

## Notat om manøvrering i Ustereguleringen: vilkår og flomdemping

30.1.2018/gjc, hkh

### Bakgrunn

Det er utarbeidet et utkast til revisjonsrapport for vilkårsrevisjon Uste- og Hallingdalsvassdraget. Høringen med innspill fra Foreningen for Ustaoset vel og Grunneiere i Vesle Ustevatn og interne innspill i E-CO/FHR tilsier at underlaget for temaet flomdemping må utredes bedre.

Dette notatet tar derfor sikte på å vurdere i hvilken grad ulike tiltak for flomdemping kan ha effekt, ved å vise fakta og analyser av historiske data og simuleringer. Notatet bør leses i sammenheng med Vedlegg 2 Hydrologiske analyser og prognoser, vedlegg til utkast til revisjonsrapport.

### Forslag i utkast til revisjonsrapport

I revisjonsrapporten er det foreslått følgende konsept for å dempe flomrisikoen i Usteåne (s. 49):

- *Overføring av eit avgrensa volum vatn frå Ustevatn til Rødungen frå etter at vårsmeltinga har starta og tidlegast 20. mai, for å dempe risiko for flaum i Usteåne og sikre ei viss oppfylling av Rødungen tidleg på sommaren*
- *Auke magasinvolument for flaumdemping i Ustevatn til kotene mellom 984 og 985 (HRV) heile sommaren, for å dempe risiko for flaum i Usteåne*

Begrunnelsen for konseptet er todelt (s. 46–47):

1. *Partane er einige om å greie ut mogelegheita for ei noko raskare oppfylling av Rødungen, i det minste ei viss oppfylling tidlegare på sommaren, for å bøte på dei største ulempene med landskap og fiske. Partane er vidare einige om at eit slikt tiltak må vere innanfor linene av gjeldande regulering, kor oppfylling av Ustevatn er høgt prioritert. Om det er mogeleg å finne vinn-vinn-løysingar, skal ein streve etter det.*
2. *Partane er derfor einige om at tiltak som reduserer faren for skadeflaum i Usteåne, Hallingdalsvassdraget og Drammensvassdraget, bør bli vurdert og iverksett. Dersom ein kan komme fram til skånsame og verknadsfulle tiltak utan vesentlege negative miljøverknader, bør disse fremjast som forutsetning for nye vilkår. Et effektivt tiltak vil vere å auke flaumbufferen i reguleringa av Ustevatn i sommarsesongen.*

### Fakta og analyser

Hvordan kan tidlig overføring til Rødungen bidra til bedre flomdemping? Når bør overføring til Rødungen starte? I hvilke situasjoner og på hvilket tidspunkt er det hensiktsmessig med avvik fra manøvreringsreglementet (dvs. tidligere oppstart av overføring til Rødungen) for å redusere risikoen for skadeflom, dvs. vannføring ved Geilo bru på over 70–80 m<sup>3</sup>/s? Det er spørsmål vi vil belyse i dette notatet.

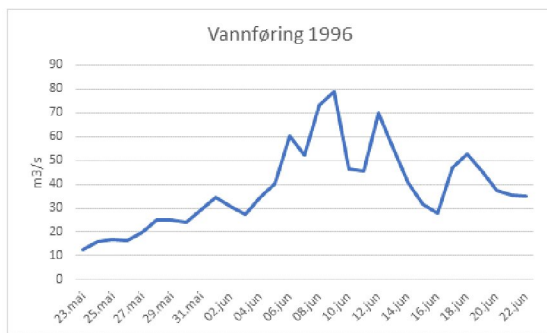
## Hva er effekten av tidlig overføring av 15 Mm<sup>3</sup> til Rødungen?

Kapasiteten på overføringstunnel fra Ustevatn til Rødungen er på ca. 40 m<sup>3</sup>/s. Ustevatn skal ikke senkes i overføringsperioden. Tabellen under viser når tilsiget til Ustevatn, Nygårdsvatn og Finsevatn i sum overstiger 40 m<sup>3</sup>/s første gang på forsommeren. I de aller fleste årene holder tilsiget seg over 40 m<sup>3</sup>/s helt til etter at det er blitt overført 15 Mm<sup>3</sup>, som vil ta 4,3 dager. Tidligste dato er 8. mai, seneste er 11. juni og gjennomsnittet er 22. mai. Tabellen viser også vannstanden i Ustevatn da tilsiget passerte 40 m<sup>3</sup>/s. Ustevatn har LRV = 967,5 og HRV = 985.

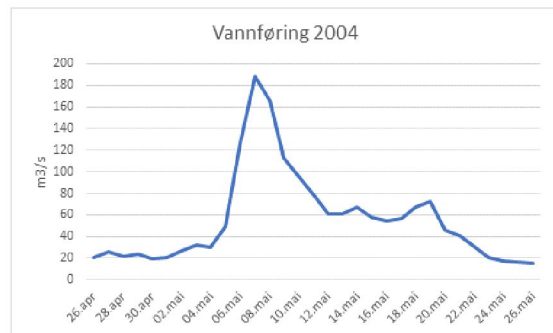
	Dato	Ustevatn		Dato	Ustevatn
1993	14.mai	970,1	2006	11.mai	968,4
1994	23.mai	970,6	2007	29.mai	973,9
1995	29.mai	970,3	2008	10.mai	969,1
1996	05.jun	973,4	2009	22.mai	972,4
1997	02.jun	970,5	2010	17.mai	968,3
1998	30.mai	974,2	2011	09.mai	969,9
1999	29.mai	972,6	2012	24.mai	972,7
2000	08.mai	970,0	2013	17.mai	969,1
2001	22.mai	970,1	2014	19.mai	969,7
2002	12.mai	968,9	2015	11.jun	972,5
2003	23.mai	969,4	2016	22.mai	969,7
2004	05.mai	968,7	2017	17.mai	968,8
2005	27.mai	970,7	<b>Gj.snitt</b>	<b>21.mai</b>	<b>970,6</b>

Figurene under viser tilsiget i noen utvalgte år. Vær obs på at datoene på x-aksen varierer.

