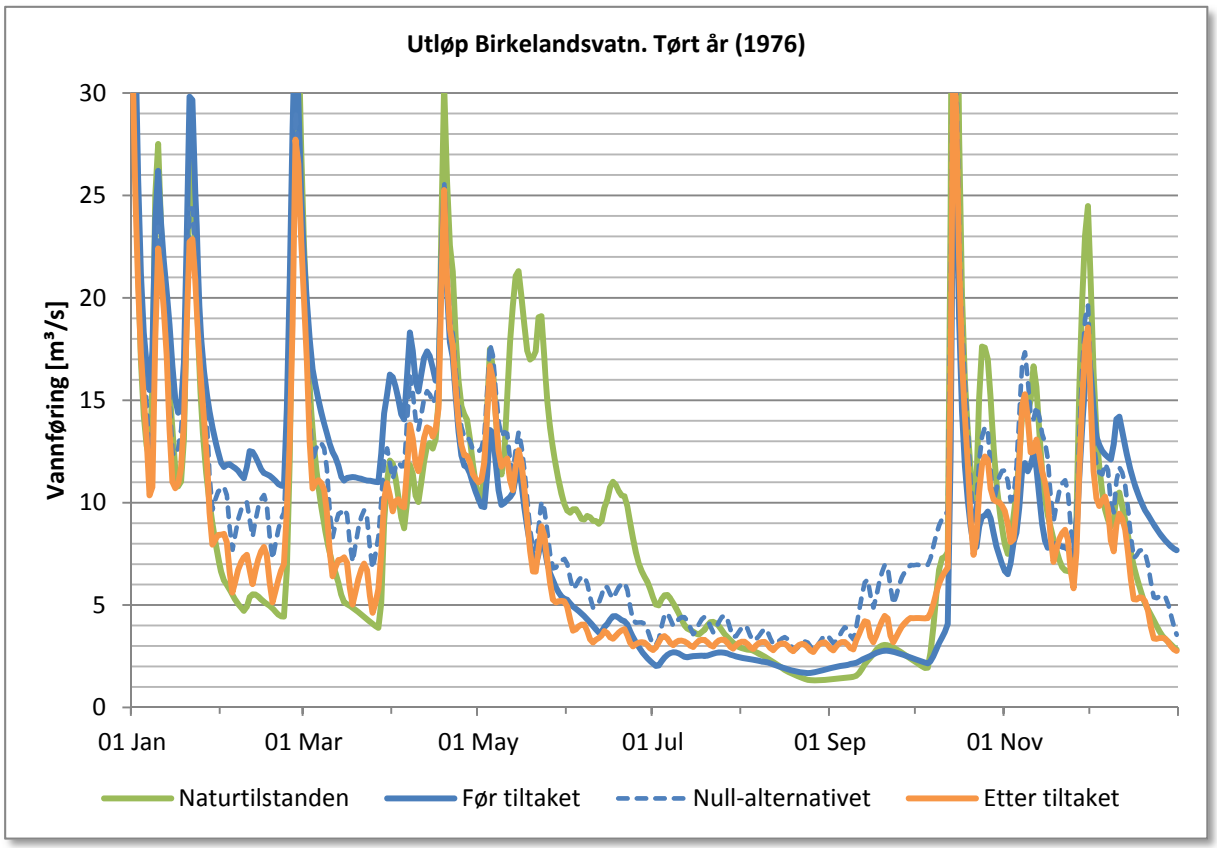
4.1.3 Vannføring før og etter utbygging

Vannføringen i Malmeisåna rett nedstrøms Birkelandsvatn før og etter utbygging er illustrert på kurveform for et tørt (1976), et vått (2000) og et middels år (1982). Kurvene før utbygging er basert på den historiske serien for avløp ved Maudal kraftverk, mens kurven etter utbygging er basert på et avløp fra Maudal kraftverk slik kraftverket vil kjøres etter rehabilitering. Kurven ved navn Null-alternativet viser vannføringen slik den er forventet å bli i fremtiden uten IVARs utbygging, men med rehabilitering og endret kjøremønster for Maudal kraftverk. Den siste kurven, naturtilstanden, viser vannføringen slik den ville ha vært uten noen utbygging av vassdraget (verken vannkraft eller drikkevann). Kurvene for før utbygging og null-alternativet forutsetter opprettholdelse av eksisterende drikkevannsuttak fra Stølsvatn.

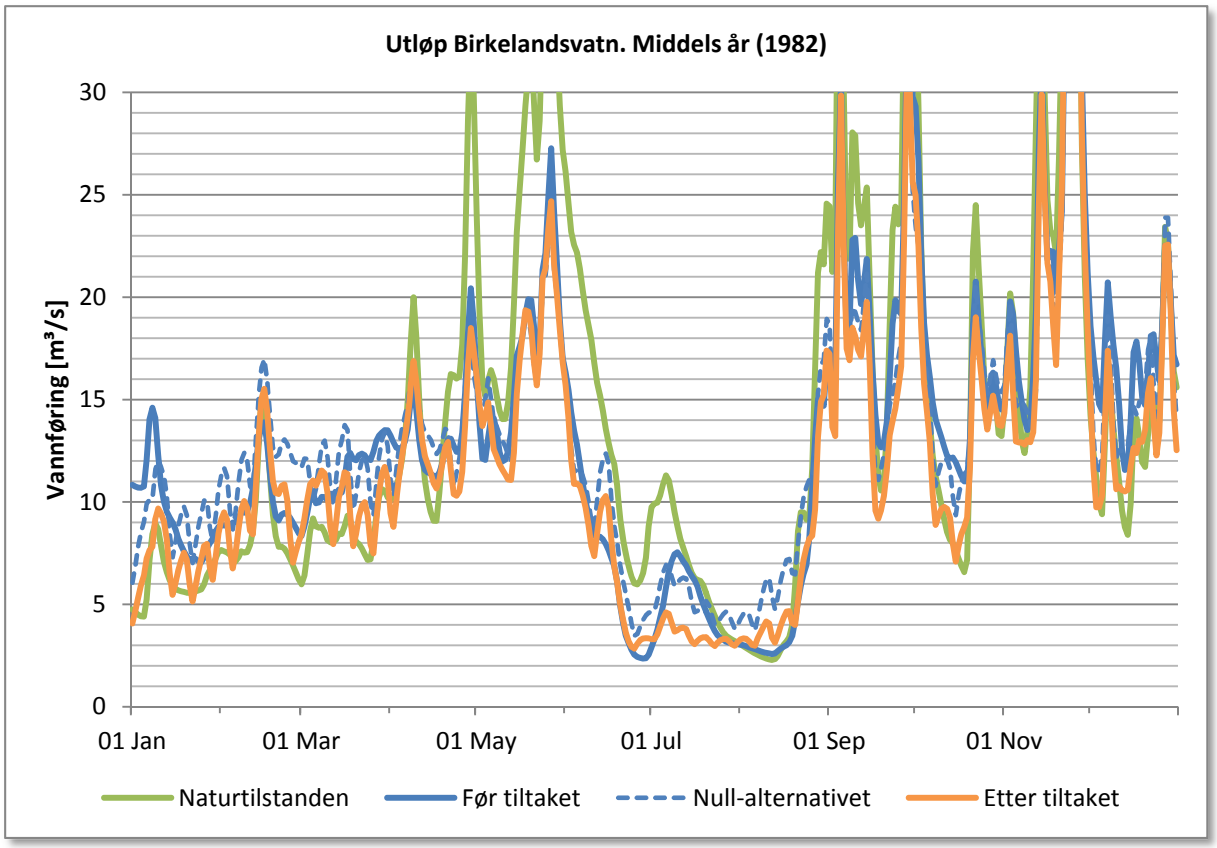
Tabell 4-2. *Oppsummering av forskjellene på de ulike scenariene.*

Scenario	Maudal kraftverk	Drikkevannsuttak
Naturtilstand	Ikke kraftverk, naturlig avløp	Ikke uttak, ikke magasinering
Før utbygging	Historisk serie	Gjennomsnittlig ca. 1 m³/s fra Stølsvatn
Null-alternativet	Rehabilitert kraftverk	Gjennomsnittlig ca. 1 m³/s fra Stølsvatn
Etter utbygging	Rehabilitert kraftverk	Gjennomsnittlig 2,5 m³/s fra Birkelandsvatn

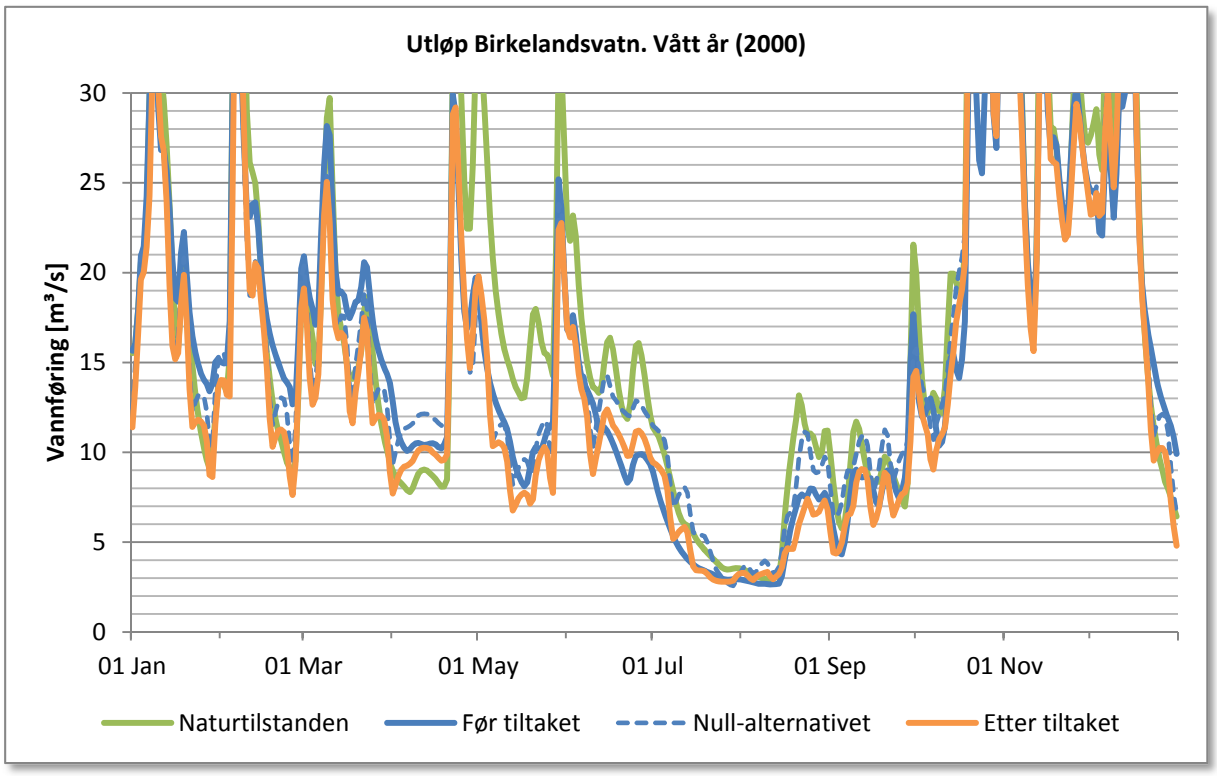
Legg også merke til at kurvene for vannføring etter utbygging gjelder for et uttak på 2,5 m³/s. Dette er forventet vannbehov i 2050, men i dag er vannbehovet mye mindre. Det er forventet en gradvis økning i uttak, fra i snitt 1,4 m³/s i dag, til et gjennomsnitt på 2,5 m³/s i 2050. Frem til 2050 vil altså vannføringen etter utbygging være større enn det som blir presenter her.



Figur 4-7. *Vannføring ut av Birkelandsvatn i et tørt år (1976) for de ulike scenariene (jf. Tabell 4-2).*



Figur 4-8. *Vannføring ut av Birkelandsvatn i et middels år (1982) for de ulike scenariene (jf. Tabell 4-2).*

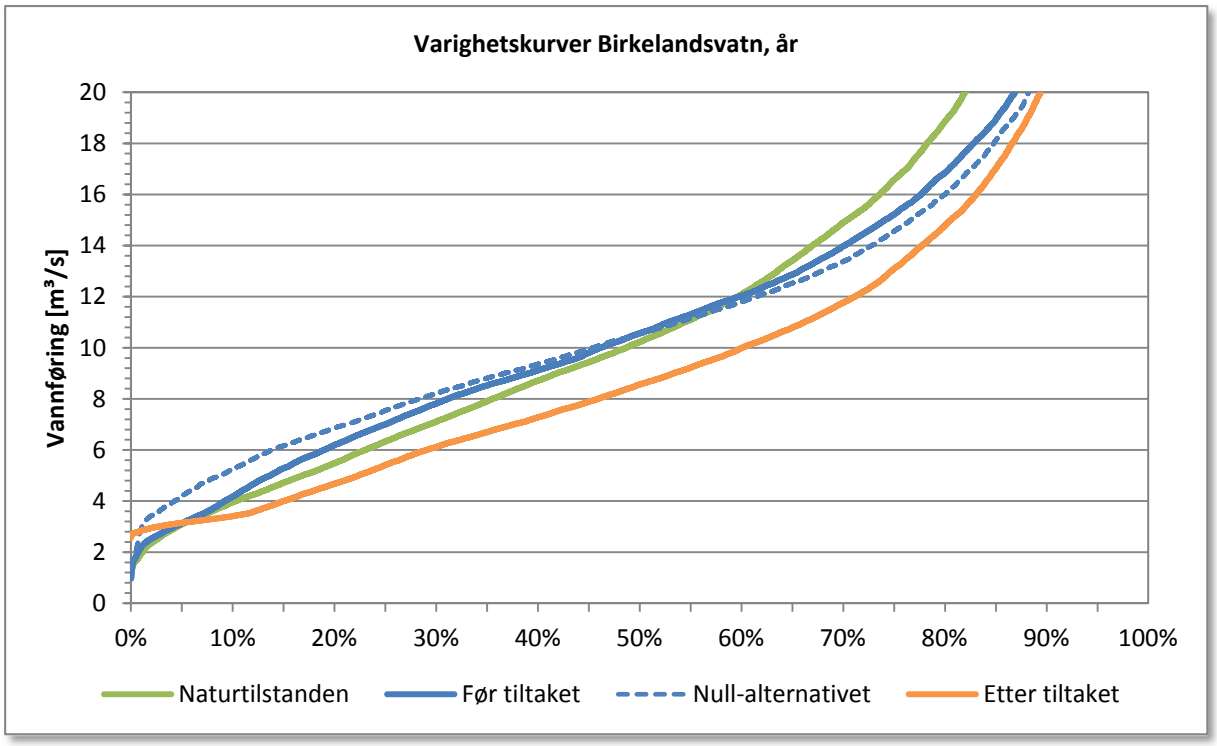


***Figur 4-9**. Vannføring ut av Birkelandsvatn i et vått år (2000) for de ulike scenariene (jf. Tabell 4-2).*

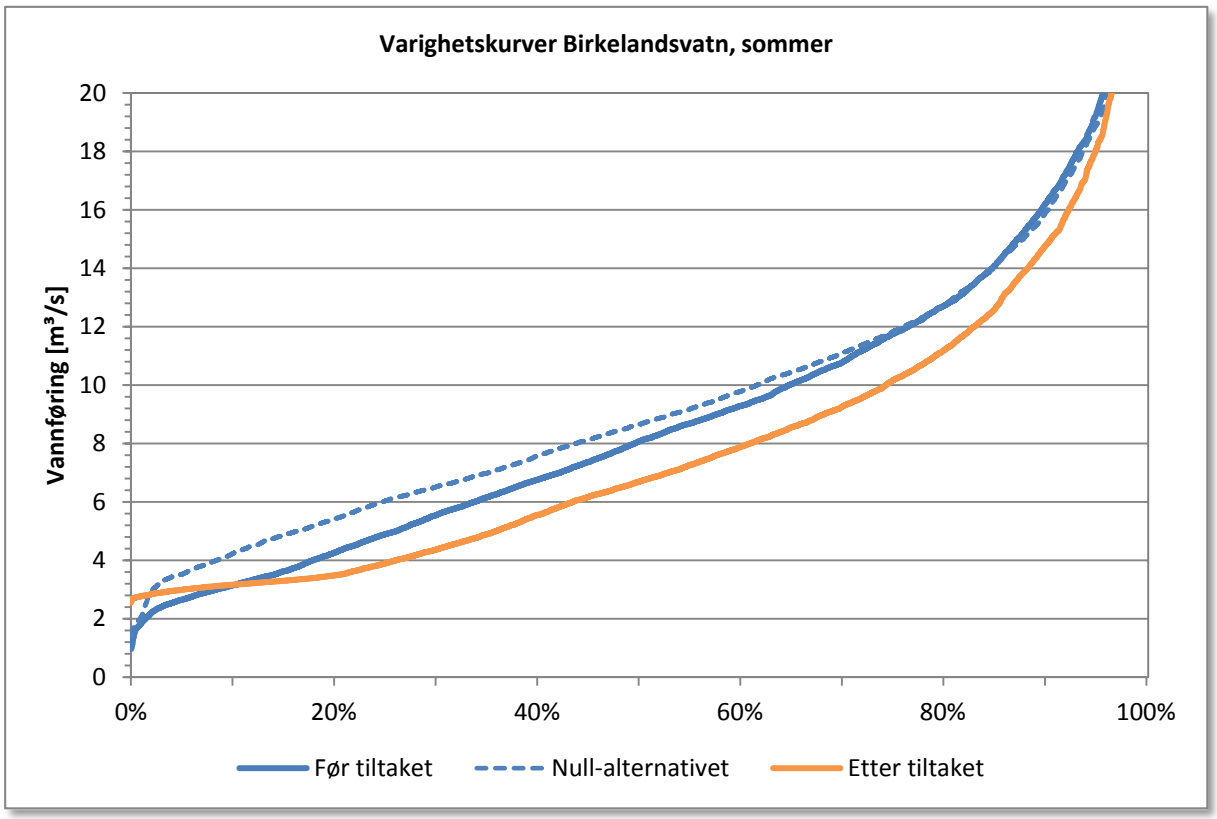
4.1.4 Restvannføring

Varighetskurver

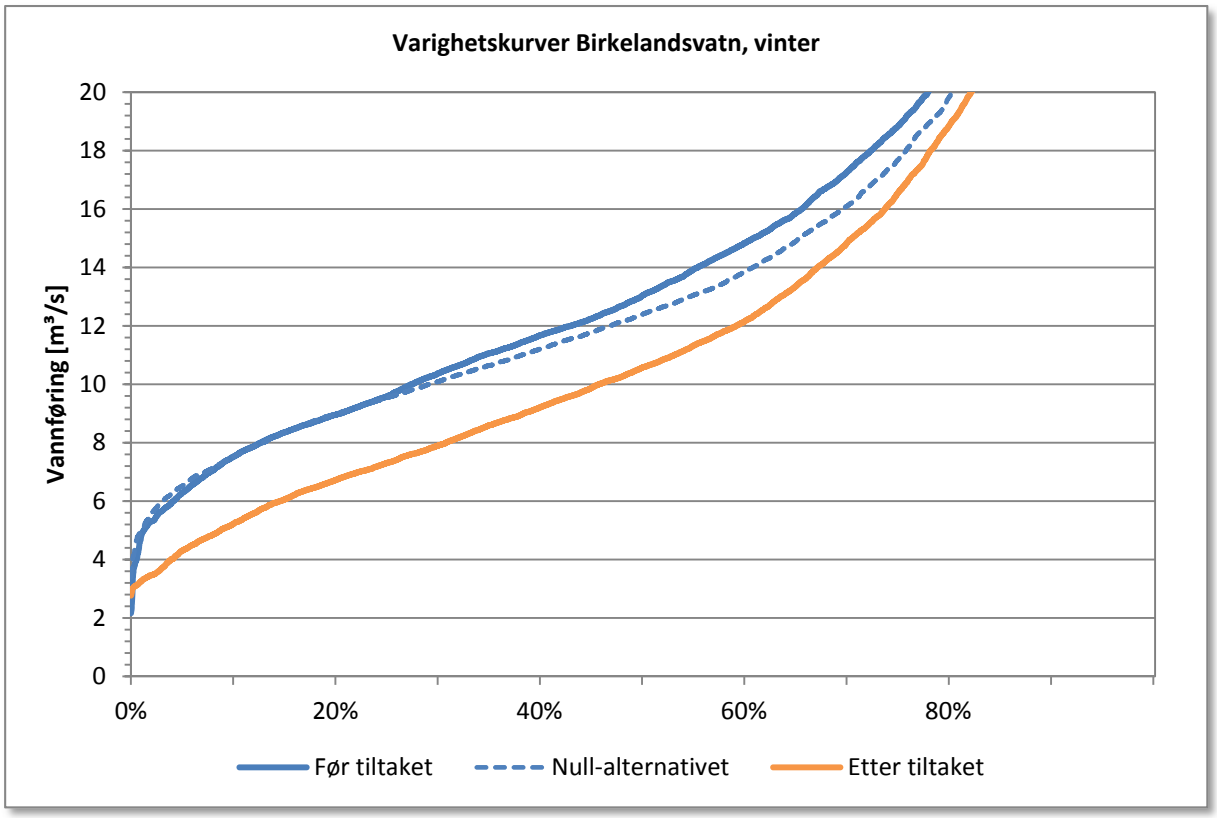
Varighetkurver for de ulike scenarioene er vist i figurene under.



***Figur 4-10.** Varighetskurver for Birkelandsvatn for perioden 1973-2013 og for de ulike scenariene (jf. Tabell 4-2).*

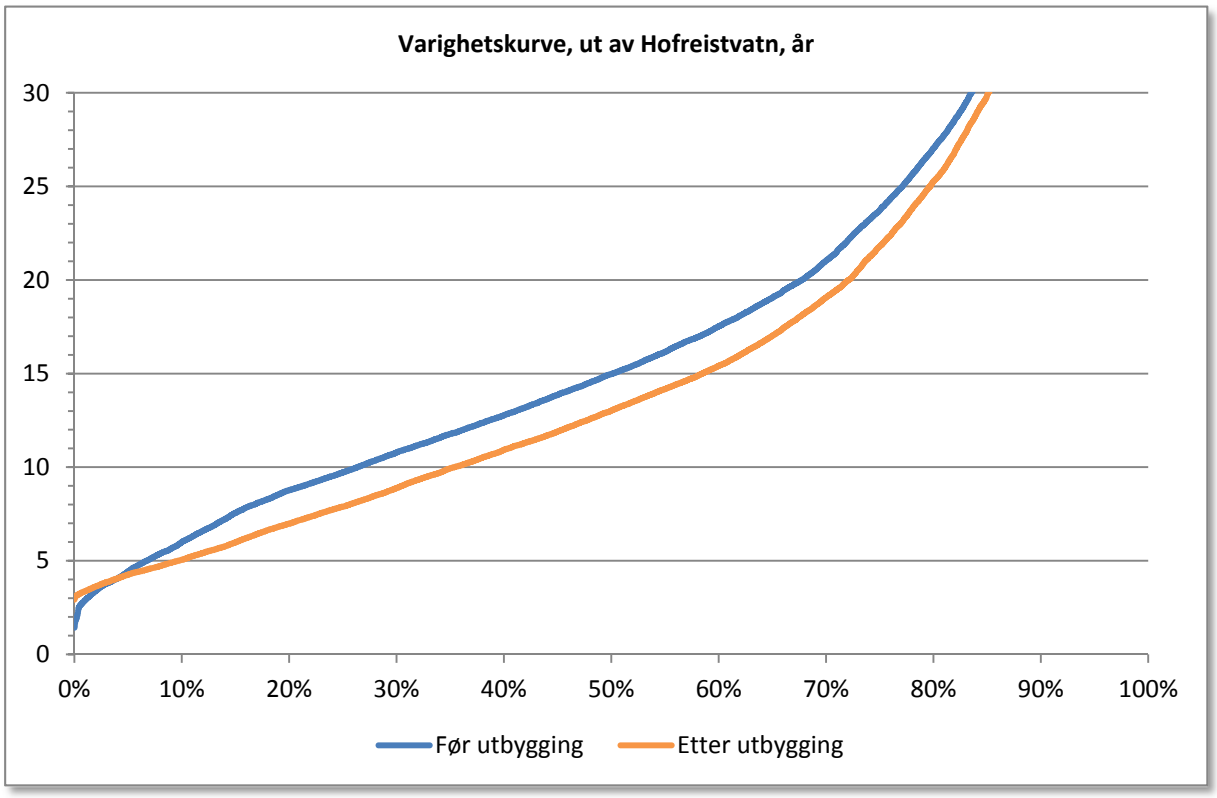


***Figur 4-11**. Varighetskurve Birkelandsvatn for sommerhalvåret (1. mai – 30. september) for perioden 1973-2013 og for de ulike scenariene (jf. Tabell 4-2).*

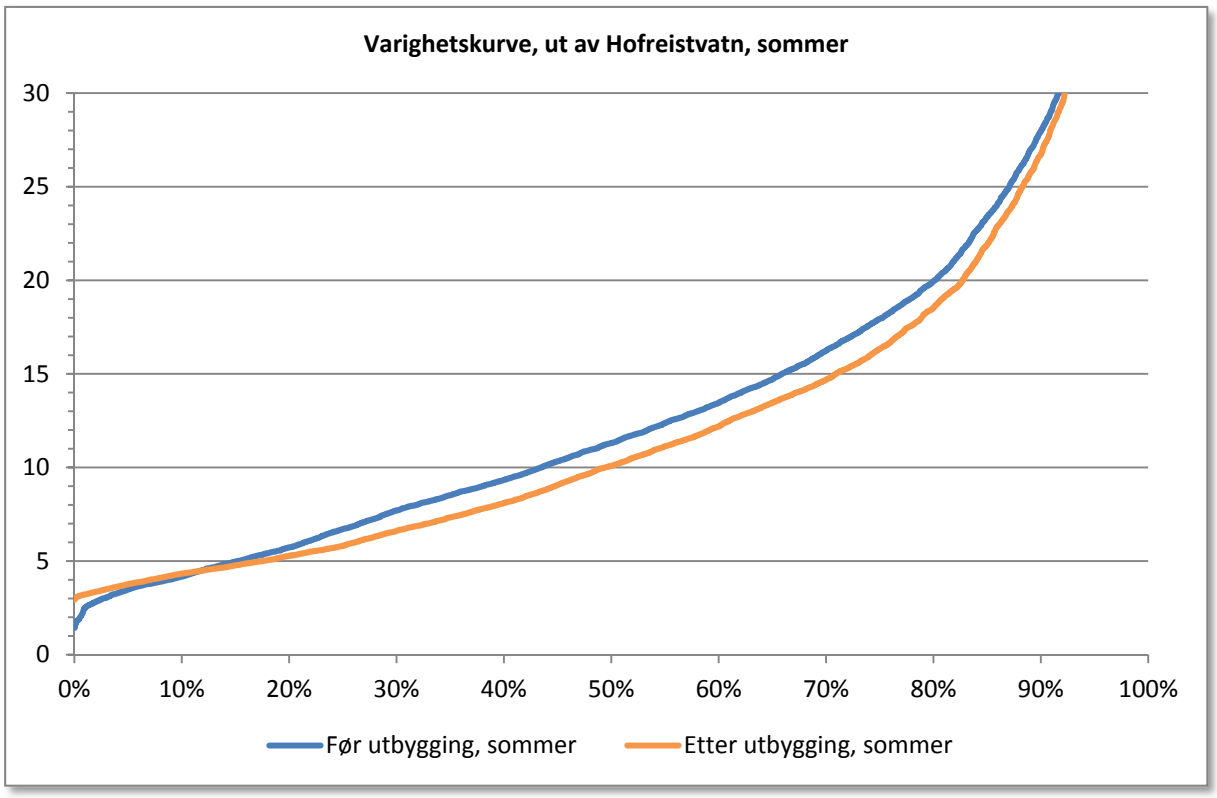


***Figur 4-12**. Varighetskurve Birkelandsvatn for vinterhalvåret (1. oktober – 30. april) for perioden 1973-2013 og for de ulike scenariene (jf. Tabell 4-2).*

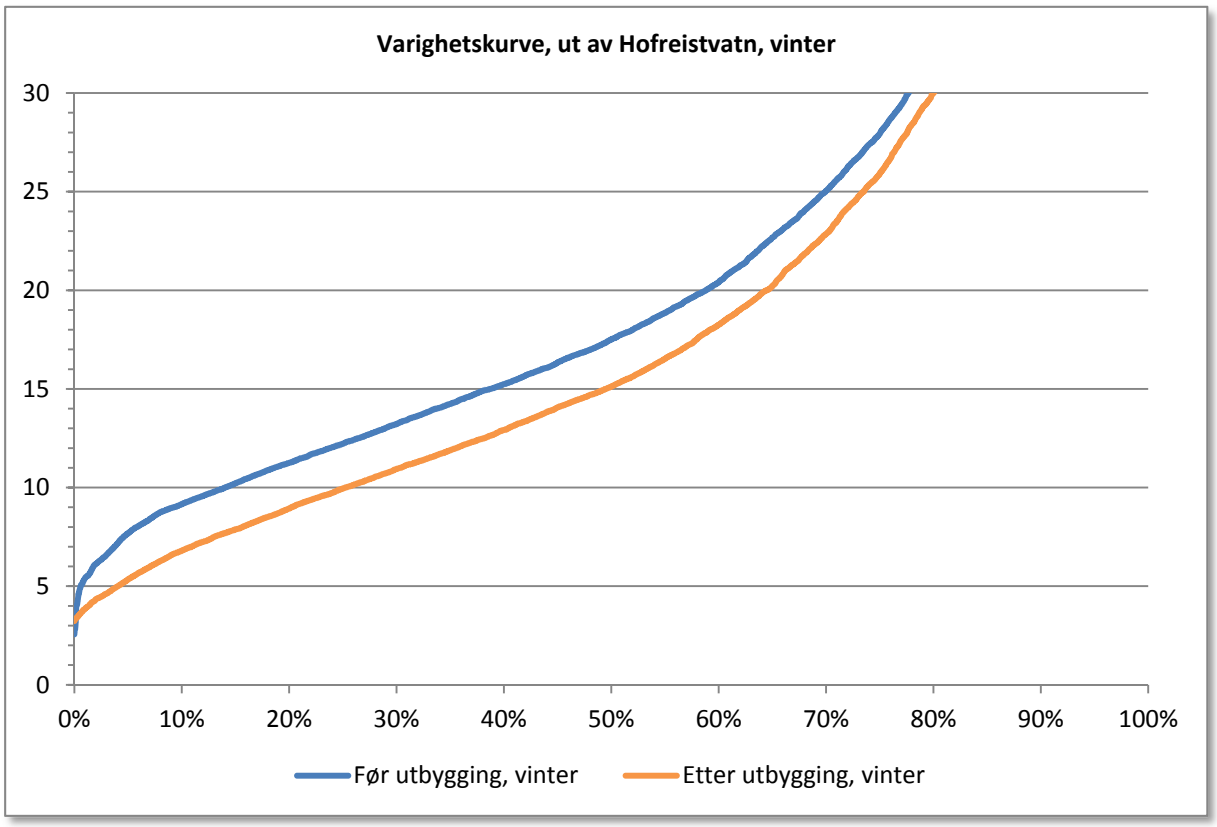
I tillegg til varighetskurver for vannføringen ved utløpet av Birkelandsvatn, presenteres også varighetskurver for to andre punkter i vassdraget: Utløpet av Hofreistvatn og Gjedlakleiv.



