
RAPPORT

Vannuttak Leirsjødammen

OPPDRAAGSGIVER

Trondheim kommune

EMNE

Hydrologi - oversikt

DATO / REVISJON:

12.06.2024/ 02

DOKUMENTKODE:

10224363-05

RIVASS RAP 06



Multiconsult

Foto: Leirsjødammen/ Thea C. Wang

Dette dokumentet har blitt utarbeidet av Multiconsult på vegne av Multiconsult Norge AS eller selskapets klient. Klientens rettigheter til dokumentet er gitt for den aktuelle oppdragsavtalen eller ved anmodning. Tredjeparter har ingen rettigheter til bruk av dokumentet (eller deler av det) uten skriftlig forhåndsgodkjenning fra Multiconsult. Enhver bruk av dokumentet (eller deler av det) til andre formål, på andre måter eller av andre personer eller enheter enn de som er godkjent skriftlig av Multiconsult, er forbudt, og Multiconsult påtar seg intet ansvar for slikt bruk. Deler av dokumentet kan være beskyttet av immaterielle rettigheter og/eller eiendomsrettigheter. Kopiering, distribusjon, endring, behandling eller annen bruk av dokumentet er ikke tillatt uten skriftlig forhåndssamtykke fra Multiconsult eller annen innehaver av slike rettigheter.

RAPPORT

OPPDRAAG	Flomberegning for 6 dammer/Leirsjødammen vannuttak Leirsjødammen	DOKUMENTKODE	10224363-05-RIVASS-RAP-006
EMNE	Konsekvensutredning vannuttak - Hydrologinotat	TILGJENGELIGHET	Åpen
OPPDRAAGSGIVER	Trondheim kommune	OPPDRAAGSLEDER	Bjørn Olav Folden
KONTAKTPERSON	Benedicta Kiplesund	UTARBEIDET AV	Maren Mood
		ANSVARLIG ENHET	10234051 Vannkraft Midt

SAMMENDRAG

Trondheim kommune har fått tillatelse til midlertidig vannuttak fra Leirsjøen i Leirelvvassdraget til snøproduksjon og vanning av hoppbakker. Tillatelsen omfatter vannuttak inntil 50 000 m³/år for perioden 01.12.2022 – 28.02.2026. I tillegg foreligger et krav om minstevannføring i Leirelva på 100 l/s. Trondheim kommune vil nå søke om permanent konsesjon for vannuttak på 360 000 m³/år. Multiconsult er engasjert for å utarbeide notat for konsekvensutredning hydrologi som skal være et vedlegg til selve konsesjonssøknaden.

Magasinsimuleringer ved å bruke tilsig fra sammenligningsfeltet til Svartjønnbekken for de siste 29 årene (dvs., 1995-2023) er utført. Magasinsimuleringsresultater for tørt-, middels- og vått år er vurdert.

Ut fra langtidsmagasinsimuleringene er gjennomsnittlig tilgjengelig vannuttak fra vassdraget viser resultatene at det er nok vann i vassdraget for å ta ut ønsket vannmengde. Det må dog i tørre perioder regnes med en regulering av vannstanden. Ved vannuttak av 360 000 m³/år vil vannstanden teoretisk kunne synke med 1,24 m forutsatt at det ikke er noe tilsig i perioden for uttak. Med fordelingen av vannuttak over året, gitt av oppdragsgiver vil det gå overløp på Leirsjødammen 203 dager i året, ved et gjennomsnittlig år.

02	12.06.2024	Tilbakemeldinger fra oppdragsgiver	MAREM	MZ	BOF
01	05.06.2024	Leirsjødammen økt vannuttak – Hydrologinotat	MAREN	MZ	BOF
00	08.09.2023	Leirsjødammen vannuttak - Hydrologinotat	MAREM	KLW	BOF
REV.	DATO	BESKRIVELSE	UTARBEIDET AV	KONTROLLERT AV	GODKJENT AV

1 Innledning

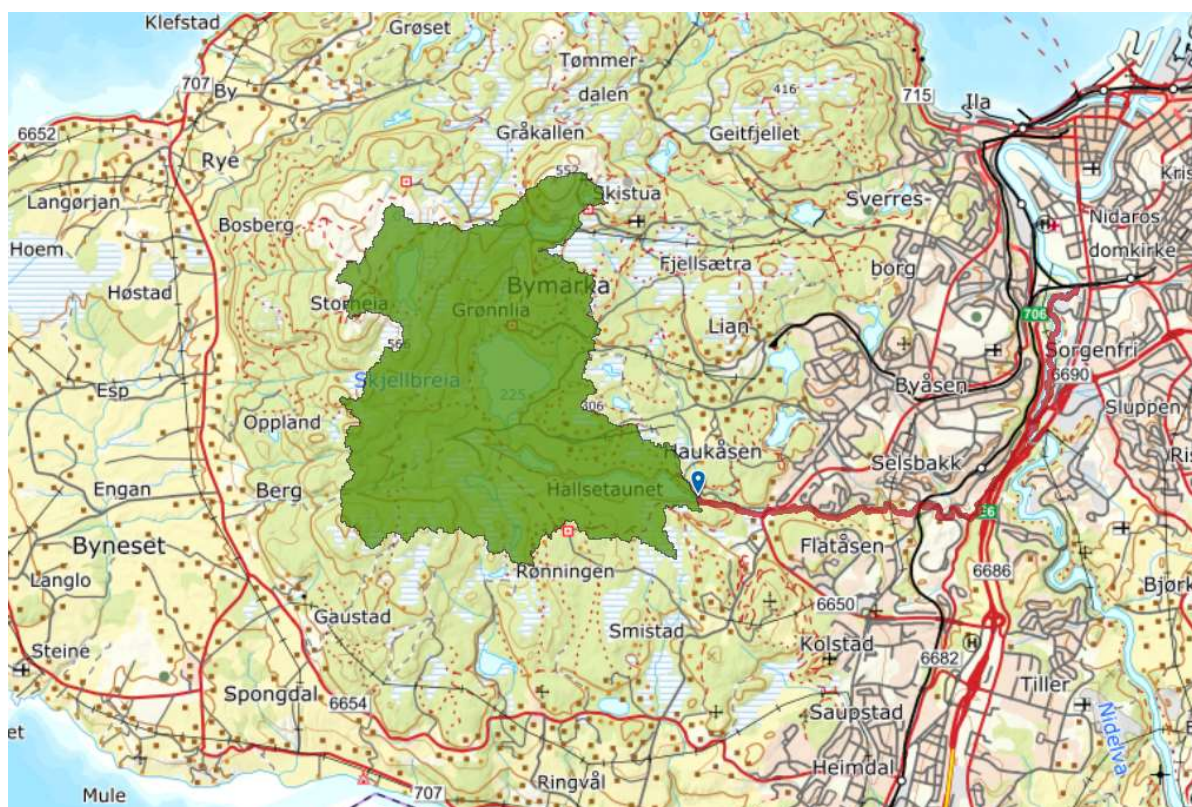
Trondheim kommune har fått tillatelse til midlertidig vannuttak fra Leirsjøen i Leirelvvassdraget til snøproduksjon og vanning av hoppbakker. Tillatelsen omfatter vannuttak inntil 50 000 m³/år for perioden 01.12.2022 – 28.02.2026. I tillegg foreligger et krav om minstevannføring i Leirelva på 100 l/s. Trondheim kommune vil nå søke om permanent konsesjon for vannuttak på 360 000 m³/år. Multiconsult er engasjert for å utarbeide notat for konsekvensutredning hydrologi som skal være et vedlegg til selve konsesjonssøknaden.



Figur 1-1: Leirsjøen sin plassering i Bymarka, Trondheim kommune. Kartkilde: norgeskart.no

2 Nedbørfelt, dam og vassdrag

Leirsjøvassdraget er et sidevassdrag til Nidelva i Trondheim kommune, og store deler av Bymarka ligger i vassdraget. Vassdraget går gjennom Kvistingen, Skjelbreia, Lille Leirsjø og Store Leirsjø, hvorav alle unntatt Lille Leirsjø har tilhørende dammer. Ved Leirsjødammen er nedbørfeltet ca. 15,7 km² stort og er presentert i Figur 2-1. Feltet består i hovedsak av skog og myr. Ytterligere informasjon om nedbørfeltet er presentert i Tabell 2-1.



Figur 2-1: Nedbørfeltet til Leirsjødammen

Tabell 2-1: Informasjon om nedbørfeltet til Leirsjøen

	Feltareal <i>km²</i>	Spesifikk avrenning (91-20) <i>l/s/km²</i>	Snaufjell <i>%</i>	Eff. Sjø <i>%</i>	Høyde Min-med-maks <i>moh</i>
Leirsjøen	15,7	32,8	4,8	2,75	196-282-564

Leirsjødammen er en ca. 40 m lang betongdam. Dammen har et overløp, men med to forskjellige nivåer. Det laveste nivået er 4,01 m langt med terskel kote 197,42 moh, mens det høyeste nivået på flomløpet er 3,80 m langt med terskel på 198,41 (NN2000). HRV er satt til 197,42 moh. Resten av dammen er 33,4 m lang og ligger på kote 199,56 moh.

Leirsjøen var reservevannkilde for Trondheim frem til 2016. I dag benyttes vannet til friluftsmål, samt midlertidig som vannuttak for snøproduksjon.

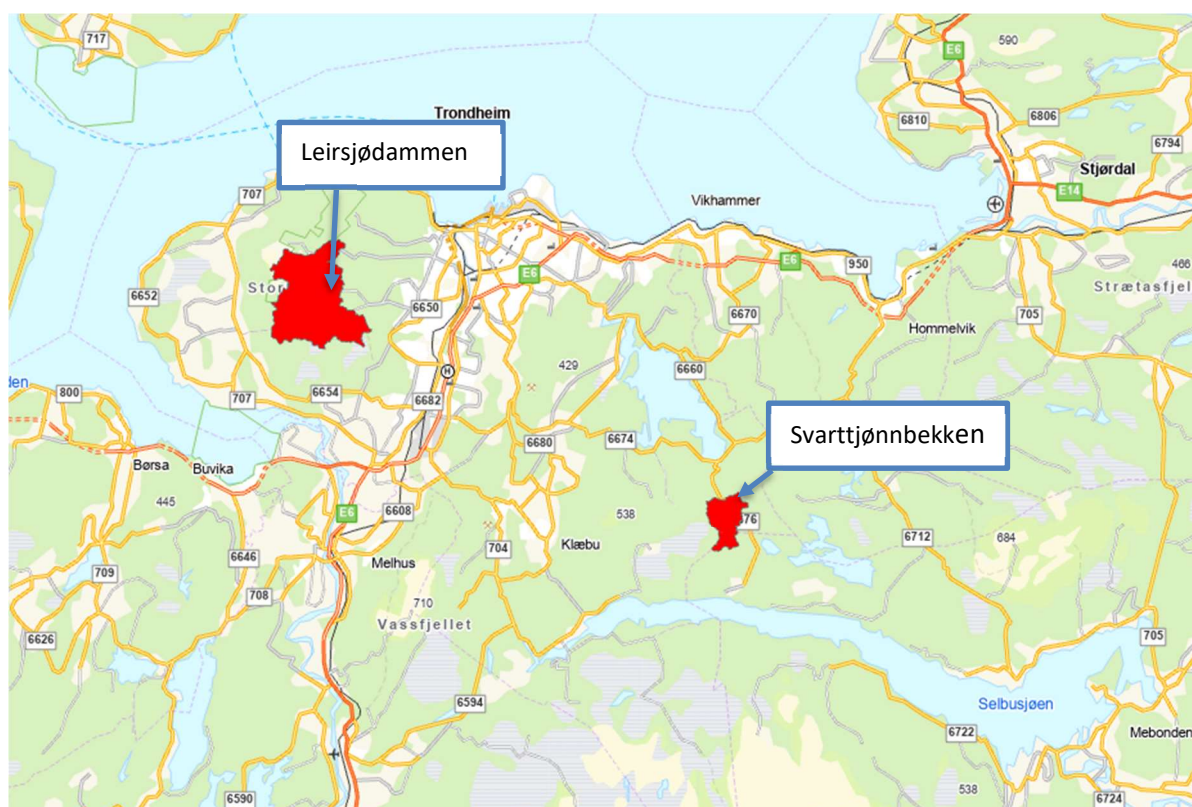


Figur 2-2: Flomløp Leirsjødammen

Det er allerede etablert arrangement for slipp av minstevannføring i damhuset nedstrøms dam Leirsjøen. Plan for slipp av minstevannføring ble godkjent av NVE i desember 2023. Dameier antar at vannføring over overløpsterskelen vil være minst 100 l/s når det ikke er vannuttak fra magasinet.

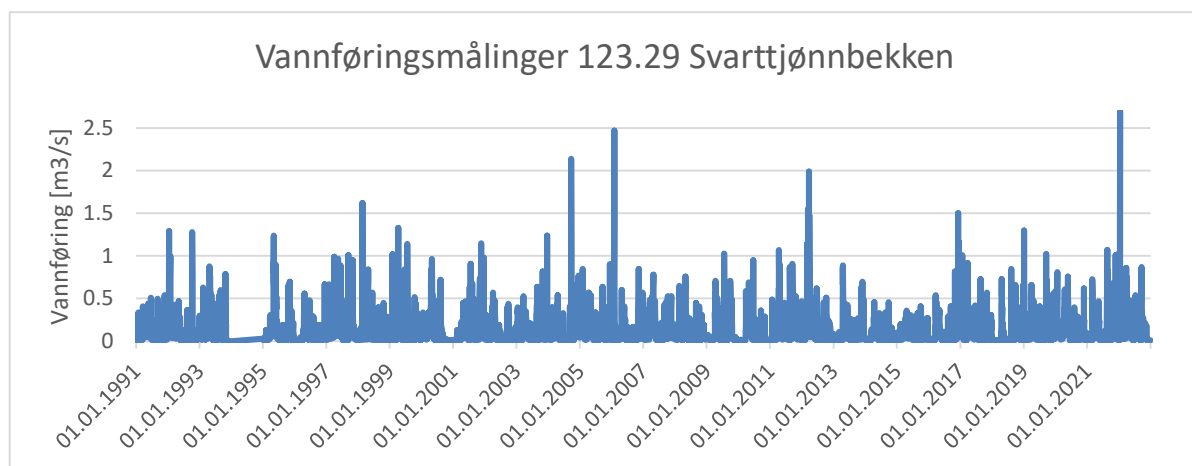
3 Grunnlag hydrologiske vurderinger

I forbindelse med flomberegningen til Leirsjødammen (Multiconsult, 2023) ble det vurdert aktuelle representative målestasjoner for Leirsjøen. I flomberegningsrapporten ble 123.29 Svarttjønnbekken vurdert som mest representativ for Leirsjøen. Plasseringen og nedbørfeltet til stasjonen er vist i Figur 3-1.



