

TIL: Vilkårsrevisjonsteamet

FRA: Anne Bakke Aasen og Tone Gammelsæter

KOPI

VÅR REF: Anne Bakke Aasen og Tone Gammelsæter

DERES REF: Bjarte Guddal, Øystein Jonsjord

DATO: 18.01.2019

ANSVARLIG:

POSTADRESSE
Skagerak Kraft AS
Postboks 80
3901 Porsgrunn

Storgt. 159
3915 PORSGRUNN

SENTRALBORD
35 93 50 00

TELEFAX
35 55 97 50

INTERNETT
www.skagerakenergi.no

E-POST
firmapost@skagerak.no

ORG. NR.: 979 563 531 MVA

Gjennomgang av magasin vannstander i reguleringen av Vrengja, Gjuva og Høymyrselva i perioden 1960-2017

Innhold

Innledning	2
Tilslig	4
Fiskeløysa	5
Kjørkjevavn.....	10
Hanavn	16
Hølseterbekken.....	22
Våtvavn	22
Sandavn	28
Mjåavn	32
Hoppestadavn.....	37
Oppsummering	43

Innledning

Dette dokumentet er laget som vedlegg til revisjonsdokumentet som regulanten Skagerak Kraft utarbeider i forbindelse med revisjon av konsesjonsvilkårene for reguleringen av Vrengja, Gjuva og Høymyrselva.

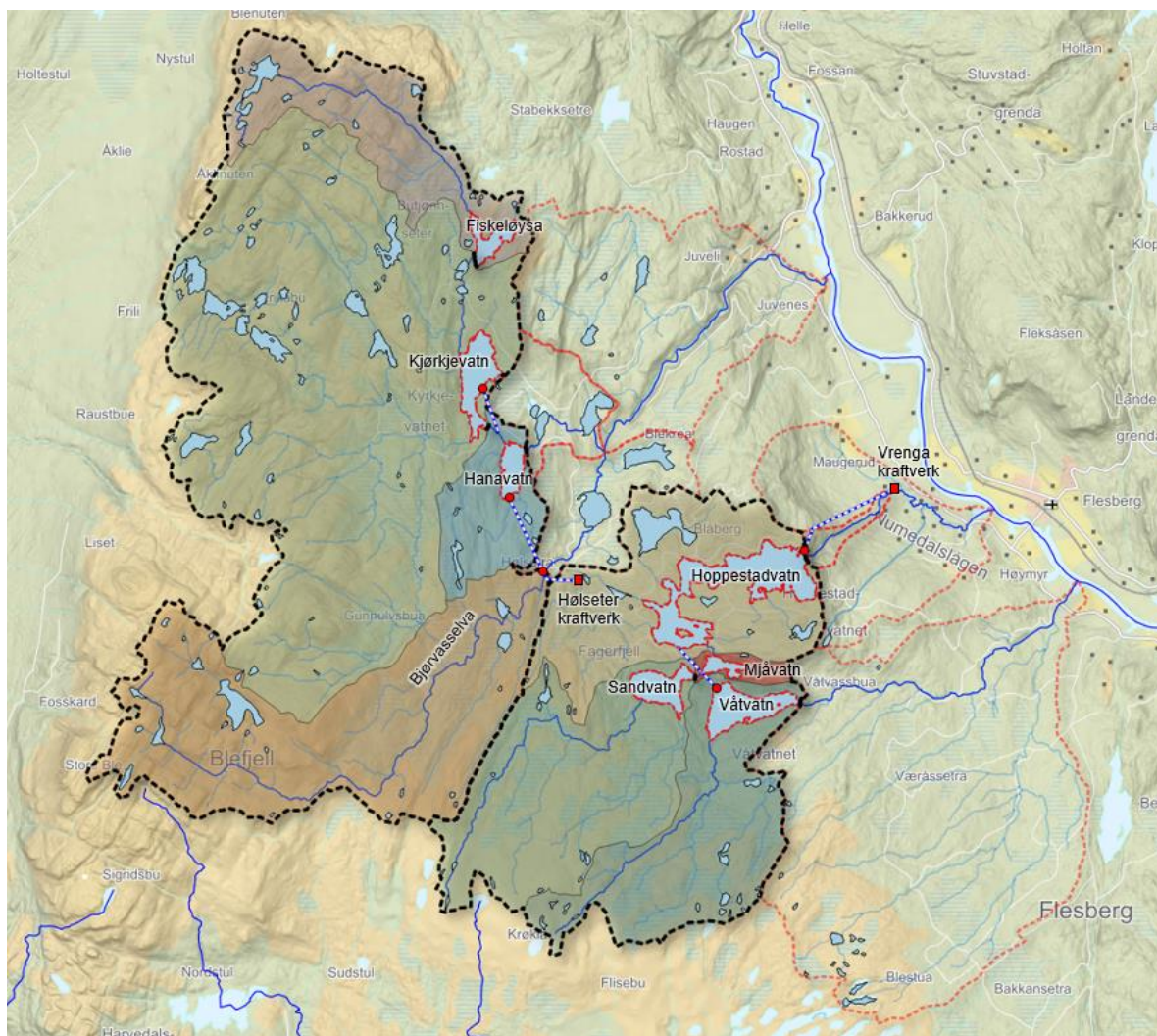
I dette dokumentet presenteres manøvreringspraksis for hvert enkelt magasin samt grafer med målte vannstander og bergenet overløp. For å underbygge manøvreringspraksisen er det også inkludert noen grafer med tilsig for Hølseter Kraftverk totalt, Vrenga kraftverk lokalt (= tilsig til Vrengja elv og Høymyrselva) og Vrenga Kraftverk totalt (= sum av tilsiget til Hølseter kraftverk totalt og Vrenga kraftverk lokalt). En mer utførlig beskrivelse av hydrologien foreligger i et eget vedlegg til revisjonsdokumentet.

Reguleringsområdet for Vrengja-, Gjuva- og Høymyrselva med magasiner og kraftverk er vist i Figur 1 og nøkkeltall er oppsummert i Tabell 1. Alle henvisninger til magasinkapasiteter, tilsig, reguleringsgrad osv i dette notatet henviser til tall i Tabell 1, hvis ikke er det angitt spesielt.

Reguleringsområdet har høyt tilsig i forhold til magasinkapasiteten (lav reguleringsgrad) og manøvreringen er derfor sterkt påvirket av varierende tilsig gjennom sesongen, spesielt i sommerhalvåret. Midlere årstilsig er over 114 Mm³ (se Tabell 1), og samlet magasinkapasitet er 29,25 Mm³. I et middelår er tilsiget stort nok til å fylle magasinene nesten fire ganger, og det er derfor nødvendig at alle magasinene er tomme før vårfloppen. Tilsvarende er det viktig å sørge for aktiv regulering og tilstrekkelig dempningsvolum i magasinene om sommeren og høsten for å redusere flommer og produksjonstap. Produksjonsmønsteret i sommer- og høstmånedene er med andre ord svært tilsigsavhengig.

Våtvatn, Kjørkjevatt, Hanavatn og Hoppestadvatn har hatt automatisk timesmåling i noen år, men for å kunne sammenligne med eldre målinger er det valgt å benytte ukemålingene i disse grafene. Vannstandene for magasinene i reguleringsområdet er dokumentert gjennom ukerapporter med vannstandsavlesninger hver mandag i hele kraftverksperioden fra 1960 og fram til i dag. Vannstandene for samtlige regulerte magasin i reguleringsområdet; Fiskeløysa, Kjørkjevatt, Hanavatn, Våtvatn, Sandvatn, Mjåvatn og Hoppestadvatn er tatt ut fra ukerapportene og presenteres i kurveform for hele perioden. I tillegg vises timesverdier for målt vannstand de siste 10 årene for Kjørkjevatt, Hanavatn, Våtvatn og Hopprstadvatn.

Grafer som viser beregnet overløp i m³/s basert på vannstandsmålinger og overløpsformler for magasinene Våtvatn, Hoppestadvatn, Kjørkjevatt og Hanavatn viser at det er vanlig med overløp i magasinene i reguleringsområdet. For å synliggjøre tilsigets betydning for produksjonsmønsteret har vi også inkludert noen grafer som viser tilsigsvariasjonene gjennom året.



Figur 1: Kart over magasiner, vannveier, bekkeinntak og kraftverk i reguleringen for Vrengja, Gjuva og Høymyrselva.

Tabell 1: Nøkkeldata

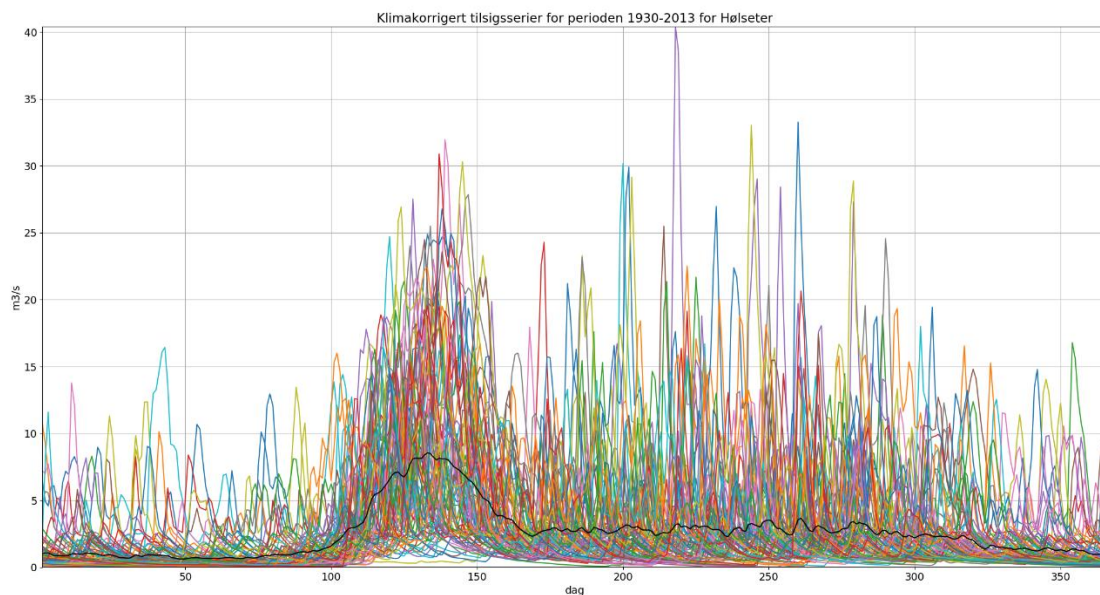
	Mag. Vol.	HRV	LRV	Reg. høyde	Midlere årstilsig	Midlere årstilsig	Lokal reg. grad	Total reg. grad
	[Mm ³]	[moh.]	[moh.]	[m]	[m ³ /s]	[Mm ³]	[%]	[%]
Fiskeløysa	1	788,0	784,0	4	0,3	9,0	11	11
Kjørkjevann	6,7	675,0	660,0	15	1,5	46,5	14	12
Hanavann	2,3	653,0	644,0	9	0,1	2,2	105	4
Hølseterbekken					0,7	23,6		
Hølseter krvtotalefelt	10				2,6	81,3		
Våtvann	5,25	581,0	571,0	10	0,3	10,1	52	52
Mjåvann	0,4	590,0	587,0	3	0,02	0,6	67	3
Sandvatn	2,1	602,0	597,0	5	0,4	13,3	16	16
Hoppestadvann	11,5	563,0	550,0 ¹⁾	13 ¹⁾	0,3	9,3	124	10
Vrenga krvtotalefelt	19,25				1,1	33,3		
Vrenga krvtotalefelt	29,25				3,6	114,6		

1) LRV i Hoppestadvann praktiseres med 551

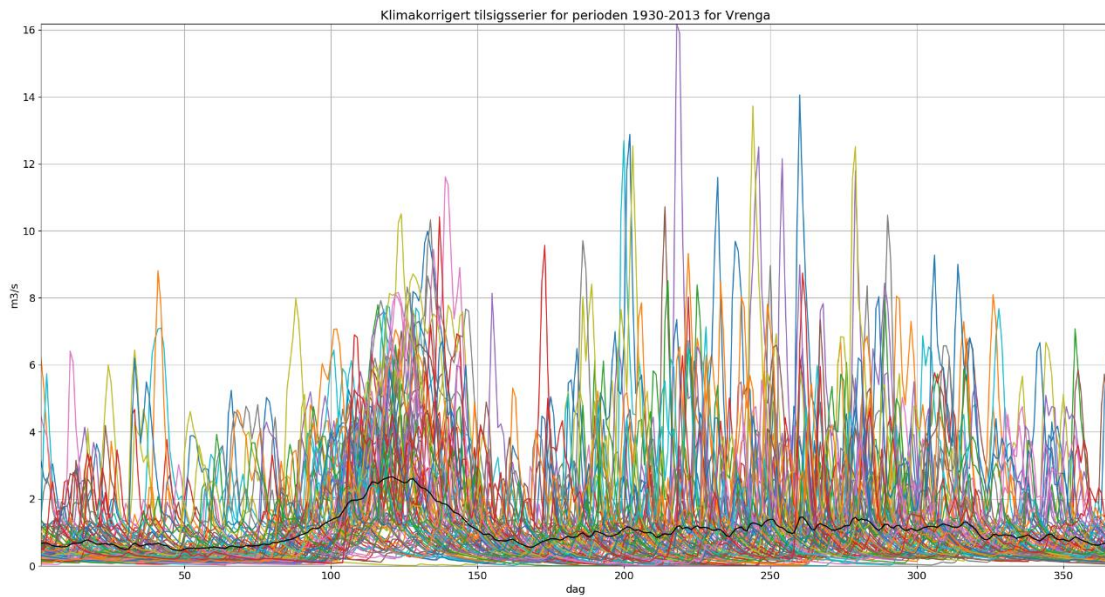
Tilsig

Uregulerte tilsigsserier for Hølseter og Vrenga kraftverk er utarbeidet av Dr.ing Trond Rinde, Norconsult og er dokumentert i rapporten «*Tilsigsserier Vrenga-Gjuva*», 2011-10-25, og er senere utvidet til å omfatte årene 2012 og 2013. I dette arbeidet ble perioden 1990 til 2010 ble valgt som normalperiode, og alle tilsigsårene er «klimakorrigert» slik at middelverdien for alle år tilsvarer middelverdien for perioden 1990-2010. Tilsiget er «klimakorrigert» for at det skal gjenspeile dagens utfallsrom i tilsiget, men er ikke justert for kommende klimaendringer. Kurveskarer for årene 1930-2013 for tilsiget til Hølseter kraftverk totalfelt, Vrenga kraftverk lokalfelt (nedstrøms Hølseter Kraftverk) og Vrenga kraftverk totalfelt (= sum av Hølseter totalfelt og Vrenga kraftverk lokalfelt) er vist i Figur 2,3 og 4.

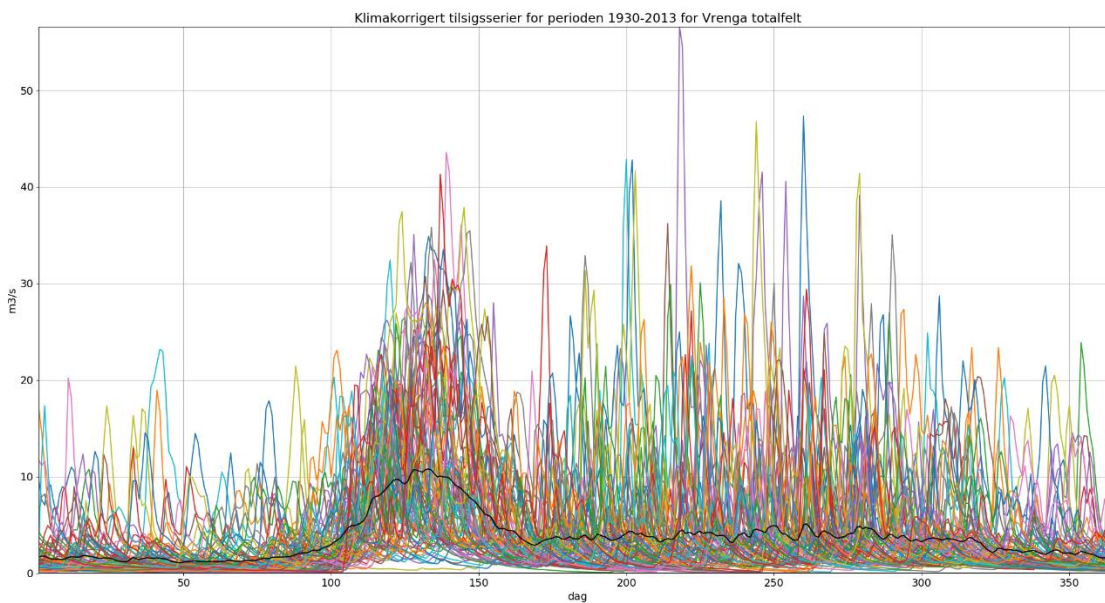
Figurene viser at tilsiget er lavt om vinteren, men i enkelte år har det også vært perioder med tilsig på godt over 10 m³/s i vintermånedene. Tidspunktet for snøsmeltingen varierer noe fra år til år, men snøsmeltingen gir uansett en tydelig vårflomperiode med tilsig på godt over 20 m³/s de fleste år. Det er viktig å merke seg at også sommer- og høsttilsig tidvis er like høyt som tilsiget snøsmeltingen. Det er stor variasjon i tilsiget gjennom sommeren og høsten og mange år har høyt tilsigsperioder med tilsig over både 15 og 20 m³/s. Dette er mye når vi vet at slukeevnen i Vrenga kraftverk er på 4,5 m³/s.



Figur 2. Tilsig til Hølseter kraftverk totalfelt for årene 1930-2013. Tilsiget er utarbeidet av Dr. ing Trond Rinde og er klimakorrigert.



Figur 3. Tilsig til Vrenga kraftverk lokalfelt (nedstrøms Hølseter kraftverk) for årene 1930-2013. Tilsiget er utarbeidet av Dr. ing Trond Rinde og er klimakorrigert.



Figur 4. Tilsig til Vrenga kraftverk totalfelt for årene 1930-2013. Tilsigsårene er utarbeidet av Dr. ing Trond Rinde og er klimakorrigert.

Fiskeløysa

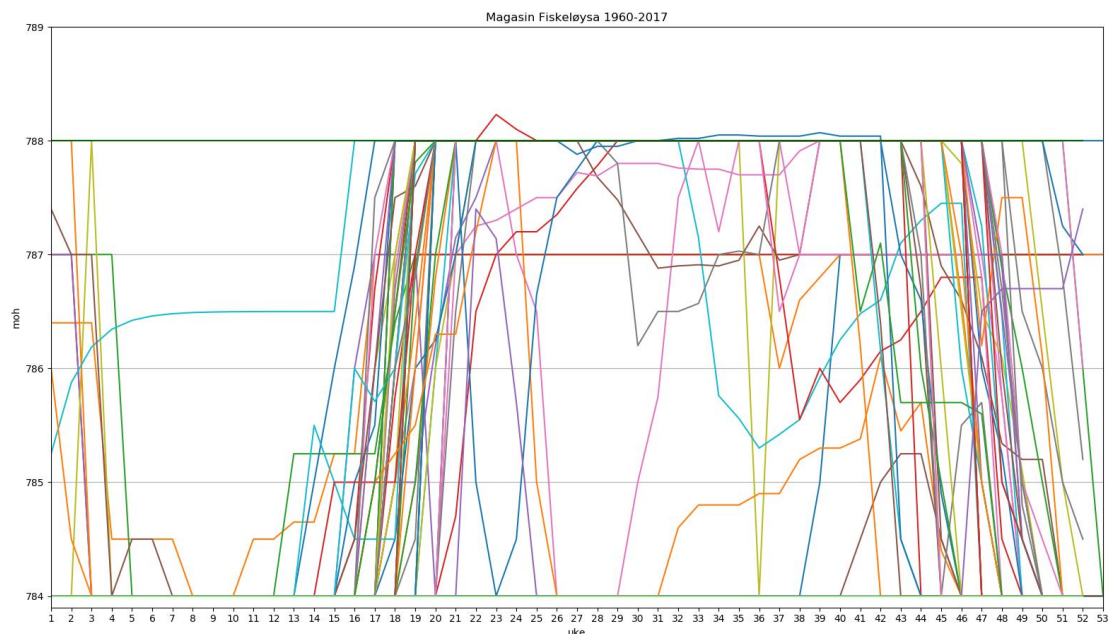
Fiskeløysa er det øverste magasinet til Hølseter kraftverk med HRV på 788,00 moh., har en reguleringshøyde på 4 meter og magasinvolum på 1,0 Mm³. Reglementet for Fiskeløysa omhandler ingen begrensninger i bruk av magasinet utenom HRV og LRV. Overløp og tapping gjennom luka følger samme elveleie ned til Kjørkjevattn.

Fram til 2014 var damkonstruksjonen i Fiskeløysa av tre og for å unngå islast på damkonstruksjonen ble magasinet tappet ned før isen la seg senhøstes/tidlig vinter. I 2014

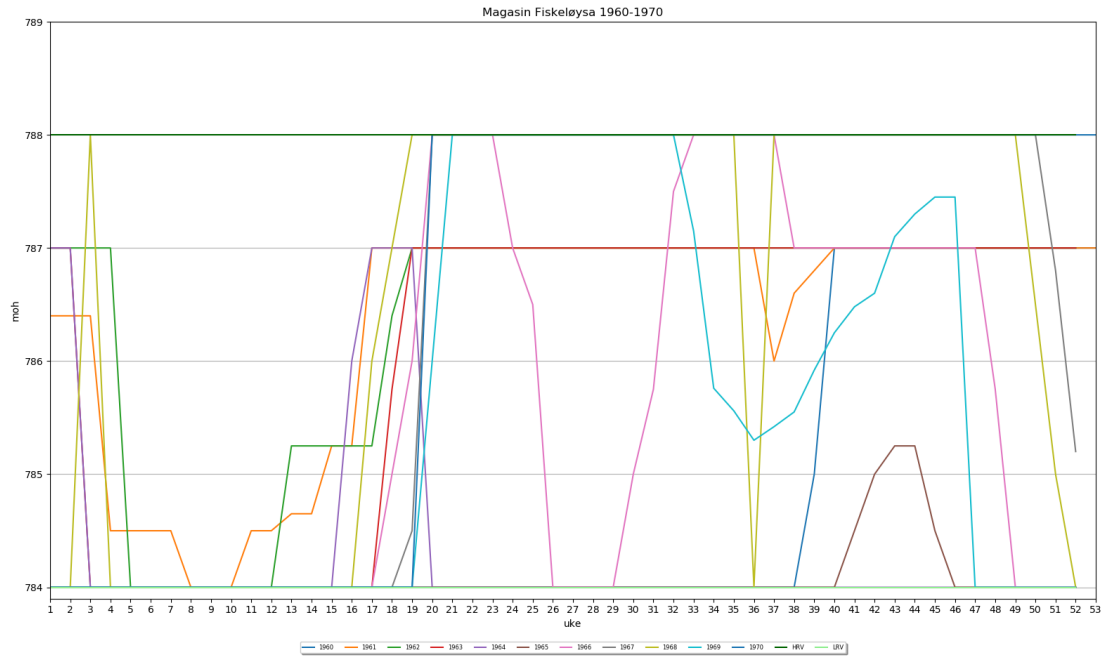
ble dammen bygget om, og senkning av vannstanden kan nå foretas uten å ta hensyn til tidspunkt for islegging.

Som de andre magasinene i reguleringen har Fiskeløysa relativt liten magasinkapasitet i forhold til normalt vårflovvolum og det er derfor viktig at magasinet er tomt før vårfloppen starter. Fiskeløysa har en reguleringsgrad på 11%, og midlere årsavløp er på 9 Mm³. Det er nok til å fylle magasinet 9 ganger i løpet av et normalår.