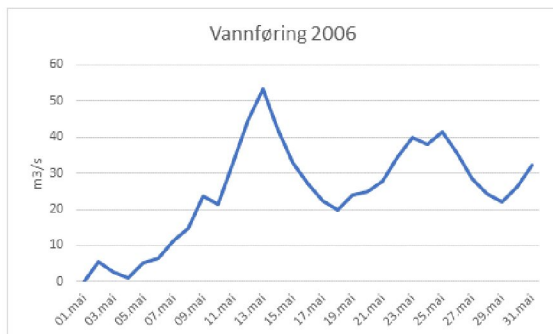
1996 – lite snø



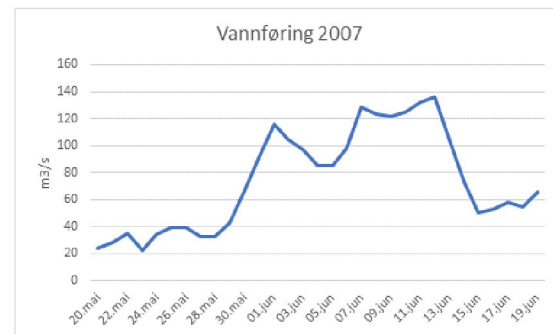
2004 – 40 m<sup>3</sup>/s nås rekordtidlig



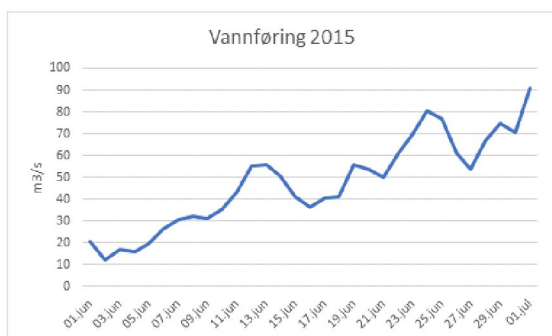
2006 – 40 m<sup>3</sup>/s nås tidlig, men faller fort



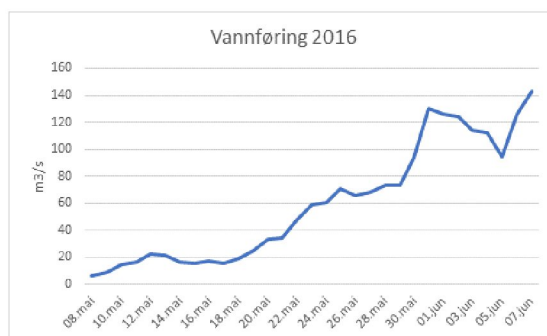
2007 – mye snø, den våteste sommeren på lenge



2015 – 40 m<sup>3</sup>/s nås rekordsent



2016 – et normalår



Figurene viser at smeltesesongens start varierer mye. Å fastsette en eksakt dato for start av overføring til Rødungen er ikke hensiktsmessig. Som nevnt forskyver overføringen av 15 Mm<sup>3</sup> til Rødungen i smeltesesongen oppfyllingen av Ustevatn til kote 984 med i gjennomsnitt fire dager.

Enhver senere oppfylling av Ustevatn gjør oss bedre rustet til å takle store tilsig. Størstedelen av snøsmeltingen forgår mens Ustevatn fylles. Det kan likevel ligge igjen mye snø når Ustevatn når HRV, og da kan sterk snøsmelting kombinert med mye regn gi skadeflom, som i 2007. Tiltaket kan redusere kulminasjonsverdien hvis flommen kulminerer før Ustevatn når HRV. Tiltaket ville ikke hjulpet i 2007 til tross for at vi fikk tillatelse til å overføre til Rødungen allerede 4. juni da Ustevatn var på kote 977,46.

### Hva er effekten av overføring ved kote 978 i Ustevatn når prognosene viser store tilsig?

Overføringen fra Ustevatn til Rødungen skal normalt starte når Ustevatn har nådd kote 984. Hvis det tillates at overføringen starter tidligere i år med utsikter til store tilsig, vil det kunne dempe flomtappen. Det er fare for store tilsig når det er mye snø. Det er et argument som er brukt når vi har søkt NVE om å fravike manøvreringsreglementet. Vi har søkt om, og fått tillatelse til, å starte overføringen ved en lavere kotehøyde i Ustevatn. I mer prekære situasjoner med forventet sterk snøsmelting og mye regn, som i juni 2007, har vi søkt NVE for å stå bedre rustet til å redusere flommen i Usteåne. NVE ga oss tillatelse samme dag som vi søkte, se avsnittet om flommen i 2007 under.

For å slippe å søke hver gang en slik situasjon oppstår, kan en mulig løsning være at det gis tilgang til å overføre til Rødungen når Ustevatn er over kote 978 og prognosen gir et tilsig som i sum over de kommende ti dagene er minst 150 % av normalen. Overføringen stoppes senest når tilsigsprognosen faller under f.eks. 120 % av normalen. Når Ustevatn har nådd kote 984, faller kravet til tilsigsprognosen bort. Vi ser på konsekvensene av dette forslaget.

Vi har ikke lagret historiske tilsigsprognoser i vår database. Følgende analyse er derfor i stedet gjort med observert tilsig. Vi kaller det observert selv om det er beregnet som summen av magasinendring, produksjonsvannføring og forbitapping/flomtap. Vi antar at overføringen kan starte når akkumulert observert tilsig for de kommende ti dagene overstiger 150 % av normaltilsiget (gjennomsnitt 1993–2017) og at Ustevatn er over kote 978.