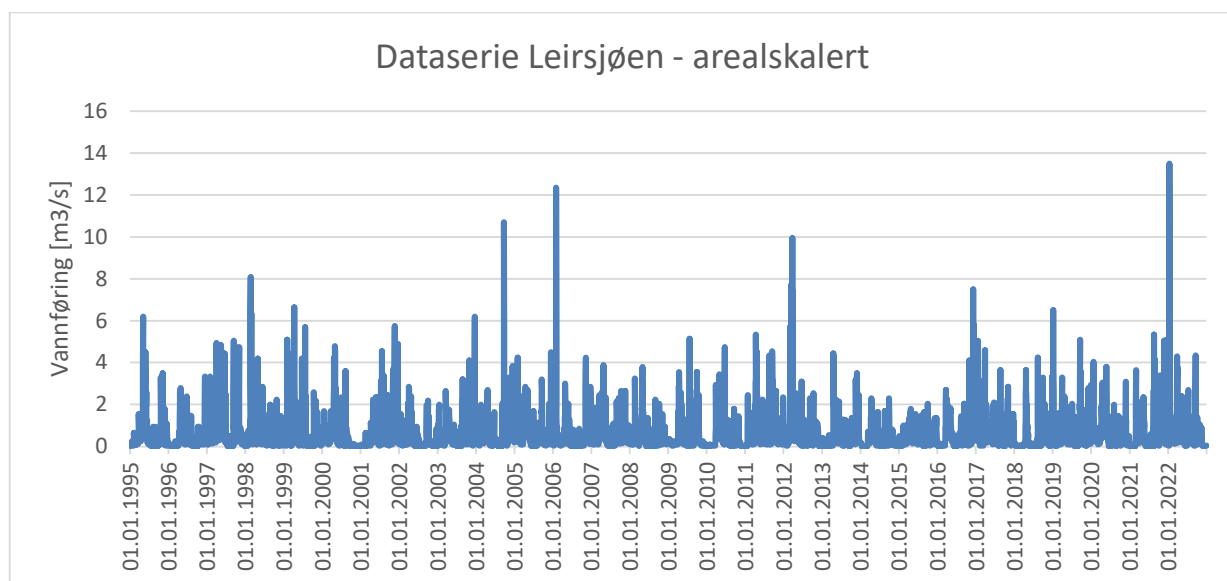
Figur 3-1: Plassering av VM 123.29 Svarttjønnbekken, med nedbørfelt

Det er hentet ut måleserie fra denne målestasjonen siste 30 år. Året 1994 er her utelatt.



Figur 3-2: Måleserie fra Svarttjønnbekken siste 30 år

Med utgangspunkt i måleserien fra Svarttjønnbekken, Figur 3-2, er det konstruert en dataserie for Leirsjøen ved å se på forholdstallet mellom middelvannføringen for nedbørfeltene til Svarttjønnbekken og Leirsjødammen. Middelvannføringen for Svarttjønnbekken beregnes fra grunnlaget i flomberegningen til 0,1 m³/s, og middelvannføringen til Leirsjødammen er beregnet til 0,5 m³/s (Multiconsult, 2023). Med dette forholdstallet blir vannføringsserien til Leirsjøen konstruert, og vist i Figur 3-3. Ettersom 1994 mangler fra dataserien, velger vi å se på en dataserie fra 1995-2022.



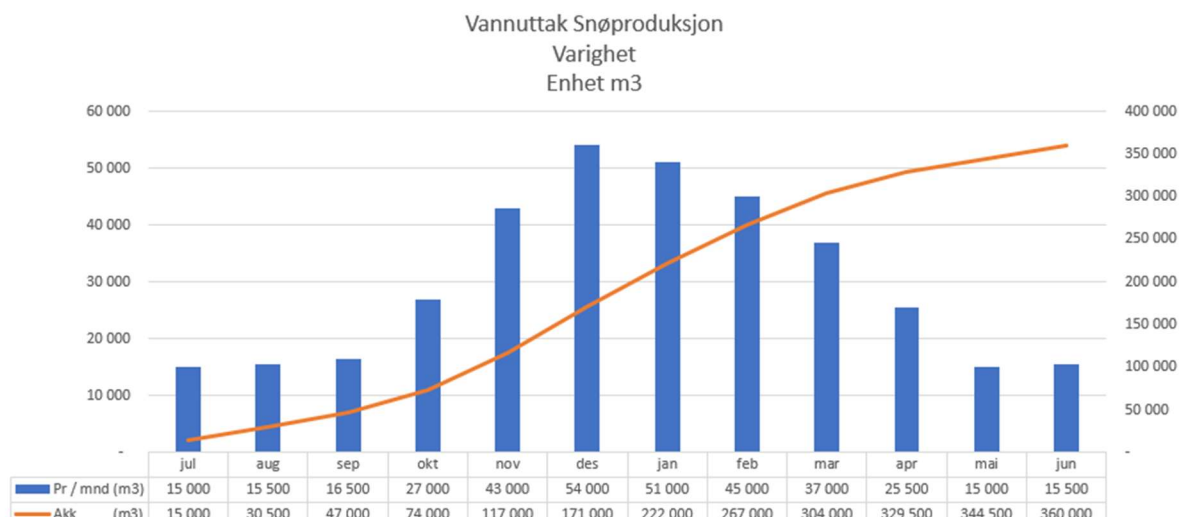
Figur 3-3: Dataserie for Leirsjøen, arealskalert fra 123.29 Svarttjønnbekken

Hydrologiske data for Leirsjøen er basert på flomberegningen, (Multiconsult, 2023) og den oppgitte dataserien. Nøkkeltall er gitt i Tabell 3-1. Ettersom det ikke foreligger en magasinkurve for Leirsjødammen er magasinivolumet konservativt beregnet ved å se på differanse mellom HRV og LRV, magasinareal og ved å studere flyfoto av vannet. LRV er satt som en teoretisk verdi, men det vil i praksis ikke være LRV på magasinet. Verdien regnes ut ved start av simuleringen.

Tabell 3-1: Nøkkeldata for Leirsjøen

Nedbørfelt	Verdi	Enhet
Nedbørfelt	15,7	km ²
Spesifikk avrenning	32,8	l/s/km ²
Årlig tilsig	16,2	Mill m ³
Middelvannføring	0,5	m ³ /s
Minstevannføring i Leirsjøen	0,1	m ³ /s
Magasin	Verdi	Enhet
Magasinivolum ved HRV	0,7	Mill m ³
HRV	197,42	m.o.h.

Data for vannuttaket er levert av oppdragsgiver. Det er totalt ønsket et uttak på 360 000 m³/år, med fordeling over året som oppgitt i Figur 3-4.

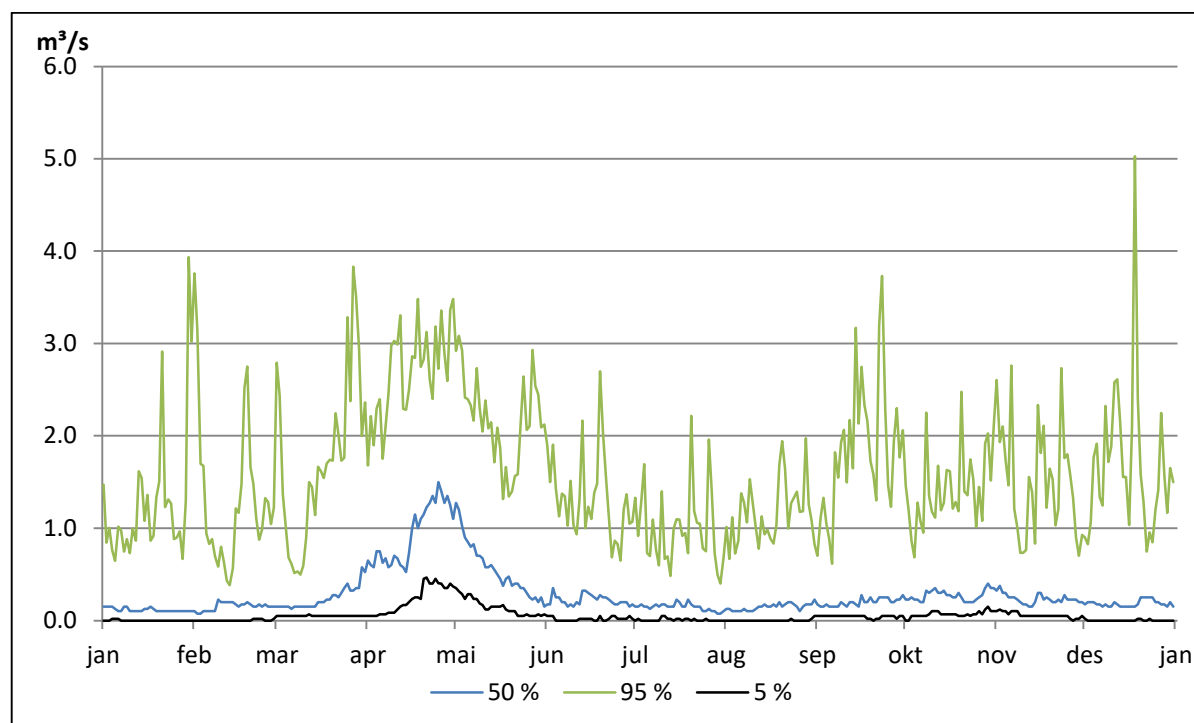


Figur 3-4: Fordeling av vannuttak over et år

4 Vannføring

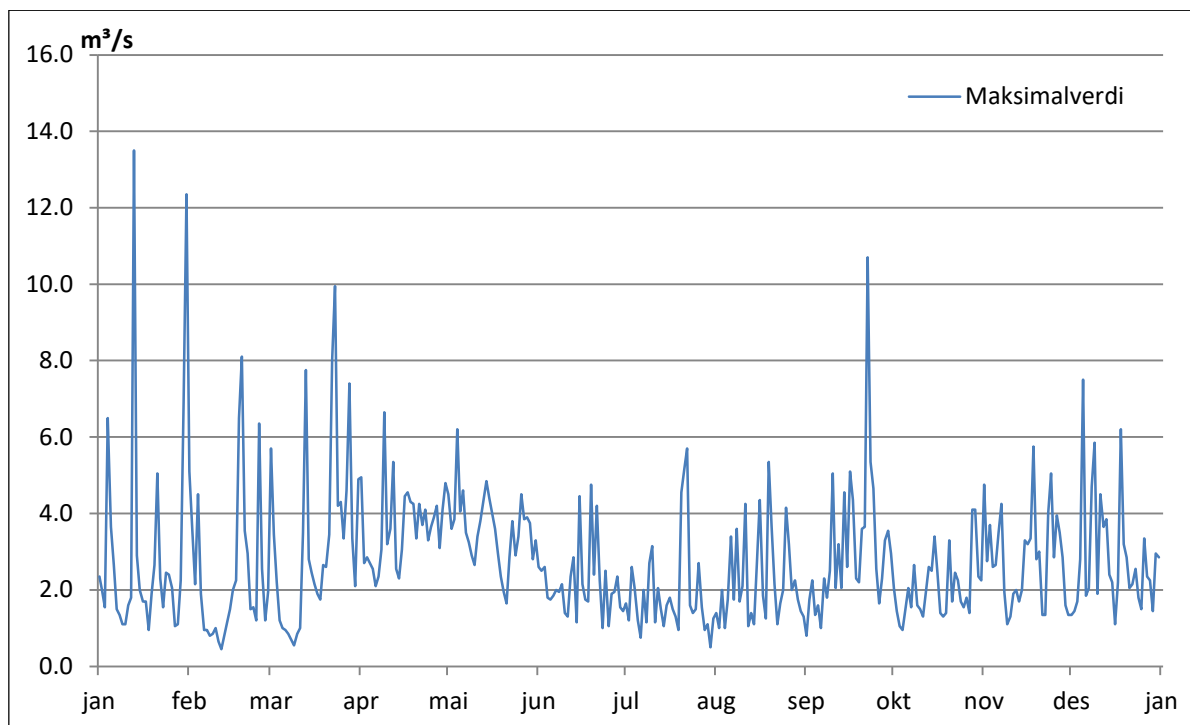
4.1 Vannføringsvariasjoner

Vannføringens variasjon over året er vist i de påfølgende grafene. Figurene viser at det kan være stor variasjon i vannføringen. Generelt er vannføringen størst om våren, ved snøsmelting i april og mai, og ved nedbør om høsten. Vannføringen er lavest i sommermånedene, og om vinteren i kalde perioder.