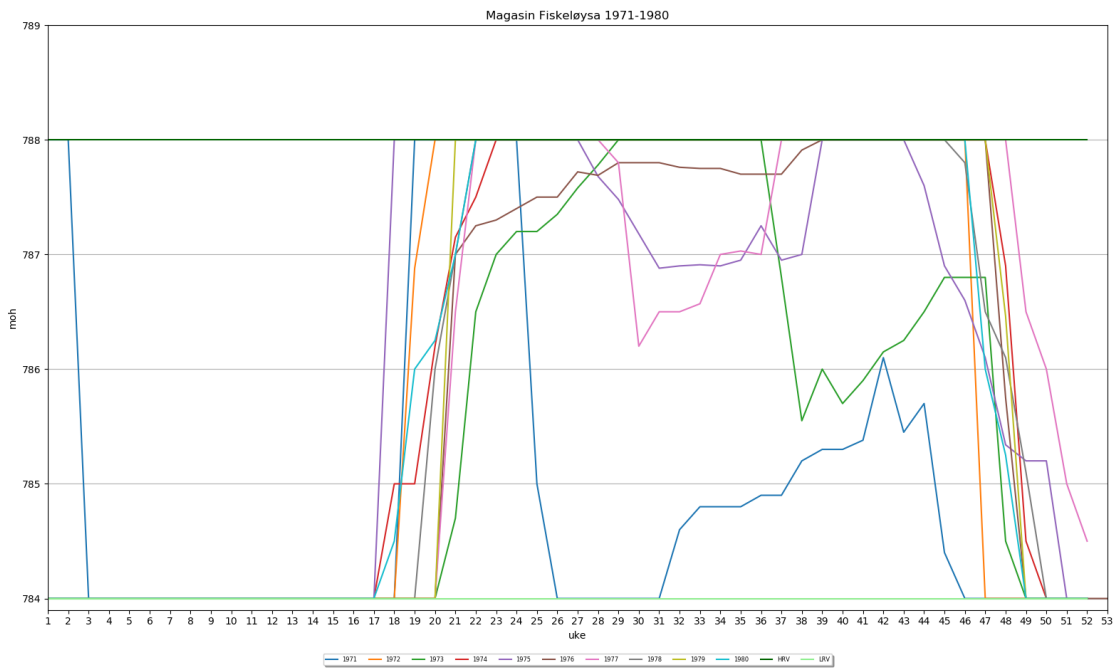
Fiskeløysa tappes normalt ned fra HRV til LRV fra oktober og frem til nyttår ved bruk av luka i dammen. Luka står åpen gjennom vinteren, slik at naturlig tilsig tappes ut gjennom luka og vannstanden holdes nede. Før påske og vårflopp stenges luka slik at magasinet fylles og vannstanden i Fiskeløysa når normalt HRV i løpet av mai måned. De første ca 20 årene av reguleringen ble også Fiskeløysa tappet noe ned før høstflomperioden, men siden 80-tallet har Fiskeløysa ligget med naturlig overløp hele sommeren fram til nedtappingen om senhøsten (med unntak av 2014 da dammen ble bygget om). Siden Fiskeløysa er full hele sommeren og høsten vil tilsiget til Fiskeløysa renne naturlig videre ned til Kjørkjevattn i denne perioden. I det følgende vises kurver over vannstanden i Fiskeløysa.



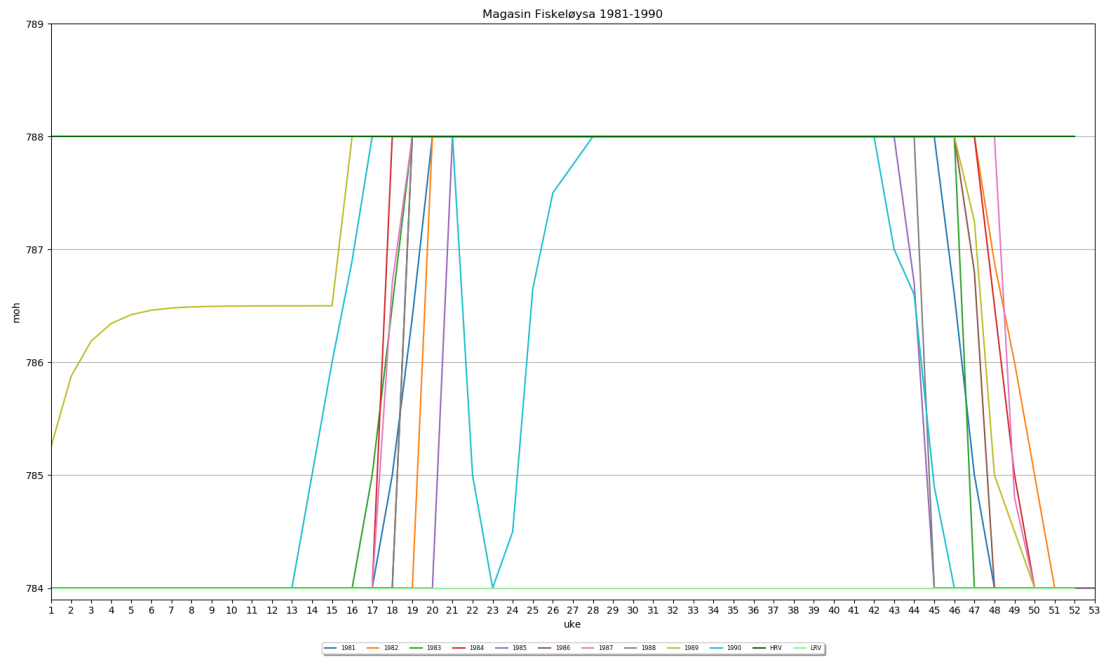
Figur 5. Kurveskare over magasin vannstander i Fiskeløysa 1960 – 2017 viser variasjonsområdet gjennom hele konsesjonsperioden.



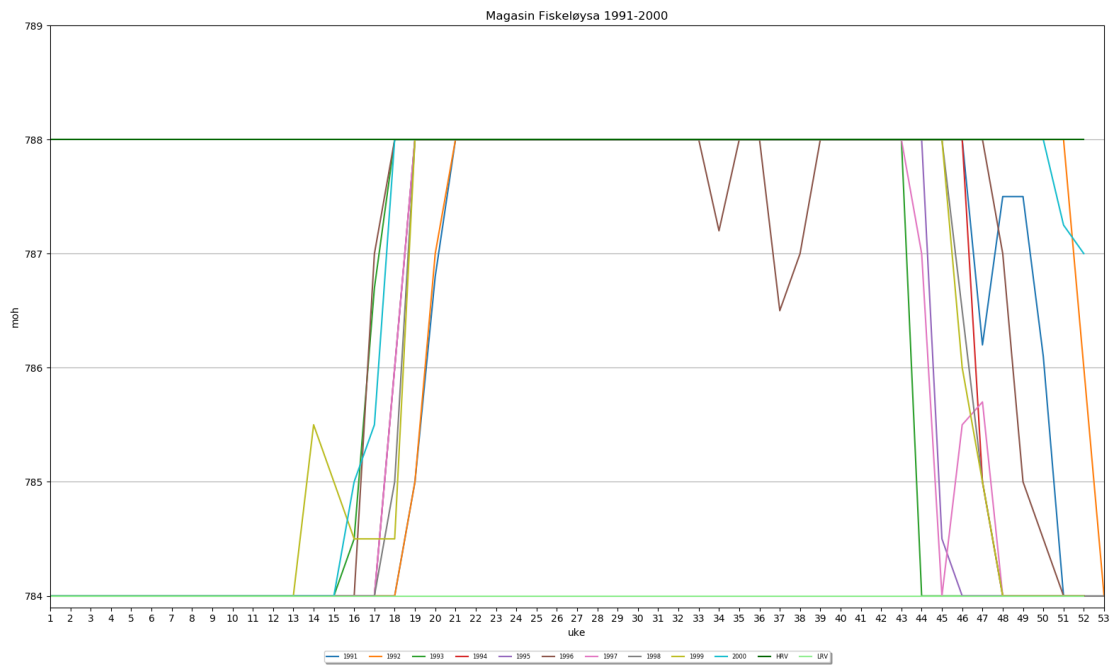
Figur 6. Kurveskare over magasin vannstander i Fiskeføysa 1960 – 1970.



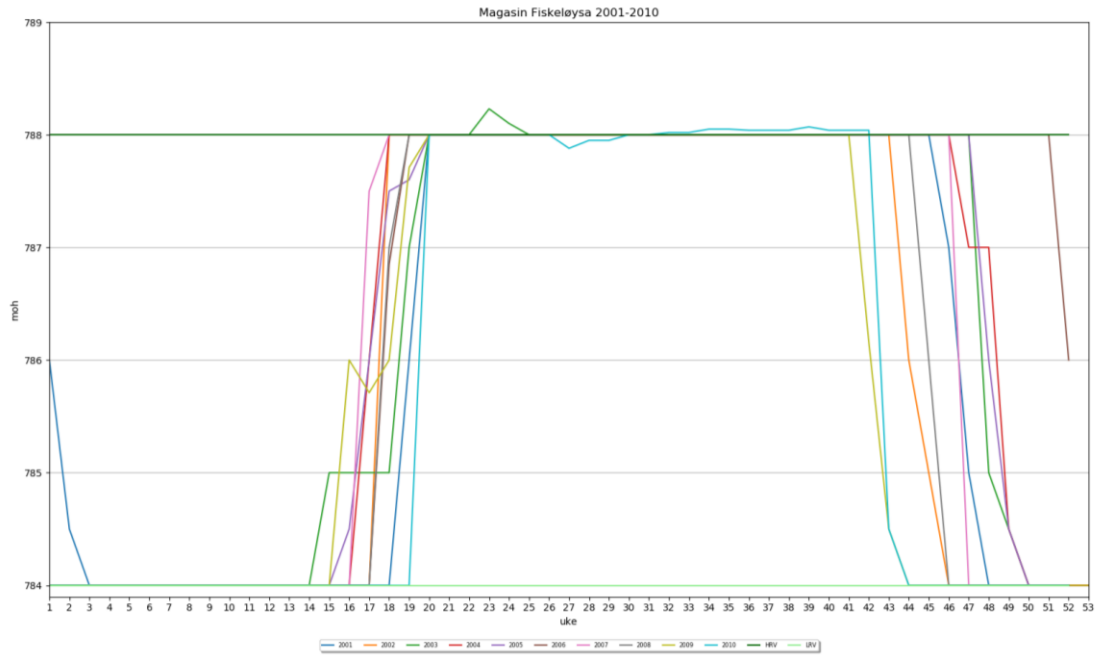
Figur 7. Kurveskare over magasin vannstander i Fiskeføysa 1971 – 1980.



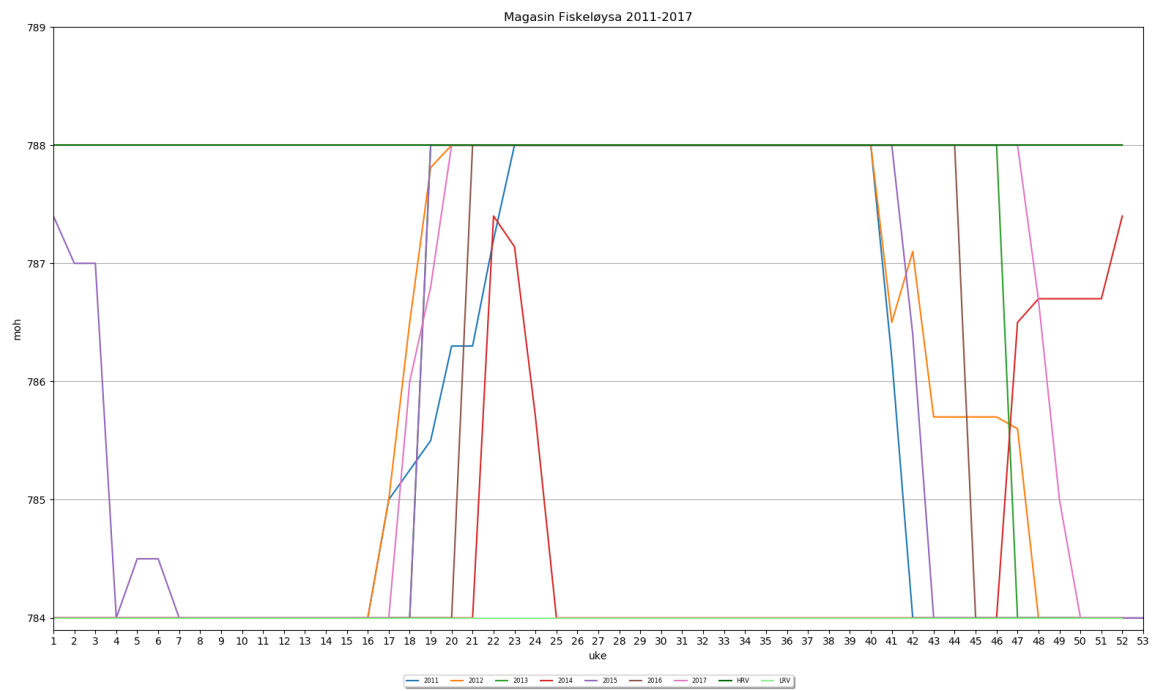
Figur 8. Kurveskare over magasinvannstater i Fiskeløysa 1981 – 1990.



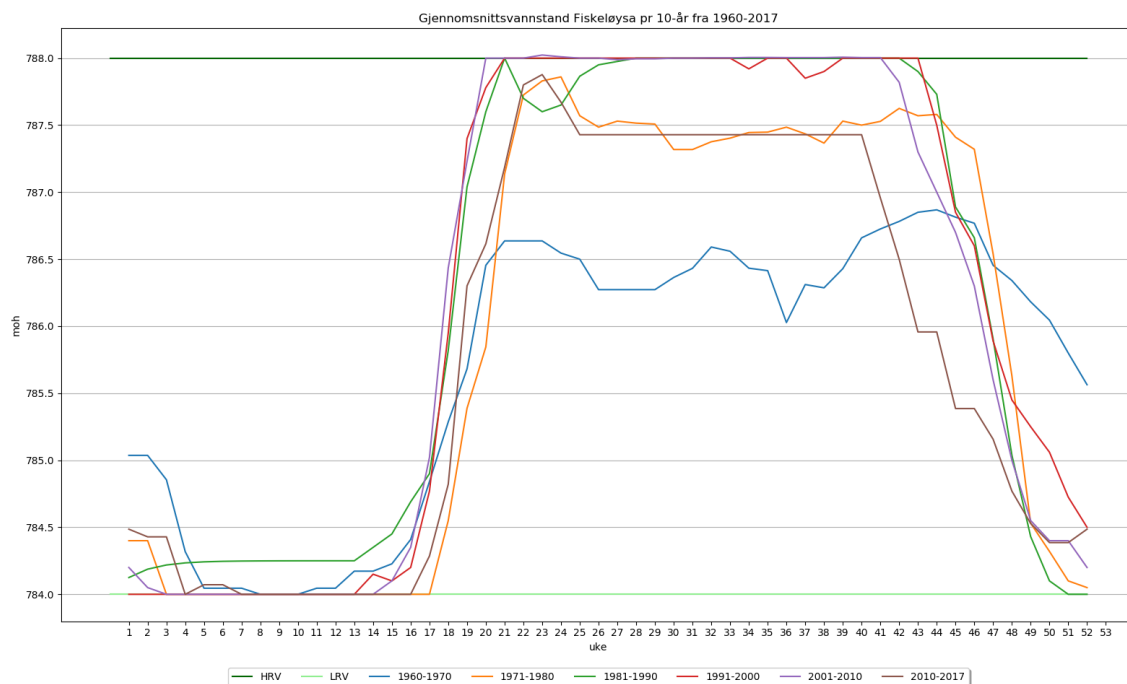
Figur 9. Kurveskare over magasinvannstater i Fiskeløysa 1991 – 2000.



Figur 10. Kurveskare over magasin vannstander i Fiskeløysa 2001 – 2010.



Figur 11. Kurveskare over magasin vannstander i Fiskeløysa 2011 – 2017.



Figur 12. Gjennomsnittsverdi for vannstanden i Fiskeløysa per 10-år fra 1960-2017.

Kjørkjevavn

Kjørkjevavn ligger mellom Fiskeløysa og Hanavatn med HRV på 675,00 moh. og reguleringshøyde på 15 meter. Reglementet for Kjørkjevavn omhandler ingen begrensninger utenom HRV og LRV. Magasinkapasiteten er 6,7 Mm³ og Kjørkjevavn er dermed det nest største magasinet i reguleringsområdet.

Kjørkjevavn har 41% av totaltilsiget til Vrenga kraftverk og fylles fort ved nedbør. I tillegg kommer tilsiget til Fiskeløysa som renner naturlig ned til Kjørkjevavn hele sommeren og høsten siden Fiskeløysa da ligger på HRV. Sum midlere årstilsig til Fiskeløysa og Kjørkjevavn er over 55 Mm³ og Kjørkjevavn har svært lav reguleringsgrad på ca 12% når vi tar hensyn til totaltilsiget til Kjørkjevavn.

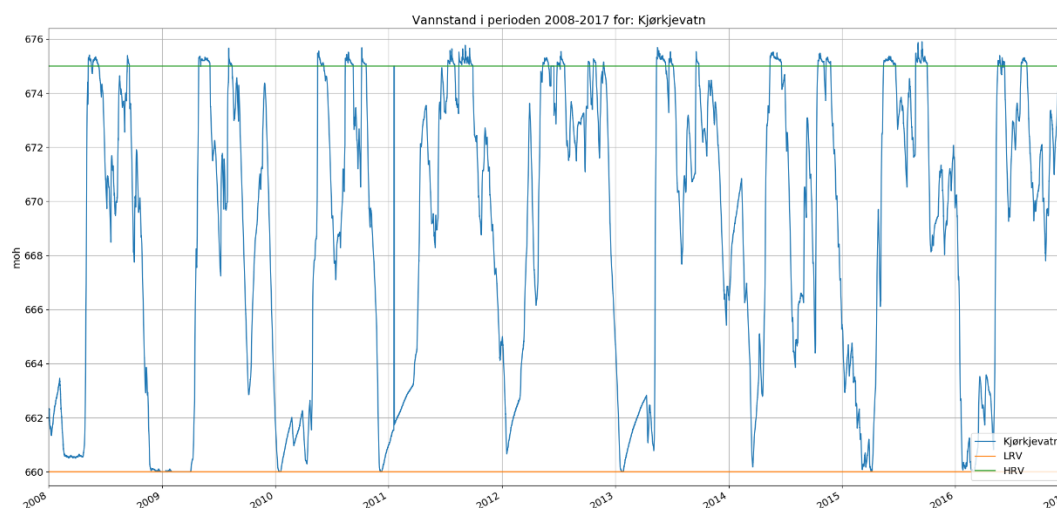
Kjørkjevavn senkes ned mot LRV før vårflommen for å ha plass til mest mulig av smeltevannet. Likevel fylles Kjørkjevavn svært raskt og historien viser at magasinet ofte har vært fullt allerede i første halvdel av mai. Ved fullt magasin går overløpet i naturlig elveleie ned til Hanavatn.

I vanlig driftssituasjon tilpasses tappingen fra Kjørkjevavn til lokaltilsiget til Hanavatn, lokaltilsiget til bekkeinntaket i Bjørvasselva; Hølseterbekken, og ønsket produksjon i Hølseter Kraftverk. På grunn av den lave reguleringsgraden krever Kjørkjevavn tett oppfølging og aktiv manøvrering for å kunne ta vare på mest mulig av tilsiget og minimalisere flomtap i Hølseter Kraftverk som igjen gir tapt produksjon i Vrenga Kraftverk.

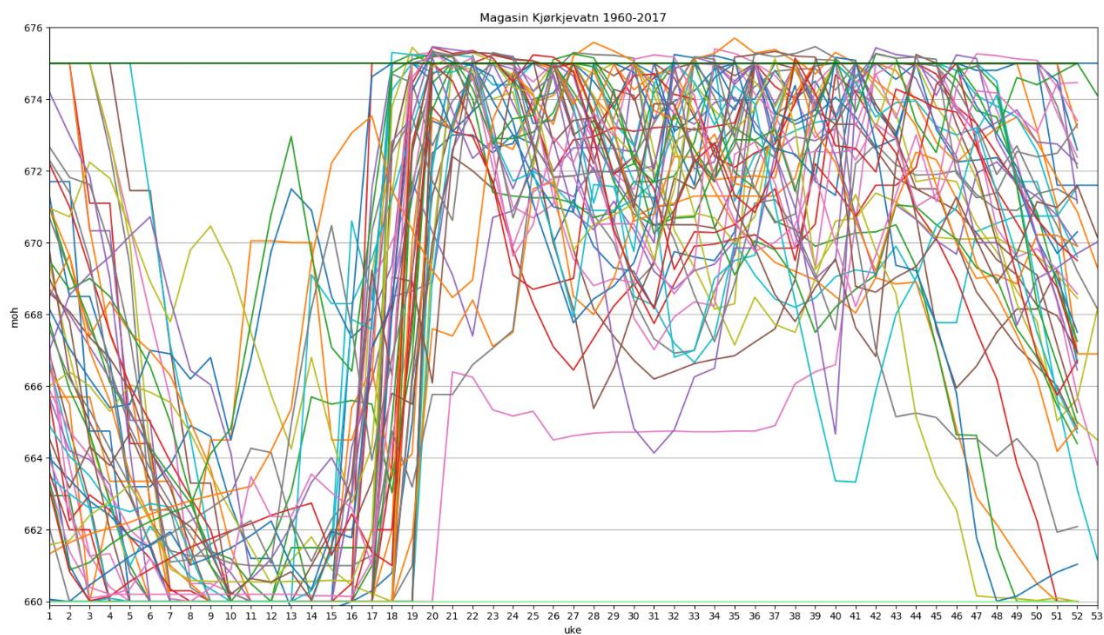
Vannstanden om sommeren og tidlig høst har i de fleste år variert mellom 670 og 675 moh., og vi ser at vannstanden endrer seg hyppig. Vannstanden kan stige med over en

meter per døgn i perioder med høyt tilsig. Den høyeste vannstanden ble registrert den 2. oktober i 2015 med 675,91 moh. Fram til 2005 ble vannstander avlest ukentlig og dokumentert i ukerapporter. Siden vannstanden i Kjørkjevattn endrer seg så hurtig, kan man ikke se bort ifra at vannstanden kan ha vært høyere før 2005 uten at dette har blitt dokumentert.

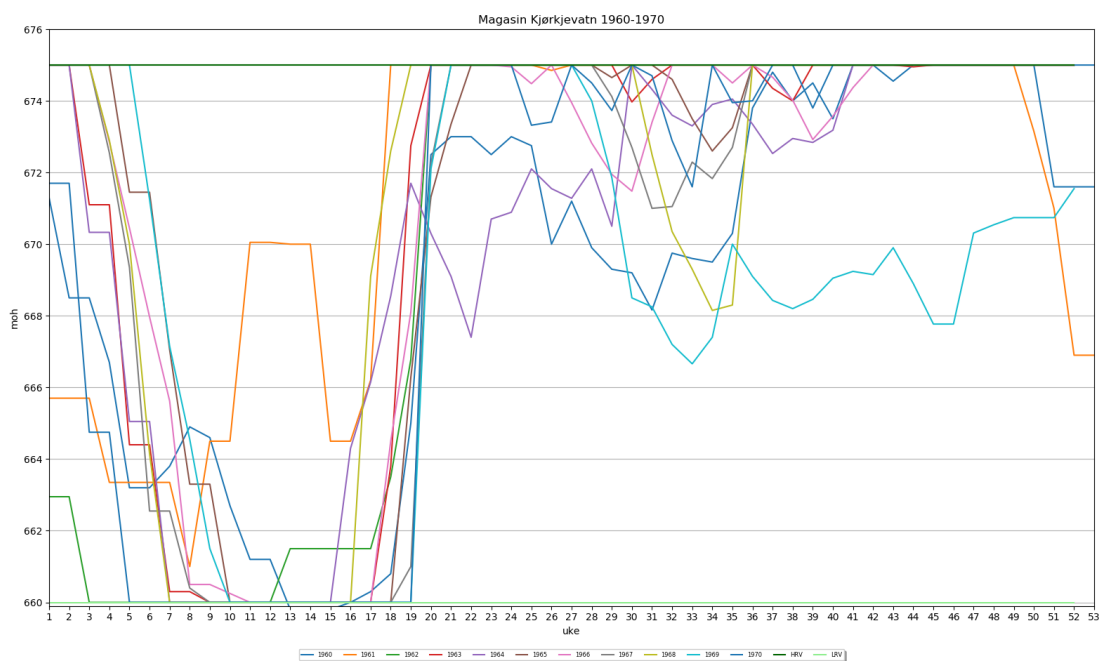
Siden Kjørkjevattn er det største magasinet oppstrøms Hølseter Kraftverk er det her man har reell mulighet til å ha noe flomdemping, noe som er viktig for å redusere vanntapet i Hanavatn og tapt produksjon i Hølseter og Vrenga kraftverk. I perioder med høyt tilsig er det viktig å ha mulighet til å tilpasse tappingen fra Kjørkjevattn for å kunne nytte det uregulerte tilsiget fra Hølseterbekken og Hanavatn til produksjon i Hølseter kraftverk. Dette krever at man manøvrerer slik at man skaffer demping i Kjørkjevattn i perioder når tilsiget er lavere, spesielt i forkant av høsten. Også her viser 10-års snitt-kurvene at man på 70-tallet i større grad senket vannstanden før høstflomperioden. I det følgende vises kurver over vannstanden i Kjørkjevattn.