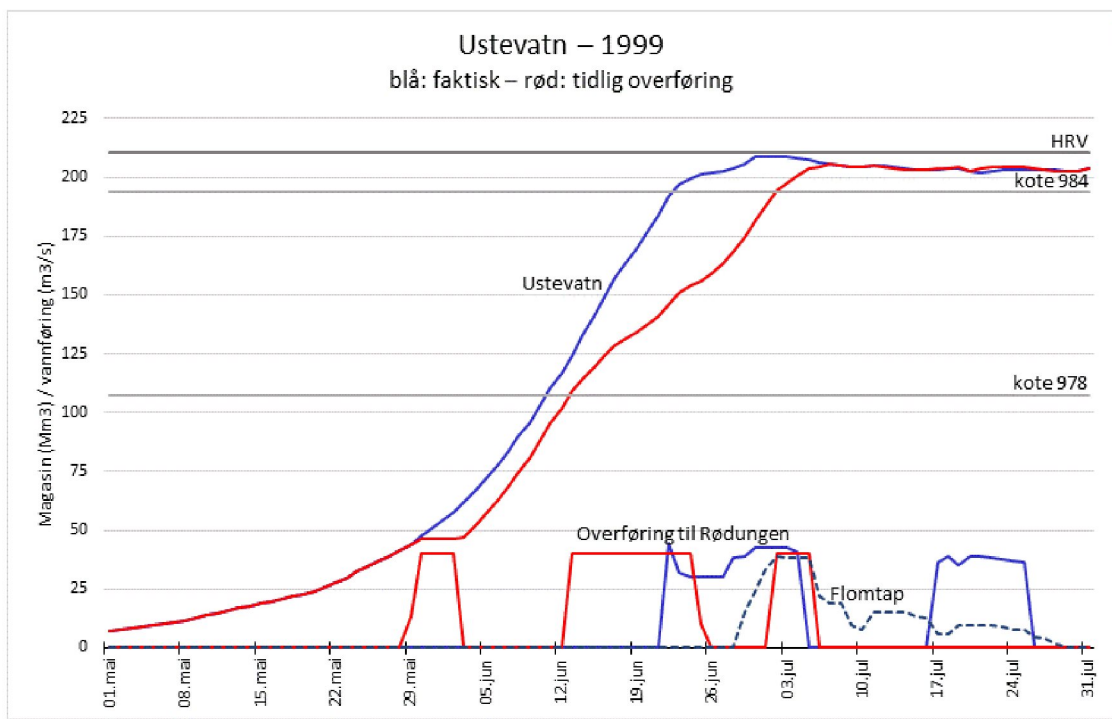
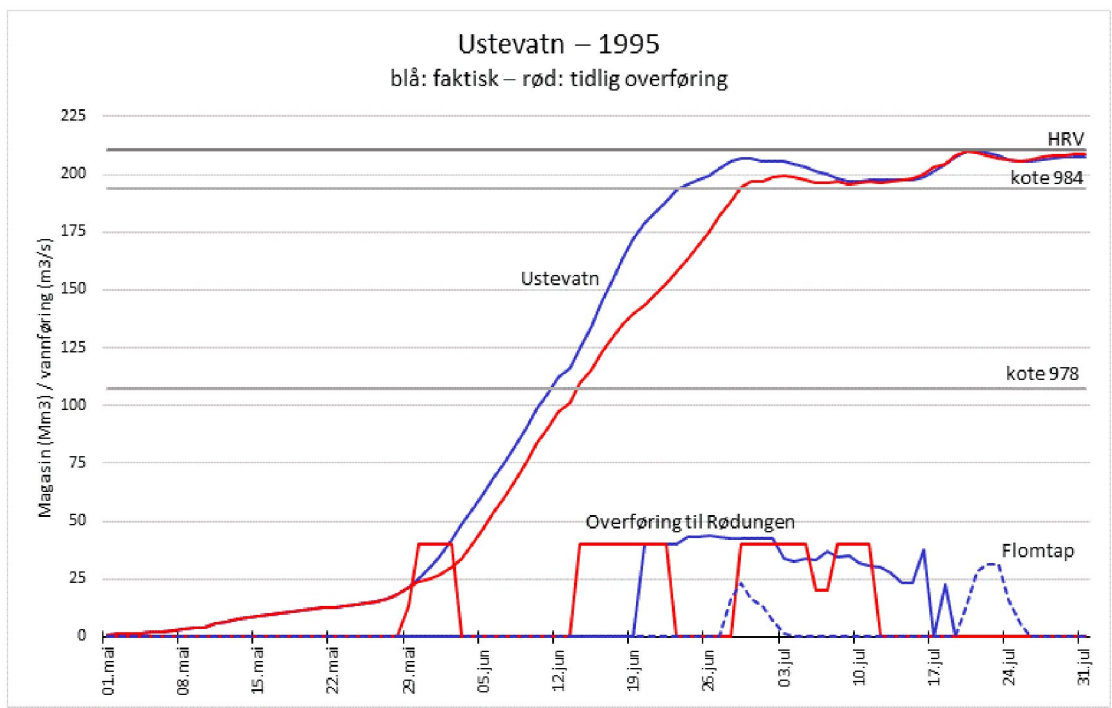
Vi har forutsatt at det overføres 15 Mm<sup>3</sup> tidligere på sommeren med start når tilsiget overstiger 40 m<sup>3</sup>/s, se over.