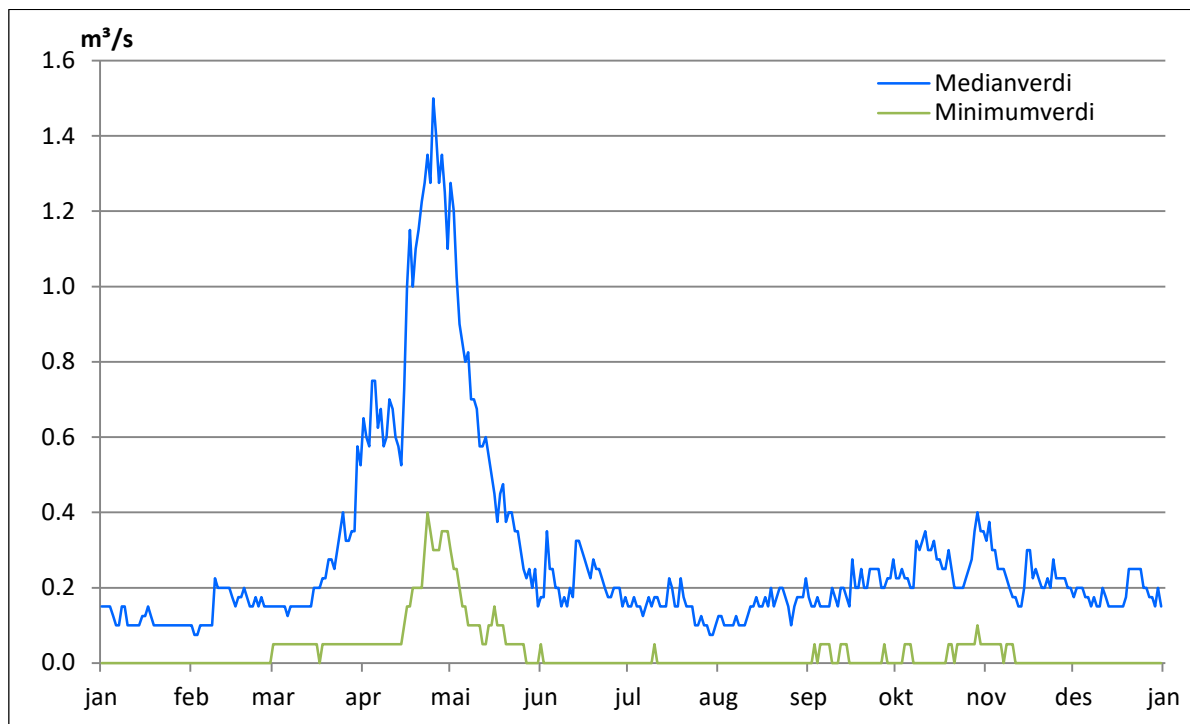


Figur 4-1: Vannføringens variasjon ved Leirsjøen over året, statistiske verdier skalert fra VM 123.29

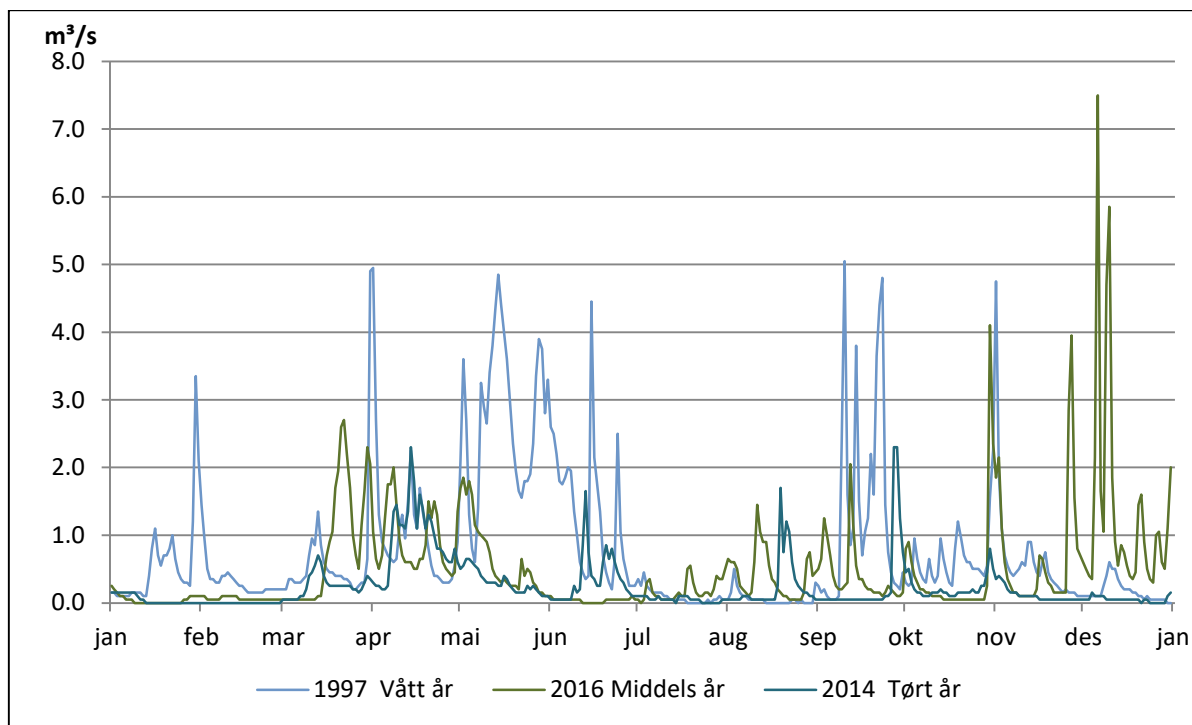
Konsekvensutredning hydrologirapport



Figur 4-2: Vannføringens variasjon ved Leirsjøen over året, maksimalverdier, skalert fra VM 123.29



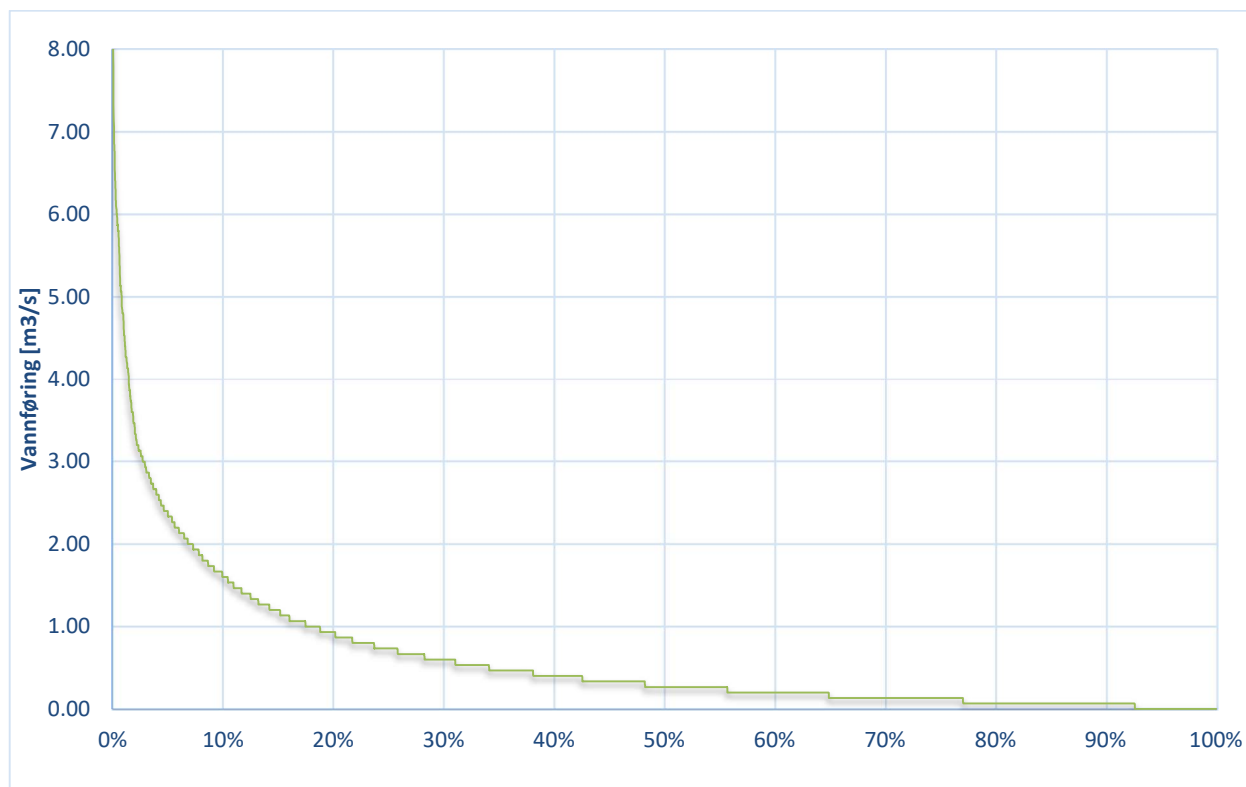
Figur 4-3: Vannføringens variasjon ved Leirsjøen over året, minimum- og medianverdier. Skalert fra VM 123.29



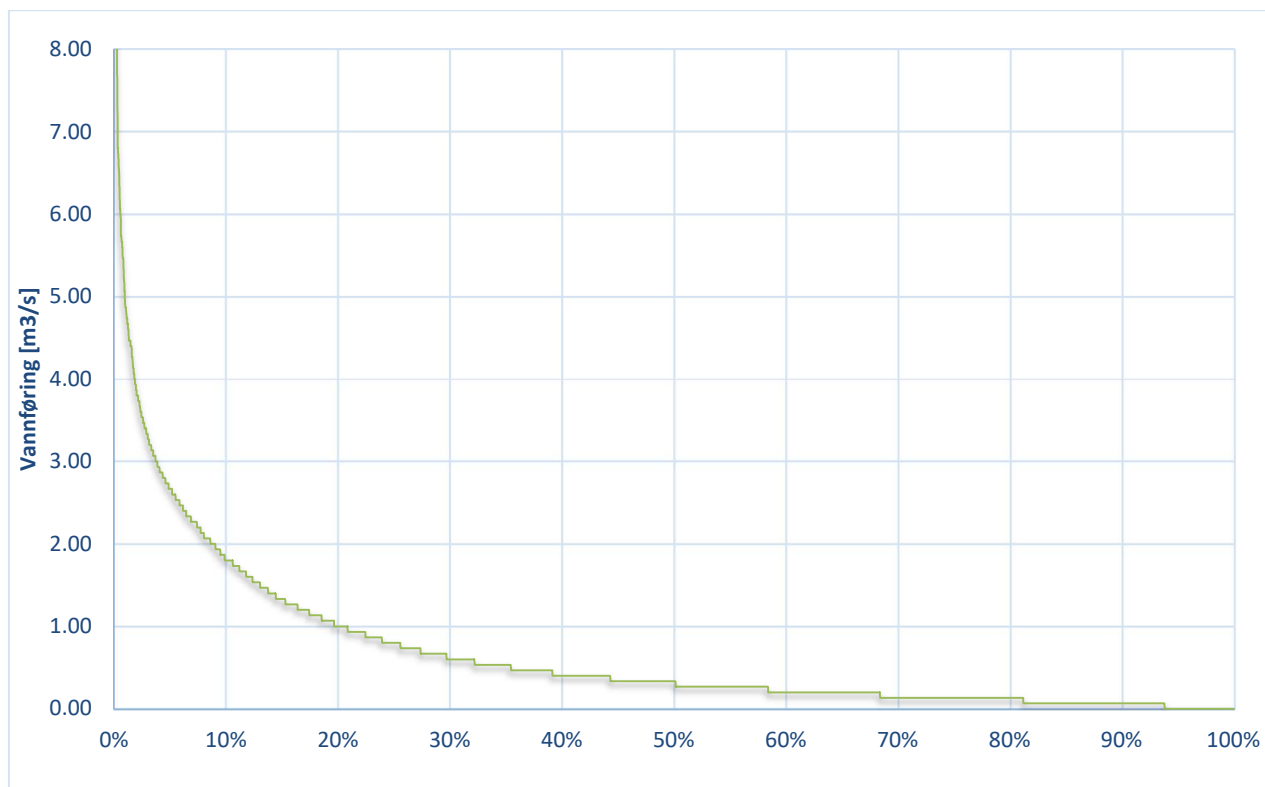
Figur 4-4: Vannføringens variasjon ved Leirsjøen over året, karakteristiske verdier. Skalert fra VM 123.29

4.2 Varighetskurver

Varighetskurver for Leirsjødammen er gitt i Figur 4-5 og Figur 4-6.



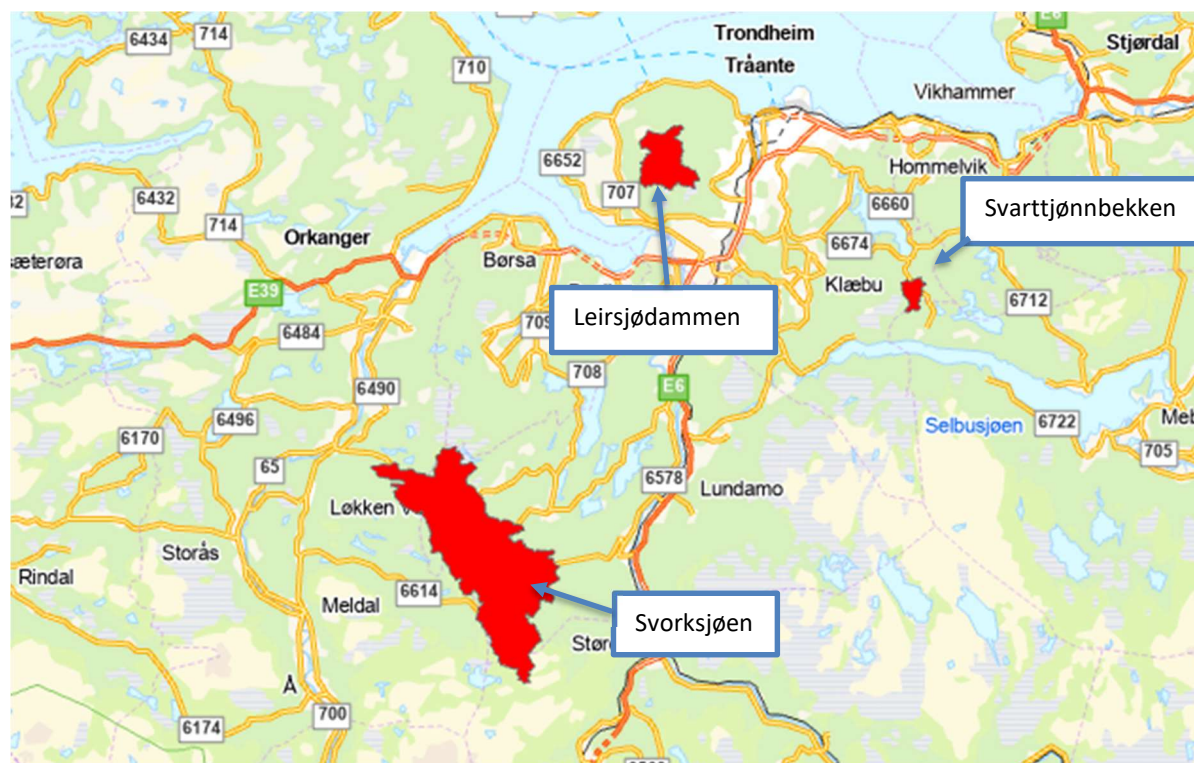
Figur 4-5: Varighetskurve for Leirsjødammen på sommeren



Figur 4-6: Varighetskurve for Leirsjødammen på vinteren

4.3 Lavvannføring

Vannmerket til Svarttjønnbekken viser at vassdraget flere ganger går helt tørt, spesielt om vinteren. Dette vurderes som mindre realistisk for Leirsjøen, som har et større felt, med større innsjøprosent. Vi beregner derfor også lavvannføringen basert på annet representativt vannmerke, 121.14 Svorksjøen, samt NEVINA. Dette betyr ikke at Svarttjønnbekken ikke er egnet for flomberegningen i feltet, men at for lavvannføringen er Svorksjøen mest representativ.