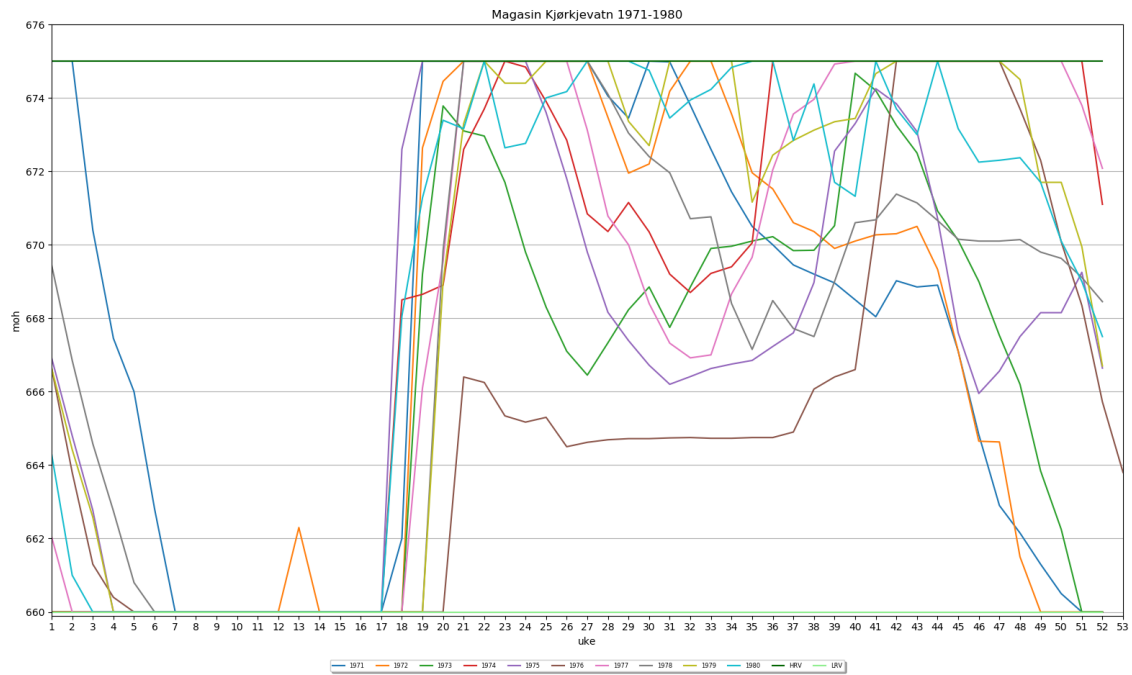
Figur 13. Vannstand i Kjørkjevattn i perioden 2008-2017 med timesoppløsning.



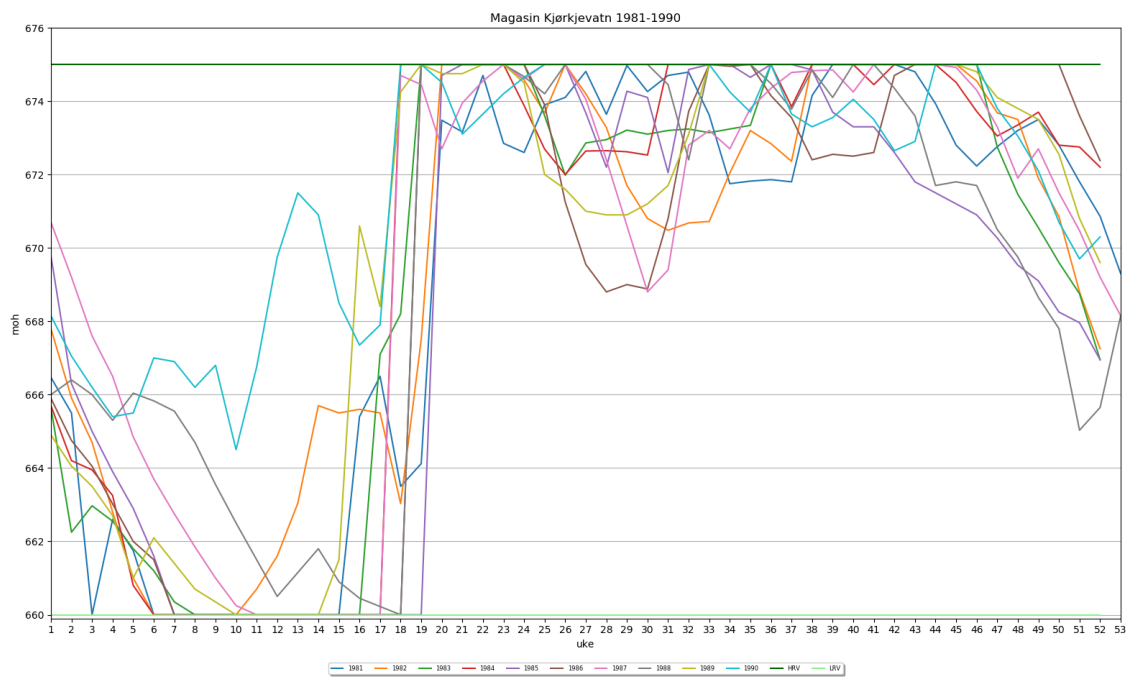
Figur 14. Kurveskare over magasin vannstander i Kjørkjevattn 1960 – 2017 viser variasjonsområdet gjennom hele konsesjonsperioden.



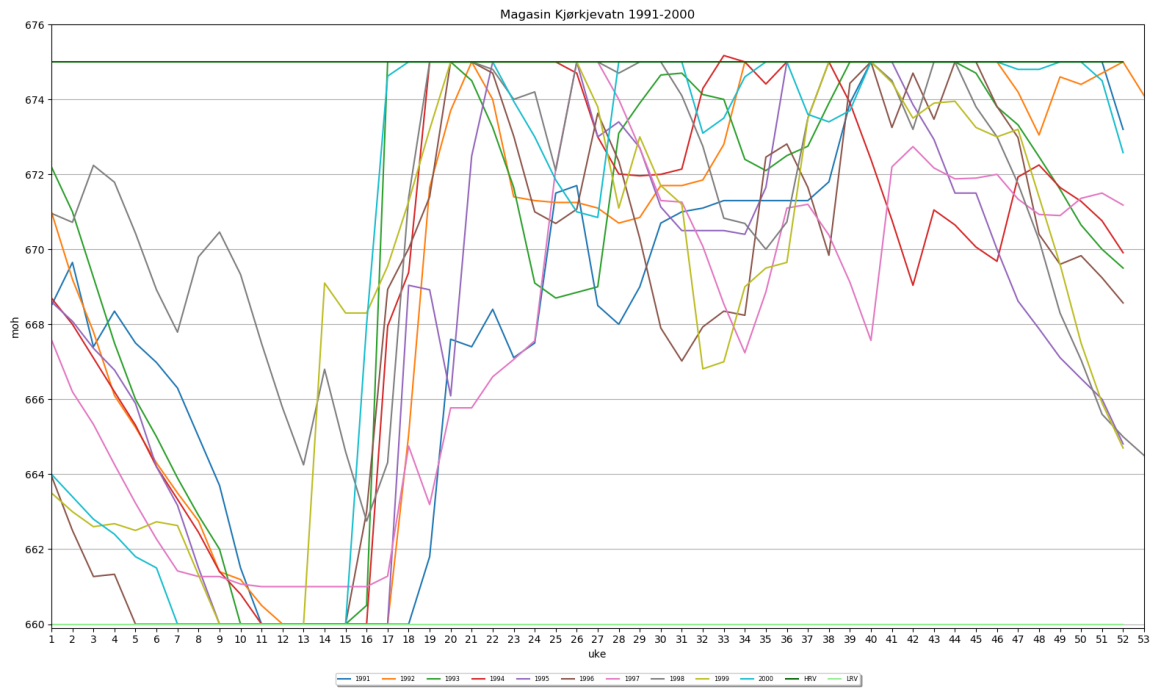
Figur 15. Kurveskare over magasin vannstander i Kjørkjevattn 1960 – 1970.



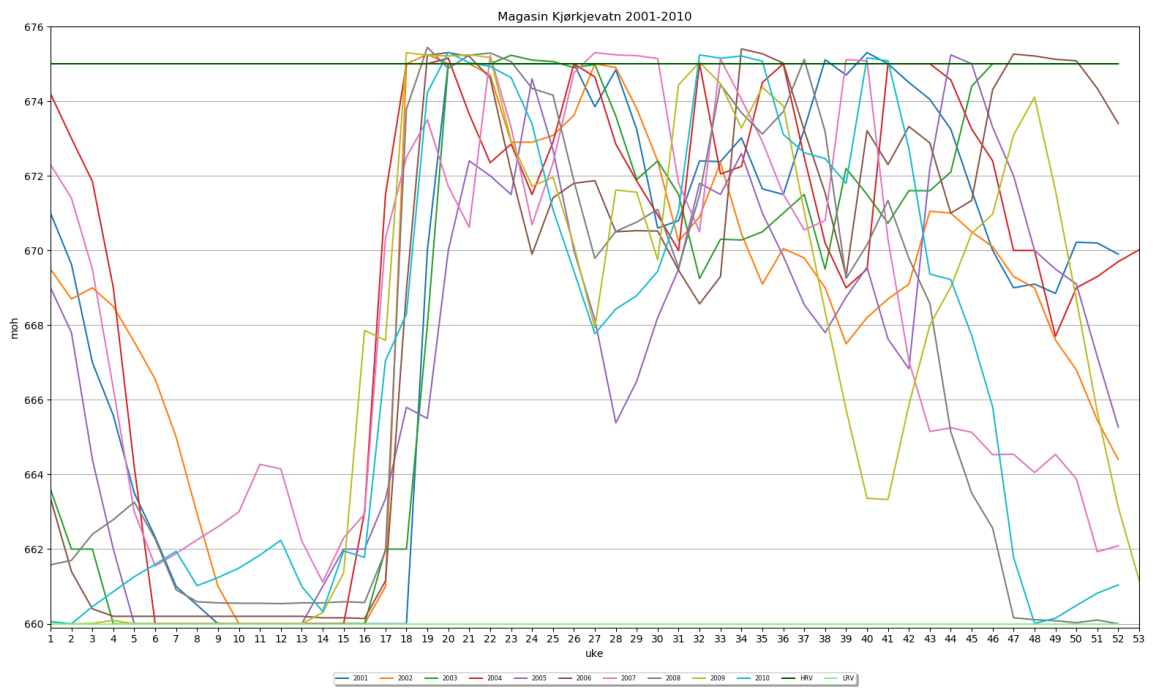
Figur 16. Kurveskare over magasin vannstander i Kjørkjevattn 1971 – 1980.



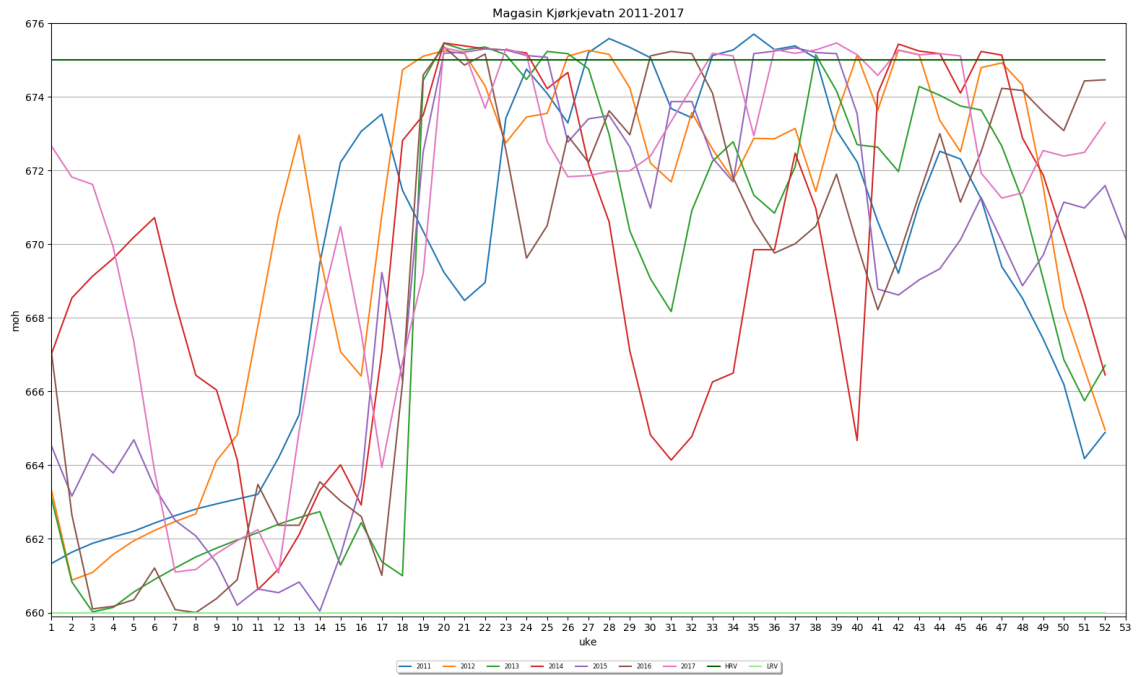
Figur 17. Kurveskare over magasin vannstander i Kjørkjevattn 1981 – 1990.



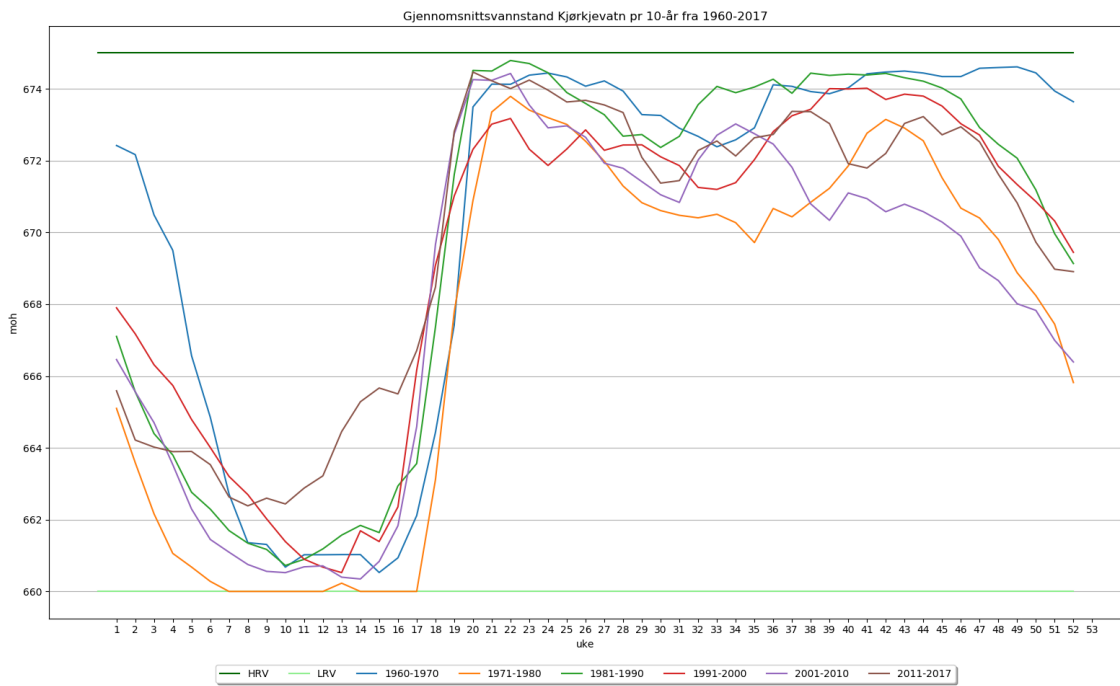
Figur 18. Kurveskare over magasinvannstander i Kjørkjevavn 1991 – 2000.



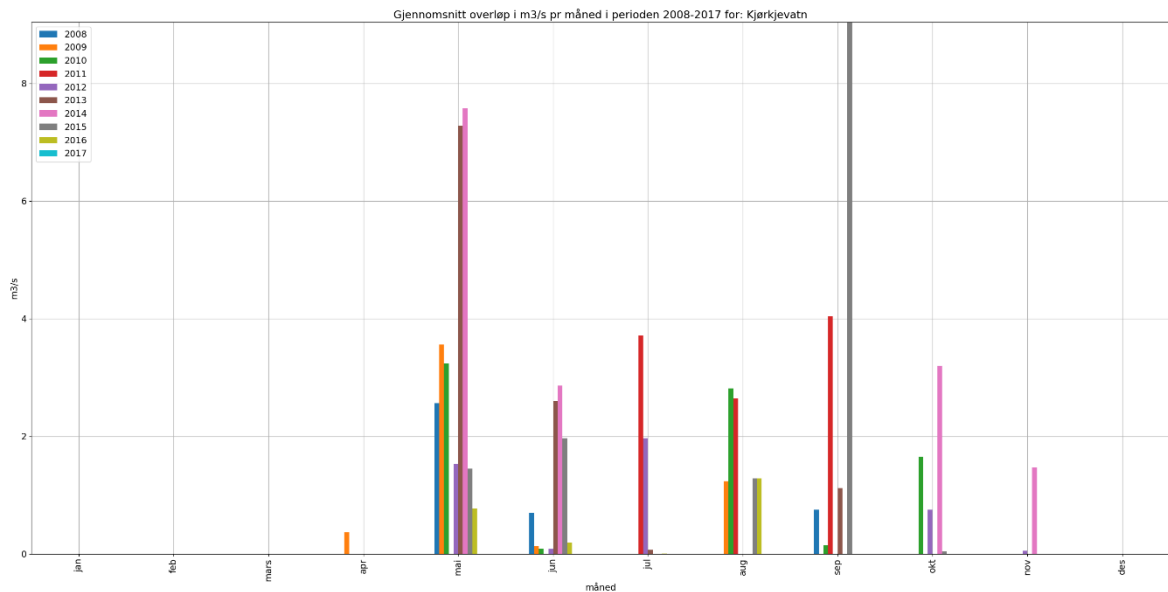
Figur 19. Kurveskare over magasinvannstander i Kjørkjevavn 2001 – 2010.



Figur 20. Kurveskare over magasin vannstander i Kjørkjevavn 2011 – 2017.



Figur 21. Gjennomsnittsverdi for vannstanden i Kjørkjevavn per 10-år fra 1960-2017.



Figur 22. Gjennomsnittlig overløp i m³/s per måned i perioden 2008-2017 for Kjørkjevavn.

Hanavatn

Hanavatn ligger nedstrøms Kjørkjevavn og er inntaksmagasinet til Hølseter Kraftverk. Hanavatn har HRV på 653,00 moh., reguleringshøyde på 9 meter og magasinkapasitet på 2,3 Mm³. Reglementet for reguleringen av Gjuva og overføringen til Vrengjafeltet omhandler ingen begrensninger utenom HRV og LRV for Hanavatn. Overløp i Hanavatn renner ned i elva Gjuva og videre ned til Numedalslågen og er således tapt vann i både Hølseter og Vrenga Kraftverk.

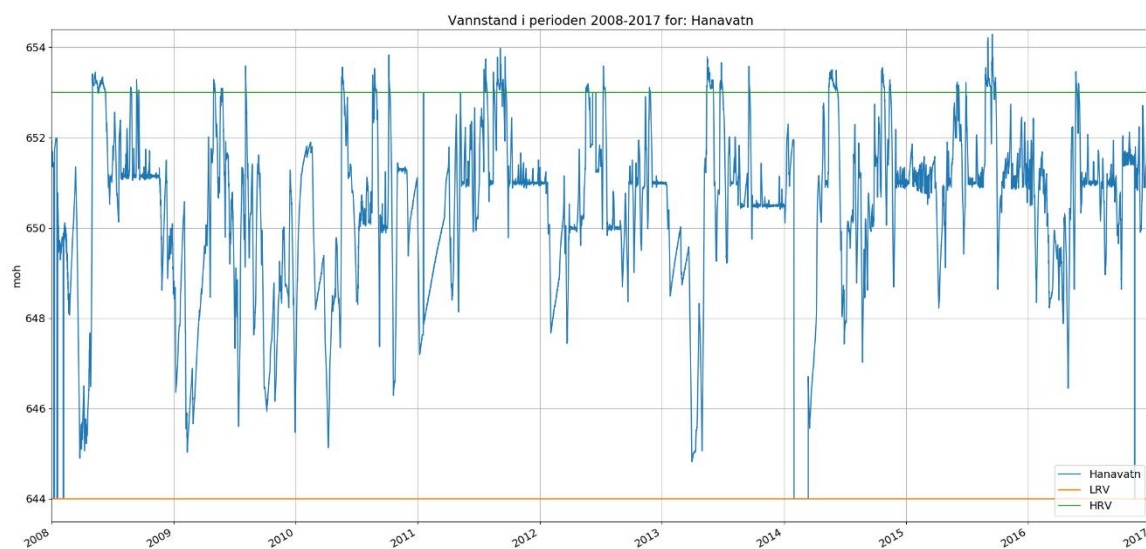
Sammenlignet med de andre magasinene i reguleringen har lokalfeltet til Hanavatn relativt lavt midlere årsavløp, men sum midlere årsavløp oppstrøms Hanavatn inkludert den uregulerte Hølseterbekken er på over 81 Mm³. Den totale reguleringsgraden til Hanavatn er kun 4 %. Det betyr at det er stor vanngjennomstrømning i Hanavatn og mye produksjon i Hølseter kraftverk.

Manøvreringen av Hanavatn må ses i sammenheng med de andre magasinene og krever nitidig oppfølging på grunn av at nedbør og tilsig har så stor påvirkning på kort sikt i store deler av året. Ønsket om høyest mulig fallhøyde til Hølseter Kraftverk må balanseres med behovet for flomdemping. Hølseter kraftverk har maks driftsvassføring på 3,8 m³/s, mens midlere årstilsig tilsvarer 2,6 m³/s. Tilsiget har store variasjoner som vist i avsnittet om Tilsig, og overføringen fra Gjuva og Bjørvasselva via Hølseter Kraftverk kan anses som en flaskehals i totalsystemet. Det er derfor viktig å manøvrere – og produsere - slik at man får brukt mest mulig av vannet til kraftproduksjon i både Hølseter Kraftverk og Vrenga Kraftverk.

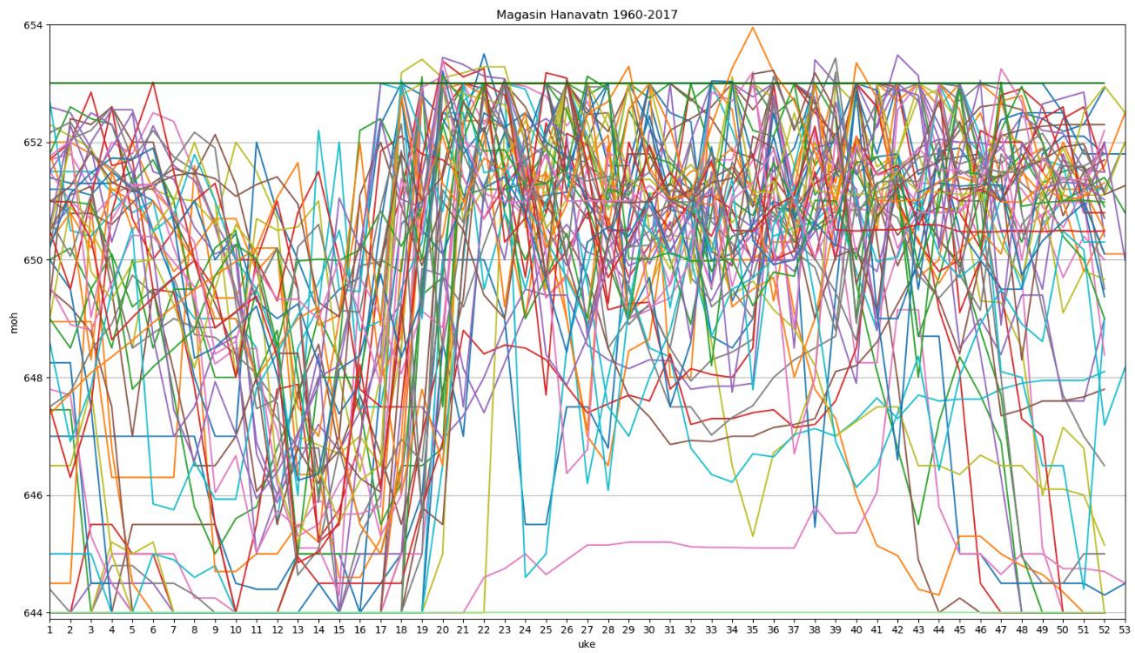
Hanavatn senkes ned mot LRV før vårfloppen og fylles raskt i snøsmelteperioden. Hanavatn fylles også i løpet av mai måned. De første 20 årene (fram til 1980) var vannstanden om sommeren og høsten tidvis helt ned mot 646 moh., men etter at Hølseter Kraftverk ble idriftssatt i 1980 har vannstanden stort sett ligget i området 649 m.h.o. - 653

moh.. Mye av årsaken til forholdsvis stor variasjon i vannstanden er som nevnt over at man må tilpasse produksjon og vannstand til forventet nedbør og tilsig. Overløp forekommer tilnærmet årlig, og har forekommet både om våren, sommeren og høsten. Høyeste registrerte vannstand var om ettermiddagen den 15. september i 2015 med 654,29 moh.. fram til 2005 ble vannstanden avlest og dokumentert ukentlig. Fra 2005 er det timesmåling på vannstanden i Hanavatn.

