

Notat

TIL: Vassdrag og utbygging

FRA: Energidisponering og handel

KOPI

VÅR REF: Anne Bakke Aasen og Tone Gammelsæter

DERES REF: Bjarte Guddal, Øystein Jonsjord

DATO: 15. mai 2018

ANSVARLIG:

POSTADRESSE
Skagerak Kraft AS
Postboks 80
3901 Porsgrunn

BESØKSADRESSE
Flodeløkka 1
3915 PORSGRUNN

SENTRALBORD
35 93 50 00

INTERNETT
www.skagerakkraft.no

E-POST
firmapost.kraft@skagerakenergi.no

ORG. NR.: 979 563 531 MVA

Kraftproduksjon og magasindisponering

Innholdsfortegnelse

1.	Innledning.....	2
2	Dagens manøvreringspraksis	2
2.1	Kort om reguleringer, magasiner og overføringer	2
2.2	Magasinenes egenskaper, overføringer og produksjon.....	7
2.2.1	Hovdevatn/Ljosdalsvatn og Bergsvatn	7
2.2.2	Lintjønn/Liervatn og Nystølvatn.....	8
2.2.3	Sandsetvatn.....	9
2.2.4	Sundsbarrvatn	10
3	Konsekvenser for magasinutvikling ved økt minstevassføring	12
3.1	Ljosdalsvatn og Hovdevatn	12
3.2	Lintjønn/Liervatn og Nystølvatn.....	13
3.3	Sundsbarrvatn	13
4	Konsekvenser ved magasinrestriksjon	14
4.1	Forutsetninger	14
4.2	Magasinrestriksjon - basis	14
4.3	Magasinrestriksjon sommer – hard restriksjon	15
4.4	Magasinrestriksjon sommer – myk restriksjon	17
4.4.1	2017 – store variasjoner.....	19
4.4.2	1992 – lite sommertilsig.....	21
4.4.3	2014 – mye snø	21
4.4.4	Oppsummering myke restriksjoner.....	22
5	Vassføringsvariasjon i Vallaråi	23

6	Systemtjenester og økonomi	23
7	Oppsummering.....	24

1. Innledning

I forbindelse med revisjonen av vilkårene for Sundsbarmreguleringen er det fremmet krav om slipp av minstevassføring, magasinrestriksjoner og endring av drifts-/ kjøremønster. Dette dokumentet synliggjør konsekvenser av foreslåtte endringer i magasinrestriksjoner og kjøremønster.

For å kunne beskrive endringer i forhold til dagens reglement gis det i kap. 2 en beskrivelse av nåværende praksis for magasinindisponering og kjøremønster i Sundsbarm kraftverk (SK). I kap. 3 er det gitt en beskrivelse av konsekvensen for magasin vannstand ved minstevassføring.

Det er kommet ønske om at Sundsbarmvatn skal ha en viss minimumsvannstand i deler av sommerhalvåret. Det gis derfor i kap. 4 en vurdering av konsekvenser ved både "fast" og "myk" magasinrestriksjon for Sundsbarmvatn. Med "fast" magasinrestriksjon menes at vannstanden SKAL være på et minimumsnivå på en gitt dato, mens "myk" restriksjon er slik at man etter en bestemt dato ikke skal produsere før vannstanden har nådd en bestemt kotehøyde.

Kjøremønsteret ved Sundsbarm kraftverk sin påvirkning på vassføringen i Vallaråi belyses i kap. 5.

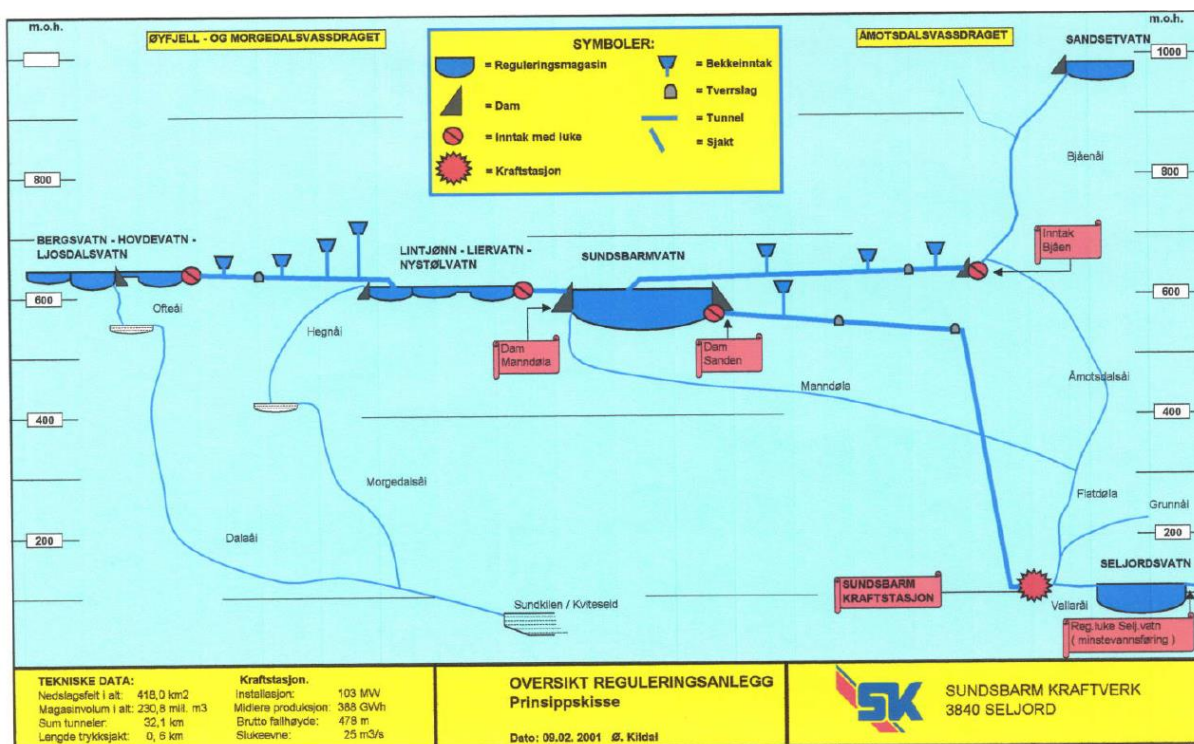
Forutsetninger og begrensninger i modeller som er benyttet til beregningene er belyst i kap. 4. I analysene benyttes tilsigsgrunnlag som er utarbeidet av hydrolog Trond Rinde, Norconsult (rapport: Tilsigsserier Sundsbarm, 2012-03-26) og Skagerak Krafts modeller som benyttes i daglig drift for langsiktig og kortsiktig optimalisering av kraftproduksjonen. Det er viktig å være klar over at tilsigsseriene som er utarbeidet ikke kan brukes i flomberegninger siden de er basert på HBV modell som underestimerer flomtopper.

2. Dagens manøvreringspraksis

Reguleringsanleggene, berørte elvestrekninger og overføringer er beskrevet i kapittel 3 og 5 i revisjonsdokumentet. Der er det også gitt en grundig teknisk beskrivelse av overføringer, tekniske anlegg og magasiner. I det følgende vil vi utfylle disse opplysningene med å beskrive dagens praksis for disponering av magasiner, overføringer og kraftproduksjon.

2.1 Kort om reguleringer, magasiner og overføringer

Reguleringsområdet har en vestre og en østre overføring. Den vestre overføringen omfatter Morgedals- og Øyfjellvassdraget med magasinene Ljosdalsvatn (inkludert Bergsvatn og Hovdevatn) og Lintjønn, Liervatn og Nystølvatn. Den østre overføringen omfatter Åmotsdalsvassdraget med magasinet Sandsetvatn, se skisse i Figur 1.



Figur 1 Prinsippkisse over reguleringsanleggene i Sundsbarmreguleringen

Figur 2 viser en mer detaljert kartskisse over den vestre delen av reguleringsområdet. Hovdevatn, Bergsvatn og Ljosdalsvatn ligger på Øyfjell og er oppdemt av en felles dam i Hovdevatn som har flomluke og ventil for minstevassføringsslipp. Fra dam Hovdevatn slippes minstevassføring som følger Ofteåi ned mot Oftevatn og videre ned Dalaåi til Sundkilen. Eventuell flom renner over dammen i Hovdevatn og følger samme løp som minstevassføringen. Vannet fra Ljosdalsvatn ledes i en overføringstunnel til Lintjønn. I tunnelinntaket er det en terskel på kote 645,10, og bak terskelen er det en stengeluke for å stenge eller redusere tilløpet til tunnelen. Tunnelen tar inn bekeinntakene Haukombekken, Kvernassåi, Selsvassbekken og Mjåvassbekken. I Ljosdalsvatn er det i tillegg en tappeluken som benyttes for å senke magasinet før vårfloppen, dette vannet ledes også inn i den samme overføringstunnelen.

Fra Lintjønn renner vannet videre via Liervatn til Nystølvatn. Eventuelt overløp renner over dam Lintjønn og ned Hegnåi til Morgedal, videre ned Morgedalsåi til samløp med Dalaåi. Ved behov for vann til minstevassføring ved målepunktet i Morgedal slippes vann fra luke i dam Lintjønn. Fra Nystølvatn ledes vannet i en 2 km lang tunnel til Sundsbarmvatn. Inntaket til denne tunnelen har en stengeluke som kan stenge av hele inntaket/overføringen. Etter denne stengeluken er det montert en terskelluke for å øke kapasiteten i flomsituasjoner og unngå overløp på dam Lintjønn.

Ved Dalaåi/Sundkilen er omlag 40 % av det opprinnelige nedslagsfeltet uregulert. Dersom Sundsbarmvatn når vannstanden HRV+10cm skal alle overføringer stenges og alt tilsig vil gå i naturlige elveleier. I en slik situasjon vil hele Dalaåis nedbørsfelt være uregulert og flommer opptre på samme måte som før Sundsbarmreguleringen.



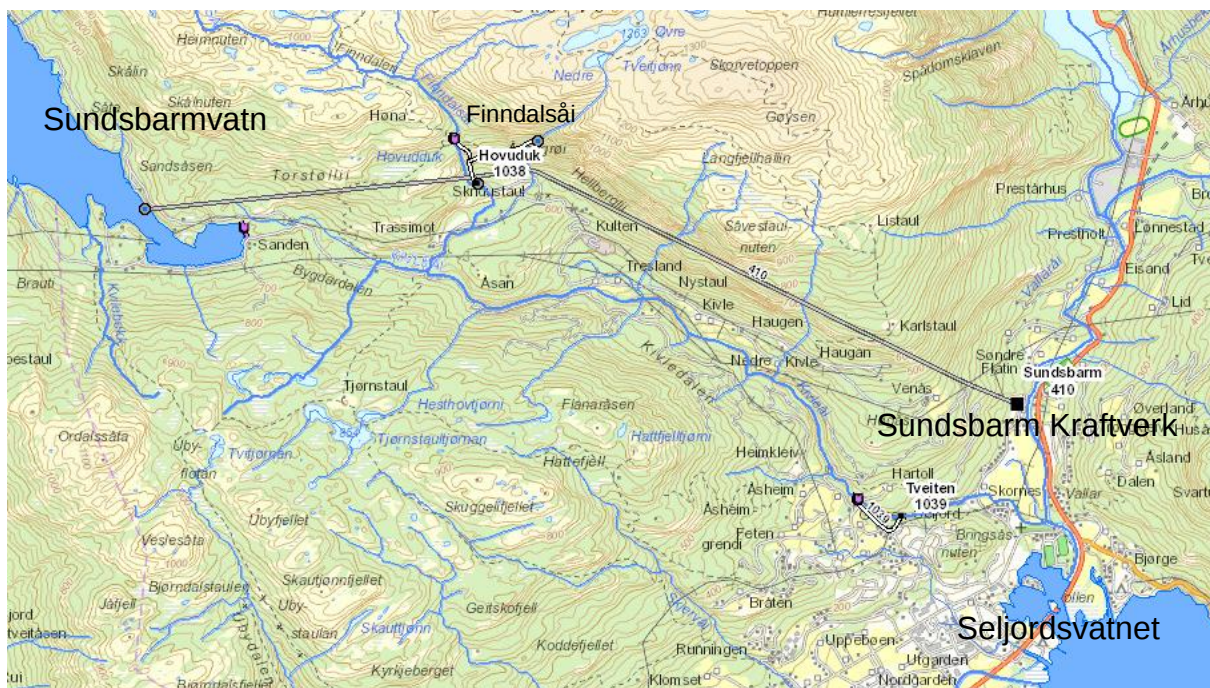
Figur 2 Kartskisse viser hvordan vannet fra Morgedals- og Øyfjellsvassdraget overføres via tunnelssystem til Sundsbarmvatn

Den østre overføringen omfatter Sandsetvatn og Åmotsdalsvassdraget (øvre deler av Bøvassdraget), se kartskisse i Figur 3. Vannet fra Sandsetvatn følger det opprinnelige vassdraget fram til inntak Bjåen, ovenfor Åmotsdal sentrum. Vannet ledes videre til Sundsbarmvatn via en 10 km lang overføringstunnel som også tar inn bekkeinntakene Rindebekken, Grovåi og Valeåi.



