

Notat til Odal Flomsikringslag (OF) fra Bærekraftig Investering AS, oktober 2021

Innhold

1	Bakgrunn	2
2	Er vannstanden ved Skarnes helt uavhengig av vannstanden ved Funnefoss?	2
3	Har dagens Funnefoss flomluker tilstrekkelig kapasitet til å kunne følge Kurve 5?.....	8
4	Vil en økning i lukekapasitet redusere risiko for flomskader?	10
5	Følges Kurve 5 for slavisk?.....	11
6	Kan eventuelle endringer i manøvreringsregler ved Funnefoss bidra til en reduksjon i flomtopper oppstrøms?.....	12
7	Sammendrag og Konklusjoner	14
8	Referanser	15
	Vedlegg 1 Tabeller med kapasitetsberegninger.....	16

Liste over Figurer

Figur 1.	Timesverdier i august 2001 for vannstand ved Bertnes (Funnefoss), Skarnes og Sand.....	3
Figur 2.	Timesverdier i august og september 2020 med uvanlige verdier under lave vannføringer	3
Figur 3.	Stasjonær vannføring på 1500 m ³ /s i Glomma (uten bidrag fra Storsjøens felt) med ulike vannstandsantagelse ved Funnefoss (fra NVE Mike11 modell)	5
Figur 4.	Stasjonær vannføring på 2500 m ³ /s i Glomma (uten bidrag fra Storsjøens felt) med ulike vannstandsantagelse ved Funnefoss (fra NVE Mike11 modell)	5
Figur 5	Profil fra Funnefoss opp til Skarnes og videre oppover Oppstadåa til Storsjøen (fra modellsimuleringer av NVE under flomforhold som ligner 1995, dvs ca. 3500 m ³ /s ved Funnefoss)....	6
Figur 6.	Ny simulering som Figur 5 bare med antatt større tilsig til Storsjøen	6
Figur 7	Utvikling av vannstand i Skarnes under 1995 flommen med bruk av ulike lukekapasitetskurver ved Funnefoss. Kulminerer 40 cm lavere med bruk av 1000 m ³ /s større kapasitet	7
Figur 8.	Kurve 5 og vannstandskurve for Skarnes (fra ref 2)	9
Figur 9	Korttidsvariasjoner i vannstand i slutten av tørken fra 2018.....	12
Figur 10	Flomsonekart som viser området utsatt for oversvømmelse under en 200 årsflom	13

1 Bakgrunn

Funnefoss kraftverk har pålegg om å følge «Kurve 5» (vedlegg 5 i ref. 3), som sies å representere naturlige vannstandsforhold fra tiden før bygging av dagens dam og kraftstasjon i 1973-74. Kurve 5 er godt dokumentert til å representere forhold før utbyggingen opp til en vannføring på 930 m³/s (i underkant av kote 131,8 ved Skarnes). Denne verdien er lavere enn en middelflom og blir oversteget av omtrent alle vårflommer og av flere høstflommer. Modellstudier og flere andre rapporter (se referanser 3,4 m. fl.) har bidratt til å forlenge kurve 5 fra 1000 m³/s og oppover forbi 3500 m³/s. En flomtopp på 3500 m³/s ved Funnefoss regnes å være en sjelden flom litt høyere enn 1995 flommen med en retur-interval i overkant av hvert 200 år.

Usikkerheten rundt hvor pålitelig kurve 5 faktisk er for flomsituasjoner medfører også stor usikkerhet i hvordan Funnefoss kraftverk påvirker flomforhold oppstrøms relatert til situasjonen før kraftverket ble satt i drift i 1974.

Odal Flomsikringslag (OF) har engasjert Bærekraftig Investering AS ved hydrologen Brian Glover (BG) for å undersøke om manøvrering av Funnefoss kraftverk kan bidra til å redusere flomfaren langs Glomma oppstrøms til Skarnes og oppover langs Oppstadåa og Vesleåa til Storsjøen. Mange tidligere rapporter har blitt gjennomgått og gode dataserier for vannstandsobservasjoner fra 2001 frem til 2020 fra Funnefoss opp til Skarnes og Storsjøen har blitt studert i detalj.

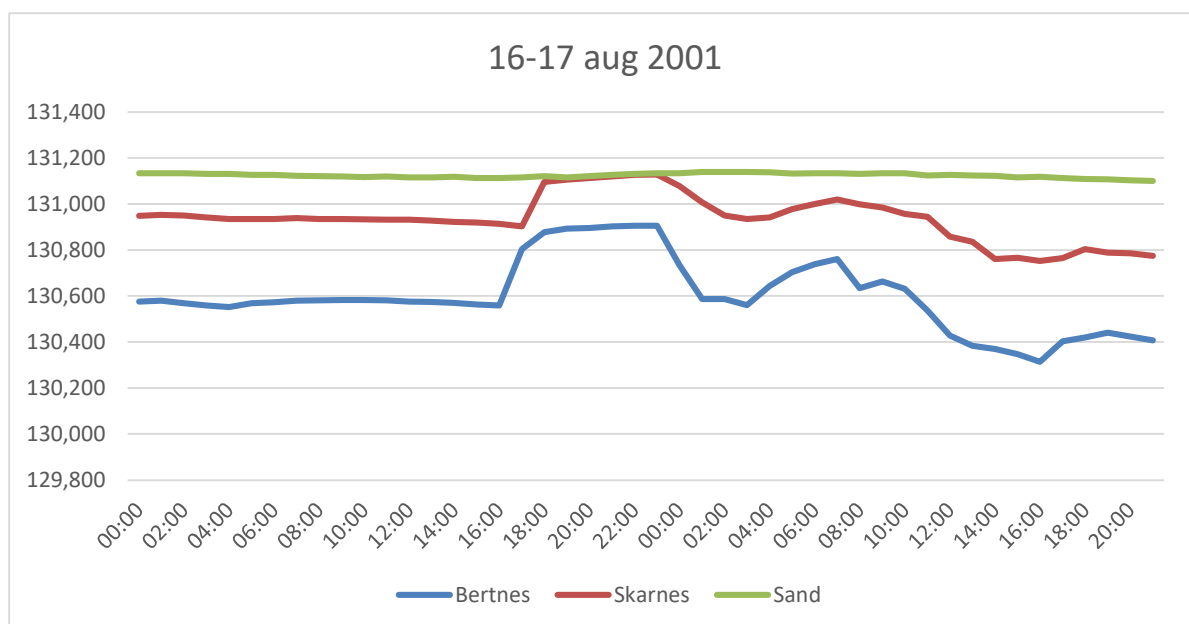
Dette notatet diskuterer tre viktige spørsmål reist av OF.