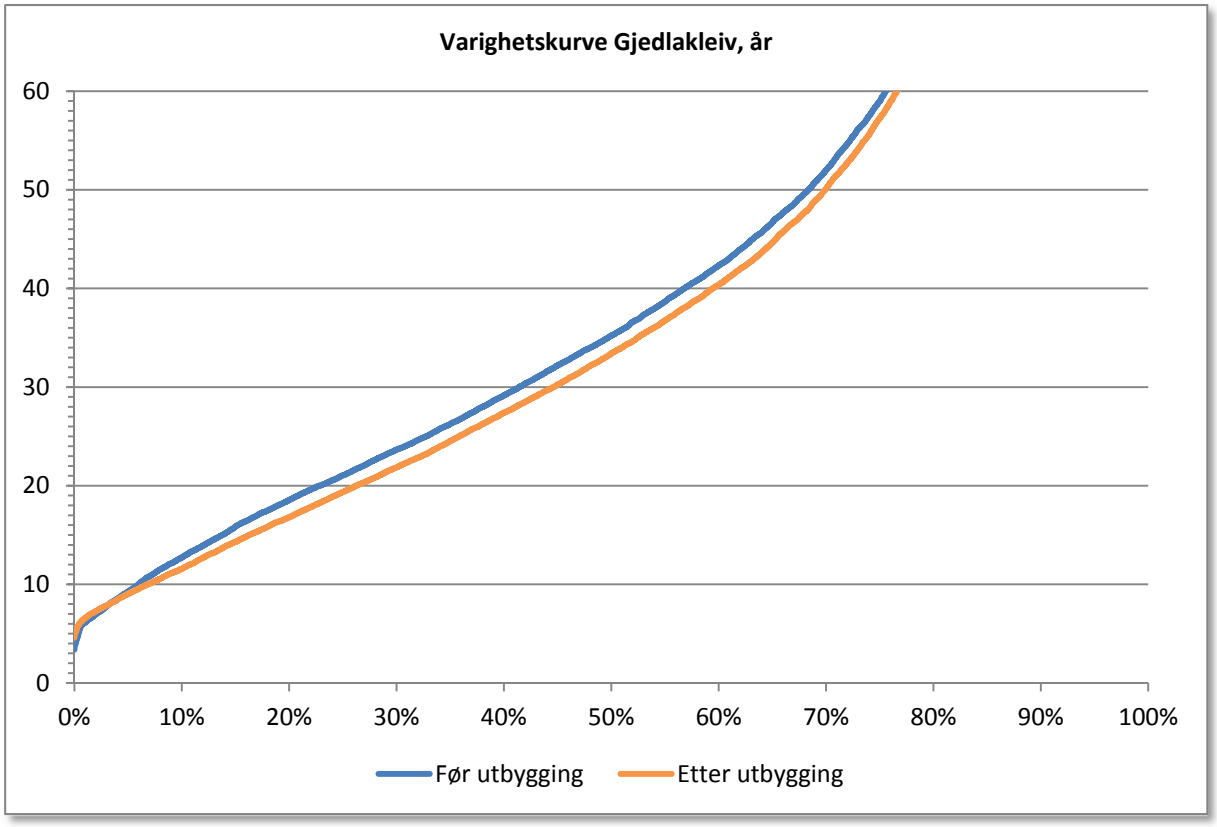
***Figur 4-13**. Varighetkurve ut av Hofreistvatn før og etter utbygging for perioden 1973-2013.*



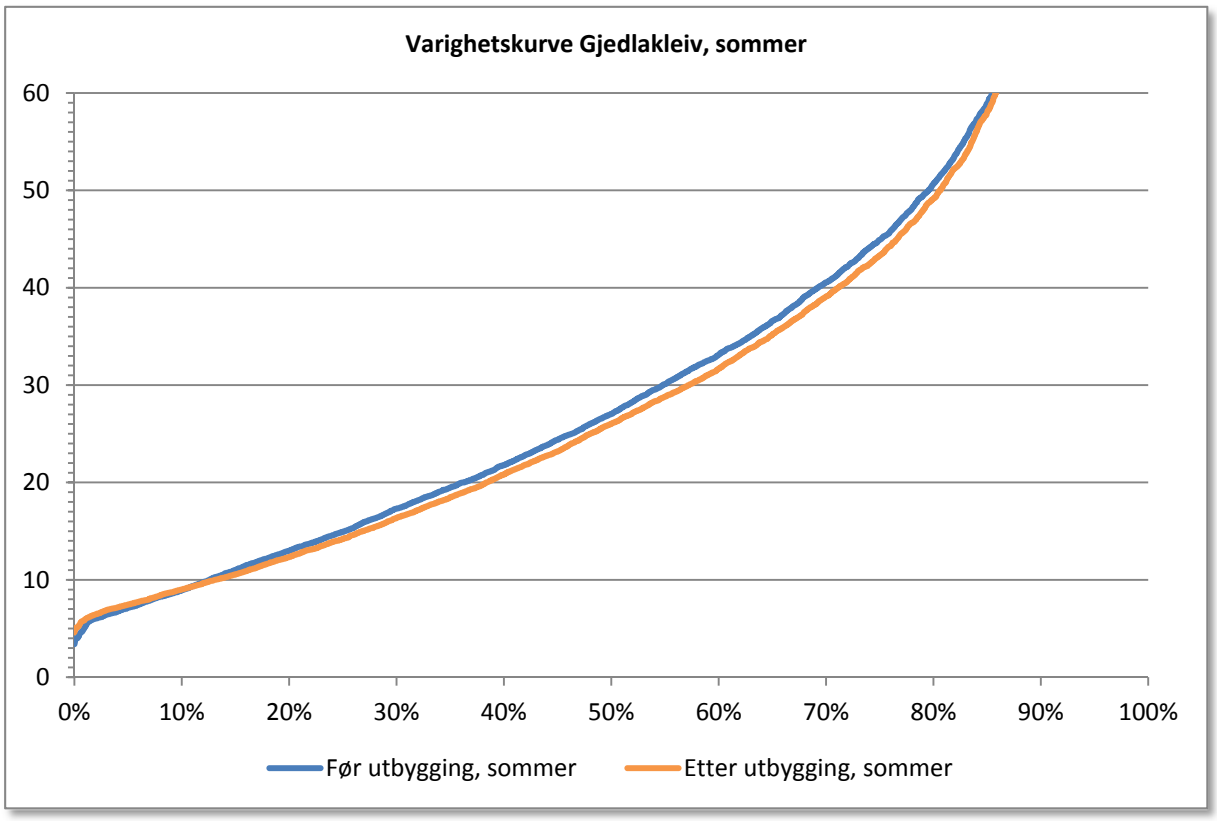
***Figur 4-14**. Varighetskurve ut av Hofreistvatn før og etter utbygging for sommerhalvåret (1. mai til 30. september) for perioden 1973-2013.*



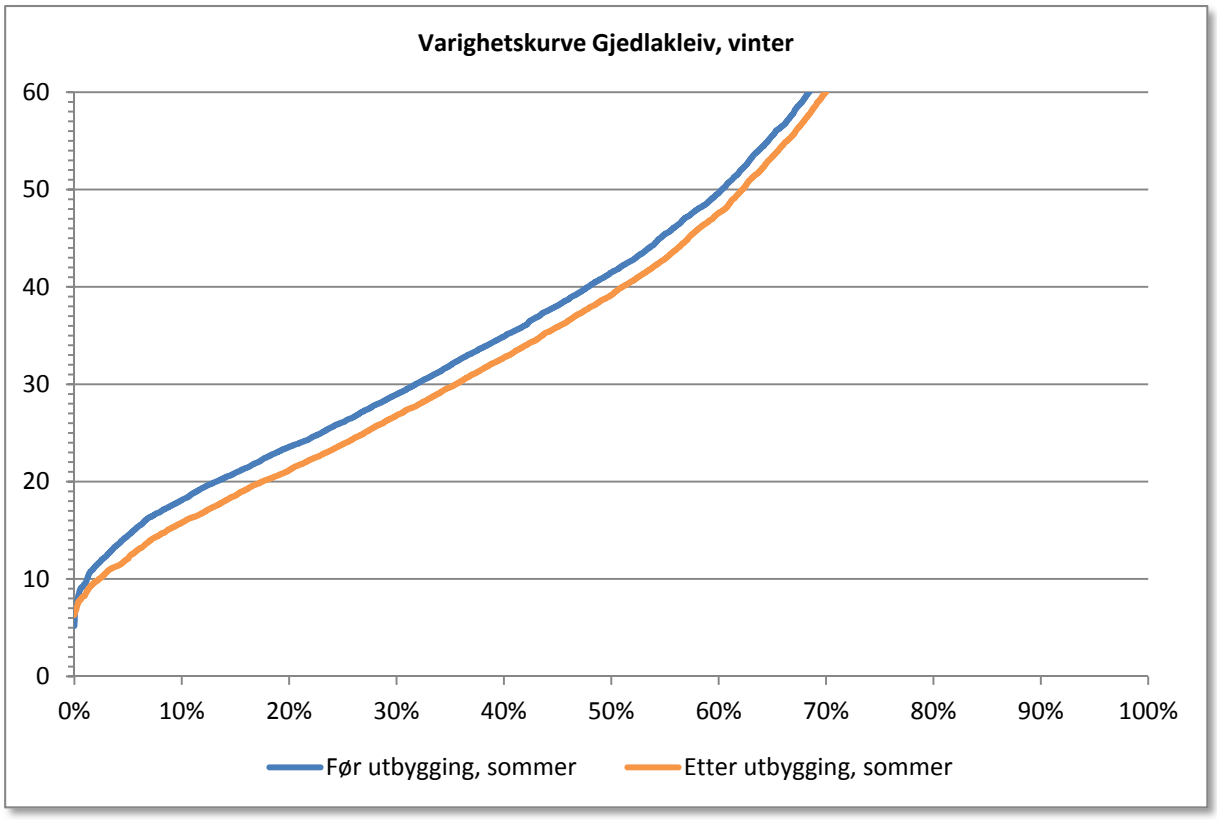
***Figur 4-15**. Varighetskurve ut av Hofreistvatn før og etter utbygging for vinterhalvåret (1. oktober til 30. april) for perioden 1973-2013.*



***Figur 4-16**. Varighetskurve Gjedlakleiv før og etter utbygging for perioden 1973-2013.*



***Figur 4-17**. Varighetskurve Gjedlakleiv før og etter utbygging for sommerhalvåret (1. mai til 30. september) for perioden 1973-2013.*



***Figur 4-18**. Varighetskurve Gjedlakleiv før og etter utbygging for vinterhalvåret (1. oktober til 30. april) for perioden 1973-2013.*

Av figurene over kommer det fram av endring i vannføring pga. uttak fra Birkelandsvatn blir mindre merkbar jo lenger ned i vassdraget man kommer. Ved Gjedlakleiv er det minimal forskjell på vannføringen før og etter utbygging.

Lavvannføring

Laveste observerte verdi i perioden det er målt vannføring ut fra Birkelandsvatn (september 2013 til januar 2015) er 1,7 m³/s (1. juli 2014, Figur 4-2). Simuleringene viser at vannføring ut fra Birkelandsvatn slik situasjonen er i dag kan komme ned i 1,0 m³/s i tørre perioder. Dette gjelder også for naturtilstanden og null-alternativet, se varighetskurvene i Figur 4-10.

I tabellene under presenteres lavvannføringer hentet ut fra simuleringene, for scenarioene før utbygging og etter utbygging. Lavvannføringene presenteres for de samme punktene i vassdraget som varighetskurvene i forrige delkapittel.

Det kommer fram at alminnelig lavvannføring og 5-persentilen[1] for hele året vil være tilnærmet uendret. 5-persentilen for sommeren vil øke noe, mens 5-persentilen for vinteren reduseres.

Tabell 4-3. *Lavvannføringer fra simulering, før utbygging (perioden 1973-2013) (m³/s)*

Parameter	Ut av Birkelandsvatn	Ut av Hofreistvatn	Ved Gjedlakleiv
Alminnelig lavvannføring	2,9	4,0	8,2
5-persentil år	3,1	4,4	9,3
5-persentil sommer	2,6	3,5	7,1
5-persentil vinter	6,3	7,9	14,5

Tabell 4-4. *Lavvannføringer fra simulering, etter utbygging (perioden 1973-2013) (m³/s)*

Parameter	Ut av Birkelandsvatn	Ut av Hofreistvatn	Ved Gjedlakleiv
Alminnelig lavvannføring	3,1	4,1	8,1
5-persentil år	3,2	4,3	9,0
5-persentil sommer	3,0	3,8	7,5
5-persentil vinter	4,4	5,3	12,1

I tabell 4-5 er observert lavvannføring for målestasjoner i vassdraget oppgitt. Dette for sammenligning.

Tabell 4-5. *Lavvannføringer fra vannmerker i vassdraget (m³/s)*

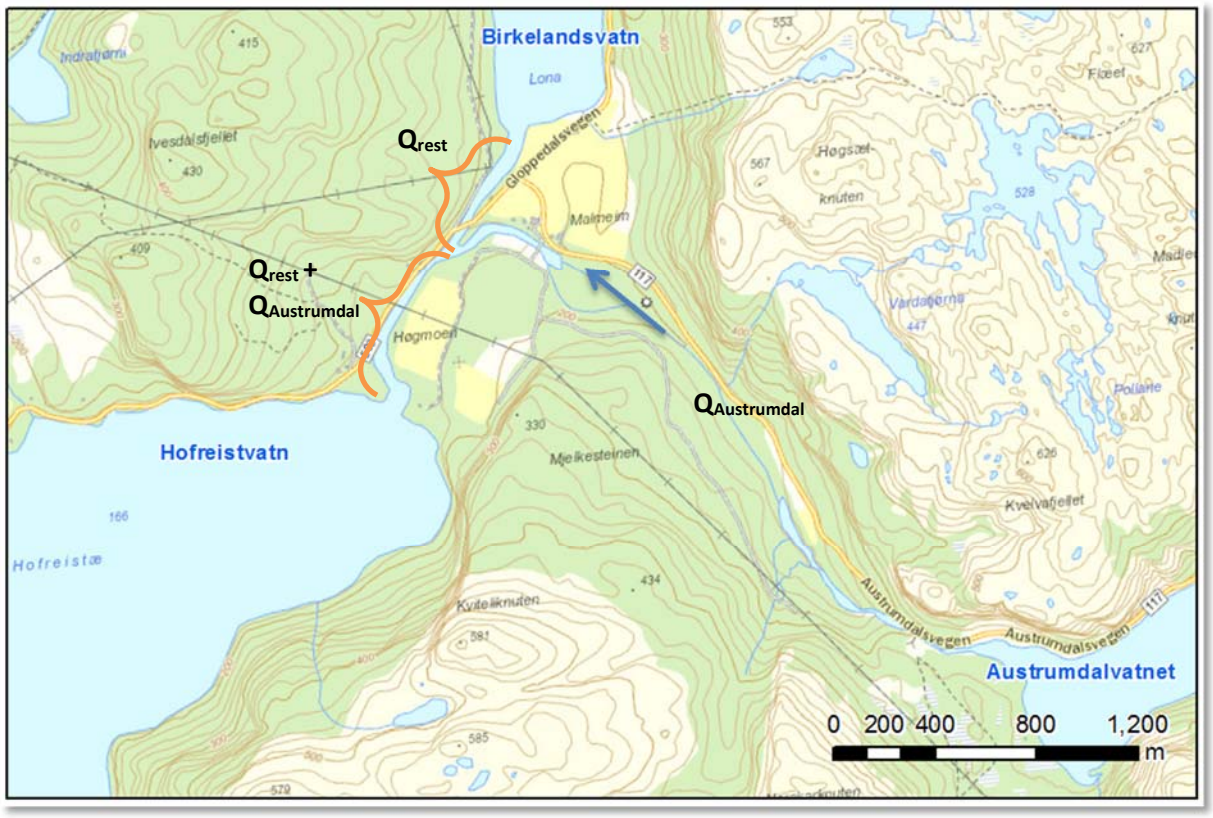
Parameter	VM 27.15 Austrumdal	VM 27.25 Gjedlakleiv	VM 27.25 Gjedlakleiv
Periode	*1986-2013*	*1900-2013*	*1973-2013*
Alminnelig lavvannføring	0,77	8,37	7,90
5-persentil år	0,82	9,59	8,74
5-persentil sommer	0,87	8,40	7,06
5-persentil vinter	0,76	10,40	11,59

[1] Den vannføringen som underskrides 5% av tiden

4.1.5 Restvannføring ut av Birkelandsvatn

Uttak av vann fra Birkelandsvatn vil skje uten større inngrep i vassdraget, så det blir ikke riktig å snakke om «slipp av minstevannføring» slik det gjøres ved f.eks. bygging av en dam til et vannkraftverk. Det er imidlertid planlagt å legge opp til en tappestrategi fra de tilgjengelige vannkildene (Stølsvatn, Romsvatn og Storavatn) slik at restvannføringen ut av Birkelandsvatn alltid vil være tilstrekkelig.

Denne restvannføring skal sørge for at elva Malmeisåna mellom utløpet av vannet og samløpet med Austrumdalsåna, en strekning på snaut 500 meter, se Figur 4-19, har tilstrekkelig vann. Etter samløpet med Austrumdalsåna, og særlig etter utløpet i Hofreistvatn, blir vassdraget matet av sideelver, slik at restvannføringen fra Birkelandsvatn har mindre betydning.



***Figur 4-19**. Utløpet av Birkelandsvatn. Q_{rest} er vannføringen ut av Birkelandsvatn etter utbygging. $Q_{Austrumdal}$ er vannføring fra Austrumdalsvatnet.*

Behov for en viss vannføring på denne strekningen er hovedsakelig knyttet til laksevandring. Med planlagt vannuttak, og utnytting av eksisterende kilder, vil det alltid være en vannføring på minst 2,5 m³/s ut av Birkelandsvatn, noe som er ca. 5-percentilen for sommeren. Mesteparten av året vil vannføringen være langt over dette, slik det er vist på varighetskurven ut fra Birkelandsvatn i Figur 4-10. Legg merke til at for lave vannføringer blir vannføringen etter utbygging større enn de var før utbygging. Det bør også merkes at inntil vannbehovet i Stavangerregionen blir så stort som 2,5 m³/s vil dessuten vannføringen på den berørte strekningen være enda større enn den som er simulert.

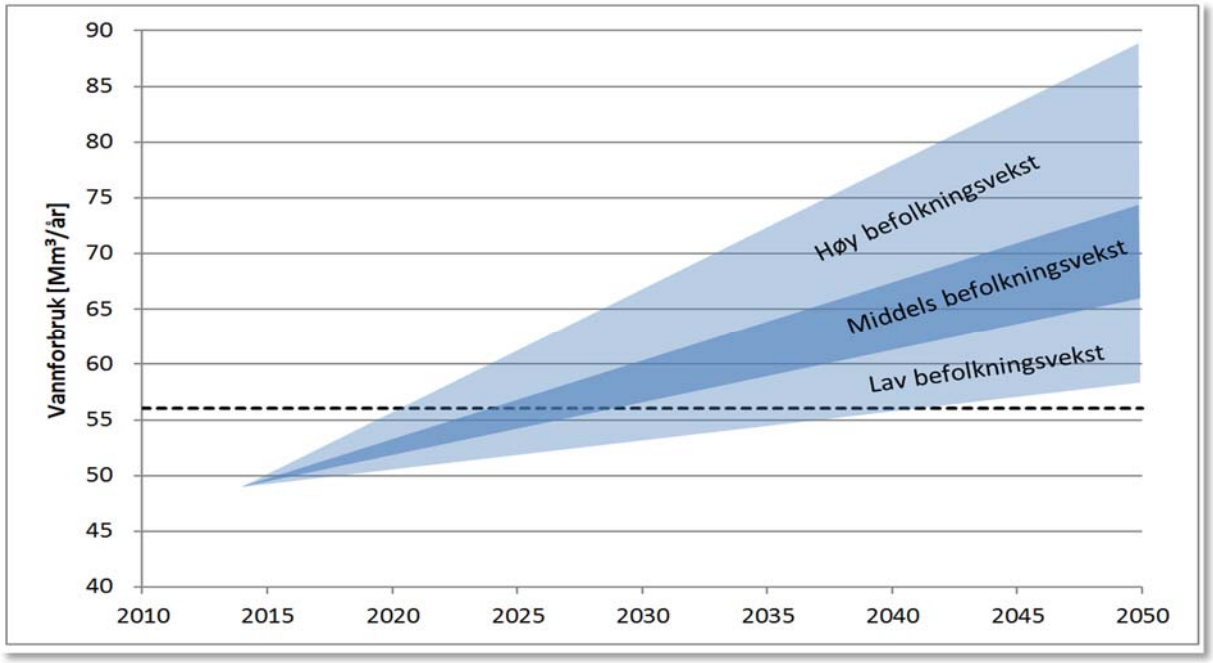
4.1.6 Driftsvannføring

IVAR vannbehandlingsanlegg Langevatn leverer i dag ca. 45 Mm³ drikkevann per år, noe som tilsvarer ca. 1,4 m³/s. Av disse 1,4 m³/s kommer ca. 1 m³/s fra Stølsvatn, mens de resterende 0,4 m³/s blir hentet fra Storavatn i Gjesdal kommune.

I dokumentet «Hovedplan Drikkevann 2050» (IVAR 2011) skisserer IVAR ulike scenarioer for

utviklingen av vannforbruket, basert på forventet befolkningsvekst og endring i vannforbruk.

IVAR har sett på Statistisk Sentralbyrå sine befolkningsfremskrivninger, og videre vurdert tre ulike scenarioer for vannforbruk i 2050, fra 400 til 450 liter per person per dag. I Figur 4-20 presenteres mulig utvikling i vannforbruk. Avvik i mellom denne figuren og IVAR (2011) skyldes at det her er brukt befolkningsfremskrivninger fra 2014 (Statistisk sentralbyrå 2014).



Figur 4-20. *Beregnet utvikling i vannforbruk for ulike scenario. Stiplet linje viser midlere årstilsig ved eksisterende råvannskilder.*

Vannforsyningen planlegges for et uttak på ca. 75 Mm³/år i 2050, noe som tilsvarer ca. 2,5 m³/s eller ca. 20% av det totale årstilsiget til Birkelandsvatn. Grunnet varierende vannkvalitet i Storavatn og Stølsvatn, er det ønskelig å kun tappe vann fra Birkelandsvatn, men Storavatn kan brukes som suppleringskilde ved behov. Tilsig til Romsvatn og Stølsvatn lagres i de eksisterende magasinene, og føres videre til Birkelandsvatn via det naturlig elveleiet når det er behov for ekstra vann.

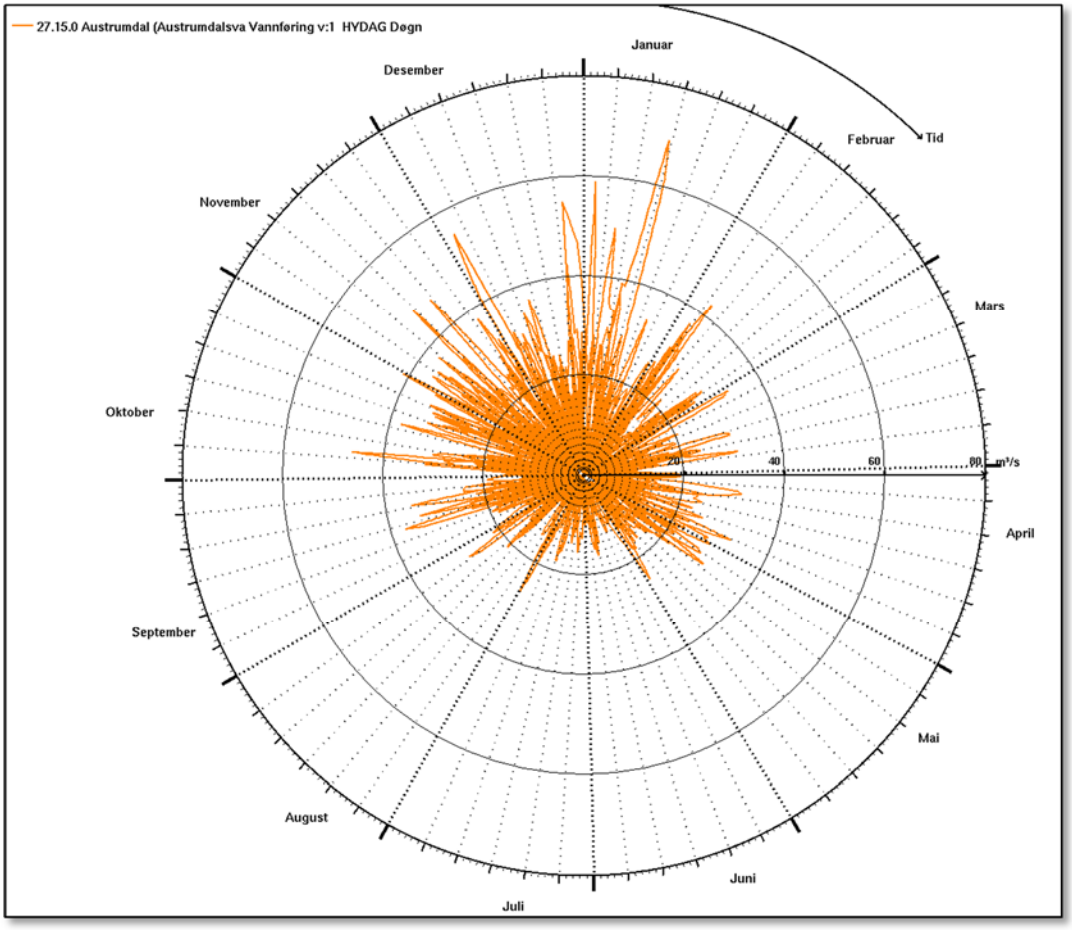
Ved behov finnes det også en mulighet for å kjøpe vann fra Lyse Energi fra Store Myrvatn. Slik situasjonen ser ut i dag, ser dette imidlertid ikke ut til å være nødvendig.

Tappestrategi i den hydrauliske modellen er videre beskrevet i rapporten «Hydraulisk modellering. Konsekvenser og avbøtende tiltak».

4.2 Flommer

Ut fra årspolarplottet til VM 27.15 Austrumdal, som er nabovassdraget til Birkelandsvatn, ser det ut til at flommer kan oppstå hele året, men at de største flommene gjerne er om høsten/vinteren, fra november til januar. Dette er illustrert i årspolarplottet til målestasjonen i Figur 4-21.

Det samme vannføringsmønsteret finnes i målingene som er gjort for Birkelandsvatn, men ett år med data er et alt for lite grunnlag til å vurdere flomstørrelsene. Det er heller ikke mulig å bruke de simulerte vannføringene for Birkelandsvatn til å bestemme flomstørrelser, da disse har fokus på lave vannføringer og vannvolumer heller enn kulminasjonsvannføringer. For å bestemme flommer for ulike gjentaksintervall er det derfor gjort flomfrekvensanalyser på en rekke stasjoner i nærliggende vassdrag.



***Figur 4-21**. Årspolarplott for VM 27.15 Austrumdal. Figuren viser hvordan vannføringene ved vannmerket er fordelt utover året.*

***Tabell 4-6.** Flomfrekvensanalyse*

Navn		Periode	Antall år	Feltareal km^2	q_M $l/s/km^2$	Q_{10}/Q_M	q_{10} $l/s/km^2$
26.4	Fidjelandsvatn	1919-1969	50	506	510	1.30	662
26.5	Dorgefoss	1914-1970	56	808	401	1.35	540
26.10	Liland	1933-1970	37	73	356	1.23	438
26.20	Årdal	1970-2013	43	77	610	1.38	844
26.21	Sandvatn	1971-2013	42	28	484	1.32	636
26.22	Deg	1971-2013	42	69	429	1.35	580
26.26	Jogla	1973-2013	40	31	629	1.38	871
26.29	Refsvatn	1978-2013	35	53	609	1.33	811
26.32	Holmavatn	1981-2013	32	79	428	1.39	595
27.15	Austrumdal	1986-2013	28	61	625	1.32	826
27.16	Bjordal	1985-2013	29	124	766	1.42	1089
27.24	Helleland	1897-1977	80	186	602	1.47	887
27.25	Gjedlakleiv	1897-1982	85	645	416	1.36	566

Middelflom Q_M er gjennomsnittet av den største vannføringen hvert år for hele dataserien. 10-årsflom Q_{10} er den vannføringen som har 1/10 sannsynlighet for å bli oversteget et år.

VM 27.14 Austrumdal, som er det feltet som regnes som mest representativt for Birkelandsvatn, har en middelflomavrenning q_m på 625 l/s/km². Dette anses som en sannsynlig verdi også for Birkelandsvatn. Vannføringsmålinger ved VM 27.13 Maudal viser at det i et middels år ikke går overløp ved Store Myrvatn. Det vil si at tilsig for middelflom ved Birkelandsvatn kun kommer fra delfeltet med areal på 126 km², og middelflommen blir dermed 80 m³/s.

I frekvensanalysen er det sett på 10-årsflom, og forholdet mellom Q_{10} og Q_M varierer mellom 1,23 og 1,47. Middelverdien er på 1,35, og dette forholdet for Q_{10}/Q_M er antatt for Birkelandsvatn. Flomavrenning q_{10} blir dermed 844 l/s/km², og skadeflom Q_{10} ved Birkelandsvatn før regulering av Store Myrvatn kan dermed settes til 148 m³/s. Med antagelse om at det ikke går overløp ved Maudal ved Q_{10}, blir flommen på ca. 100 m³/s. Største observerte vannføring ved VM 27.13 Maudal i perioden 1943-2013 er på 28 m³/s, men vannføringskurven for stasjonen er ekstrapolert for vannføringer større enn ca. 10 m³/s, så det er betydelig usikkerhet knyttet til denne verdien.

Vannuttaket fra Birkelandsvatn er lite i forhold til beregnede flommer, og det ikke planlagt noen regulering av vannet. Utbyggingen vil dermed påvirke flomforholdene i svært liten grad.

4.3 Magasinvolum, magasinkart og fyllingsberegninger

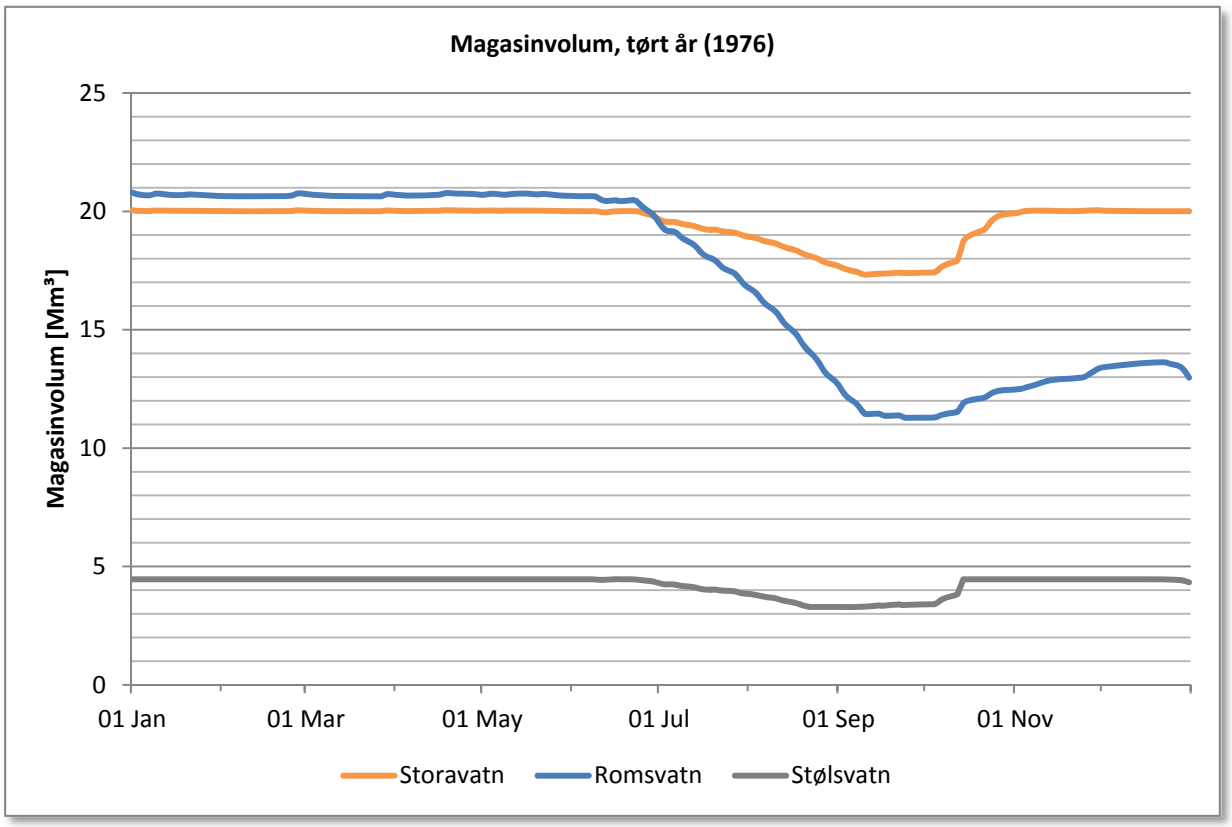
I KU-programmet er det oppgitt at et alternativ med regulering av Birkelandsvatn skal vurderes. Med de eksisterende mulighetene for tapping fra Romsvatn, Stølsvatn og Storavatn, er det ikke nødvendig med regulering av Birkelandsvatn verken for uttak av drikkevann eller for å opprettholde tilstrekkelig vannføring nedstrøms vannet. Det er derfor vurdert at det å bygge en terskel ved utløpet av Birkelandsvatn ikke er hensiktsmessig.

I de følgende figurene blir det vist hvordan eksisterende kilder utnyttes for å sikre tilstrekkelig vannføring ut av Birkelandsvatn. Disse kan gjerne ses i sammenheng med kurvene for vannføring som ble presentert i kapittel 4.1.3.

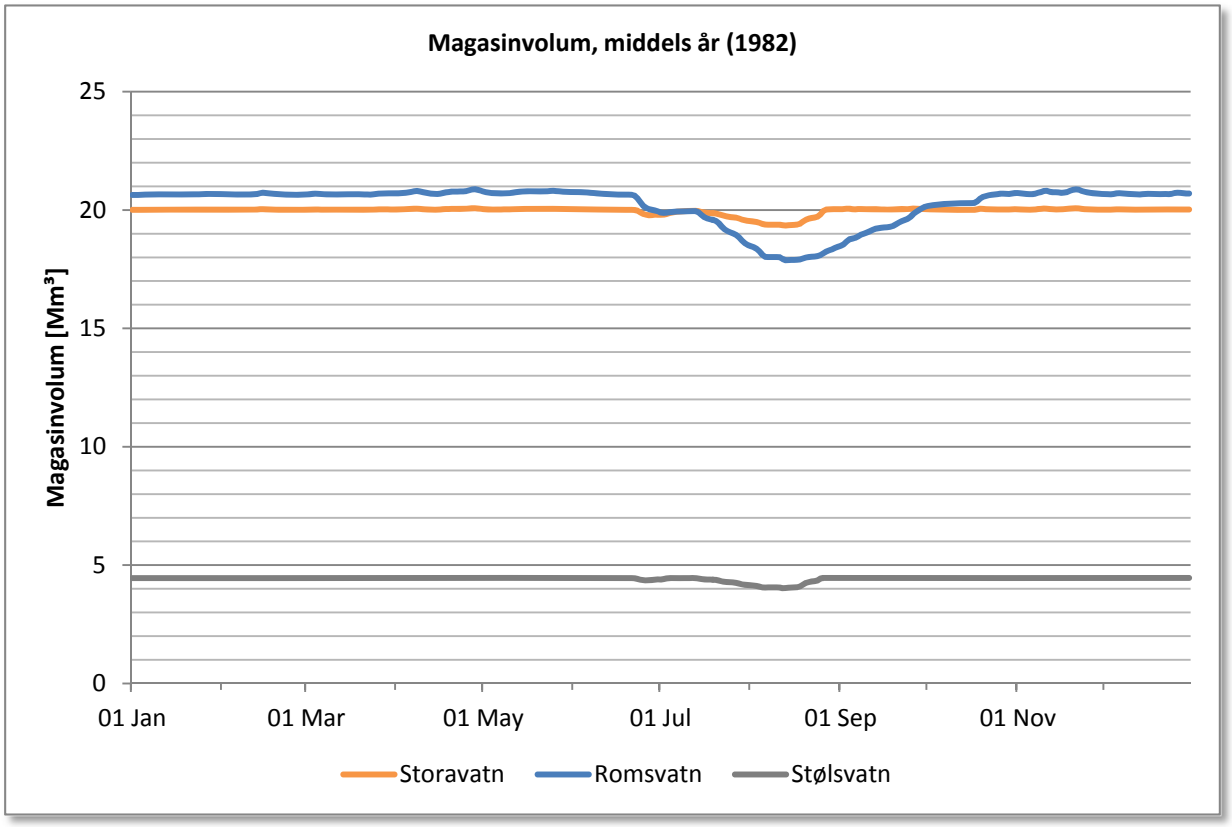
Tabell 4-7. *Eksisterende magasiner, magasinvolum, høyeste regulerte vannstand (HRV) og laveste regulerte vannstand (LRV).*

	Volum	HRV	LRV
Romsvatn	22 Mm³	412	391
Stølsvatn	4,5 Mm³	296	278
Storavatn	20 Mm³*	275	262*

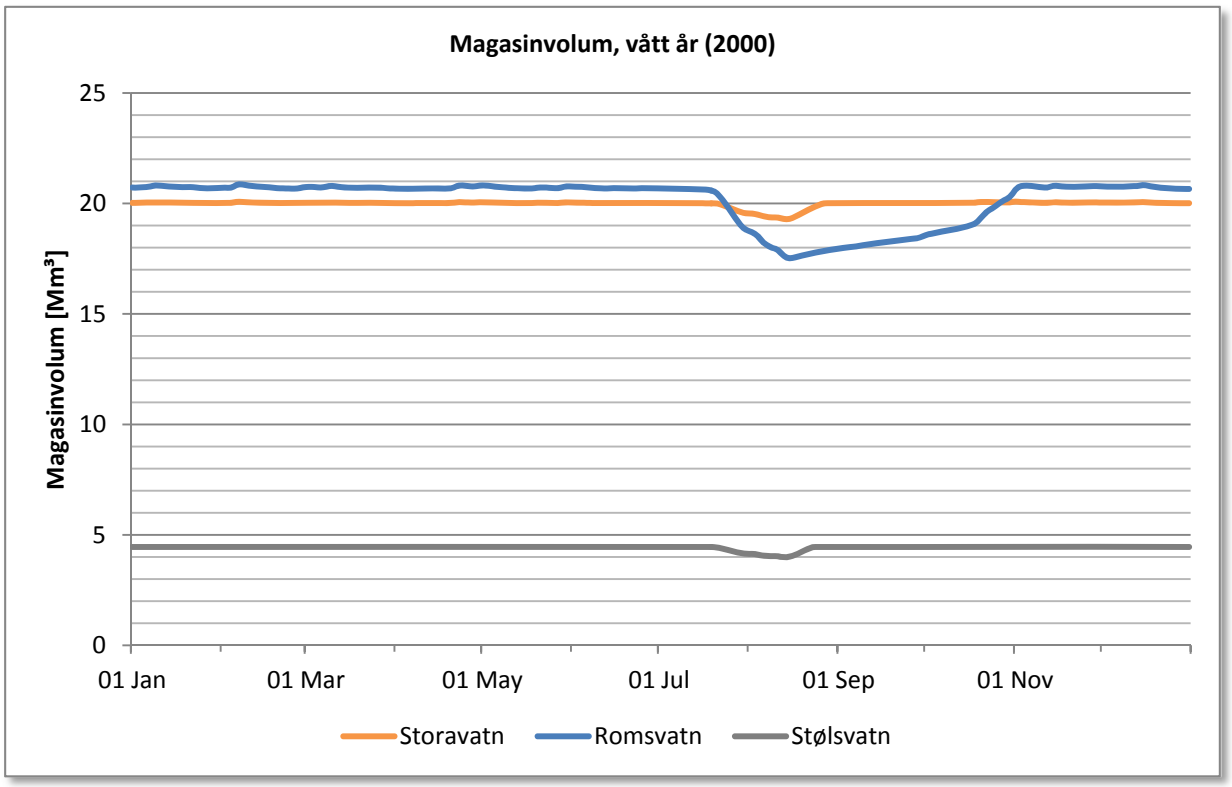
*Bør ikke tappes mer enn 2 meter (volum 4 Mm³), ellers blir det problemer med vannkvaliteten.



