

Notat

TIL:

FRA:

KOPI

VÅR REF: Beathe Furenes

DERES REF:

DATO: 29.04.2015

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

Tilsigsserier for Samsjøen nedslagsfelt. Vannstand i Samsjøen

Bakgrunn

Det er åpnet vilkårsrevisjon for Samsjøen og i den anledning er det beregnet uregulerte tilsigsserier for nedslagsfeltet til Samsjøen. Tilsigsseriene er brukt til å simulere vannstandsutvikling i Samsjøen for forskjellige restriksjoner for å se konsekvensene av disse.

Datakilder

I beregningene av tilsigsserie for Samsjøen er det benyttet historiske data fra forskjellige kilder og med forskjellig oppløsning.

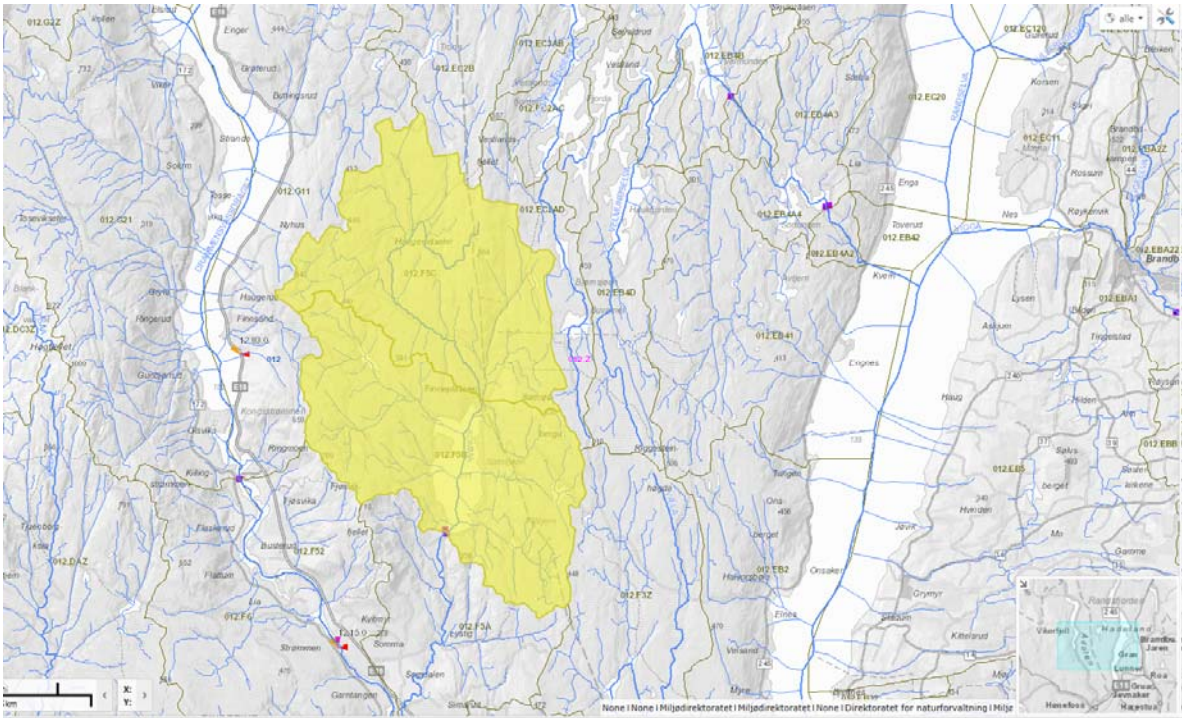
Type data	Kilde	Data i periode	Oppløsning i tid
Vannstand Samsjøen 12.152	NVE Hydra	1977-1996	Uke
Vannstand Samsjøen	FBR	2003-nå	Døgn
Avløp Samsjøen ndf. 12.190	NVE Hydra	1962-1994	Døgn
Avløp Samsjøen ndf.	FBR	2003-nå	Døgn
Vannføring Rotua 2.287	NVE Hydra	1967-2003	Døgn
Vannføring Fiskum 12.193	NVE Hydra	1977-nå	Døgn

Tabell 1: Data brukt i beregning av tilsigsserie for feltet til Samsjøen.

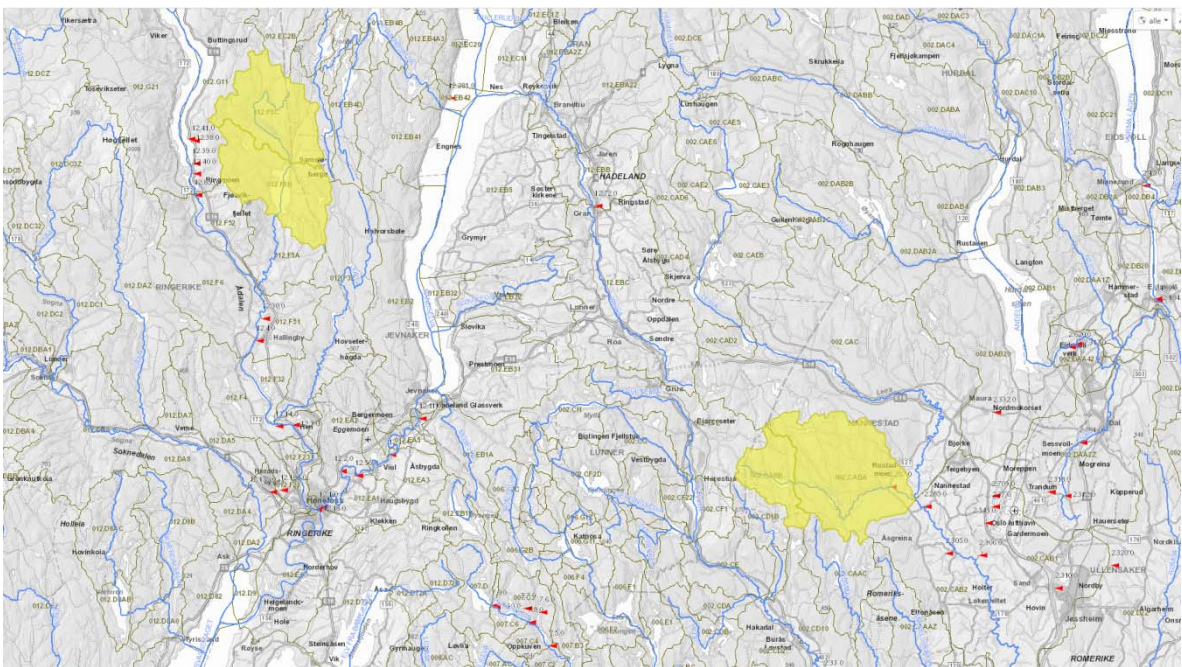
Samsjøen lokalfelt

Feltet til Samsjøen er vist i Figur 1. Feltet er ca. 64 km². I Figur 2 er feltet til NVEs vannføringsstasjon 2.287 Rotua også vist. I flomberegninger (rapp.nr. 5123257) utarbeidet av Norconsult i 2012, ble det konkludert med at Rotua best gjenspeiler karakteristikken til uregulert tilsig til Samsjøen. Felldata for Samsjøen felt er oppsummert i Tabell 2. Det må bemerkes at det er stor forskjell mellom avrenningstall for periodene 30-60 og 61-90. NVE regner med en usikkerhet på +/- 20% i sine tall i NVE-Atlas.