1. *Er vannstanden ved Skarnes og Oppstadåa helt uavhengig av vannstanden ved Funnefoss under en skadeflom?*
2. *Har dagens Funnefoss dam med luker tilstrekkelig kapasitet til å kunne følge Kurve 5 over 2500 m³/s (dvs flommer med returintervaller 50 – 200 år med store oversvømmelser og skadepotensial)?*
3. *Hvordan kunne eventuelle endringer i manøvrering av luker ved Funnefoss i forkant av en skadeflom bidra til en reduksjon i flomtopper oppstrøms?*

Dette notatet beskriver foreløpige konklusjoner fra arbeidet frem til september 2021.

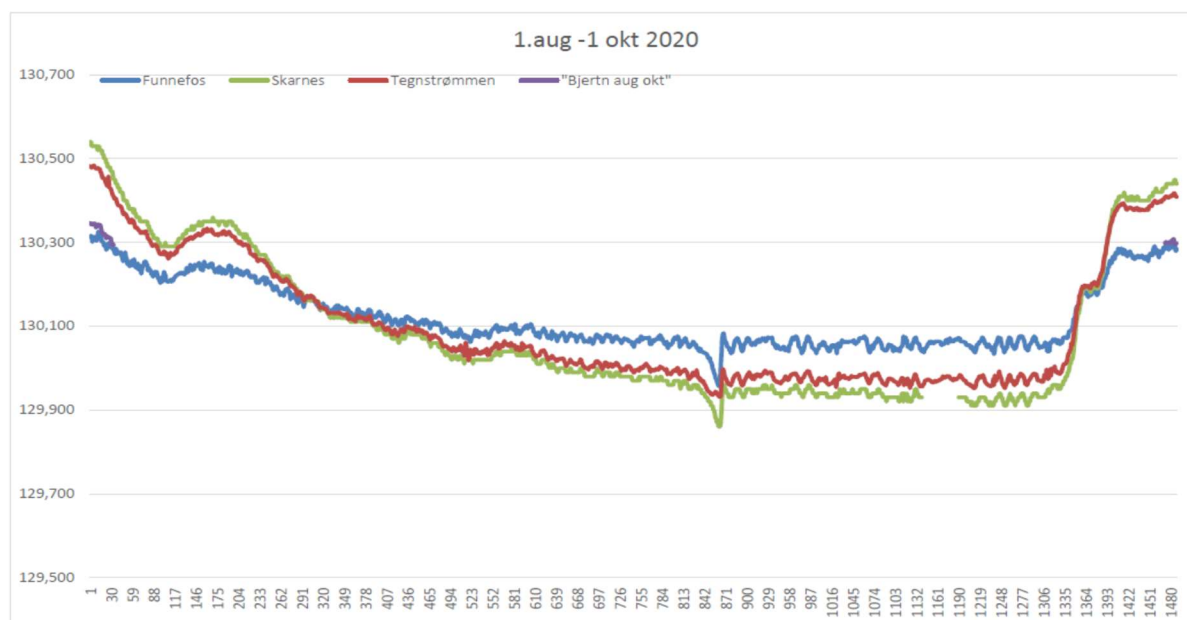
2 Er vannstanden ved Skarnes helt uavhengig av vannstanden ved Funnefoss?

Imellom Skarnes og dammen ved Funnefoss ligger en innsnevring av Glomma som heter Tegnstrømmen, og som skaper noe oppstuvning og høye vannhastigheter når vannføringen er stor. Under lave og normale vannføringer i Glomma er det ikke bestridt at vannstanden ved Skarnes følger tett på variasjoner som påføres vannstanden oppstrøms Funnefoss dam, som illustrert i Figur 1.



Figur 1. Timesverdier i august 2001 for vannstand ved Bertnes (Funnefoss), Skarnes og Sand

Figur 1 viser at en rask heving og senkning av Funnefoss overvann fører til en lignende mønster i vannstand ved Skarnes, og at vannstanden ved Skarnes ble faktisk direkte påvirket av vannstanden ved Funnefoss, i det normale bruksområdet for Funnefoss kraftverk (130,5- 131,0). Denne hendelsen førte til en midlertidig stans av vannføringen ut langs Oppstadåa, og samlet opp tilsiget i Storsjøen i omtrent seks timer. Figur 2 viser en lignende hendelse i september 2020, men her foreligger det noen uopklarte feil i høydegrunnlag ved lave vannstander for ett eller flere av vannmerkene. Likevel ser man en kortvarig episode der vannstanden endres raskt ved Funnefoss og Skarnes viser en nesten identisk endring samtidig.

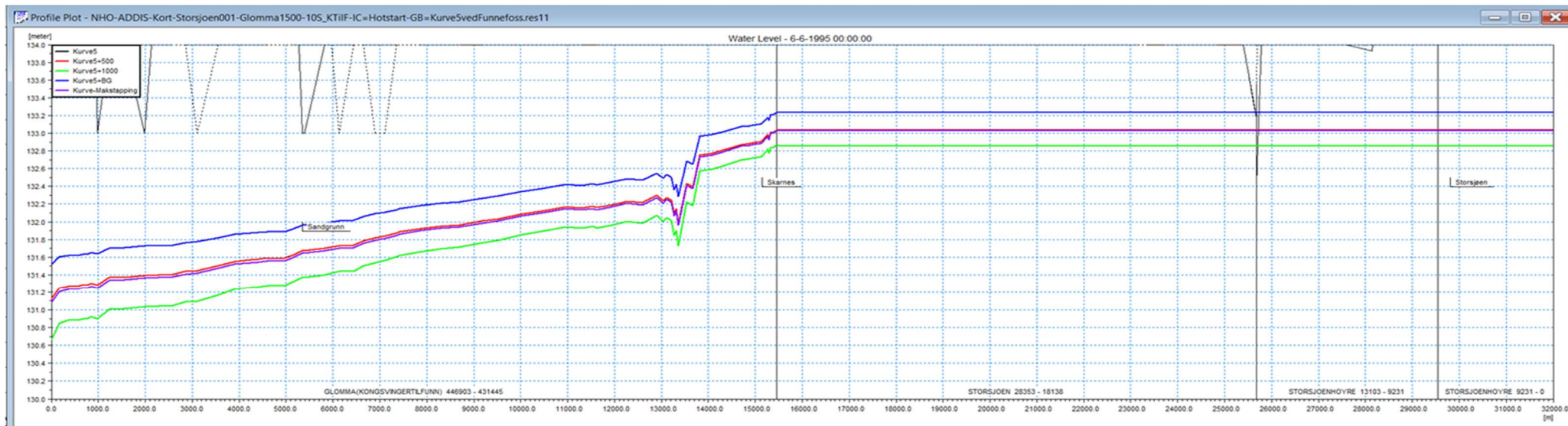


Figur 2. Timesverdier i august og september 2020 med uvanlige verdier under lave vannføringer