Figur 4-22. *Fyllingsberegninger for eksisterende magasiner i et tørt år.*



Figur 4-23. *Fyllingsberegninger for eksisterende magasiner i et middels år.*



Figur 4-24. *Fyllingsberegninger for eksisterende magasiner i et vått år.*

4.4 Vanntemperatur, isforhold og lokalklima

4.4.1 Vanntemperatur

Måleren som ble installert ved utløpet av Birkelandsvatn i juli 2014 registrerer også temperatur, men kun lufttemperatur, og det er også problemer med direkte solinnstråling som påvirker målingene.

For å gjøre en vurdering av vanntemperaturen er det derfor sett på simulert (interpolert fra nærliggende målestasjoner) lufttemperatur ved Birkelandsvatn for perioden 1958-2013 hentet fra SeNorge (se figur 4-25). Denne viser at lufttemperaturen i et medianår holder seg rundt 0 grader om vinteren, fra desember til mars, og går opp mot 15 grader i juli/august.

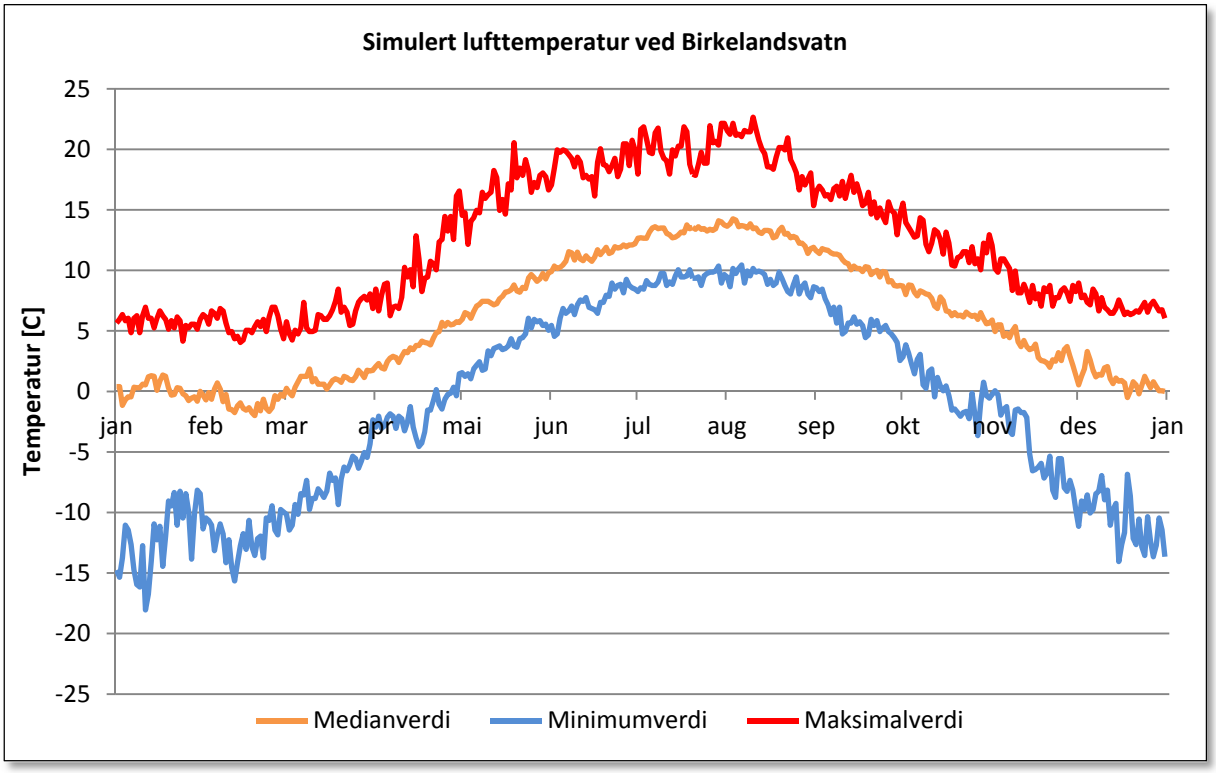
Vannet i Malmåni kommer fra overflatesjiktet i Birkelandsvatn. Dette vil typisk ligge nær lufttemperatur (10-15 grader) om sommeren, og ligge rett over 0 grader om vinteren. Ved svært lav vannføring i sommermånedene kan vannet i Lona (utløpet fra Birkelandsvatn) og Malmåni også bli varmet opp noe lokalt, slik at temperaturen her er høyere enn i Birkelandsvatn. Den hydrauliske modellen viser at transporttiden på strekningen mellom Birkelandsvatn og Hofreistvatn ved lave vannføringer er på ca. en halv time.

Uttak av vann er såpass begrenset (20% av tilsig) at det ikke forventes å ha betydelig påvirkning på vanntemperatur. Kravet til restvannføring gjør at det blir mer vann i periodene med lav vannføring om sommeren, noe som kan gi lavere temperaturer akkurat i disse periodene.

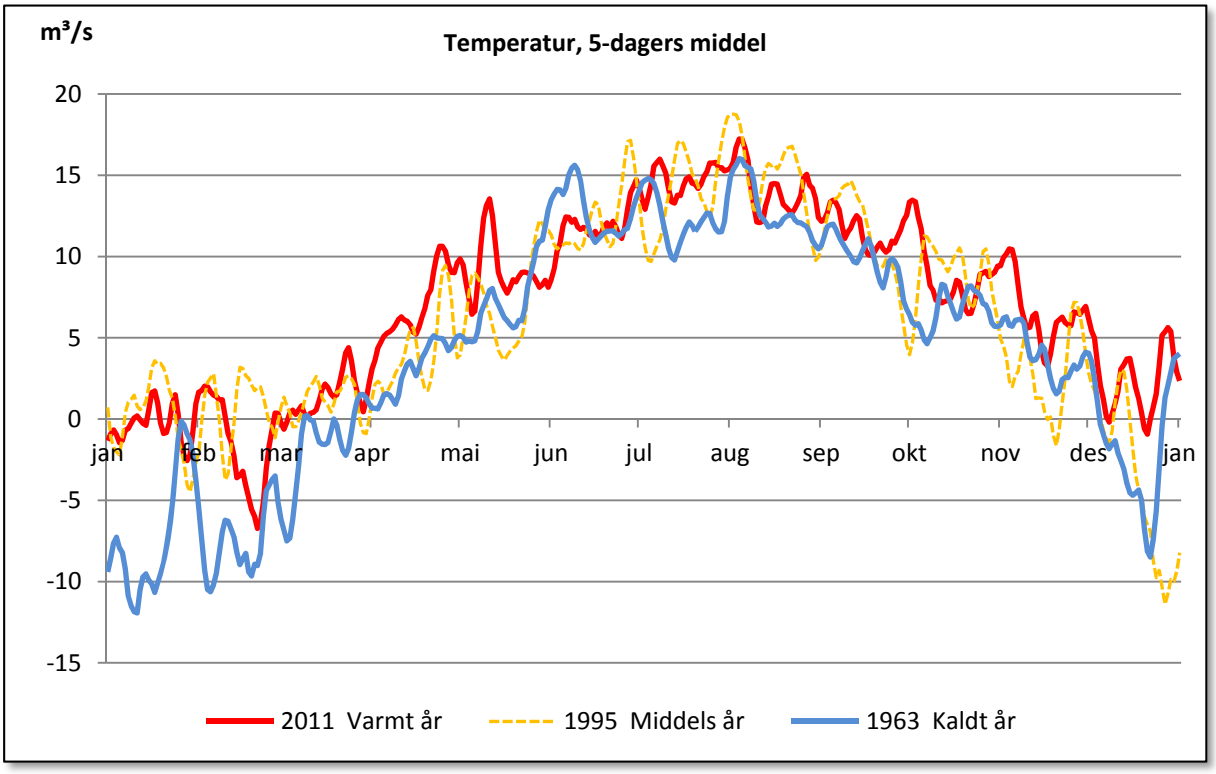
4.4.2 Isforhold

Om vinteren varierer lufttemperaturen ved Birkelandsvatn mellom -15 og +5 grader, med mediantemperatur rundt frysepunktet fra januar til mars. Det kan være is på vannet i perioder, fra november til april, men bortsett fra i spesielt kalde år er det ikke et konstant isdekke på innsjøen. Se figur 4-26 for temperaturer i et kaldt, et varmt og et middels år.

Vinteren er den perioden med høyest vannføring, og uttak av vann er en såpass begrenset mengde at det ikke forventes å ha noen påvirkning på isforhold.



Figur 4-25. *Lufttemperatur ved Birkelandsvatn*



Figur 4-26. *Temperatur i et varmt, et kaldt og et middels varmt år. Interpolert fra nærliggende målestasjoner.*

4.4.3 Lokalklimatiske forhold

I følge NVEs landsdekkende grid (på 1 x 1 km nivå) er nedbøren i feltet til Birkelandsvatn ca. 2500 mm/år. Årsmiddeltemperaturen i nedbørfeltene er, i følge modellen, på +4,2°C, med vintertemperatur +0,7°C og sommertemperatur +9,2°C.

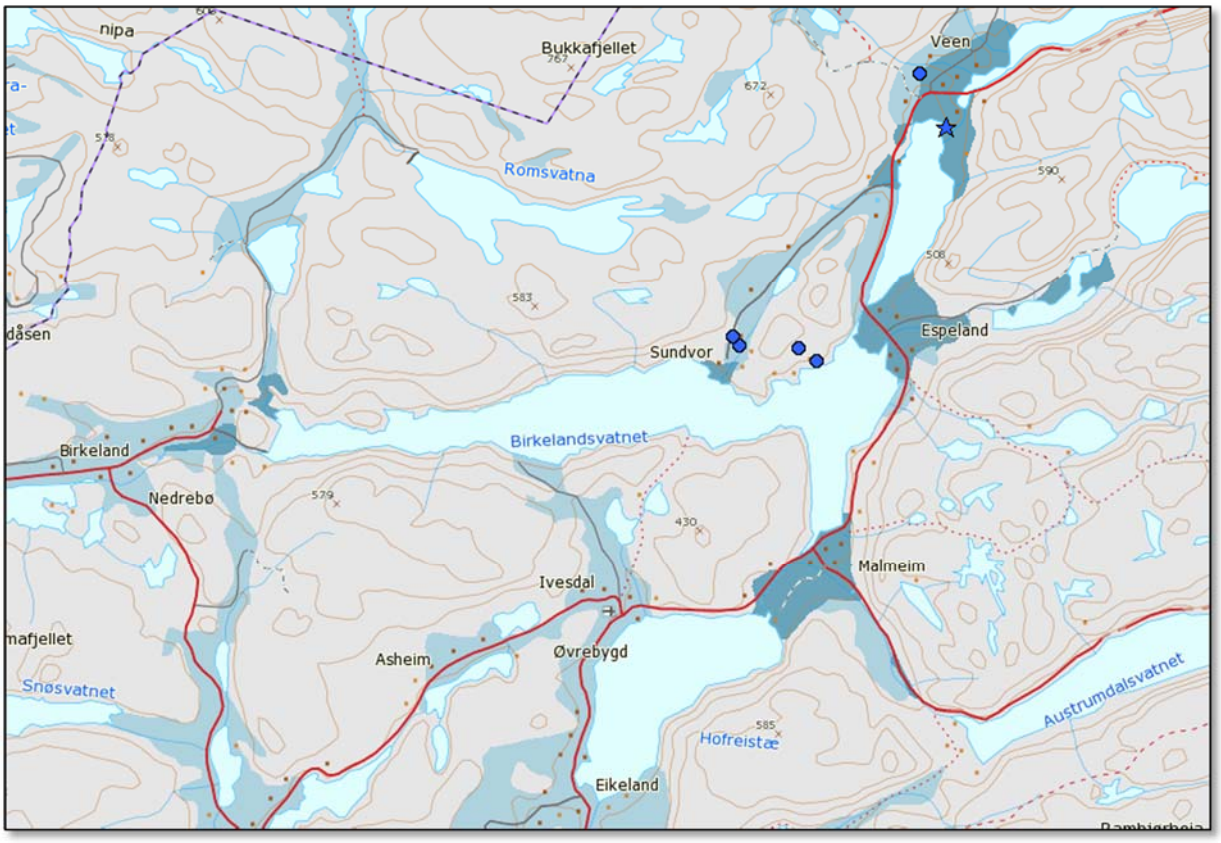
Det er ikke ventet vesentlige endringer i de lokalklimatiske forholdene langs vassdraget. Noe høyere vannføring i tørkeperioder om sommeren vil kunne medføre litt lavere lufttemperatur tett inntil vassdraget, men endringene vil nok bli små, svært lokale og knapt merkbare.

4.5 Grunnvann

Ifølge NGUs grunnvassdatabase Grenada ligger det fire fjellbrønner nært Birkelandsvatn, og området ved Espeland og ved Malmeim er registrert å ha betydelig grunnvannspotensiale.

Tiltaket innebærer ingen betydelig endring i vannstanden i Birkelandsvatn, og vil dermed ikke ha noen påvirkning på grunnvannspeilet rundt vannet. Eksisterende og kommende uttak vil ikke bli berørt.

Nedstrøms Birkelandsvatn vil det kun bli en liten endring i vannføring, under 20% av vannet tas ut og vassdraget blir matet fra Austrumdalsvatn etter noen få hundre meter. Grunnvannet vil dermed ikke påvirkes.



Figur 4-27. *Grunnvannpotensiale og grunnvannsbrønner (blå punkter)*

I anleggsfasen kan sprenging av tunnelen tappe grunnvann fra bergformasjoner som tunnelen drives gjennom. Ved valg av velegnede driftsmetoder vil omfang av innlekkasje til tunnelen bli begrenset uansett, siden en eventuell stor innlekkasje vil kunne bli problematisk for anleggsdriften. Tunnelen vil bli tilnærmet tettet gjennom injisering av sprekker og andre permeable soner før de settes i drift, slik at en eventuell senkning av grunnvannet rundt tunnelene vil bare være midlertidig mens anleggsvirksomheten pågår. En midlertidig senkning av grunnvannstrykket vil ikke ha noen synlige

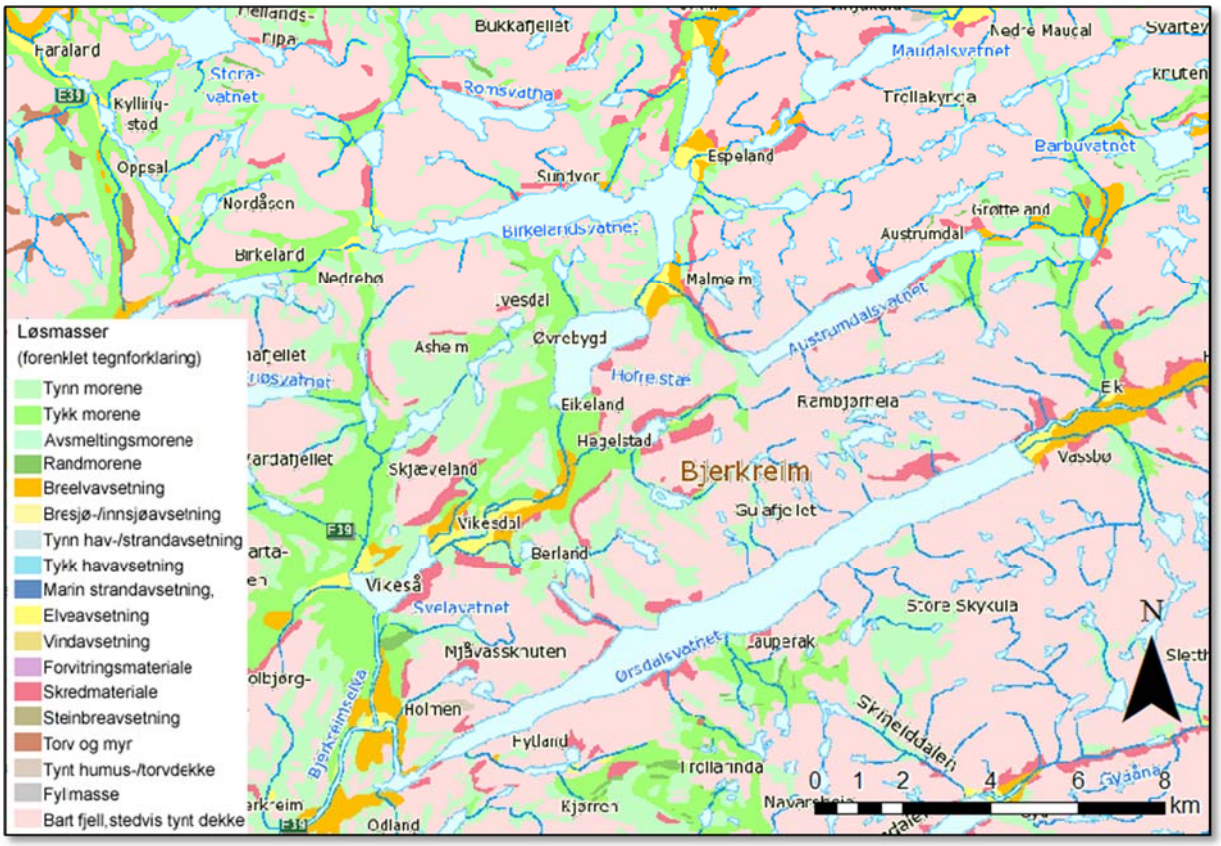
konsekvenser i overflaten med mindre tunnelen passerer under veldig små delfelter hvor mengden vann som renner inn i tunnelen er av samme størrelsesorden som overflateavrenning fra feltet. Vi kan ikke se at det finnes slike tilfeller langs tunneltraseen og konkluderer med at konsekvenser av tunneldriften i anleggsperioden vil bli en forbigående senkning av grunnvannstrykket, uten betydning for noen interesser.

4.6 Erosjon og sedimenttransport

Erosjon er i stor grad knyttet til flom, og uttak av drikkevann vil i svært liten grad påvirke flomforholdene i vassdraget nedstrøms Birkelandsvatn. Det forventes derfor heller ikke at erosjonsforholdene vil endre seg i forhold til i dag.

Redusert vannføring kan i noen tilfeller føre til økt sedimentering fordi vannets evne til å transportere sedimentere reduseres. For Birkelandsvatn anses dette som uaktuelt, både fordi avløp fra Birkelandsvatn inneholder lite sedimenter og fordi vannføringen ikke blir betydelig redusert.

Sannsynlighet for økt sedimenttransport og tilslamming av vassdraget under anleggsperioden anses som minimal, fordi ikke er planlagt noe byggearbeid i elva ut av Birkelandsvatn. Det eneste byggearbeidet i direkte kontakt med vassdraget er inntaket. Dersom ev. slam knyttet til tunneldrift havner i Birkelandsvatn vil dette fortynnes såpass mye at det ikke har noen påvirkning nedstrøms i vassdraget. Siden formålet med utbyggingen er drikkevannforsyning, vil det dessuten være viktig for utbygger å utføre anleggsarbeid på en slik måte at drikkevannskilden ikke forurenses.



Figur 4-28. *Løsmasser ved Birkelandsvatn*

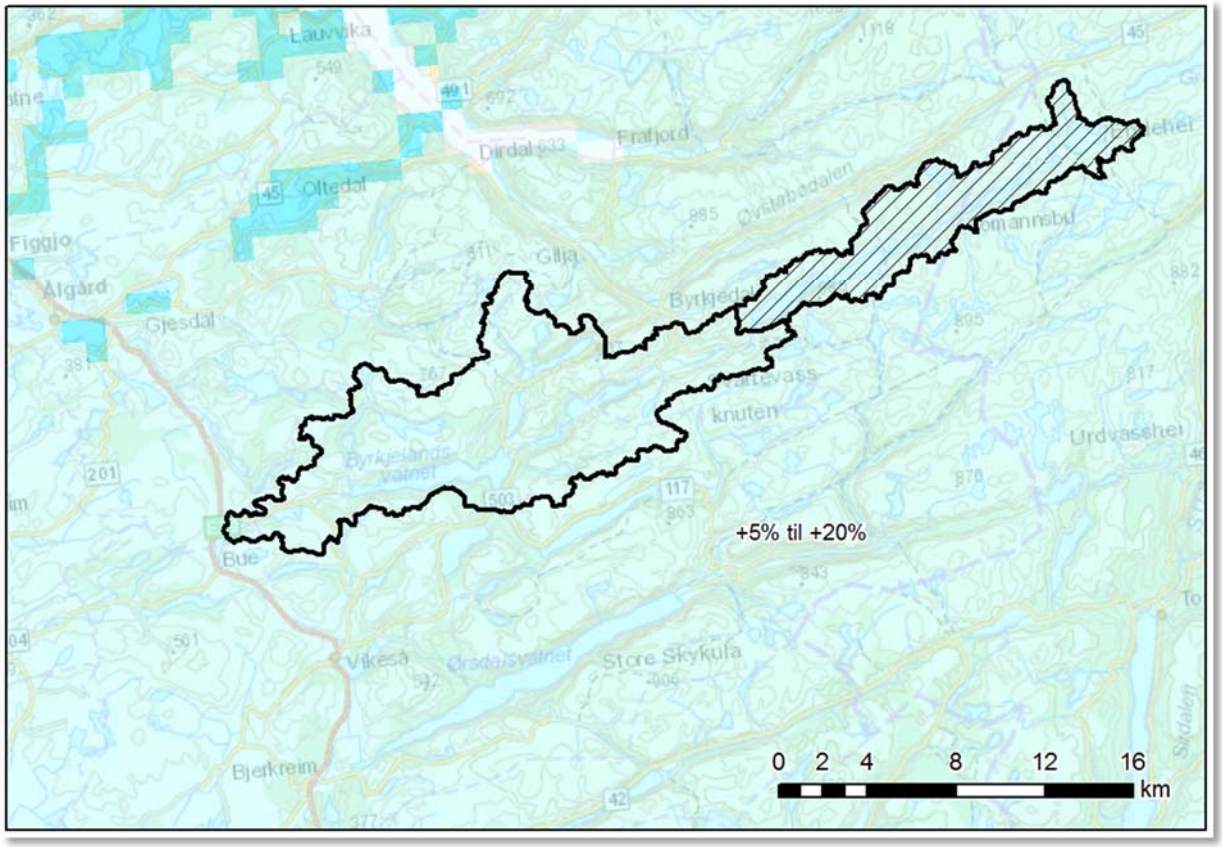
4.7 Klimaendringer

Rapporten «Klima i Norge 2100» (Hanssen-Bauer et al. 2009), samt kart på senorge.no, beskriver forventede endringer i klima frem mot 2100. Når det gjelder hydrologi, viser kart på senorge.no hvordan avrenningen er forventet å endre seg fra 1961-90 til 2071-2100 for ulike sesonger. For Birkelandsvatn viser kartene at vannføringen i gjennomsnitt er forventet å øke med 5-20% i det aktuelle nedbørfeltet.

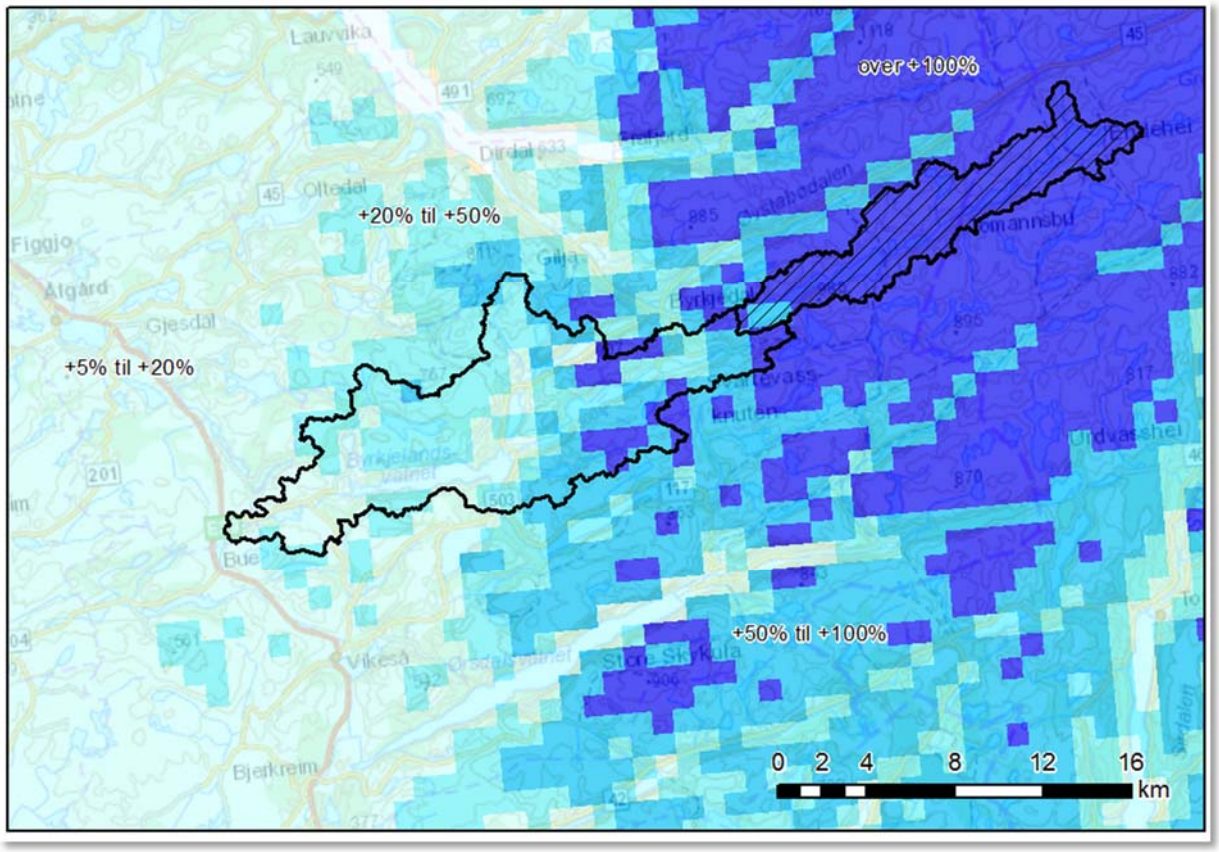
Endring i middelavrenning for de ulike årstidene er imidlertid betydelig større enn for årsavrenning. Spesielt er det forventet stor endring i vinter- og sommeravrenning. Om vinteren vil avrenningen i deler av nedbørfeltet dobles (se figur 4-30), mens sommeravrenningen kan reduseres med opptil 50-75% (se figur 4-32).

Økt vannføring om vinteren skyldes til en viss grad økt nedbør, men også at en del nedbør som i dag faller som snø, vil falle som regn i 2071-2100. Avrenning om våren, se figur 4-31, viser et mer variert bilde, med økt avrenning i høyereliggende strøk og redusert avrenning i lavere strøk. Dette skyldes at smelteflommene i lavereliggende strøk reduseres pga. mindre snømagasin, mens de i høyereliggende strøk forflyttes fra sommermånedene til vårmånedene. Sommeren viser redusert avrenning grunnet mindre nedbør, større fordamping og (i høyere strøk) forflytting av smelteflommen til vårmånedene.

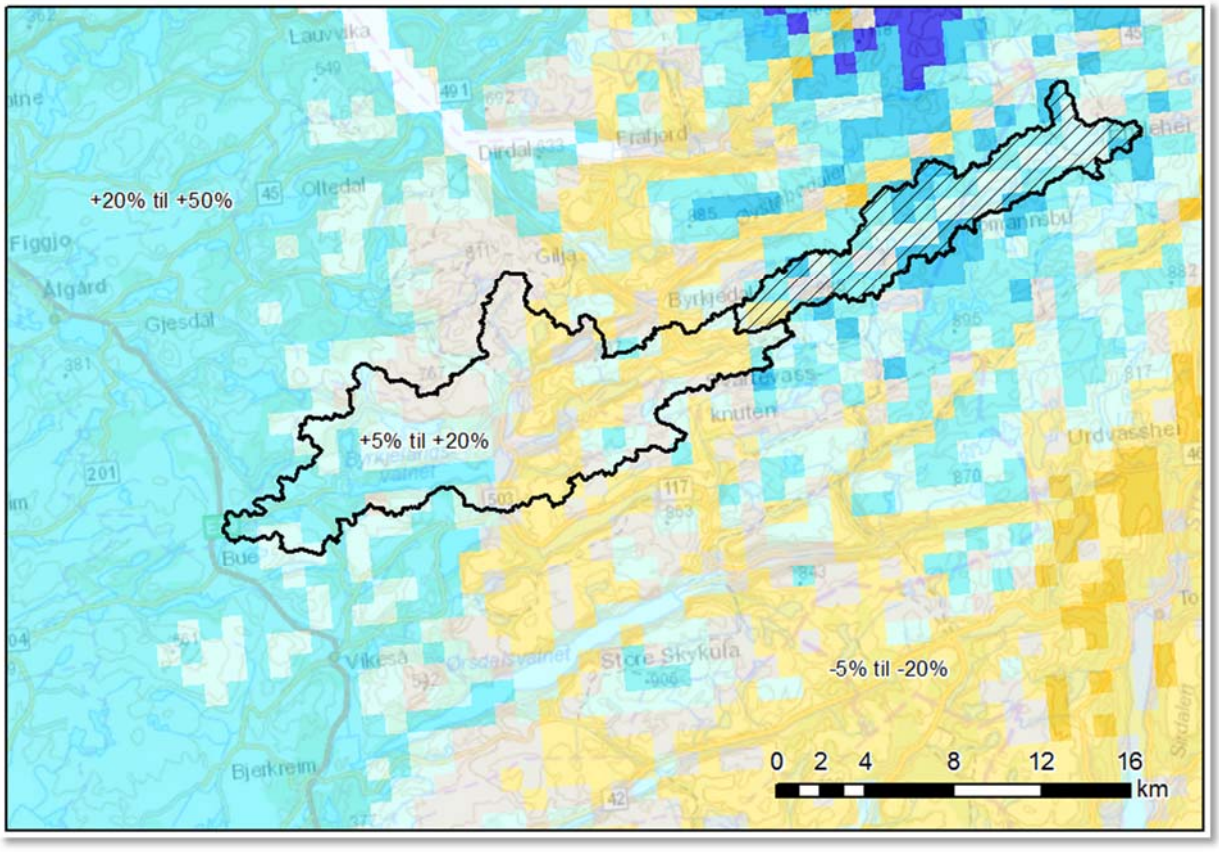
Sommeren er allerede den tiden på året der det kan være problemer med tørkeperioder, så denne utviklingen er ikke positiv for tiltaket. De hydrauliske simuleringene viser at det allikevel vil være mulig å opprettholde en restvannføring ut av Birkelandsvatn på 2,5 m³/s ved å utnytte tilleggsmagasinene (Romsvatn, Stølsvatn og Storavatn) på en god måte.