I rapporten til Norconsult ble det ikke bemerket at NVE stasjon Rotua er påvirket av uttak av vann til privat vannverk. Ifølge kommentar på NVEs Hysopp-applikasjon for stasjonsopplysning er påvirkningen størst fra slutten av 1990-tallet og utover.



Figur 1: Samsjøen lokalfelt.



Figur 2: Samsjøen felt og feltet til vannføringsstasjon Rotua.

Reginrenr	Navn	Areal	Avr 61-90 [l/s km ²]	Avr 30-60 [l/s km ²]
012.F5B	Samsjøen	32,8	9,78	16,07
012.F5C	Haugerudelva	31,29	10,06	16,07
Sum/gj.snitt		64,09	9,92	16,07

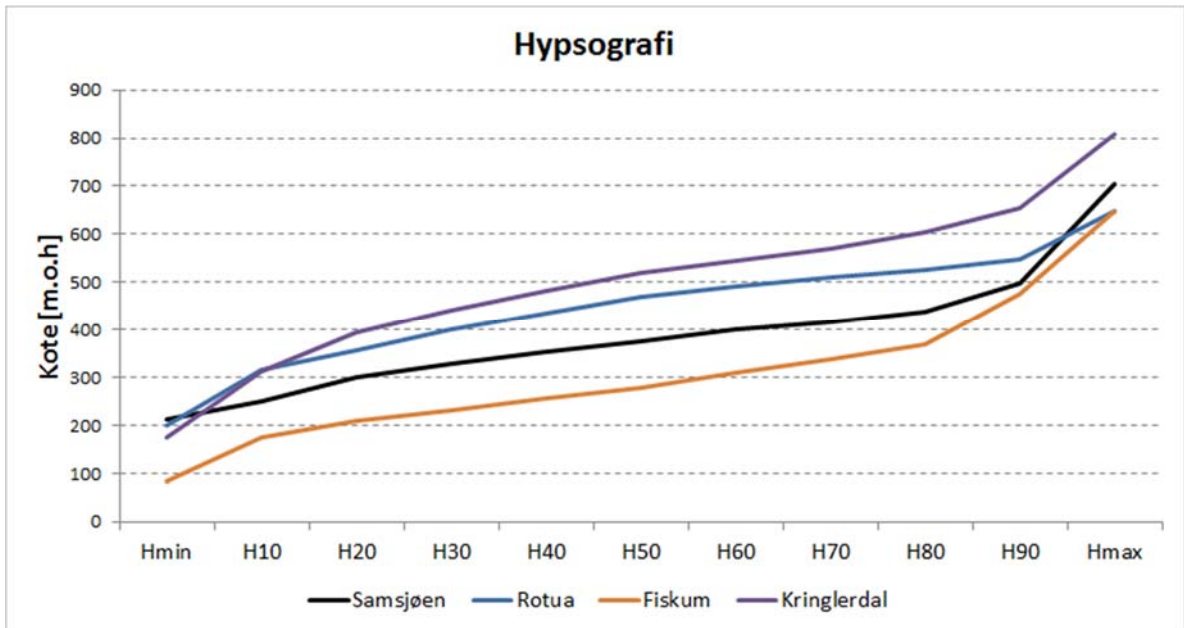
Tabell 2: Avrenning og areal for Samsjøen felt. Det er stor forskjell på avrenningstall for perioden 30-60 og 61-90 (kilde: NVE-Atlas).

Areal	Avr 61-90 [l/s km ²]	Avr 30-60 [l/s km ²]
55,7	19,1	21,1

Tabell 3: Avrenning og areal for Rotua felt (kilde: NVE-Atlas).

Areal	Avr 61-90 [l/s km ²]
51,5	17,5

Tabell 4: Avrenning og areal for Fiskum felt (kilde: NVE-Atlas).



Figur 3: Hypsografisk kurve for Samsjøen felt og vannføringsstasjoner brukt i konstruksjon av tilsigsserier.

Beregnet tilsig til Samsjøen for årene 1967-1994

Det foreligger data på ukedato for vannstand i Samsjøen og avløp fra dammen. Det er dermed mulig å beregne uregulert tilsig til Samsjøen felt ved å bruke følgende vannbalanse:

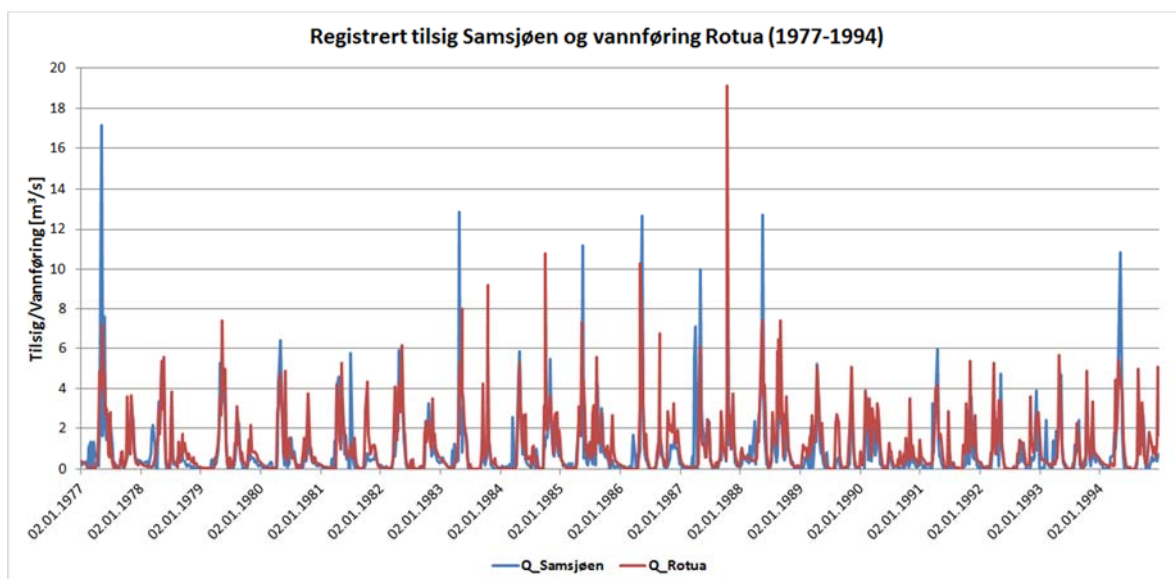
$$Q_{\text{tilsig_Samsjøen}} = \frac{dM_{\text{Samsjøen}}}{dt} + Q_{\text{avløp Samsjøen}}$$

der $M_{\text{Samsjøen}}$ er magasinvolument i Samsjøen og $Q_{\text{avløp Samsjøen}}$ er tapping fra Samsjøen, samt overløp fra dammen.