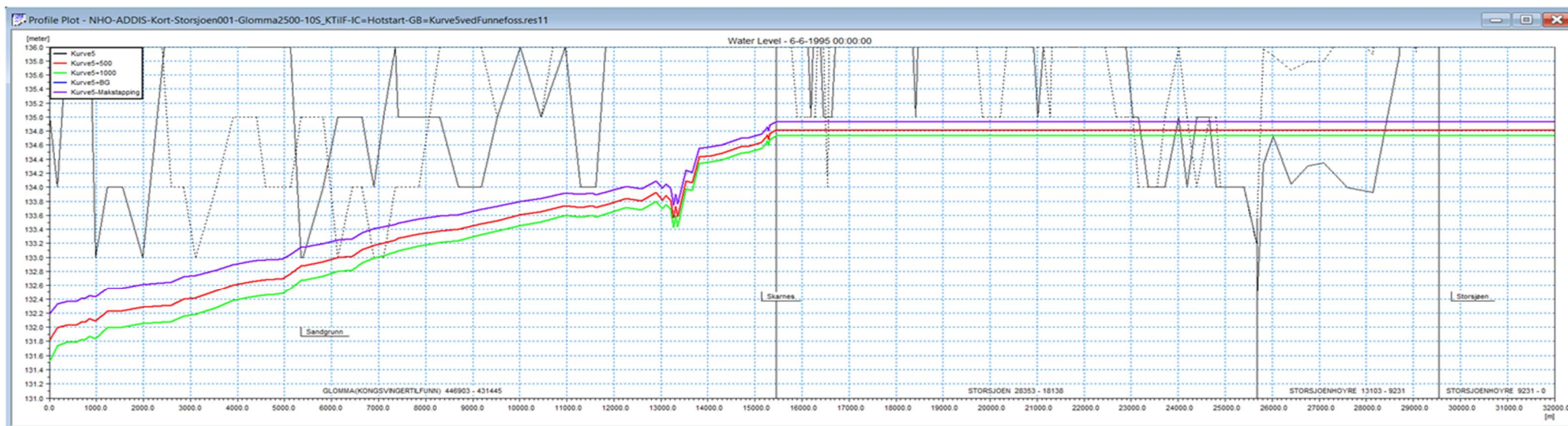
Spørsmålet er om det finnes en lignende påvirkning ved Skarnes under flomforhold når falltapet gjennom Tegnstrømmen er større og oppstuvningen er større. Dette har blitt undersøkt av NVE gjennom hydraulisk modellering av hele den relevante strekningen av Glomma med 2 ulike programvarer, Mike 11 og HecRAS. Begge viser svært godt samsvar med hverandre og under kalibrering av målte flommer etter år 2000. Noen resultater fra NVEs modellkjøring av Mike 11 modellen følger nedenfor.

Figurene 3 og 4 viser en simulering med konstant vannføring langs Glomma på henholdsvis 1500 og 2500 m³/s. Effekten av en senket vannstand i Funnefoss viser at senkningseffekten er omtrent halvert ved Skarnes (fra 80 til 40 cm for Figur 3 og fra 60 til 30 cm for Figur 4). når man måler forskjeller mellom kurvene av samme farge. Knekkpunktet midt i figurene er samløpet mellom Oppstadåa og Glomma ved Skarnes, og Tegnstrømmen befinner seg 2 km nedstrøms dette punktet, hvor man ser en dypp i vannstanden som skyldes økt vannhastighet.

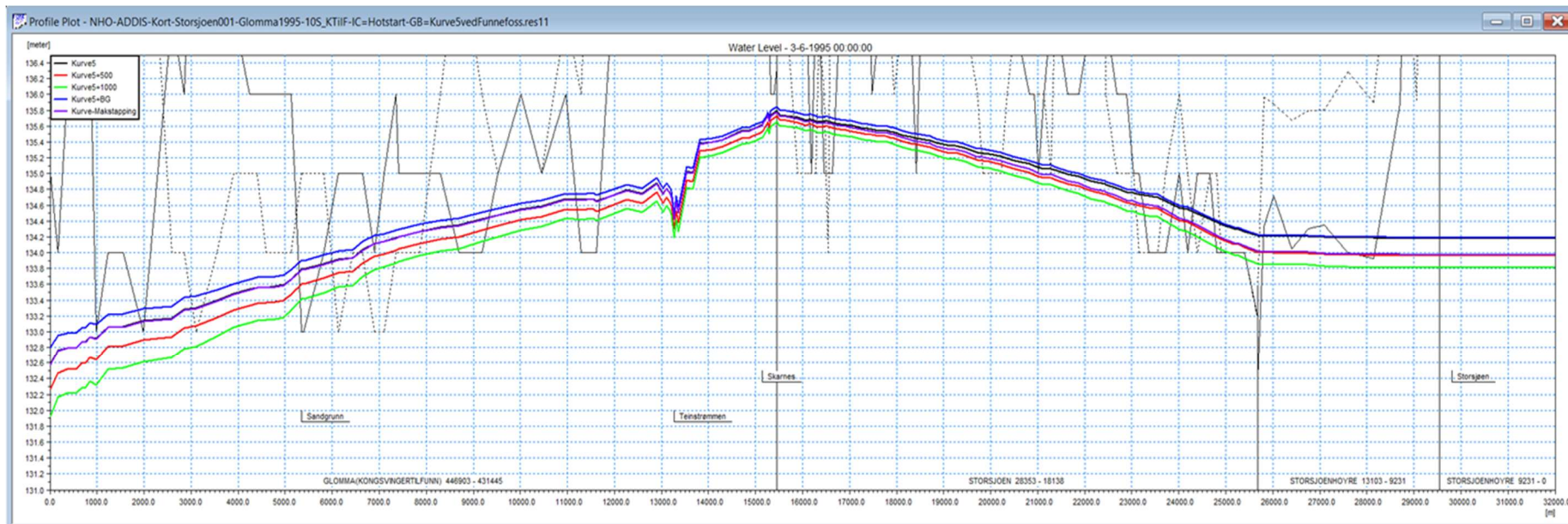
De forskjellige fargene i begge figurene representerer ulike antagelser på hva som er vannstanden ved Funnefoss hvor den blå kurven øverst representerer dagens lukekapasitet og den grønne representerer en situasjon der dagens kapasitet er økt med 1000 m³/s. Kurven for kapasitet mot vannstand er simpelthen forskjøvet med 1000 m³/s. Det er ikke innført noe forhåndstapping av vannstand ovenfor Funnefoss i simuleringene vist i figurene, bare anvendelse av full lukekapasitet i startvannstand for hver kurve.