Figur 3 Kartskisse som viser hvordan vannet fra Sandsetvatn og Åmotsdalsvassdraget overføres via tunnelsystem til Sundsbarmvatn

Sundsbarmvatn er det største magasinet i reguleringsområdet og inntaksmagasin til Sundsbarm kraftverk. Eventuelt overløp fra Sundsbarmvatn renner over Manddalsdammen og ned Manddalsåi. Dersom Sundsbarm Kraftverk er utilgjengelig og lokaltilsiget til Seljordsvatnet er så lite at det er behov for ekstra vann til minstevassføringen i Bøelva kan man tappe gjennom luka i Manddalsdammen. Denne muligheten er begrenset av at vannstanden i Sundsbarmvatn må være minimum 588 moh (nødvendig vannstand for å få ut tilstrekkelig vann over luketerskel). Bekkeinntaket Finndalsåi leder direkte inn på driftstunnelen til kraftverket. Når kraftstasjonen står ledes vannet fra Finndalsåi over til Sundsbarmvatn. Driftsvassføringen fra kraftverket føres via en 600 m lang avløpstunnel ut i Vallaråi og videre ned til Seljordsvatn, se Figur 4. Nøkkeldata for reguleringsmagasinene er vist i Tabell 1.



Figur 4 Kartskisse viser hvordan vannet ledes fra Sundsbarmvatn til Sundsbarm kraftverk og videre ut i Vallaråi og Seljordsvatnet.

Samlet magasinvolument er 236,6 Mm³, og årlig middeltilsig er 358 Mm³. Middel årstilsig for 1930-2013 er utarbeidet i egen rapport "Tilsgisserier Sundsbarm – Nye tilsgisserier for bruk i Vansimtap for Sundsbarm Kraftverk", utarbeidet av Dr.ing i hydrologi, Trond Rinde, Norconsult. Se også kapittel 4.1.1 i revisjonsdokumentet om differansen mellom NVE sine avrenningstall og beregnede verdier for tilsig til Sundsbarmfeltet. Sum magasinkapasitet utgjør ca. 66 % av totalt tilsig, og det er derfor et regulantansvar å sørge for tilstrekkelig demping i magasinene for å redusere flom og produksjonstap.

Tabell 1 Nøkkeldata Magasiner

Magasin	HRV	LRV	Magasinvolument	Middel årstilsig ¹
	moh	moh	Mm ³	Mm ³
Ljosdalsvatn/Hovdevatn/Bergsvatn ²	647,60	640,30	9,5	135,6
Lintjønn (inkl Nystølvatn og Liervatn)	619,50	618,70	0,8	15,8
Sandsetvatn	986,00	980,00	10,0	27,8
Sundsbarmvatn ³	612,20	574,20	216,3	179,1
Sum			236,6	358,3

- 1) Middel årstilsig for 1930-2013 er utarbeidet i egen rapport "Tilsgisserier Sundsbarm – Nye tilsgisserier for bruk i Vansimtap for Sundsbarm Kraftverk", utarbeidet av Dr.ing i hydrologi, Trond Rinde, Norconsult.
- 2) Middel årstilsig inkluderer bekkeinntakene Haukombekken, Kvernassåi, Selsvassbekken og Mjåvassbekken
- 3) Middel årstilsig inkluderer bekkeinntakene Bjåenåi, Rindebekken, Grovåi, Valeåi og Finndalsåi

Sundsbarm Kraftverk ble satt i drift i 1970 med ett aggregat på 103 MW installert effekt. Både maskinhall og tunnel ble bygget for å gi plass til to aggregater. Det er per i dag ett aggregat i Sundsbarm Kraftverk med maks slukeevne på ca. 24 m³/s.

Det er gitt konsesjon for 2 aggregater hver på 100 MW, jfr. brev av 27. 09.1966, hvor industridepartementet godkjenner planendringssøknad fra SK datert 23.06.1966. Ved gjennomføring av vassdragsskjønnene og fastsetting av erstatninger/avbøtende tiltak ble følgende forutsetninger for vannbruk i kraftstasjonen lagt til grunn, jfr. overskjønnet fra 1979, seksjon X, rettsbok 10, kap. VII, pkt. 11.0, side 26: *"Forbruket av vann gjennom Sundsbarm kraftstasjon pr. uke (7 sammenhengende døgn), skal ikke overstige 4,5% av 420 mill. m³ = 18,9 mill m³. Turbinene kan overbelastes til 54 m³ pr. sek."*

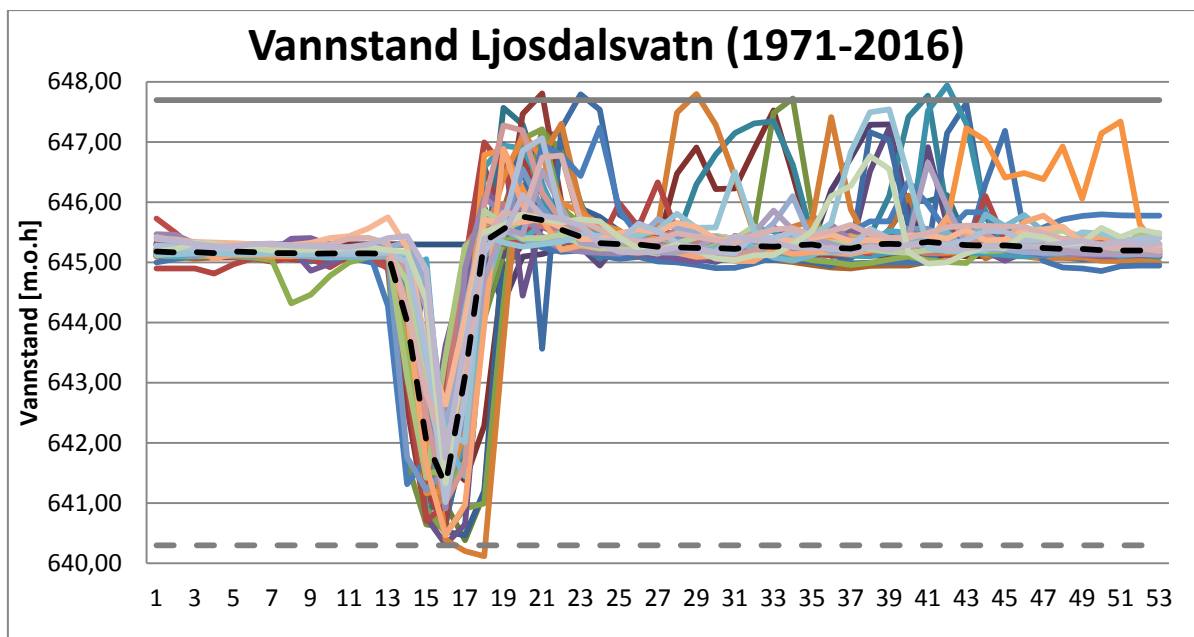
En viktig hensikt ved byggingen av Sundsbarm kraftverk var å kunne levere "Toppkraft" og kraftverket leverer rett inn på Statnetts 300 kV linjer, noe som også fremgår av St. prp. nr. 96 (1961-1962). Sundsbarm kraftverk er derfor bygget for hurtige start/stopp og regulering av last for å kunne understøtte behovet i kraftnettet. Sundsbarm kraftverk driftes i dag med en Francis-turbin og kan produsere i området 60-103 MW, noe som tilsvarer vassføring på ca. 16-24 m³/s (avhengig av fallhøyde).

2.2 Magasinenes egenskaper, overføringer og produksjon

2.2.1 Hovdevatn/Ljosdalsvatn og Bergsvatn

Ihht reglementet tappes Ljosdalsvatn ned mot LRV om senvinteren i perioden 1.-20. april. Selv om vannstanden i Ljosdalsvatn senkes ned mot LRV vil ikke Hovdevatn senkes noe særlig under kote 645 på grunn av begrensninger i overføringskanalen fra Hovdevatn til Ljosdalsvatn. Når luka stenges ca. 20. april fylles magasinene naturlig i løpet av snøsmeltingen. I de aller fleste år er Ljosdalsvatn fullt allerede i løpet av første halvdel av mai, se historiske vannstander i Figur 5. Vannstanden i Hovdevatn ligger vanligvis ca. 10-50 cm høyere enn Ljosdalsvatn, og vannet renner naturlig fra Hovdevatn til Ljosdalsvatn. Inntaket til tunnelen over til Lintjønn er utformet med en overløpsterskel på kote 645,10. Så snart vannstanden i Ljosdalsvatn overstiger denne terskelhøyden vil vann renne naturlig over terskelen og inn i tunnelen. Vassføringen er avhengig av vannstanden i Ljosdalsvatn. Det er samlet tilsig til Hovdevatn og Ljosdalsvatn, sammen med minstevassføringsslipp fra Hovdevatn og vannet som naturlig renner over terskelen inn i overføringstunnelen, som påvirker vannstandsutviklingen i disse magasinene. Overføringen fra Ljosdalsvatn inkludert bekkeinntakene utgjør ca. 38 % av totalt middeltilsig til Sundsbarm kraftverk, og er således en svært viktig overføring. I et år med store snømagasiner er det viktig å få overført mest mulig vann til Sundsbarmvatn for å unngå flom fra Hovdevatn, samtidig med at det ikke legges press på Lintjønn/Liervatn og Nystølvatn.

Det er stor variasjon i sommertilsiget til Ljosdalsvatn/Hovdevatn. Normalt er tilsiget såpass høyt om sommeren og høsten at vannstanden i både Ljosdalsvatn og Hovdevatn ligger høyere enn terskelen i tunnelen, se Figur 5.