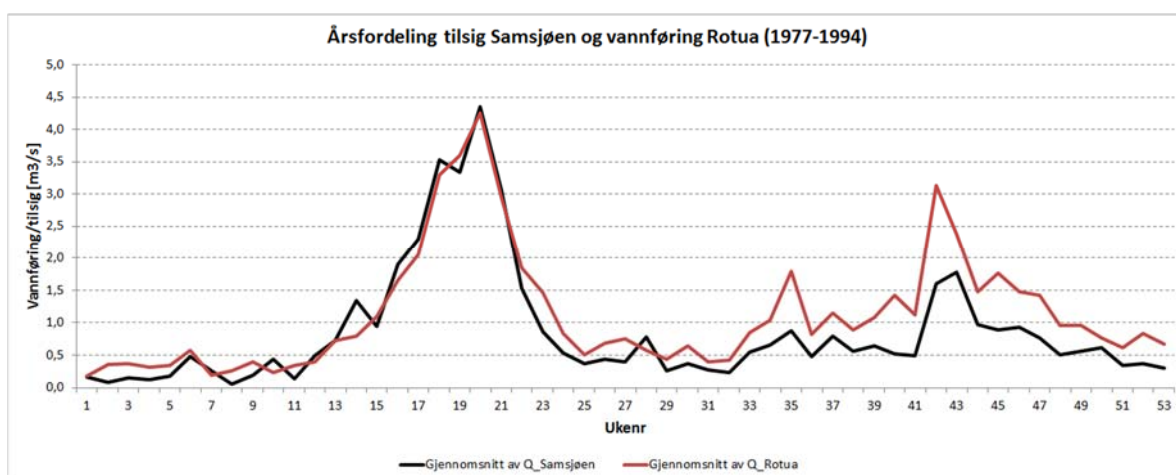
I perioden 1977-1996 foreligger det ukedata for magasin vannstand for Samsjøen. Magasin vannstand kan regnes om til magasinvolument ved hjelp av magasin kurven [ref. FBR]. På grunnlag av data er det beregnet registrert uketilsig for Samsjøen for perioden 1977-1994. Beregnet avrenning for Samsjøen felt i perioden 1977-1994 er 13.41 l/skm², noe som avviker fra NVE-atlas (61-90) som oppgir 9.9 l/skm². NVE-atlas (30-60) oppgir 16.07 l/skm².

Beregnet uketilsig for Samsjøen er plottet sammen med vannføring i NVE-stasjon Rotua i Figur 4. Figur 5 viser årsfordeling for uketilsig for Samsjøen sammen med vannføring i Rotua. Det er godt samsvar med vår- og høstflom ($R^2 = 0.86$).

Døgntilsig for Samsjøen for perioden 1967-1994 kan konstrueres ved å skalere vannføring i vannmerke Rotua. Selv om det foreligger vannføringsdata for Rotua til 2003, er det valgt å ikke bruke årene fra 1995 og utover på grunn av usikkerhet i uttak av vann til vannverk.



Figur 4: Registrert uketilsig Samsjøen og vannføring Rotua i perioden 1977-1994.

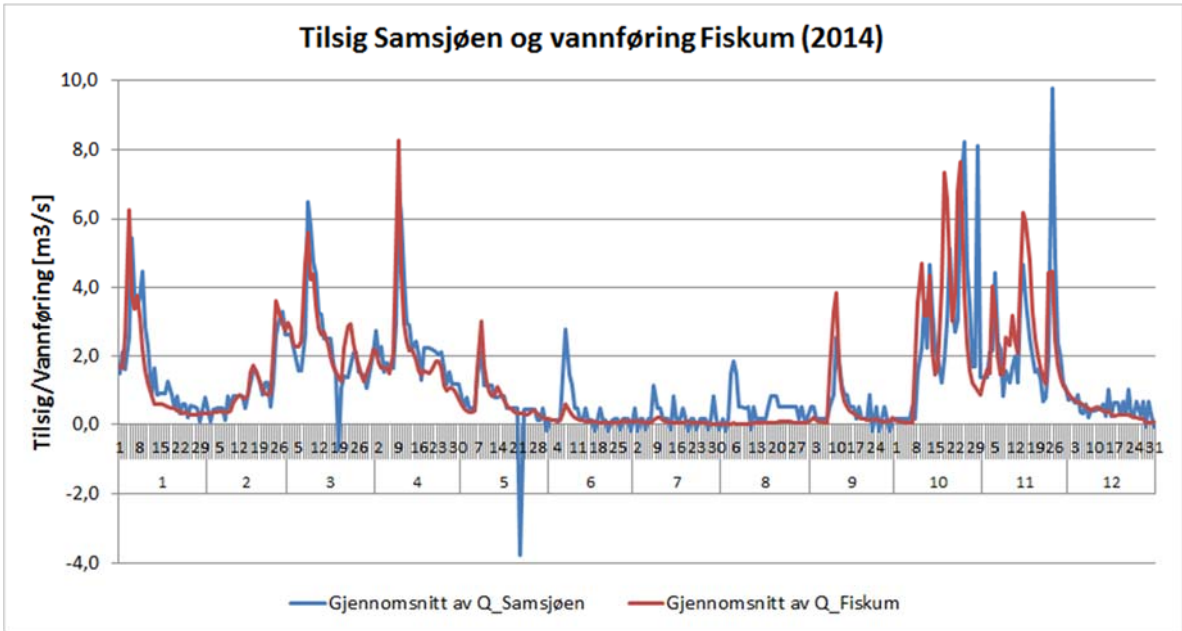


Figur 5: Årsfordeling for tilsig til Samsjøen og vannføring i Rotua for perioden 1977-1994.