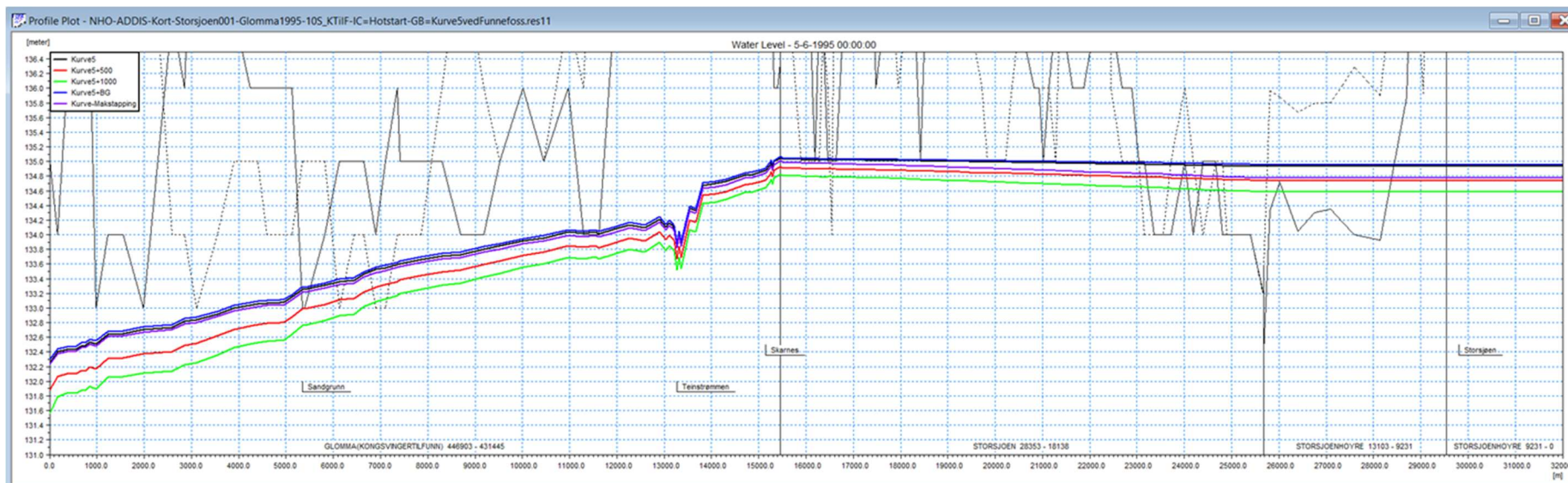
Figur 3. Stasjonær vannføring på 1500 m³/s i Glomma (uten bidrag fra Storsjøens felt) med ulike vannstandsantagelse ved Funnefoss (fra NVE Mike11 modell)



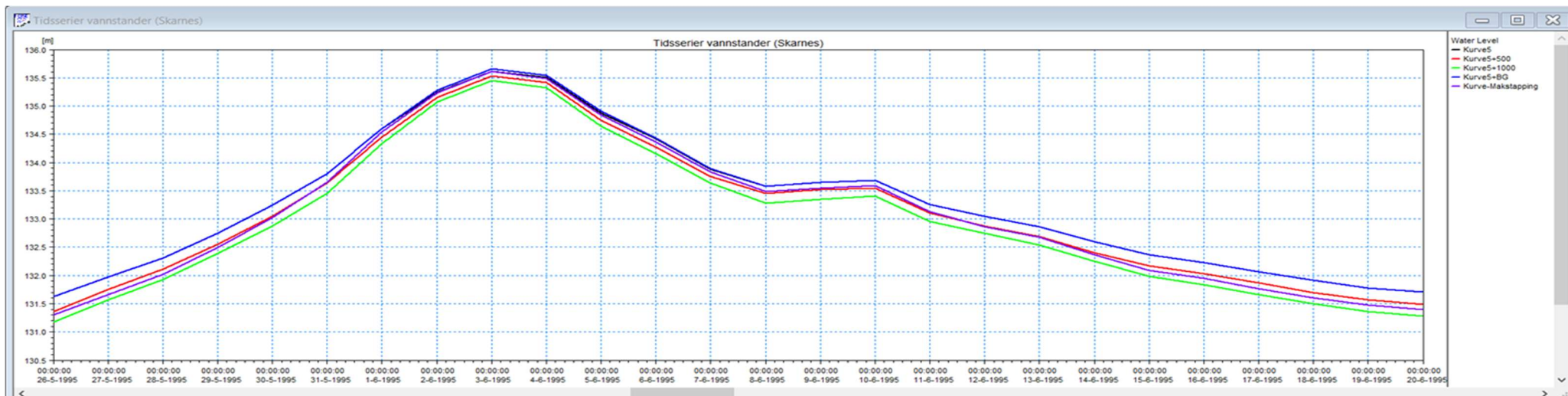
Figur 4. Stasjonær vannføring på 2500 m³/s i Glomma (uten bidrag fra Storsjøens felt) med ulike vannstandsantagelse ved Funnefoss (fra NVE Mike11 modell)



Figur 5 Profiler fra Funnfoss opp til Skarnes og videre oppover Oppstadåa til Storsjøen (fra modellsimuleringer av NVE under flomforhold som ligner 1995, dvs ca. 3500 m³/s ved Funnfoss)



Figur 6. Ny simulering som Figur 5 bare med antatt større tilsig til Storsjøen



Figur 7 Utvikling av vannstand i Skarnes under 1995 flommen med bruk av ulike lukekapasitetskurver ved Funnefoss. Kulminerer 40 cm lavere med bruk av 1000 m³/s større kapasitet

Det viktigste trekk fra disse simuleringene er en klar avstand mellom hver kurve av samme farge både oppstrøms og nedstrøms Tegnstrømmen. Dette viser at vannstanden ved Funnefoss har innvirkning opp til Skarnes og helt inn til Storsjøen. Som en tommelfinger regel kan man si at en viss senkning av overvannet på Funnefoss vil føre til tilsvarende 40% senkning av vannstand ved Skarnes. For eksempel senking av Funnefoss med ca. 85 cm skaper en senkning av 35 cm rundt Skarnes, noe som reduserer innstrømning til Storsjøen oppover Oppstadåa. Dette fører til mindre og tregere oppfylling av Storsjøen og en maksimal vannstand i Storsjøen ca. 30-40 cm lavere (ut fra bruk av ulike modeller).