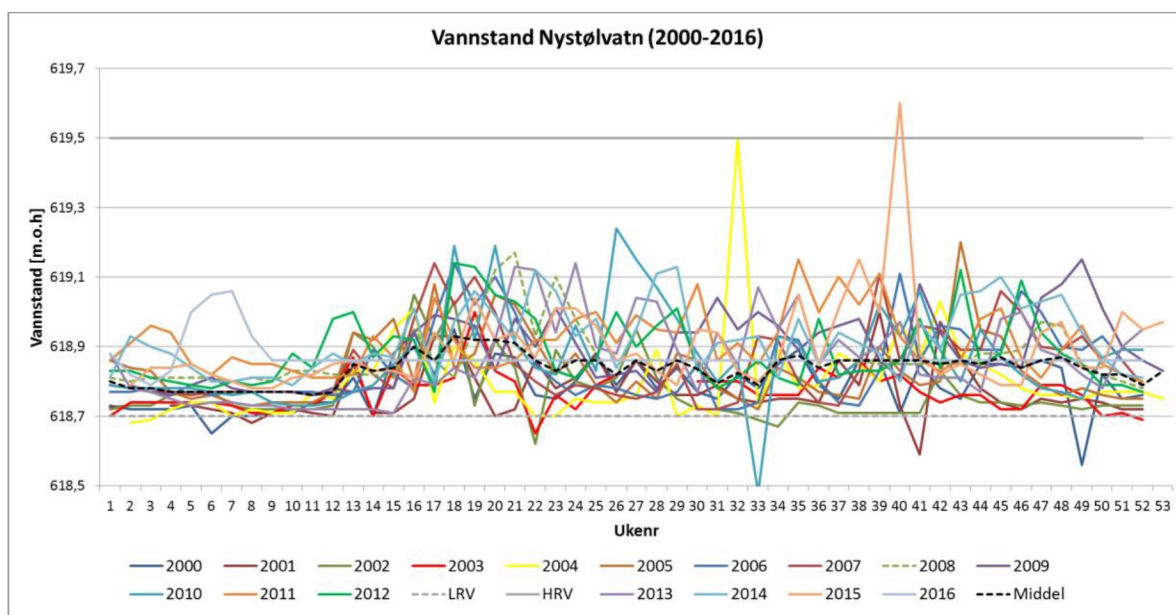
Figur 5: Vannstandsutvikling i Ljosdalsvatn i perioden 1971-2016, svart stiplet linje viser medianvannstand. LRV = 640,30, HRV = 647,60.

I en svært tørr periode kan tilsiget være så lavt at vannstanden kan bli senket under terskelhøyden, siden det tappes minstevassføring fra Hovdevatn. Sist dette skjedde var i 2015, da vannstanden var 645,00 på det laveste i slutten av juli, dvs. 10 cm under terskelen i overføringstunnelen. I en svært våt periode kan overføringen fra Ljosdalsvatn til Lintjønn stenges for å redusere presset på Lintjønn og minimalisere overløp fra Lintjønn og nedover Hegnåi og Morgedalvassdraget. Denne type stenging kan være nødvendig både i snøsmelteperioden om våren og om sommeren/høsten og skjer vanligvis flere ganger i løpet av et år. Overløp i Hovdevatn er ikke vanlig, men har forekommet både i forbindelse med vårflo og høstflo, spesielt i situasjoner der overføringstunnelen må stenges for å lette presset på Lintjønn. I løpet av de siste 10 årene har Hovdevatn hatt overløp i 9 perioder. Våren 2013 var vannstanden i Hovdevatn 648,60 på det høyeste (over 60 cm høyere enn i Ljosdalsvatn), da var overløpet over 60 m³/s. I en flomsituasjon der overføringstunnelen er stengt og magasinene er fulle vil delfeltet være uregulert og overløpet renner nedover Ofteåi mot Høydalsmo og videre nedover Dalaåi til Kviteseid.

2.2.2 Lintjønn/Liervatn og Nystølvatn

Lintjønn, Liervatn og Nystølvatn henger sammen og fungerer som overføringsmagasin for vannet som ledes fra Ljosdalsvatn og videre til Sundsbarmvatn. Magasinene har kun 80 cm reguleringshøyde, og reguleres i hovedsak for å minimalisere overløp på dam Lintjønn (se Figur 6). I perioder med mye tilsig kan man som nevnt over, stenge overføringstunnelen fra Ljosdalsvatn og samtidig sette luka i tunnelen fra Nystølvatn til Sundsbarmvatn helt åpen. Slik blir mest mulig av lokaltilsiget overført til Sundsbarmvatn samtidig som en minimaliserer overløpet på dam Lintjønn (under forutsetning av at det er plass i Sundsbarmvatn). Dette skjer gjerne flere ganger årlig, både om våren og om sommeren/høsten. I løpet av de siste 10 årene har Lintjønn hatt overløp i 10 perioder.

Lintjønn brukes også som inntaksmagasin for Morgedal vassverk, samt at det slippes vann for å overholde kravet til minstevassføring i Morgedalsåi. Vannforbruket i vannverket er så lite (størrelsesorden 50 m³/døgn) at det ikke er nødvendig å ta hensyn til dette i vanndisponeringen.



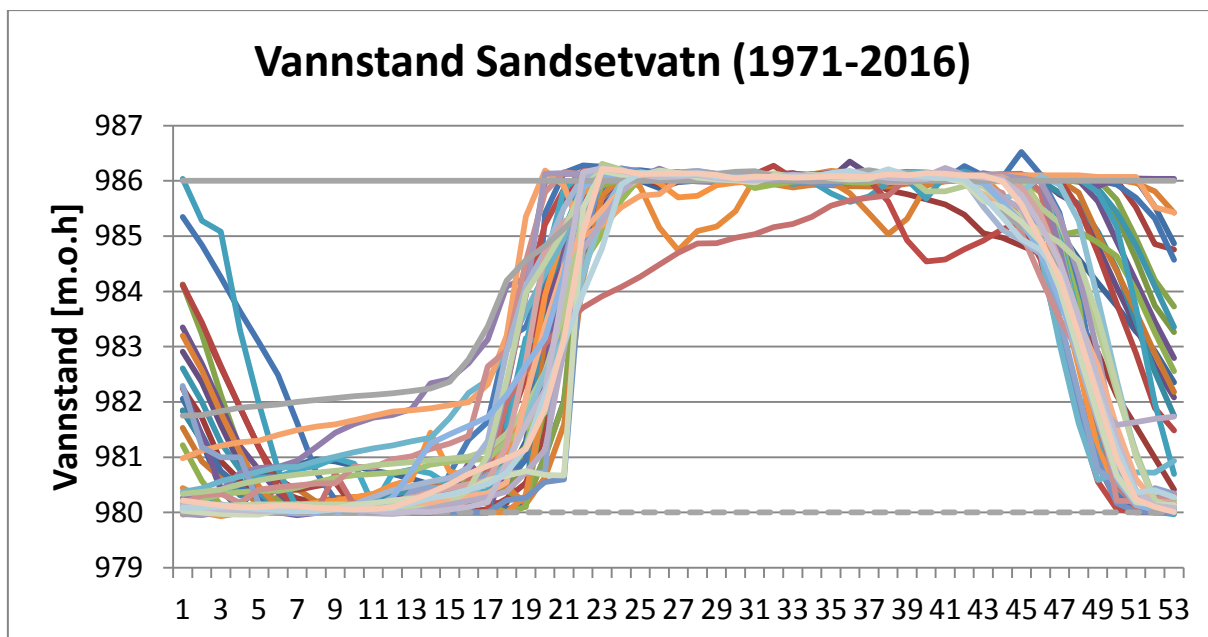
Figur 6: Vannstandsutvikling i Nystølvatn i perioden 2000-2016. LRV= 618,70, HRV = 619,50

2.2.3 Sandsetvatn

I skjønnsforutsetningene er det fastsatt følgende om vannstand i Sandsetvatn i sommerhalvåret: (HRV er 986,00 moh)

"I perioder fra vårflommens avslutning og fram til det tidspunkt på høsten da magasinet tappes ned for vinteren, vil ikke magasinet bli senket lavere enn k. 984,50. Magasinet vil bli tappet ned til nedre reg.grense med tilnærmet jevn tapping over 10 uker. Tappingen begynner innenfor tidsintervallet 15. november – 15. desember. Magasinet vil etter nedtappingen bli holdt nedtappet fram til vårflommen."

Sandsetvatn fylles normalt opp til HRV under vårsmeltingen og ligger det meste av sommeren med naturlig overløp i sommerhalvåret (se Figur 7). Figur 7 viser at sommeren 1996 var så tørr at Sandsetvatn nådde HRV først i uke 39. SK har siden 2005 praktisert en ordning som innebærer at Sandsetvatn tappes ned i perioden 20.oktober – 15.desember. Det har tidligere vært problemer med is i vassdraget under tappingen, og for å vise aktsomhet startes tappingen tidligere en forutsatt i skjønnsforutsetningene for å redusere faren for isoppstuvning. Tappeluken står åpen fram til vårsmeltingen starter. Da stenges luka, og alt tilsig går til oppfylling.



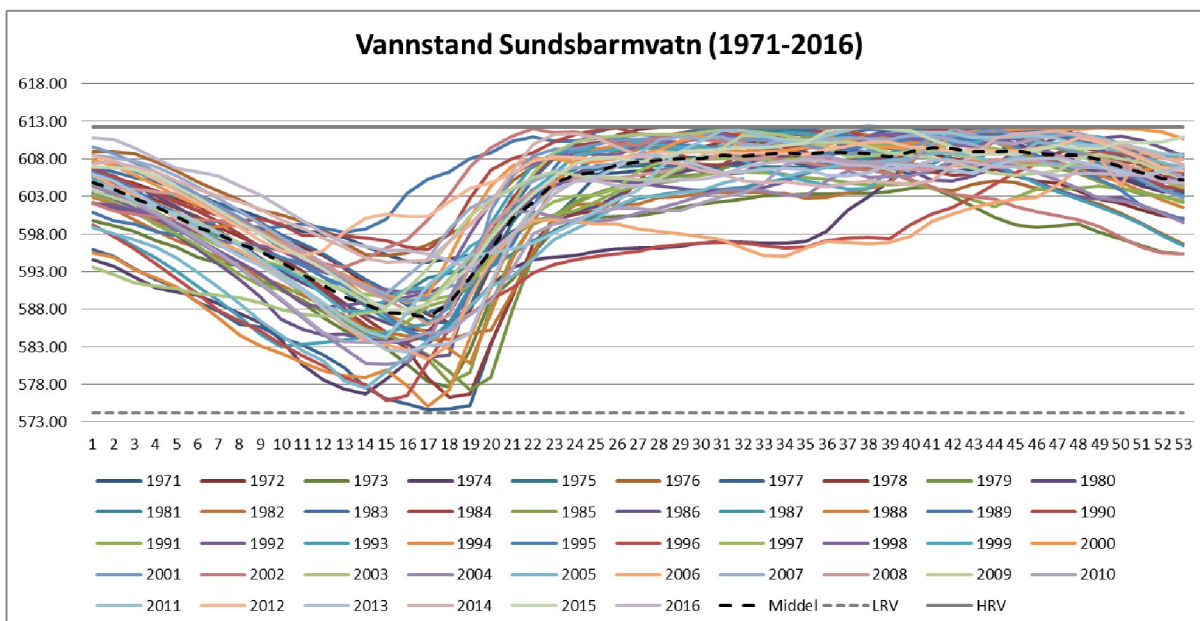
Figur 7 Vannstandsutvikling i Sandsetvatn i perioden 1971-2016. LRV = 980 HRV = 986

Vassføringen fra Sandsetvatn renner naturlig ned til inntak Bjåen og overføres videre til Sundsbarmvatn. Tunnelsystemet fra Bjåen til Sundsbarmvatn (som også tar inn bekkeinntakene Rindebekken, Grovåi og Valeåi) har en teoretisk samlet overføringskapasitet på 24-26 m³/s. Overløp i Bjåen renner ned Åmotsdalen og videre til Flatdal og Vallaråi. Det er normalt med overløp i Bjåen under snøsmeltingen, men forekommer også om sommeren/høsten i perioder med mye nedbør og høyt tilsig. Ved behov benyttes luka i Bjåen til å sikre minstevassføringen i Flatdal.

2.2.4 Sundsbarmvatn

Sundsbarmvatn er det største magasinet med magasinivolum på hele 216,3 Mm³. Sundsbarmvatn tappes ned i løpet av vinteren og fylles normalt i løpet av våren/sommeren (se historisk vannstand i Figur 8). I disponeringen av vannet i Sundsbarmvatn tas det hensyn til både fallhøyde (stor fallhøyde gir høyere virkningsgrad enn lav fallhøyde), flomfare og optimalisering av vannet til kraftproduksjon. I de fleste år ligger Sundsbarmvatn over kote 603 i sommerhalvåret, og praksis viser at det er klokt/nødvendig å ha en buffer for å kunne håndtere en høytilsigsperiode uten fare for overløp og flom.