Figur 4-7: Plassering til VM 121.14 Svorksjøen og VM 123.29 Svarttjønnbekken i forhold til hverandre og Leirsjødammen.

VM 121.14 Svorksjøen har et nedbørfelt som er omtrent 7 ganger så stort som Leirsjødammen sitt nedbørfelt, men resten av feltegenskapene er forholdsvis like. Leirsjødammen har en spesifikk årsavrenning som er omtrent 10 l/s/km² større enn for Svorksjøen. Dataserien fra Svorksjøen er skalert til Leirsjøen med utgangspunkt i forholdet mellom feltenes middelvannføring.

Tabell 4-1: Lavvannføring, beregnet med to vannmerker og NEVIVA

Parameter	Skalert fra VM 123.29 Svarttjønnbekken	Skalert fra VM 121.14 Svorksjøen	NEVINA
Alminnelig lavvannføring	0 m ³ /s	0,03 m ³ /s	0,08 m ³ /s
5 % år	0 m ³ /s	0,03 m ³ /s	0,08 m ³ /s
5 % sommer	0 m ³ /s	0,04 m ³ /s	0,06 m ³ /s
5 % vinter	0 m ³ /s	0,03 m ³ /s	0,09 m ³ /s

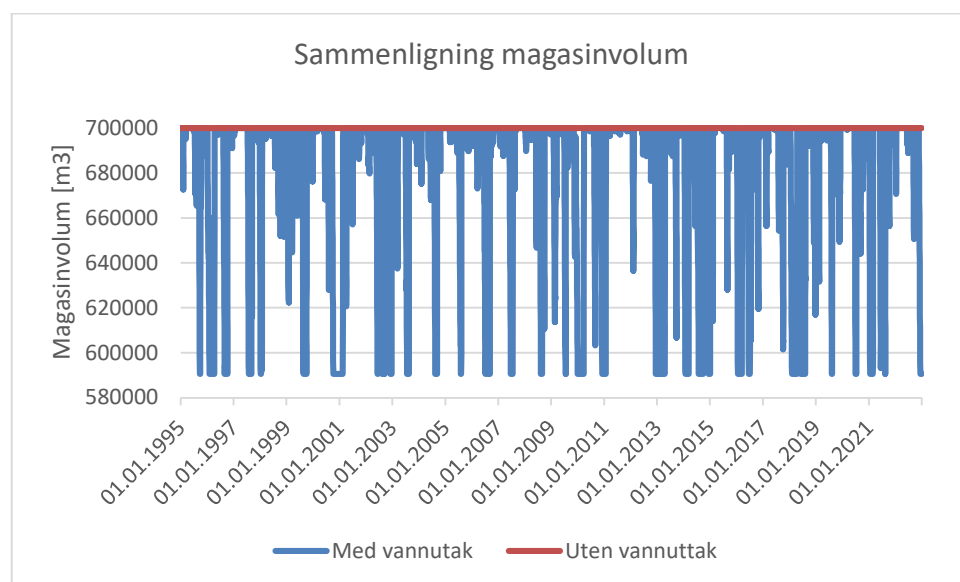
Da hverken Svarttjønnbekken eller Svorksjøen er ideelle vannmerker for lavvannføringsberegninger, velges NEVINA som mest representative lavvannføring. Minstevannføring er derfor satt til 0,10 m³/s. Kravet om minstevannføring er trolig høyere enn naturlig lavvannføring.

4.4 Magasinsimulering

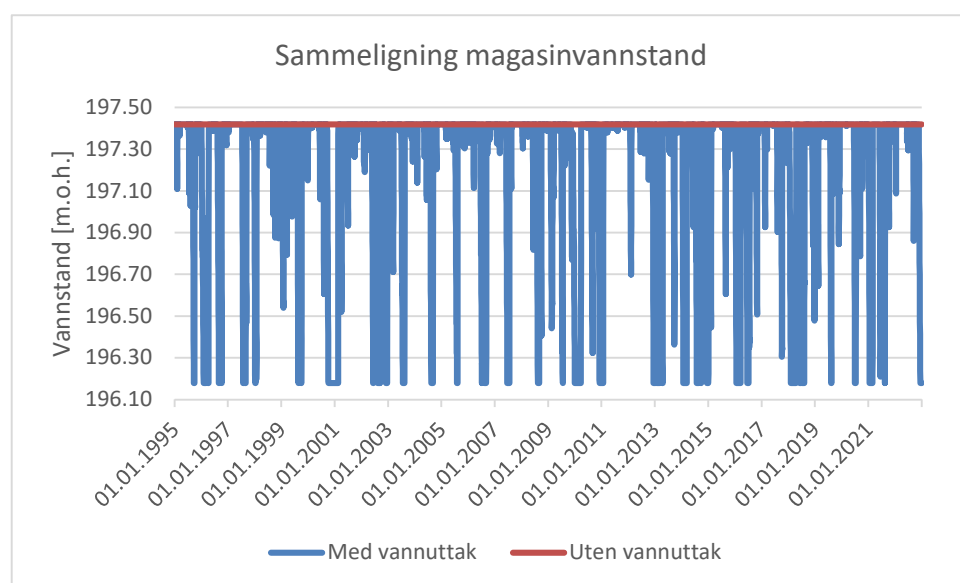
Magasinsimulering gir muligheter for å sammenligne magasinvannstand og -volum før og etter planlagt uttak. Magasinsimuleringen er gjort i Excel, med forutsetninger som presentert i Tabell 3-1.

Differansene mellom magasinivolum og -vannstand i de to situasjonene er vist i Figur 4-9 og Figur 4-9. I initialsituasjonen vil det ikke være uttak til minstevannføring, og dammen går med overløp hele året. I magasinimuleringene er ikke vannstander høyere enn HRV inkludert, men i praksis vil vannstanden øke opptil en meter ved større flommer. I simuleringen vil vannstand over HRV beregnes som overløp på dammen.

Det er planlagt et vannuttak på 360 000 m³/år. Med utgangspunkt i Leirsjøens areal på 0,29 km², antas det at vannstanden vil synke 1,24 m, forutsatt at det ikke er tilsig på magasinet. Denne vannstanden settes som en teoretisk LRV i magasinimuleringen, og det undersøkes i simuleringen hvor vidt magasinet har en toleranse for vannstandssenkning.



Figur 4-8: Sammenligning magasinivolum før og etter uttak



Figur 4-9: Sammenligning magasinivannstand før og etter uttak

Uten vannuttak ligger vannstanden på HRV og høyere, avhengig av tilsig. Med vannuttak varierer vannstanden de fleste år med 1,24 meter. Det er kun i svært tørre perioder at magasinet blir tappet ned mot definert LRV, 1,24 m under HRV.

Dersom det ikke er vannuttak fra Leirsjøen, vil vannstanden holde seg omtrent ved HRV. Når vannuttak er inkludert vil nødvendig tappennivå for en årlig minimumvannstand være som illustrert i grafen, Figur 4-10.



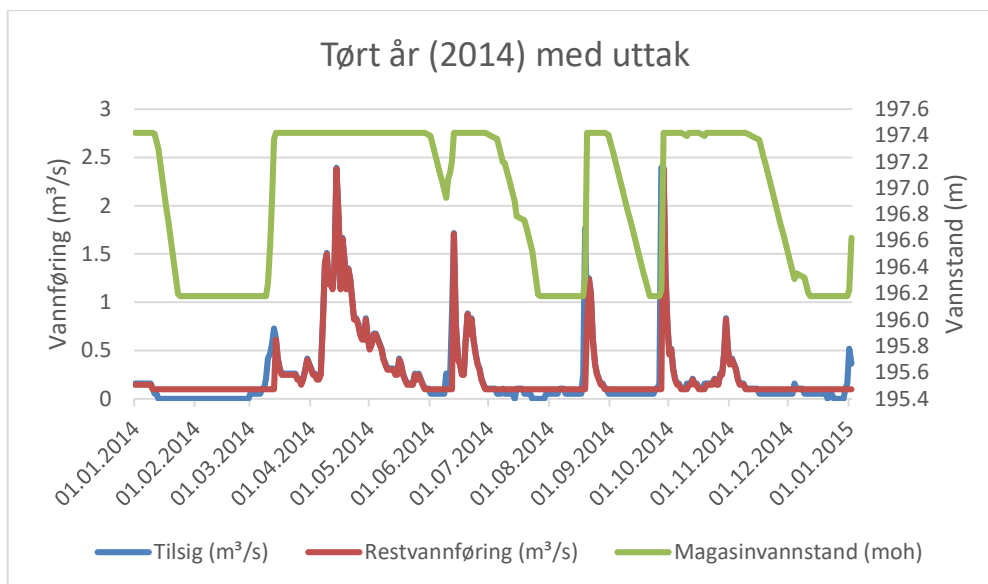
Figur 4-10: Årlig minimumsvannstand etter uttak for de tre ulike situasjonene

4.5 Restvannføring

I et tørt år, slik som 2014, vil det fremdeles være overløp på dammen ca. halvparten av året i en situasjon med vannuttak. Tabell 4-2 viser summen av restvannføring for med og uten uttak for et tørt år, slik som 2014. Figur 4-11 viser vannføringen i et tørt år.

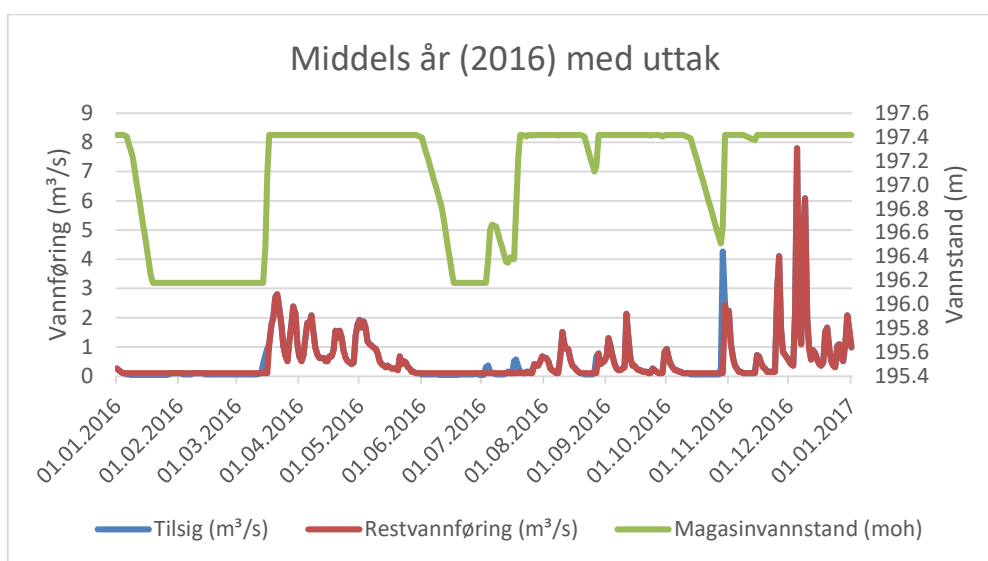
Tabell 4-2: Sum restvannføring for de ulike situasjonene for et tørt år (2014)

	Uten uttak	Med uttak
Sum restvannføring	8,9 mill m ³	8,0 mill m ³

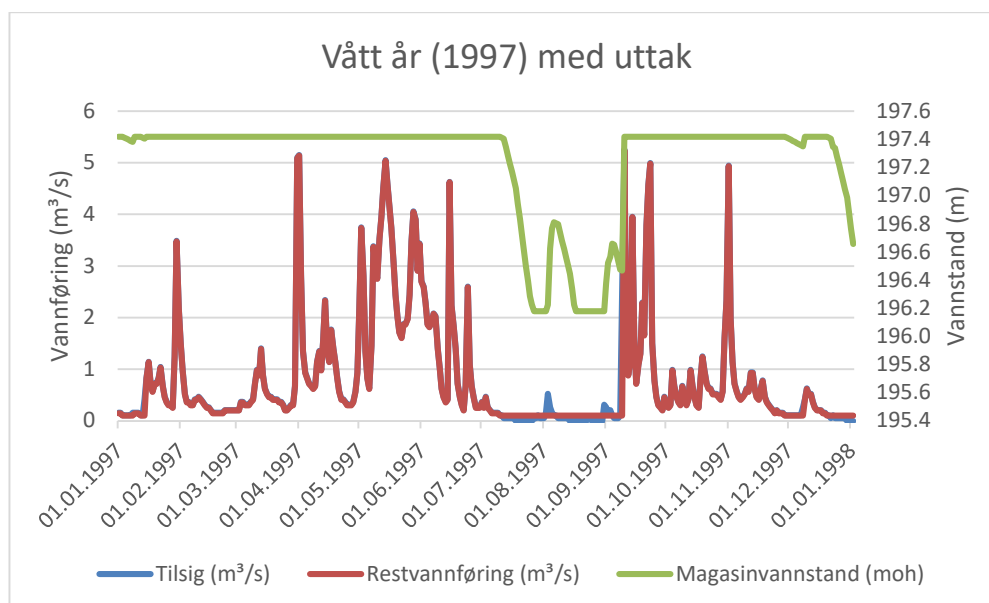


Figur 4-11: Vannføring i et tørt år, etter uttak.

Figur 4-13 og Figur 4-13 viser vannføring i et henholdsvis middels og vått år. Ved disse vannføringssituasjonene vil det også være perioder der det ikke går overløp på dammen, etter vannuttaket.



Figur 4-12: Vannføring i et middels år, etter uttak.



Figur 4-13: Vannføring i et vått år, etter uttak.

Tabell 4-3 viser en oversikt over hvor mange dager dammen går i overløp før og etter vannuttaket. Som tabellen viser, er det en reduksjon i antall dager med overløp etter vannuttaket. Ettersom minste vannføringen slippes via en bunntappeordning, viser simuleringen at det er tilstrekkelig vannmengde i vassdraget for å hente ut ønsket uttak, gitt at det aksepteres dager uten overløp på dammen.