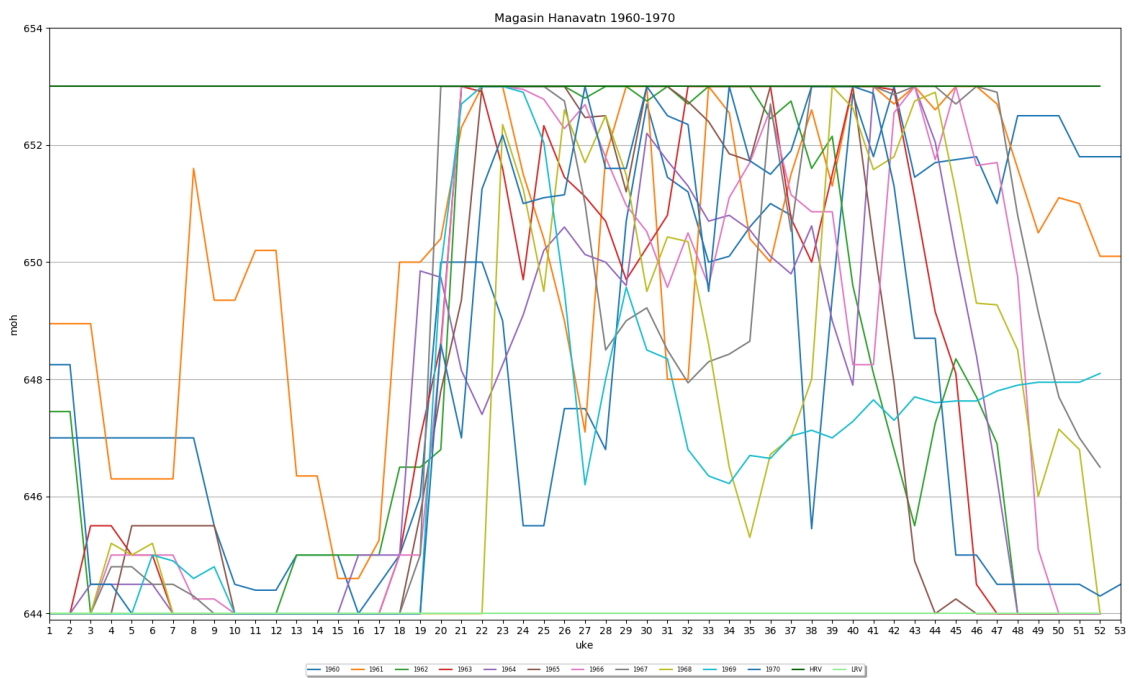
I det følgende vises kurver over vannstanden i Hanavatn.



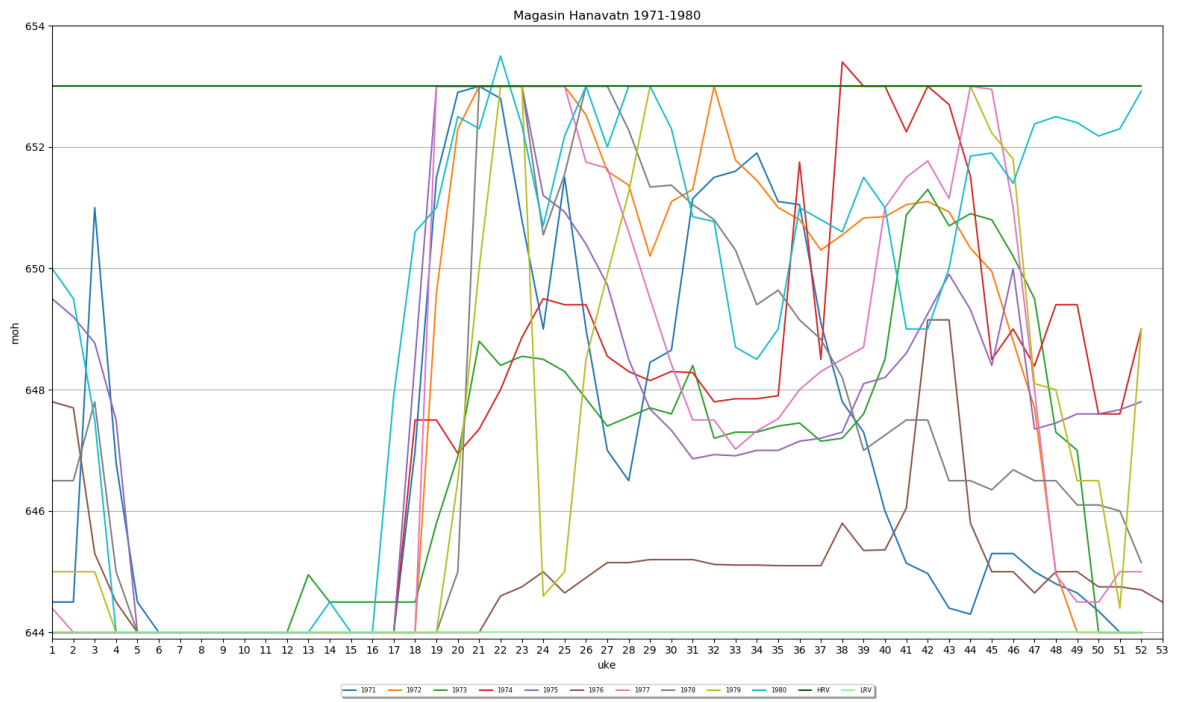
Figur 23. Vannstand i Hanavatn i perioden 2008-2017 med timesoppløsning.



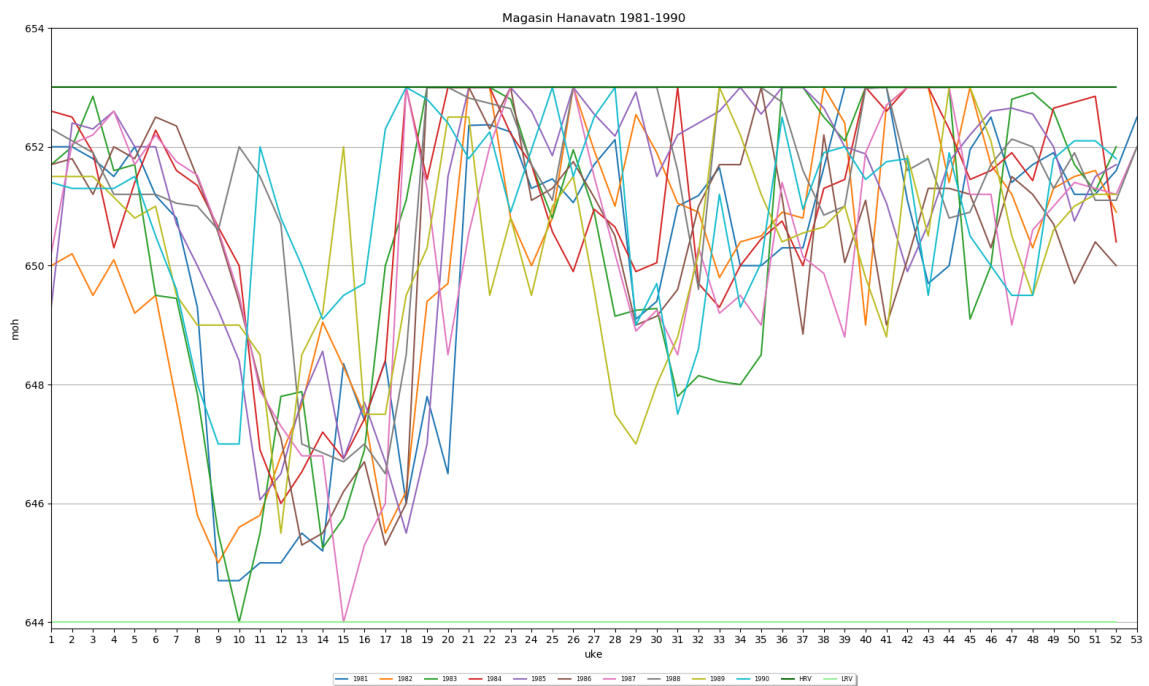
Figur 24. Kurveskare over magasin vannstander i Hanavatn 1960 – 2017 viser variasjonsområdet gjennom hele konsesjonsperioden.



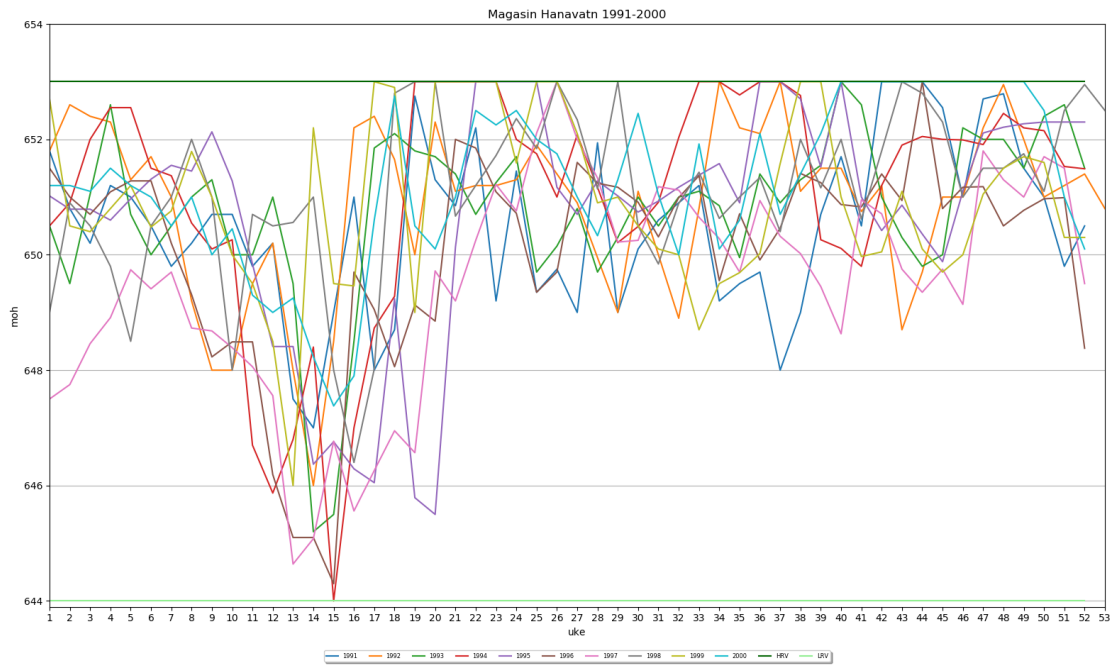
Figur 25. Kurveskare over magasin vannstander i Hanavatn 1960 – 1970.



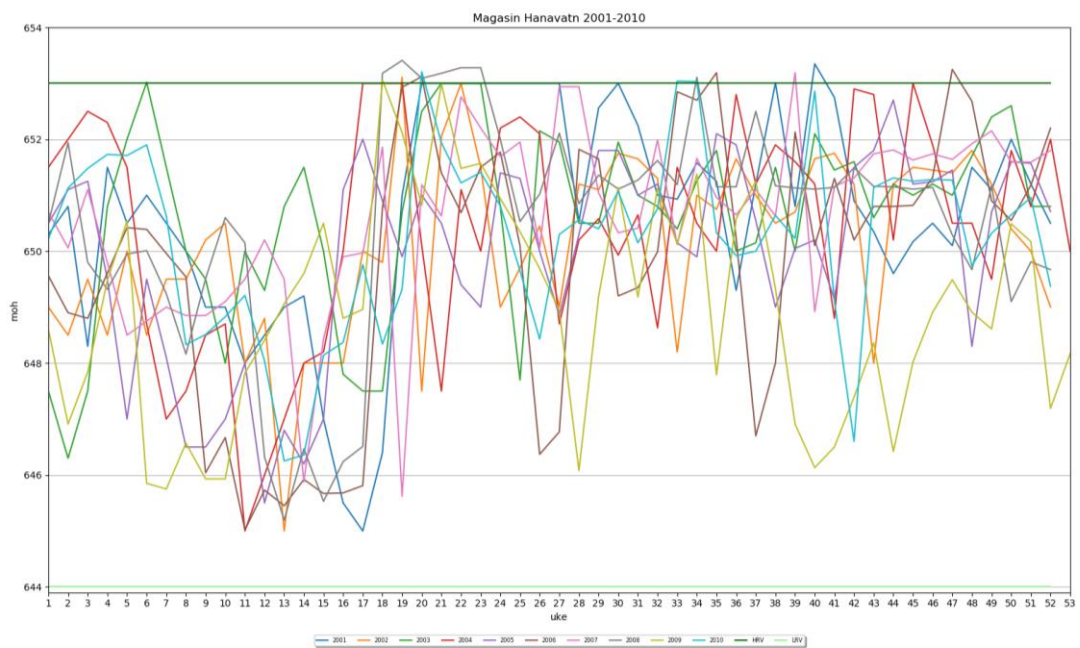
Figur 26. Kurveskare over magasin vannstander i Hanavatn 1971 – 1980.



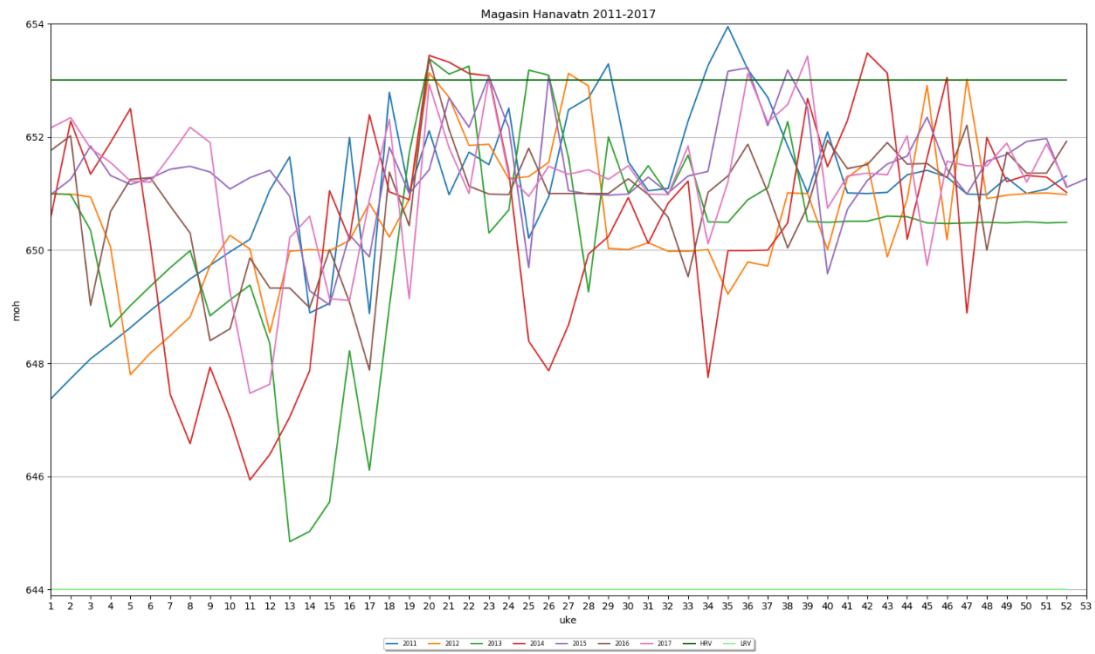
Figur 27. Kurveskare over magasin vannstander i Hanavatn 1981 – 1990.



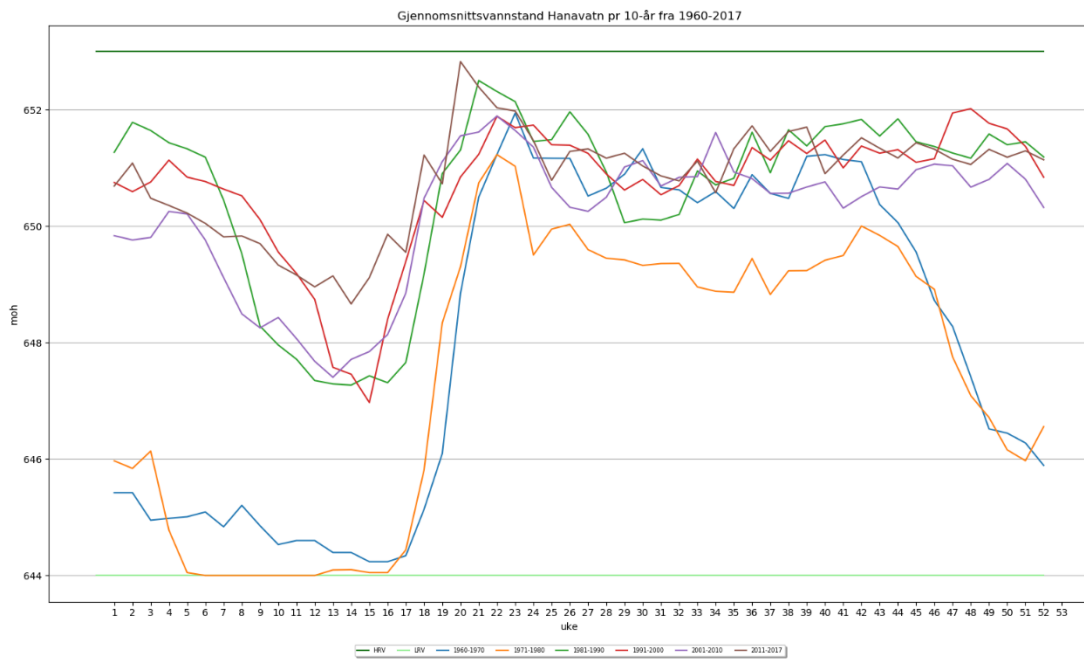
Figur 28. Kurveskare over magasin vannstander i Hanavatn 1991 – 2000.



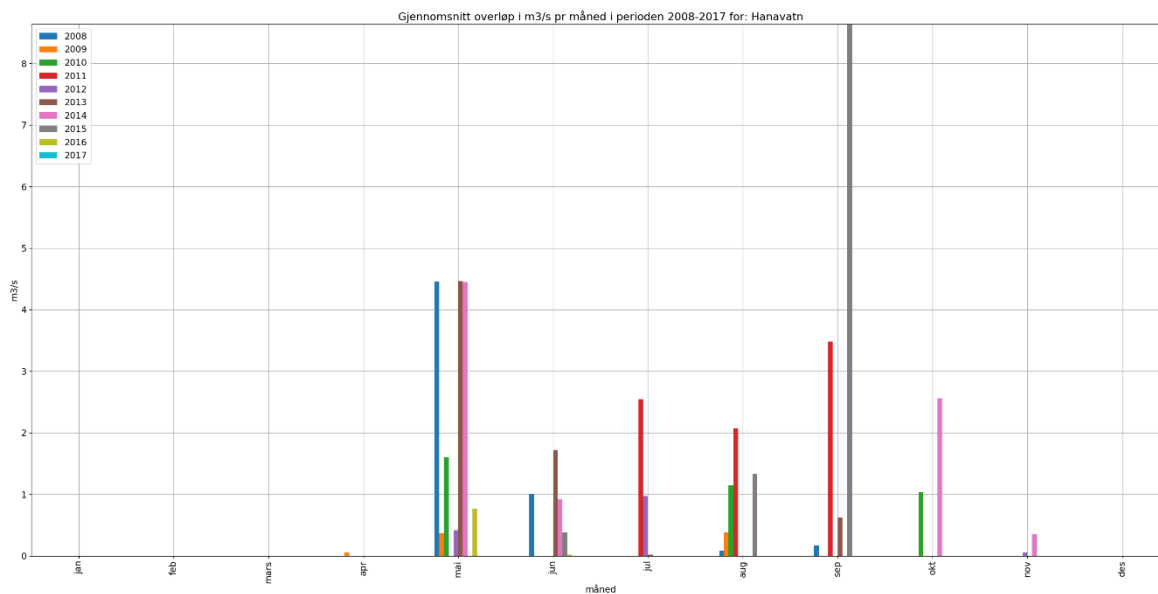
Figur 29. Kurveskare over magasin vannstander i Hanavatn 2001 – 2010.



Figur 30. Kurveskare over magasin vannstander i Hanavatn 2011 – 2017.



Figur 31. Gjennomsnittsverdi for vannstanden i Hanavatn per 10-år fra 1960-2017.



Figur 32. Gjennomsnittlig overløp i m³/s per måned i perioden 2008-2017 for Hanavatn. Merk at overløp i Hanavatn gir produksjonstap i både Hølseter og Vrenga Kraftverk.

Hølseterbekken

Hølseterbekken er et bekkeinntak i rett oppstrøms Hølseter kraftverk som fører vann fra Bjørvasselva og inn i driftstunnelen mellom Hanavatn og Hølseter Kraftverk. Når kraftverket ikke produserer overføres vannet til Hanavatn.

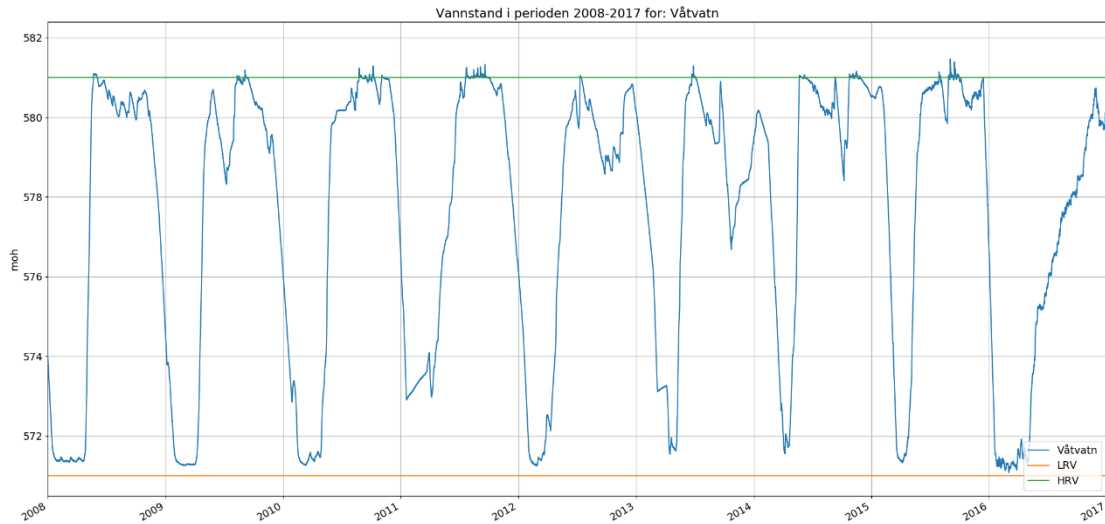
Nedslagsfeltet til bekkeinntaket er ca 18% av totalt nedslagsfelt til Vrenga og Hølseter kraftverk og tilsvarer et midlere årsavløp på vel 23 Mm³. I flomperioder er det ofte overløp her. Overløpet går videre i elva Gjuva og videre ned til Numedalslågen. Det er per i dag ingen automatisk måling av vannstand, vannføring eller overløp ved dette bekkeinntaket.