Figurene 5 og 6 viser simuleringer av flommen i 1995 med forskjellige antagelser om samtidighet (eller ikke) av flomtoppen i Glomma og flomtoppen inn i Storsjøen. I realitet vil flommen i 1995 ha ligget et sted imellom disse to ekstreme antagelser. Vi ser at i begge tilfeller vil den grønne kurven føre til en senkning av maksimal vannstand i Storsjøen på omtrent 35-40 cm., uavhengig av hva som er tilsiget til Storsjøen under flomtoppen i Glomma som passerer Skarnes.

Det kan konkluderes at en bevisst senkning av overvann på Funnefoss ved hjelp av større lukekapasitet vil ha et potensial for redusert oversvømmelse langs Storsjøen og Skarnes.

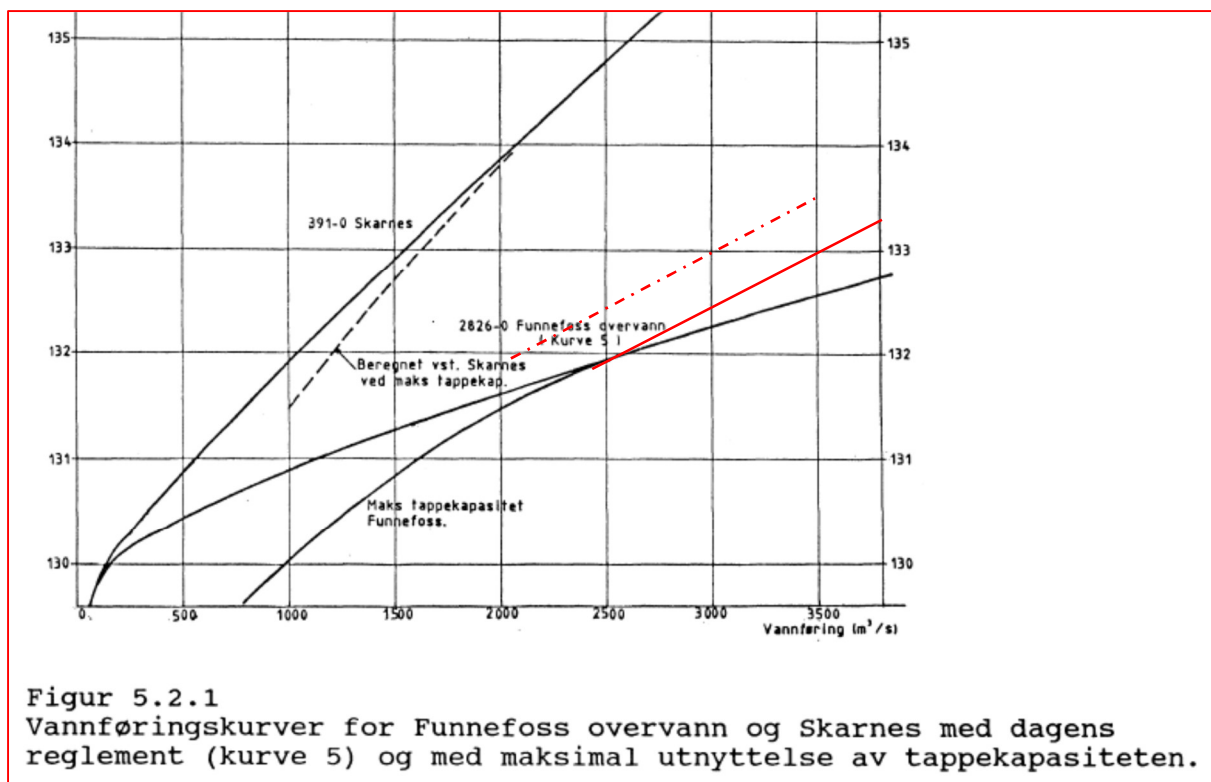
Et annet diskusjonstema er om det er lurt å benytte dette potensialet fullt ut og hva vil konsekvensene være nedstrøms, men dette notatet berører ikke dette temaet.

3 Har dagens Funnefoss flomluker tilstrekkelig kapasitet til å kunne følge Kurve 5?

Det er mye som tyder på stor usikkerhet rundt spørsmålet om bygging av Funnefoss kraftverk har endret flomvannstander oppstrøms i forhold til situasjonen før 1974. I utgangspunktet ble ikke Kurve 5 tegnet for vannføringer over 930 m³/s og alle flomtopper over denne verdien har mye usikkerhet knyttet til hvordan kurven ekstrapoleres over 2000 m³/s når flommen skaper oversvømmelser og skader. Flommen i 1995 er et godt eksempel og rapporten fra utvalget (ref. 4) resulterte i faglig uenighet om hva som var «riktig Kurve 5» for flomvannstander. Spørsmålet kan dermed reises om Funnefoss skaper høyere flomvannstander (og større oversvømmelser) enn situasjonen før utbyggingen. I tillegg til den faglige uenigheten nevnt over, finnes det klare indikasjoner på at flomavledningsevnen på Funnefoss er for liten for å kunne følge Kurve 5 over 2400 m³/s.

Figur 8 viser forskjellen mellom maksimal tappekapasitet og Kurve 5 opp til 2400 m³/s, men ikke hvordan maks. tappekapasitet overstiger Kurve 5 fra 2500 m³/s og opp mot 3800 m³/s, som først påpekt av Alf Sværen i ref. 4.

Konsulentens egne beregning av lukekapasitet i dette område bekrefter at Kurve 5 ikke kan følges under en storflom og fører til vannstanden 0,5 m over Kurve 5 ved 3800 m³/s. Maksimal tappekapasitet er vist med en rød strek tegnet over Kurve 5 i Figur 8. Dersom stasjonen må stenges under en slik storflom reduseres kapasiteten med 490 m³/s og tilsvarende rød stiplet kurve vil representere maksimale tappekapasitet med kraftstasjonen stengt.



Figur 8. Kurve 5 og vannstandskurve for Skarnes (fra ref 2)

Saken har vært gjenstand for betydelig debatt over flere runder. En rapport i 2000 hadde til hensikt å avklare saken, men førte til divergerende meninger. Her er konklusjonene fra. ref. 4 side 6 gjengitt under i rød boks.