Tabell 4-3: Antall dager der det går overløp på dammen, for de ulike situasjonene

	Tørt år (2014)	Middels år (2016)	Vått år (1997)
Uten vannuttak	365	365	365
Med vannuttak	151	203	277

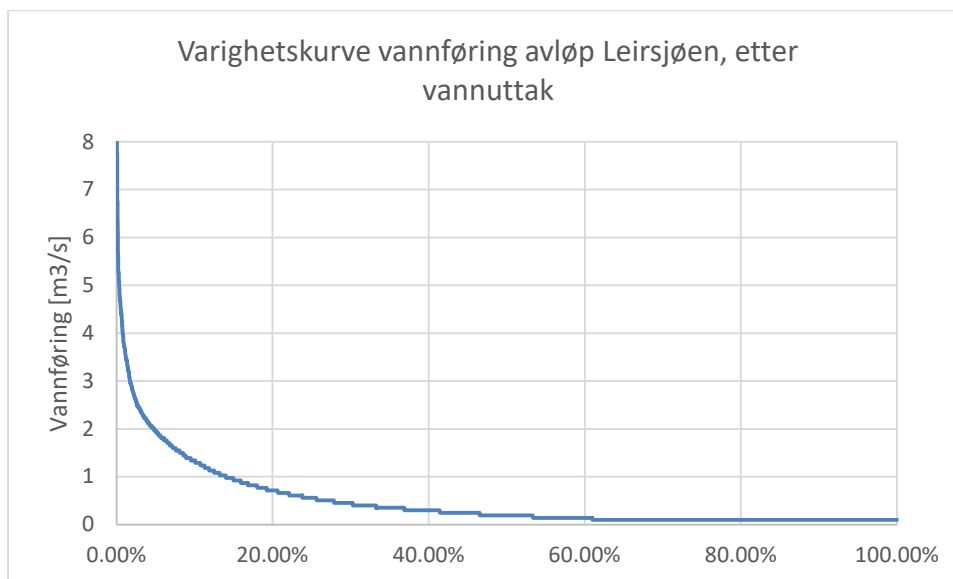
4.6 Vannstand Leirelva

Ettersom det stadig går overløp på Leirsjødammen vil det være vann i Leirelva, som renner nedstrøms dammen. Bilde av elva, sett fra damkrona, er vist i Figur 4-14.



Figur 4-14: Bilde av Leirelva. Tatt fra damkrona på befaring ifm flomberegning av Leirsjødammen.

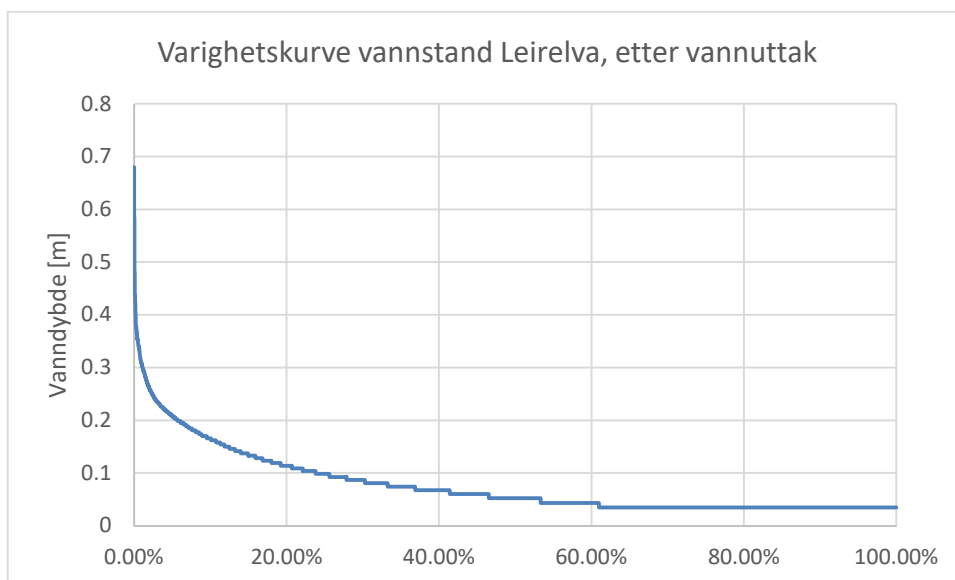
For å finne vannstandsvariasjonen i Leirelva etter at vannuttaket er implementert er det satt opp en varighetskurve av avløpet til dammen, vist i Figur 4-15.



Figur 4-15: Varighetskrurve for avløpet til Leirsjødammen etter at vannuttaket er implementert, senking 0,5 m

Utifra denne dataserien er vannstand beregnet ved å anta normalstrømning og benytte Mannings formel (Chow, 1959), med følgende forutsetninger; n er satt til 0,03 som gir M omtrent 33,33. Bredden på kanalen er antatt lik som den minste overløpsbredden på dammen, 4,01 m. Helningen på elven er satt til 0,04 ved å studere terrengkart fra høydedata.

Vannstanden er beregnet med disse forutsetningene, som gir en varighetskurven for vannstanden nedstrøms dammen, som vist i Figur 4-16.

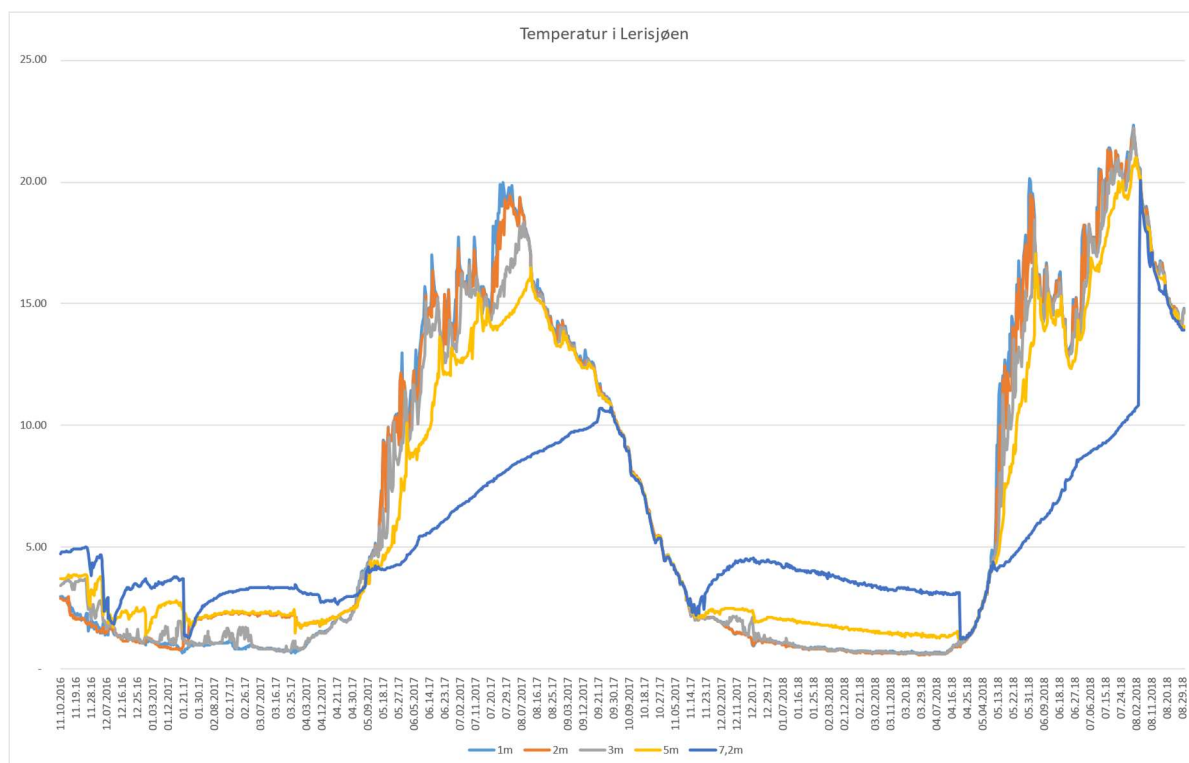


Figur 4-16: Varighetskurve for vannstand i Leirelva, senking 0,5 m

5 Vanntemperatur, isforhold og lokalklima

5.1 Vanntemperatur

Trondheim kommune har utført temperaturmålinger av Leirsjøen for 2016 til og med 2018. Dataen er presentert i Figur 5-1.



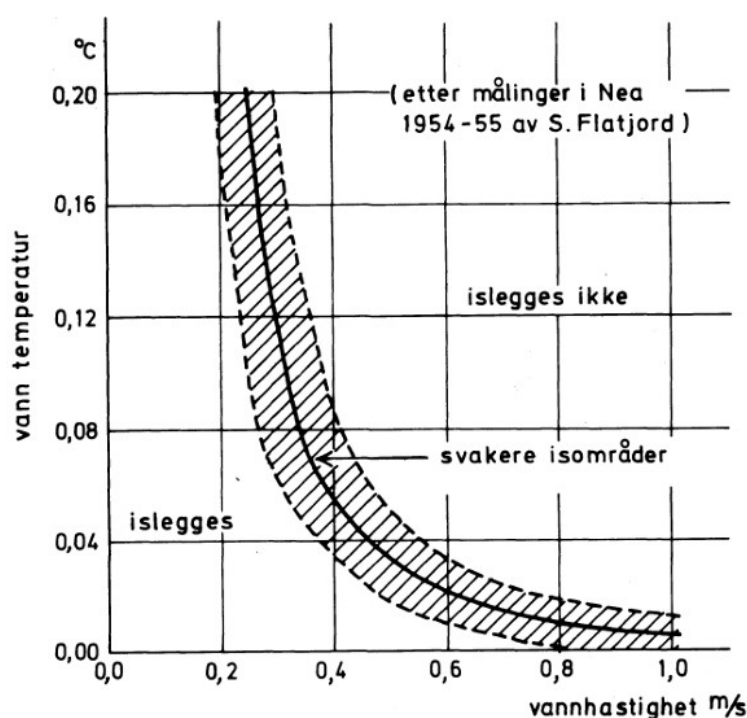
Figur 5-1: Vanntemperaturmålinger for Leirsjøen

5.2 Konsekvenser av uttaket på vanntemperatur

Uttaket medfører minimal reduksjon i vannføring nedstrøms dammen, og forventes ikke å ha noen betydelig innvirkning på vanntemperatur. Det man dog kan se fra grafen i Figur 5-1 er at i tørre år, når magasinet tappes ned, vil volumet være mindre og det varmes opp raskere. Vi ser en betydelig forskjell i temperatur på 5 og 7 meters dyp.

5.3 Isforhold

Hvorvidt det blir dannelse av is på vannflaten av Leirsjøen eller ikke vil være avhengig av både vann- og lufttemperatur, samt strømningssituasjonen i vannet. I en rapport om temperatur og isforhold i norske vassdrag fra NVE (NVE, 1977) finner vi Figur 5-2 som viser kritisk vannhastighet for isdannelse på en vannflate.



Figur 5-2: Figur som viser kritisk vannhastighet for isdannelse på en vannflate

Av figuren ser vi at det finnes en kritisk vannhastighet for isdannelse. Selv om vanntemperaturen er lik eller nær null, må vannhastigheten være lavere enn ca. 1 m/s for at et isdekke skal kunne dannes. For at isen skal være stabil og sikker å ferdes på må vannhastigheten være lavere enn 0,8 m/s. Dette er forhold som gjelder ved laminær strømning.

Der hvor strømningen blir turbulent, som nedstrøms dammen, vil dannelse av sarr og bunnis være mer fremtredende.

5.4 Konsekvenser av uttaket på isforhold

I isleggingsperioden om høsten kan det være det vil ta lenger tid før det legger seg et stabilt isdekke. Utover det vil det ikke ha innvirkning på isforholdene i Leirsjøen. Maksimal nedtappingshastighet om vinteren er på 0,05 meter per døgn.

5.5 Lokalklimatiske forhold

Det er ikke ventet noen endringer i de lokalklimatiske forholdene.

6 Referanser

- Brunner, G. W. (2016). *HEC-RAS River Analysis System, User's Manual, Version 5.0*. US Army Corps of Engineers.
- Chow, V. (1959). *Open Channel Hydraulics*. New York. Hentet fra https://www.fsl.orst.edu/geowater/FX3/help/8_Hydraulic_Reference/Mannings_n_Tables.htm
- Direktorat for byggkvalitet. (2017). *Byggeteknisk forskrift*. Direktorat for byggkvalitet.
- DSB. (2016). *Havnivåstigning og stormflo – samfunnssikkerhet i kommunal planlegging*. Tønsberg: Direktoratet for samfunnssikkerhet og beredskap (DSB).
- Engeland, K. (2016). *Flomdata. Utvalg av kvalitetssikring av flomdata for flomfrekvensanalyser*. Oslo: NVE.
- Lovdata. (2008). *Plan- og bygningsloven*. Kommunal- og distriktsdepartementet.
- Multiconsult. (2023). *10224363-05 RIVASS-RAP-01*.
- Norsk Klimaservicesenter. (Oppdatert januar 2020). *Klimaprofil Hordaland*. Norsk Klimaservicesenter.
- NVE. (1/2022). *Veileder for flomberegninger*. NVE.
- NVE. (1977). *Vanntemperatur og isforhold i våre vassdrag*.
- NVE. (2011). *Retningslinjer for flomberegninger*. Grethe Holm Midttømme, Lars Evan Pettersson: NVE.
- NVE. (2015). *Veileder for flomberegninger i små uregulerte felt*. Glad, Per Alve; Stenius, Seija; Væringstad, Thomas; Wang, Thea Karoline, NVE.
- NVE. (3/2022). *Sikkerhet mot flom. Utredning av flomfare i reguleringsplan og byggesak*. Bakkan, M.; Bjerke, P.L.; Bønsnes, T.E.; Eggen, I.; Flatøy, A.; Herje, F.; Holt, O.F.; Humlen, E.F.; Jespersen, M.N.; Pedersen, T.B.; Roald, C.M.; Sommer-Erichson, P.; Væringstad, T.
- SINTEF NHL. (1992). *Prosjekt Damsikkerhet Rapport nr. 4 Tilstopping av flomløp*. SINTEF.
- Stenius, S., Glad, P. A., Wang, T. C., & Væringstad, T. (2015). *Veileder for flomberegninger i små uregulerte felt*. Oslo: NVE.