Våtvatn

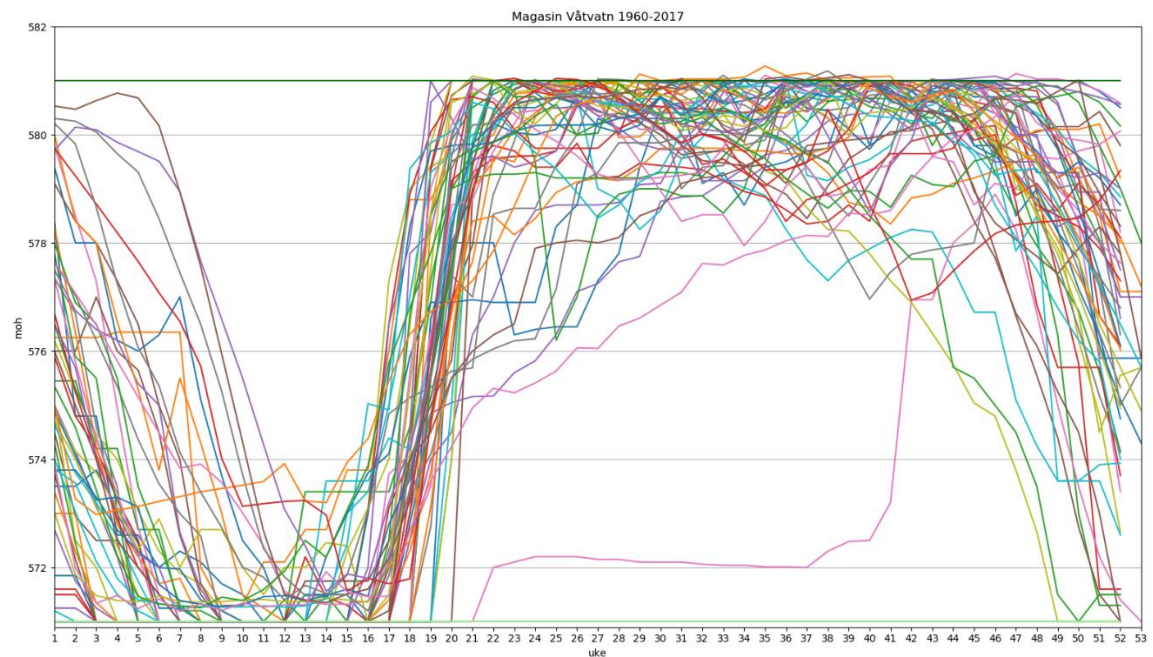
Våtvatn har HRV på 581,00 moh., reguleringshøyde på 10 meter og magasinivolum på 5,25 Mm³. Reglementet for Våtvatn omhandler ingen begrensninger i bruk av magasinet utenom HRV og LRV. Overløp følger naturlig elveleie ned Høymyrselva og videre ned til Numedalslågen og er tapt vann i Vrenga Kraftverk. Overføring til Hoppestadvatn skjer ved å tappe gjennom tunnelen som går under Mjåvatn over til Hoppestadvatn.

Våtvatn tappes ned i løpet av vinteren og holdes nede fram til vårsmeltingen. Våtvatn har relativt lite nedslagsfelt i forhold til magasin størrelsen og fylles litt seinere enn de andre magasinene i reguleringen, og kan dermed benyttes til å ta imot vann fra Sandvatn og Mjåvatn når det er press i Hoppestadvatn. Likevel er årlig middeltilsig stort nok til å fylle magasinet nesten to ganger (reguleringsgrad på 52%). Ved å ha demping i Våtvatn, spesielt om sommeren og høsten, har man mulighet til å holde igjen vann og dermed lette presset på de andre magasinene i perioder med mye nedbør. Maksimal registrert

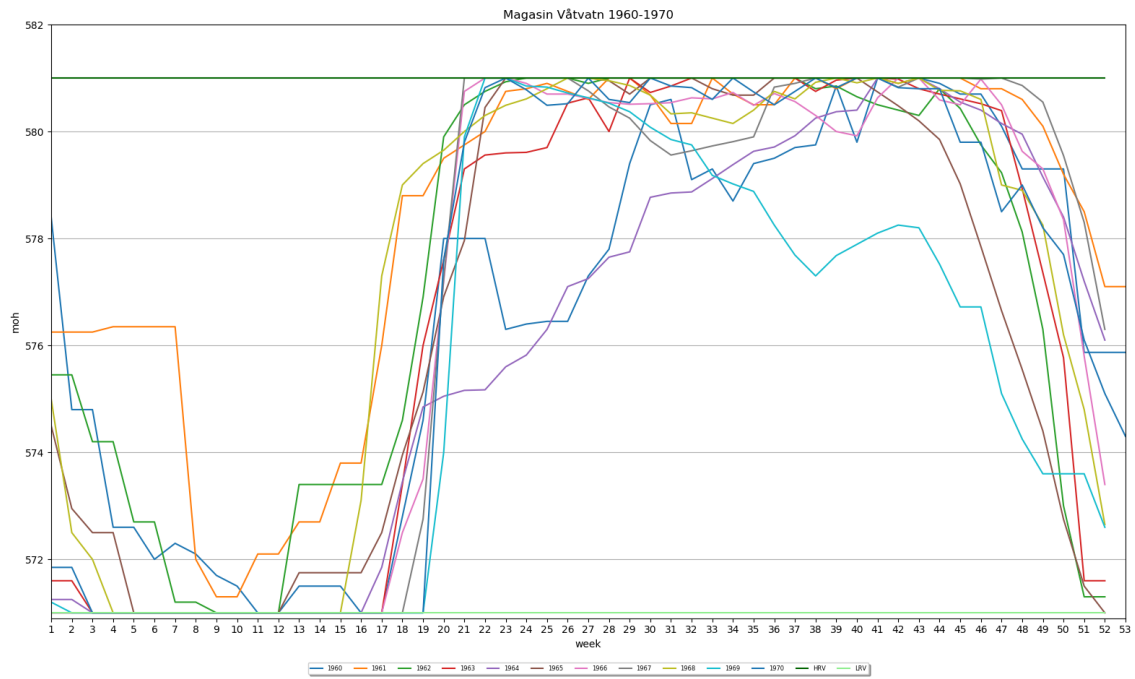
vannstand i Våtvatn er 581,47 moh., registrert den 3. september i 2015. Fram til 2005 ble vannstanden avlest og dokumentert ukentlig. Fra 2005 er det timesmåling på vannstanden i Våtvatn. I det følgende vises kurver over vannstanden i Våtvatn.



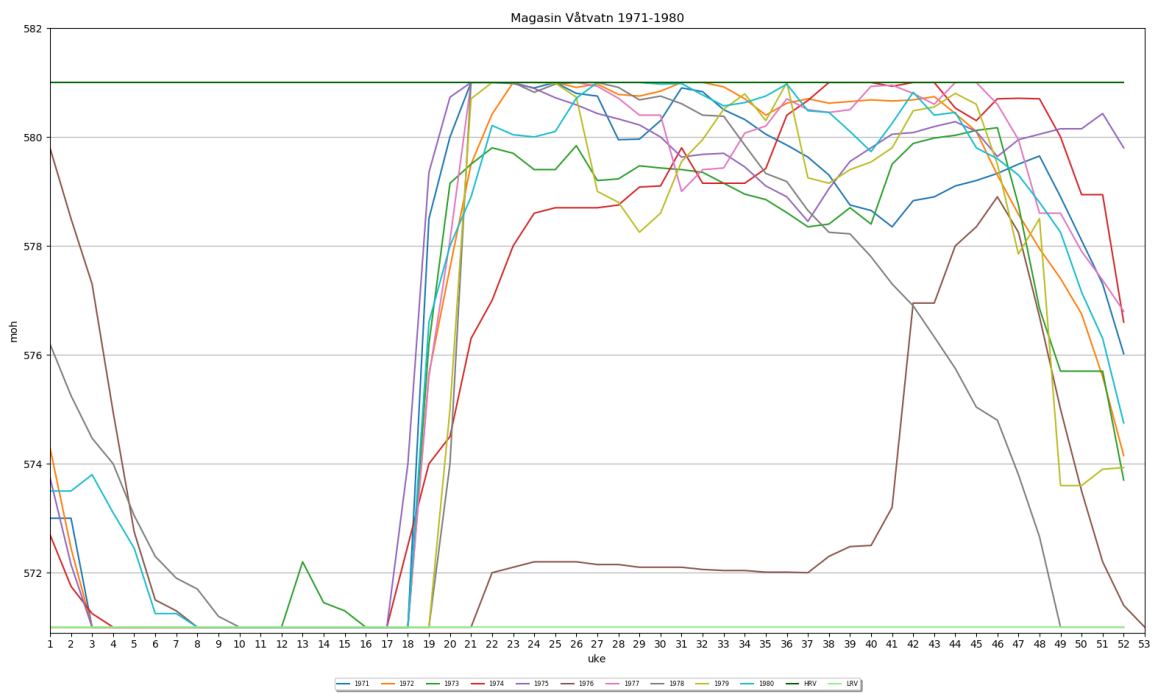
Figur 33. Vannstand Våtvatn i perioden 2008-2017 med timesoppløsning.



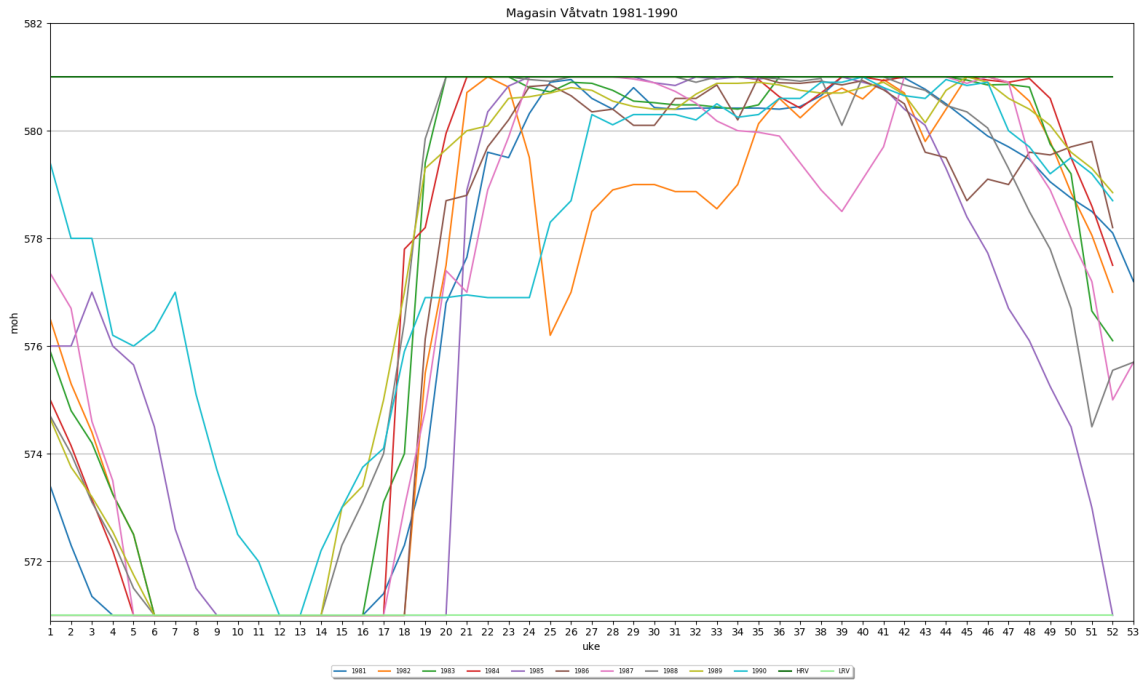
Figur 34. Kurveskare over magasin vannstander i Våtvatn 1960 – 2017 viser variasjonsområdet gjennom hele konsesjonsperioden.



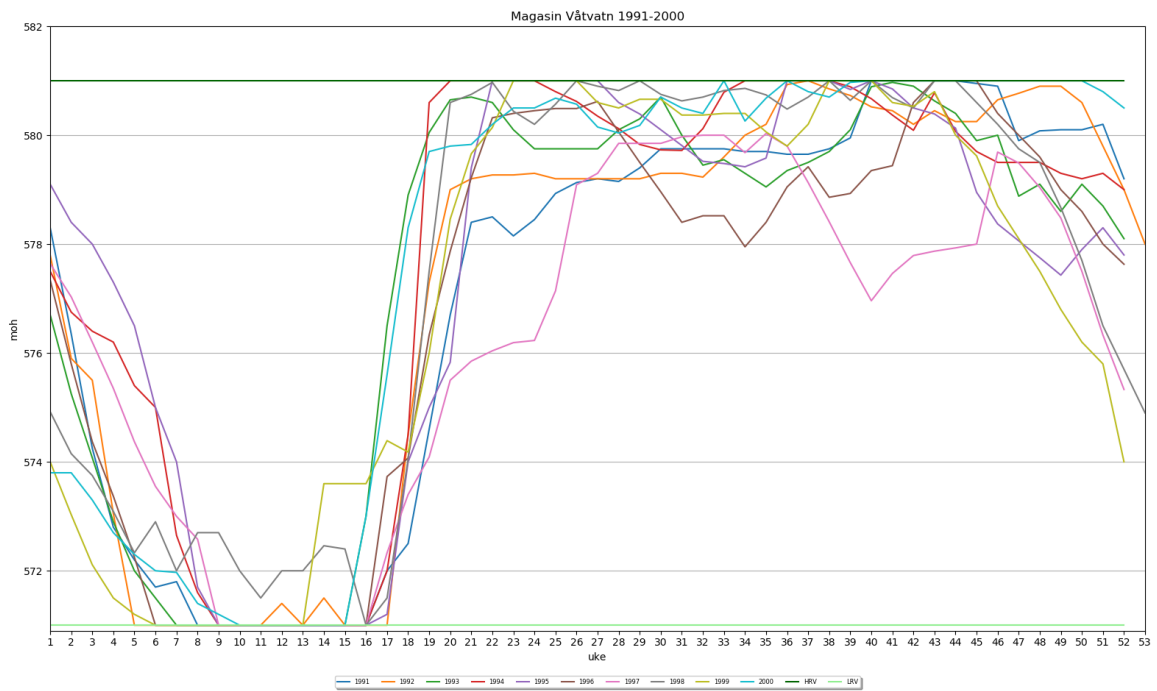
Figur 35. Kurveskare over magasin vannstander i Våtvatn 1960 – 1970.



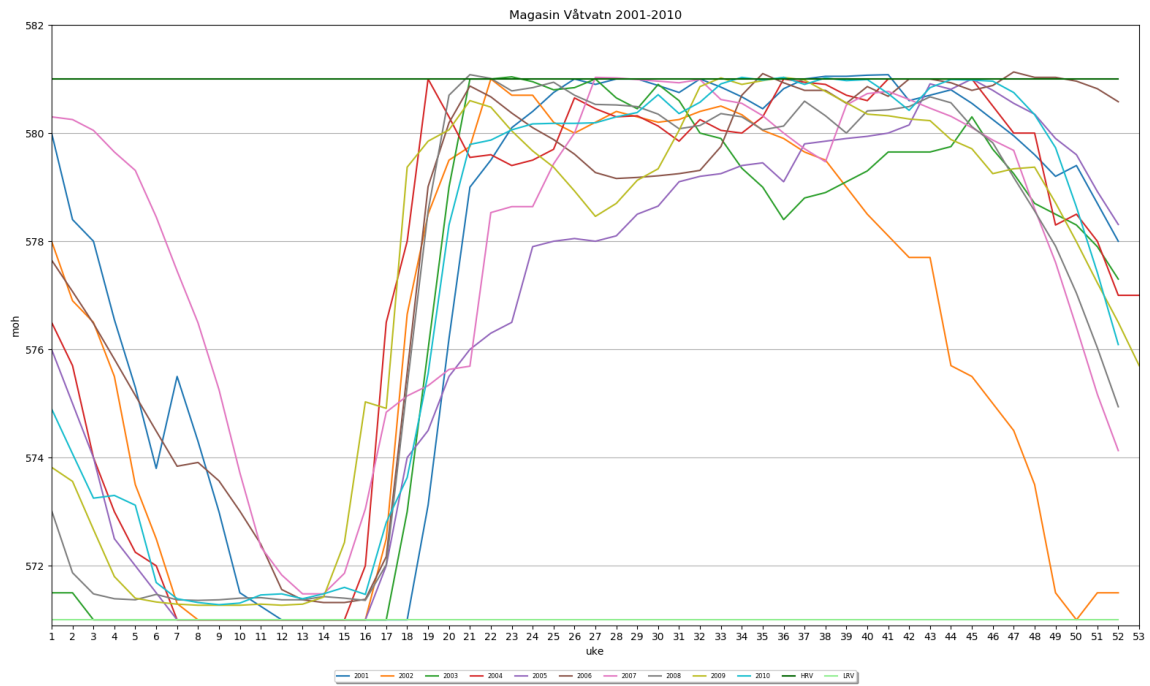
Figur 36. Kurveskare over magasin vannstander i Våtvatn 1971 – 1980.



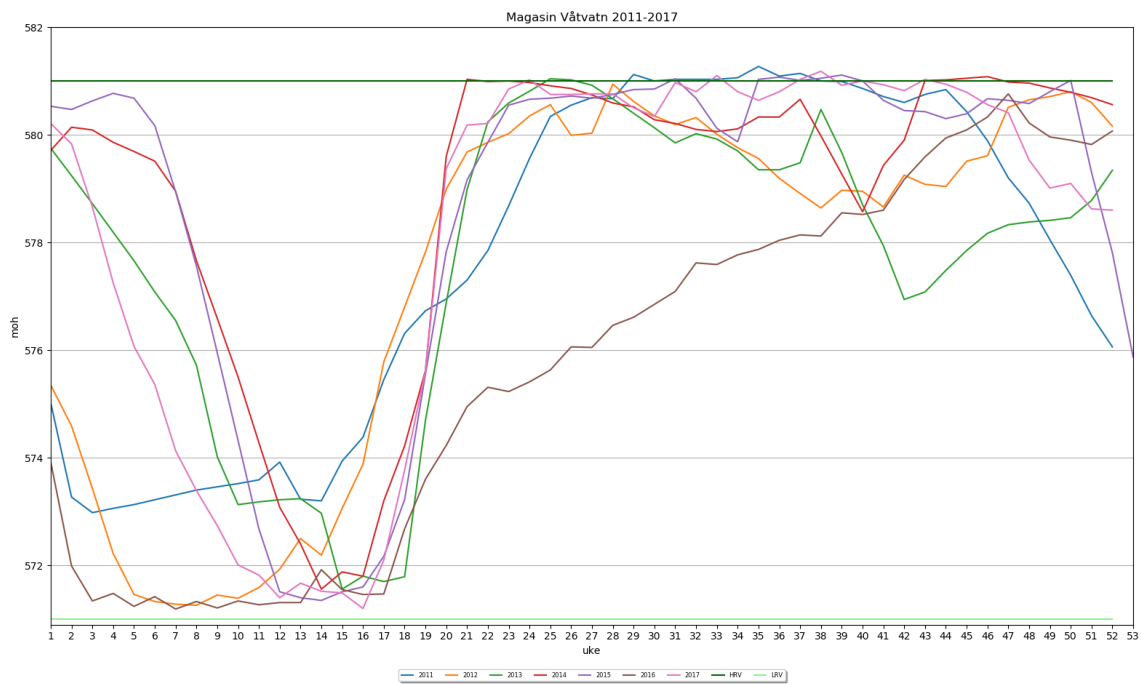
Figur 37. Kurveskare over magasin vannstander i Våtvatn 1981 – 1990.



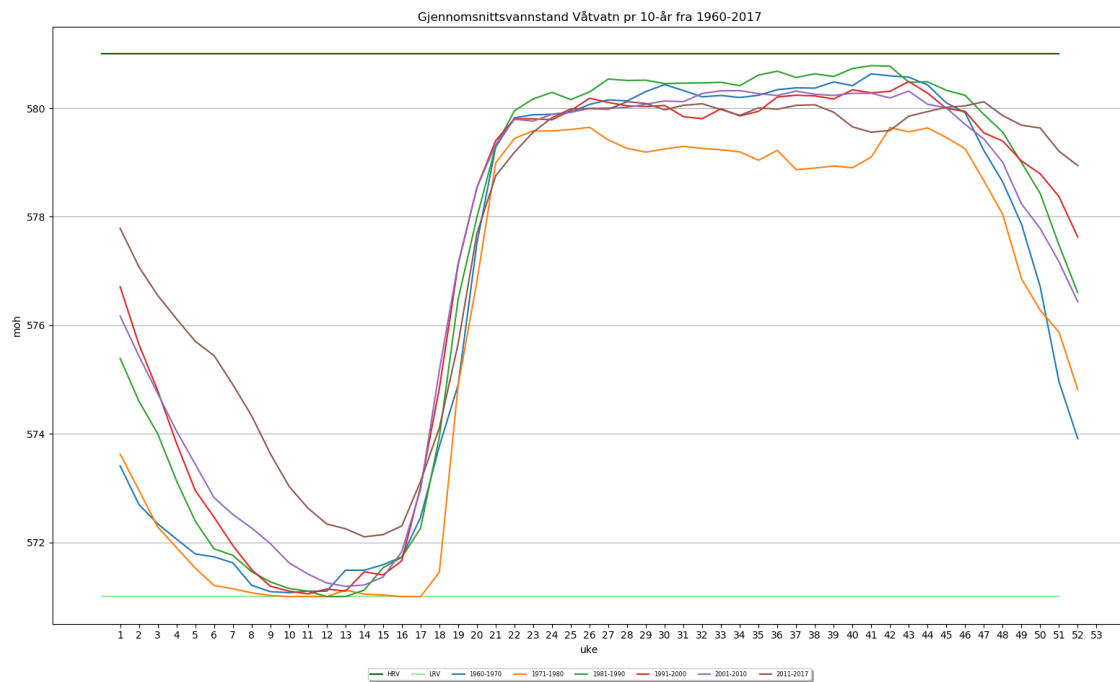
Figur 38. Kurveskare over magasin vannstander i Våtvatn 1991 – 2000.



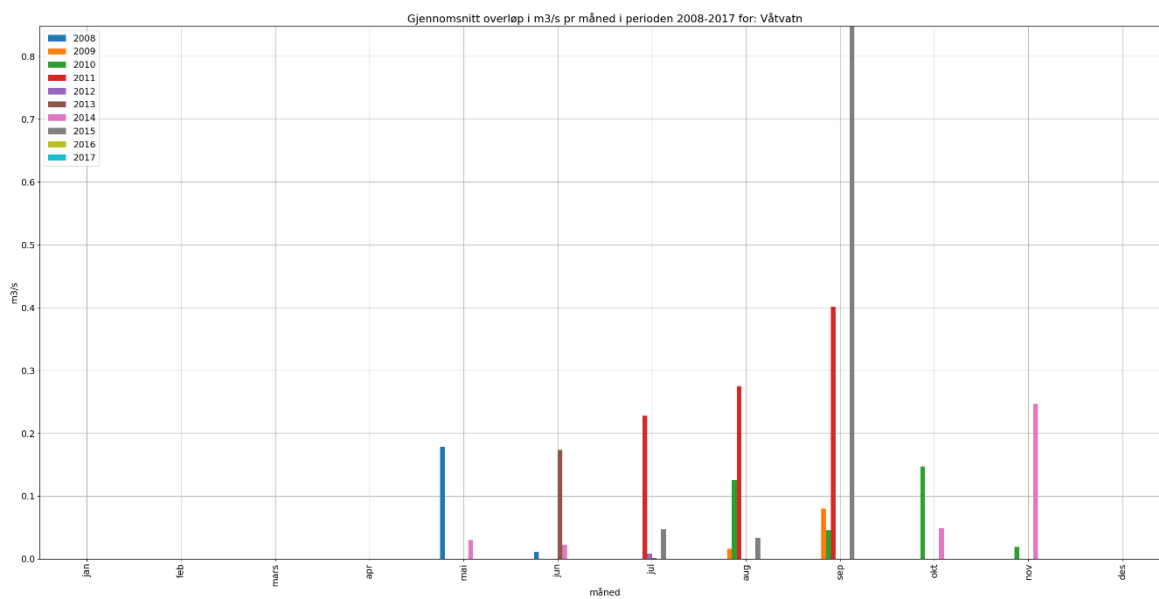
Figur 39. Kurveskare over magasinvannstander i Våtvatn 2001 – 2010.



Figur 40. Kurveskare over magasinvannstander i Våtvatn 2011 – 2017.



Figur 41. Gjennomsnittsverdi for vannstanden i Våtvatn per 10-år fra 1960-2017.