Konklusjon: Dammen har ikke stor nok tappekapasitet til å kunne kjøre etter kurve 5 ved høye vannføringer. Gamle flomdata fra før utbyggingen av kraftverket viser at flomavledningskapasiteten ikke er forverret, og at lukekapasiteten derfor synes å være tilstrekkelig ved høye vannføringer.

Sværen er også her uenig med de øvrige medlemmene og mener det ikke er grunnlag for å trekke en slik konklusjon. Sværen ser slik på forholdet:

De øvrige medlemmenes konklusjon bygger på kurvene i vedlegg 3. Ved konstruksjon av disse kurvene er det bare tatt med et utvalg av målingene ved Bjertnes, og der finnes flere målinger som avviker fra de som er benyttet. De andre målingene ville gitt et avvikende resultat. Det ville også bruken av en lavere flomvannføring som Sværen mener er riktig. Dette er nærmere redegjort for i notatet fra Sværen i vedlegg 7. Pga. av den store spredningen i resultat fra tidligere avleste flomvannstander ved Bjertnes kan man, etter Sværens oppfatning, ikke trekke noen sikre konklusjoner fra avlesningene her.

Kurve 5

Disse punktene indikerer at kurve 5 ikke er representativ for tidligere forhold:

- Ikke forverring ved Skarnes ved høye vannføringer
- Vannstanden ved Funnefoss ligger over kurve 5 ved høye vannføringer
- Målinger under flommen 1995 ved Lensefestet og Bjertnes viser at flomvannstand er redusert etter utbygging (Det siste punktet er Sværen er uenig i, jamfør dissensene foran)

BGs oppfatning er at Kurve 5 ikke er mulig å følge med dagens luker fra 2500 m³/s og oppover, og at det er liten tvil om denne konklusjonen. Dissensen nevnt i ref. 4 kommer av forskjellige oppfatninger av hva som var situasjonen før utbyggingen (ikke av relevansen til kurve 5). Det finnes relativt få flomhendelser med vannføringer over 2000 m³/s der pålitelige målinger av vannføring og vannstand har blitt tatt samtidig, men en av disse var under flommen i 1995. Vedlegg til ref. 4 viser at vannstanden over Funnefoss i 1995 var 60 cm høyere under avtagende flomtopp enn under tiltagende flomtopp ved identiske vannføringsmålinger av 2500 m³/s. Dette viser hvor vanskelig det blir å konstatere med stor sikkerhet hva som var situasjonen før kraftverket ble bygd.

Flomtoppen i 1995 ble målt til å ha nådd 132,75 ved lensefestet oppstrøms Funnefoss, noe som er omtrent 0,5 m over det Kurve 5 vil tilsi basert på forskjellige vannføringsmålinger tett opp til passering av flomtoppen, og det antas at alle luker sto åpne gjennom flommen. Denne konsulenten er enig med Sværen at det ikke kan trekkes en konklusjon at «*lukekapasitet (ved Funnefoss) derfor synes å være tilstrekkelig ved høye vannføringer.*»

Debatten hittil har dreid seg om teoretiske beregninger, mens under en storflom blir mer praktiske momenter vel så relevante. Kan alle luker åpnes fullt tidsnok? Kan stasjonen holdes i drift selv om varegrinder blokkeres delvis? Vil kraftlinjene fortsatt tillate at kraften evakueres eller vil tap av en linje føre til at stasjonen må stenges? Vil alle drivgods passere under brua med så liten klaring som beregnes? Hva med trær, tømmerstokker, campinghytter og andre flytende objekter som vil føre til blokkering av overløp under veibrua og ytterlige oppstuvning?

Alle disse spørsmålene skal besvares positivt dersom man skal kunne følge den røde heltrukken kapasitetskurve i Figur 8. Ett eller flere negative svar til disse spørsmål vil føre til oppstuvning over den teoretiske kurven som eksemplifisert med en stengning av stasjonen som gir den stiplede linjen i Figur 8. Forrige avsnitt har også vist at en oppstuvning vil fortsette inn til Skarnes og oppover mot Storsjøen.

Web siden til AE sier 3800 m³/s maksimal avledningsevne, men på hvilken vannstand? BGs beregninger indikerer minst 133,3 m., kanskje høyere, selv med begge aggregater i full ytelse og ingen blokkering av lukene eller overløp.

4 Vil en økning i lukekapasitet redusere risiko for flomskader?

Oppmerksomheten rettes mot hvordan fremtidig flomskader kunne reduseres dersom samlet lukekapasitet blir økt for å kunne følge Kurve 5 fullt ut mot 3800 m³/s. Konsulenten har beregnet at bytting av 2 av dagens 4 klappeluker med to nye segmentluker (ellers kjent som radialluker) av identiske dimensjoner som dagens radialluke vil øke kapasiteten med 600 -800 m³/s for vannstander fra 131-133 (typiske skadeflommer, se vedlegg 1). Det antas at lysåpning mellom pilarene består uendret og at luketerskelen senkes til samme nivå som dagens sektorluke. Et slik tiltak vil kunne få til at kurven for maksimal kapasitet kan følge Kurve 5 hele veien, og fjerne all tvil om Funnefoss dam har endret flomavledningen. Dessuten vil et slik tiltak medføre at fleksibiliteten i bruk av lukene til forskjellige formål blir bedre med 3 store flomluker istedenfor bare 1 som i dag, og fortsatt 2 klappeluker for passering av drivgods og finjustering av vannstand. Flere segmentluker vil bidra til redusert konsekvenser for en uønsket hendelse som for eksempel feil under åpning av den ene segmentluken eller ved plutselig stasjonsutfall. Vannstandsøkning vil forverres med ethvert problem

som oppstår under flomtoppen med noen av de 7 lukene, med ett eller begge aggregater eller ved blokkering av noen overløp av tømmer eller andre flytende vrakgods.

BG har ikke tegnet noen kurver over høyeste flomvannstand 133,5 fordi det vil kunne oppstå store endringer i kapasiteten dersom vannstanden overstiger denne verdien under en fremtidig flom. Faren er stor for at det faste overløpet kan oppleve redusert kapasitet dersom drivgods fanges av brubjelkene med reduksjon av overløpskapasitet og eventuelle skader på brua.