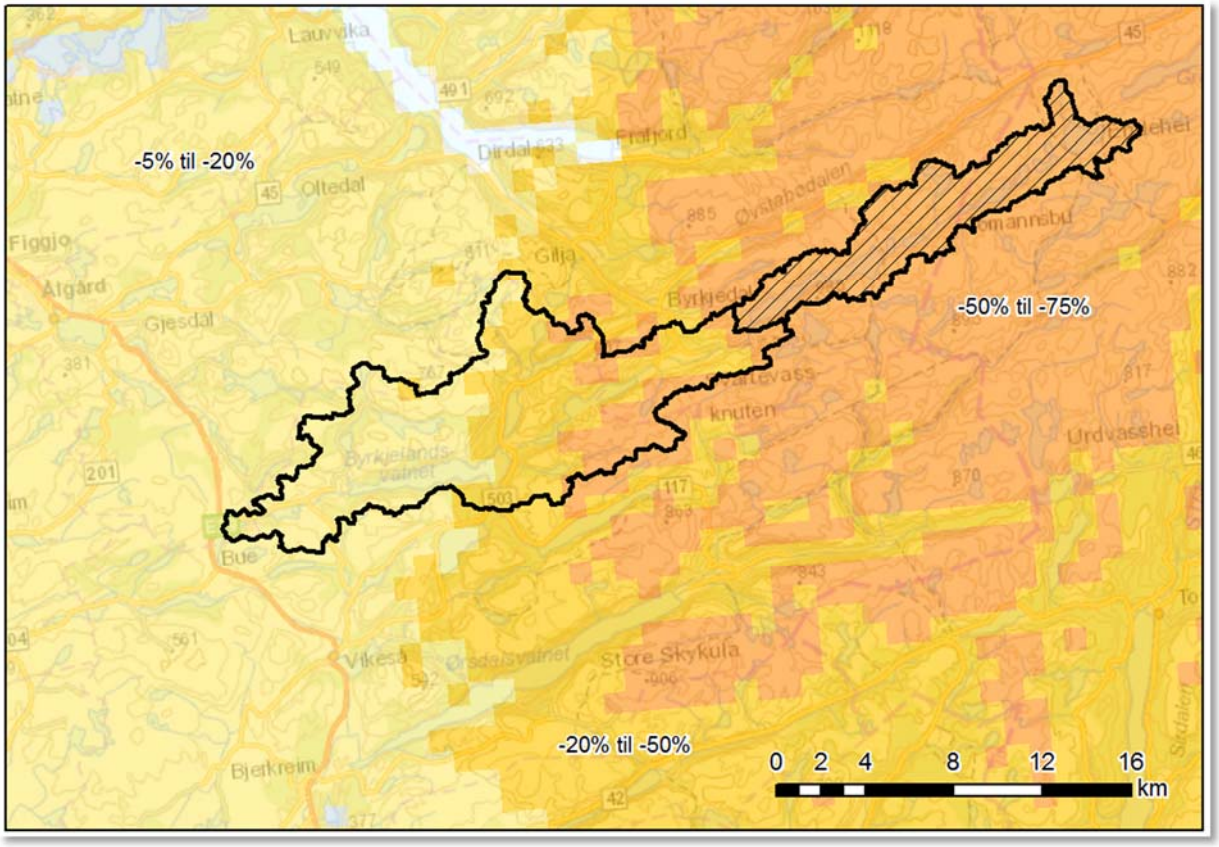
Figur 4-29. *Endring i avrenning fra 1961-1990 til 2071-2100. År.*



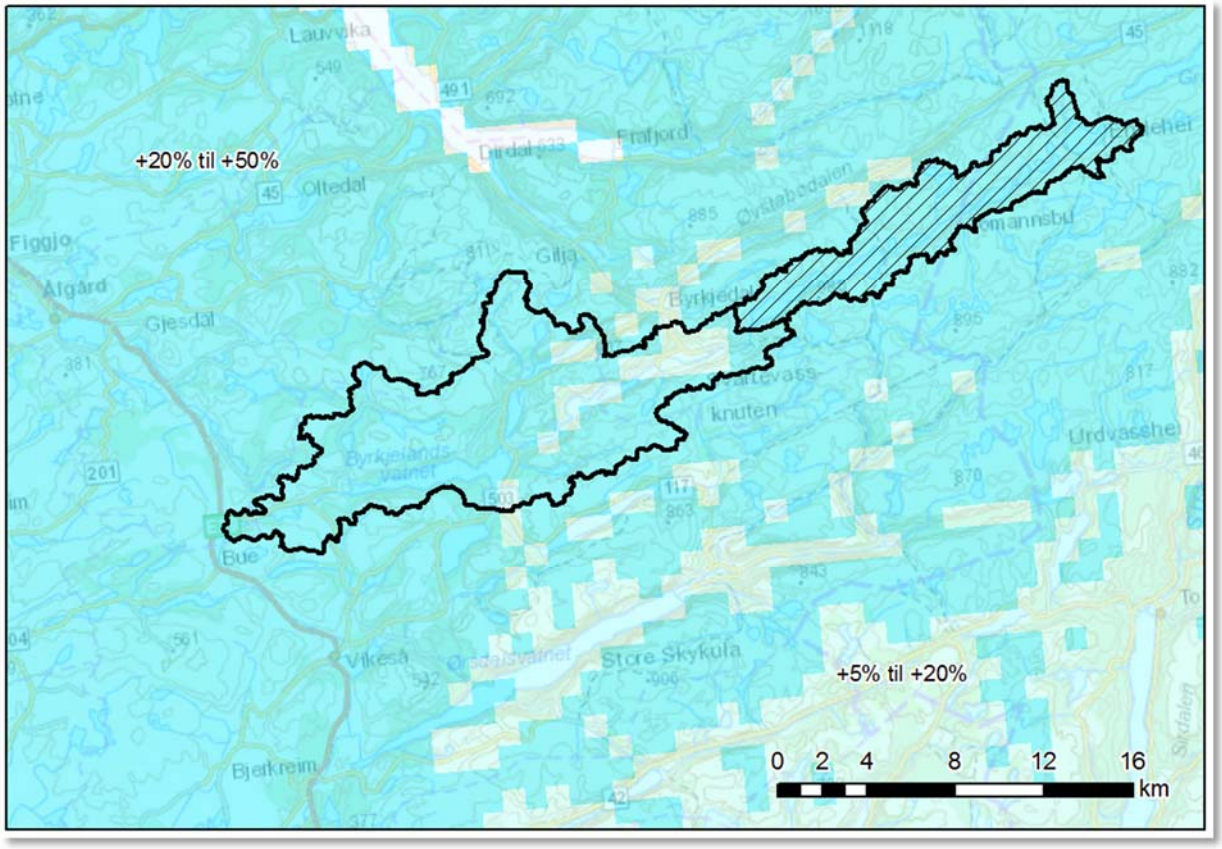
Figur 4-30. *Endring i avrenning fra 1961-1990 til 2071-2100. Vinter.*



Figur 4-31. *Endring i avrenning fra 1961-1990 til 2071-2100. Vår.*



Figur 4-32. *Endring i avrenning fra 1961-1990 til 2071-2100. Sommer*



Figur 4-33. *Endring i avrenning fra 1961-1990 til 2071-2100. Høst.*

5 Alternativ 2, Store Myrvatn

5.1 Overflatehydrologi

5.1.1 Hydrologiske grunnlagsdata

Generelt

Store Myrvatn (vassdragsnummer 027.F1) ligger helt nord i Bjerkreimvassdraget. Feltet er langt og smalt og ligger i en nordøst-sørvestgående retning. Feltet består hovedsakelig av snaufjell og er preget av en rekke innsjøer som følger de naturlige formasjonene i fjellet. Store Myrvatn drenerer mot sørvest mot Maudalen, og renner gjennom Maudalsvatn og Birkelandsvatn. Derifra renner vannet videre sørover, og danner sammen med en rekke sideelver Bjerkreimselva drøyt 20 km ned i vassdraget. Bjerkreimselva har status som nasjonalt laksevassdrag.

Store Myrvatn er magasin for vannkraft, og er regulert mellom kote 588 og 610, et volum på 63 Mm³.

Feltareal og avrenning

Nedbørfelt er tegnet opp i GIS med FKB kartgrunnlag. Spesifikk avrenning er beregnet fra avrenningskart for normalperioden 1961-90.

Store Myrvatn har et feltareal på 50 km² og en målt middelvannføring (ved VM 27.13, periode 1973-2013) på 4,3 m³/s. Dette samsvarer godt med oppgitt avrenning fra avrenningskart. Nedbørfelt er vist på kart i Figur 5-1.

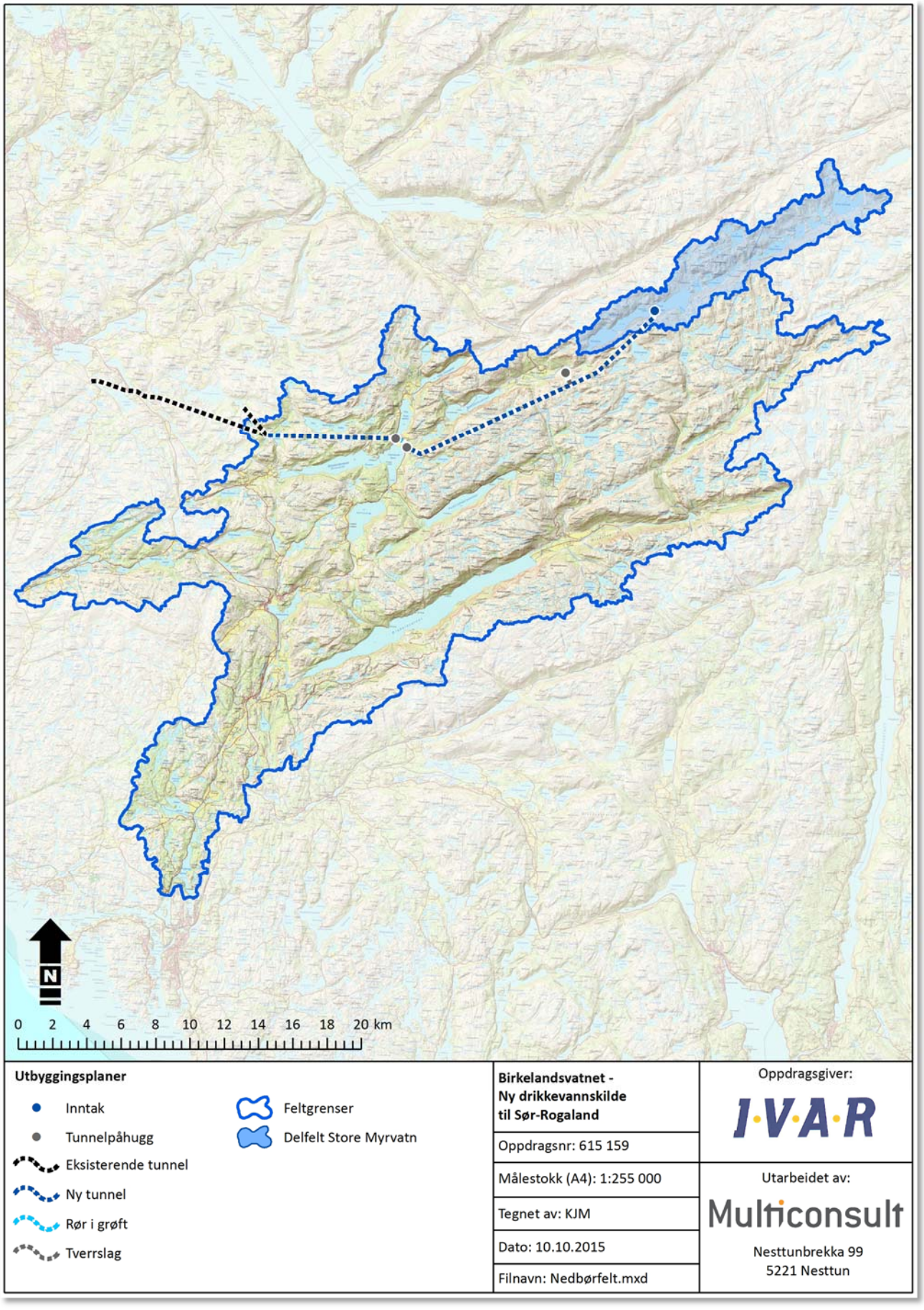
Tabell 5-1. *Feltareal og avrenning.*

Felt	**Areal** *km²*	**Spesifikk avrenning** *l/s/km²*	**Tilsig** *m³/s*	**Tilsig** *Mm³/år*
Store Myrvatn	50	85	4,3	134

Maudal kraftverk

Alt tilsig til Store Myrvatn blir i dag utnyttet til kraftproduksjon i Maudal kraftverk, som har avløp i vassdraget omtrent 2 km nedstrøms dammen. Kraftverket har en slukeevne på 10,5 m³/s, en energiekvivalent på 0,708 kWh/m³ og midlere årsproduksjon på 97 GWh. Det ble satt i drift i 1930 og utvidet i 1937 og i 1949. Maudal kraftverk er planlagt rehabilitert innen 2022, med utbytting av elektromekanisk utstyr og fjernstyring av kraftverket. Dette vil endre kjøremønsteret til kraftverket, men ikke maksimal slukeevne. Magasinvolum for Store Myrvatn (63 Mm³) gir en reguleringsprosent på snaut 50%.

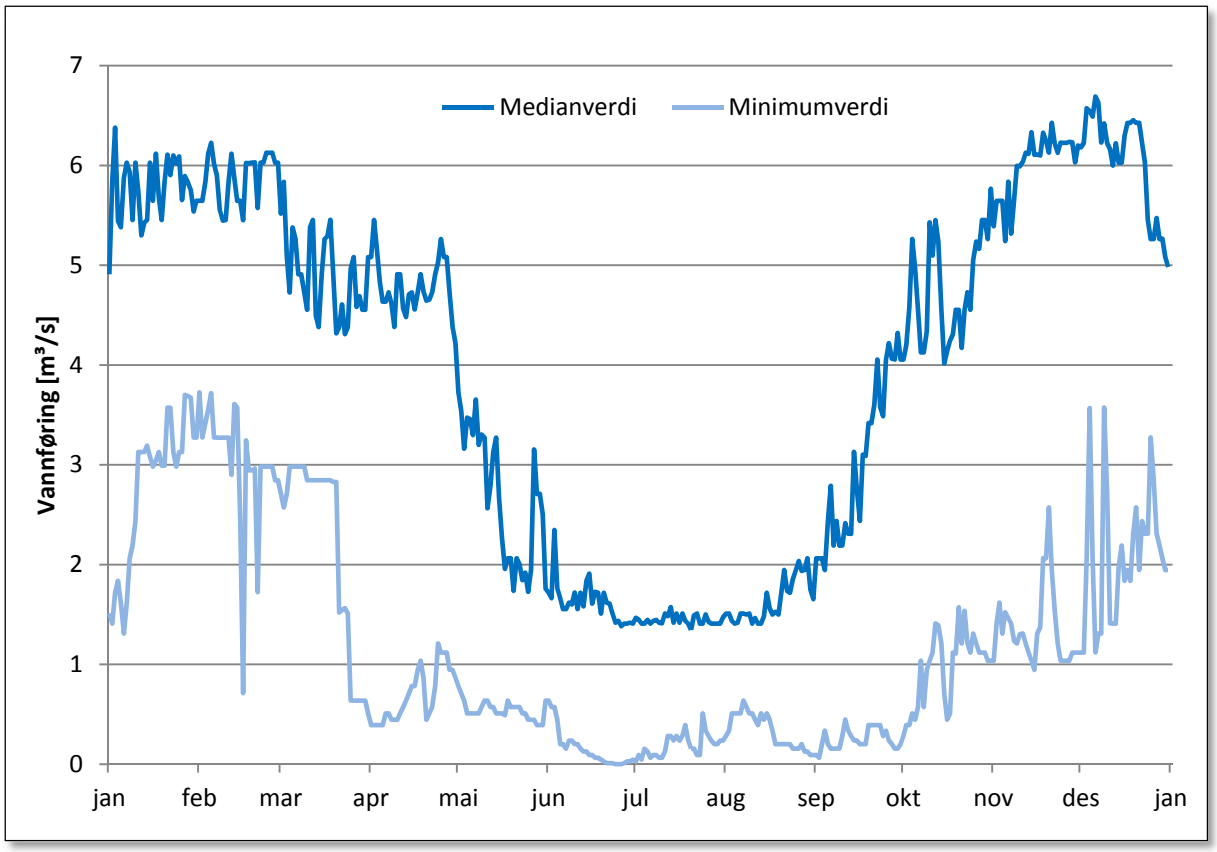
Det er ikke krav om minstevannføring mellom dammen og avløpet, men i Maudalsåna nedstrøms kraftverket er det et krav på 0,35 m³/s.



***Figur 5-1**. Kart over nedbørfelt, magasin og kraftverk*

Dataserier

Det finnes en målestasjon rett nedstrøms kraftverket, VM 27.13 Maudal, med målinger fra 1943 og til i dag, men det er knyttet tvil til kvaliteten på disse målingene, spesielt ved store vannføringer. Fordi vassdraget er sterkt regulert, sier heller ikke målingene noe om uregulert vannføring i elva. Median- og minimumsverdi over året for VM 27.13 er vist i figuren under.



Figur 5-2. *Median- og minimumsverdi for vannføring ved VM 27.13 Maudal (perioden 1973-2013)*

For å få et bedre hydrologisk grunnlag for utbyggingen av drikkevannsforsyning for IVAR er det satt opp en hydrologisk modell for Bjerkreimvassdraget ned til Fotlandsvatn. I denne modellen er det etablert syntetiske tilsigsserier for de ulike delfeltene i modellen, basert på 10 vannmerker i og i nærheten av feltene. Den hydrologiske modellen og tilsigsseriene er nærmere beskrevet i egen rapport[2]. Videre analyser baserer seg på denne modellen.

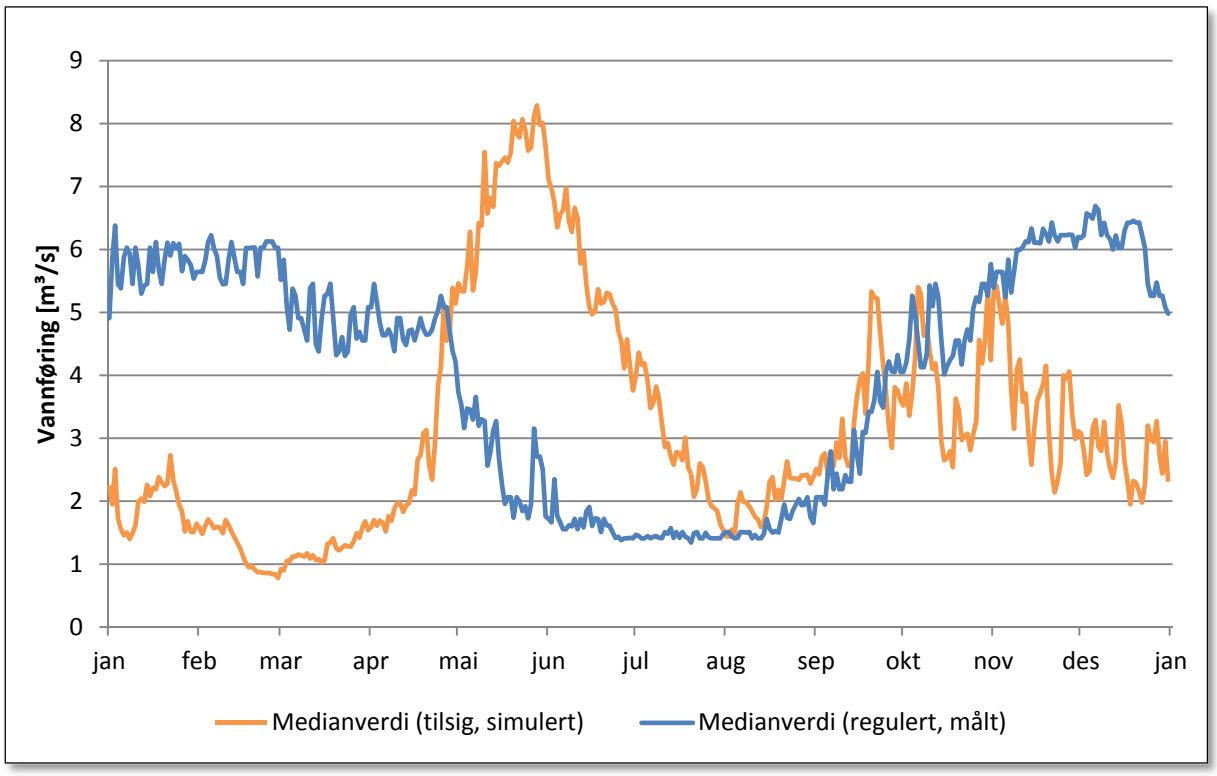
Uttak av vann fra Store Myrvatn vil endre vannføringen forbi vannmerke 27.13 Maudal og 27.25 Gjedlakleiv. Disse stasjonene er allerede påvirket av den eksisterende reguleringen.

5.1.2 Vannføringsregime

I vinterhalvåret, fra oktober til april, kjører vanligvis Maudal kraftverk på full effekt i hverdagene og har full stopp i helgene. I sommerhalvåret kjører kraftverket primært for å opprettholde minstevannføring, eller dersom det er fare for overløp fra magasinet. Etter ombygging vil det i større grad bli effektkjøring av kraftverket.

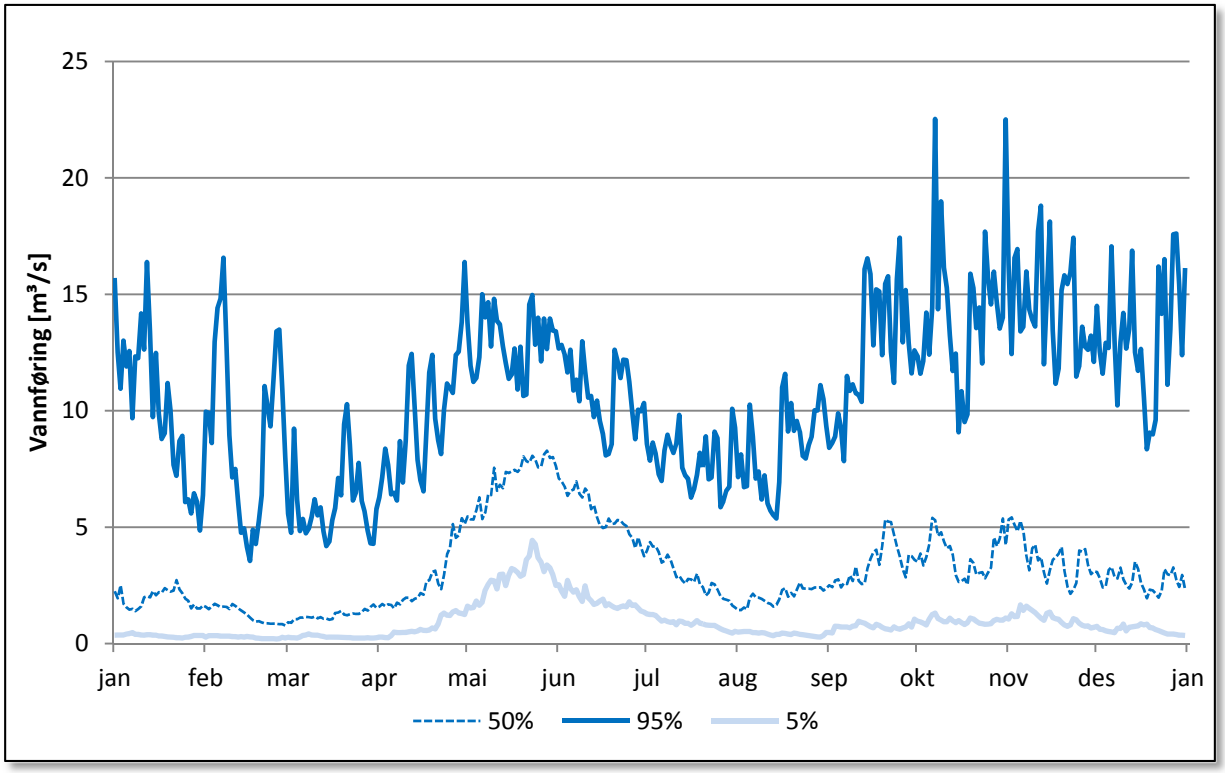
Naturlig tilsig til magasinet, slik det er modellert, viser høy vannføring i sommermånedene, fra mai til juli, og lav vannføring om vinteren og tidlig på våren. Eksisterende regulering medfører altså en total endring i vannføringens fordeling (avløpet) over året. Dette er vist i Figur 5-3.

[2] *J.-P. Bramslev, «615159-RiVass-RAP-001 Hydrologiske simuleringer Birkelandsvatn,» Multiconsult, Oslo, 2015*

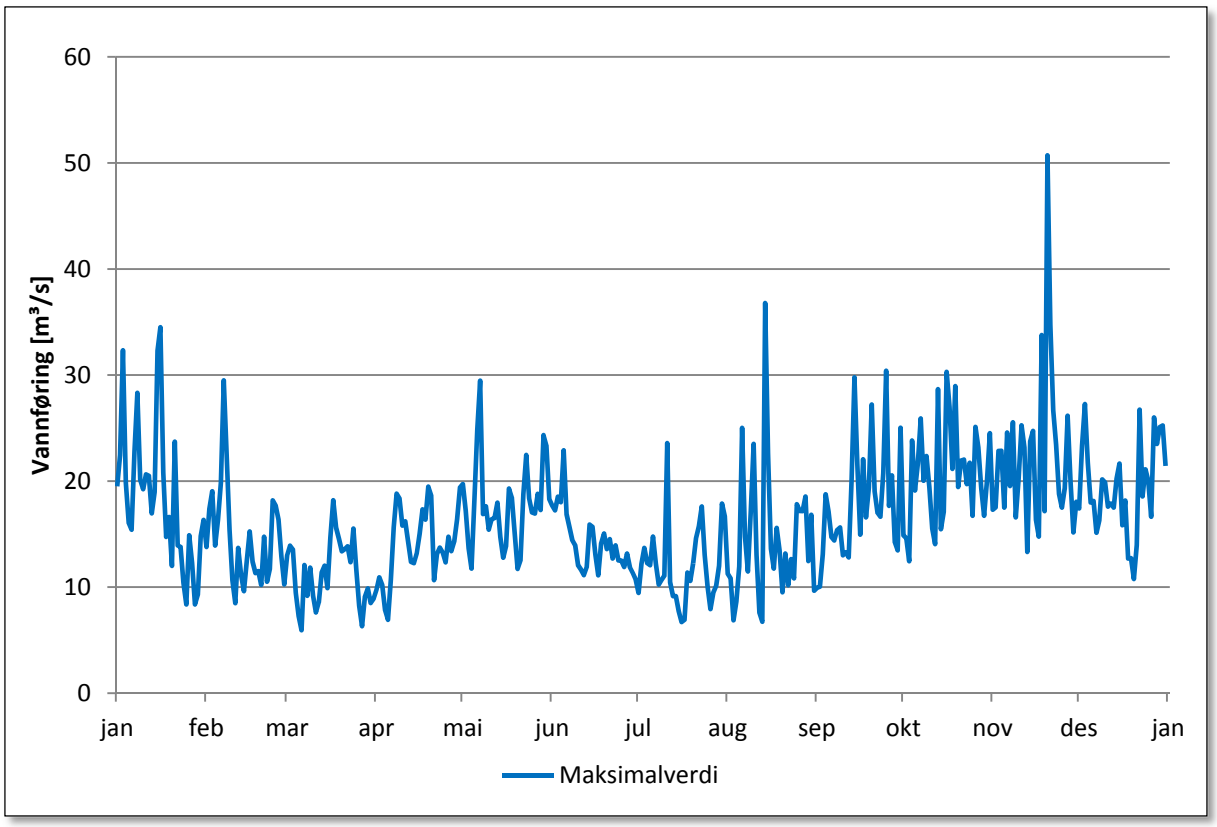


Figur 5-3. *Endring i vannføring pga. eksisterende kraftverk. Uregulert tilsig og regulert avløp.*

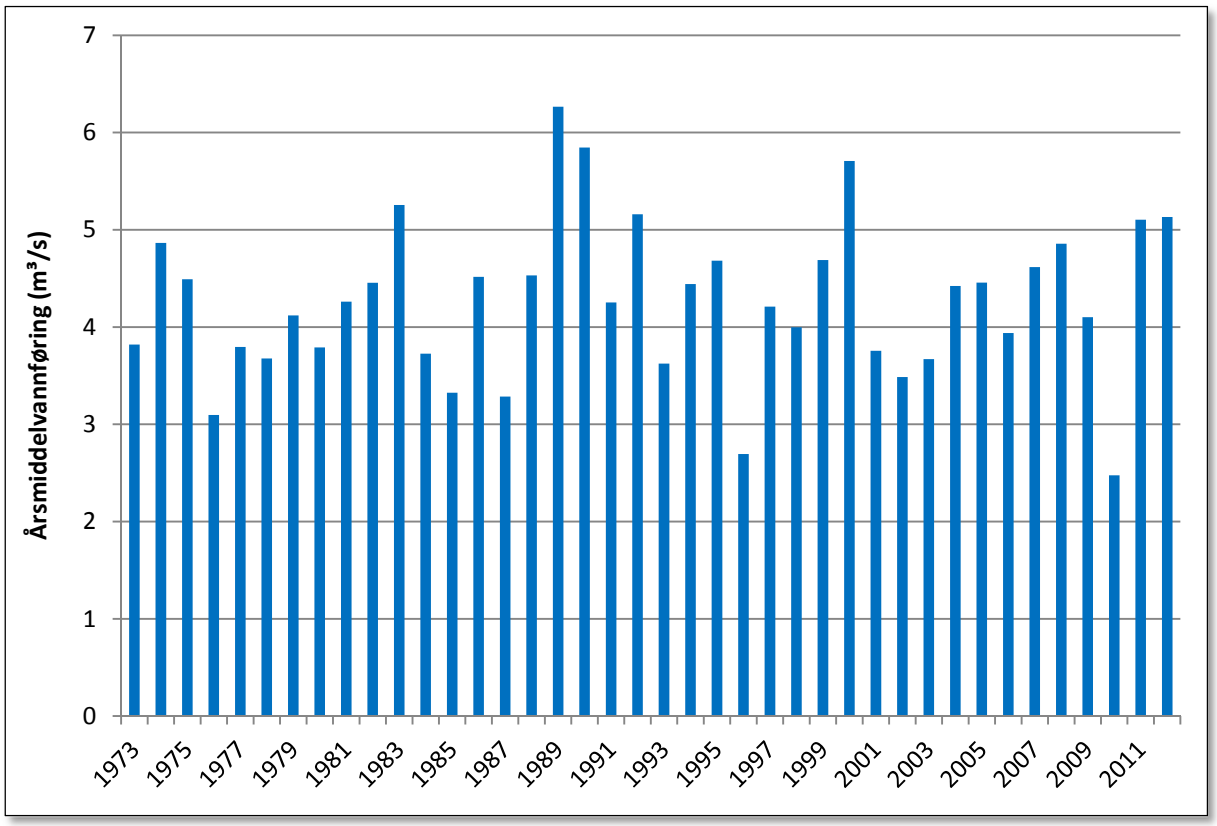
Hvordan tilsiget varierer er illustrert i Figur 4-3 og Figur 4-4. Figur 4-5 viser at årsmiddelvannføring varierer mellom 2,5 og 6,3 m³/s.



Figur 5-4. *Persentiler for tilsig til Store Myrvatn (simulert 1973-2013).*



Figur 5-5. *Maksimumsverdi for tilsig til Store Myrvatn (simulert 1973-2013).*



Figur 5-6. *Variasjon i årsmiddelvannføring for tilsig til Store Myrvatn (simulert 1973-2013).*

5.1.3 Drikkevannsuttak fra Store Myrvatn

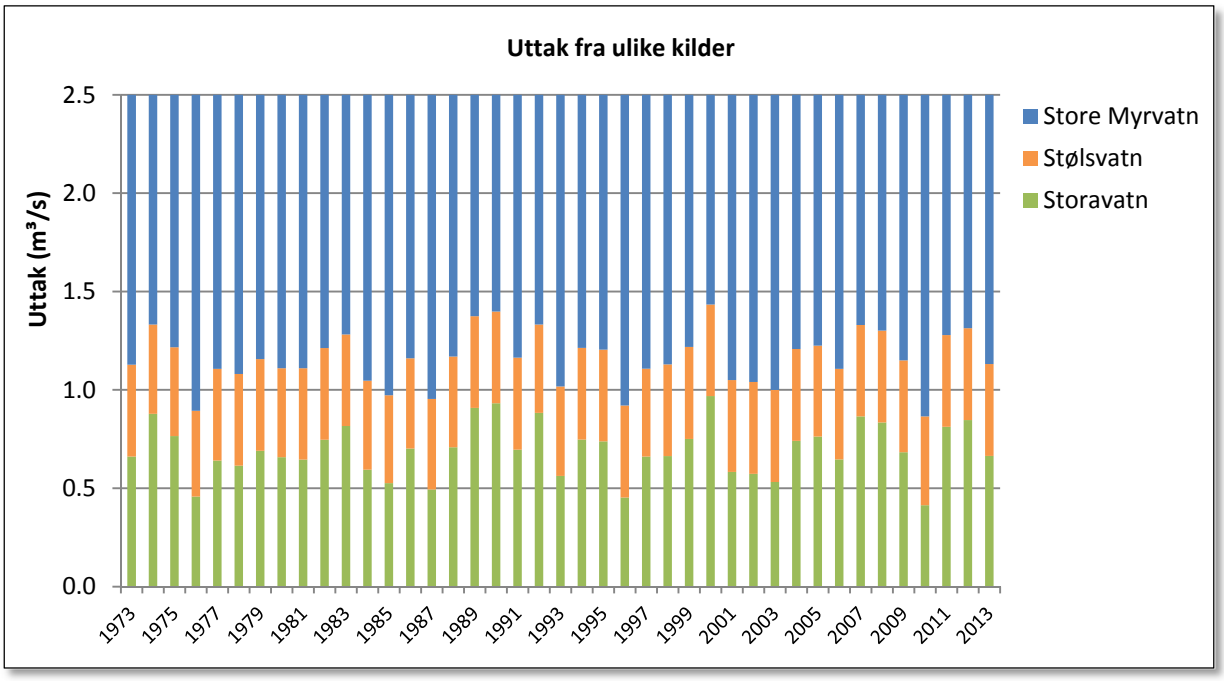
Uttak av drikkevann fra Store Myrvatn er kostbart, fordi vann som tas ut gir tapt kraftproduksjon som må erstattes. Det er derfor ønskelig å forsette å benytte eksisterende drikkevannskilder i størst mulig grad, og kun ta ut restbehovet fra Store Myrvatn. Samtidig må det, med de kildene som er tilgjengelig, sørges for at det alltid går tilstrekkelig vann i Bjerkreimvassdraget nedstrøms Birkelandsvatn.

Det er gjort simuleringer for å finne en fordeling av drikkevannsuttak som oppfyller disse kravene. Simuleringen baserer seg på følgende strategi:

1. I tørre perioder tappes det vann fra Stølsvatn (og Romsvatn) for å opprettholde en vannføring på over 2,5 m³/s i Bjerkreimsvassdraget.
2. Reguleringskurver for Stølsvatn/Romsvatn er lagt opp primært for å sørge for at det er nok vann tilgjengelig for avbøtende tiltak (pkt 1).
3. Etter at pkt 1 og pkt 2 er hensyntatt, og det også er tatt hensyn til begrensninger pga. vanntemperatur[3], blir det tatt ut så mye som mulig fra eksisterende kilder (Stølsvatn og Storavatn).
4. Resterende drikkevann tas fra Store Myrvatn
5. Kjøring av Maudal kraftverk er gjort av LYSE i programmet ProdRisk, basert på dette uttaket (pkt 4) og simulert tilsig til magasinet.