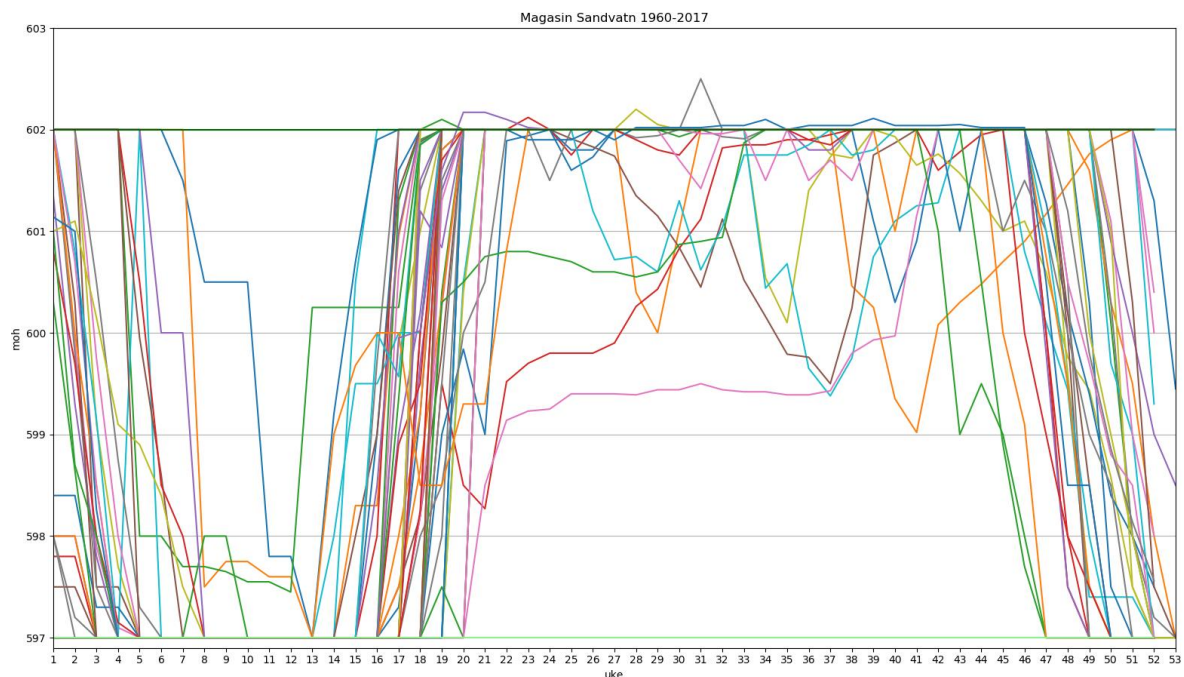
Figur 42. Gjennomsnittlig overløp i m³/s per måned i perioden 2008-2017 for Våtvatn. Merk at overløp i Våtvatn er tapt vann i Vrenga Kraftverk.

Sandvatn

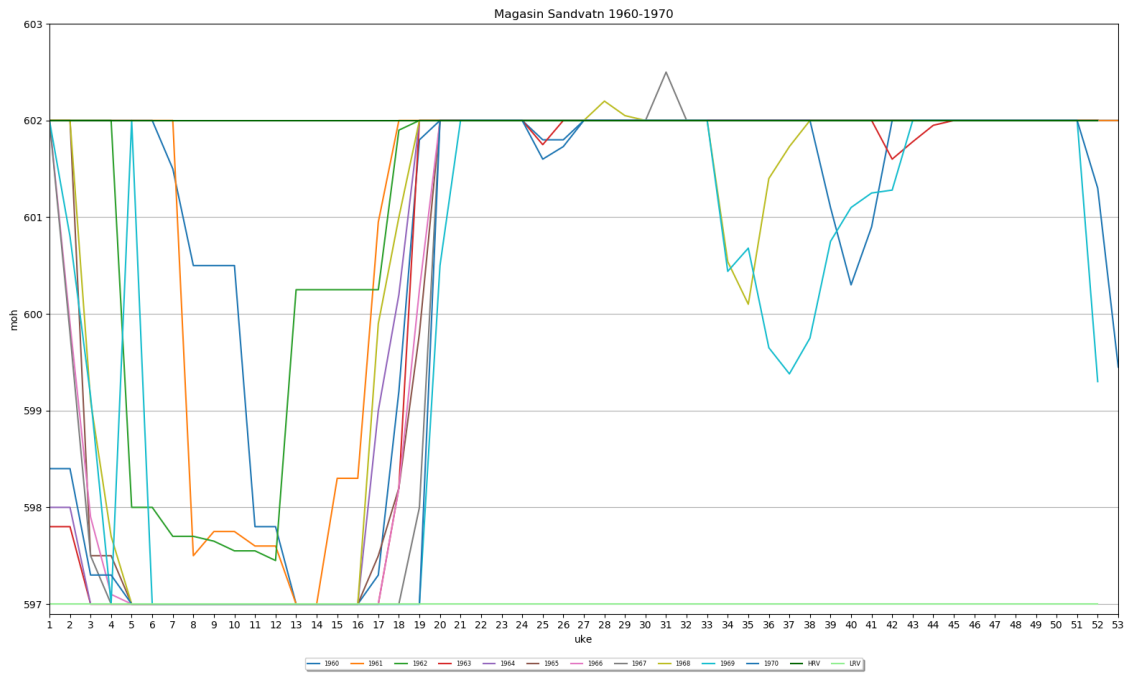
Sandvatn har HRV på 602,00 moh., reguleringshøyde på 5 meter og magasinivolum på 2,1 Mm³. Reglementet for Sandvatn omhandler ingen begrensninger i bruk av magasinet utenom HRV og LRV. Overløp og tapping gjennom luka følger samme elveleie ned til Mjåvatn.

Sandvatn tappes ned om høsten. Luka står åpen om vinteren slik at lokaltilsiget tappes ut og magasinet holdes nede fram til snøsmelting. Luka stenges i løpet av april. Sandvatn har reguleringsgrad på 16%, dvs at midlere årsavløp til Sandvatn fyller magasinet mer enn 6 ganger, og Sandvatn fylles vanligvis i løpet av noen få uker om våren. Overløpet renner ned til Mjåvatn og i vårflommen er det vanlig å fordele flomvannet på Hoppestadvatn og Våtvatn. De siste 25 årene har Sandvatn blitt holdt full om sommeren, mens på 70- og 80-tallet viser historikken at Sandvatn ble senket i sommerukene og i forkant av høsttilsiget for å ha plass til noe av tilsiget som var i vente.

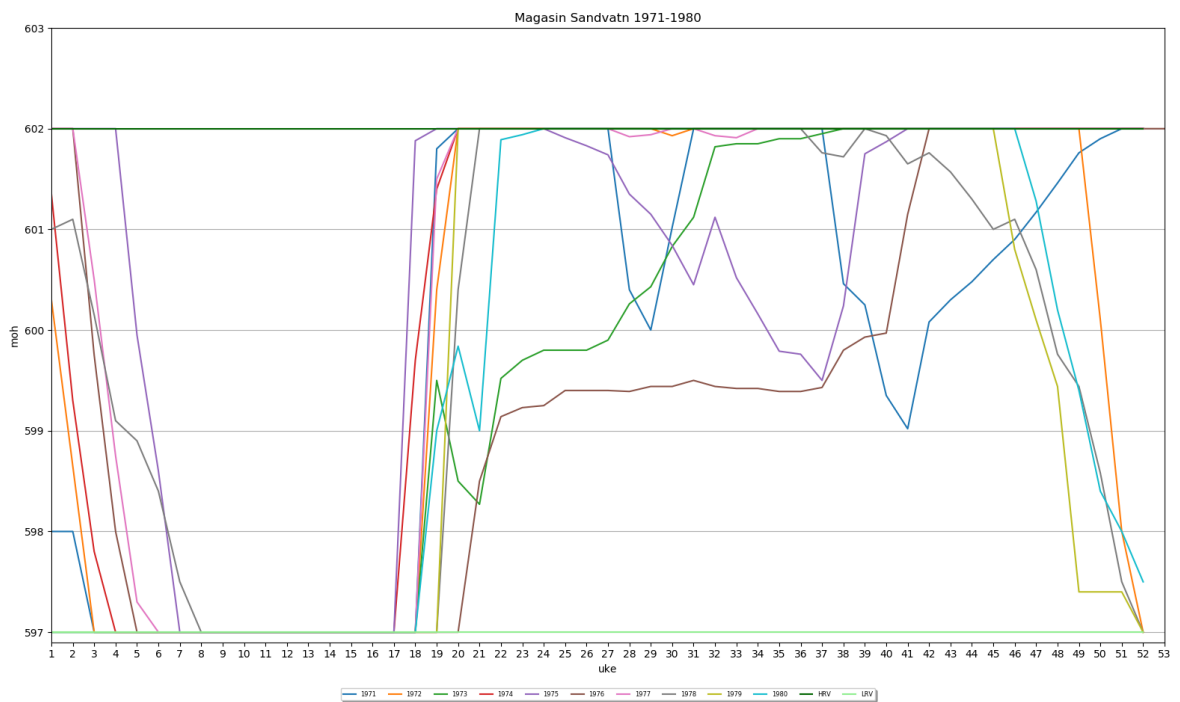
I det følgende vises kurver over vannstanden i Sandvatn.



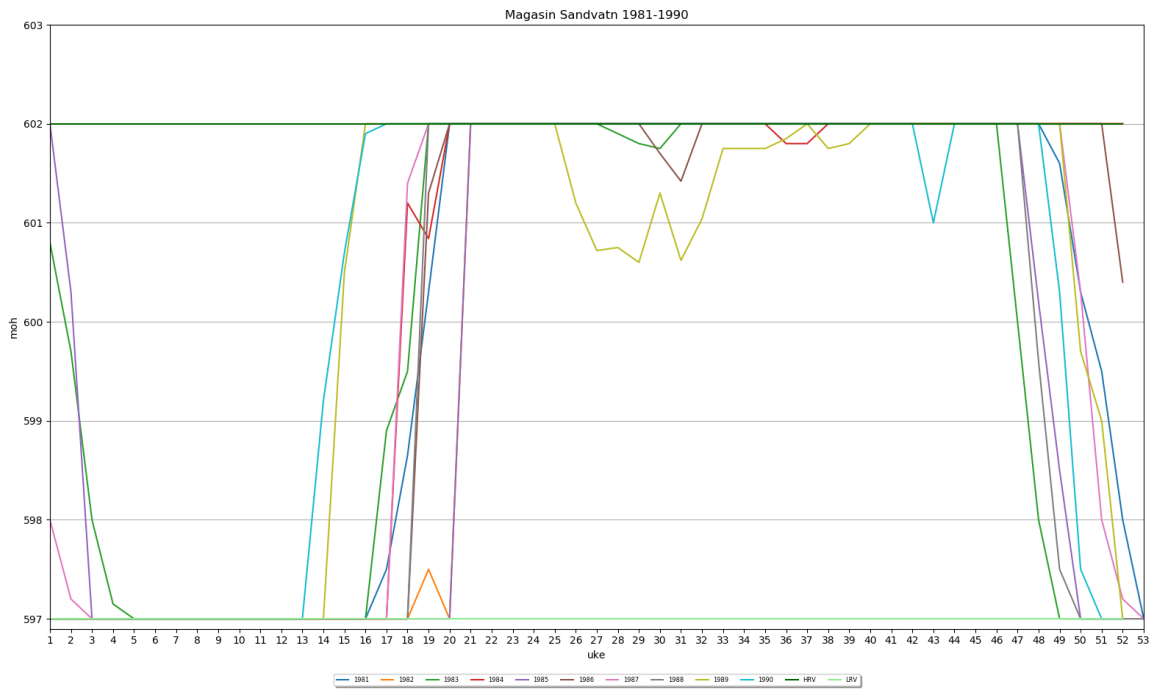
Figur 43. Kurveskare over magasin vannstander i Sandvatn 1960 – 2017 viser variasjonsområdet gjennom hele konsesjonsperioden.



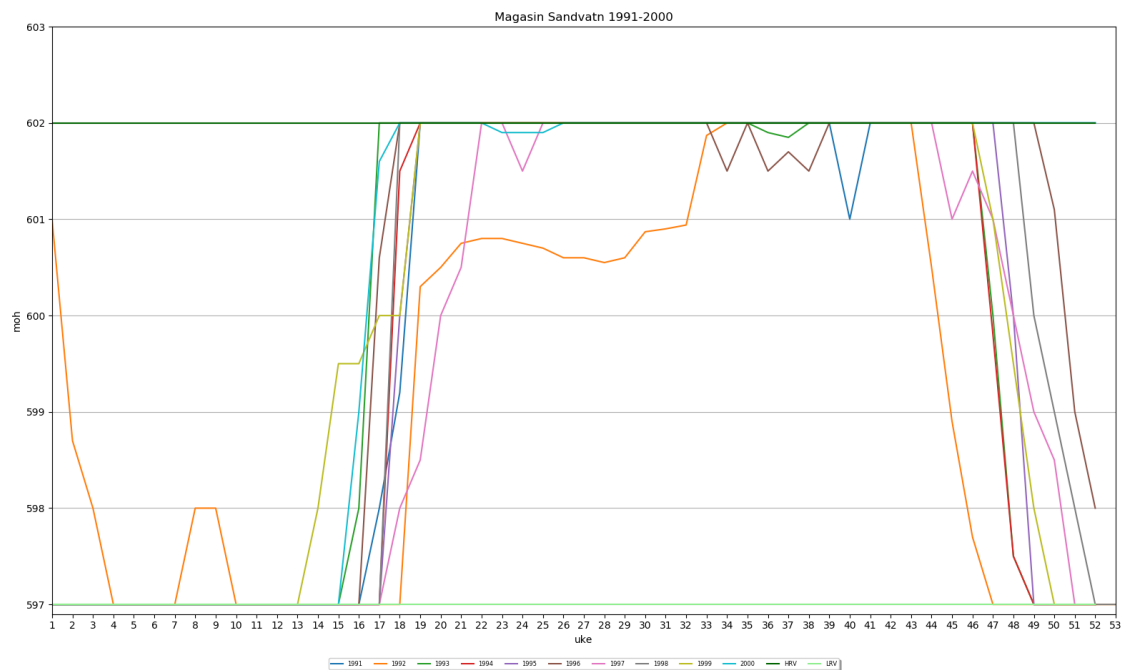
Figur 44. Kurveskare over magasin vannstander i Sandvatn 1960 – 1970.



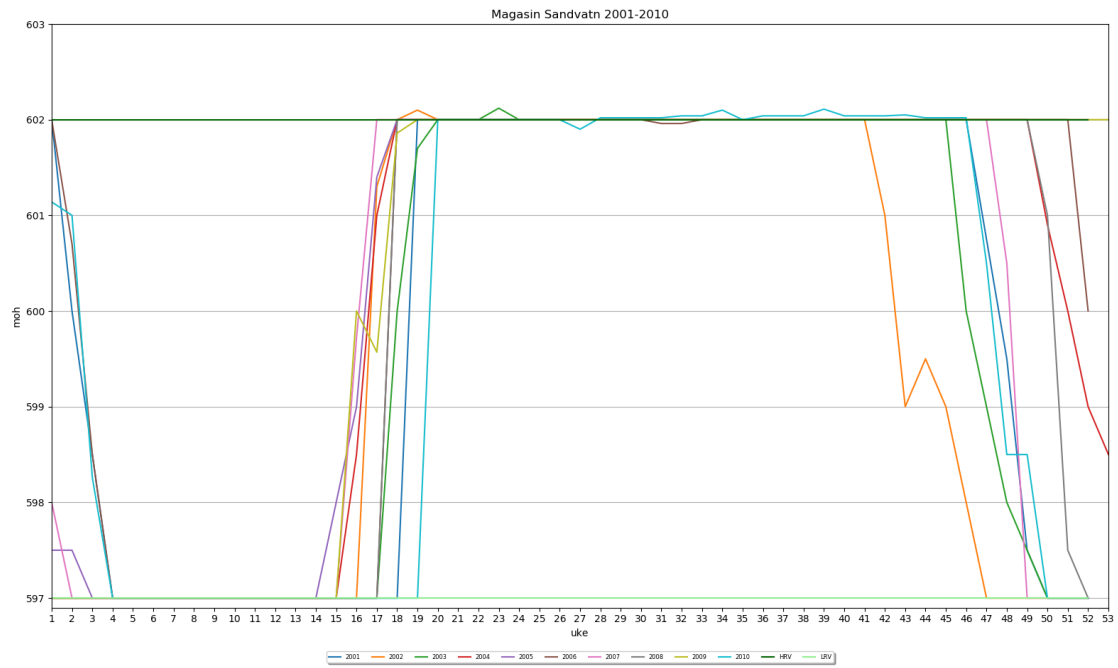
Figur 45. Kurveskare over magasin vannstander i Sandvatn 1971 – 1980.



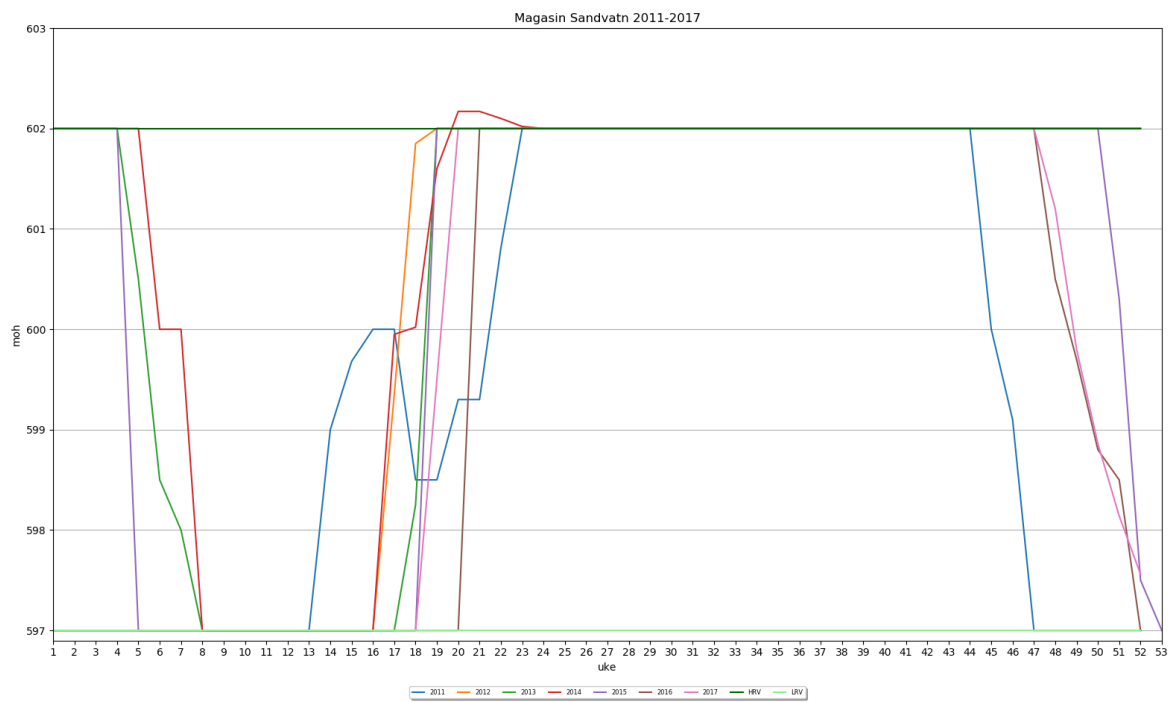
Figur 46. Kurveskare over magasin vannstander i Sandvatn 1981 – 1990.



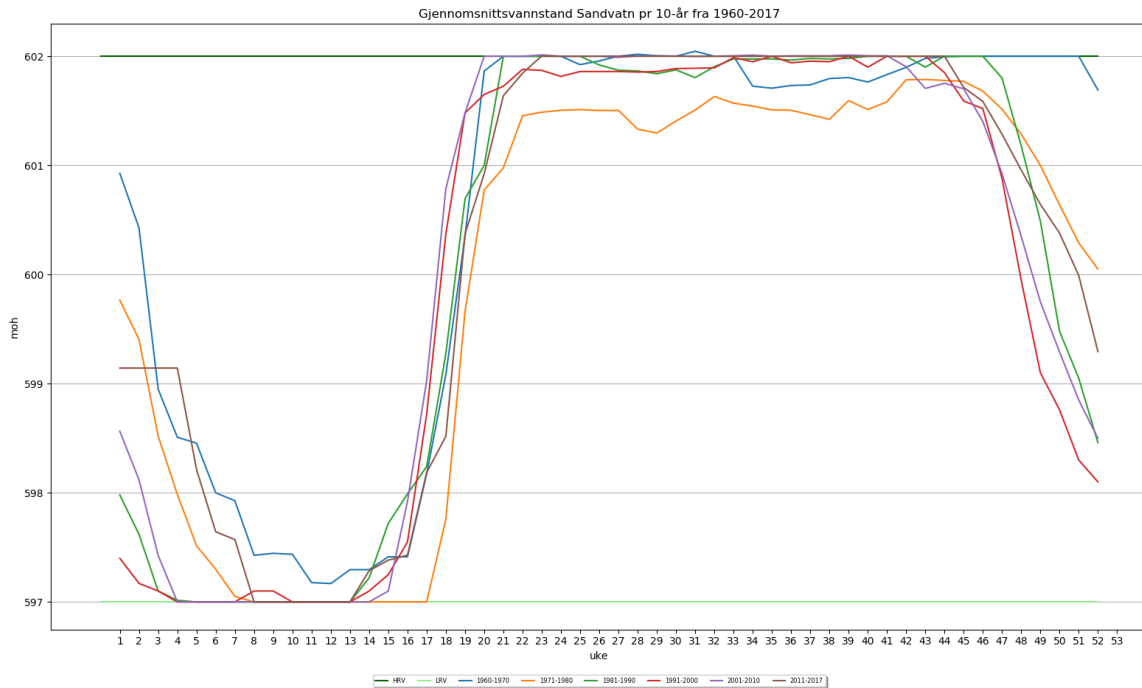
Figur 47. Kurveskare over magasin vannstander i Sandvatn 1991 – 2000.



Figur 48. Kurveskare over magasin vannstander i Sandvatn 2001 – 2010.



Figur 49. Kurveskare over magasin vannstander i Sandvatn 2011 – 2017.



Figur 50. Gjennomsnittsverdi for vannstanden i Sandvatn per 10-år fra 1960-2017.

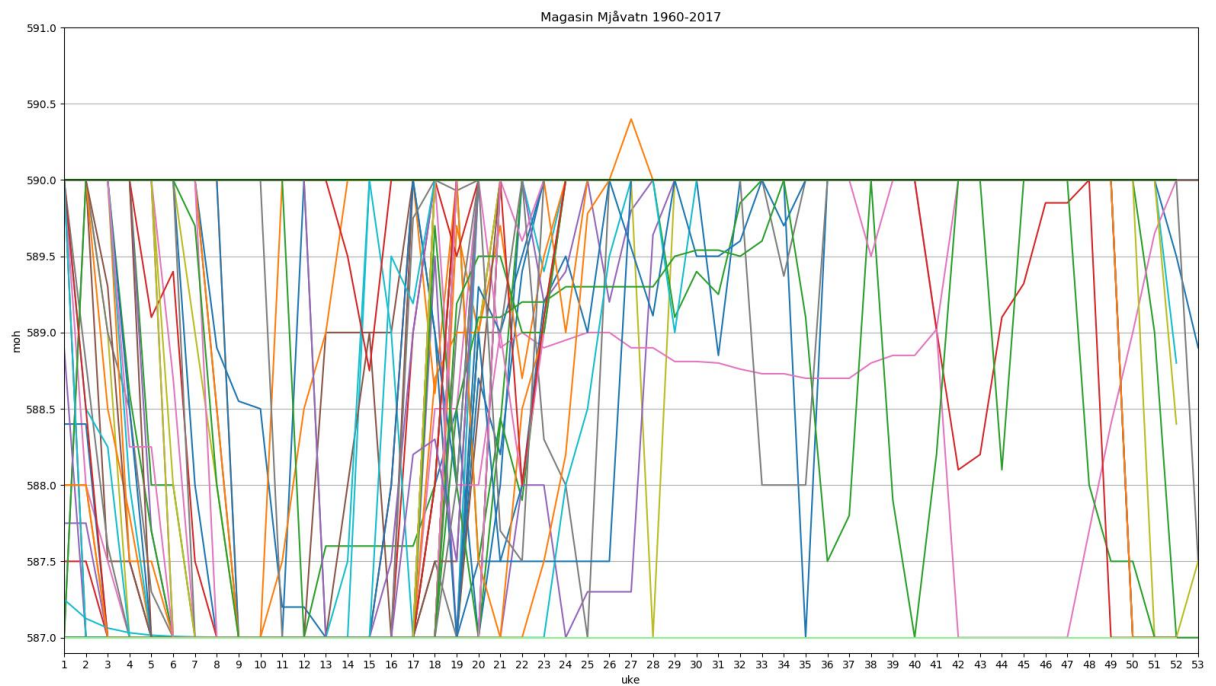
Mjåvatn

Mjåvatn er det minste magasinet i reguleringsområdet med magasinkapasitet på kun 0,4 Mm³. Mjåvatn har HRV på 590,00 moh. og reguleringshøyde på 3 meter. Reglementet for Mjåvatn omhandler ingen begrensninger i bruk av magasinet utenom HRV og LRV.