Tilsigsstatistikken for Sundsbarm kraftverk viser at det er mange registreringer i august, september og oktober som viser sum tilsig over fem dager som er høyere enn 20 Mm³, og noen få år viser over 30 Mm³ i sum tilsig over fem dager. Når Sundsbarmvatn har vannstand 608 moh er magasinfillingen 181,1 Mm³, dvs magasinet har et dempingsvolum på ca. 35 Mm³. I perioder med flom nedstrøms og høy vannstand i Seljordsvatn kan Sundsbarmvatn bidra til flomdemping ved at kraftverket står. De siste årene har denne situasjonen inntruffet årlig. I en situasjon der Sundsbarmvatn nærmer seg fullt og overføringer fra vest- og østfeltet må stenges vil flomfaren øke i alle deler av reguleringsområdet.

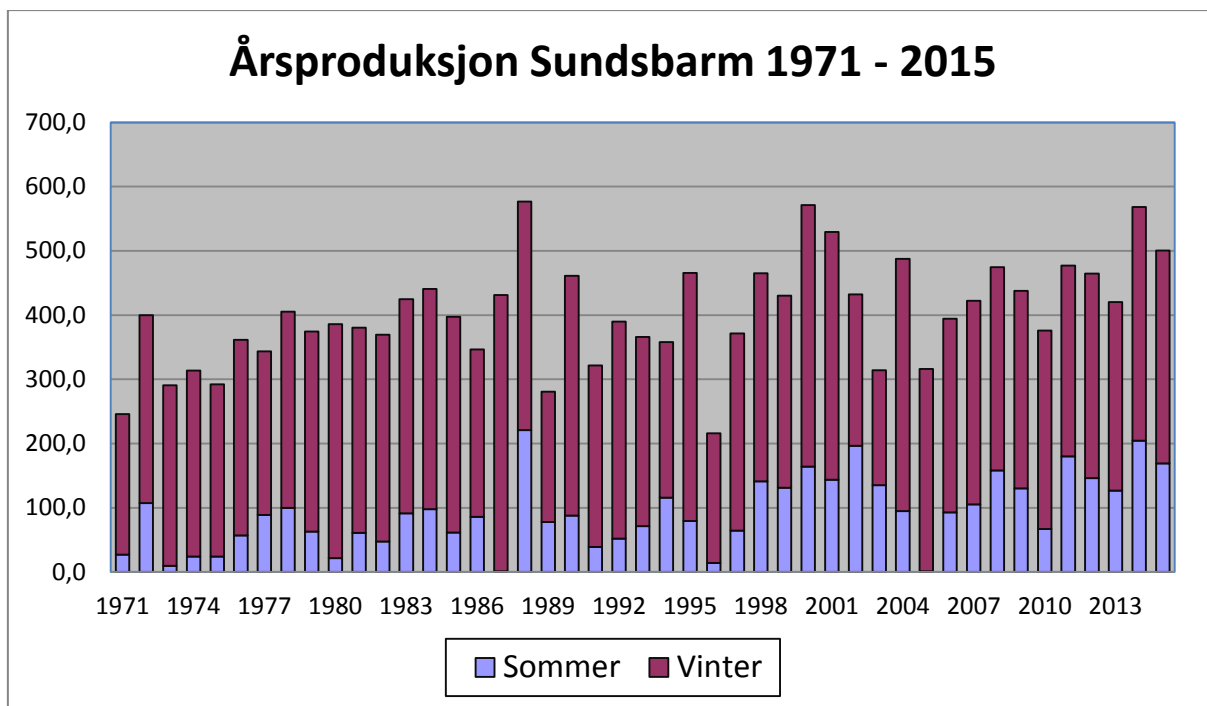


Figur 8: Vannstandsutvikling i Sundsbarmvatn i perioden 1971-2016. LRV = 574,2 HRV = 612,2

Lengre revisjoner i Sundsbarm kraftverk planlegges vanligvis i perioden mars – juni siden vannstanden i Sundsbarmvatn da er lav og revisjonen kan gjennomføres med liten fare for vanntap og overløp.

Sundsbarm kraftverk har en gjennomsnittlig brukstid på ca. 4400 timer per år ved produksjon ved beste virkningsgrad (3900 timer ved maksimal effekt). Det er høy høst- og vinterproduksjon. I svært kalde perioder om vinteren er det et viktig miljøtiltak å kjøre kraftverket jevnt for bidra til jevn vassføring i Bøelva. Dette reduserer risikoen for ising og tilstopping av vassdraget. Sundsbarm Kraftverk tilstreber derfor å kjøre med jevn vassføring i ekstra kalde perioder når det er fare for islegging i Bøelva, se også kap. 3.17 i "Kommentarer til høringsinnspill". Variasjonen i tilsiget om sommeren og høsten er stor og produksjonsmønsteret i denne perioden er dermed preget av dette.

Historisk har sommer- og vinterproduksjonen i Sundsbarm fordelt seg som vist i Figur 9 (hentet fra Revisjonsdokumentet).



Figur 9 Produksjon i Sundsbarm kraftverk 1971-2015 fordelt på sommer- og vinterproduksjon

Sundsbarm Kraftverk må bidra med vann for å sikre minstevassføringen i Bøelva dersom lokaltilsiget til Seljordsvatnet ikke er tilstrekkelig. Seljordsvatnet er uregulert og det er Bø kommune som er regulert. Pålagt minstevassføring i Bøelva er på 3 m³/s. I tillegg har SK inngått avtale med Bø kommune om å øke dette kravet til 4,5 m³/s, se beskrivelse av dette i kapittel 3.17 *Seljordsvatn og Bøelva*. I tørre perioder om sommeren har Sundsbarm Kraftverk produsert i ca. 1,5 døgn per uke for å sørge for tilstrekkelig minstevassføring. Dette er ikke uvanlig; senest sommeren 2017 var det nødvendig med påfyll gjennom produksjon i Sundsbarm kraftverk i ferieukene i juli.

Sundsbarm kraftverk ble bygd for og er godt egnet til å levere systemtjenester, og er med på å sikre strøm og systemstøtte når kundene har behov, gjennom aktiv deltakelse i Statnetts markeder for systemtjenester.

3. Konsekvenser for magasinutvikling ved økt minstevassføring

Konsekvenser for magasinutvikling ved endring av minstevassføringsslipp er analysert basert på dagens regelverk (se kapittel 3.15.2 Tabell 5), 5-persentil sommer og vinter (=Q95, se Tabell 1 i vedlegg 9) og et nytt alternativ for minstevassføringsregime (se Kapittel 3.15.2).

3.1 Ljosdalsvatn og Hovdevatn

Dersom minstevassføringsslippet fra Hovdevatn økes vil Ljosdalsvatn og Hovdevatn fylles noe seinere om våren. Disse magasinene skal være nedtappet 20. april, deretter starter oppfylling i takt med snøsmeltingen. Normalt er tilsiget så høyt i snøsmeltingen at en endring av minstevassføringen fra 40 l/s til 150 l/s (vurdert forslag) eller Q95 sommer (186 l/s) ikke endrer fyllingstidspunkt vesentlig. I et tørt år med lav og rolig snøsmelting kan imidlertid tidspunkt for oppfylling forskyves med noen dager.

Sommertilslaget til Ljosdalsvatn og Hovdevatn er normalt høyere enn begge forslagene til minstevassføring. I en slik situasjon ventes vannstanden i Hovdevatn og Ljosdalsvatn å være omtrent som før, med den forskjell at noe mer vann tappes i minstevassføring fra dam Hovdevatn, og noe mindre vann overføres til Lintjønn via overføringstunnelen. Noen få år har tilsiget i perioder i august og september vært lavere enn begge forslagene til minstevassføringslipp. I en slik tørr periode vil vannstanden i Hovdevatn og Ljosdalsvatn kunne bli senket under terskelhøyden på 645,10. Hvor lavt magasin vannstanden vil synke er avhengig av magasin vannstanden før den tørre perioden inntreffer, samt varighet og størrelse på tilsiget.

3.2 Lintjønn/Liervatn og Nystølvatn

Som tidligere beskrevet fungerer Lintjønn/Liervatn/Nystølvatn mest som et overføringsmagasin og man vurderes for (om mulig) å unngå overløp i Lintjønn. Et økt minstevassføringslipp fra Hovdevatn vil redusere overføringen til Lintjønn tilsvarende, og et økt slipp fra Lintjønn vil resultere i redusert overføring til Sundsbarmvatn. Magasinkapasiteten i disse tre små magasinene er så liten i forhold til vannmengden som strømmer gjennom dem i snøsmelteperioden at de foreslåtte alternativene til minstevassføring ikke ventes å gi vesentlige endringer i oppfyllingstidspunkt, men overført vann til Sundsbarmvatn vil reduseres tilsvarende slippet av minstevassføring fra Hovdevatn og Lintjønn.

Historisk har det vært noen få år hvor beregnet tilsig til Lintjønn/Liervatn/Nystølvatn (inkludert tilsiget til bekkeinntakene på tunneloverføringen fra Ljosdalsvatn, men antatt ingen overføring fra Ljosdalsvatn) har vært lavere enn vurdert forslag (75 l/s) og Q95 (49 l/s). Dersom minstevassføringskravet endres til det vurderte forslaget forventer man derfor at man har nok lokaltilsig også i en tørr periode til å kunne sikre minstevassføringen i Hegnåi, i tillegg har man magasinert vann i Lintjønn, Liervatn og Nystølvatn.

3.3 Sundsbarmvatn

I Sundsbarmvatn vil vannstanden bli påvirket av summen av minstevassføringene i reguleringsområdet. En økning i minstevassføring fører til at det blir overført mindre vann i overføringstunnelen fra Nystølvatn, og det overføres mindre vann fra østfeltet til Sundsbarmvatn. Dette fører til at vannstanden i Sundsbarmvatn vil stige litt seinere om våren. I et normalår har Sundsbarmvatn kote 606 i uke 25 mens vannstanden på samme tidspunkt vil være ca. 10 cm lavere med vurdert forslag til minstevassføring, og ca. 20-25 cm lavere med Q95, forutsatt at de andre magasinene fylles som normalt. Produksjonen vil reduseres tilsvarende minstevassføringsslippet dersom magasindisponeringen skal være omtrent som før.

I en tørr periode uten overføring av vann fra vestfeltet og redusert overføring fra østfeltet vil vannstanden i Sundsbarmvatn bli noe lavere enn med dagens reglement dersom minstevassføringsslippet øker. Historisk tilsig til Sundsbarmvatn viser at det er observasjoner der størrelsen på lokaltilsiget er helt i grenseland i forhold til de foreslåtte minstevassføringslippene. I det vurderte alternativet til minstevassføringsregime vil vannstanden i Sundsbarmvatn ikke synke siden foreslåtte slipp ikke skjer direkte fra Sundsbarmvatn men fra andre slipp punkter, men den vil øke mindre enn med dagens reglement. I og med at overført vannmengde går ned vil fyllingen av magasinet gå saktere enn med dagens minstevassføringsregime. Dersom det pålegges minstevassføringslipp fra Mandalsdammen vil vannstanden derimot synke i en tørr periode. I en slik tørr periode vil det ventelig være behov for produksjon i Sundsbarm Kraftverk for å sikre nok

vann til minstevassføring i Bøelva, dermed kan man forvente at vannstanden i Sundsbarmvatn i slike perioder vil kunne bli litt lavere enn tidligere.