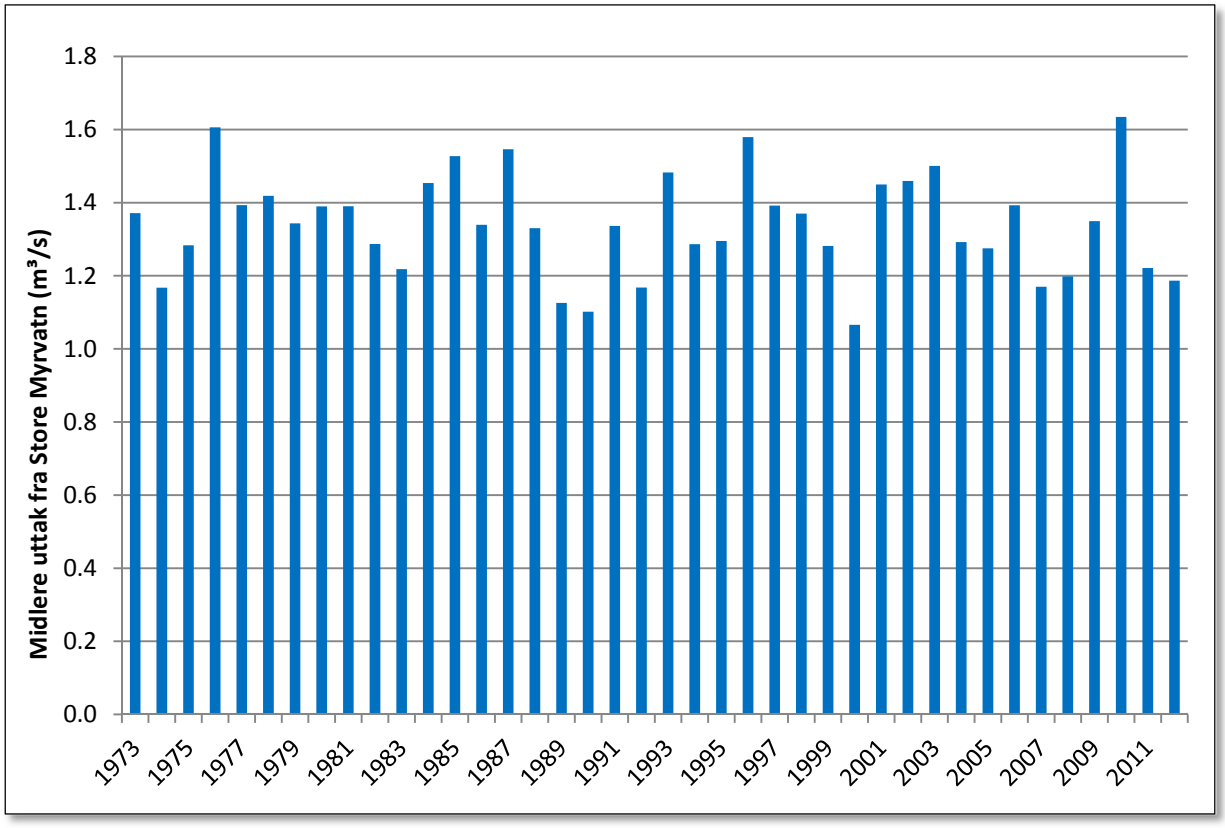
Dette gir en fordeling som oppfyller krav til miljø og vannkvalitet, men ikke nødvendigvis den samfunnsøkonomisk optimale fordelingen. For å finne denne, trengs det en større optimaliseringsprosess, og dette vil bli gjort på et senere stadium dersom Store Myrvatn-alternativet blir en realitet.

Simuleringene gir en fordeling av uttak mellom de ulike kildene i ulike år som vist i Figur 5-7. Uttak fra Store Myrvatn per år varierer mellom 1,1 og 1,6 m³/s, se Figur 5-8. Hvor stor andel dette uttaket utgjør av det totale tilsiget til Store Myrvatn, er vist i Figur 5-9.

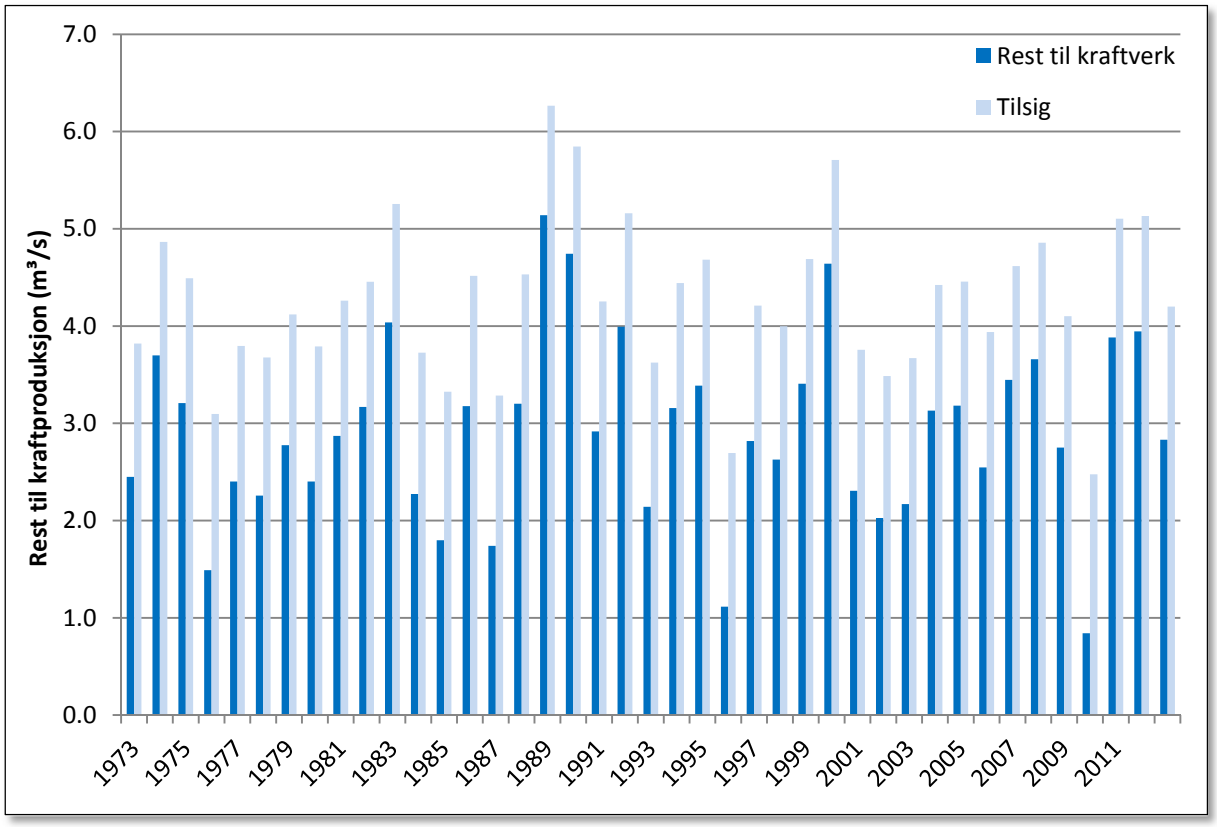


Figur 5-7. *Fordeling av drikkevannsuttak mellom de ulike kildene.*

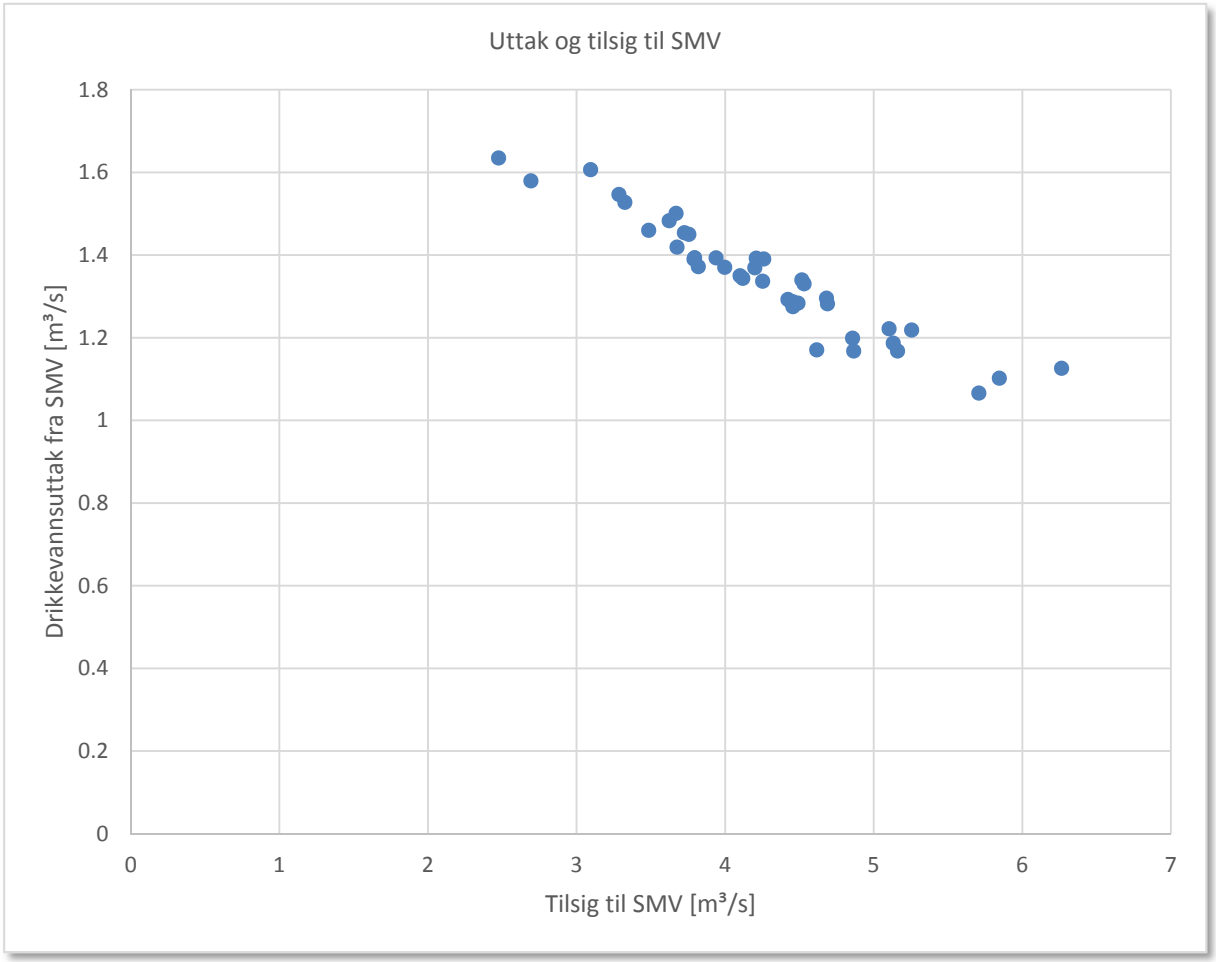
[3] Eksisterende kilder har for høy temperatur om sommeren, og det kan derfor tas maksimum 40-60% fra eksisterende kilder i sommerhalvåret.



Figur 5-8. *Midlere uttak fra Store Myrvatn*



Figur 5-9. *Rest til kraftproduksjon*



Figur 5-10. *Plotting av gjennomsnittlig tilsig mot gjennomsnittlig uttak fra Store Myrvatn per år*

Det kommer fram at drikkevannsuttaket vil forsterke forskjellen mellom tørre og våte år. I våte år er det mye tilsig også til de andre kildene, og uttaket fra Store Myrvatn blir mindre. I tørre år er det større behov for tapping fra Store Myrvatn.

IVARs gjennomsnittlige uttak fra Store Myrvatn blir på 1,3 m³/s.

5.1.4 Vannføring før og etter utbygging

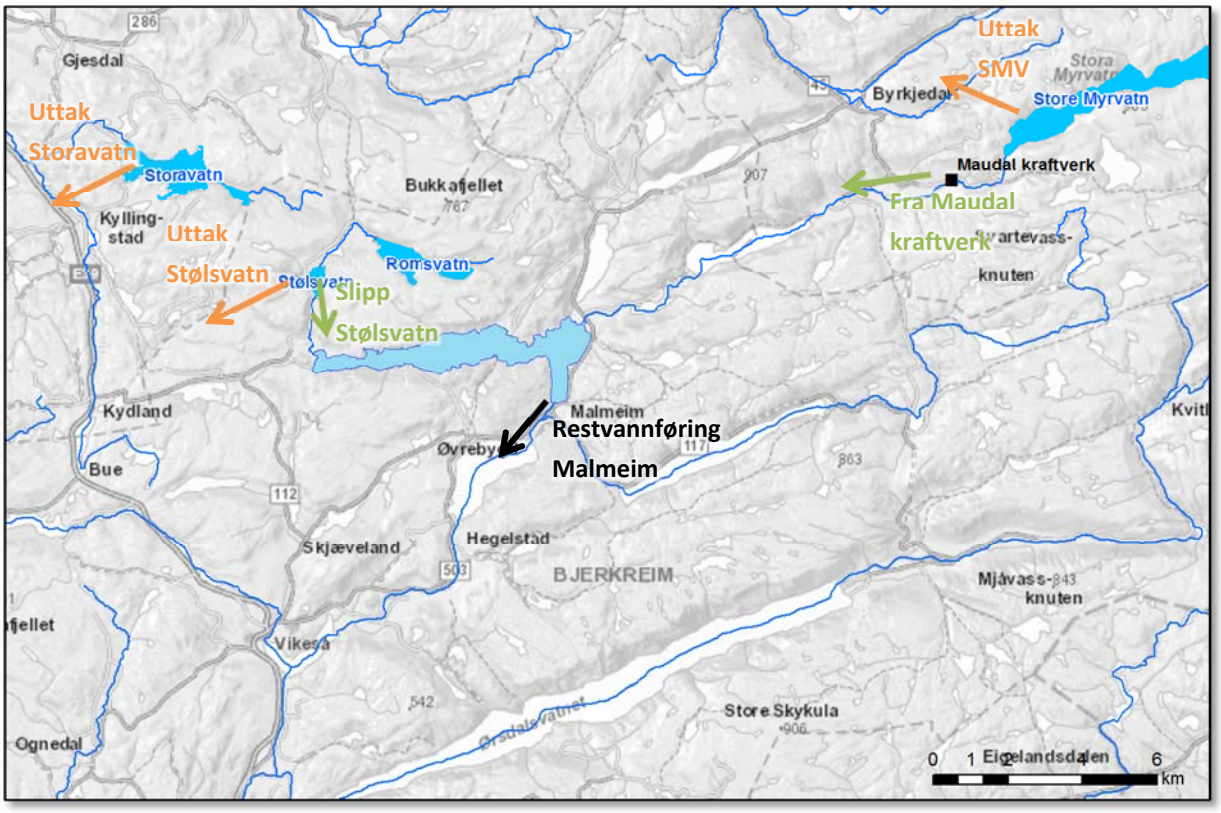
Hvordan vannføringen i vassdraget rett nedstrøms Store Myrvatn vil være før og etter utbygging styres hovedsaklig av hvordan LYSE velger å kjøre Maudal kraftverk. Det er i utgangspunktet mulig å slippe vannet akkurat når man ønsker, men LYSE ønsker naturlig nok å kjøre kraftverket i de periodene hvor kraftprisene er høyest. Vann som slippes på andre tidspunkter fører til økonomisk tap for LYSE, som eventuelt må erstattes av IVAR.

Lenger ned i vassdraget, nedstrøms Birkelandsvatn, er det mulig å påvirke vannføringen ved å slippe vann fra Romsvatn og Stølsvatn.

For at alternativ Birkelandsvatn og alternativ Store Myrvatn skal være sammenlignbare, må det settes samme krav til avbøtende tiltak for de to alternativene. Det er foreslått et krav om at restvannføringen på anadrom strekning (ut av Birkelandsvatn) til enhver tid skal være over 2,5 m³/s. For å klare dette, må det i tørre perioder enten slippes vann fra Stølsvatn eller kjøres vann gjennom Maudal kraftverk. De hydrauliske simuleringene har vist at tregheten i vassdraget er stor, og at spesielt en tapping gjennom kraftverket vil føre til svært stor «overtapping». I modellen er derfor vann til avbøtende tiltak

tappet fra Stølsvatn. I en driftsituasjon vil det være nødvendig med en optimaliseringsprosess for å finne hvor det er mest gunstig å tappe vann fra.

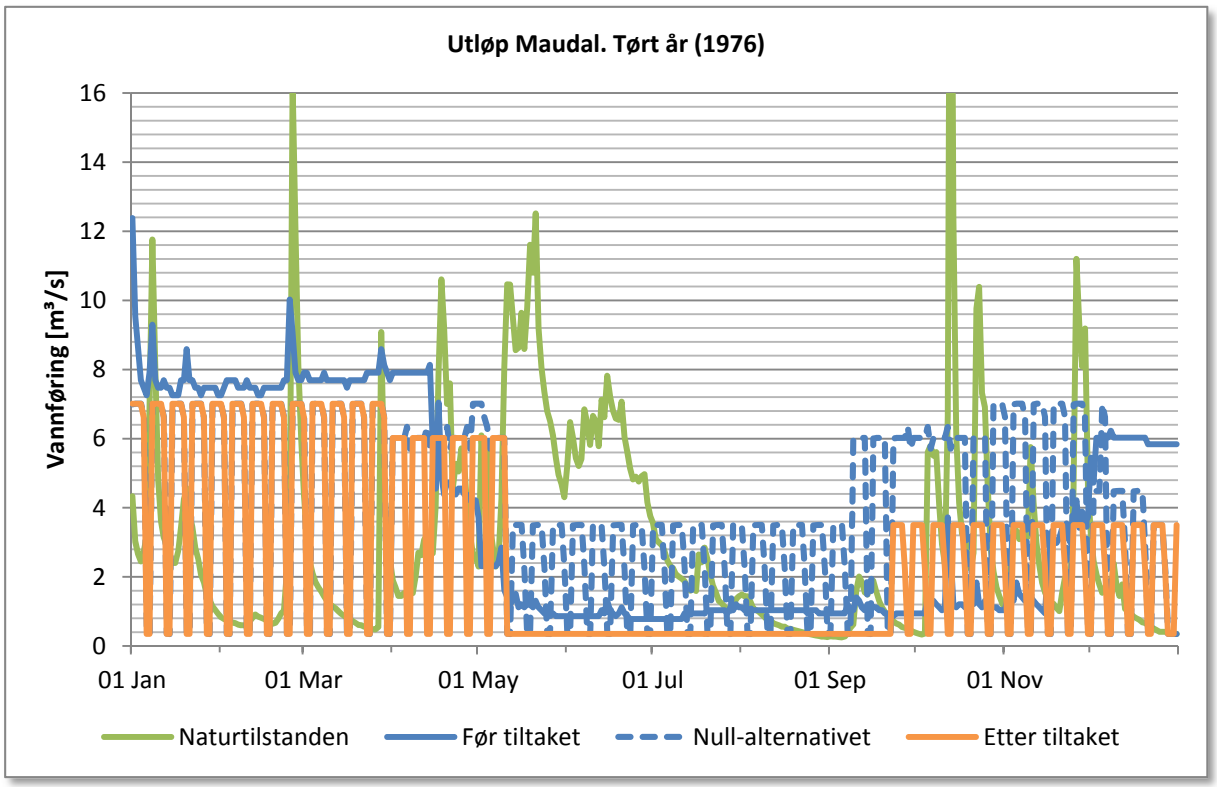
Kurver for vannføring før og etter utbygging for fire punkter i vassdraget er vist på de neste sidene. Det er laget kurver for nedstrøms Maudal kraftverk, utløpet av Birkelandsvatn, utløpet av Hofreistvatn og målestasjonen Gjedlakleiv.



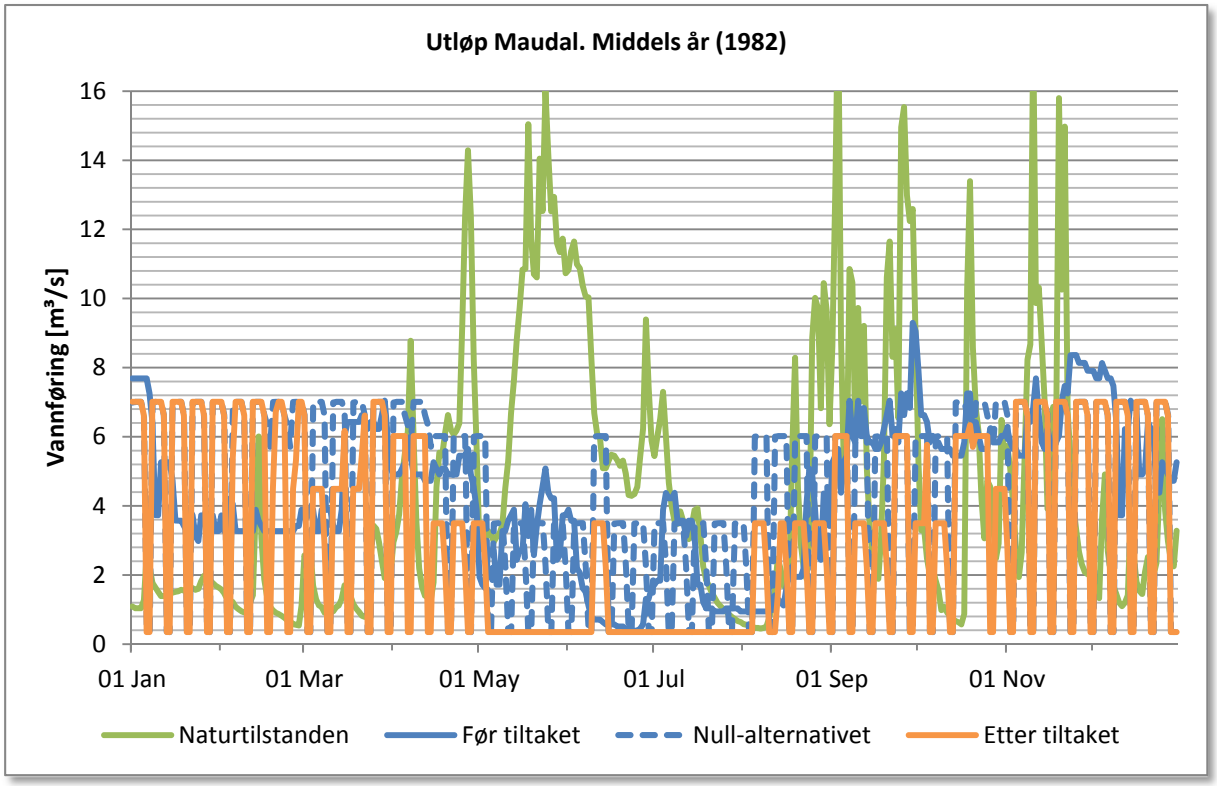
Figur 5-11. *Forklaring av uttak av drikkevann (orange piler), slipp (grønne piler) samt behov for restvannføring (svart pil)*

Naturtilstanden er definert som situasjonen dersom det ikke hadde vært gjort inngrep i vassdraget. «Før tiltaket» er situasjonen slik den er i dag, mens «null-alternativet» er slik den blir i fremtiden dersom tiltaket ikke blir gjennomført. Forskjellen på «før tiltaket» og «null-alternativet», er at i sistnevnte er Maudal kraftverk blitt oppgradert.

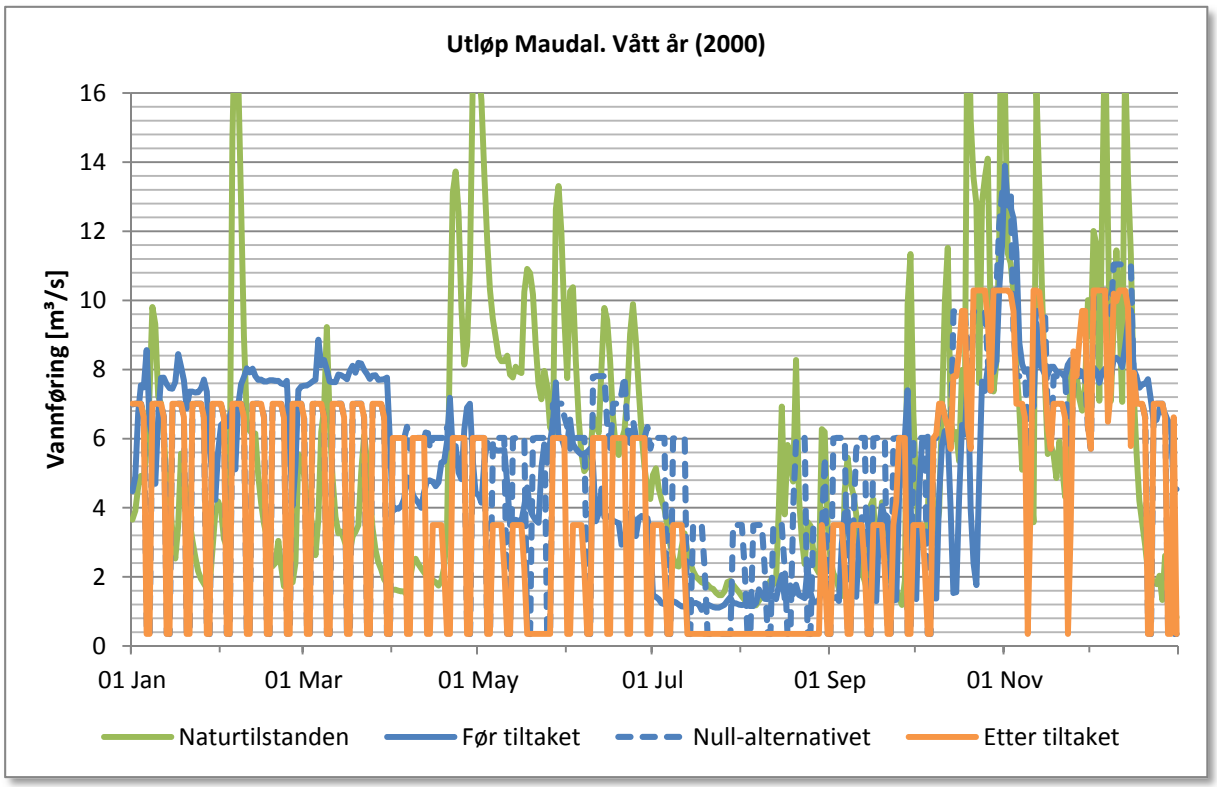
Kurven for «etter tiltaket» gjelder for situasjonen slik den vil være med maks vannuttak i 2050. Frem til 2050 vil vannuttaket trolig være mindre enn dette.



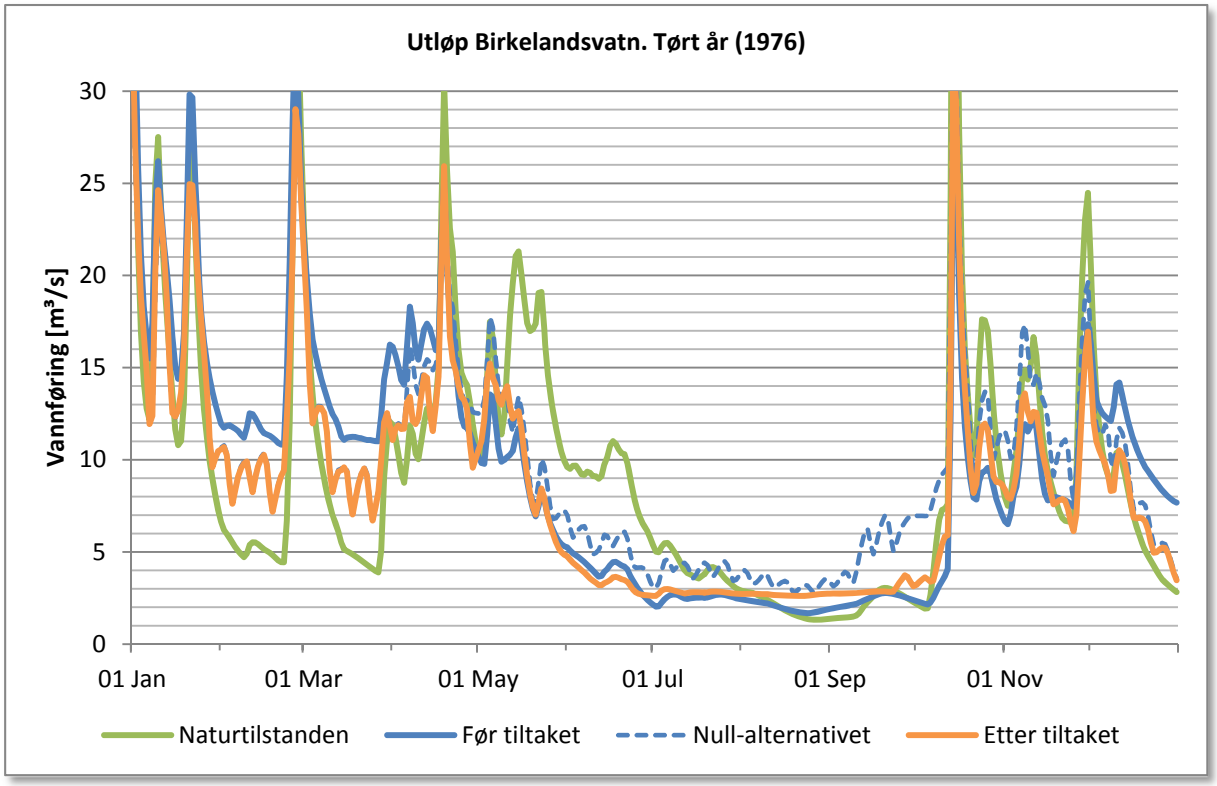
Figur 5-12. *Vannføring ved utløpet av Maudal kraftverk i et tørt år (1976) for de ulike scenariene (jf. Tabell 4-2).*



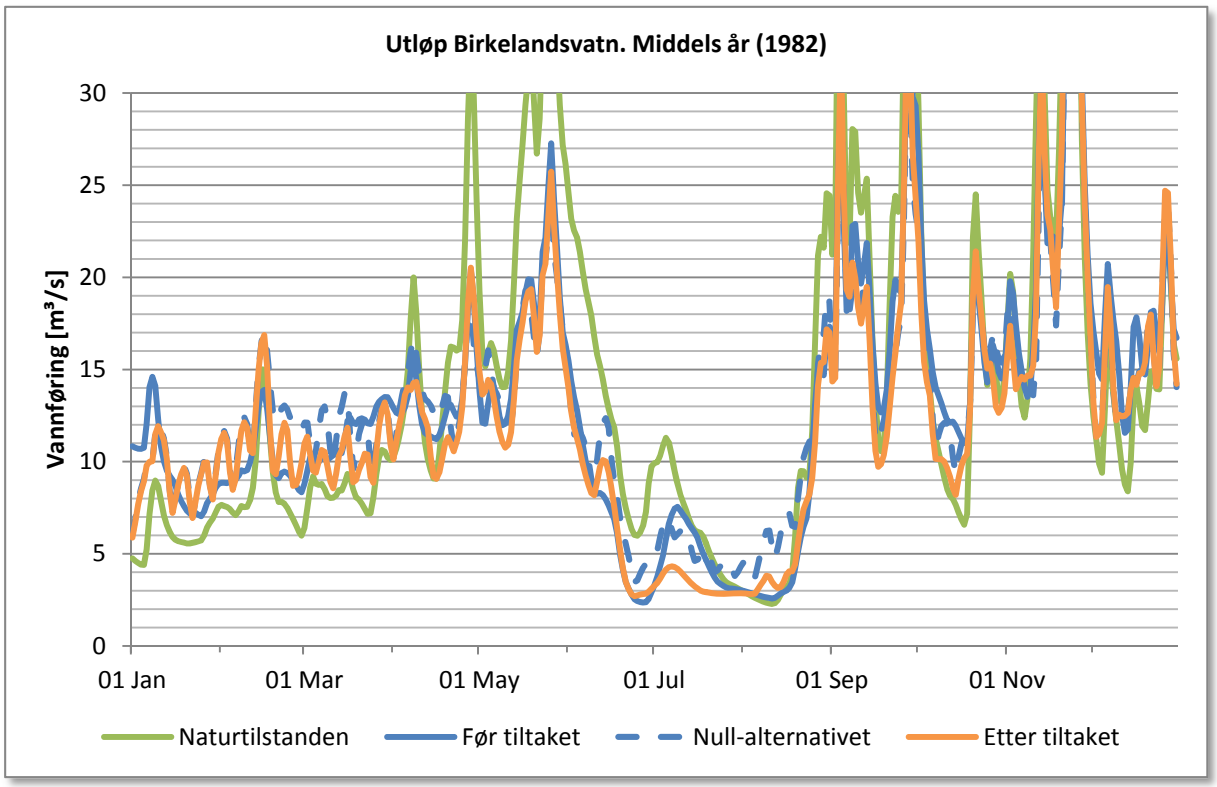
Figur 5-13. *Vannføring ved utløpet av Maudal kraftverk i et middels år (1982) for de ulike scenariene (jf. Tabell 4-2).*



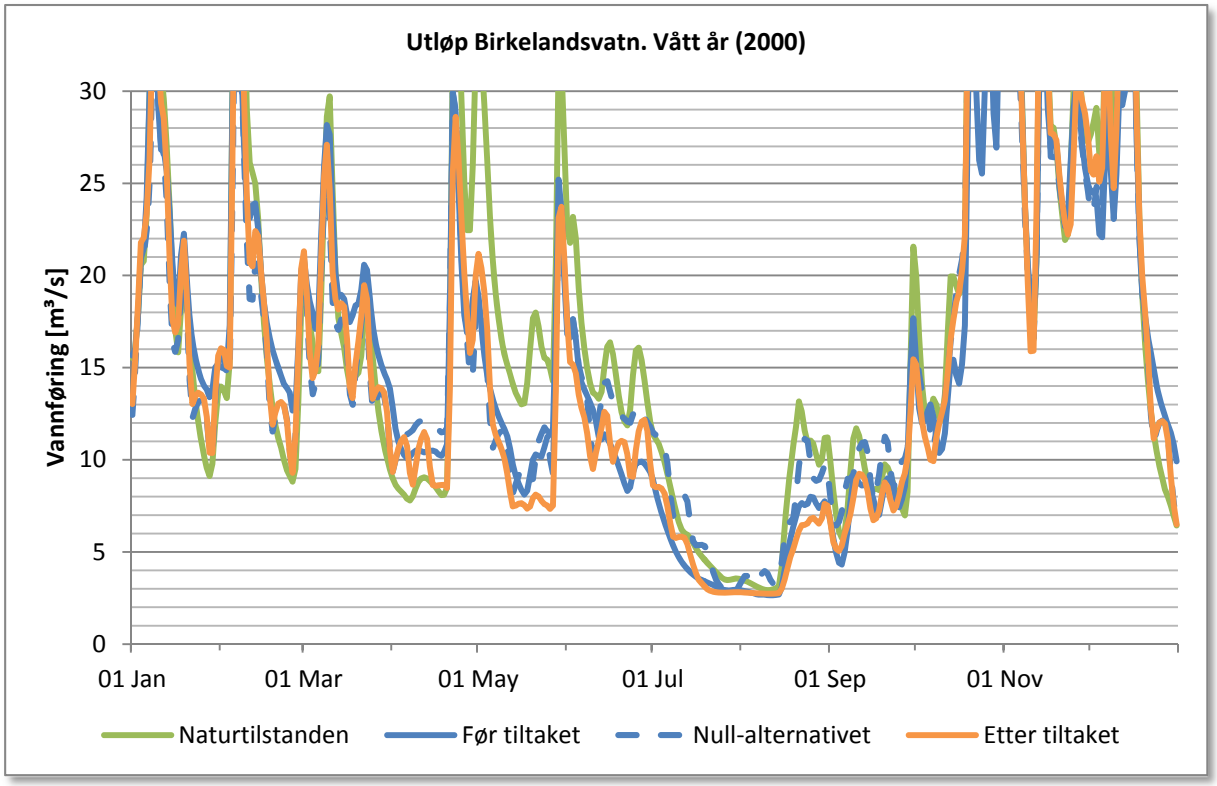
Figur 5-14. *Vannføring ved utløpet av Maudal kraftverk i et vått år (2000) for de ulike scenariene (jf. Tabell 4-2).*