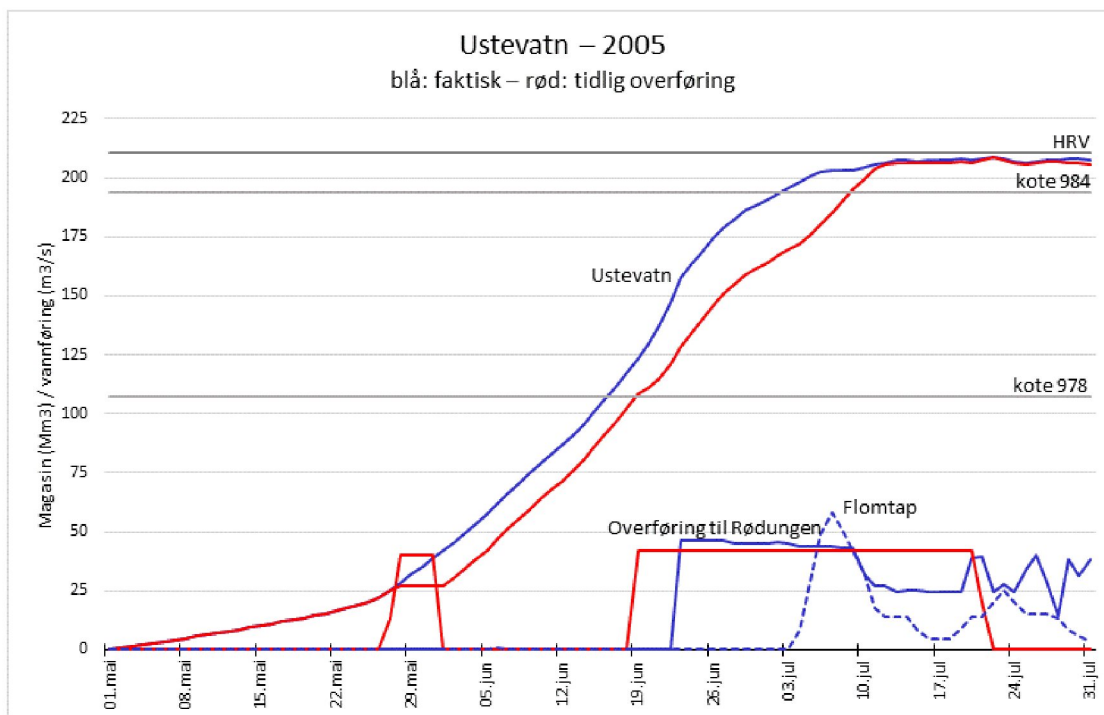
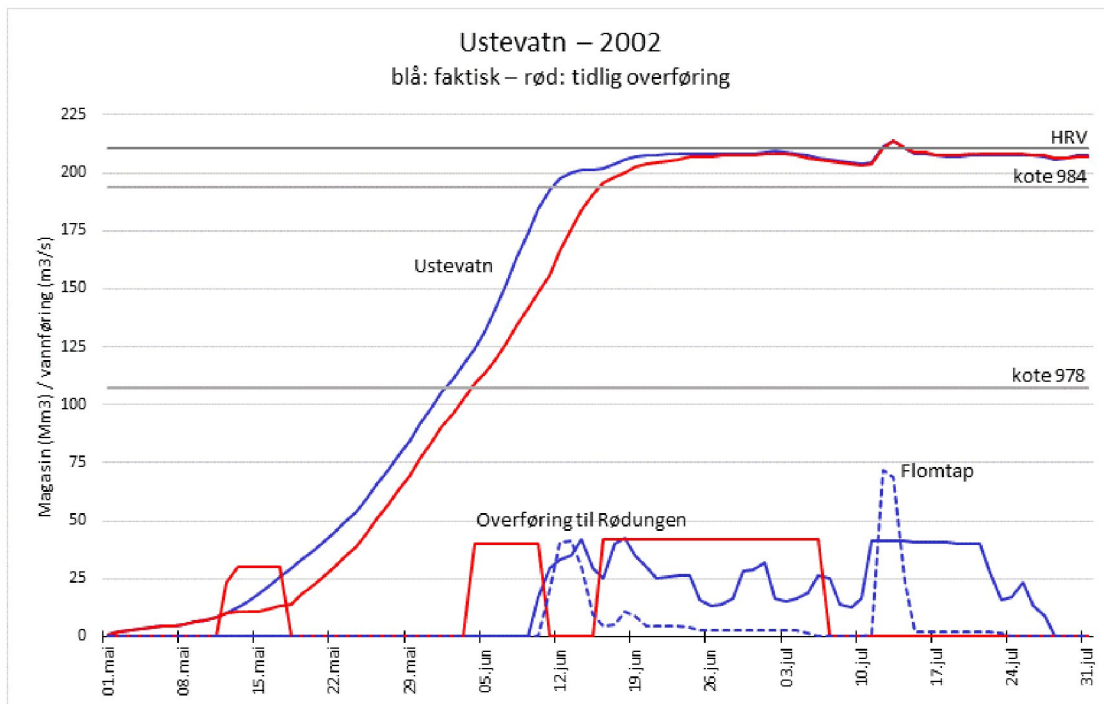
Årene 1993–2017 gir en tilleggsoverføring før Ustevatn når kote 984 i seks år. Figurene under viser faktisk magasinutvikling, overføring til Rødungen og flomtap i oppfyllingsfasen for de aktuelle årene sammen med situasjonen slik den ville vært med tidlig overføring. For ikke å gjøre figurene uleselige er produksjonsvannføringen i Usta kraftverk utelatt selv om den er med på å forklare fyllingen av Ustevatn. Vi har hatt flomtap over dam Ustevatn selv om Ustevatn lå under HRV. Det er forhåndstappet til Usteåne for å ha større spillerom i Ustevatn når tilsiget er stigende. Et fullt Ustevatn gir oss lite spillerom.

For fem av årene (unntatt 2007, som er litt spesielt) gir summen av tiltakene en forsinket oppfylling av Ustevatn med mellom fire og 14 dager. Det fører til at de tidligste flommene blir redusert og av og til eliminert. I 1999 ville vi unngått flomtoppen over dam Ustevatn på 39 m<sup>3</sup>/s den 2. juli. Flomtoppene på 41 m<sup>3</sup>/s den 13. juni 2002 og 58 m<sup>3</sup>/s den 7. juli 2005 ville også vært unngått. I 2005 startet vi overføringen til Rødungen ved kote 982 i Ustevatn etter tillatelse fra NVE. De store flomtoppene senere på sommeren, som 72 m<sup>3</sup>/s den 12. juli 2002 og 69 m<sup>3</sup>/s den 7. juli 2007 får vi ikke gjort noe med. Vi har ikke vannføringstall for Geilo bru for noen av disse episodene så vi kan dessverre ikke se om vi kunne ha unngått en ubehagelig stor flom.

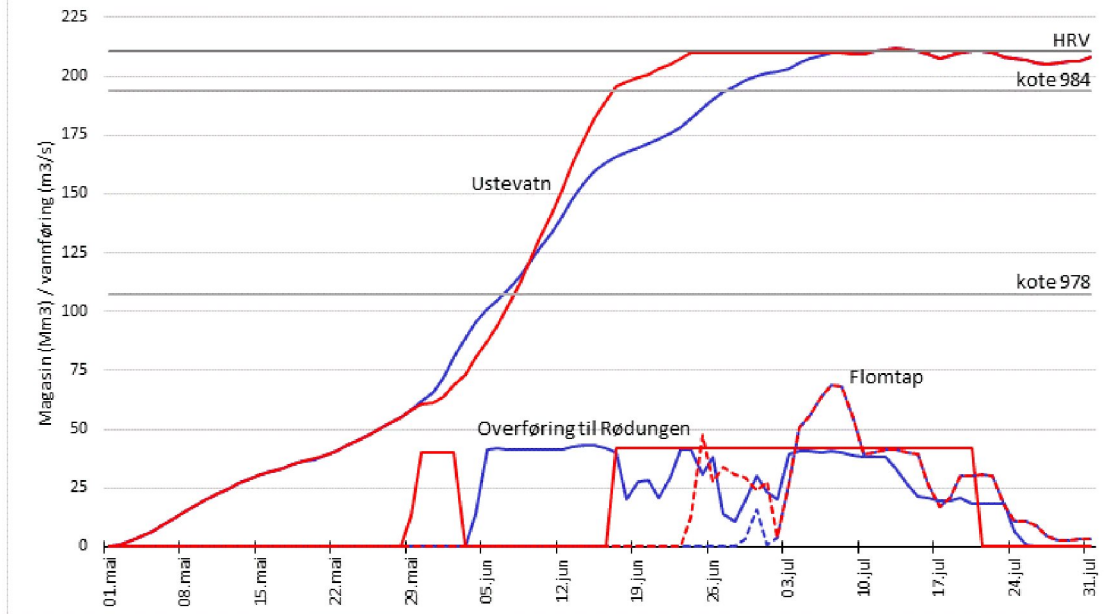
Sommeren 2007 var svært våt og vannføringen ved Geilo bru nådde rekordhøye 134 m<sup>3</sup>/s den 6. juli, se detaljert beskrivelse av flommen i eget avsnitt. Det var varslet svært høye tilsig i begynnelsen av juni. Det kan overføres 15 Mm<sup>3</sup> til Rødungen, men overføringen må midlertidig stoppes fordi Ustevatn er under kote 978. Kote 978 passerer 7. juni, men selv om tilsiget holder seg høyt i hele juni, er det ikke høyt nok til at overføringen kan starte igjen før 25. juni. Imidlertid har Ustevatn nådd kote 984 den 16. juni og overføringen kan fortsette uavhengig av tilsigets størrelse, se figur for 2007 uten søknad om tidlig overføring. En flomtopp på 48 m<sup>3</sup>/s den 25. juni (stiplet, rød kurve) kan ikke unngås. I 2007 var vi føre var. Vi hadde en prognose som varslet store tilsig og med tillatelse fra NVE startet overføringen 4. juni. Det reddet oss unna denne flommen. Det reddet oss ikke unna storflommen i juli. Med den tilsigsprognosen vi hadde i begynnelsen av juni, ville vi vært føre var uansett overføringsbetingelser. Figuren for 2007 med søknad om tidlig overføring viser forløpet med overføring fra kote 978 i Ustevatn. Situasjonen blir ganske lik den faktiske. Flomtoppen på 48 m<sup>3</sup>/s den 25. juni unngås, men flommen i juli kan vi ikke hindre. 2007 var et år hvor vi uansett reglement ville søkt NVE om å midlertidig fravikelse fra manøvreringsreglementet.