4. Konsekvenser ved magasinrestriksjon

4.1 Forutsetninger

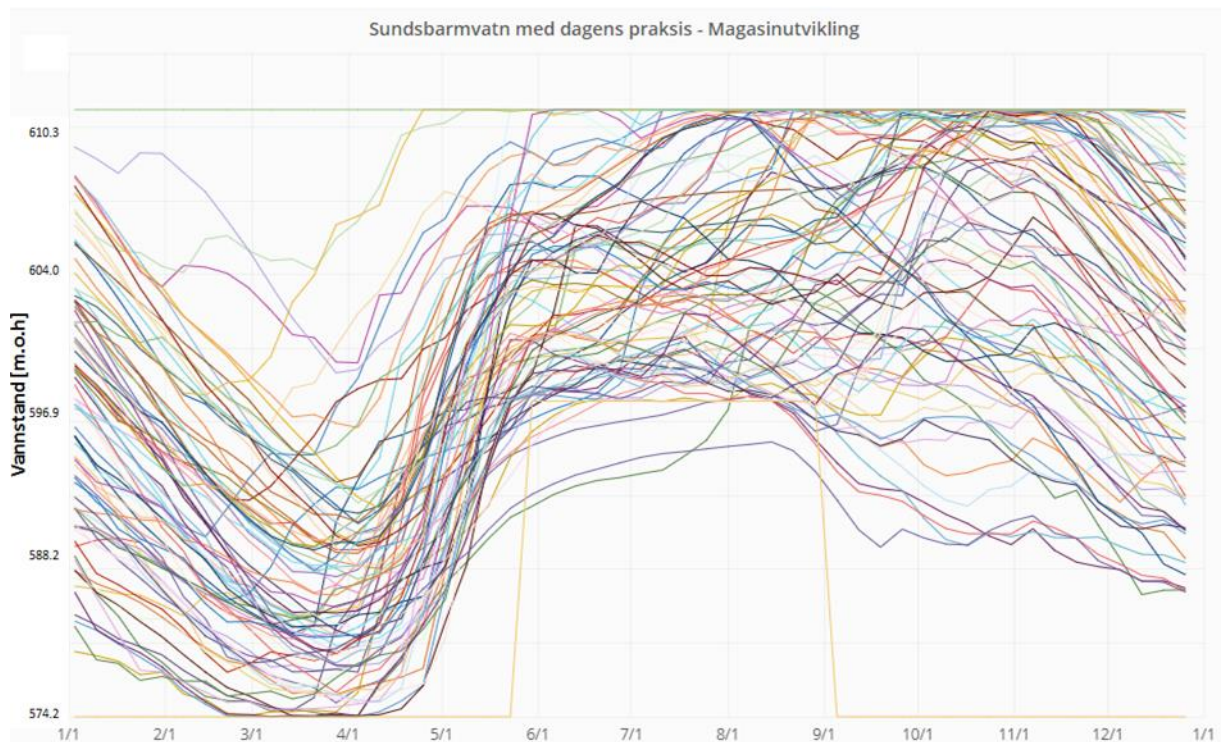
Vi har benyttet Sintefs modeller; Vansimtap og Prodrisk, for å belyse konsekvenser ved magasinrestriksjon i Sundsbarmvatn. Prodrisk er en optimaliseringsmodell der disponeringen av vannkraften beregnes med hensyn til alle fysiske restriksjoner i systemet i tillegg til at usikkerhet i markedspris og tilsig er hensyntatt. For å gi et helhetlig bilde ved innføring av strengere magasinrestriksjoner har vi sett på konsekvensene ved å justere minstevassføringen til Q95 sommer og vinter (se kapittel 3.15.2 Minstevassføringskrav). En svakhet med denne type modell er at den beregner magasinbalanser på ukesoppløsning slik at den ikke klarer å få fram utfordringene ved kortvarige tilsigstopper på for eksempel 2-5 dager.

Resultatene fra modellkjøringene illustrerer magasinutvikling, produksjonsmønster og flomfare ved krav om å være oppe ved en gitt kotehøyde ved en bestemt dato. Modellen er god til å analysere absolutte restriksjoner i vannveien, men håndterer ikke tilstandsavhengige restriksjoner slik som myke restriksjoner. For å synliggjøre konsekvensene av myke restriksjoner har vi lagt inn en lengre revisjon i modellen for å tvinge Sundsbarm Kraftverk til å stå i oppfyllingsperioden. Dermed får man fram magasinutviklingen slik den vil være når kraftverket ikke produserer.

Modellene inkluderer også magasinene oppstrøms Sundsbarmvatn, men resultatene er ikke tatt med her siden de ikke har liten betydning for disponeringen av Sundsbarmvatn i sommerhalvåret. Magasin oppstrøms Sundsbarmvatn vil i sommerhalvåret normalt ligge på naturlig overløp og alt tilsig vil gå til Sundsbarmvatn.

4.2 Magasinrestriksjon - basis

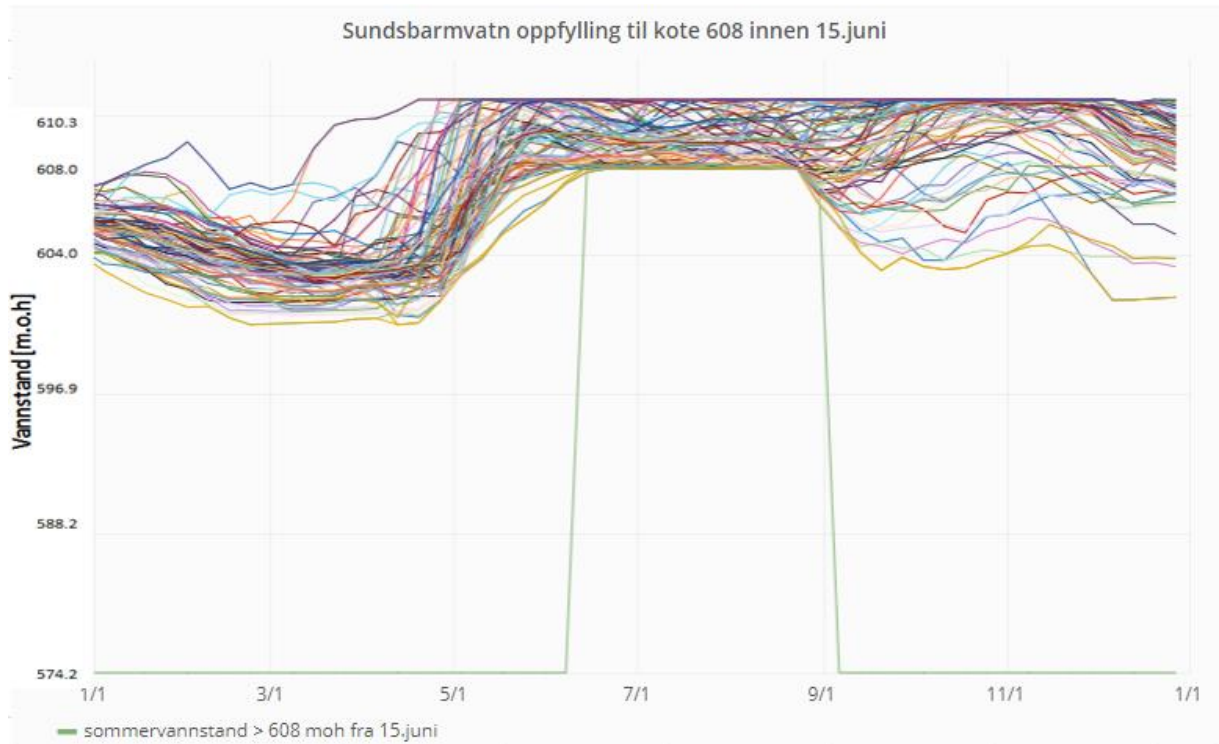
Figur 10 viser hvordan modellen vil disponere vannet med dagens praksis og reglement for magasin vannstand og viser resultatene for alle tilsigsårene som vi har i modellen. Dette scenariet vil benyttes som basisscenario. Modellen ønsker høy produksjon fra november til april og å ha mulighet til å kjøre unna vann i løpet av smelteperioden i mai/juni. Sommerproduksjonen er i stor grad avhengig av tilsiget.



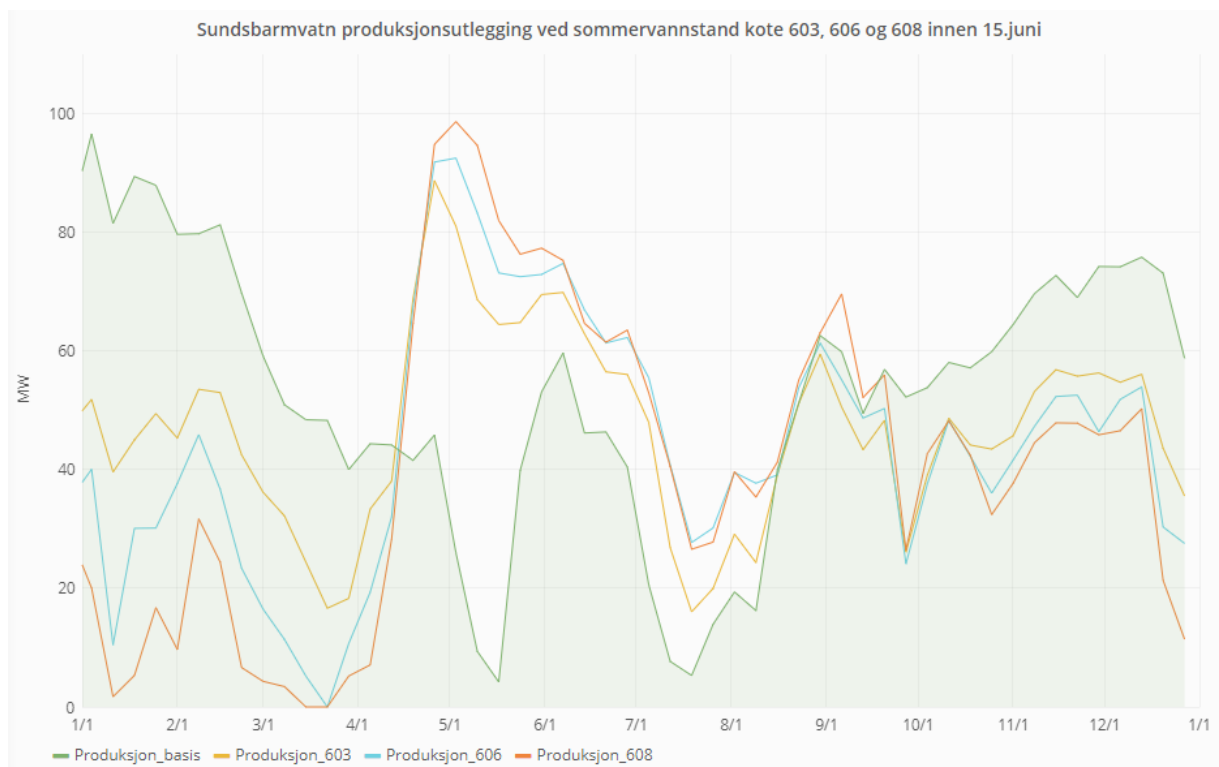
Figur 10 Simulert vannstandsutvikling i Sundsbarrvatn med dagens sommerrestriksjon på 598,00.

4.3 Magasinrestriksjon sommer – hard restriksjon

Vi har utført analyser med minimumsvannstand i Sundsbarrvatn fra 15.juni – 31.august på hhv 603, 606 og 608 moh. Figur 11 viser simulert magasinutvikling i Sundsbarrvatn for alle tilsigsår i modellen i scenariet med sommervannstandsrestriksjon på 608,00 fra 15. juni til 1. september. Magasinkravet er vist med grønn linje i figuren, og vi ser at vannstanden for alle årene tilfredsstiller dette kravet.



Figur 11 Simulert vannstandsutvikling i Sundsbarrvatn med fast magasinrestriksjon på 608,00 per 15. juni.