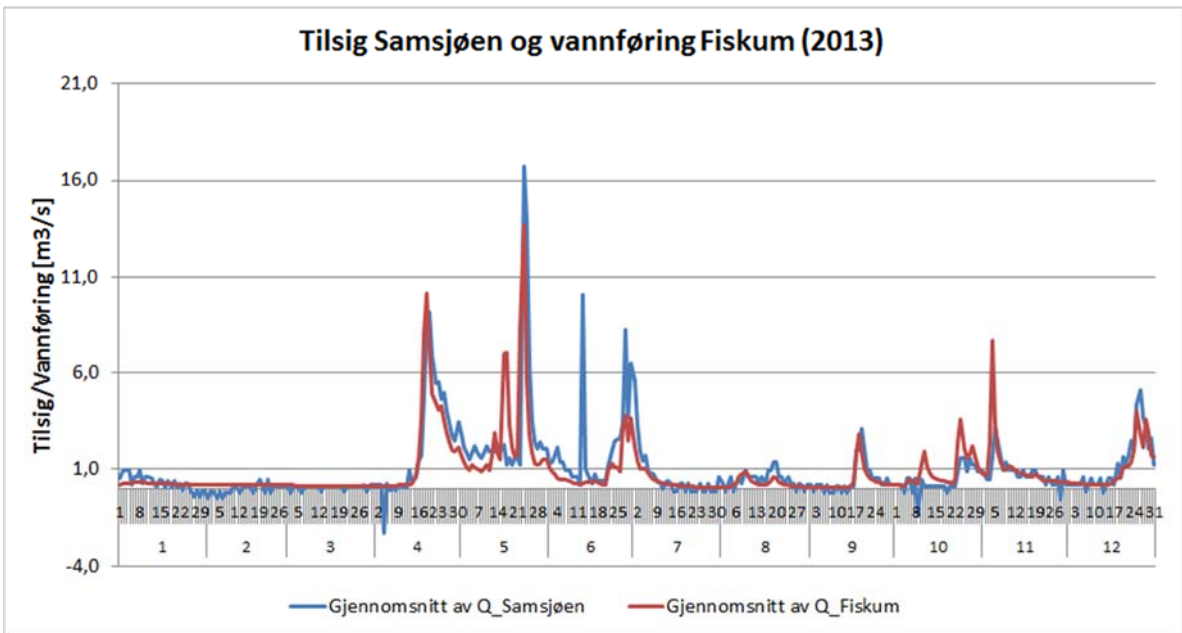
Beregnet tilsig til Samsjøen for årene 1995-2014

For perioden 1995-2014 kan det konstrueres tilsigsserie for Samsjøen felt ved å bruke vannmerke Fiskum eller Kringlerdal. Vannmerke Fiskum er det som korrelerer mest med tilsiget for Samsjøen, sammenligning er vist for noen år i figurene Figur 6 - Figur 8. For årene 2009-2014 er det god korrelasjon mellom beregnet tilsig i Samsjøen og vannføring i Fiskum. Figuren viser at vårfloppen er noe tidligere for Fiskum enn for Samsjøen. Det kan skyldes at feltet til Fiskum ligger noe lavere enn feltet til Samsjøen.

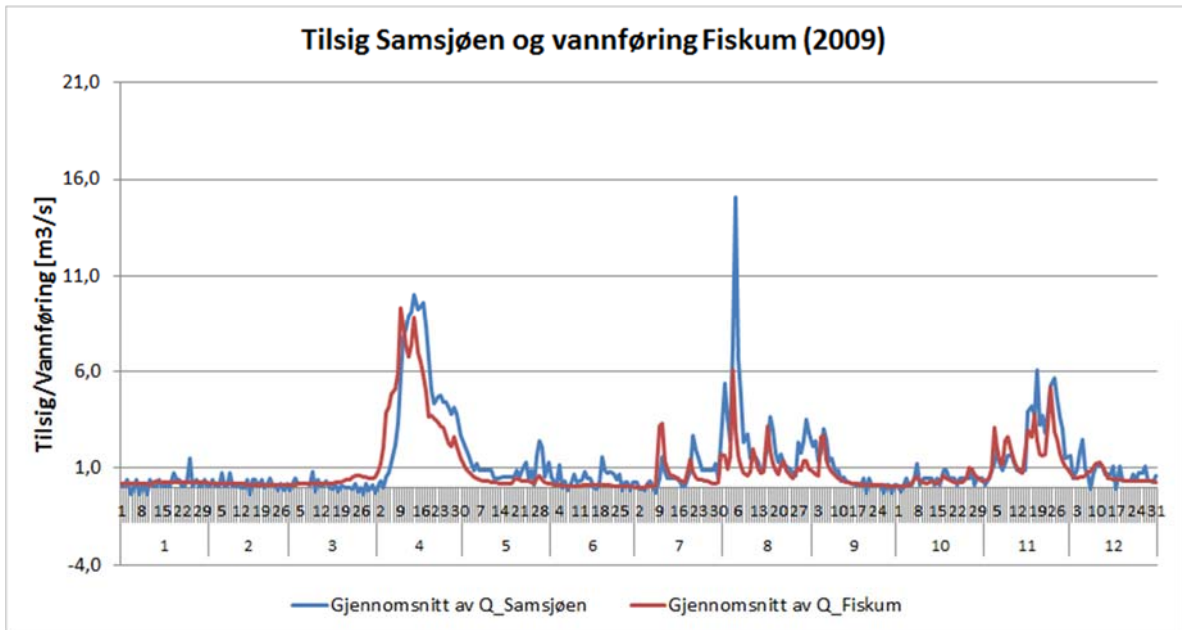
Figur 9 viser midlere sesongfordeling for tilsig til Samsjøen og vannføring i Fiskum vannmerke for perioden 2009-2014. Det antas at det for noen år er feil i registrert (beregnet) tilsig, mest sannsynlig grunnet feil beregning av avløp fra Samsjøen eller feil registrert vannstand. Det er observert forskjell i beregnet avløp (data fra FBR) og målt avløp (data fra Hydra) for enkelte år i perioden 1977-1994 for april og mai. Det kan være enkelte feil i beregninger av avløp i nyere tid også, siden beregningene er basert på empiriske luke- og overløpsformler.



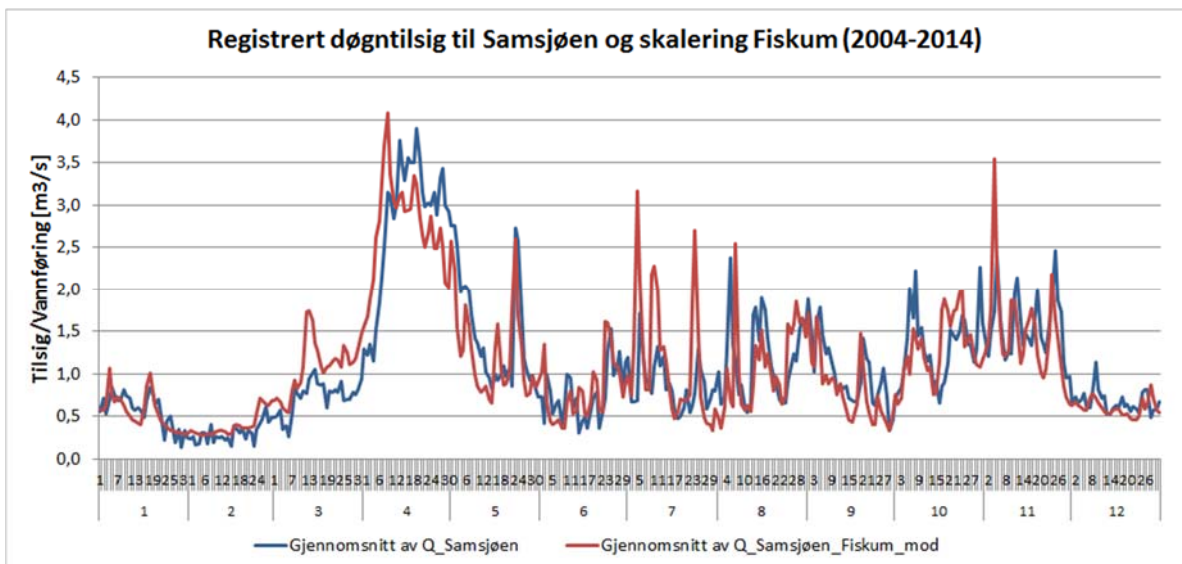
Figur 6: Beregnet døgntilslig for Samsjøen felt og vannføring Fiskum i 2014. Det er god korrelasjon mellom seriene.