Tabellen under er en oppsummering av forskjellige simuleringer utført av NVE med 1000 m³/s økt lukekapasitet, og viser at senkningseffekten er større enn tidligere antatt (kolonne 2 fra 1994). Det gule feltet viser at økning av lukekapasiteten kan bidra til senkning av vannstanden i Skarnes på ca. 15-20 cm, noe som er 60-90 % mer enn tidligere antagelser for skadeflommer over 2500 m³/s.

K5 +1000 Q Skarnes	Modell Hec 2 1994	Mike 11 2021	Hec2d 2021
1500	-38	-36	-29
2000	-22	-23	-21
2500	-14	-20	-19
3000	-9	-16	-17

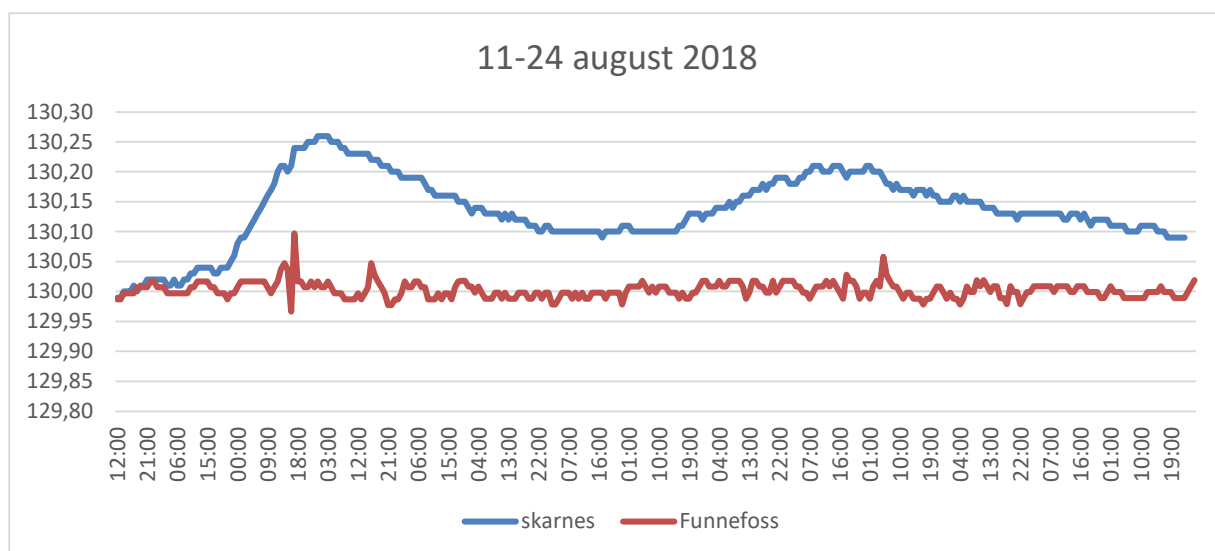
Tabell 1 Oppsummering av NVEs simuleringer utført av forskjellige modeller. De nyeste er gule.

5 Følges Kurve 5 for slavisk?

Tilfeldige perioder har blitt studert som kontroll på at Kurve 5 er fulgt. Våre stikkprøver tyder på at driftsrutiner for Funnefoss kraftverk legger opp til å følge Kurve 5 veldig tett og med de beste intensjonene om å oppfylle de avtalte vilkårene for utbyggingen, dvs Kurve5.

Et mer relevant spørsmål for erosjonsproblematikken er om Kurve 5 regelen fører til at endringer i vannstand som forekommer for ofte, og at disse kortidsvariasjonene er i seg selv problematiske for erosjonsforhold mellom Funnefoss og Tegnstrømmen. Som eksempel på dette viser Figur 9 en periode på 14 dager i august 2018, rett etter en lang sommertørke, der vannføringen i Glomma starter veldig lav etter en langvarig tørke. To små økninger er observert i vannstanden ved Skarnes, sannsynligvis på grunn av de første nedbørsepisodene etter mange måneders tørke.

Dette førte til stigning i vannføringen i Glomma over et døgn fra ca. 120 m³/s til 220 m³/s og en lavere topp på ca. 200 m³/s noen dager senere. Funnefossen driftes på grovt sett «stabil» vannstand rundt 130,0, som Kurve 5 tilsier. Dataserien fra Skarnes virker troverdig og vannføringen følger et naturlig mønster typisk for kortvarige nedbørsperioder. Den røde kurven viser hvordan Funnefoss kraftverk har forsøkt etter beste evne å følge Kurve 5 under disse variasjonene i vannføringen. I perioder med svært lav vannføring i Glomma er Kurve 5 relativt «følsom» med vannstanden varierende fra 129,9 til 130,1 fra 100 til 200 m³/s. Tre ganger har vannstanden blitt endret brått med ca. 8-14 cm over noen få timer for å forsøke å følge små endringer i vannføring. Slike raske senkninger i vannstand vil ikke ha forekommet i perioden før Funnefoss ble satt i drift, og kan betegnes som unaturlig i forhold til de gradvis små endringer som ville ha oppstått under tilsvarende situasjon uten kraftverket.



Figur 9 Korttidsvariasjoner i vannstand i slutten av tørken fra 2018

Funnefoss kraftverk har maksimal slukevne 490 m³/s. Over denne verdien må luker åpnes, og nøyaktigheten med estimert vannføringen blir lavere. Dersom en flomluke er radial type (segmentluke med utstrømning under luken) benyttes, vil det være betydelig usikkerhet knyttet til vannføringen ut av veldig små åpninger. Dersom radialluken benyttes for å justere vannstanden må det påregnes en del usikkerhet for vannføringsmålinger ved Funnefoss.

I 2020 har det blitt oppdaget enda en usikkerhet rundt høydegrunnlaget for flere vannmerker siden NVEs registreringer viste inkonsekvent høyderegistreringer under lave vannføringer i 2020 data (se Figur 2). Det skal arbeides med ny oppmåling av høyder til flere vannmerker i 2021. Usikkerheten dreier seg bare om noen få cm feil og kan føre til etterjusteringer av dataserier fra ett vannmerke (personlige kommunikasjoner med GLB).