Figur 12: Viser medianproduksjon (snitt MW per uke) for Sundsbarm for scenariene: 608 (rød), 606(blå), 603(gul) og basis(grønn).

Simuleringene viser at modellen vil sikre at man klarer å oppfylle magasinrestriksjonen for absolutt alle tilsigsår og må derfor legge igjen høyt restmagasin ved inngangen til vårsmeltingen uansett om

magasinrestriksjonen er 603 moh., 606 moh. eller 608 moh. Ingen av simuleringene viser at man kan ta sjansen på å senke magasinet ned mot LRV, slik man har anledning til med dagens reglement. For å sikre oppfylling av magasinet til vannstandskravet må regulanten ta høyde for lite nedbør og sein snøsmelting og restriksjonen begrenser dermed disponeringen i så stor grad at man ikke kan utnytte magasinets LRV.

Denne type magasinrestriksjon vil endre produksjonsmønsteret til mindre produksjon om vinteren og mer om våren og sommeren, begrense fleksibiliteten og samtidig begrense mulighet til å produsere når etterspørselen etter elektrisk kraft er stor. Dette ser vi tydelig i Figur 12 som viser medianproduksjon i snitt MW per uke for hhv Basisscenariet, og de tre scenariene med sommermagasinrestriksjon 603, 606 og 608. Denne typen magasinrestriksjon kan føre til redusert mulighet til å produsere strøm om vinteren og ved vårknipe. Et høyt magasin ved inngangen til smelteperioden kan gi økt kjørepres i smeltingen, noe som kan øke vassføringen i vassdraget nedstrøms i en periode med allerede høyt tilsig i restfeltet.

En regulant har et generelt ansvar for ikke å forøke flom. Regulantene er pålagt aktivt å overvåke, prognosere og manøvrere slik at eventuelle flommer påvirker samfunnet negativt i minst mulig grad. Muligheten for flomdemping blir sterkt redusert ved de foreslåtte restriksjoner på bruk av magasinvolument.

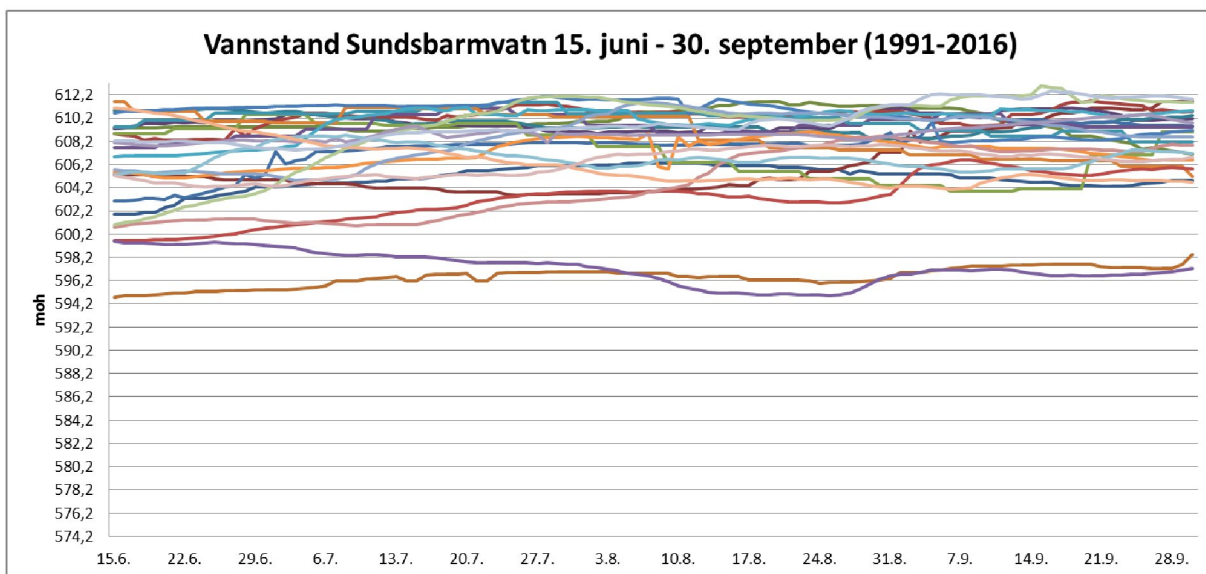
Innføring av et krav om en minste magasin vannstand på en gitt dato innebærer i praksis at en ikke vil kunne utnytte magasinets reguleringshøyder. Skagerak vil påpeke at restriksjoner som i praksis innebærer at man ikke kan utnytte magasinenes LRV ikke kan pålegges ved en vilkårsrevisjon. HRV og LRV er en del av konsesjonen og skal i henhold til OEDs retningslinjer ikke revideres (OED 2012). Innføring av en magasinrestriksjon som formaliserer at magasinet skal ha en viss kotehøyde på en bestemt dato anser vi derfor å være utenfor det som kan pålegges ved en revisjon.

Utfordringene med å ha høy magasin fylling om sommeren som følge av en sommervannstandsrestriksjon er synliggjort og diskutert i neste avsnitt om myk vannstandsrestriksjon.

4.4 Magasinrestriksjon sommer – myk restriksjon

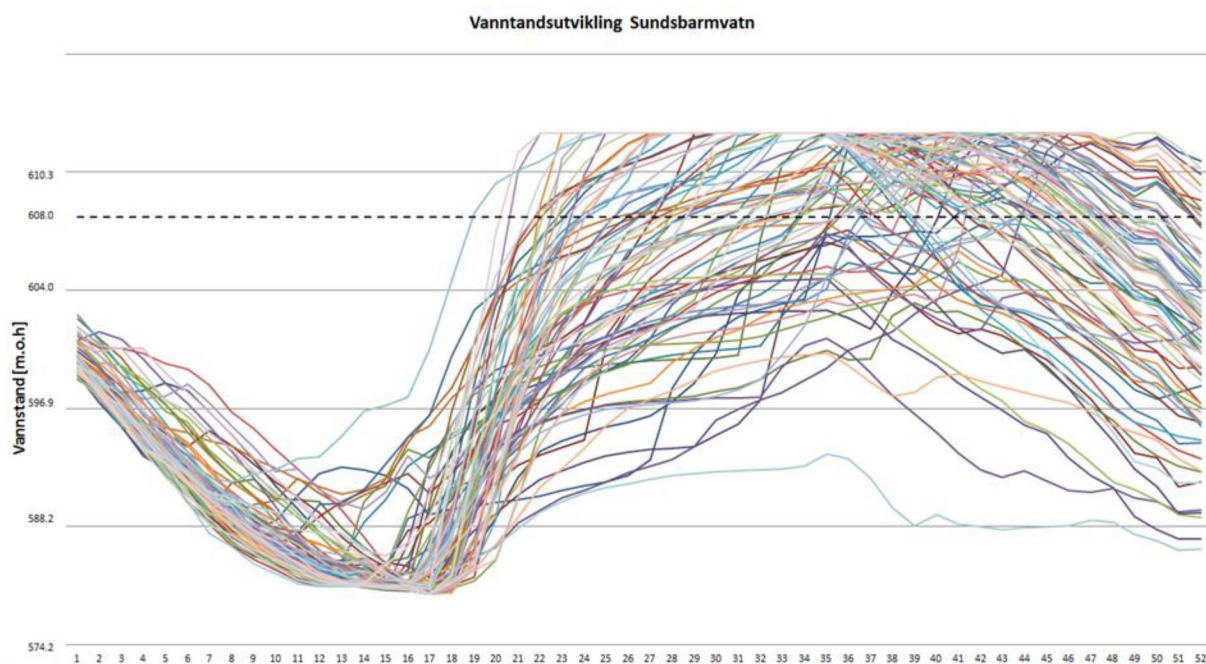
Selv om man vil kunne senke magasinet i løpet av vinterperioden vil en såkalt myk magasinrestriksjon heller ikke være uproblematisk. Det kan oppstå utfordringer både under oppfylling og i perioden om sommeren og ved inngangen til høsten som følge av at magasinet har høy vannstand.

I Figur 13 vises målt sommervannstand i Sundsbarmvatn med døgnoppløsning i årene 1991-2016. Med unntak av to år har vannstanden ligget over 603 fra begynnelsen av juli og i de aller fleste årene har vannstanden vært høyere enn 606. 1996 og 2006 skiller seg ut som to svært tørre somre. For å sikre tilfredsstillende vilkår for båtutsett har SK en selv pålagt praksis som innebærer at vannstanden i Sundsbarmvatn som minimum skal være på kote 598 moh i perioden 1. juni til 1. august.



Figur 13: Historisk vannstand i Sundsbarmvatn i perioden 15. juni til 30. september i årene 1991-2016.

Som tidligere nevnt må Sundsbarm Kraftverk bidra med vann for å sikre minstevassføringen i Bøelva dersom lokaltilsiget til Seljordsvatnet ikke er tilstrekkelig, enten ved produksjon i Sundsbarm kraftverk eller ved å slippe vann gjennom luka i Mandalsdammen dersom kraftverket er utilgjengelig. Denne forutsetningen er ikke lagt inn i modellen, og medfører at vannstandsutviklingen vil bli noe annerledes i enkelte år. I praksis vil man måtte sikre tilstrekkelig vann til minstevassføring, slik at vannstanden i magasinet må ligge noe høyere enn kravet.



Figur 14 Simulert vannstandsutvikling i Sundsbarmvatn etter nedtapping til ca 10 % magasinivolum i uke 17 og uten produksjon i Sundsbarm kraftverk fra uke 17 til 39.

Figur 14 viser spredningen i simulert vannstandsutvikling i Sundsbarmvatn under forutsetning av at magasinet senkes til ca. 10 % 1. mai, og uten mulighet til å produsere i perioden 1. mai til 30. september. Siden modellen ikke har mulighet til å ha tilstandsbaserte restriksjoner (som at man

ikke kan produsere før en viss vannstand), har vi valgt å legge inn en revisjon i kraftverket i perioden 1. mai til 30. september. Vann over HRV blir da flomtap i modellen. Denne grafen viser dermed hvor hurtig magasinet fylles, men ikke hvor mye som må produseres for samtidig å holde sommervannstand og sørge for en viss flomdemping. Vi ser lett at det er stor variasjon i hvor fort magasinet fylles, noe som skyldes at det er stor forskjell på tilsigsvolum og tidspunkt for snøsmelting fra år til år.

I smelteperioden om våren kan dempingen i magasinet utnyttes slik at kraftverket kan stå i perioder med press nedstrøms. I år med høyt snømagasin og forventning om høyt smeltetilsig har man med dagens reglement mulighet til å forhåndstappe ved å produsere under oppfylling, og dermed bidra til å skåne vassdraget nedstrøms og redusere risiko for flom. I Figur 14 ser vi at det er mange tilsigsår som gir en bratt stigning i magasinet også etter at vannstanden har nådd 608,00. Et år med slikt tilsig vil man måtte starte å produsere idet vannstanden passerer sommervannstanden for å holde unna, og likevel er det usikkert om man kan produsere nok til å unngå overløp. Dersom man innfører et reglement som hindrer regulanten i å agere proaktivt ved å kjøre unna vann under oppfylling de årene smeltetilsiget forventes å være så stort at Sundsbarmvatn ikke har plass til alt, vil man komme i konflikt med kravene fra NVE om nettopp å agere proaktivt for å redusere fare for flom. Selv om det er sjelden man har så høyt snømagasin at man kan forvente å fylle hele magasinet, er nedbøren i smelteperioden ikke kjent på forhånd og tidspunkt for snøsmelting varierer fra år til år. Senest våren 2017 hadde en nedbørsperiode i midten av mai stor innvirkning på fyllingen av magasinene. Tilsiget om sommeren og høsten kan også variere mye. Tilsigsstatistikken fra årene med produksjon (1972-2017) viser at sum tilsig i perioden mellom 15. juni og 30. september har variert mellom 22 Mm³ og 245 Mm³ med et gjennomsnitt på 102 Mm³.