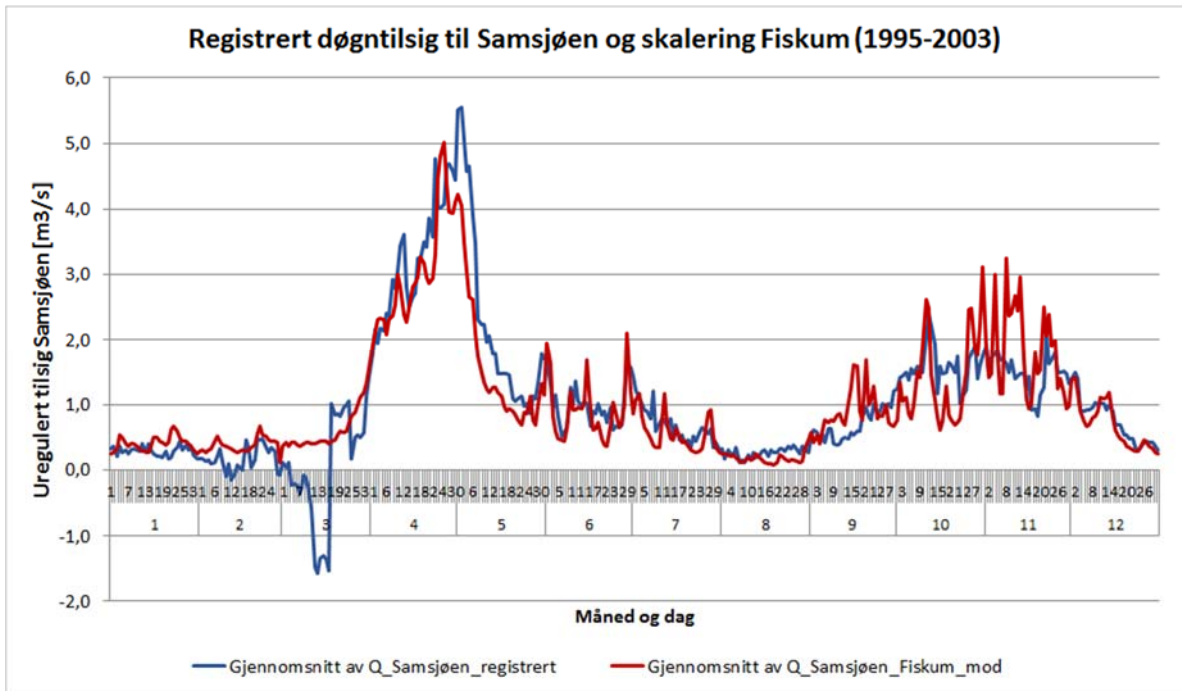
Figur 7: Beregnet døgntilslig for Samsjøen felt og vannføring Fiskum i 2013. Det er god korrelasjon mellom seriene.



Figur 8: Beregnet døgntilslig for Samsjøen felt og vannføring Fiskum i 2009. Noe tidligere vårflokk registreres for Fiskum, dette kan komme av at feltet ligger noe lavere enn Samsjøen.



Figur 9: Årsfordeling for tilslig til Samsjøen og skalering av vannføring i Fiskum for perioden 2004-2014. Det er god korrelasjon mellom seriene, men det er noen små avvik i perioden april og mai.



Figur 10: Årsfordeling for tilsg til Samsjøen og skalering av vannføring i Fiskum for perioden 1995-2003. Det er god korrelasjon mellom seriene, men det er avvik i perioden mars. Avvik kan skyldes at døgnsier er utledet fra ukesier (det eksisterte kun ukesier i perioden) og at magasinbalansen blir noe feil i beregning av registrert døgntilsg. Skalering av Fiskum betraktes som adekvat beregning av døgntilsg for Samsjøen til bruk i simulering.

Beregnet tilsig til Samsjøen for årene 1967-2014

Det er konstruert tilsigsserie for Samsjøen for perioden 1967-2014 ved skalering av vannmerke Rotua i perioden 1967-1994, og ved skalering av vannmerke Fiskum i perioden 1995-2014. Tilsigsserien vil bli brukt i simulering av nye krav i forbindelse med vilkårsrevisjon. Avrenning for den konstruerte tilsigsserien er ca. 17.0 l/s km².

Simulering av endring i restriksjoner

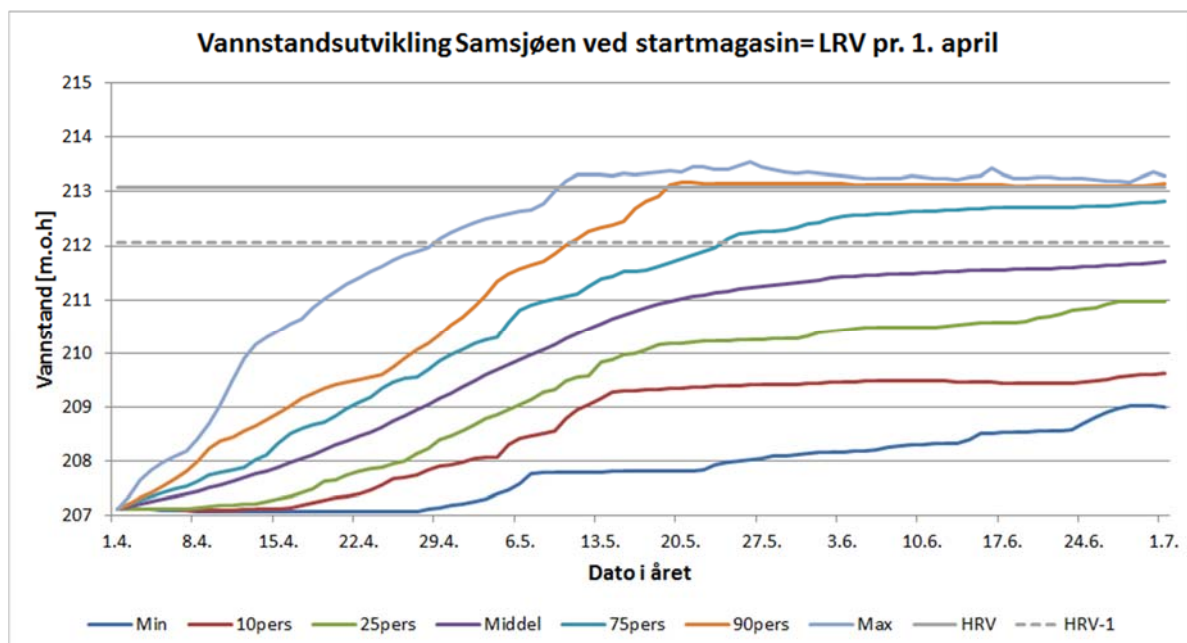
Det er utført simuleringer av vannstandsutvikling fra en gitt starttilstand i magasinet, og med uregulert tilsig fra den konstruerte tilsigsserien for perioden 1967-2014. I simuleringene er det antatt at tapping fra dammen kun er minsteføring (0.2 m³/s) fra 1.4. frem til uke 26. Overløp er beregnet og inkludert i simuleringene. Data for overløpsberegning er gitt fra FBR.