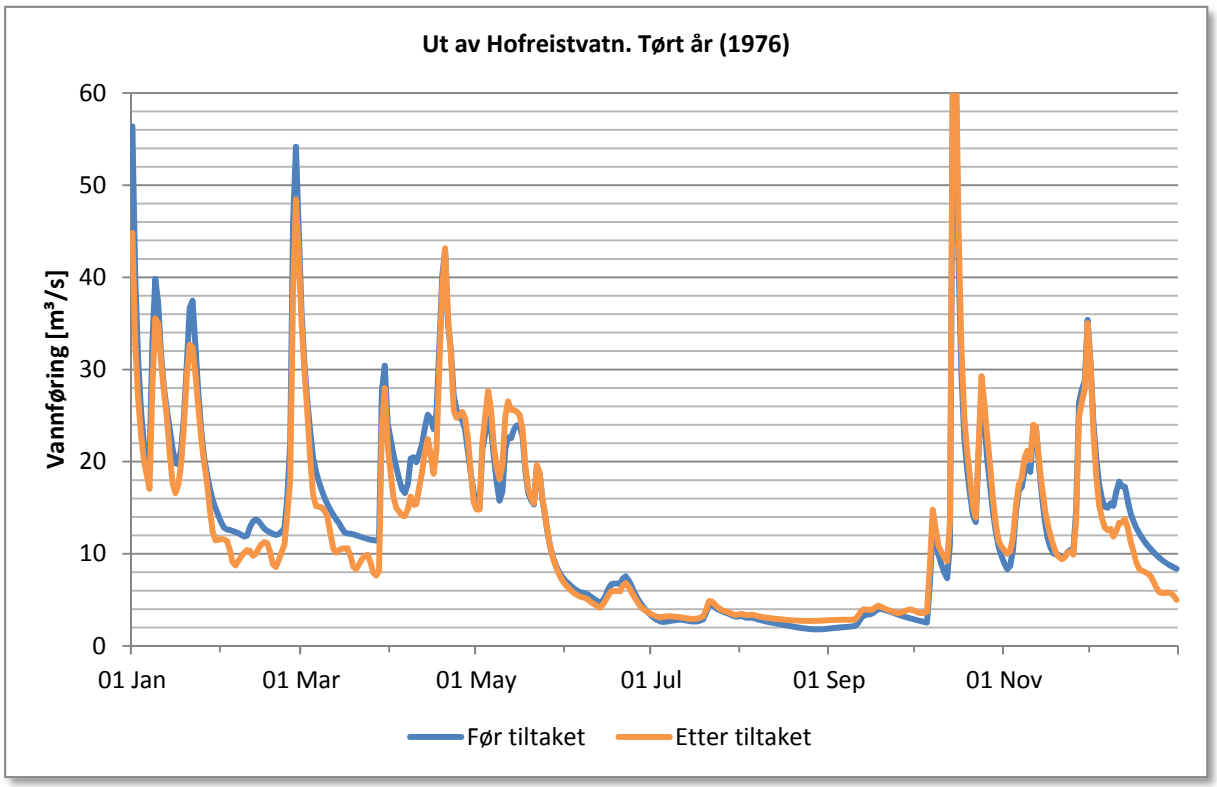
Figur 5-15. *Vannføring ut av Birkelandsvatn i et tørt år (1976) for de ulike scenariene (jf. Tabell 4-2).*



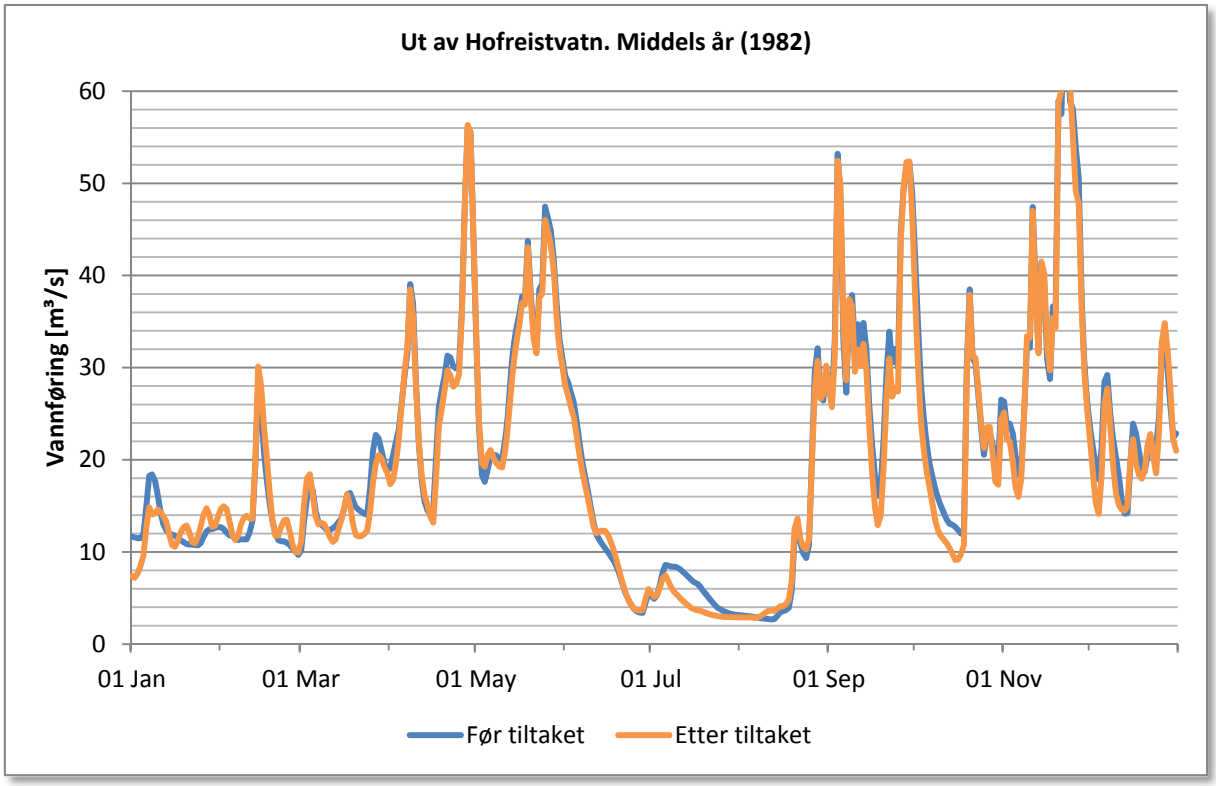
Figur 5-16. *Vannføring ut av Birkelandsvatn i et middels år (1982) for de ulike scenariene (jf. Tabell 4-2).*



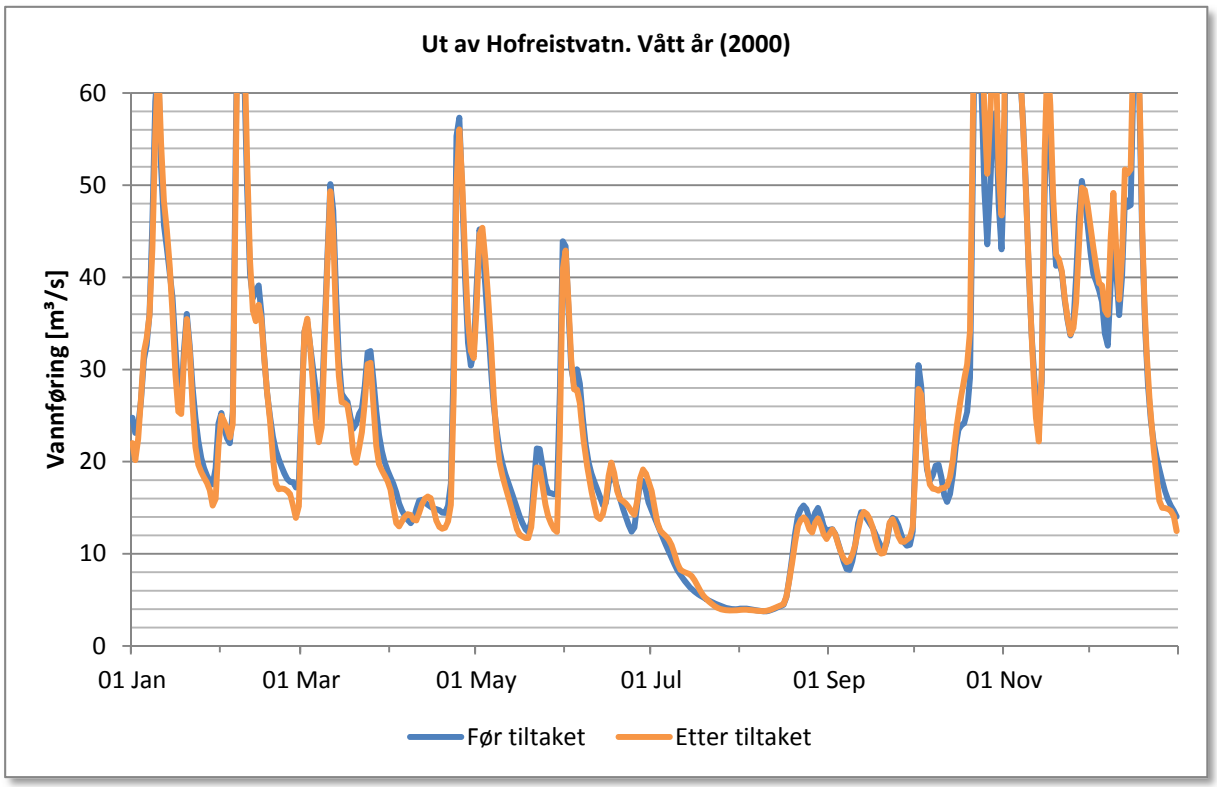
Figur 5-17. *Vannføring ut av Birkelandsvatn i et vått år (2000) for de ulike scenariene (jf. Tabell 4-2).*



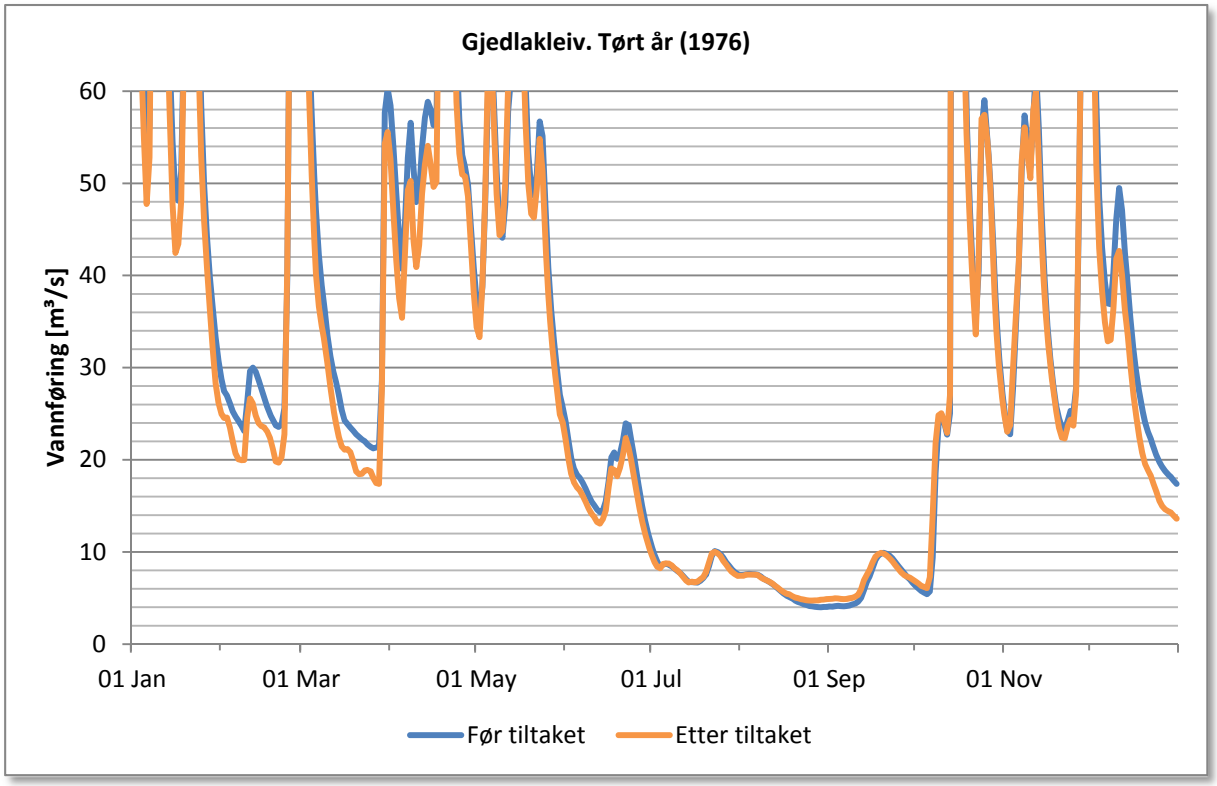
Figur 5-18. *Vannføring ut av Hofreistvatn i et tørt år (1976) for før tiltaket (blå) og etter tiltaket (orange).*



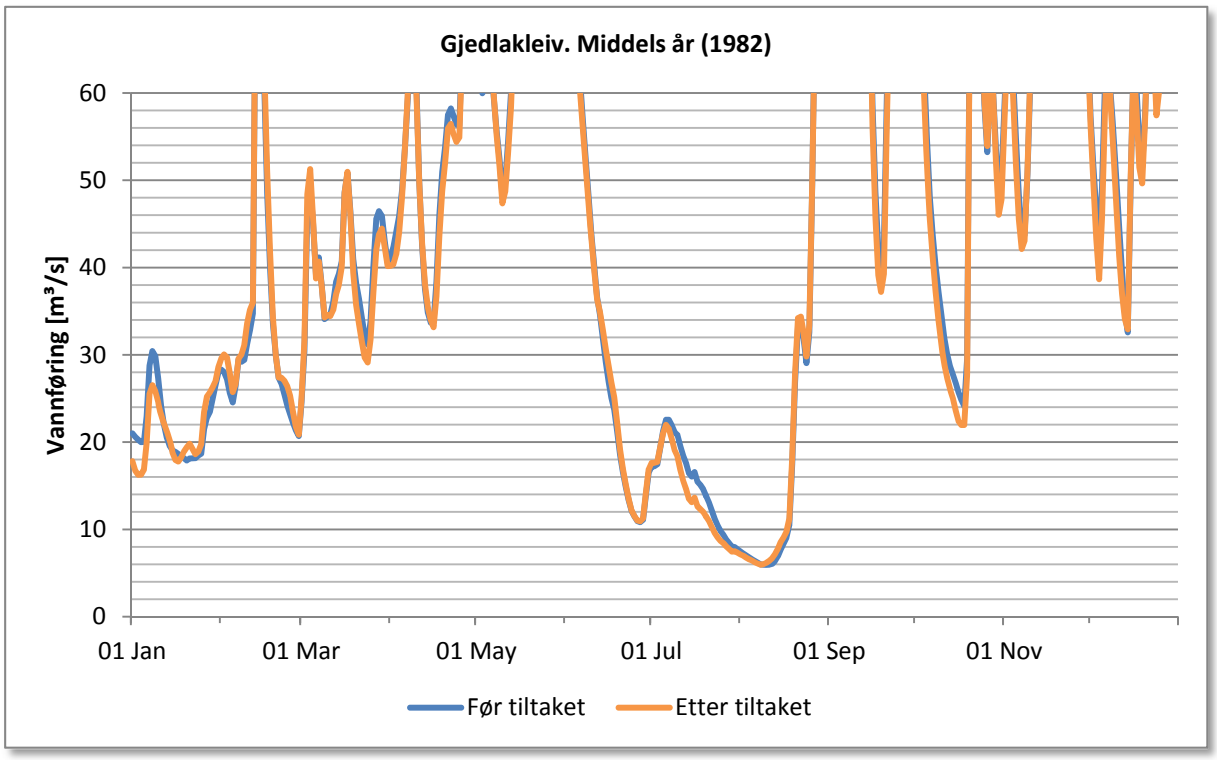
Figur 5-19. *Vannføring ut av Hofreistvatn i et middels år (1982) for før tiltaket (blå) og etter tiltaket (orange).*



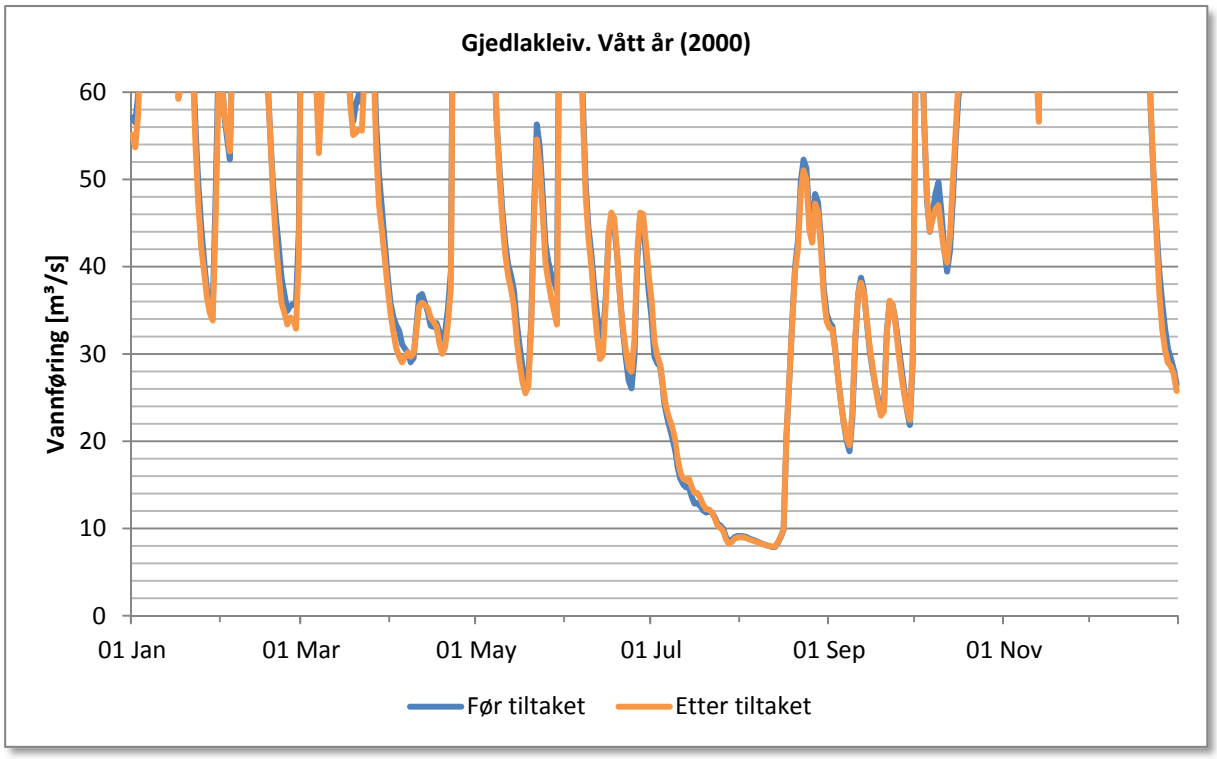
***Figur 5-20**. Vannføring ut av Hofreistvatn i et vått år (2000) for før tiltaket (blå) og etter tiltaket (orange).*



***Figur 5-21.** Vannføring ved Gjedlakleiv i et tørt år (1976) for før tiltaket (blå) og etter tiltaket (orange).*



Figur 5-22. *Vannføring ved Gjedlakleiv i et middels år (1982) for før tiltaket (blå) og etter tiltaket (orange).*



Figur 5-23. *Vannføring ved Gjedlakleiv i et vått år (2000) for før tiltaket (blå) og etter tiltaket (orange).*

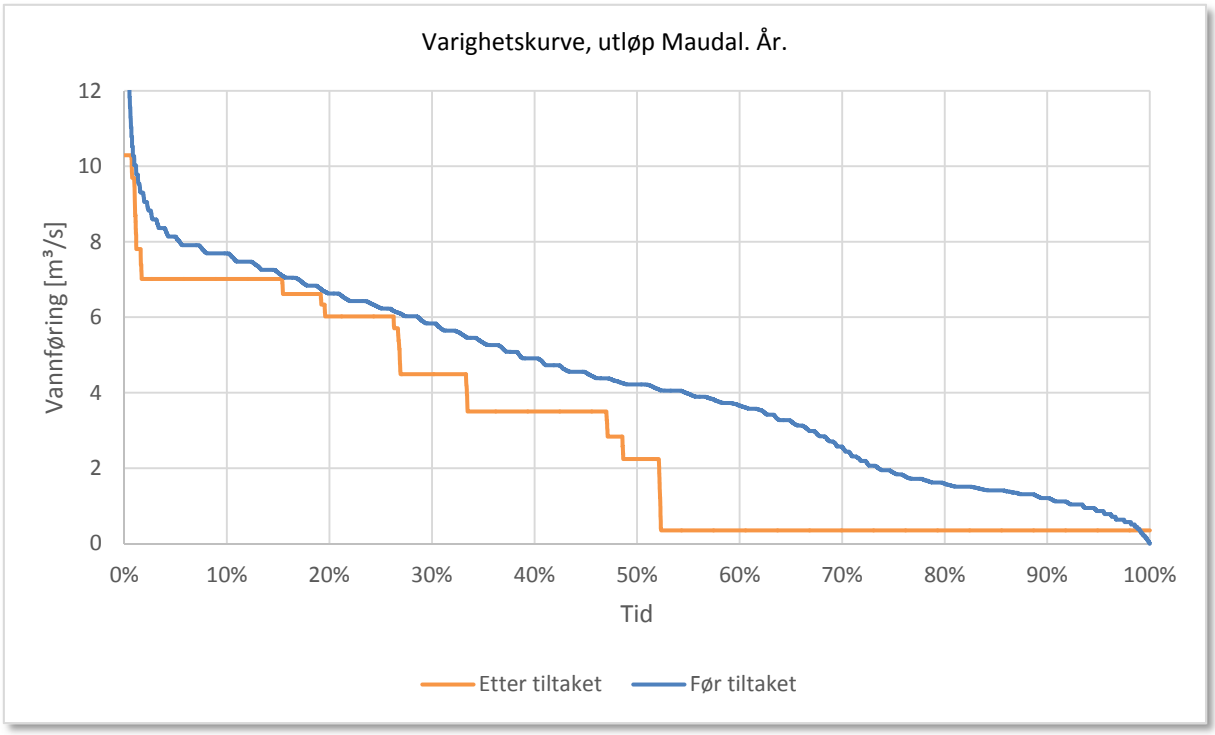
Vannføring i Stølsåni

Stølsåni, mellom Stølsvatn og Birkelandsvatn, er i dag tørrlagt bortsett fra ved høye vannføringer. Etter tiltaket vil det til tider fortsatt gå overløp fra Stølsvatn ved flom, men det vil også tappes fra Stølsvatn via en ny tappeluke i dammen. Maksimal nødvendig tapping for å unngå at vannføringen ut av

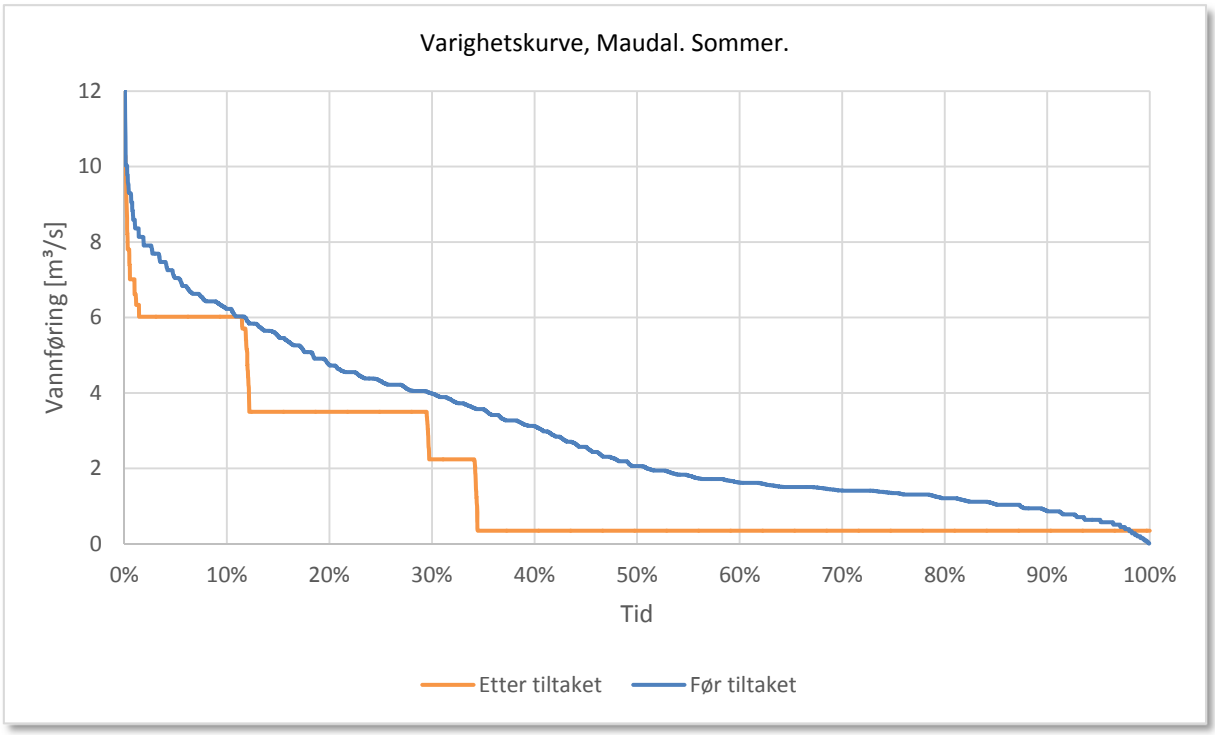
Birkelandsvatn blir for lav, er på 3,5 m³/s. Dette er drøyt tre ganger naturlig middelvannføring i vassdraget, og langt under naturlig flomvannføring i vassdraget.

5.1.5 Restvannføring

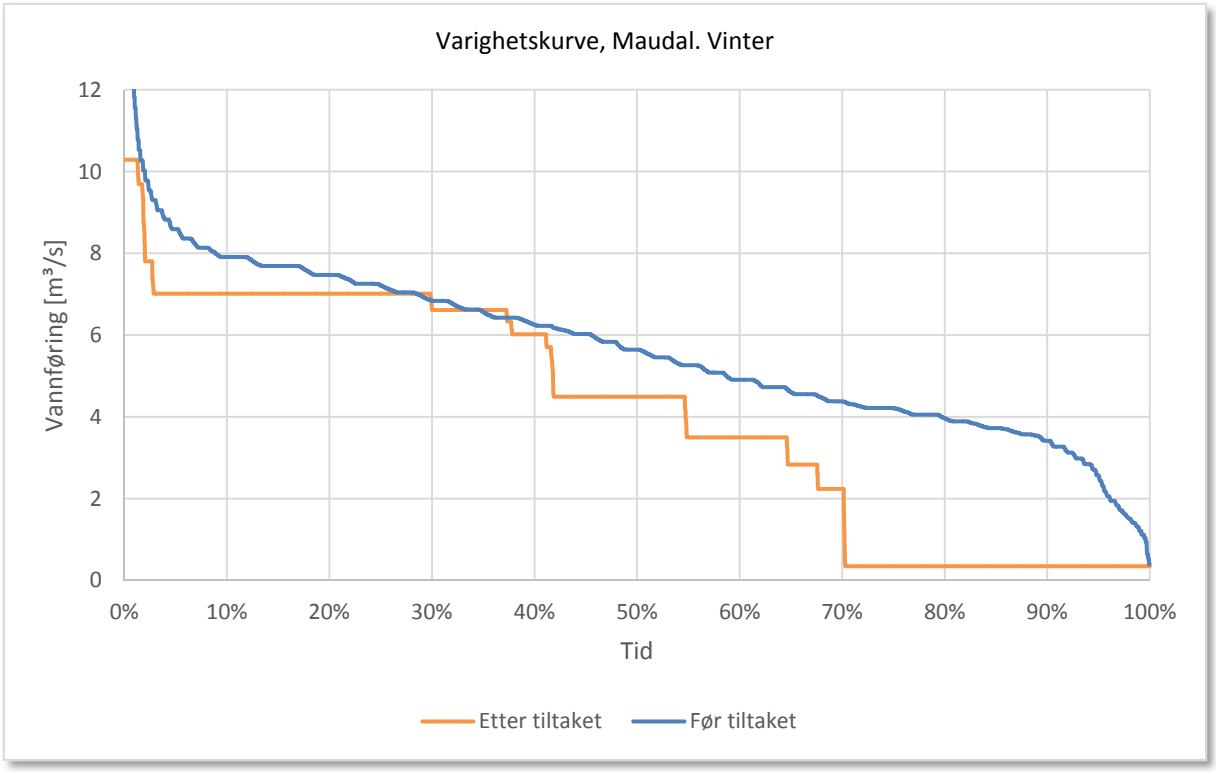
Varighetskurver



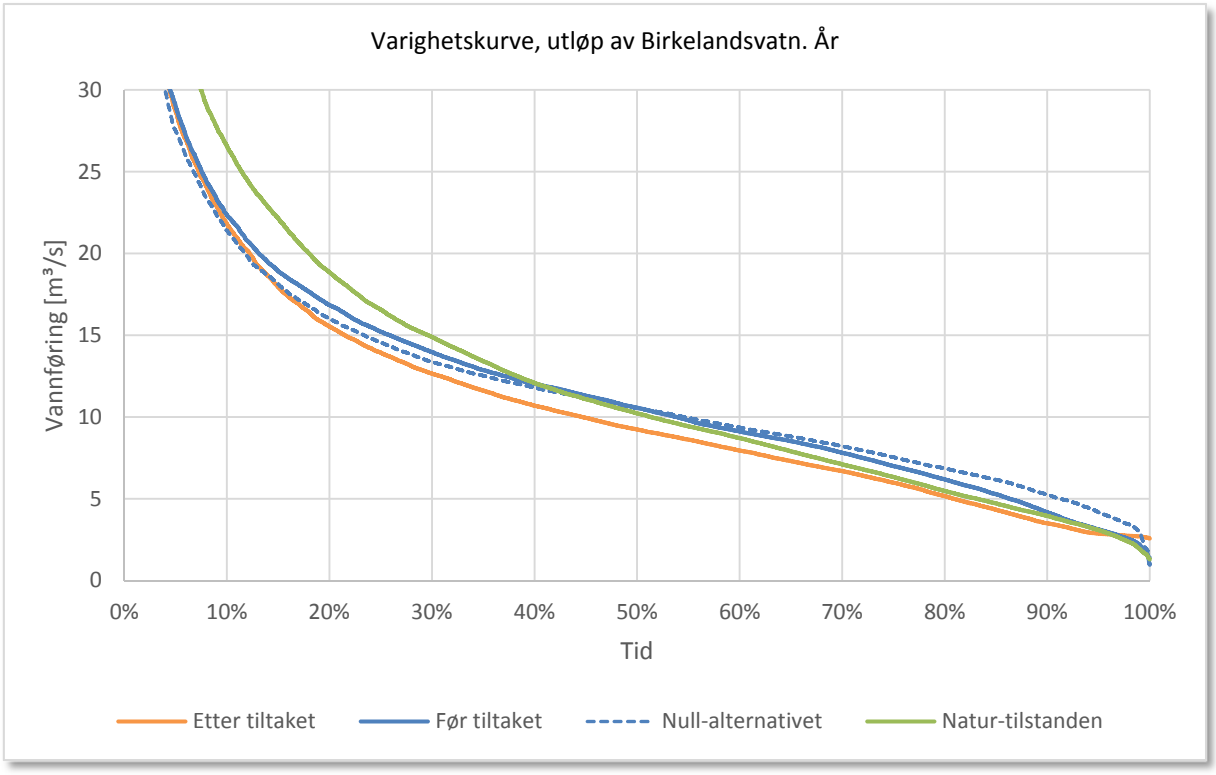
Figur 5-24. *Varighetskurve Maudal før og etter utbygging for perioden 1973-2013.*



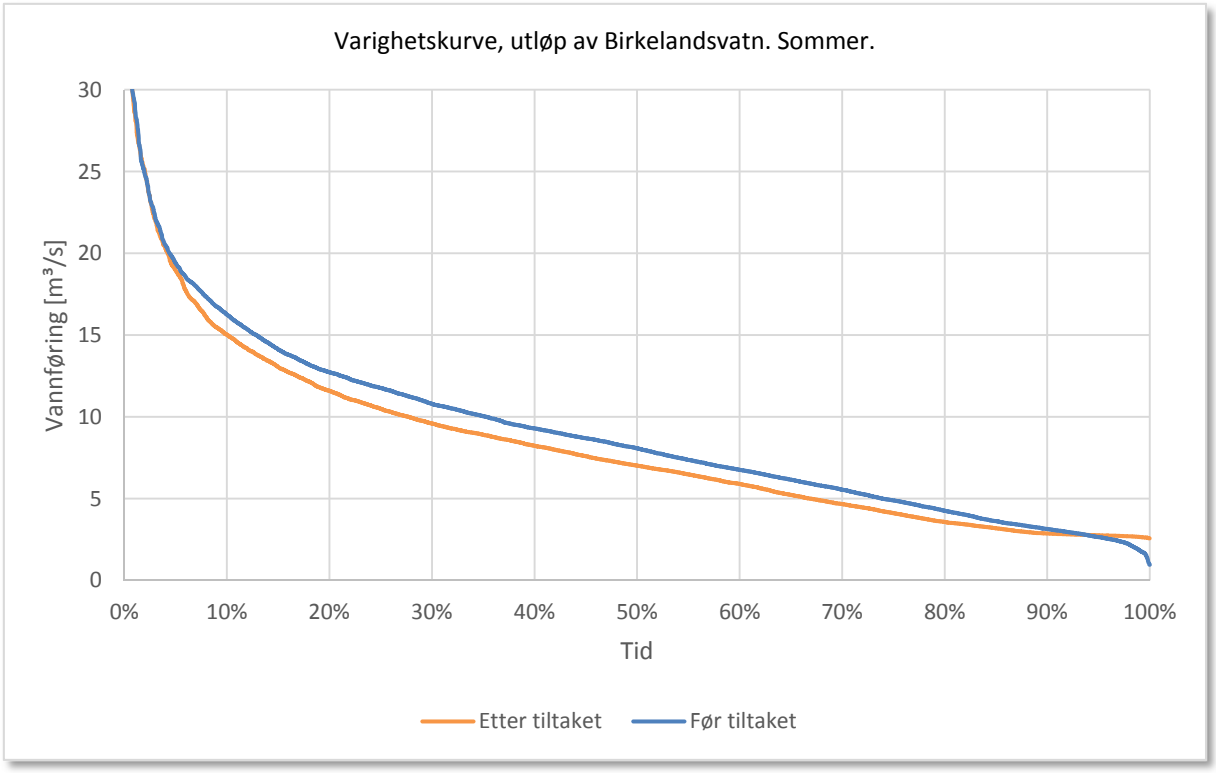
Figur 5-25. *Varighetskurve Maudal før og etter utbygging for sommerhalvåret (1. mai til 30. september) for perioden 1973-2013.*