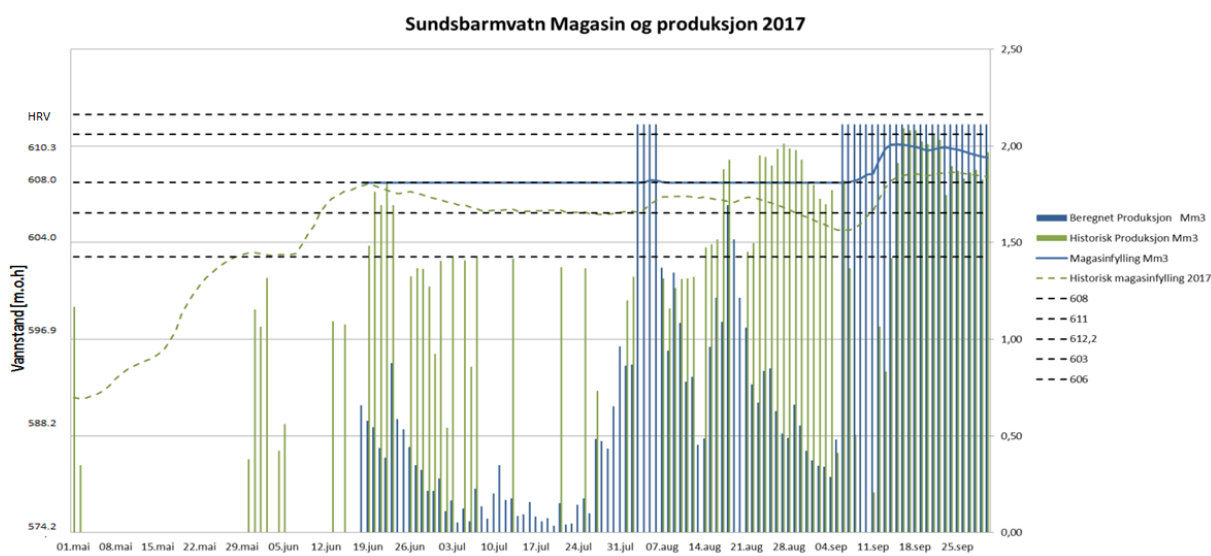
Det er stor forskjell på å forholde seg til en tilvant praksis og et formelt magasinkrav med krav om ikke å produsere før magasinet når en viss vannstand. En formalisering av "dagens praksis" til et magasinkrav vil medføre at man alltid må planlegge magasindisponeringen med en buffer i forhold til den gitte vannstandsrestriksjonen. Dette for å sørge for at en kan overholde magasinkravet uansett, siden tilsiget kan variere svært mye fra år til år. Det betyr for eksempel at dersom det innføres en magasinrestriksjon i deler av sommerhalvåret så vil man måtte planlegge med å ligge godt over denne vannstanden, for å kunne sikre tilstrekkelig vann til minstevassføring dersom det blir behov i løpet av perioden. Da vil magasinet samtidig bli mer flomutsatt og ha redusert kapasitet til flomdemping. Dette fordi man ikke har anledning til å produsere i forkant når man har høye tilsigsprognoser men må vente til tilsiget kommer. Spesielt om sommeren er usikkerheten i nedbørsvarslene store, og tilsiget kan variere mye. Vi opplever årlig at Sundsbarmmagasinet er viktig for å kunne dempe flom nedstrøms og et krav om en høy vannstand om sommeren og høsten vil kunne gi økt kjøprepress i Sundsbarm Kraftverk samtidig med at det er høye tilsig i restfeltet.

4.4.1 2017 – store variasjoner

Vi skal ikke lenger tilbake enn til høsten 2017 for å finne et godt eksempel på at Sundsbarmmagasinet er viktig for å kunne dempe flom nedstrøms. Sundsbarm Kraftverk ble stanset i Dyrsku-helga i september for å minske presset på vannstanden i Seljordsvatnet. I løpet av ca. en uke steg Sundsbarmvatnet med over 3 meter, fra ca. 604,80 til over 608. Dette tilsvarer et

økt vannvolum på over 24 mill m³. Dersom vannstanden hadde vært 608,50 ville Sundsbarmvatn steget til ca. 611,35 i løpet av disse dagene gitt samme produksjonsmønster.

2017 var et år der vann- og tilsigssituasjonen endret seg raskt ved flere anledninger. Lite snø gjorde at man forventet lav vannstand i Sundsbarmvatn på forsommeren. I midten av mai kom noen dager med svært mye nedbør, og sammen med snøsmelting gjorde det at magasinene raskt ble fylt opp, og i juni kom en ny runde med mye nedbør og nok en kraftig stigning i magasinet, se Figur 15.



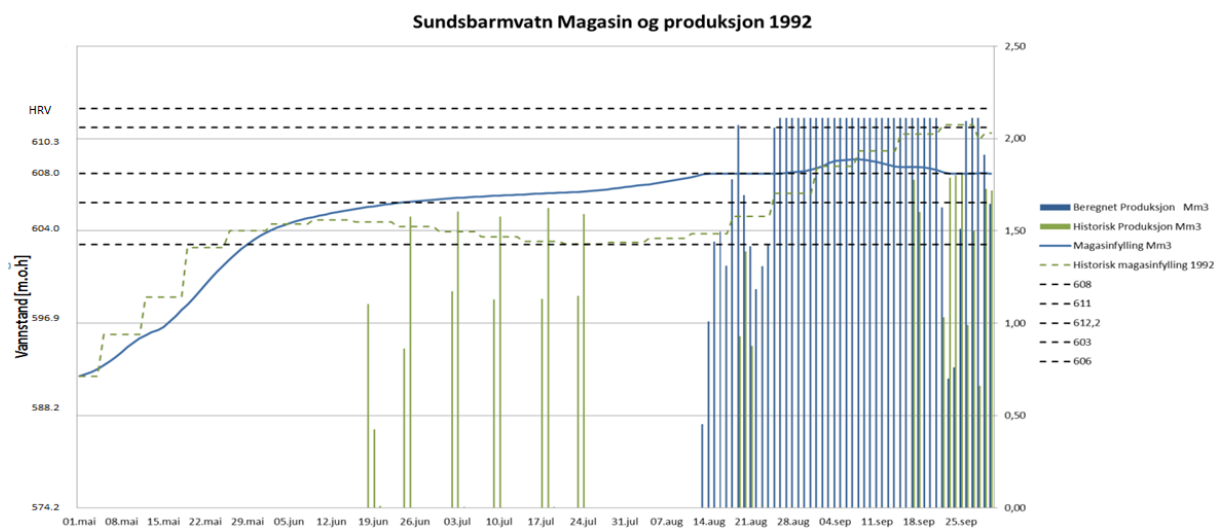
Figur 15 Sundsbarmvatn sommeren 2017, historisk og simulert magasinvannstand og produksjon

Vannstanden i 2017 vises i Figur 15 med grønn stiplet linje, mens vannforbruket ved produksjon i 2017 er i Mm³/døgn (referert høyreaksen) og vises i grønne stolper. Vi ser at Sundsbarmvatn nådde vannstanden 608 i midten av juni. For å illustrere konsekvensen av en eventuell sommervannstand på 608,00 i 2017 har vi beregnet hvilken døgnproduksjon (omregnet til Mm³) som hadde vært nødvendig dersom man ønsket å holde vannstanden på 608 gjennom sommeren og fram til 1. oktober. Denne magasininnfyllingen vises med blå linje, og tilsvarende vannforbruk ved produksjon med blå stolper. De horisontale svarte linjene viser fra toppen vannstandene 612,20 (=HRV), 611, 608, 606 og 603. De blå stolpene viser at det produseres mye når tilsiget er høyt, og lite når tilsiget er lavt, siden det ikke er mulig å produsere i forkant av tilsigstoppene pga magasinkravet.

Juli 2017 var preget av lite tilsig, og Sundsbarm Kraftverk produserte for å sikre minstevassføring i Bøelva og vannstanden i Sundsbarmvatn lå på ca. 606 moh. I august ble produksjonen økt som forberedelse til en lang revisjon i Sundsbarm Kraftverk våren 2018. I starten av september begynte en langvarig periode med høye tilsig, magasininnfyllingen steg kraftig - og foruten dagene da man holdt igjen produksjon på grunn av Seljordsvatnet og Dyrsku'n har det vært tilnærmet full produksjon. Dersom vannstanden hadde vært på ca. 608 i begynnelsen av september ville man nesten nådd kote 611, selv med maksimalproduksjon i hele perioden. I dette tilfellet ble også overføringen fra Ljosdalsvatn redusert for å redusere presset på Lintjønn. Dette viser hvor fort situasjonen kan endre seg i løpet av kort tid – og hvor forskjellige situasjoner som kan oppstå i løpet av et år.

4.4.2 1992 – lite sommertilsig

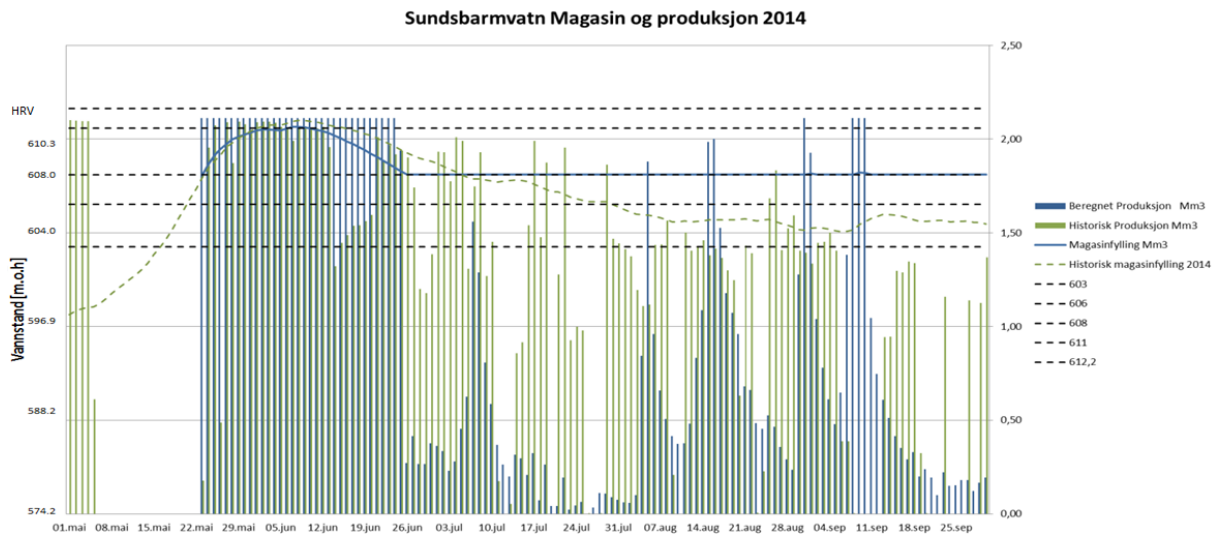
1992 er et godt eksempel på en vår og sommer med lite tilsig, se Figur 16. I denne figuren er også målte verdier markert med grønt og beregnede med blått. Denne sommeren nådde ikke Sundsbarmvatn 608 moh før i slutten av august, og det var nødvendig med litt produksjon i juni og juli for å sikre minstevassføringen i Bøelva. Dersom man hadde ventet med å produsere, ville Sundsbarmvatn nådd kote 603 i månedsskiftet mai/juni, kote 606 i slutten av juni og kote 608 medio august. Ved eventuell økt minstevassføring ville man naturlig nok nådd disse vannstandene senere. Et år med en slik tilsigs- og magasinutvikling vil en magasinrestriksjon komme i konflikt med kravet om minstevassføring i Bøelva.