Skjema for dokumentasjon av hydrologiske forhold

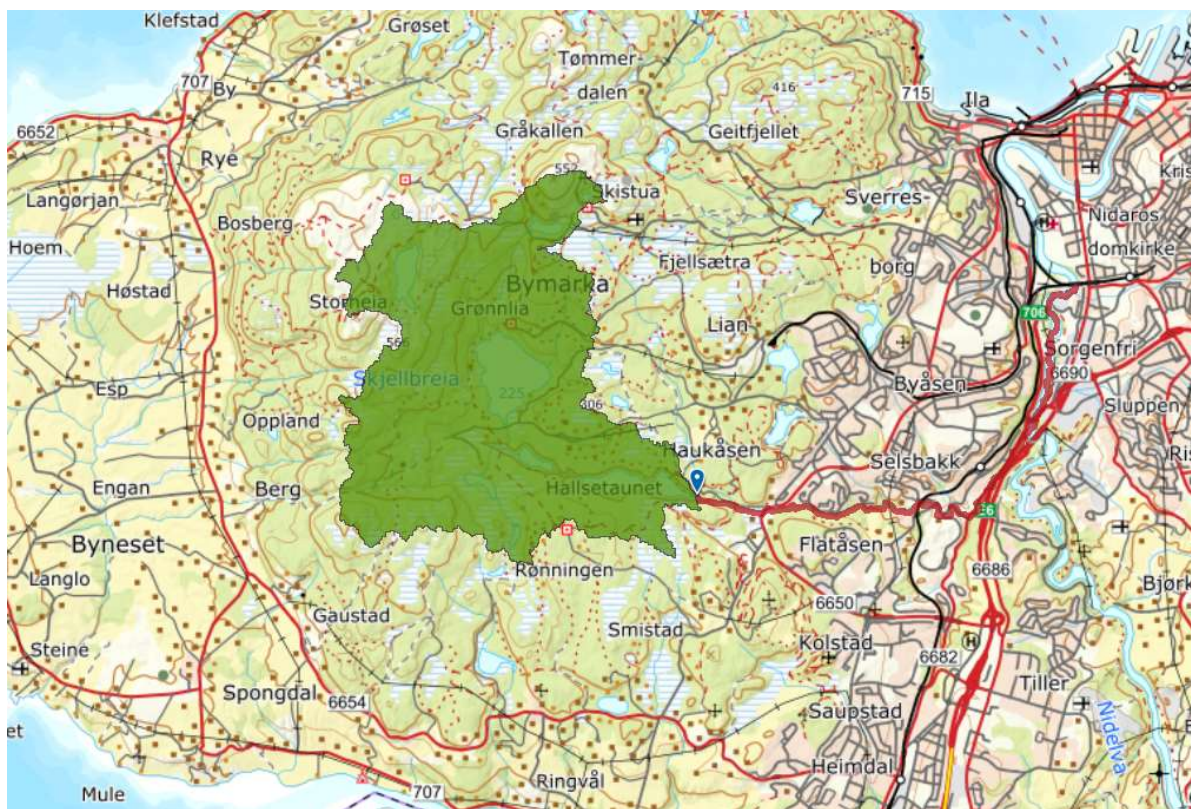
1 Overflatehydrologiske forhold

1.1 Beskrivelse av kraftverkets nedbørfelt og valg av sammenligningsstasjon

Leirsjøvassdraget er et sidevassdrag til Nidelva i Trondheim kommune, og store deler av Bymarka ligger i vassdraget. Vassdraget går gjennom Kvistingen, Skjelbreia, Lille Leirsjø og Store Leirsjø, hvorav alle unntatt Lille Leirsjø har tilhørende dammer. Ved Leirsjødammen er nedbørfeltet ca. 15,7 km² stort og er presentert i figur under. Feltet består i hovedsak av skog og myr.

Leirsjødammen er en ca. 40 m lang betongdam. Dammen har et overløp, men med to forskjellige nivåer. Det laveste nivået er 4,01 m langt med terskel kote 197,42 moh, mens det høyeste nivået på flomløpet er 3,80 m langt med terskel på 198,41 (NN2000). HRV er satt til 197,42 moh. Resten av dammen er 33,4 m lang og har kote 199,56 moh.

Leirsjøen var reservevannkilde for Trondheim frem til 2016. I dag benyttes vannet til friluftsmål, samt midlertidig som vannuttak for snøproduksjon.



Figur 1. Kart som viser nedbørfeltet, grønt areal, til Leirsjødammens inntakspunkt, merket med blått og restfelt.

1.1.1 Informasjon om Leirsjøens nedbørfelt (sett kryss).

	Ja	Nei
Er det usikkerhet knyttet til feltgrensene? ¹		x

Er det i dag vannforsyningsanlegg eller andre reguleringer inklusive overføringer inn/ut av kraftverkets naturlige nedbørfelt? ²		x
---	--	---

1.1.2 Informasjon om et eventuelt reguleringsmagasin.

Magasinvolum (mill m ³)	0,7	
Normalvannstand (moh) ³	197,42	
Laveste og høyeste vannstand etter regulering (moh)	196,18	197,42
Planlegges effektkjøring av magasinet?	Nei	

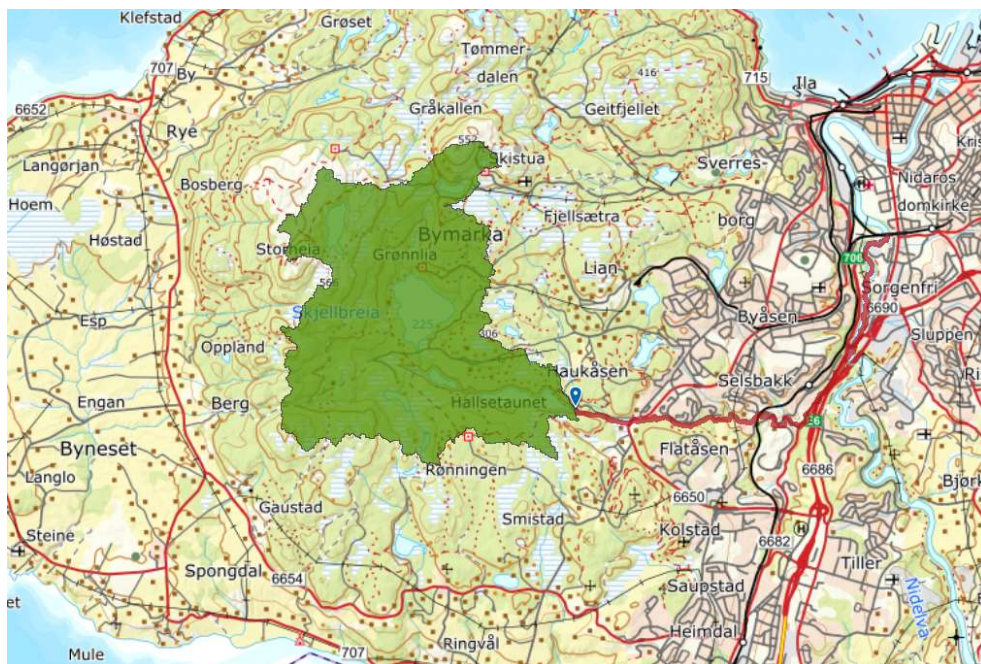
1.1.3 Informasjon om sammenligningsstasjonen som benyttes som grunnlag for hydrologiske beregninger.

Stasjonsnummer og stasjonsnavn ⁴	123.29 Svarttjønnbekken
Skaleringsfaktor ⁵	5,0
Periode med data som er benyttet	01.01.1995-31.12.2022
Totalt antall år med data	28
Er sammenligningsstasjonen uregulert? ⁶	Ja

1.1.4 Feltparametre for Leirsjøen og sammenligningsstasjonens nedbørfelt.

	Leirsjøens nedbørfelt ovenfor inntak		Sammenligningsstasjonens nedbørfelt ⁷	
Areal (km ²)	15,7		3,4	
Høyeste og laveste kote (moh)	196	564	280	512
Effektiv sjøprosent ⁸	2,75		0,85	
Breandel (%)	0		0	
Snaufjellandel (%) ⁹	4,8		0	
Hydrologisk regime ¹⁰	-		Vinter	
Middelvannføring/ middelavrenning/ midlere årstilsig (1961-1990) fra avrenningskartet ¹¹	0,51 m ³ /s (91-20)		0,095 m ³ /s (61-90)	
	0,31 m ³ /s (61-90)			
	32,76 l/s km ² (91-20)		27,70 l/s km ² (61-90)	
	19,50 l/s km ² (61-90)			
	15,8 mill. m ³		3,2 mill. m ³	
Middelvannføring (1995 – 2022) for sammenligningsstasjonen beregnet i observasjonsperioden ¹²	-----		0,099 m ³ /s	29,1 l/s/km ²
Kort begrunnelse for valg av sammenligningsstasjon	Stasjonen er valgt da det er den stasjonen i området som samsvarer best med feltegenskapene til dammens nedbørfelt.			

Nedbørfeltet til Leirsjøen.



Nedbørfeltet til VM 123.29 Svarttjønnbekken

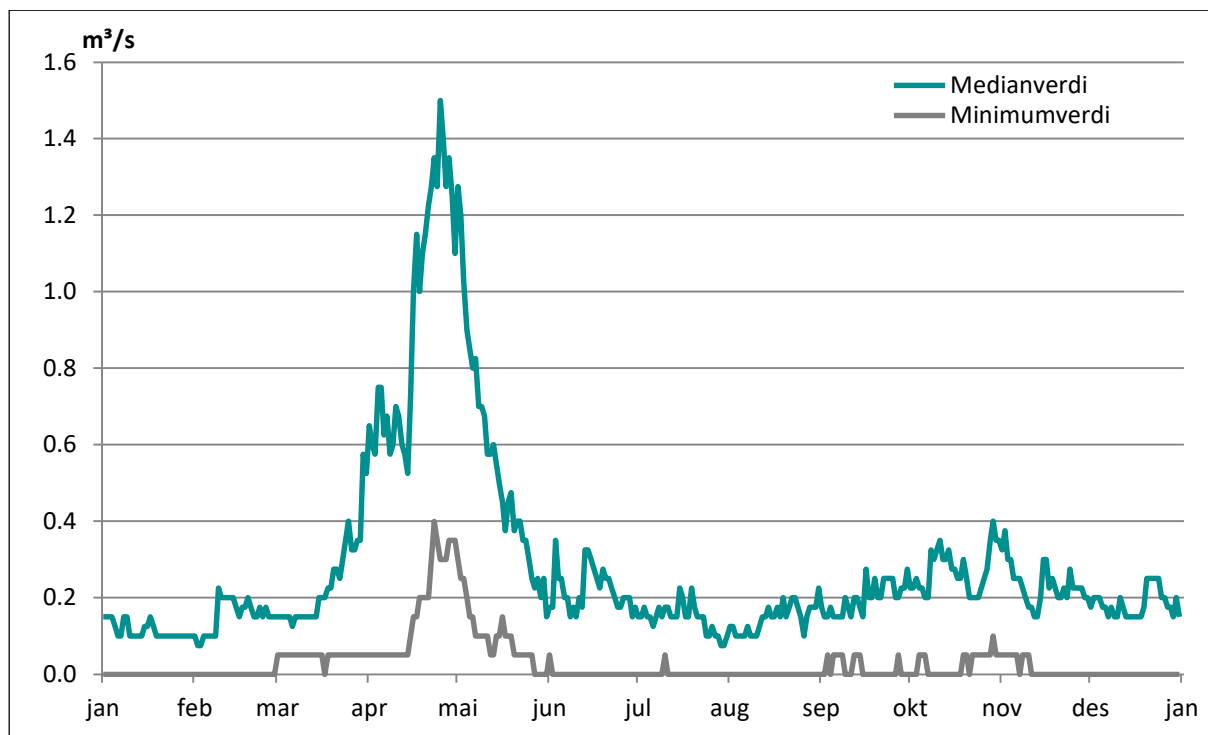


Figur 2. Kart med inntegnet nedbørfelt til kraftverket og til benyttet sammenligningsstasjon.

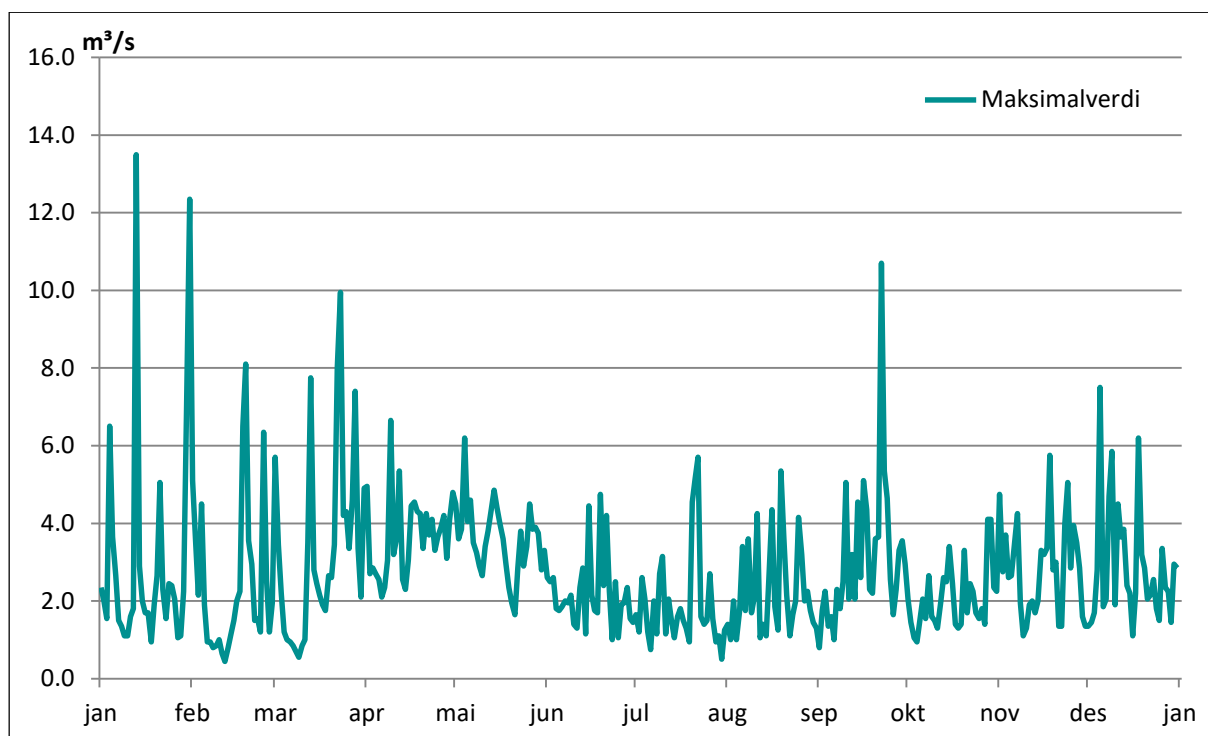
Kommentarer.