Simuleringene er utført i Matlab (numerisk programvareverktøy).

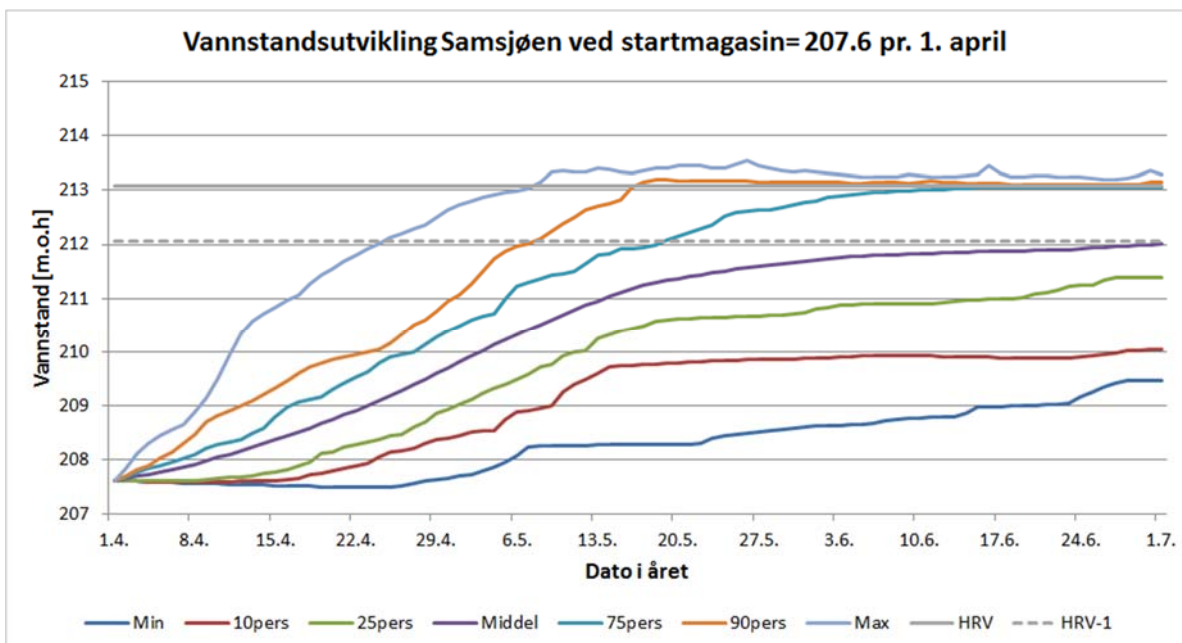
I forbindelse med vilkårsrevisjon for Samsjøen er det lagt fram krav om å nå HRV-1 m innen uke 26 (1.7). Det er simulert med forskjellige startnivå på magasin ved startdato 1.4. Resultatet er vist i Figur 11-Figur 16.

I Figur 17 er det vist en oppsummering av sammenheng mellom startnivå i magasin pr 1.4. og sannsynlighet for å nå krav om oppfylning til HRV-1 m innen 1.7 (rød kurve). Blå kurve viser sannsynlighet for å nå krav om oppfylning til HRV-1 m innen 1.7 ved forskjellige startnivå i magasin pr. 15.4.

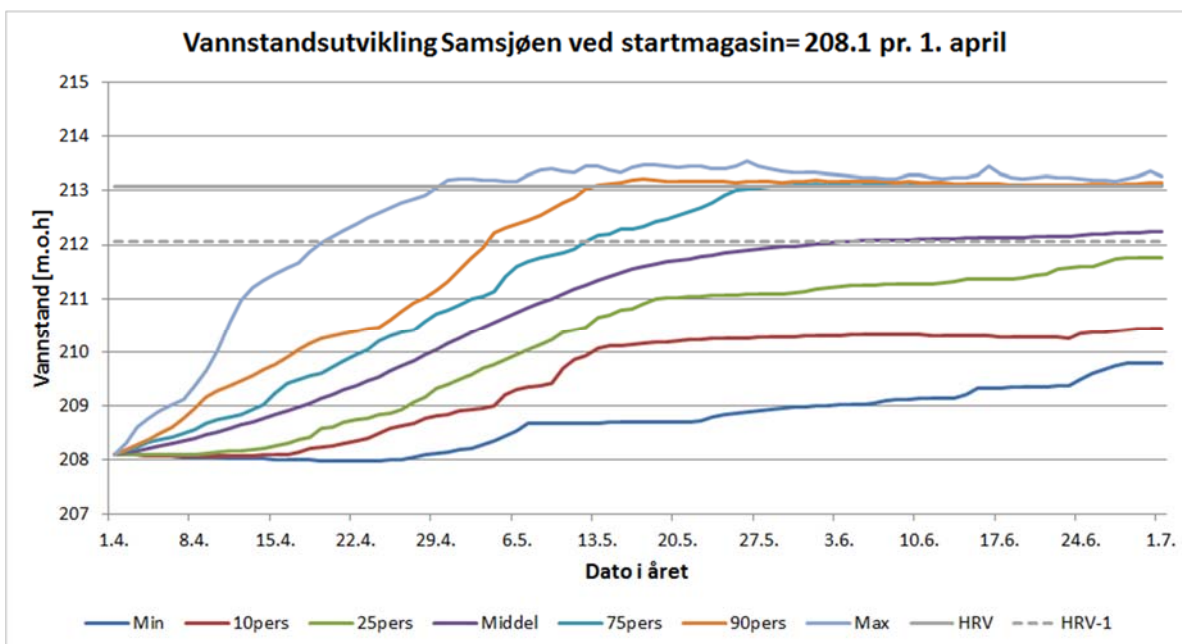
Figur 18 viser historiske vannstander i perioden 2004-2014.