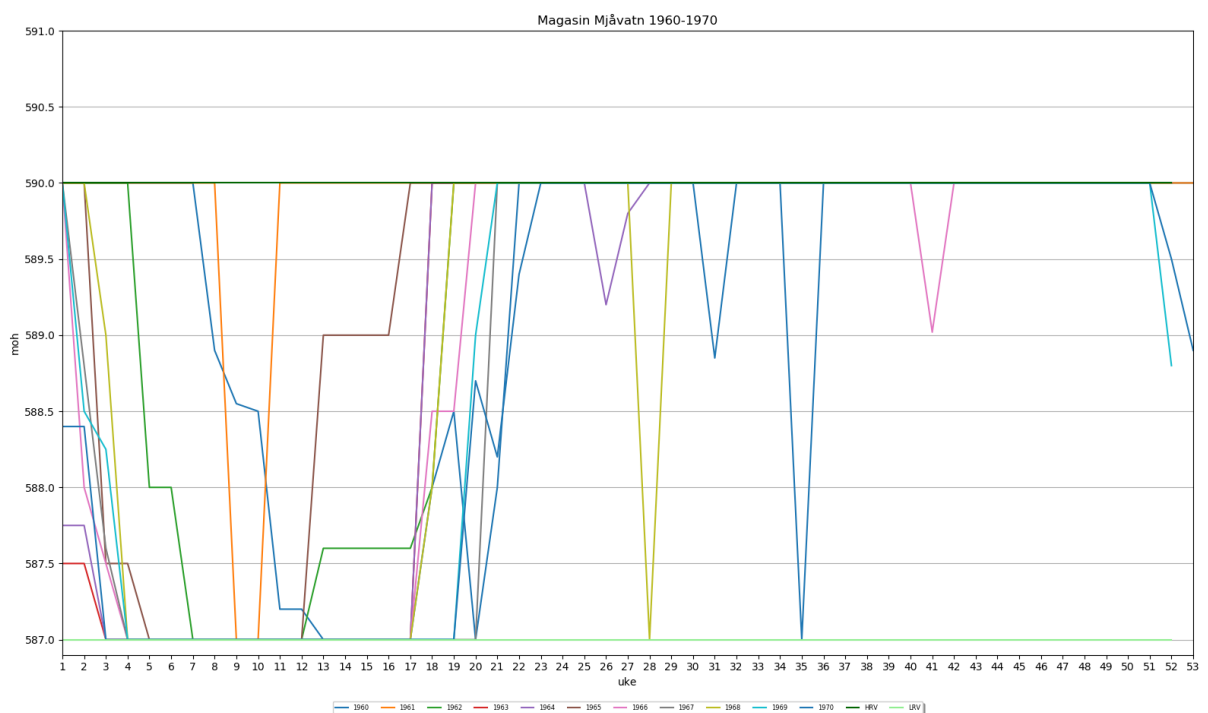
Mjåvatn har relativt lite lokalfelt, men Sandvatn ligger med overløp store deler av året og tilsiget til Sandvatn renner dermed tilnærmet uregulert ned i Mjåvatn både sommer og høst. Mjåvatn har en lav total reguleringsgrad på ca 3 %.

Overløpet fra Mjåvatn renner i naturlig elveleie ned til Hoppestadvatn/Holmevatn. Tapping fra Mjåvatn går i samme tunnel som tappingen fra Våtvatn over til Hoppestadvatn/Holmevatn. Vannet kan også ledes over til Våtvatn via den samme tunnelen, dette gjøres ved høy vannstand i Hoppestadvatn dersom det er tilstrekkelig dempning i Våtvatn. Ved varsel om store nedbørsmengder og høyt tilsig tilstreber man å åpne luka til tunnelen i forkant for å redusere overløpet som renner i elva fra Mjåvatn og ned til Hoppestadvatn, og lede mest mulig av tilsiget gjennom tunnelen til Hoppestadvatn, eventuelt til Våtvatn dersom det er plass der. Dette gjøres for å skåne brua som går over elva mellom Mjåvatn og Hoppestadvatn. Mjåvatn tappes normalt ned i løpet av vinteren og fylles raskt om våren. Mjåvatn holdes vanligvis høyt hele sommeren og fram til nedtapping om høsten.

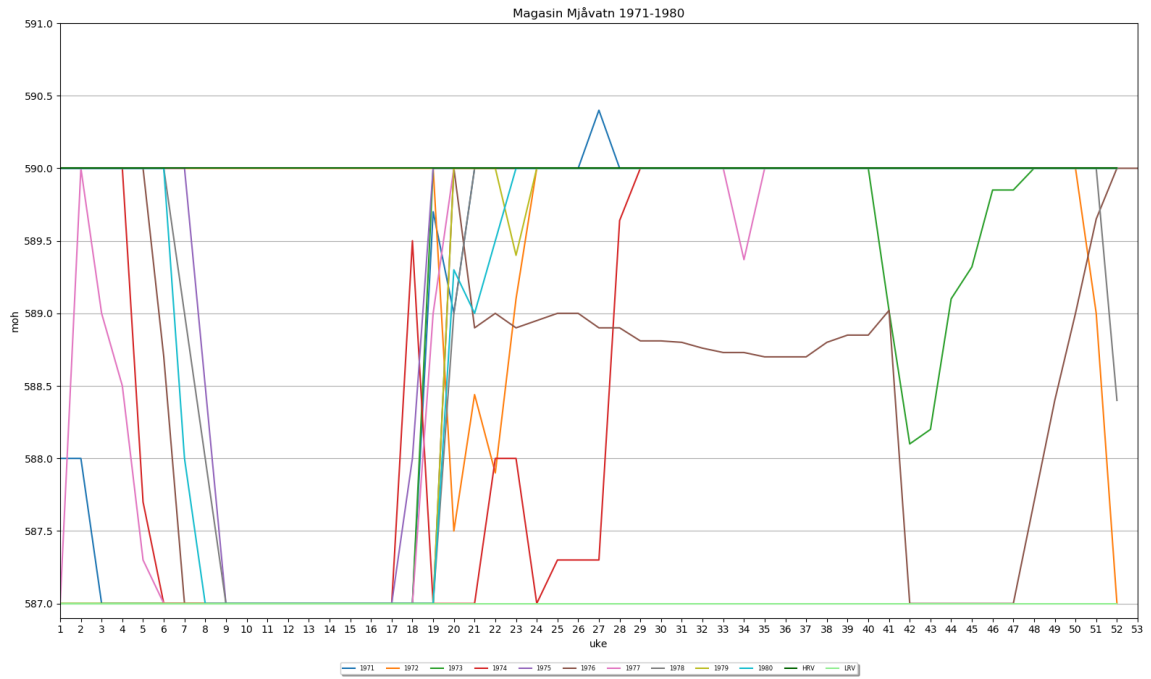
I det følgende vises kurver over vannstanden i Mjåvatn.



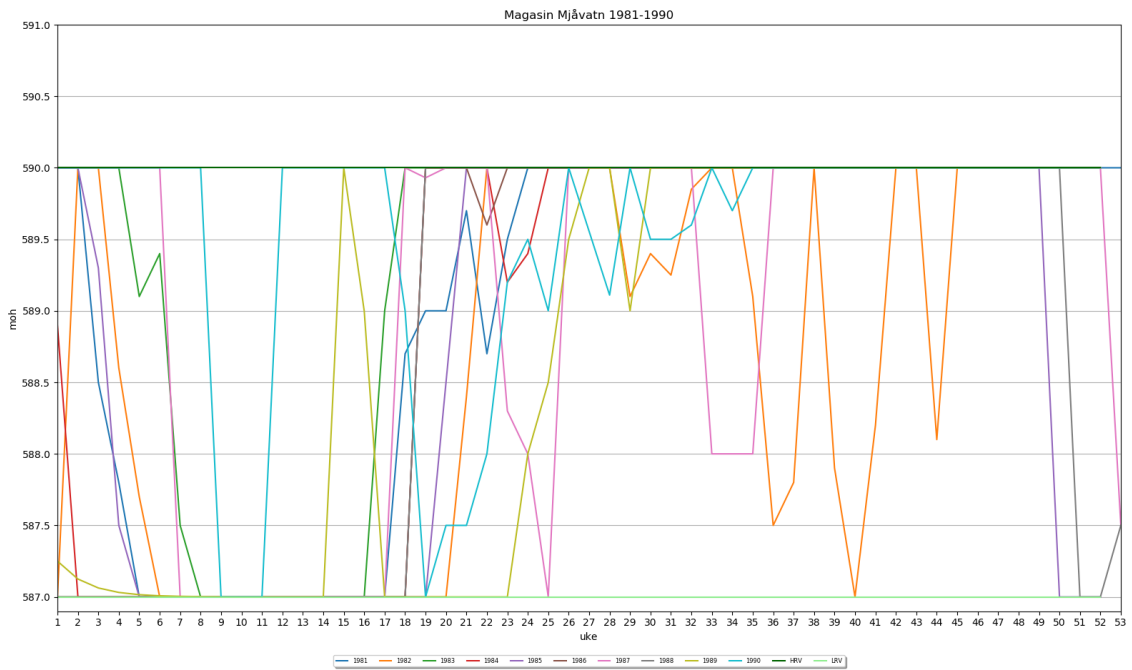
Figur 51. Kurveskare over magasin vannstander i Mjåvatn 1960 – 2017 viser variasjonsområdet gjennom hele konsesjonsperioden.



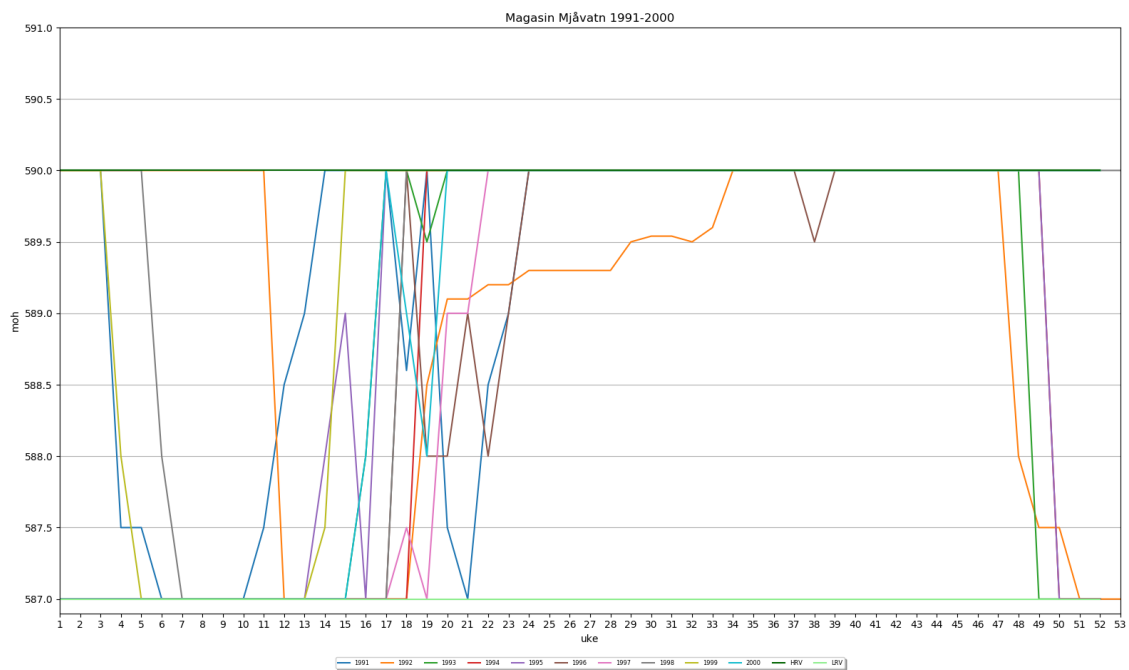
Figur 52. Kurveskare over magasin vannstander i Mjåvatn 1960 – 1970.



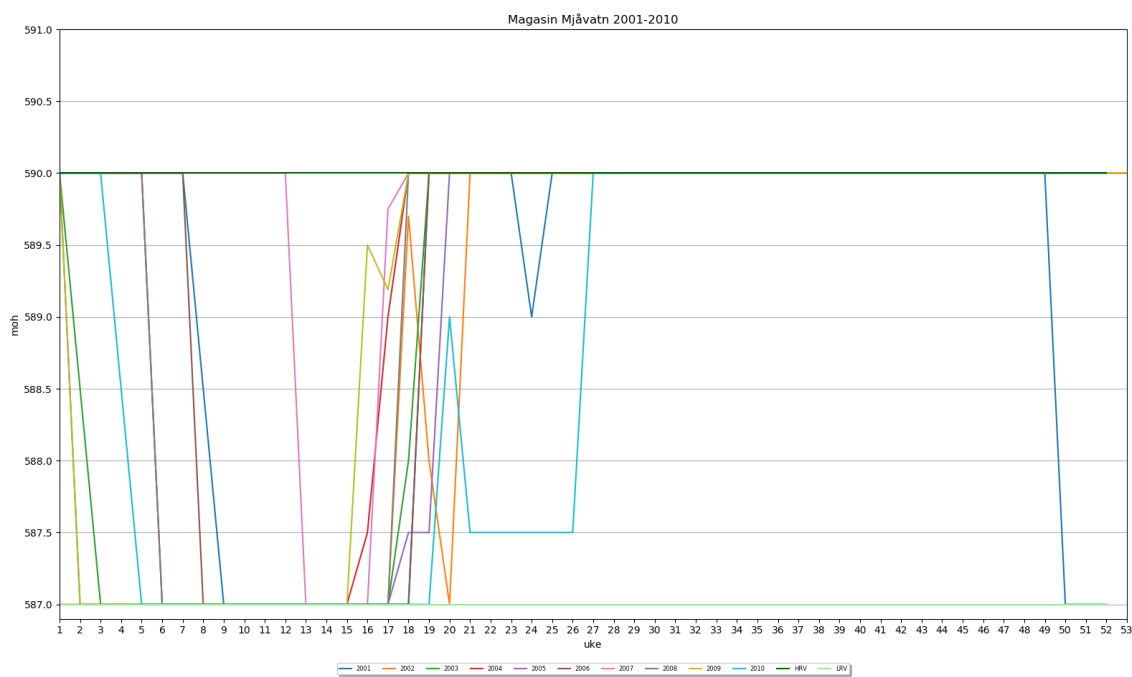
Figur 53. Kurveskare over magasin vannstander i Mjåvatn 1971 – 1980.



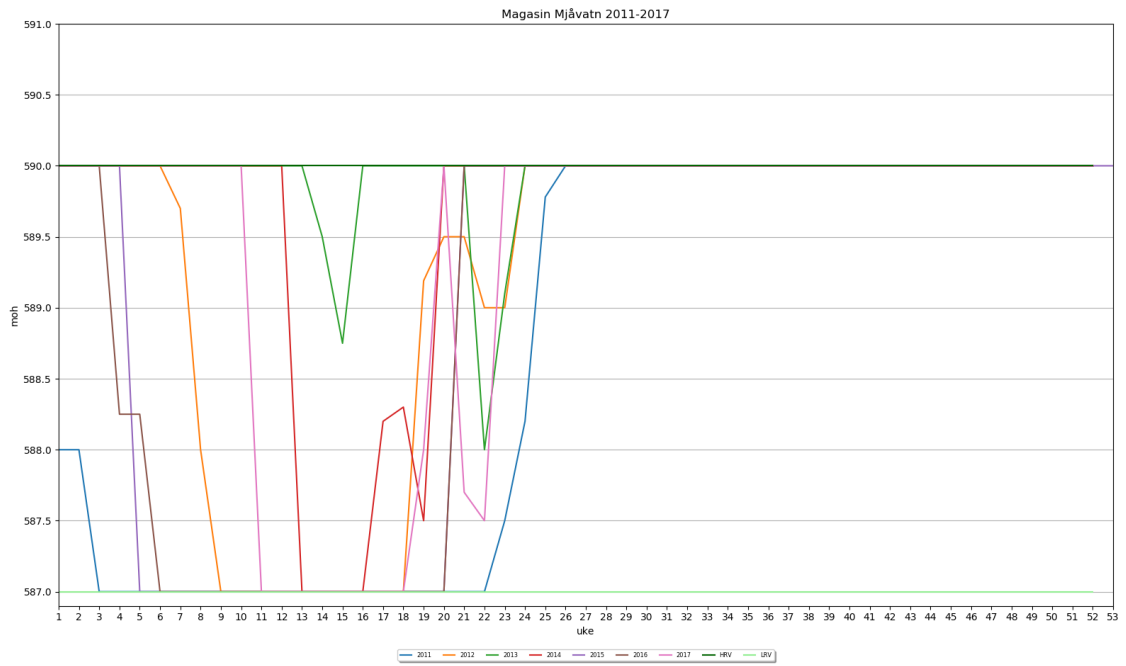
Figur 54. Kurveskare over magasin vannstander i Mjåvatn 1981 – 1990.



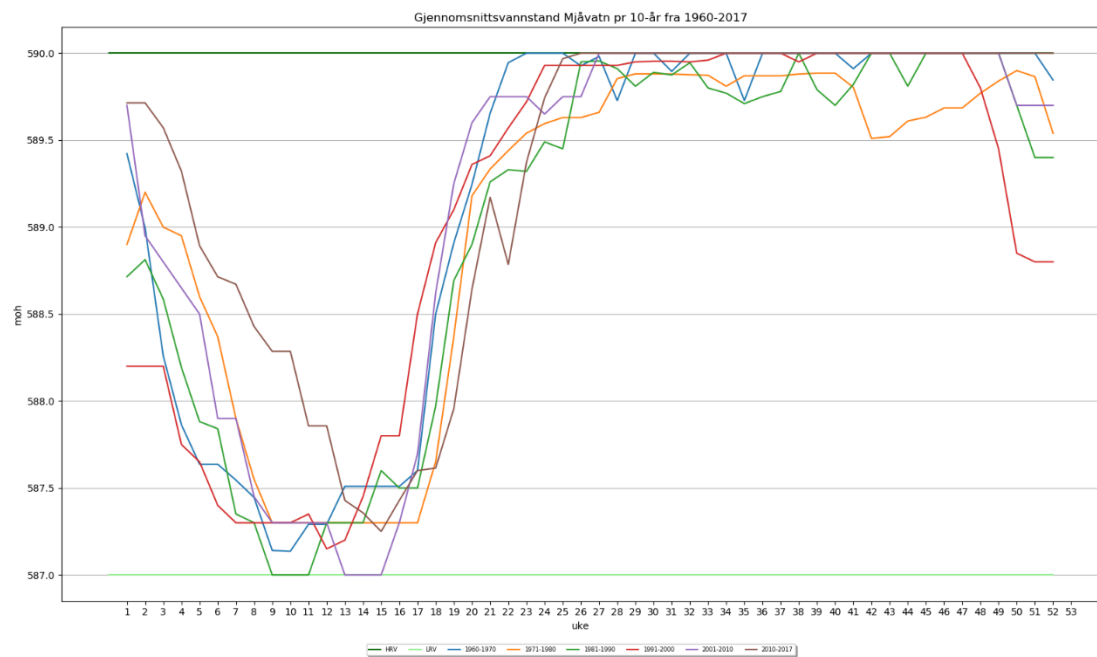
Figur 55. Kurveskare over magasin vannstander i Mjåvatn 1991 – 2000.



Figur 56. Kurveskare over magasin vannstander i Mjåvatn 2001 – 2010.



Figur 57. Kurveskare over magasin vannstander i Mjåvatn 2011 – 2017.



Figur 58. Gjennomsnittsverdi for vannstanden i Mjåvatn per 10-år fra 1960-2017.

Hoppestadvatn

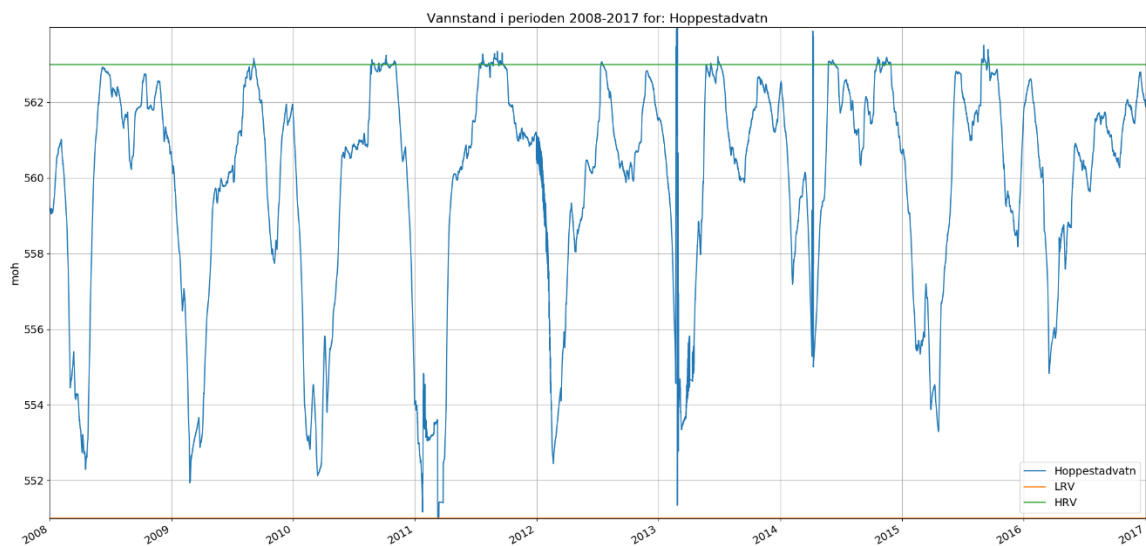
Hoppestadvatn/Holmevatn er det største magasinet i reguleringsområdet og inntaksmagasin til Vrenga Kraftverk. Hoppestadvatn har HRV på 563,00 moh., reguleringshøyde på 13 meter og magasin kapasitet på 11,5 Mm³. Reglementet for Hoppestadvatn/Holmevatn omhandler ingen begrensninger i bruk av magasinet utenom HRV og LRV.

Overløp fra Hoppestadvatn går i elveløpet til Vrengja og videre ned til Numedalslågen og blir tapt produksjon i Vrenga Kraftverk. Siden Hoppestadvatn er inntaksmagasin tilstrebes det å holde høy magasin vannstand for å ha best mulig fallhøyde til kraftverket samtidig som man må balansere dette opp imot fare for overløp og dermed tapt produksjon. Hoppestadvatn/Holmevatn tar imot tilsiget fra hele reguleringsområdet og dette er nok til å fylle magasinet hele 10 ganger i løpet av et middelår. Total reguleringsgrad for Hoppestadvatn er 10%. Dette krever derfor tett oppfølging, spesielt i sommerhalvåret, samt at man må se hele reguleringsområdet i sammenheng.

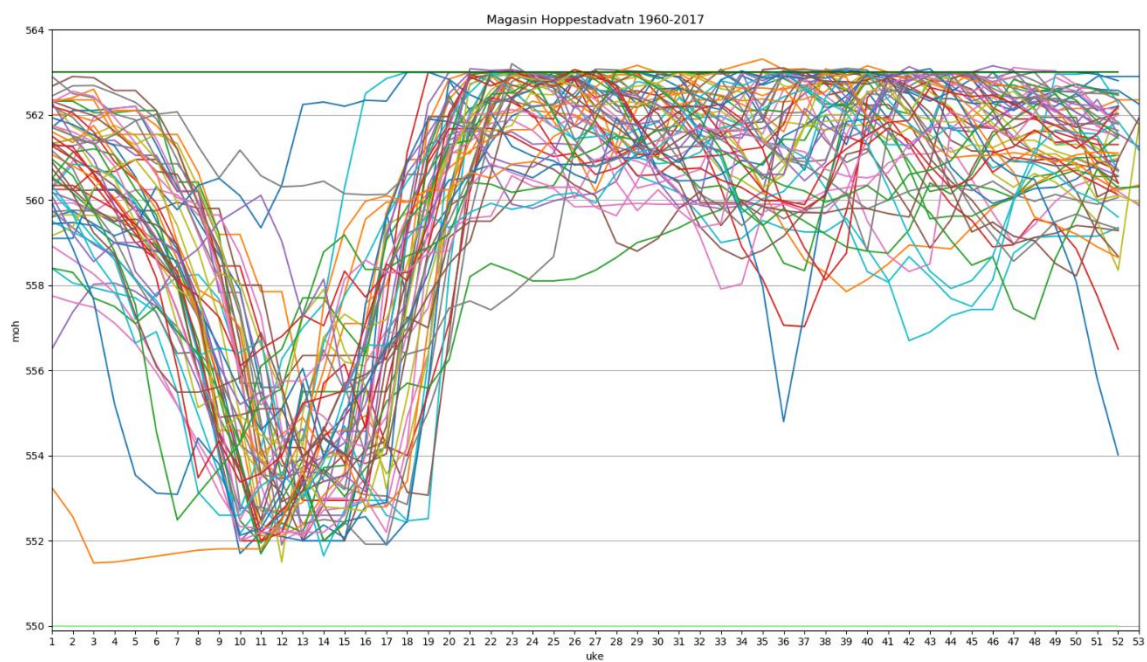
På grunn av det høye tilsiget senkes magasinet ned mot LRV før vårflommen. Hoppestadvatn fylles raskt om våren og når i de fleste år HRV-3 meter i løpet av mai måned. For å ivareta konsesjonsvilkårene og opprettholde produksjonsgrunnlaget samtidig som en vil begrense flom i størst mulig grad har man tilstrebet å holde vannstanden i Hoppestadvatnet 2-3 m under HRV slik at man har litt flomdemping. For å minimalisere overløpet senkes magasinet noe i forkant av høstflom, og ved prognoser som tilsier økt tilsig. Om sommeren varierer vannstanden vanligvis mellom kote 560 moh og HRV (kote 563 moh). Historikken viser at magasinet likevel fylles opp mot HRV flere ganger i løpet av sommeren og høsten. Det er ikke uvanlig med overløp i Hoppestadvatn, og det har forekommet både om våren, sommeren og høsten, til og med så seint som i månedsskiftet november/desember. Høyeste registrerte vannstand i Hoppestadvatn var 3. september 2015 med 563,51.