1.2 Vannføringsvariasjoner før og etter utbygging¹³

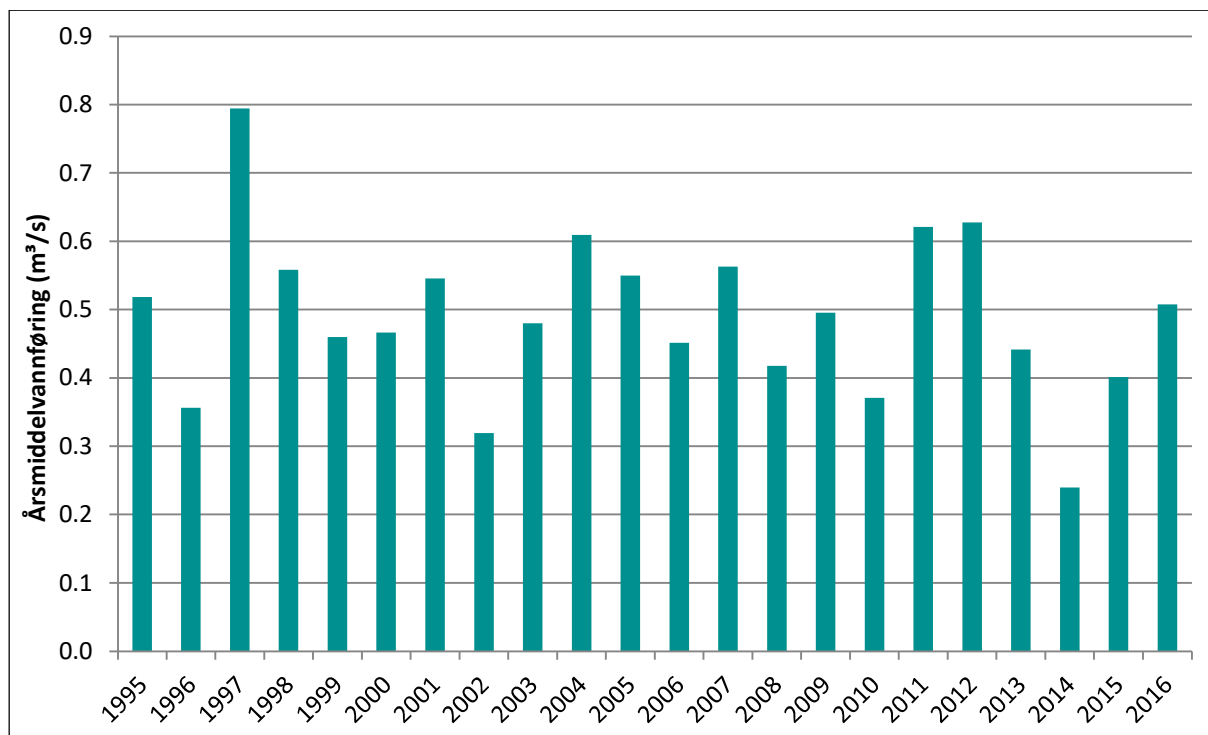
Figur 3. Plott som viser sesongvariasjon i middel/median- og minimumsvannføringer gjennom året, (døgndata).¹⁴



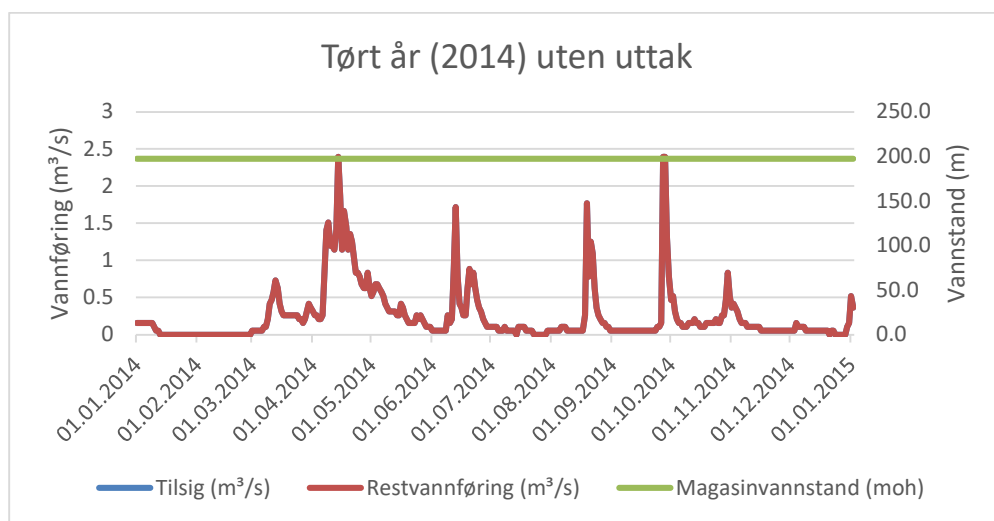
Figur 4. Plott som viser sesongvariasjon i maksimumsvannføringer gjennom året (døgndata).¹⁵

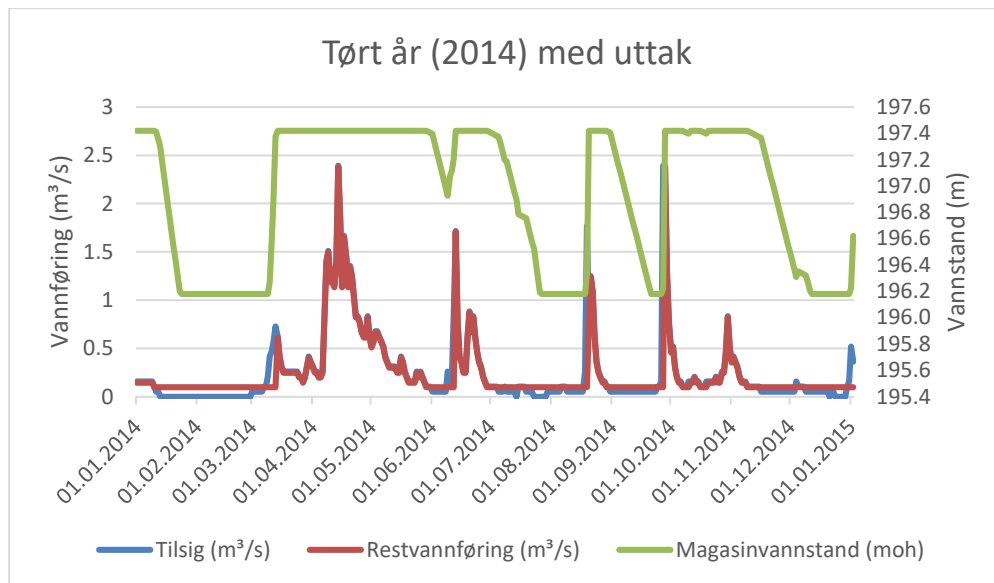


Figur 5. Plott som viser variasjoner i middelvannføring fra år til år (år).¹⁶

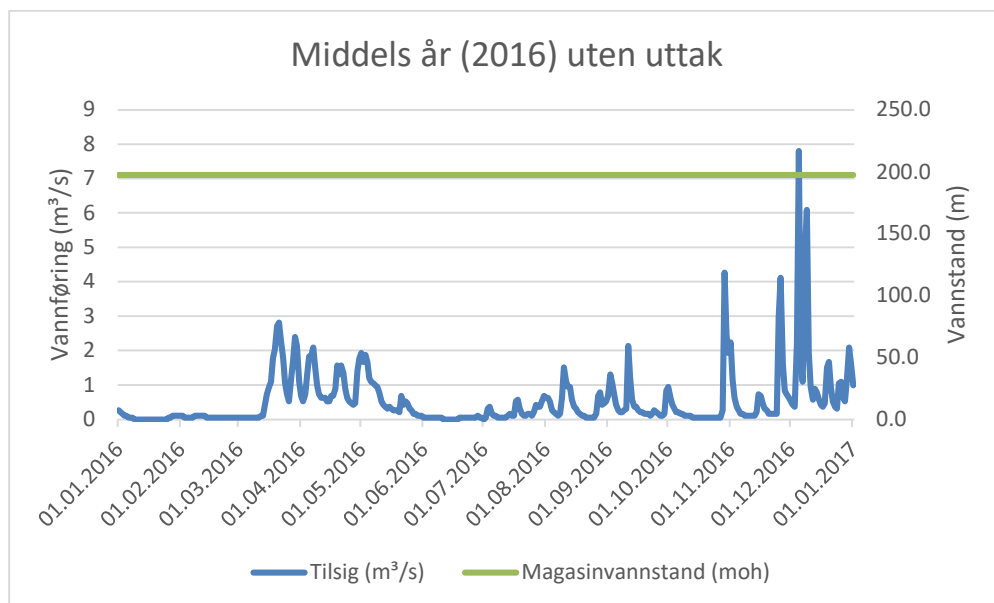


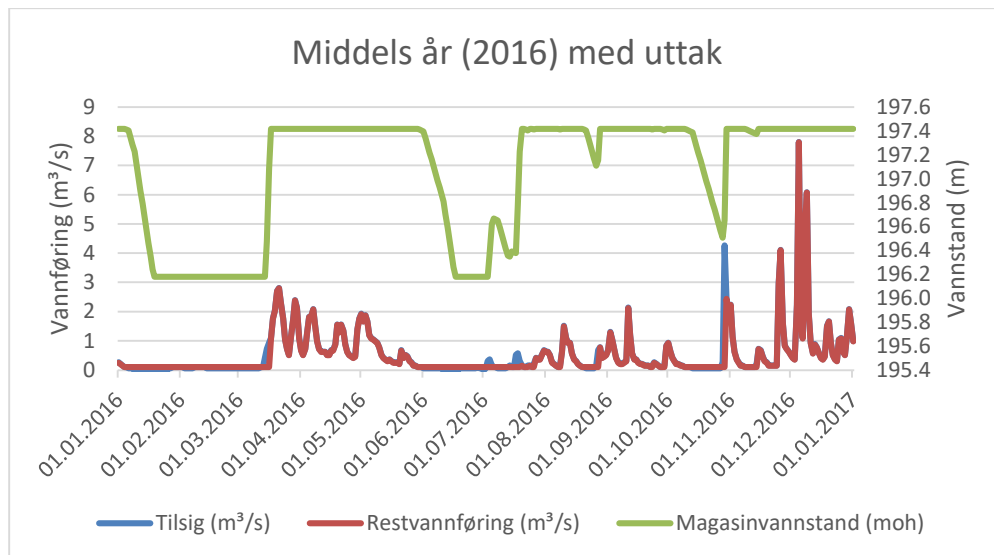
Figur 6. Plott som viser vannføringsvariasjoner i et tørt (2014) år (før og etter utbygging).¹⁷



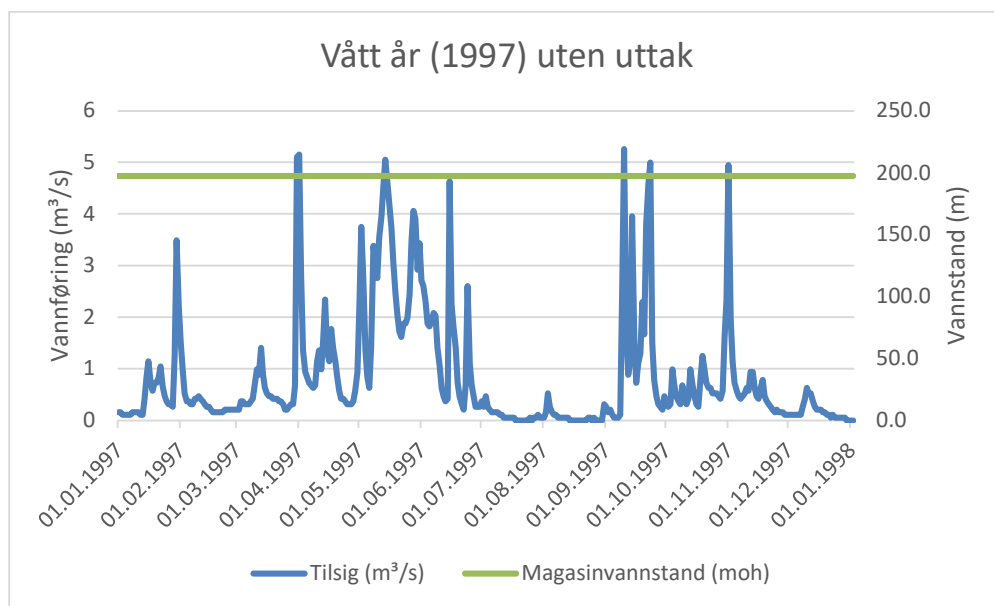


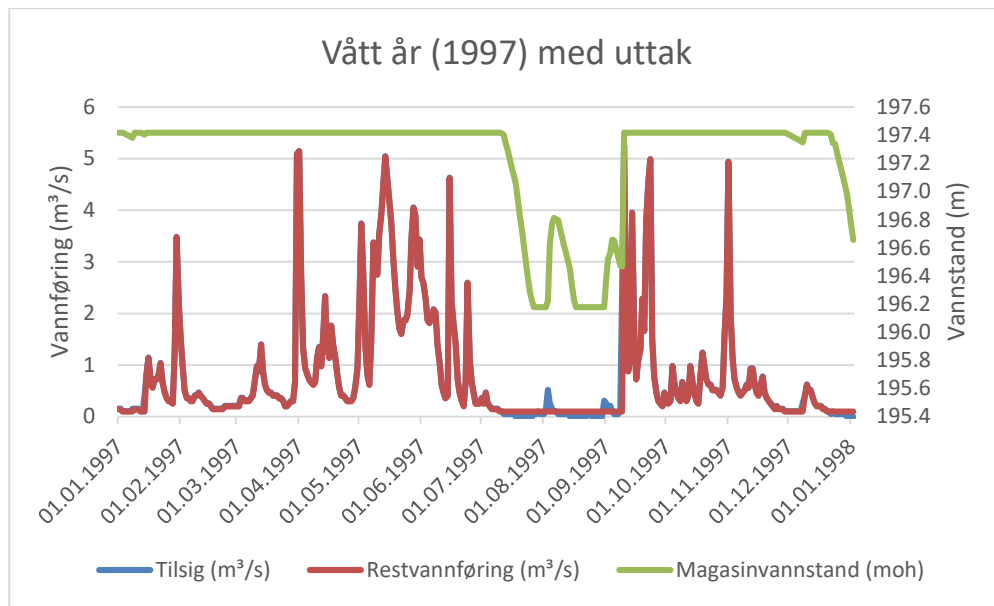
Figur 7. Plott som viser vannføringsvariasjoner i et middels (2016) år (før og etter utbygging).¹⁸