Figur 16 Sundsbarmvatn sommeren 1992, historisk og simulert magasinvannstand og produksjon

4.4.3 2014 – mye snø

2014 var et år med svært mye snø i Sundsbarm sitt nedslagsfelt. Sundsbarmvatn nådde kote 608 allerede den 23. mai, samtidig med at det fortsatt var høyt tilsig, se Figur 17. Kraftverket hadde revisjon i mai og var klart til produksjon fra 23. mai. Vi ser at selv med svært høy produksjon så steg Sundsbarmvatn i flere uker etter denne datoen, men det ble ikke overløp i Sundsbarmvatn denne gangen, hverken historisk eller i simuleringen. Dette er et eksempel på at det kan være viktig å ha fleksibilitet til å kunne produsere under oppfylling i år der man forventer høyt tilsig om våren.



Figur 17 Sundsbarrvatn sommeren 2014, historisk og simulert magasin vannstand og produksjon

4.4.4 Oppsummering myke restriksjoner

Vi vil presisere at vår praktiske manøvrering av Sundsbarrvatn i mange år er nokså lik kommunens forslag til manøvreringsreglement, dvs. at det meste av tilsiget går til magasinfylling om våren og forsommeren. Vi vil imidlertid understreke at de hydrologiske forholdene er svært ulike år om annet. Det kreves en fleksibilitet i manøvreringsreglementet for å kunne husholdere med vannressursene på en best mulig måte med tanke på både miljø-, landskaps-, flom- og kraftproduksjonshensyn og da spesielt i perioder med spesielle tilsigs- og etterspørselsforhold.

Eksemplene viser hvordan de foreslåtte restriksjonene vil påvirke vannhusholdningen i magasinene i år med lavt, normalt og høyt tilsig. I et år med store snømagasiner vil en myk magasinrestriksjon hindre oss i å produsere under oppfylling og dermed øke faren for produksjonstap og skadeflommer. En magasinrestriksjon vil i realiteten føre til at vannstanden må holdes noe høyere enn kravet, for å sikre vann til minstevassføring nedstrøms. Samtidig vil en magasinrestriksjon redusere muligheten for å holde igjen vann i Sundsbarvmagasinet i perioder med, eller fare for, høy vannstand/vannføring i Seljordsvatnet og vassdraget nedstrøms. Nivået (kotehøyden) på en magasinrestriksjon vil ikke bare påvirke Sundsbarrvatn, men også de andre magasinene og vassdragene som inngår i Sundsbarmreguleringen ved at overføringsmulighetene til Sundsbarvmagasinet i flomperioder blir redusert. Når Sundsbarrvatn når HRV+10 cm skal overføringene fra både Vestfeltet og Østfeltet stenges. Disse feltene vil da fremstå som uregulerte og potensialet for skadeflommer i blant annet Høydalsmo, Kviteseid, Morgedal og Åmotsdal/Flatdal vil øke betraktelig.

Se også kap. 6 om systemtjenester og økonomi. I hele oppfyllingsperioden om våren og første del av sommeren vil det ikke være mulig å levere systemtjenester dersom det innføres magasinrestriksjoner. I tørrår vil denne effekten vedvare langt utover sensommeren.

5. Vassføringsvariasjon i Vallaråi

Som tidligere beskrevet er vassføringen i Vallaråi summen av minstevassføring, restvassføringen og driftsvassføringen i Sundsbarm Kraftverk. Kraftverket har en Francis-turbin, og driftsvassføringen kan variere mellom ca. 16 og 24 m³/s. Det er derfor umulig å redusere driftsvassføringen gradvis ned mot 0 m³/s.

Kraftverket har en brukstid på ca. 4400 timer i løpet av et år (3900 ved maksimal effekt) og produksjonsmønsteret varierer over døgnet og uka. Sundsbarm Kraftverk leverer systemtjenester og er med på å bidra til at kraftsystemet er i balanse. Behovet for denne type fleksibilitet øker etter hvert som det kommer mer uregulerbar kraft inn i kraftnettet, og alt tyder på at dette behovet bare vil øke i årene som kommer.

Dersom Sundsbarm kraftverk fortsatt skal kunne bidra med vann til minstevassføringen i Bøelva når lokaltilsiget til Seljordsvatnet er lite, må kraftverket kunne produsere en dag eller to hver uke – med tilhørende start og stopp. Dette vil være samtidig med allerede lav vassføring i vassdraget.

6. Systemtjenester og økonomi

Sundsbarm kraftverk er som før nevnt designet for og bygd for å kunne levere fleksibilitet i form av topplast og systemtjenester for å bidra til balansen i kraftnettet. Balanse i nettet er avgjørende for leveringskvaliteten i nettet både hva angår frekvens og spenning. For å kunne anvende kraftverket til slike formål er det viktig at man ikke begrenser muligheten til å kunne produsere og dermed levere systemtjenester. Behovet for systemtjenester for å holde kraftsystemet i balanse vil sannsynligvis øke i årene framover på grunn av utbygging av mer (fornybar) ikke regulerbar produksjon som sol og vind både i Norge, i Norden og på kontinentet. Flere utenlandskabler gjør at kraftnettet i Norge blir mer påvirket av fornybar produksjon på kontinentet. I Statnetts Systemdrifts- og markedsutviklingsplan (SMUP) 2017-2021 blir det understreket at «tilstrekkelig fleksibilitet er viktig for markedsklareringen i energimarkedet og for balanseringen i systemdriften». Videre blir det påpekt at «Samtidig vil en økt andel mer uforutsigbar og uregulerbar kraftproduksjon gi større endringer etter markedsklareringen og frem mot driftsøyeblikket, og dermed gi økte ubalanser som må håndteres i systemdriften». Statnett peker på ulike aktuelle tiltak, hvor tilgang til tilstrekkelig roterende masse og reserver blir påpekt.

Sundsbarm kraftverk er viktig for levering av balansetjenester og fleksibel produksjon i hele året. En innføring av magasinrestriksjonene som er spilt inn for Sundsbarmmagasinet vil medføre at Sundsbarm Kraftverk i praksis ikke kan produsere og levere balansetjenester til nettet i oppfyllingsperioden om våren, samt at det vil kunne begrense muligheten til leveranse i år der sommertilsiget ikke er stort nok til at man kan produsere uten å gå under magasinrestriksjonen. Dette vil kunne innebære økte priser i markedet ved at en viktig aktør ikke kan bidra med leveranse av kraft eller balansetjenester. Det vil også kunne gi dårligere leveringskvalitet i form av dårligere spenning og frekvensproblemer dersom ikke andre kraftverk er i stand til å levere tilsvarende tjenester.

Det er vanskelig å prissette de økonomiske kostnadene ved magasin- og tapperestriksjoner. Grovt sett kan man dele kostnadene for regulant/produsent og samfunnet ved magasinrestriksjoner i Sundsbarmvatn inn i fire kategorier:

- Økt fare for skadeflommer. I Sundsbarmfeltet er det mange flomveier som vil kunne få skader ved overløp fra bekkeinntak i tillegg til høyt tilsig lokalt. Også vannveiene nedstrøms Sundsbarmvatn, Hovdevatn, Lintjønn og Bjåen er utsatt i en flomsituasjon.
- Økonomiske produksjonstap siden en ikke har fleksibilitet til å produsere når samfunnet har størst etterspørsel.
- Redusert leveringskvalitet og leveringsikkerhet i kraftnettet. Herunder frekvens- og spenningsutfordringer i sentral- og regionalnett.
- Produksjonstap som følge av økte flomtap. For eksempel 10 cm overløp i en uke i Sundsbarmvatn og Hovdevatn tilsvarer et produksjonstap på hhv 2,5 og 1,5 GWh, tilsvarende en kostnad på vel 1,2 MNOK ved en strømpris på 30 øre/kWh.

De bedriftsøkonomiske konsekvensene ved tappe- og magasinrestriksjoner er betydelige for SK. De samfunnsøkonomiske kostnadene er imidlertid langt høyere som følge av konsekvensene ved lavere fleksibilitet i kraftsystemet og økt fare for skadeflommer.

7. Oppsummering

Sundsbarmmagasinet er relativt lite, men har en viktig rolle i manøvreringen av hele Skiensvassdraget, ikke bare for Seljordsvatn og Bøelva, men også i forhold til Norsjø og de nedre delene av vassdraget. Multiconsult presenterte i mars 2018 rapporten "Verdien av vassdragsreguleringer for reduksjon av flomskader" som er utarbeidet på oppdrag fra Energi Norge. Denne rapporten har på en god måte synliggjort verdien av reguleringsanleggene i Skiensvassdraget, og viser at verdien av flomdempningskapasiteten er betydelig.

Klimaprofil Telemark (utarbeidet av Norsk Klimaservicesenter 2016) rapporterer blant annet at de forventer økt sannsynlighet for:

- Episoder med kraftig nedbør - både i intensitet og i hyppighet
- Flere og større regnflommer
- Jord-, flom- og sørpeskred

Utifra dette kan vi forvente at tilsigsstatistikken vi har lagt til grunn for analysene i denne rapporten ikke har med høytilsigsperiodene som vi med all sannsynlighet kan forvente å få i framtiden. I kap. 4.4 i revisjonsdokumentet er flomverdier for reguleringsområdet beregnet. Klimaendringene vil øke behovet for flomdemping, mens strenge krav om oppfylling vil gjøre dette vanskelig. Magasinkrav vil kunne gjøre det vanskeligere å bidra med flomdemping, og umuliggjøre at Sundsbarm Kraftverk står i perioder med mye nedbør og tilsig lokalt i Seljord. Merk at det ikke bare vil være Sundsbarmvatnet som er utsatt. Dersom Sundsbarmvatn er fullt, skal luker i Ljosdalsvatn stenges og man får økt fare for overløp og flom fra Hovdevatn og nedover Ofteåi og videre nedover vassdraget helt til Kviteseid. Det blir også større sannsynlighet for overløp fra Lintjønn og flomvassføring nedover Hegnåi. Likeledes vil man få økt sannsynlighet for at man må stenge bekkeinntakene – noe som vil føre til at disse bekkene og elvene som normalt har liten

vassføring vil oppleves som uregulerte vassdrag. NVE stiller krav til regulant at man skal følge med og være proaktiv. Da er det viktig å ha nødvendig fleksibilitet til å kunne være det. Vi mener derfor det er viktig å ta høyde for de klimaendringene som kommer og justere dagens praksis for magasindisponering og kraftverksproduksjon etter hvert som verden forandrer seg. Det er ikke nødvendig å innføre formelle magasinrestriksjoner om sommeren for å få til dette. Vi arbeider hele tiden med å finne en god balanse mellom å foredle vannressursene, ivareta miljøhensyn, sørge for god fallhøyde og nok vann til minstevassføringer, samt å forebygge flom.

Det er viktig at et manøvreringsreglement utformes slik at det gir praktiske og gode driftsvilkår. Dette legger et viktig grunnlag for en stabil og forutsigbar drift som er viktig for både kraftverkseier og for allmenheten. Manøvreringsreglementet må kunne fungere i alle år, og det må være slik at produksjonspotensialet og fleksibiliteten ivaretas i størst mulig grad. Hensynet til miljøet må balanseres med ønsket om å ha best mulig fallhøyde og samtidig flomdempingskapasitet. En formalisering av magasinrestriksjoner vil medføre behov for å planlegge med tilstrekkelige marginer, som igjen øker flomtap og dermed både produksjonstap og økt fare for skadeflom. Et manøvreringsreglement må være utformet slik at man kan håndtere den store usikkerheten og variasjonen i tilsig på en best mulig måte. Reglementet må også gi regulanten anledning til å agere proaktivt både med tanke på flom og tørke. Å formalisere praksis kan gi utilsiktede effekter som ingen er tjent med. Sundsbarm Kraftverk fraråder derfor innføring av nye magasinrestriksjoner i Sundsbarmvatn.