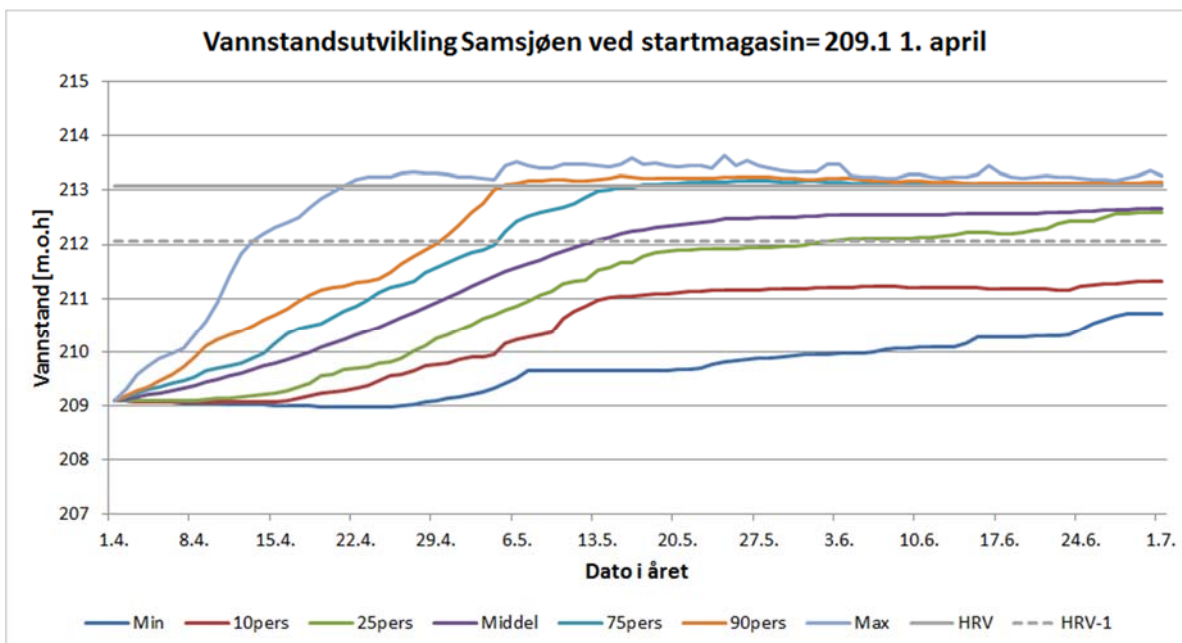
Figur 11: Vannstandsutvikling i Samsjøen ved startmagasin på LRV pr. 1.april. Kravet om å nå HRV-1 m innen 1.7 nås i ca. 50% av tilfellene (tilsigsår 1967-2014).



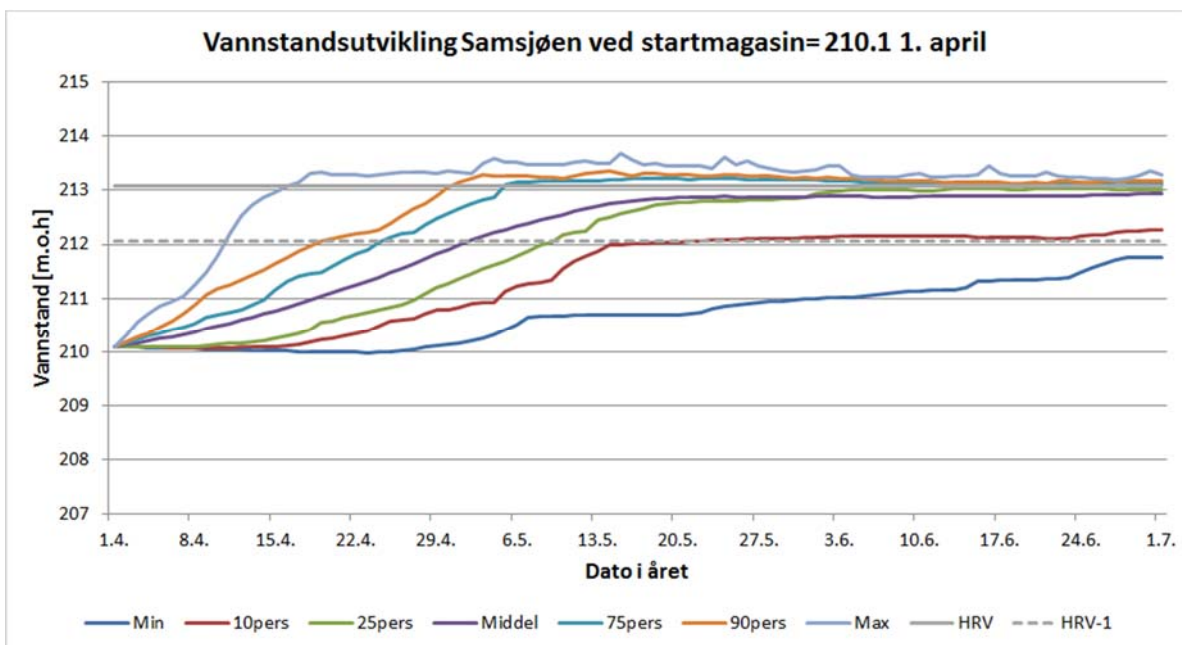
Figur 12: Vannstandsutvikling i Samsjøen ved startmagasin på kote 207.6 pr. 1.april. Kravet om å nå HRV-1 m innen 1.7 nås i ca. 54% av tilfellene (tilsigsår 1967-2014).



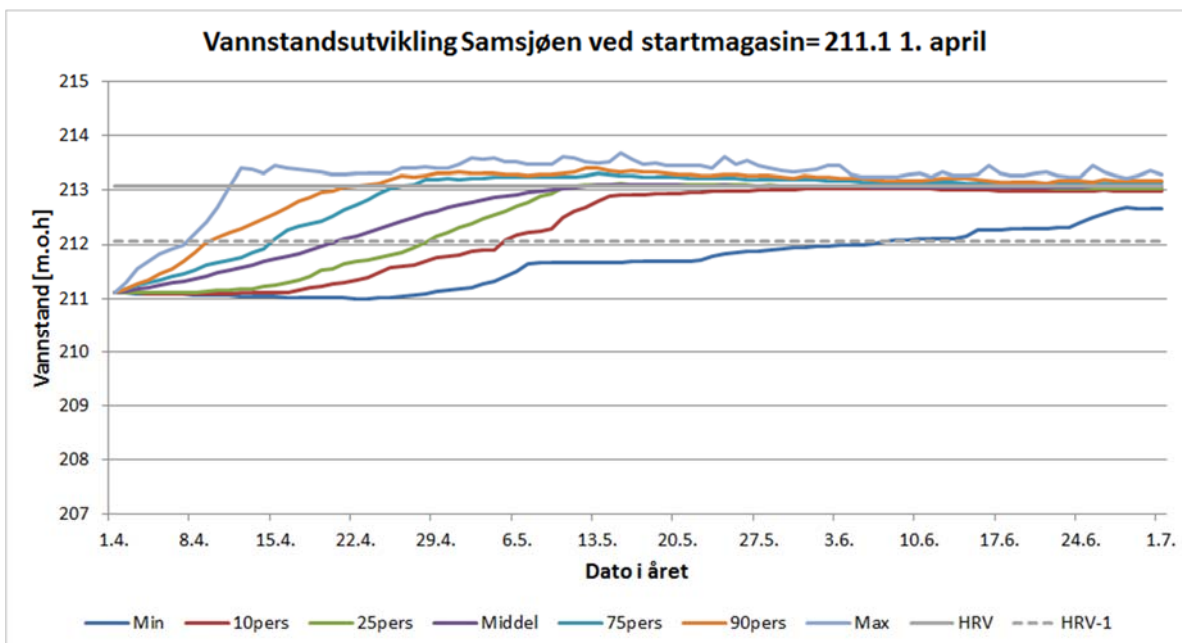
Figur 13: Vannstandsutvikling i Samsjøen ved startmagasin på kote 208.1 pr. 1.april. Kravet om å nå HRV-1 m innen 1.7 nås i ca. 65% av tilfellene (tilsigsår 1967-2014).