Rørgata til Vrenga Kraftverk ligger over bakkenivå, noe som betyr at det må være produksjon i Vrenga Kraftverk gjennom hele vinterperioden med lave temperaturer. Om vinteren er tilsiget normalt lavt, noe som betyr at produksjonen i hovedsak bruker magasinert vann i denne perioden. Vannstandsutviklingen i perioden januar-vårflom viser derfor omtrent den samme trenden for alle årene med historikk.

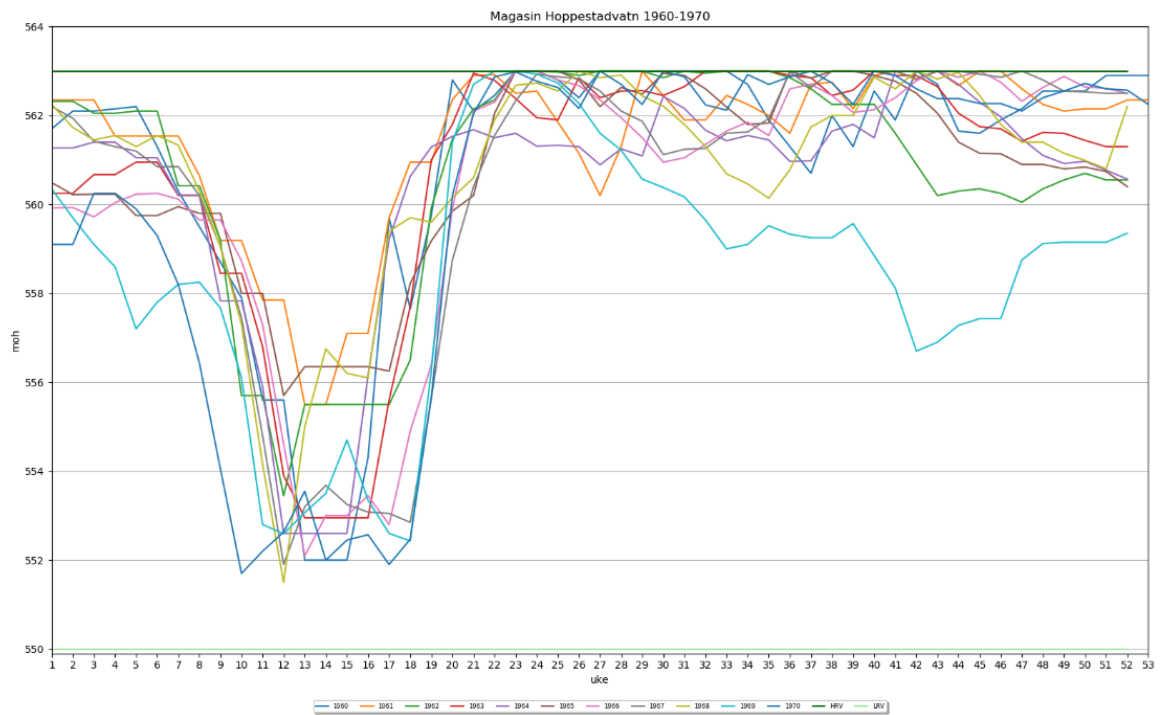
Kurvene for 70-tallet viser at vannstandene disse årene samsvarte med lavt tilsig. Vi ser også at det er store tilsigsvariasjoner på 2000-tallet som medfører lavere vannstand i 2002, 2005, 2007 og 2009. Dette skyldes i hovedsak lavtilsigsperioder på høsten, og på 90-tallet ser vi samme tendens for årene 1992, 1996 og 1997. I det følgende vises kurver over vannstanden i Hoppestadvatn.



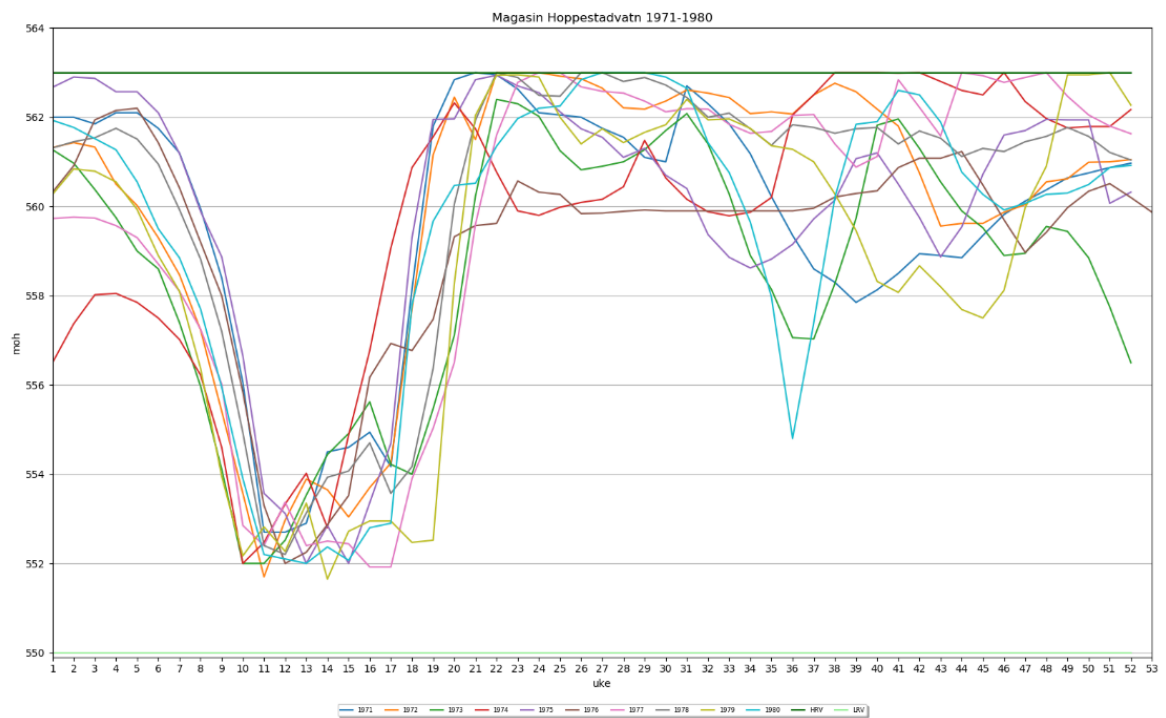
Figur 59. Vannstand i Hoppestadvatn i perioden 2008-2017 med timesoppløsning.



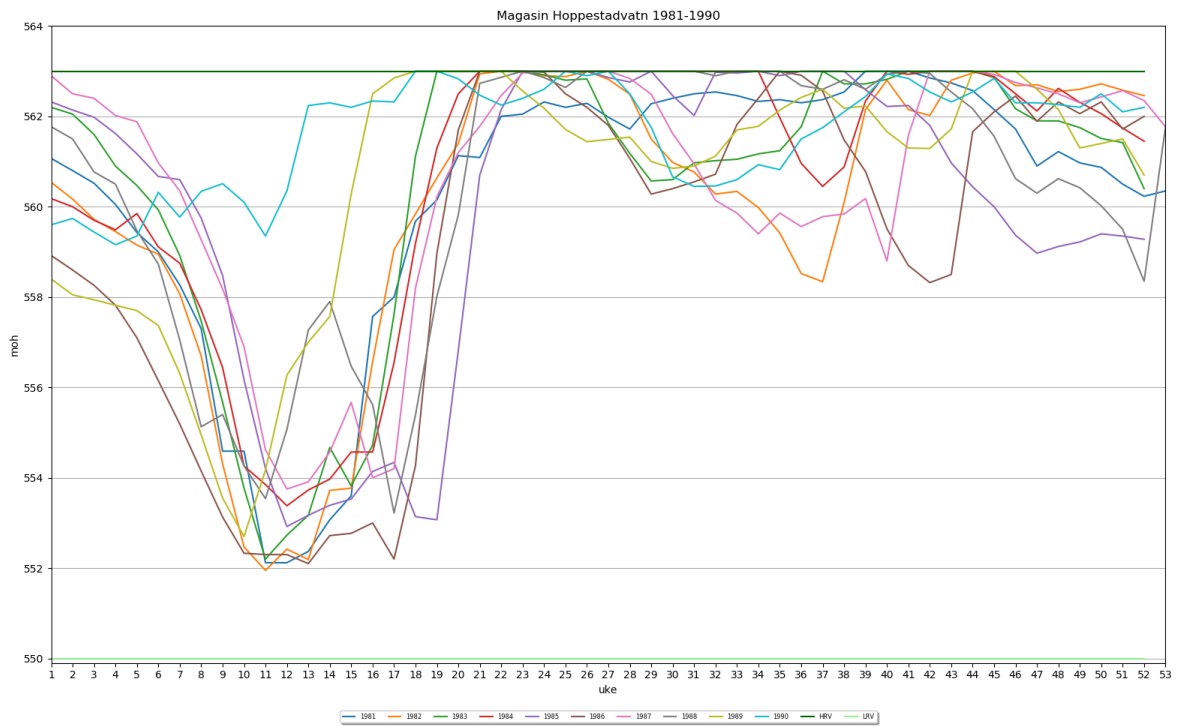
Figur 60. Kurveskare over magasin vannstander i Hoppestadvatn 1960 – 2017 viser variasjonsområdet gjennom hele konsesjonsperioden.



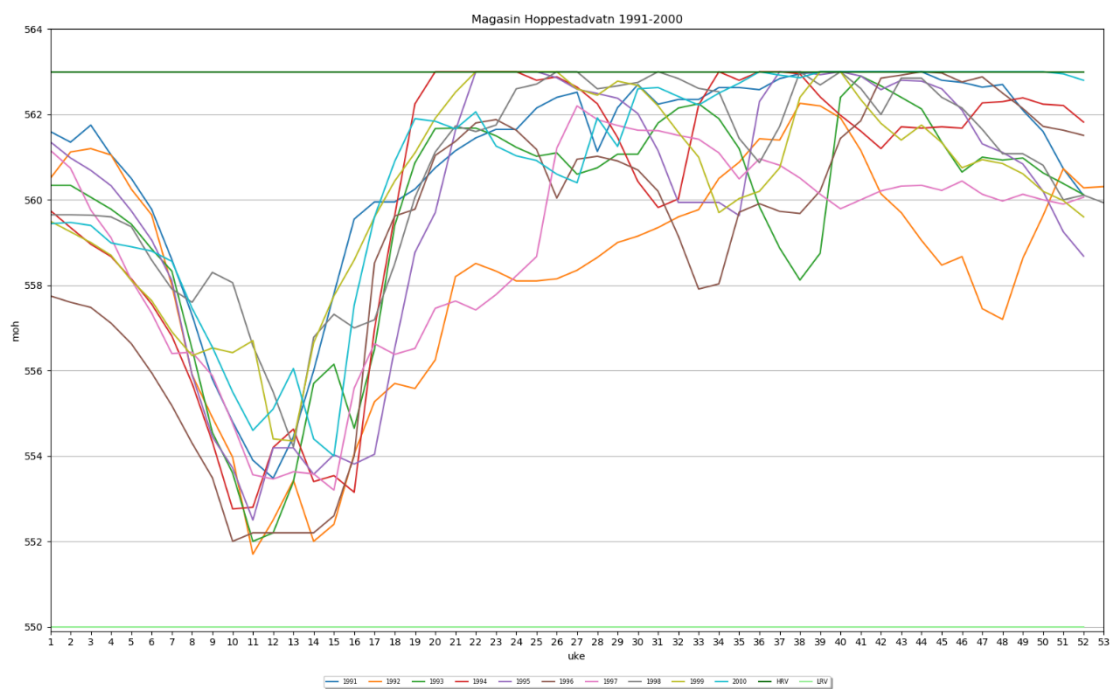
Figur 61. Kurveskare over magasin vannstander i Hoppestadvatn 1960 – 1970.



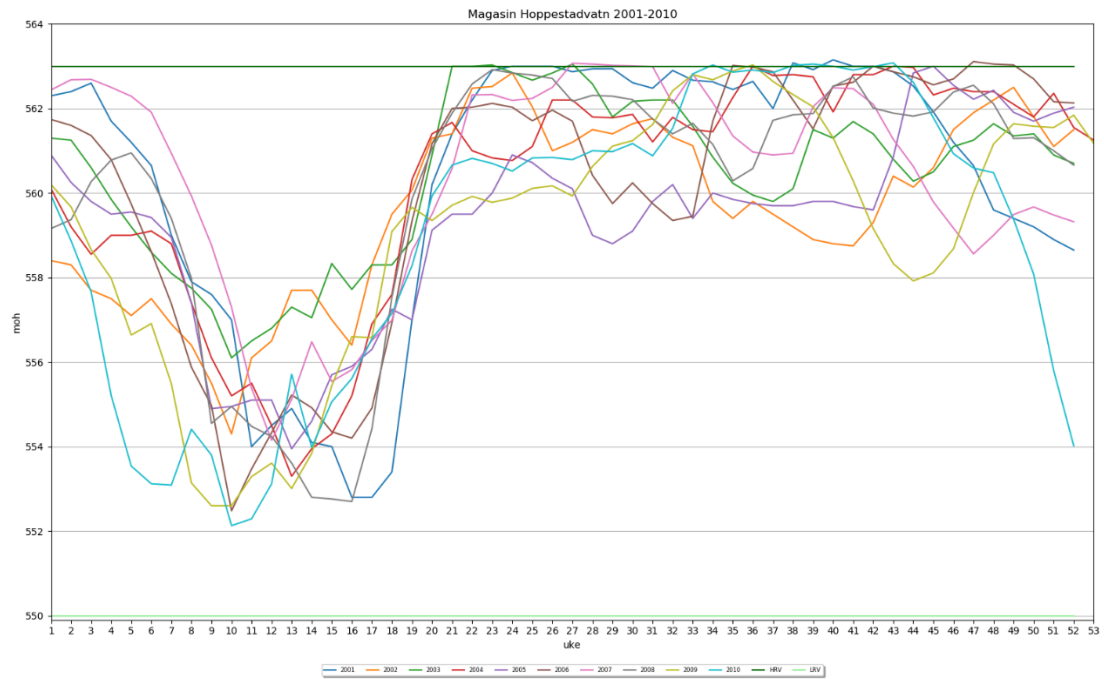
Figur 62. Kurveskare over magasin vannstander i Hoppestadvatn 1971 – 1980.



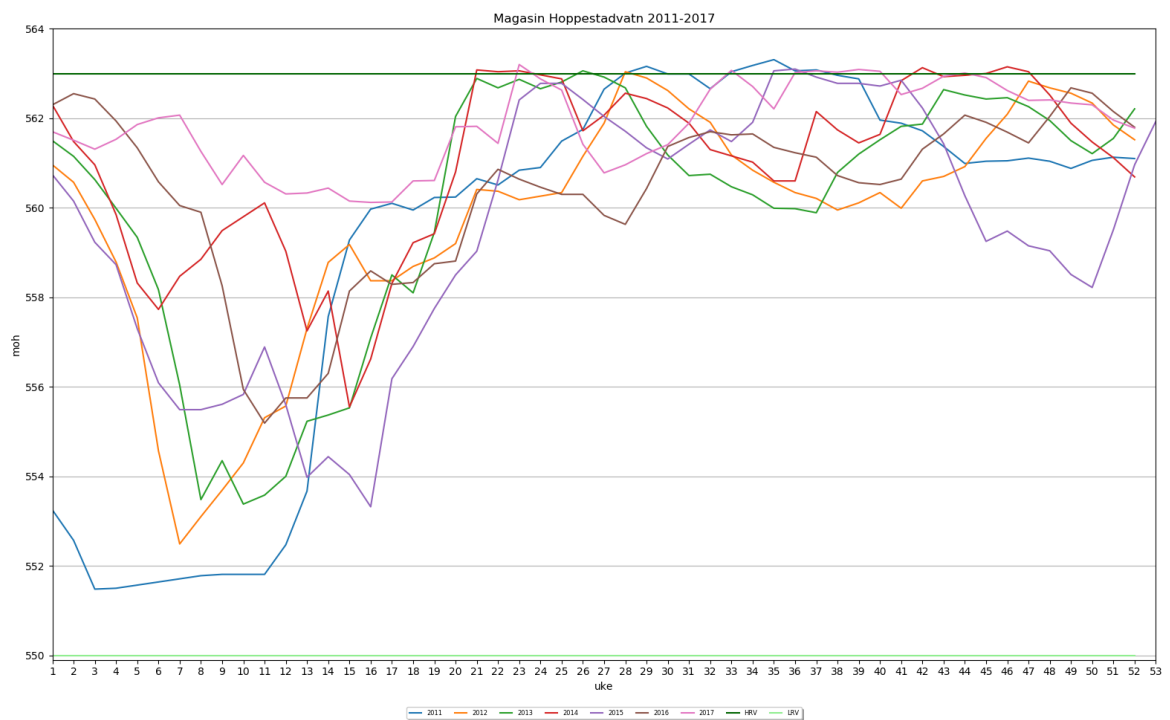
Figur 63. Kurveskare over magasin vannstander i Hoppesadvatn 1981 – 1990.



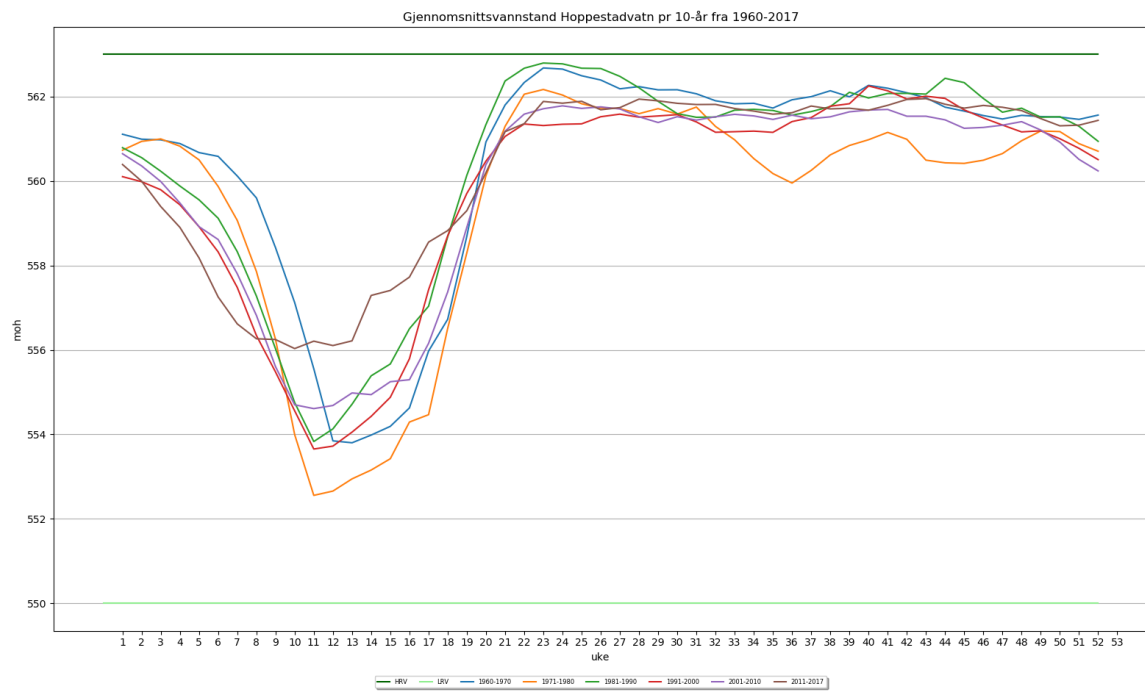
Figur 64. Kurveskare over magasin vannstander i Hoppesadvatn 1991 – 2000.



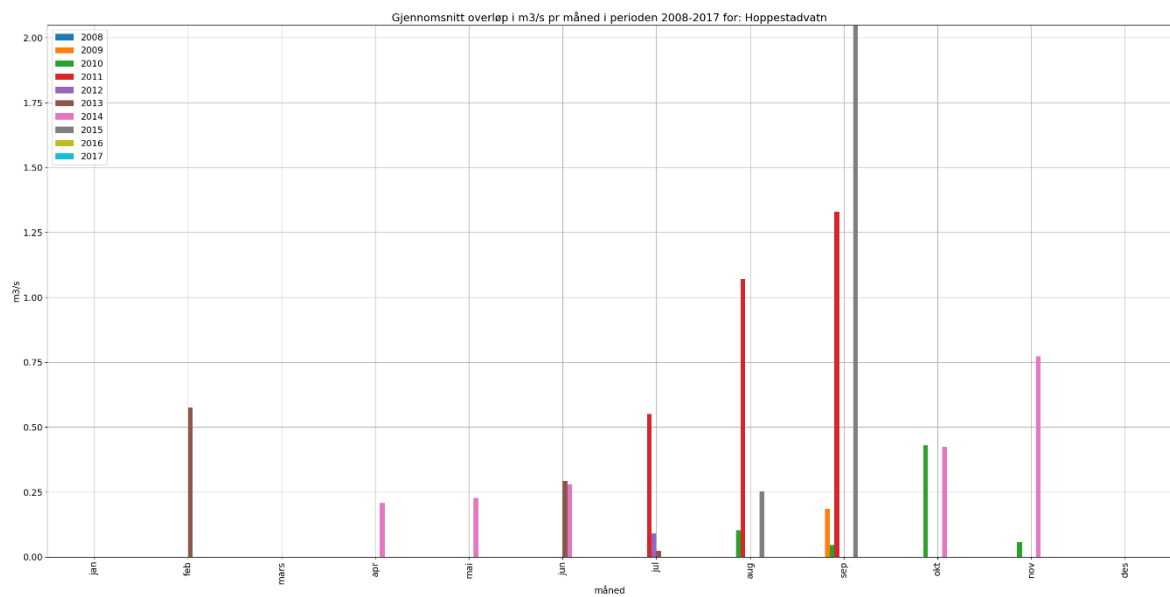
Figur 65. Kurveskare over magasinvannstander i Hoppesadvatn 2001 – 2010.



Figur 66. Kurveskare over magasinvannstander i Hoppesadvatn 2011 – 2017.



Figur 67. Gjennomsnittsverdi for vannstanden i Hoppestadvatn per 10-år fra 1960-2017.



Figur 68. Gjennomsnittlig overløp i m³/s per måned i perioden 2008-2017 for Hoppestadvatn. Merk at overløp i Hoppestadvatn er tapt vann i Vrenga Kraftverk.

Oppsummering

Reguleringen av Vrengja, Gjuva og Høymyrselva består av sju magasiner, et bekkeinntak og to kraftverk og er en regulering med høyt tilsig i forhold til magasinkapasiteten. Om vinteren senkes alle magasinene slik at de er tomme før vårflommen. I vårflommen fylles de raskt. Snømagasinet er vanligvis stort nok til å fylle magasinene mer enn en gang. Sommertilsiget er høyt i forhold til magasinkapasiteten og tilsiget har samtidig stor variasjon. Manøvreringen av magasinene og produksjonen i kraftverkene om sommeren er derfor avhengig av tilsiget og dette krever nøye og nitidig oppfølging. Man tilstreber å manøvrere magasinene for å skape mest mulig verdi av vannet. Det er viktig å skape dempning i perioder med lave tilsig. Likevel kan selv et vanlig regnskyll gi kjørepress og det er vanskelig å unngå overløp en eller flere ganger i løpet av et år.