I 2015 kom våren sent og jo lenger utover forsommeren snøen blir liggende, jo større blir faren for skadeflom i Usteåne. Vi startet overføringen til Rødungen 4. juli ved kote 982 i Ustevatn etter tillatelse fra NVE. Ustevatn nådde kote 984 den 10. juli. Med de foreslåtte tiltakene vil overføringen etter at det er overført 15 Mm<sup>3</sup> i juni starte igjen 1. juli, og Ustevatn vil nå kote 984 den 24. juli. 14 dager senere oppfylling er uheldig. Spørsmålet er om det kan tillates en sjelden gang. Bare én gang i perioden 1993–2017 har det vært senere fylling av Ustevatn (1996). Eller bør det legges inn en tilleggsbetingelse på overføringen? F.eks. kan overføringen stoppes når tilsigsprognosen, selv om den viser tilsig over 120 % av normaltilsiget, er blitt så lav at faren for skadeflom er over. I slike situasjoner vil E-CO uansett ha interesse av å få opp Ustevatn. Merk at tidsaksen på figuren for 2015 går en måned lenger enn for de andre årene.

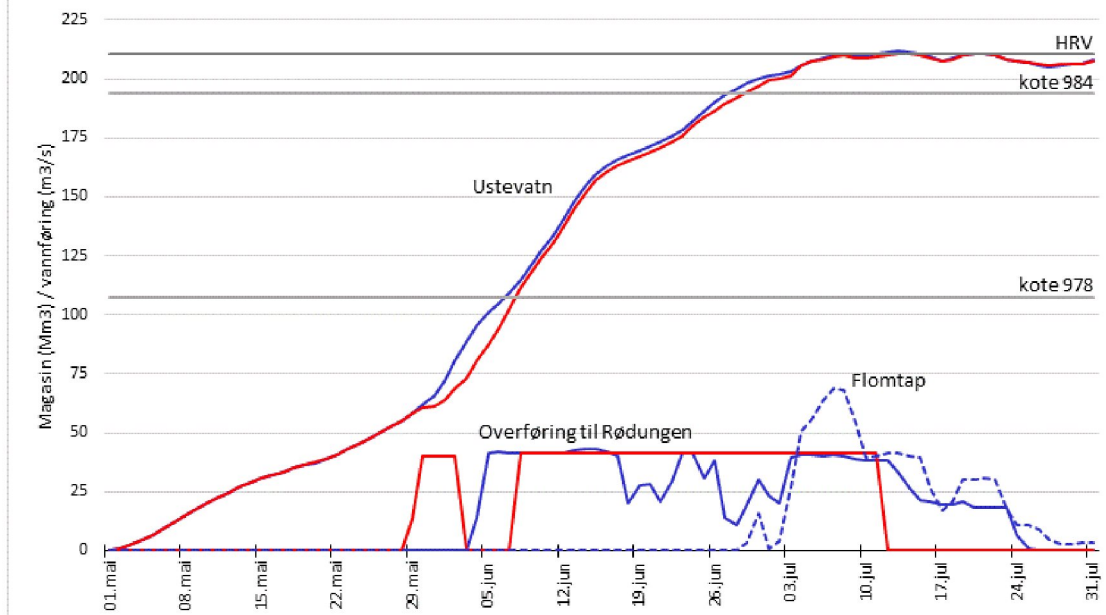


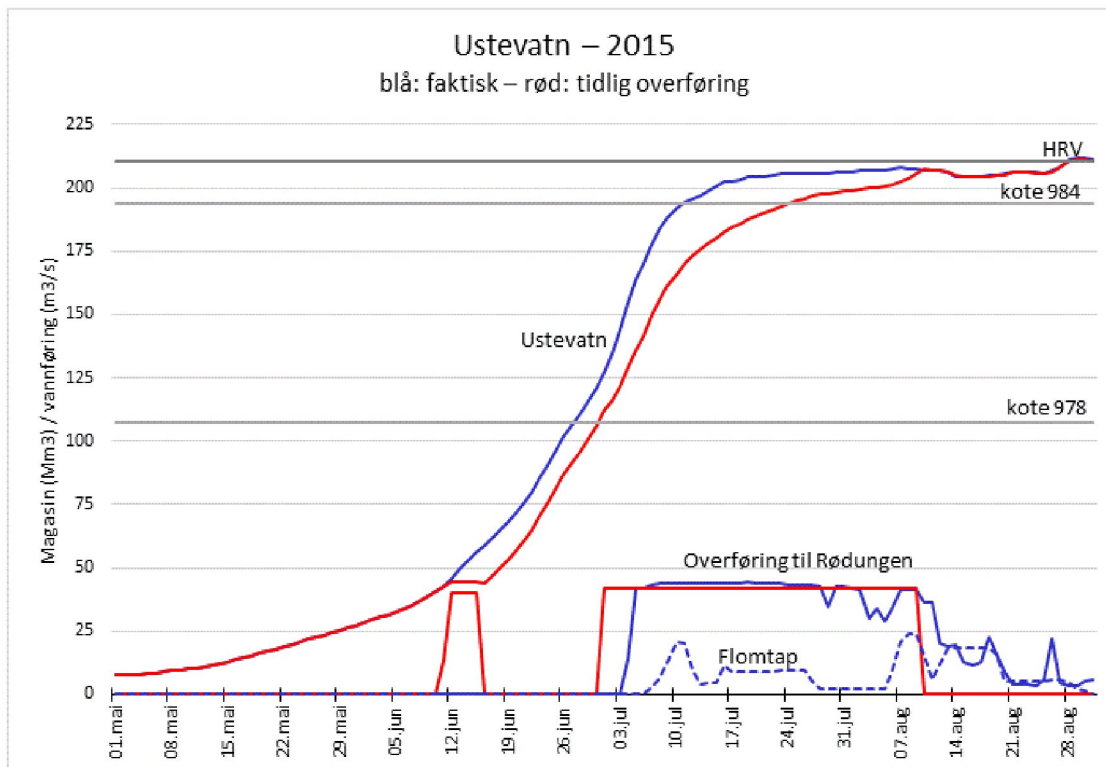


Ustevatn – 2007 uten søknad om tidlig overføring  
blå: faktisk – rød: tidlig overføring