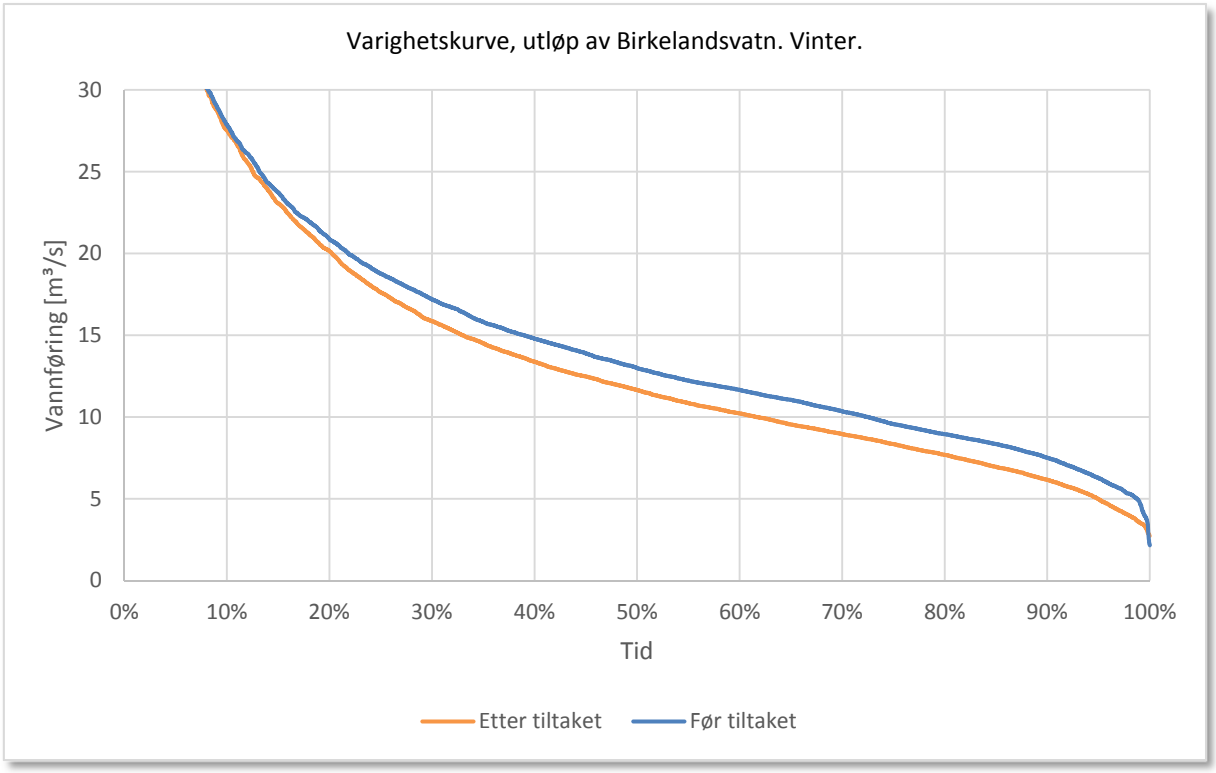
Figur 5-26. *Varighetskurve Maudal før og etter utbygging for vinterhalvåret (1. oktober til 30. april) for perioden 1973-2013.*



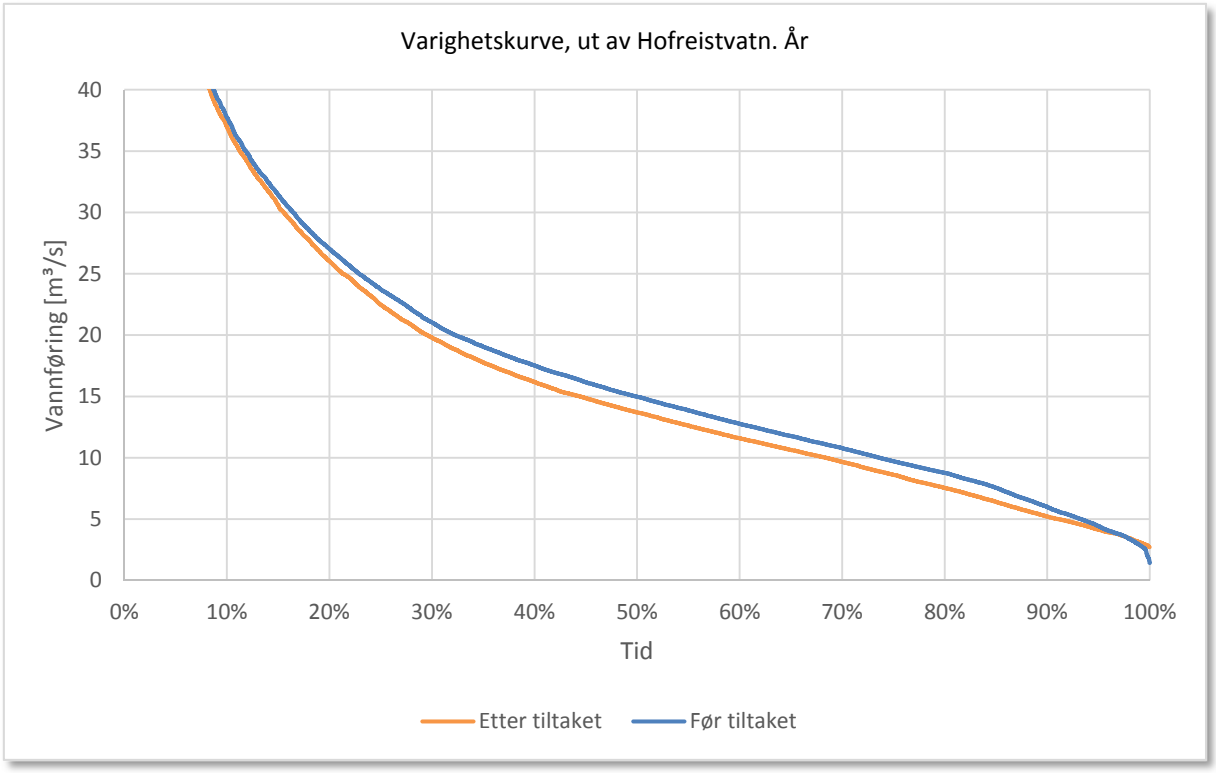
Figur 5-27. *Varighetskurve Birkelandsvatn før og etter utbygging for perioden 1973-2013.*



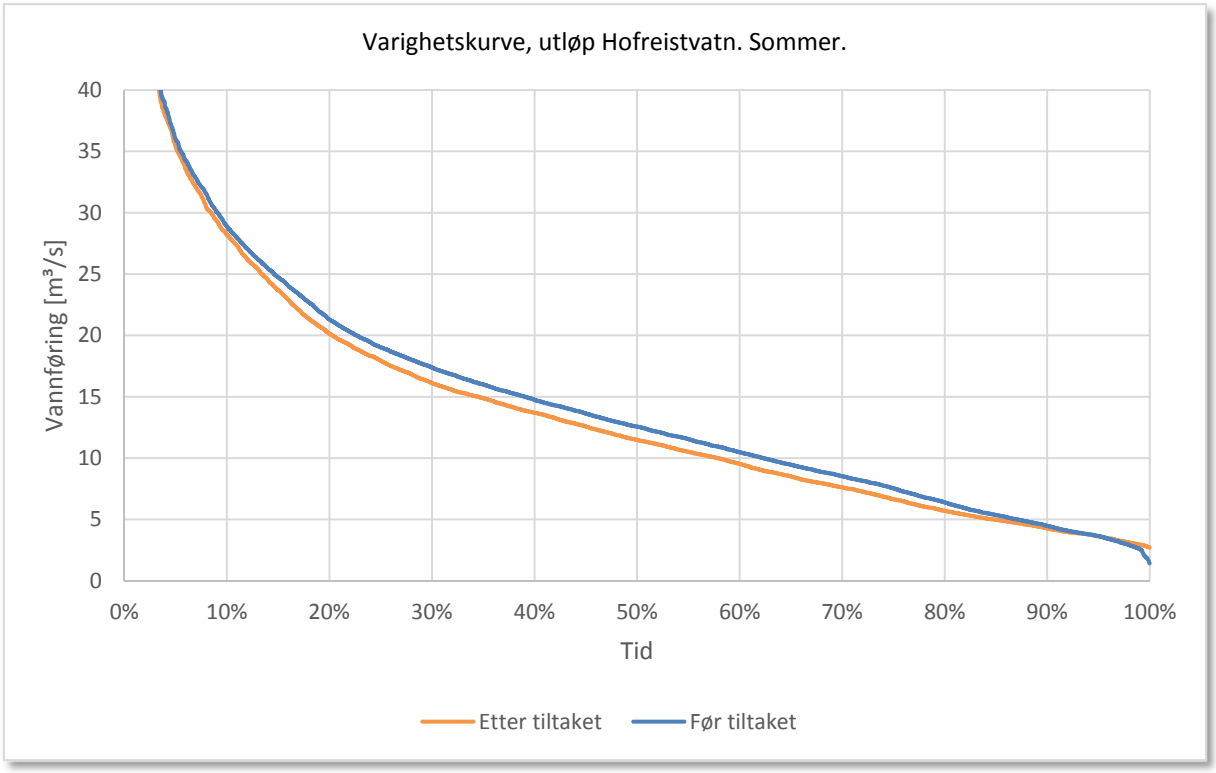
Figur 5-28. *Varighetskurve Birkelandsvatn før og etter utbygging for sommerhalvåret (1. mai til 30. september) for perioden 1973-2013.*



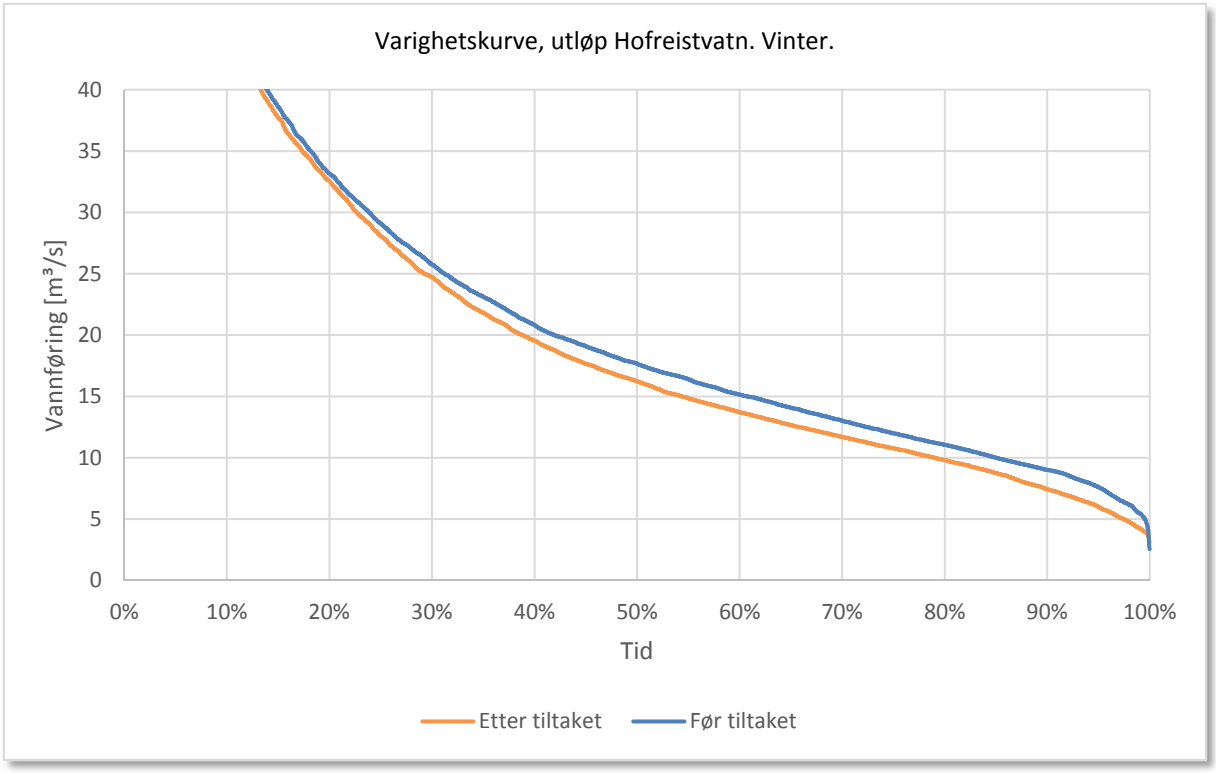
Figur 5-29. *Varighetskurve Birkelandsvatn før og etter utbygging for sommerhalvåret vinterhalvåret (1. oktober til 30. april) for perioden 1973-2013.*



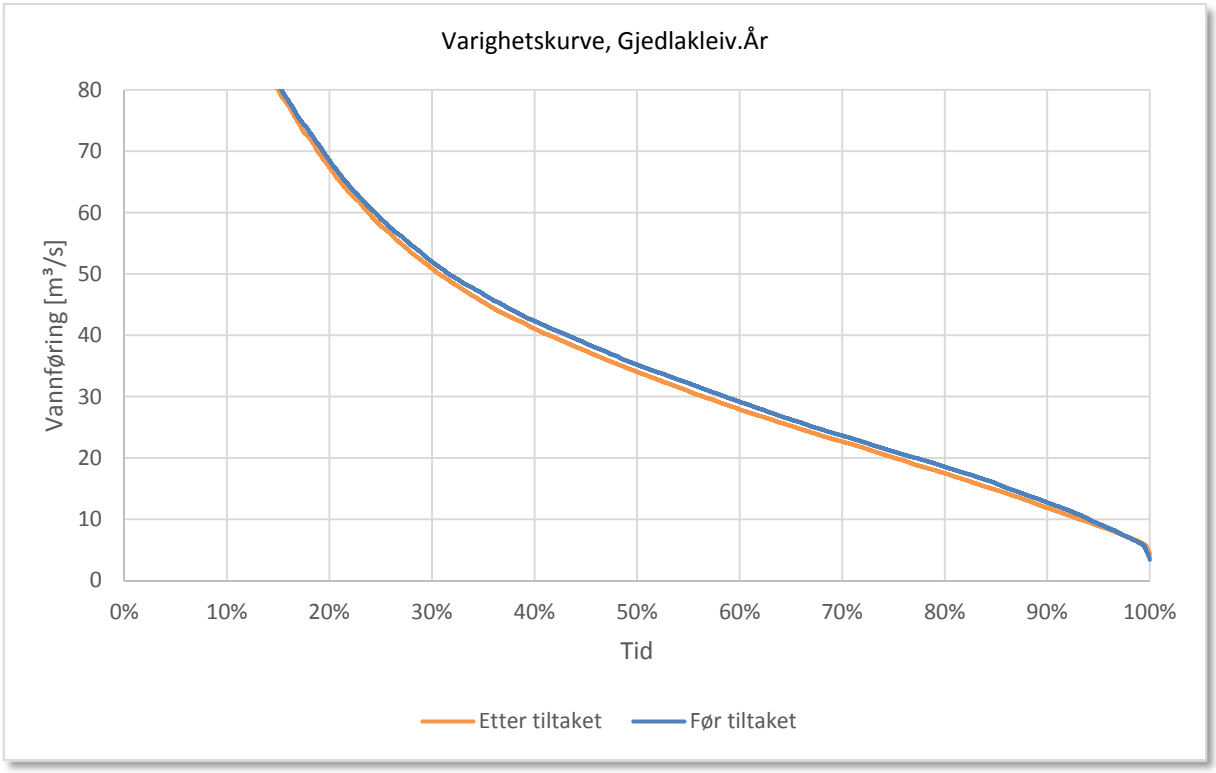
Figur 5-30. *Varighetskurve Hofreistvatn før og etter utbygging for perioden 1973-2013.*



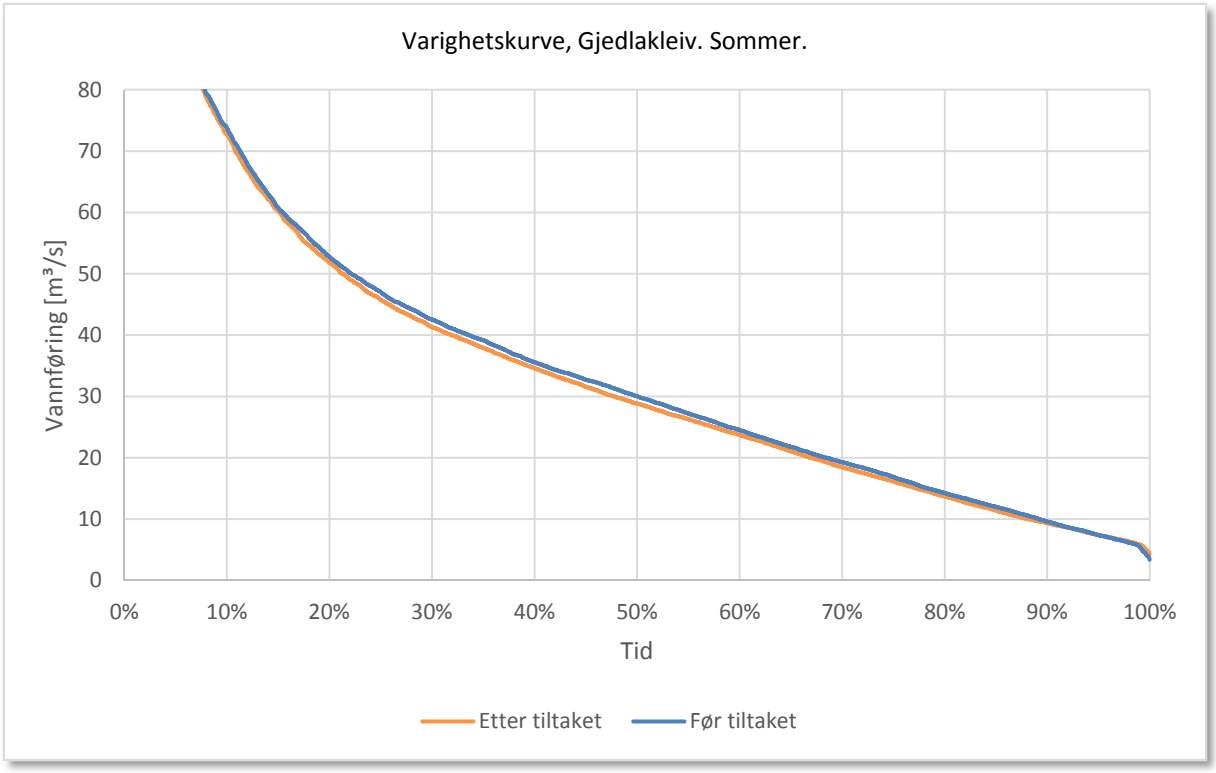
Figur 5-31. *Varighetskurve Hofreistvatn før og etter utbygging for sommerhalvåret (1. mai til 30. september) for perioden 1973-2013.*



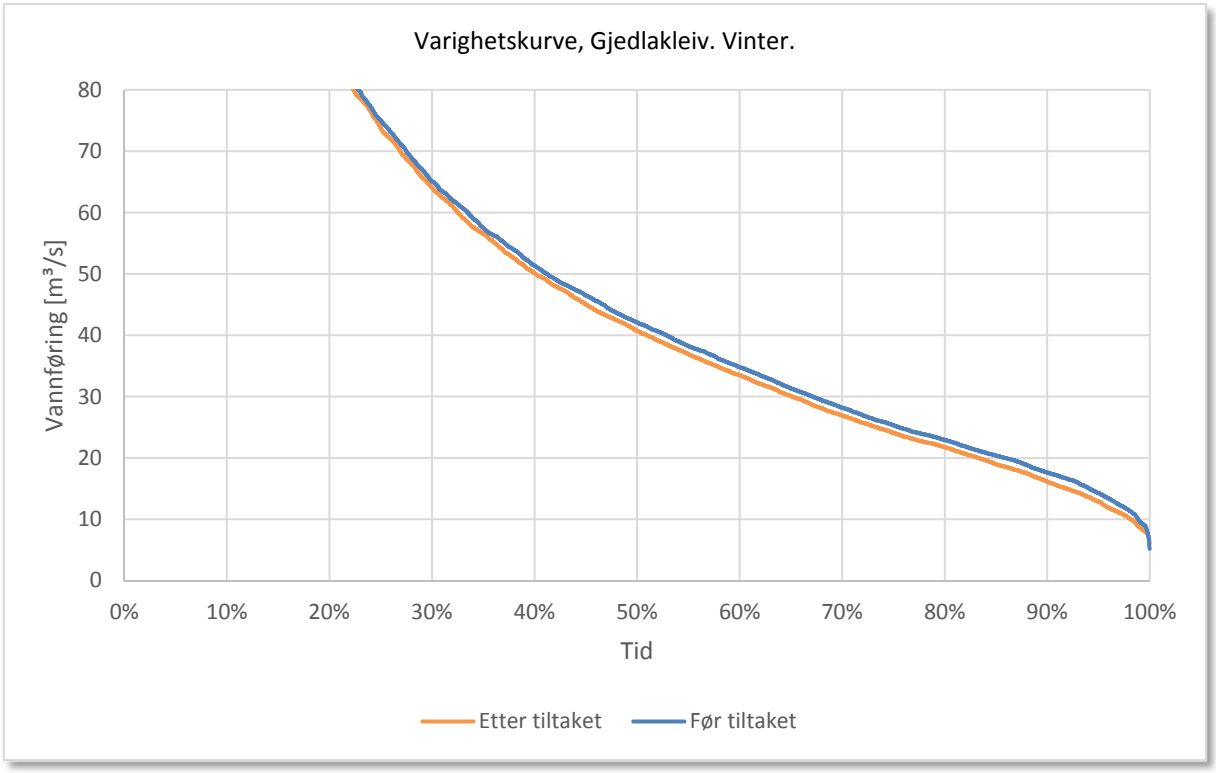
***Figur 5-32**. Varighetskurve Hofreistvatn før og etter utbygging for vinterhalvåret (1. oktober til 30. april) for perioden 1973-2013.*



***Figur 5-33.** Varighetskurve Gjedlakleiv før og etter utbygging for perioden 1973-2013.*



***Figur 5-34**. Varighetskurve Gjedlakleiv før og etter utbygging for sommerhalvåret (1. mai til 30. september) for perioden 1973-2013.*



***Figur 5-35.** Varighetskurve Gjedlakleiv før og etter utbygging for vinterhalvåret (1. oktober til 30. april) for perioden 1973-2013.*

Av figurene over kommer det fram av endring i vannføring pga. uttak fra Store Myrvatn blir mindre merkbar jo lenger ned i vassdraget man kommer. Ved Gjedlakleiv er det minimal forskjell på vannføringen før og etter utbygging.

5.1.6 Lavvannføring

Slik situasjonen er i dag, er strekningen mellom Store Myrvatn og utløpet til kraftstasjonen alltid tørr. Nedstrøms kraftstasjonen varierer vannføringen ut fra hvor mye som går i kraftstasjonen. Minstevannføringskravet i Maudalsåna nedstrøms stasjonen har vært praktisert som at det skal gå 0,35 m³/s *i gjennomsnitt* i døgnet. Det vil si at det f.eks. kan gå 10 m³/s i én time, og ingenting de neste 23 timene. Når kraftstasjonen bygges om vil dette endres til et konstant slipp på 0,35 m³/s.

Nedstrøms *Birkelandsvatn* (anadrom strekning) er det modellert at vannføringen i tørre perioder sommerstid går under 1 m³/s slik situasjonen er i dag. Lavvannføringer for situasjonen slik den er i dag er presentert i tabellene under.

Tabell 5-2. Lavvannføringer fra simuleringer (perioden 1973-2013) slik situasjonen er i dag (m³/s)

Parameter	**Maudalsåna**	**Ut av Birkelandsvatn**	**Ut av Hofreistvatn**	**Ved Gjedlakleiv**
Alminnelig lavvannføring	0,35	2,9	4,0	8,2
5-persentil år	0,35	3,1	4,4	9,3
5-persentil sommer	0,35	2,6	3,5	7,1
5-persentil vinter	0,35	6,3	7,9	14,5

Tabell 5-3. Lavvannføringer fra vannmerker i Bjerkreimvassdraget (m³/s)

Parameter	**VM 27.15 Austrumdal**	**VM 27.25 Gjedlakleiv**	**VM 27.25 Gjedlakleiv**
Periode	*1986-2013*	*1900-2013*	*1973-2013*
Alminnelig lavvannføring	0,77	8,37	7,90
5-persentil år	0,82	9,59	8,74
5-persentil sommer	0,87	8,40	7,06
5-persentil vinter	0,76	10,40	11,59

5.1.7 Forslag til minstevannføring

Det har ikke vært vannføring nedstrøms dammen de siste 80 årene, og det er heller ikke foreslått å slippe minstevannføring på denne strekningen i forbindelse med tiltaket. Det er forøvrig LYSE som er ansvarlig for slipp av minstevannføring fra Store Myrvatn.

På anadrom strekning, det vil si opp til Birkelandsvatn, må det derimot sørges for tilstrekkelig vannføring. Det er planlagt å legge opp til en tappestrategi fra de tilgjengelige vannkildene (Stølsvatn, Romsvatn og Storavatn) slik at restvannføringen ut av Birkelandsvatn alltid vil være større enn 2,5 m³/s.

Denne restvannføring skal sørge for at elva Malmeisåna mellom utløpet av vannet og samløpet med Austrumdalsåna, en strekning på snaut 500 meter, har tilstrekkelig vann. Etter samløpet med Austrumdalsåna, og særlig etter utløpet i Hofreistvatn, blir vassdraget matet av sideelver, slik at restvannføringen fra Birkelandsvatn har mindre betydning.

5.2 Reduksjon i kraftproduksjon

Maudal kraftverk har, i følge NVE Atlas, en energiekvivalent på 0,708 kWh/m³. IVARs uttak på i snitt 1,34 m³/s gir dermed et tap i kraftproduksjon på ca. 30 GWh per år. Dette tilsvarer årsforbruket til ca. 1 500 husholdninger.

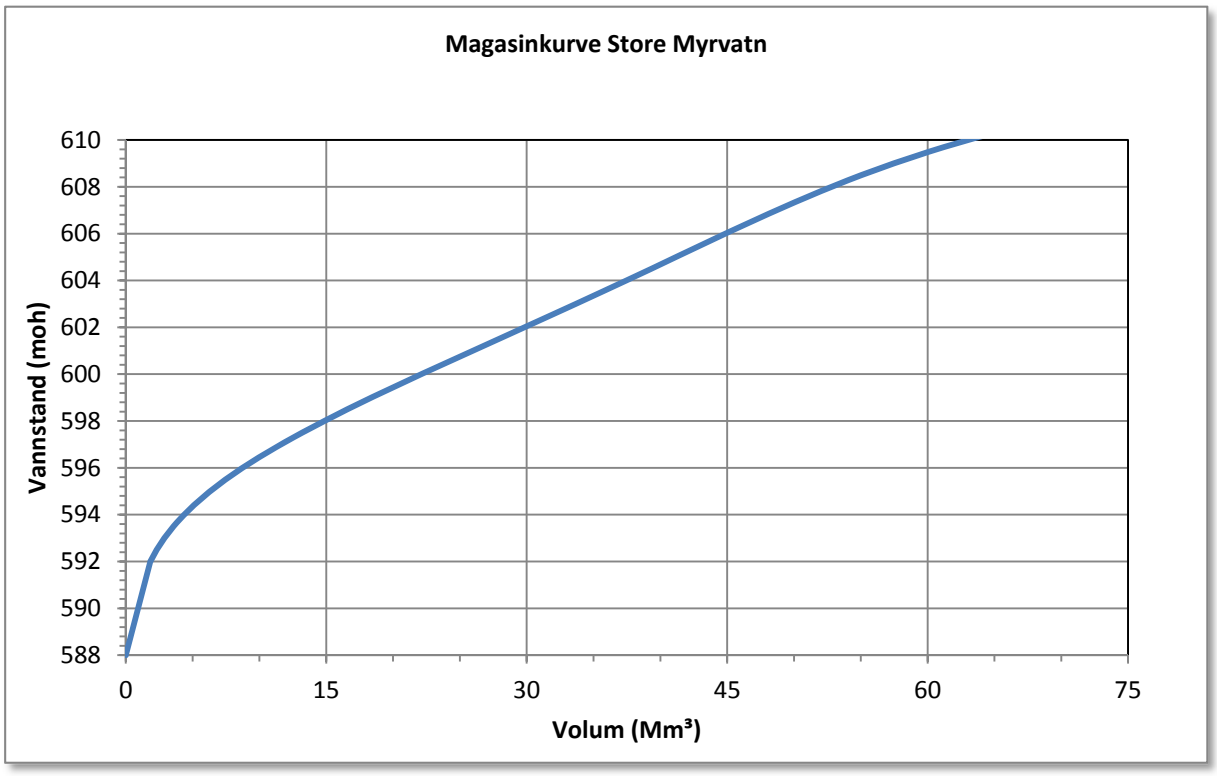
5.3 Flommer

Slik situasjonen er i dag, er det svært sjeldent overløp fra Store Myrvatn. Det skyldes stor reguleringsprosent og stor slukeevne i Maudal kraftverk. Med oppgradering av Maudal kraftverk og uttak til drikkevann vil det trolig aldri gå overløp ved vannet.

Fordi vannuttaket er lite, og tiltaket ikke omfatter noe nye reguleringer, vil tiltaket i svært liten grad påvirke flomforhold i vassdraget.

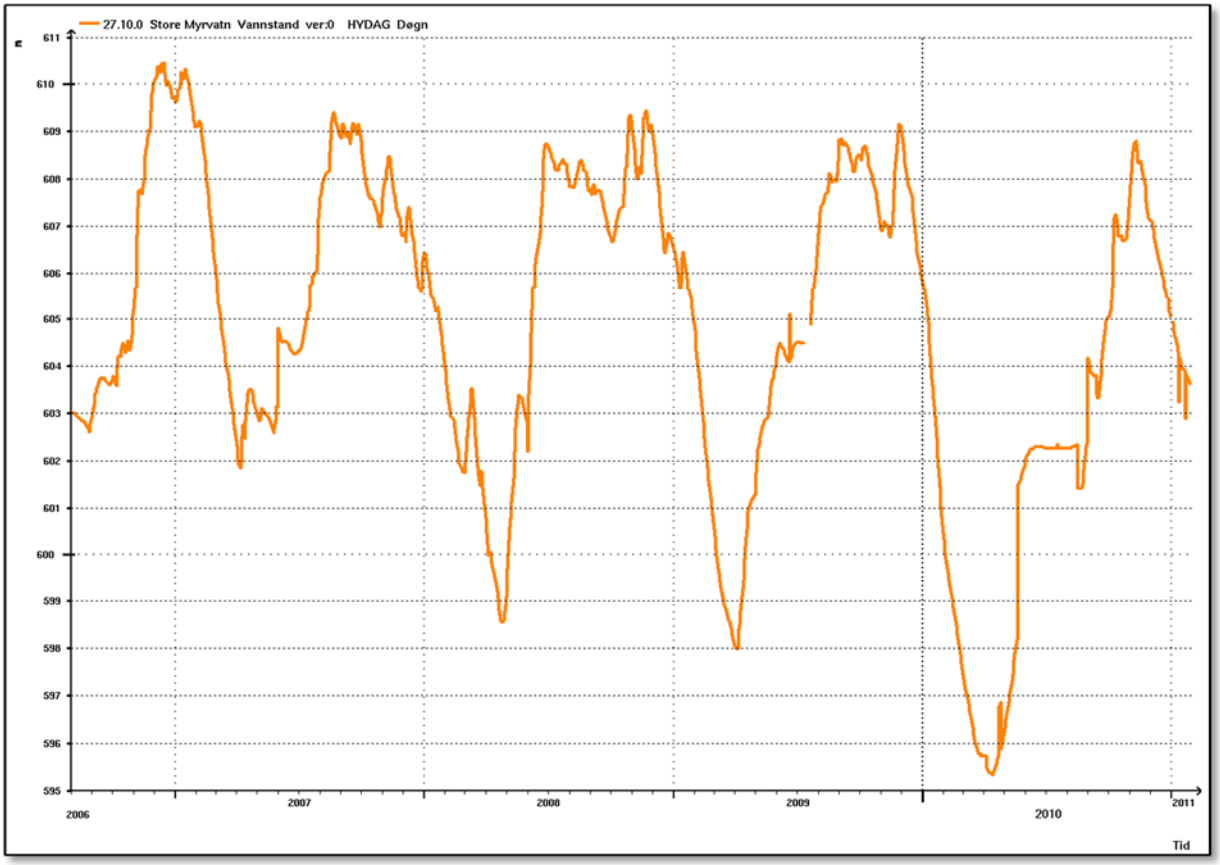
5.4 Magasinvolum, magasinkart og fyllingsberegninger

Magasinkurve for Store Myrvatn er vist i figuren under.

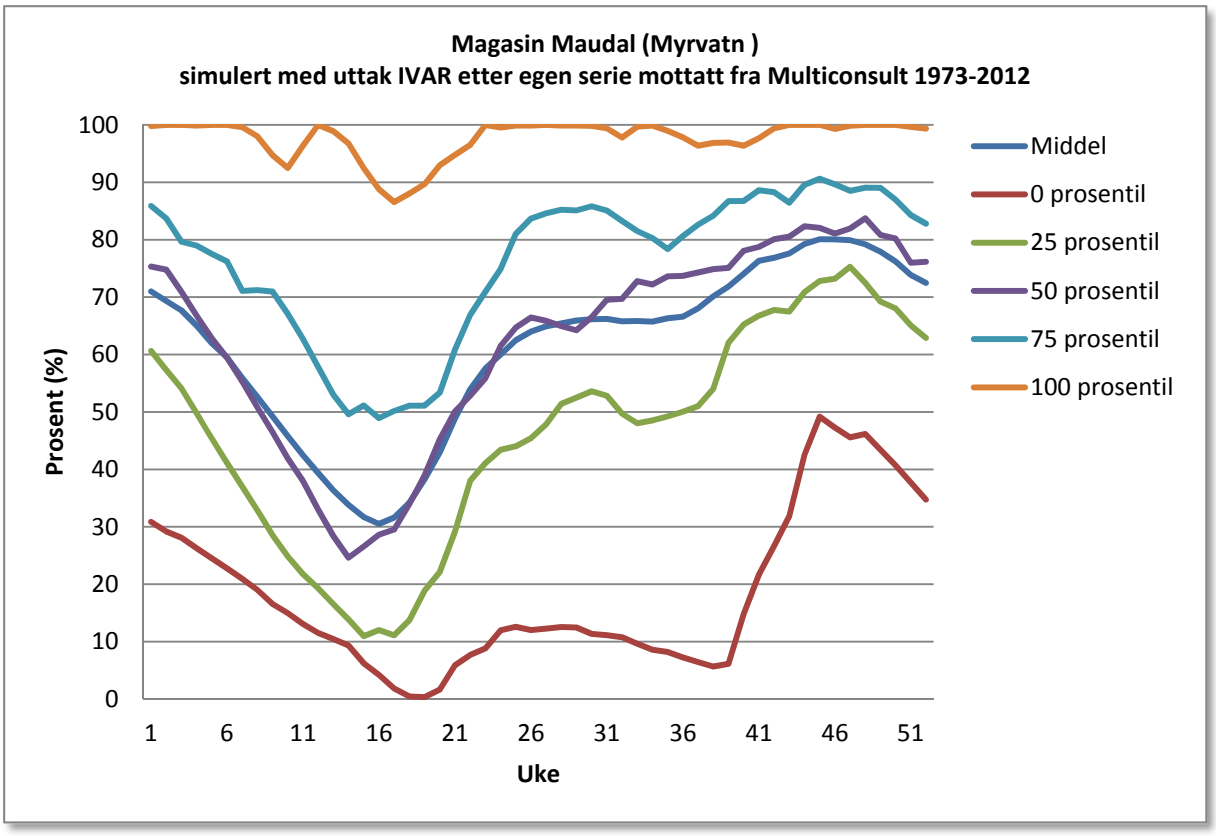


Figur 5-36. *Magasinkurve Store Myrvatn*

Store Myrvatn har en regulering mellom 588 og 610, og magasinvolum på 63 Mm³. Figur 5-37 viser magasinvannstand de siste årene. Magasinet er vanligvis på topp på slutten av året, i november, og tappes så gradvis ned til et bunnivå i april. Deretter fylles magasinet opp igjen av vårflommene. Det er forventet at dette mønsteret vil fortsette også etter tiltaket, se magasinfyllingsgrader fra LYSEs simuleringer i Figur 5-38.