Figur 8. Plott som viser vannføringsvariasjoner i et vått (1997) år (før og etter utbygging).¹⁹

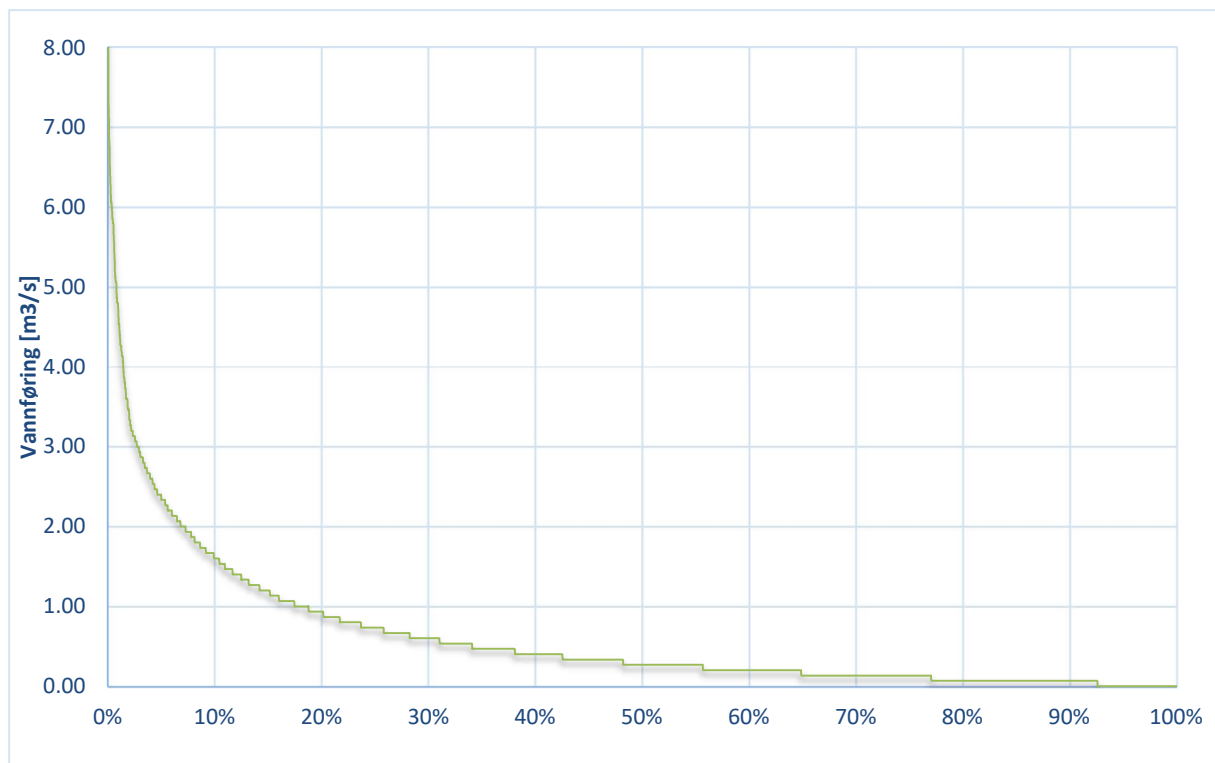




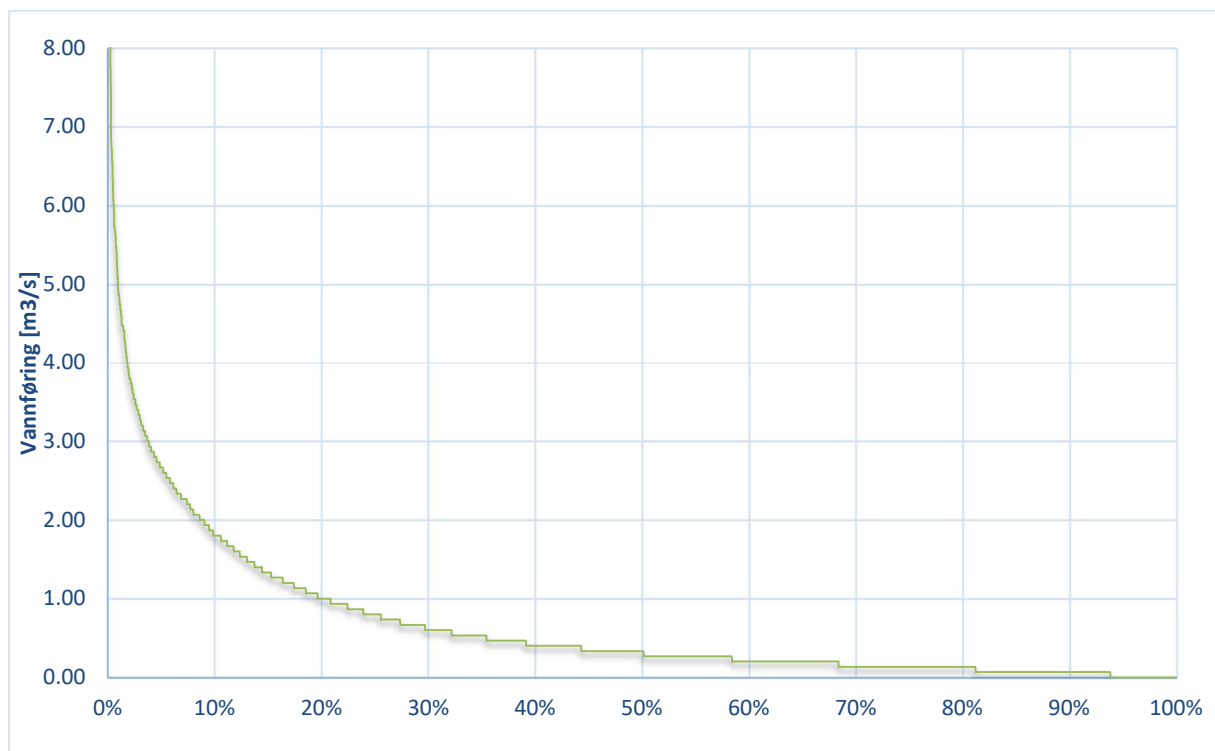
Kommentarer.

1.3 Varighetskurve²⁰ og beregning av nyttbar vannmengde

Figur 9. Varighetskurve for sommersesongen (1/5 – 30/9).



Figur 10. Varighetskurve for vintersesongen (1/10 – 30/4).



Figur 11. Varighetskurve, kurve for flomtap og for tap av vann i lavvannsperioden (år).

1.3.1 Vannuttak

Største vannuttak (m ³ /s)	0,02
Minste vannuttak (m ³ /s)	0,006

1.3.2 Antall dager med vannføring større enn største slukeevne og mindre enn laveste driftsvannføring tillagt planlagt minstevannføring (se pkt. 1.1.5) i utvalgte år.

	Tørt år	Middels år	Vått år
Antall dager med overløp	151	203	277
Antall dager med vannføring < planlagt minstevannføring	0	0	0

1.3.3 Beregning av nyttbar vannmengde til produksjon ved hjelp av hydrologiske data.

Tilgjengelig vannmengde ²¹	16,2 Mm ³
Beregnet vanntap fordi vannføringen er større enn største slukeevne (% av middelvannføring)	0%
Beregnet vanntap fordi vannføringen er mindre enn laveste driftsvannføring (% av middelvannføring)	0%
Beregnet vanntap på grunn av slipp av minstevannføring tilsvarende alminnelig lavvannføring (% av middelvannføring)	0%
Beregnet vanntap på grunn av slipp av minstevannføring tilsvarende 5-persentiler for sommer og vinter (% av middelvannføring)	0%
Beregnet vanntap på grunn av slipp av annen planlagt minstevannføring (% av middelvannføring)	0%
Nyttbar vannmengde til produksjon ved slipp av minstevannføring tilsvarende alminnelig lavvannføring	0,36 Mm ³
Nyttbar vannmengde til produksjon ved slipp av minstevannføring tilsvarende 5-persentiler for sommer og vinter	0,36 Mm ³
Nyttbar vannmengde til produksjon ved slipp av annen planlagt minstevannføring	0,36 Mm ³

Kommentarer

Det er tilstrekkelig vann til snøproduksjon og slipp av minstevannføring som planlagt.

1.4 Restfeltet²²

1.4.1 Informasjon om restfelt.

Inntaket og Leirsjødammens damkrone høyde (moh)	Ca. 189,6	199,56
Lengde på elva mellom inntak og kraftverk ²³ (m)	x	
Restfeltets areal	23,82	

Tilsig fra restfeltet ved kraftverket (m ³ /s)	0,4
---	-----

Kommentarer

Stort restfelt og lite vannuttak. Restfeltet defineres til utløp fra Leirsjøen til Nidelva.

1.5 Karakteristiske vannføringer i lavvannsperioden og minstevannføring.

1.5.1 Karakteristiske vannføringer i lavvannsperioden og planlagt minstevannføring.

	År	Sommer (1/5 – 30/9)	Vinter (1/10 – 30/4)
Alminnelig lavvannføring (m ³ /s)	0,08	-----	-----
5-persentil ²⁴ (m ³ /s)	0,08	0,06	0,09
Planlagt minstevannføring (m ³ /s)	0,1	0,1	0,1

Kommentarer

NEVINA er brukt som grunnlag for beregning av minstevannføring

1.6 Flomvannføringer.

1.6.1 Karakteristiske flomvannføringer. ²⁵

	Døgn	Kulminasjon
Midlere flom ved dam/ inntak	3,5 m ³ /s	7,0 m ³ /s
	224,4 l/s km ²	449 l/s km ²
10-årsflom ved dam/ inntak	5,0 m ³ /s	5,9 m ³ /s
	320 l/s km ²	377 l/s km ²
200-årsflom ved dam/ inntak	9,9 m ³ /s	11,7 m ³ /s
	630 l/s km ²	742 l/s km ²

Kommentar, flomregime og flomberegningsmetode ²⁶

Tilløpflommer ved dam. Beregnet med nedbør-avløps-modell. Midlere flom døgnverdi er hentet fra NEVINA.

¹ Hvis ja; hva slags? (eks: bre, myr, innsjø med flere utløp, karst).

² Hvis ja skal dette tegnes inn på kartet i figur 1.

³ Målt eller beregnet naturlig vannstand ved tilnærmet årsmiddelvannføring.

⁴ I henhold til NVEs stasjonsnett.

⁵ En konstant som multipliseres med dataserien ved sammenligningsstasjonen for å lage en serie som beskriver variasjoner i vannføringen i kraftverkets nedbørfelt.

⁶ Med reguleringer menes her regulering av innsjø eller overføring inn/ut av naturlig nedbørfelt.

⁷ Feltparametere for sammenligningsstasjon kan leses fra NVEs database Hydra 2 ved bruk av programmet HYSOPP.

⁸ Effektiv sjøprosent tar hensyn til innsjøers beliggenhet i nedbørfeltet. Dette er en viktig parameter for vurdering av både flom- og lavvannføringer. Definisjonen av effektiv sjøprosent er: $100 \sum (A_i \cdot a_i) / A^2$, der a_i er innsjø i 's overflateareal (km^2) og A_i er tilsigsarealet til samme innsjø (km^2), mens A er arealet til hele nedbørfeltet (km^2). Innsjøer langt ned i vassdraget får dermed størst vekt, mens innsjøer nær vannskillet betyr lite. Små innsjøer nær vannskillet kan ofte neglisjeres ved beregning av effektiv sjøprosent.

⁹ Snaufjellandel. Andel snaufjell beregnes som arealandel over skoggrensen fratrasket eventuelle breer, sjøer og myrer over skoggrensen.

¹⁰ På hvilken tid av året (vår, sommer, høst, vinter) inntreffer henholdsvis flom og lavvann?

¹¹ Middelavrenning i normalperioden 1961-1990. Inneholder usikkerhet i størrelsesorden $\pm 20\%$.

¹² Beregnet for sammenligningsstasjonen i observasjonsperioden eller den perioden som ligger til grunn for beregningen.

¹³ For vannføringen ved kraftverkets inntakspunkt.

¹⁴ For hver dag gjennom året (døgnverdi: januar-desember) plottes middel, median- og minimumsvannføringen over en lang årrekke (helst 20-30 år med døgndata).

¹⁵ For hver dag gjennom året (døgnverdi: januar-desember) plottes maksimumsvannføringen over en lang årrekke (helst 20-30 år med døgndata).

¹⁶ Årsmiddel for hvert år i observasjonsperioden.

¹⁷ Tørt år må angis (f.eks. året i observasjonsperioden med laveste årsvolum). Vannføringsvariasjoner (døgnmiddel) før og etter inngrep vises i samme diagram (januar – desember).

¹⁸ Middels år må angis (f.eks. året i observasjonsperioden med årsvolum nær middelet i observasjonsperioden). Vannføringsvariasjoner (døgnmiddel) før og etter vises i samme diagram (januar – desember).

¹⁹ Vått år må angis (f.eks. året i observasjonsperioden med høyest årsvolum). Vannføringsvariasjoner (døgnmiddel) før og etter vises i samme diagram (januar – desember).

²⁰ Varighetskurve skal angi hvor stor del av tiden (angitt i %) vannføringen er større enn en viss verdi (angitt i % av middelvannføringen). Alle døgnvannføringene i observasjonsperioden sorteres etter størrelse før kurven genereres. Varighetskurven skal ligge til grunn for å estimere flomtap som følge av at vannføringen er høyere enn største slukeevne (kurve for slukeevne) og tap i lavvannsperioden som følge av at vannføringen er lavere enn laveste driftsvannføring (kurve for sum lavere). Kurvene skal vises i samme diagram.

²¹ Normalavløp 1961-1990 (eller forventet gjennomsnittlig årlig avløp).

²² Med restfelt menes arealet mellom inntakspunkt og kraftverk.

²³ Lengde i opprinnelig elveløp og ikke korteste avstand.

²⁴ Den vannføringen som underskrider 5 % av tiden.

²⁵ Midlere flom i løpet av et døgn beregnes som gjennomsnitt av største døgnmiddelvannføring hvert år.

Metodikk for beregning av flomvannføringer, se NVEs retningslinjer 04/2011 "Retningslinjer for flomberegninger". Spesielt i små felt, vil kulminasjonsvannføringen under flom ofte være vesentlig større enn døgnmiddelet.

²⁶ Kommenter hvilke måneder i året flommer er hyppigst forekommende, og kommenter kort hvilken metode som er benyttet for beregning av flomvannføringer.