Ustevatn – 2007 med søknad om tidlig overføring  
blå: faktisk – rød: tidlig overføring





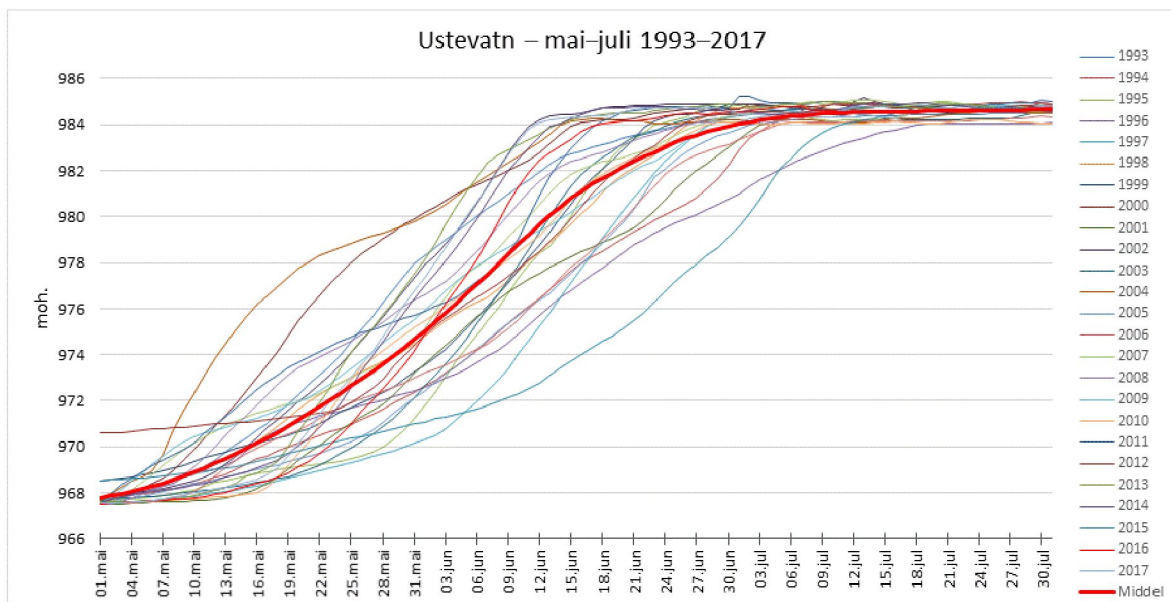
Overføringen til Rødungen avsluttes når Rødungen er full. Da skal Ustevatn tas opp til kote 984,5. Med tidlig overføring vil Rødungen være tidligere full og Ustevatn vil tas opp til kote 984,5 tidligere enn i dag. Det betyr redusert flombuffer noen flere dager enn i dag. Da er vi imidlertid langt ut i juli og vårfloppen er normalt over.

### **I hvilken grad er det forskjell på oppfyllingstidspunktet for Ustevatn antydnet i konsesjonsbehandlingen og faktisk siste 25-årsperiode?**

I manøvreringsreglementet er det ikke krav til oppfyllingstidspunkt for Ustevatn. I pkt. 2 heter det «Når Rødungen er fylt skal Ustevatn snarest mulig bringes opp til kote 984,5». I PM for fylling og tapping av magasinene er det angitt en del (uforpliktende) analyser/forventninger til oppfyllingen av Ustevatn. Under pkt. II Fylling av magasinene er det angitt at Ustevatn når kote 984 ca. 1. juli. I realiteten har oppfyllingstidspunktet for Ustevatn til kote 984 variert mellom 11. juni og 18. juli de siste 25 årene med et gjennomsnitt på 24. juni. Det er seks dager tidligere enn forventet i PM-et. I noen av årene (1993, 2003, 2005, 2007, 2008 og 2015) fikk vi tillatelse til å starte overføringen til Rødungen tidligere enn det manøvreringsreglementet tillater. Det forsinket oppfyllingen av Ustevatn.



	Dato		Dato
1993	25.jun	2006	04.jul
1994	04.jul	2007	27.jun
1995	23.jun	2008	26.jun
1996	18.jul	2009	28.jun
1997	28.jun	2010	28.jun
1998	26.jun	2011	17.jun
1999	22.jun	2012	25.jun
2000	15.jun	2013	13.jun
2001	03.jul	2014	13.jun
2002	11.jun	2015	10.jul
2003	24.jun	2016	17.jun
2004	14.jun	2017	11.jun
2005	02.jul	Gj.snitt	24.jun



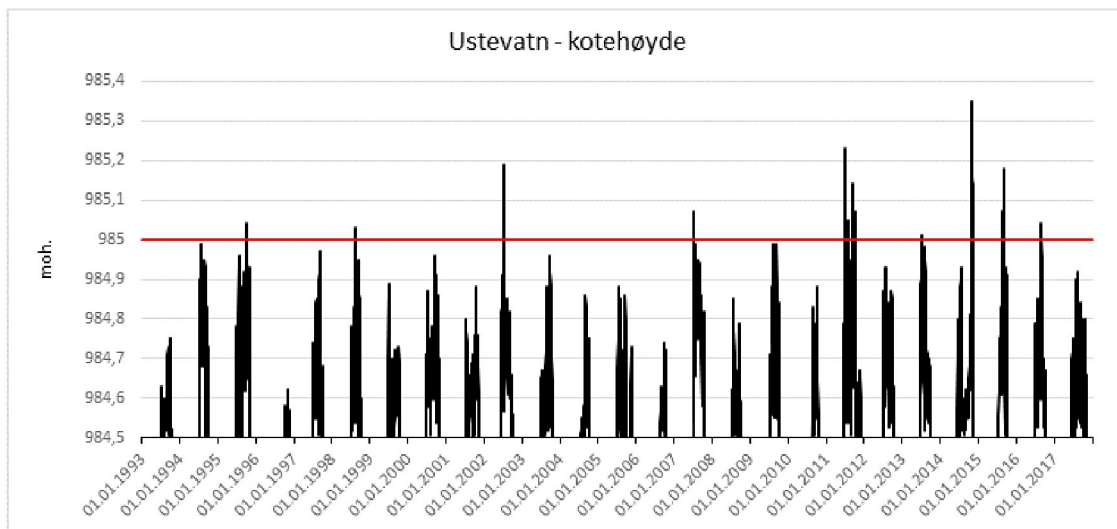
Med tidlig overføring på 15 Mm<sup>3</sup> til Rødungen vil oppfylling til kote 984 utsettes i gjennomsnitt med ca. 4 dager. Det vil si at man i selv etter overføringstiltaket holder seg innenfor PM-forventet dato for oppfylling til kote 984 i Ustevatn.