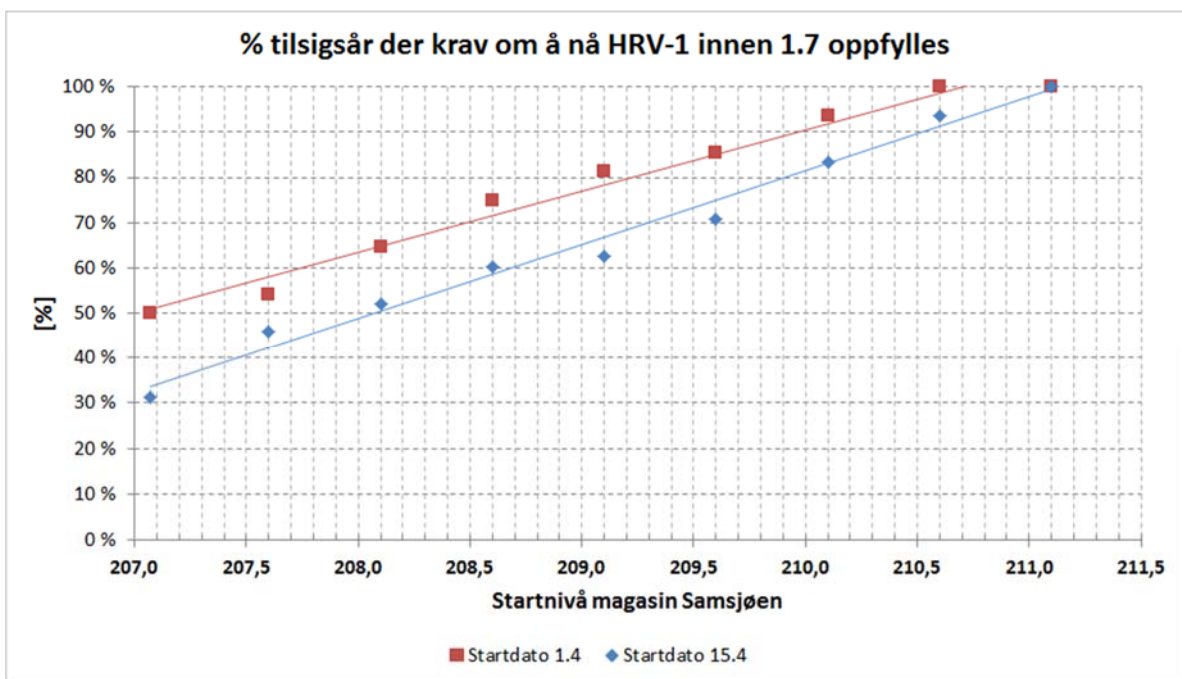
Figur 14: Vannstandsutvikling i Samsjøen ved startmagasin på kote 209.1 pr. 1.april. Kravet om å nå HRV-1 m innen 1.7 nås i ca. 81% av tilfellene (tilsigsår 1967-2014).



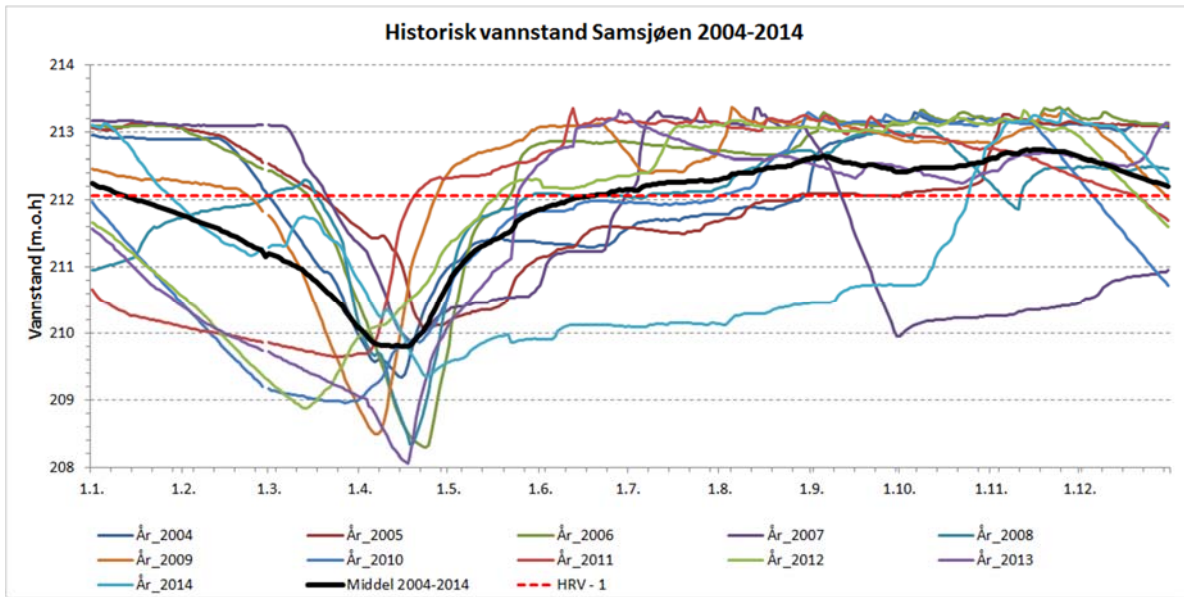
Figur 15: Vannstandsutvikling i Samsjøen ved startmagasin på kote 210.1 pr. 1.april. Kravet om å nå HRV-1 m innen 1.7 nås i ca. 94% av tilfellene (tilsigsår 1967-2014).



Figur 16: Vannstandsutvikling i Samsjøen ved startmagasin på kote 211.1 pr. 1.april. Kravet om å nå HRV-1 m innen 1.7 nås i 100% av tilfellene (tilsigsår 1967-2014).



Figur 17: Oppsummering av sammenheng mellom startnivå i magasin pr. 1.4. og 15.4 og sannsynlighet for å nå krav om å nå HRV-1 m innen 1.7.



Figur 18: Historiske målinger av vannstand i Samsjøen i perioden 2004-2014.