***Figur 5-37**. Registrert vannstand i Store Myrvatn.*



***Figur 5-38.** Magasinfyllingsgrad fra LYSEs simuleringer.*

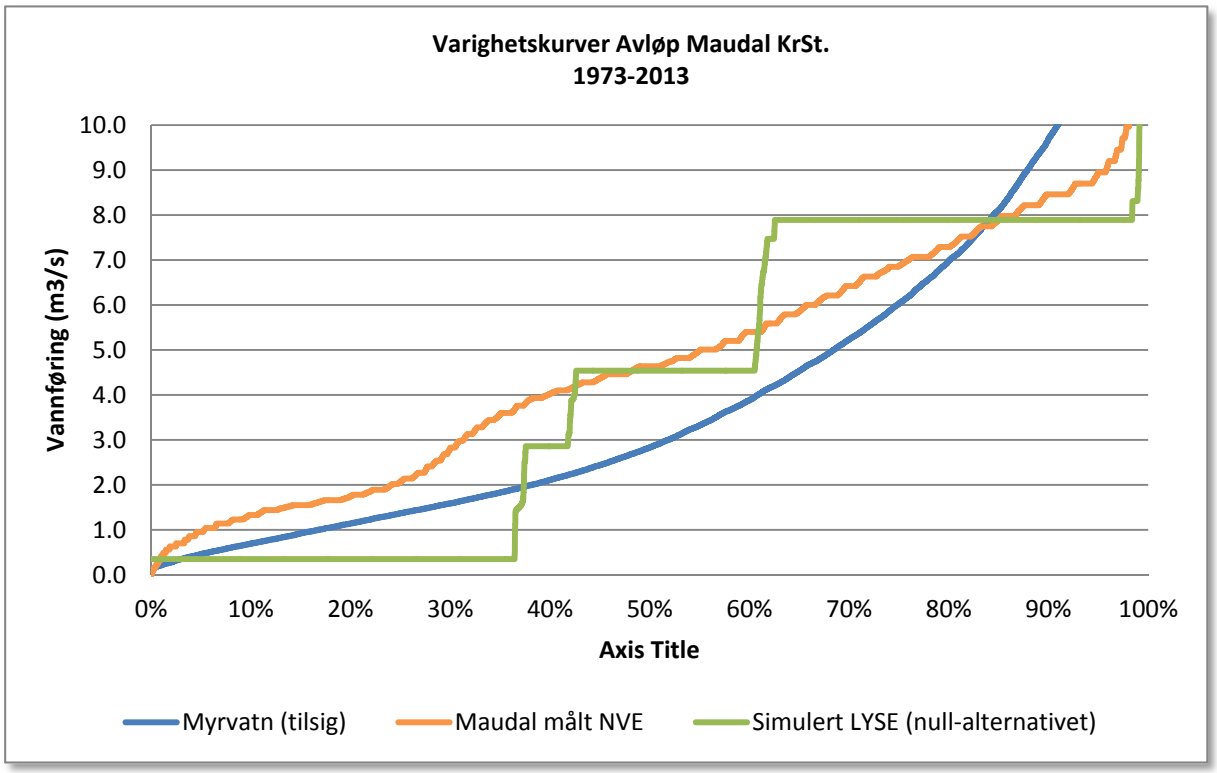
5.5 Vanntemperatur, isforhold og lokalklima

5.5.1 Vanntemperatur

Vanntemperaturen er ikke registrert, verken i Store Myrvatn eller i vassdraget nedstrøms magasinet.

Slik situasjonen er i dag, er vannføringen i Maudalsåna bestemt av hvor mye som går i Maudal kraftverk. Vannet fra kraftverket tappes fra Store Myrvatn på stort dyp, og holder trolig en temperatur på rundt 4 grader. Vanntemperaturen i Maudalsåna umiddelbart nedstrøms kraftverket vil derfor være litt over 4 grader. Hvordan temperaturen er lengre nedstrøms i vassdraget, avhenger av hvor mye vannet blir varmet opp/kjølt ned på elvestrekningen, samt av tilsiget fra restfeltet.

Om sommeren, når det ofte kun går minstevannføring i vassdraget, vil trolig temperaturen i vassdraget nærme seg lufttemperatur. Om vinteren er vannføringen vanligvis høy, noe som gir en høyere temperatur (nærmere 4 grader) enn hva det ville vært ved naturlig vannføring.



Figur 5-39. Varighetskurver for Maudal, slik situasjonen er i dag og med ombygget Maudal kraftverk

Konsekvenser av tiltaket på vanntemperatur

Det er ikke forventet noen endring i vanntemperatur som følge av tiltaket.

5.5.2 Isforhold

Historiske data viser at Maudal kraftverk i vinterhalvåret vanligvis kjøres ved full effekt på hverdager, med full stopp i helgene. Dette kjøremønsteret fører sannsynligvis til ustabile isforhold, spesielt i den delen av magasinet som er nærmest inntaket. Typisk for isforhold på vannkraftmagasiner er oppsprekking av isen, overvann langs iskanten og råker ved tunnelåpninger.

Konsekvenser for isforhold

Det er ikke forventet noen endringer i isforhold som følge av tiltaket.

5.5.3 Lokalklimatiske forhold

I følge NVEs landsdekkende grid (på 1 x 1 km nivå) er nedbøren i feltet til Store Myrvatn ca. 2700 mm/år. Årsmiddeltemperaturen i nedbørfeltet er, i følge den samme modellen, på +2,5°C, med vintertemperatur -1,0°C og sommertemperatur +7,6°C.

I sommerhalvåret, i de periodene kraftverket kjører, er vanntemperaturen i elva nedstrøms kraftverket vanligvis noe lavere enn lufttemperaturen og elva vil ha en viss nedkjølende effekt på omgivelsene i umiddelbar nærhet til vassdraget. Om vinteren er situasjonen den motsatte: Vassdraget holder noe høyere temperatur enn lufta, og vil kunne ha en svakt oppvarmende effekt på omgivelsene dersom vassdraget ikke er isdekt (men effekten er sannsynligvis svært lokal, og elvene er også ofte dekket av is og snø).

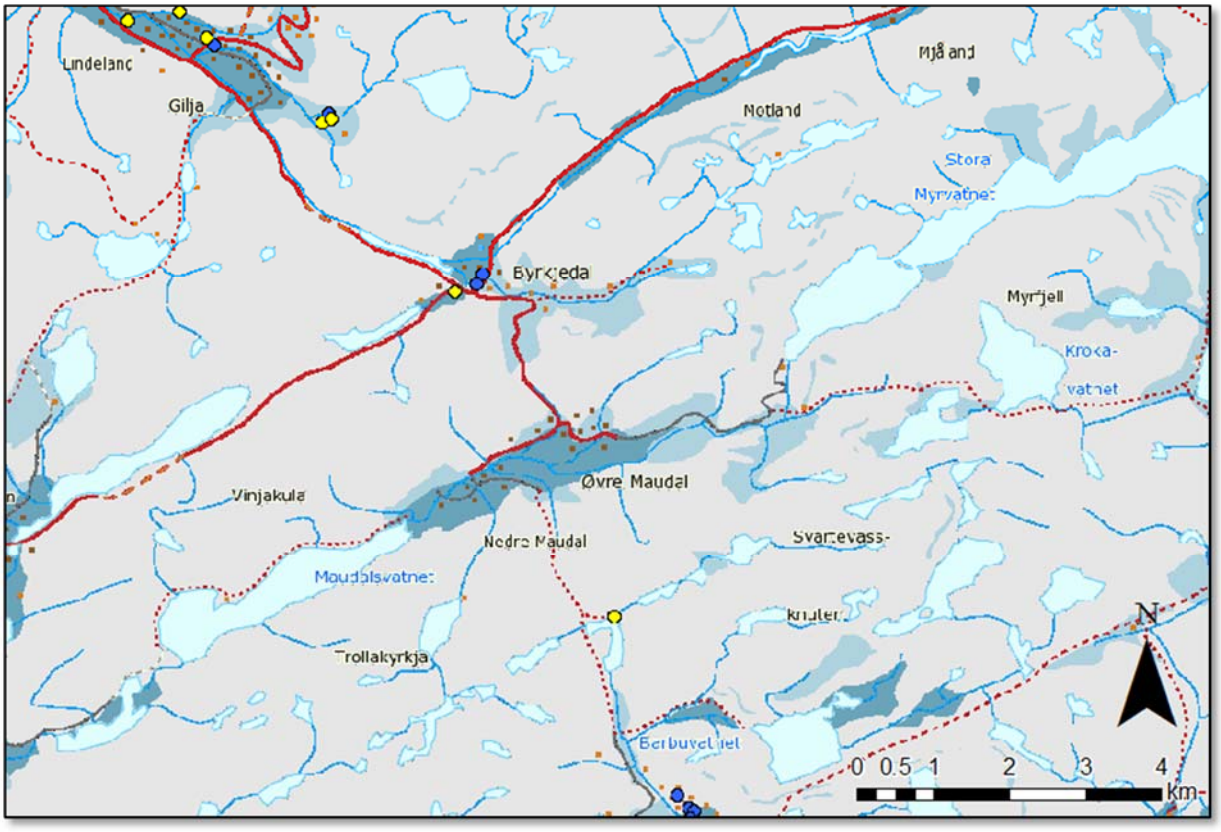
Konsekvenser av tiltaket på vanntemperatur

Det er ikke forventet noen endring i lokalklimatiske som følge av tiltaket.

5.6 Grunnvann

Ifølge NGUs grunnvassdatabase Grenada er det ingen grunnvannsbrønner i nærheten av Store Myrvatn. Området rundt vannet viser heller ikke noe grunnvannspotensiale. I Maudalen nedstrøms Store Myrvatn er det derimot registrert et potensielt betydelig grunnvannspotensiale.

Det eksisterende kraftverket har utløp oppstrøms Maudalen, og påvirker dermed ikke grunnvannspeilet her. Det er heller ikke forventet at uttak av vann fra vassdraget vil føre til betydelige konsekvenser for grunnvannspotensialet.



Figur 5-40. *Grunnvannpotensiale og grunnvannsbrønner (blå punkter)*

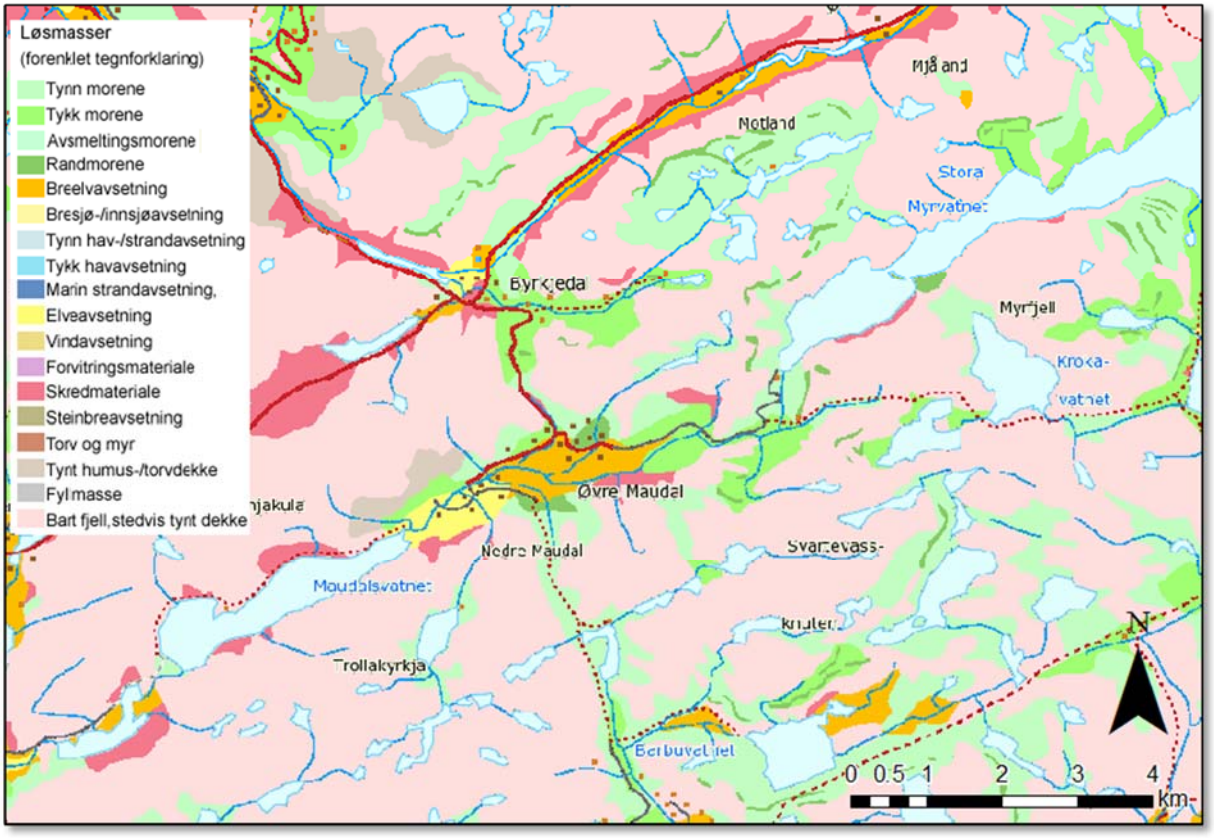
I anleggsfasen kan sprenging av tunnelen tappe grunnvann fra bergformasjoner som tunnelen drives gjennom. Ved valg av velegnede driftsmetoder vil omfang av innlekkasje til tunnelen bli begrenset

uansett, siden en eventuell stor innlekkasje vil kunne bli problematisk for anleggsdriften. Tunnelen vil bli tilnærmet tettet gjennom injisering av sprekker og andre permeable soner før de settes i drift, slik at en eventuell senkning av grunnvannet rundt tunnelene vil bare være midlertidig mens anleggsvirksomheten pågår. En midlertidig senkning av grunnvannstrykket vil ikke ha noen synlige konsekvenser i overflaten med mindre tunnelen passerer under veldig små delfelter hvor mengden vann som renner inn i tunnelen er av samme størrelsesorden som overflateavrenning fra feltet. Vi kan ikke se at det finnes slike tilfeller langs tunneltraseen og konkluderer med at konsekvenser av tunneldriften i anleggsperioden vil bli en forbigående senkning av grunnvannstrykket, uten betydning for noen interesser.

5.7 Erosjon og sedimenttransport

Erosjon er i stor grad knyttet til flom, og slik forholdene er i dag er det svært sjeldent overløp fra Store Myrvatn. Med uttak av drikkevann vil det nok aldri være overløp fra Store Myrvatn. Det blir mindre vannføring nedstrøms kraftverket, men siden slukeevnen til kraftverket ikke endres, vil vannføringene fortsatt være de samme. Derfor forventes det ingen endringer i erosjonsforholdene.

Løsmassekart for området nedstrøms Store Myrvatn er vist på figuren under.



Figur 5-41. *Løsmasser ved Store Myrvatn*

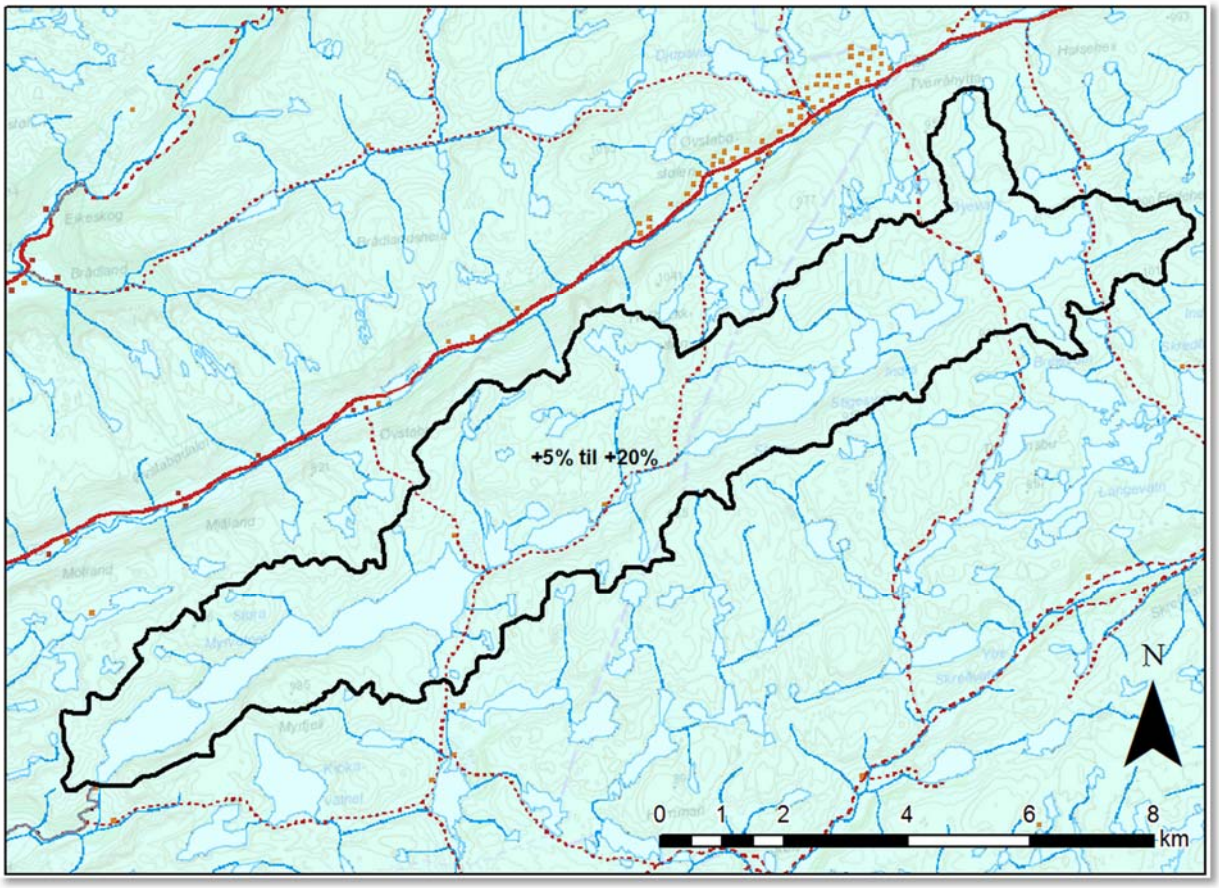
5.8 Klimaendringer

Rapporten «Klima i Norge 2100» (Norsk klimasenter 2009), samt kart på senorge.no, beskriver forventede endringer i klima frem mot 2100. Når det gjelder hydrologi, viser kart på senorge.no hvordan avrenningen er forventet å endre seg fra 1961-90 til 2071-2100 for ulike sesonger. For Store Myrvatn viser kartene at vannføringen i gjennomsnitt er forventet å øke med 5-20% i det aktuelle nedbørfeltet.

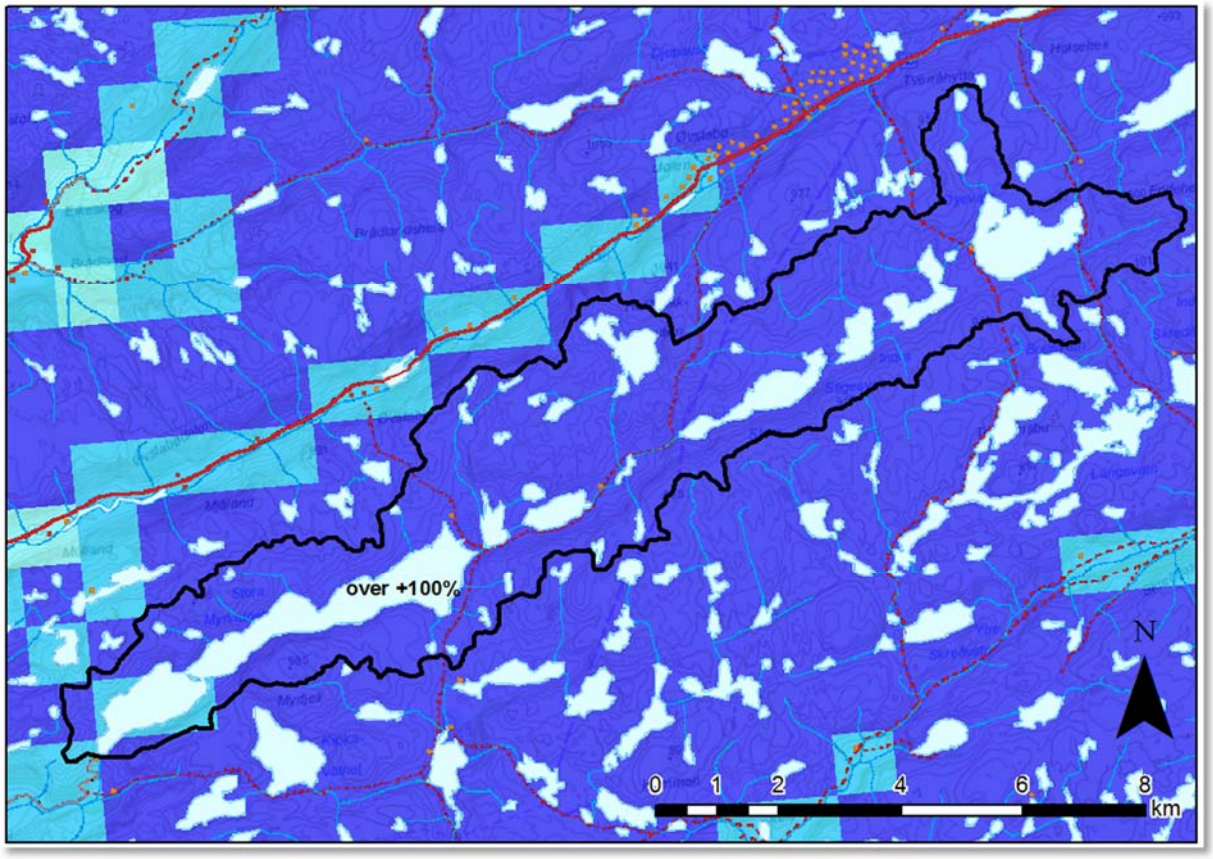
Endring i middelavrenning for de ulike årstidene er imidlertid betydelig større enn for årsavrenning. Spesielt er det forventet stor endring i vinter- og sommeravrenning. Om vinteren vil avrenningen i nedbørfeltet dobles, mens sommeravrenningen forventes å reduseres med 50-75%, se Figur 5-43 og Figur 5-44. I kartene betyr gult og orange redusert avrenning, mens blått er økt avrenning.

Økt vannføring om vinteren skyldes til en viss grad økt nedbør, men også at en del nedbør som i dag faller som snø, vil falle som regn i 2071-2100. Avrenning om våren forventes også å øke noe. Dette skyldes at smelteflommene forflyttes fra sommermånedene til vårmånedene. Sommeren viser redusert avrenning grunnet mindre nedbør, større fordamping og forflytting av smelteflommen til vårmånedene.

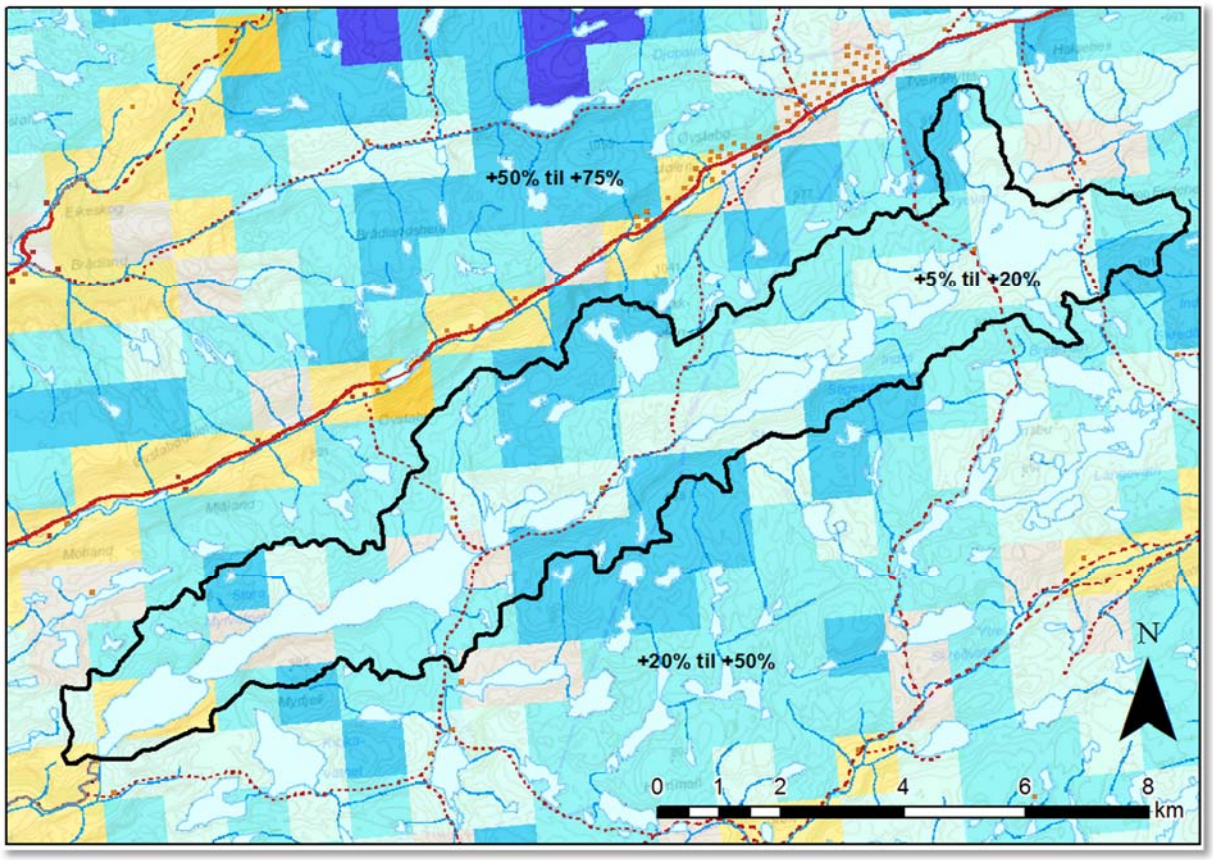
Fordi Store Myrvatn har såpass stor magasinkapasitet, vil ikke sesongendringene ha noen særlig betydning for tiltaket. Økt årsavrenning gir mer tilgjengelig vann, og er positivt for tiltaket.



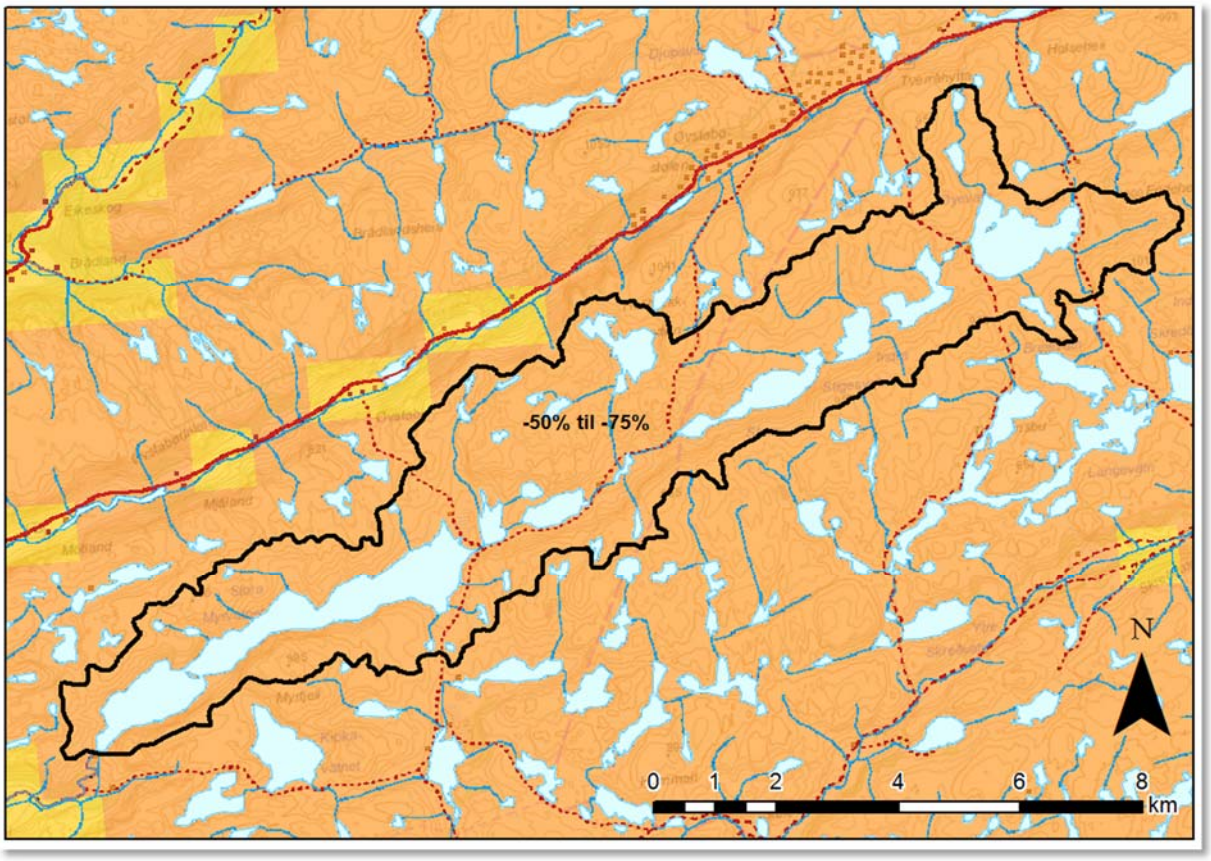
***Figur 5-42**. Endring i avrenning fra 1961-1990 til 2071-2100. Årsavrenning.*



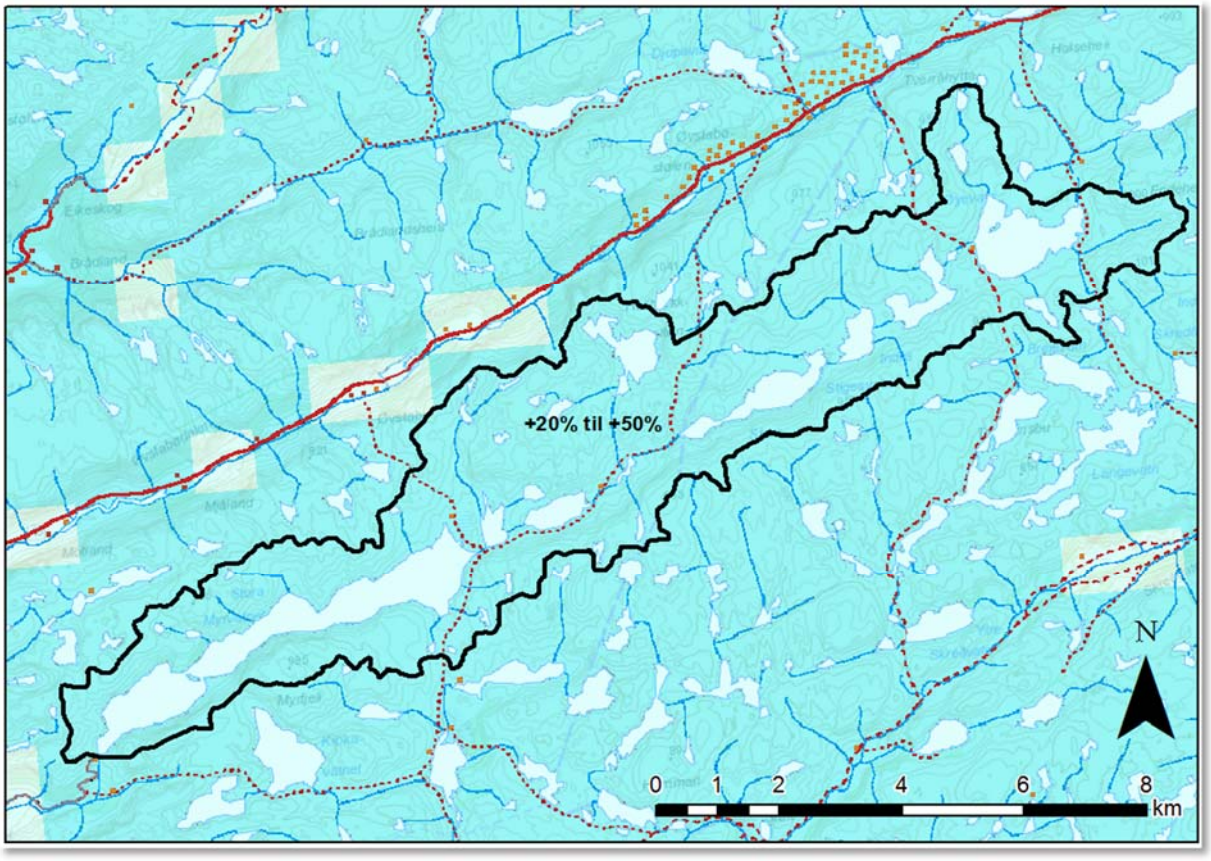
Figur 5-43. *Endring i avrenning fra 1961-1990 til 2071-2100. Vinter.*



Figur 5-44*. Endring i avrenning fra 1961-1990 til 2071-2100. Vår.*



***Figur 5-45**.Endring i avrenning fra 1961-1990 til 2071-2100. Sommer*



***Figur 5-46.** Endring i avrenning fra 1961-1990 til 2071-2100. Høst.*

REFERANSER OG LITTERATUR

IVAR (2011) *Hovedplan drikkevann 2050.* Tilgjengelig fra: http://www.ivar.no/ny-vannkilde/category725.html

Hanssen-Bauer et al. (2009) *Klima i Norge 2100. Bakgrunnsmateriale til NOU Klimatilpasning*. Norsk klimasenter, Oslo.

Statistisk Sentralbyrå (2014) *Befolkningsframskrivinger 2014-2100*. Tilgjengelig fra: http://www.ssb.no/befolkning/statistikker/folkfram/aar

Multiconsult