**I hvilken grad vil et økt dempingsmagasin i Ustevatn fra kravet i dagens manøvreringsreglement på mellom 984,5 og 985,0 til et krav på mellom 984,0 og 985,0 ha effekt?**

Våre simuleringer med maksimal slukeevne i Usta kraftverk på 45 m<sup>3</sup>/s gir ikke flomtap fra Ustevatn etter at overføringen til Rødungen er avsluttet og Ustevatn er tatt opp til kote 984,5. I virkeligheten har vi hatt noe flomtap i denne perioden. Ved å øke dempningen med 0,5 m økes flombufferen med 8,3 Mm<sup>3</sup>. Det vil forsinke flommen og redusere toppen hvis den kommer tidlig i flomsituasjonen. Vi må forvente økt flomfare i august–september i årene som kommer som følge av klimaendringene. Vi mener likevel det er et lite målrettet tiltak for å begrense de store flommene.

## I hvilken grad er tillatt flomvannstand på 0,7 m over HRV tatt i bruk?

Figuren under viser at det tidligere kunne gå flere år mellom hver gang Ustevatn var over HRV på kote 985, men at hyppigheten har økt de siste årene. Ustevatn har til nå ikke vært høyere enn kote 985,35. Ved å la Ustevatn stige over HRV holdes en del vann tilbake. Det er et effektivt hjelpemiddel for å redusere en eventuell skadeflom. Det forventes at tilsigsøkningen vi har registrert de siste årene, vil fortsette. Med dagens reglement vil det derfor bli større behov framover for å holde vann tilbake ved å la Ustevatn stige over HRV. Behovet er der hele sommeren fra en kombinert smelte/regnflom i begynnelsen av juli til en senhøstes regnflom som i slutten av oktober i 2014. En tidlig overføring fra Ustevatn til Rødungen vil redusere behovet for å la Ustevatn gå over HRV.



### Eksempel. Flommen i Usteåne sommeren 2007

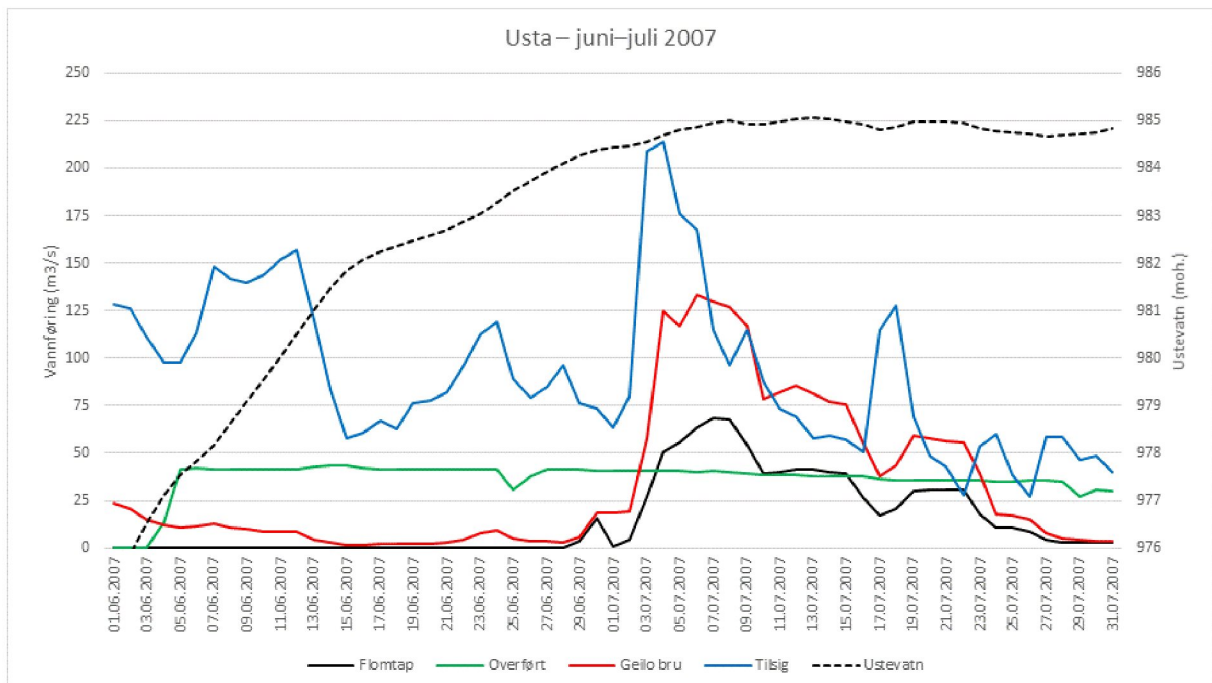
Den 10. mai 2007 søkte vi NVE om å starte overføringen fra Ustevatn til Rødungen ved kote 980 m i Ustevatn. Manøvreringsreglementet sier kote 984 m. Begrunnelsen var det store snømagasinet, 130 % av normalen, som kan gi store tilsig når det smelter. Tillatelsen ble gitt 1. juni. Den 4. juni viste tilsigsprognoser høyt tilsig de kommende dagene (opp mot 215 m<sup>3</sup>/s for hele Ustereguleringen under ett), og det ble sendt en e-post til NVE om å få starte overføringen med en gang. Tillatelsen ble gitt samme dag. Da var Ustevatn på kote 977,46 m. Det var høye tilsig de påfølgende dagene med kulminasjon på 157 m<sup>3</sup>/s den 12. juni. Alt tilsiget ble lagret i magasinene.

Den tidlige overføringen førte til at Ustevatn nådde kote 984 m 27. juni. Uten tidlig overføring ville kote 984 m vært nådd allerede 14. juni. 13 dager senere oppfylling når snøsmeltingen normalt er på det heftigste vil i mange år være avgjørende for å redusere en flomtopp.

En skadeflom blir normalt ikke utløst av snøsmelting alene. Det må også regne kraftig. Flommen i begynnelsen av juli 2007 (se figur og tabell under) var en slik flom. Smeltetoppen var passert tidlig i juni og snømagasinet var nå som normalt. Snøsmelting og 90 mm nedbør 2.-6. juli (Tungvatn) førte til den største flommen i Usteåne på mange år. Tilsiget til hele Ustereguleringen under ett kulminerte på 214 m<sup>3</sup>/s den 4. juli (middel over døgnet), mens vannføringen ved Geilo bru kulminerte to dager senere på 134 m<sup>3</sup>/s. Da gikk det 64 m<sup>3</sup>/s over Ustedammen. Vi tillot ikke Ustevatn og Nygårdsvatn å komme helt opp i HRV 4.-6. juli for ikke å miste kontrollen fullstendig. Vi trengte et lite buffermagasin i tilfelle tilsiget skulle øke enda mer. Vi overførte det vi kunne til Rødungen samtidig som vi lot Nygårdsvatn gå over HRV fra ettermiddagen den 6. juli for å holde noe av vannet tilbake. Fra middagstider den 6.

juli var flommen på retur ved Geilo bru. Vi behøvde ikke bekymre oss for Ørteren, som var full først 13. juli.

Kunne et annet manøvreringsreglement redusert flomtoppen? Da ville vi trengt større dempning i Ustevatn og Nygårdsvatn under flomperioden. Bare det kunne holde vannet tilbake og redusere flomtapet over dammen. For å kunne holde vannføringen ved Geilo bru på maksimalt 90 m<sup>3</sup>/s 4.–9. juli måtte overløpet reduseres med 13 Mm<sup>3</sup>. Dvs. buffervolumet i Ustevatn måtte vært 13 Mm<sup>3</sup> større ved flommens start 4. juli enn det faktisk var. Vi måtte starte overføringen til Rødungen enda tidligere enn vi gjorde, allerede 2. juni ved kote 976,4 m. Da ville vi i 2007 ha overført ca. 50 Mm<sup>3</sup> fram til det tidspunktet dagens reglement ville tillatt overføring (14. juni). Så tidlig som i begynnelsen av juni var det ingen værprognoser som varslet om hva som ville komme en måned senere. Hvis vi skal gardere oss mot en flom som den i 2007, må vi i alle år kunne tillate at overføringen fra Ustevatn til Rødungen starter ved kote 976,5 m i Ustevatn. Ved tørre værmeldinger eller i år med lite snø bør overføringen kunne stanses midlertidig for ikke å få for sen oppfylling av Ustevatn. Overføringen vil starte i begynnelsen av juni, ca. tre uker tidligere enn i dag.



## Flomforløpet 1.–12. juli 2007

Dato	Ustevatn moh.	Rødungen moh.	Nygårdsvatn moh.	Overløp Ustevatn m <sup>3</sup> /s	Overført til Rødungen m <sup>3</sup> /s	Vannføring Geilo bru m <sup>3</sup> /s
01.07.2007	984,43	951,54	987,87	0,7	40,8	18,4
02.07.2007	984,48	951,76	988,04	4,1	40,8	19,1
03.07.2007	984,54	951,90	988,54	27,3	40,8	57,7
04.07.2007	984,70	952,24	991,26	50,4	40,8	124,7
05.07.2007	984,82	952,59	993,29	55,7	40,7	116,6
06.07.2007	984,87	952,90	994,56	63,5	40,0	133,5
07.07.2007	984,95	953,20	995,32	68,6	40,5	129,9
08.07.2007	985,00	953,47	995,11	67,9	40,0	127,2
09.07.2007	984,91	953,81	994,90	54,6	39,0	116,9
10.07.2007	984,93	954,11	994,98	39,6	38,4	78,4
11.07.2007	984,99	954,40	994,71	40,0	38,4	81,7
12.07.2007	985,03	954,69	994,13	41,2	38,4	85,7

HRV: Ustevatn kote 985, Rødungen kote 957,4, Nygårdsvatn kote 995.

### Oppsummering – konklusjoner

- Ved stort snømagasin i kombinasjon med mye regn i smelteperioden er det risiko for skadeflom. Tidlig overføring av 15 Mm<sup>3</sup> i starten av smeltesesongen fra Ustevatn til Rødungen reduserer risikoen for skadeflom<sup>1</sup> i enkelte år. Forslaget bør videreføres i revisjonsdokumentet.
- Et annet målrettet tiltak vil være å overvåke situasjonen løpende og ha mulighet for å starte overføring til Rødungen fra kote 978. For å slippe å søke hver gang en slik situasjon oppstår, kan en mulig løsning være at det gis tilgang i vilkårene til å overføre til Rødungen når Ustevatn er over kote 978 og prognosen gir et tilsig som i sum over de kommende ti dagene er minst 150 % av normalen. Overføringen stoppes senest når tilsigsprognosen faller under f.eks. 120 % av normalen. Når Ustevatn har nådd kote 984, faller kravet til tilsigsprognosen bort. Forslaget bør inkluderes i revisjonsdokumentet.
- Muligheten tillatelsen gir til å la flomvannstanden stige til inntil 0,7 m over HRV i Ustevatn, tas sjelden i bruk. Tidlig overføring til Rødungen reduserer behovet for å ta i bruk en flomvannstand på over 985,0. Det bør ikke angis en maksimal flomvannstand i vilkårene for noen av de regulerte magasinene. Regulanten bør eksempelvis ha mulighet for å la vannstanden gå over kote 985,7 i Ustevatn for å hindre skadeflom, mot å erstatte skader som følge av høyere vannstand enn 985,7.
- Å øke flombufferen gjennom sommeren med 0,5 m fra 984,5 til 984,0 reduserer ikke flomrisiko nevneverdig. Forslaget kan tas bort i det endelig revisjonsdokumentet.

<sup>1</sup> Med skadeflom menes estimert vannføring ved Geilo bru større enn ca. 70–80 m<sup>3</sup>/s. I praksis vil det si en vannføring fra dam Ustevatn på ca. 30–50 m<sup>3</sup>/s, siden tilsiget i restfeltet nedstrøms dam Ustevatn i sterke nedbørsperioder vil ligge på i størrelsesorden 30–40 m<sup>3</sup>/s.