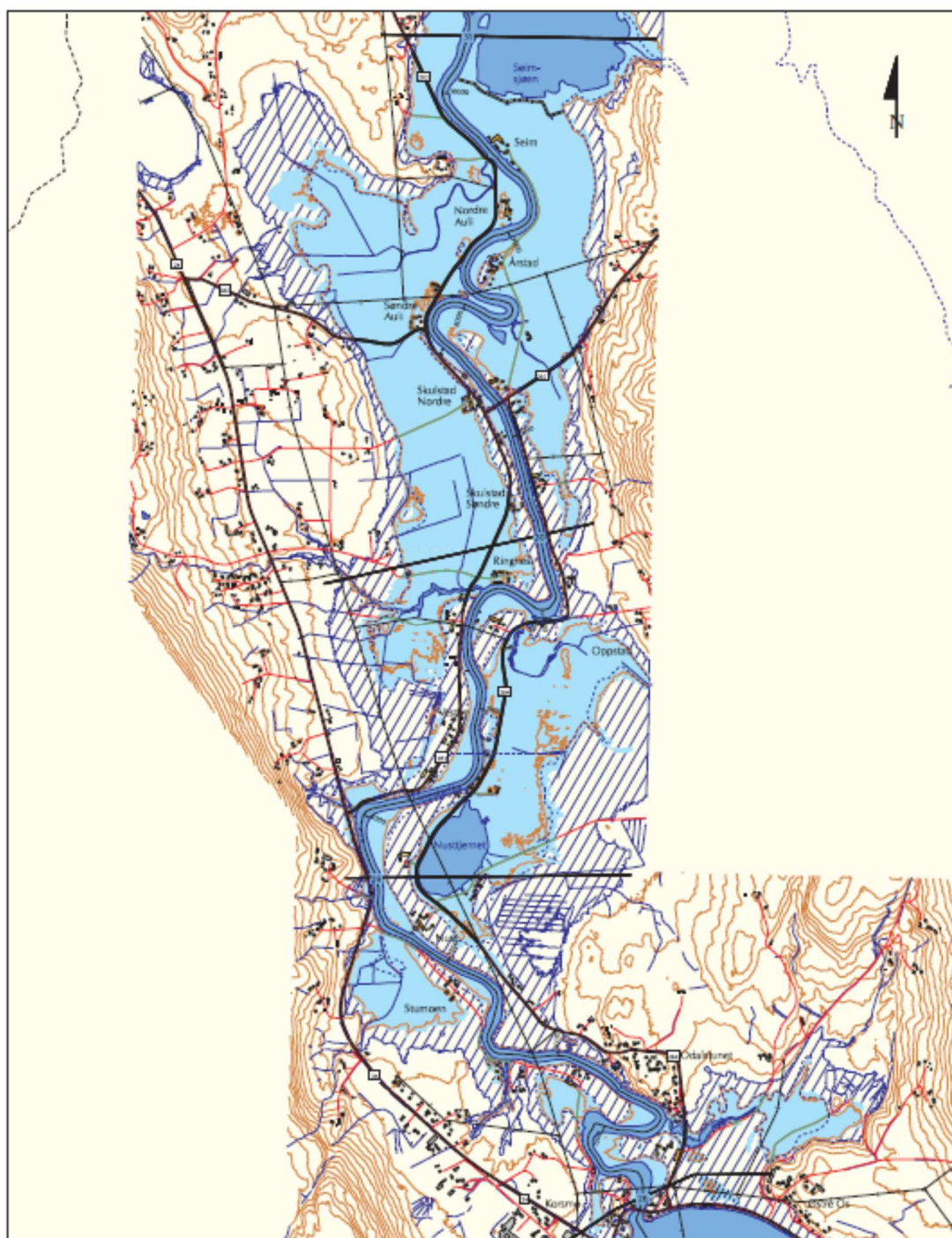
Vi reiser derfor spørsmålet om det er fortsatt hensiktsmessig å følge Kurve 5 så tett under lave vannføringer i Glomma (både om sommeren og vinteren). Det er mulig at hyppige små justeringer av vannstanden virker negativt for stabiliteten for elvebredden langs Glomma opp mot Tegnstrømmen, men her må det flere undersøkelser for å konstatere. Mulige tiltak for å stabilisere vannstanden over lengre perioder med lave vannføringer (midtinters og sommertørke) kan være innføring av en større «dødsone» i den automatiske vannstandsregulatoren og mindre avvik fra Kurve 5 for å forhindre mange små justeringer. Slike tiltak kunne testes for en prøveperiode som kunne diskuteres mellom AEV og NVE for å redusere erosjonspotensialet av mange små justeringer av vannstanden.

En lignende prøveperiode ble avtalt mellom AEV og OF med hevet vannstand i vinterperioden, men resultatene ble uklare med ingen beviselige fordeler (se ref. 6), og man gikk tilbake til vanlig «Kurve 5 styring» i 2008.

6 Kan eventuelle endringer i manøvreringsregler ved Funnefoss bidra til en reduksjon i flomtopper oppstrøms?

Kurve 5 (Figur 8) har blitt styrekurven for hvordan vannstanden bak Funnefoss dam manøvreres. På samme figur vises hvordan vannstanden kan reduseres hvis man fravirker Kurve 5 ved åpning av alle luker i Funnefoss slik at maksimal tappekapasitet utnyttes fullt ut. Bruk av lukene har mulighet til å

senke vannstanden for alle vannføringer i området 800-2400 m³/s. Senkningspotensialet avtar fra ca. en meter ved 800 m³/s til null ved 2400 m³/s. Tanken er å komme frem til en ny hensiktsmessig regel for manøvrering dersom det varsles en skadeflom nedover Glomma. Det finnes veldig gode prognoser for flomutvikling langs Glomma med minst ett døgns varsel i forkant. Dersom en slik varsel advarer mot en flomtopp som kan volde betydelig skade (for eksempel med 20 års returperiode eller mer), har myndighetene anledningen til jevne ut flomavviklingen over kriseperioden ved å forhåndstappe Glomma oppstrøms Funnefoss og gi plass til mer lagring av flomvann i Storsjøen når flomtoppen ankommer noen dager senere.



Figur 10 Flomsonekart som viser området utsatt for oversvømmelse under en 200 årsflom

Figurene over viser at det finnes potensial for å senke maksimal vannstand i Storsjøen med ca. 20-30 cm dersom man åpner lukene og senker vannstanden til et nivå lavere enn det som Kurve 5 skulle tilsi, noe som reduserer omfang av oversvømmelser i hele det flomutsatte område vist i figur 10. Denne manøvrering må selvsagt foretas sakte og forsiktig slik at flomtoppen ikke økes nevneverdig nedstrøms, men den følger prinsippet om god reguleringspraksis ved å forhåndstappe vassdraget før den store skadelige flomtoppen ankommer.

Figur 7 er en simulering av hele forløpet til 1995 flommen i Glomma, igjen med ulike antagelser om vannstanden ved Funnefoss (med og uten kapasitetsøkning gjennom nye luker). Dette viser at effekten av senket vannstand i Funnefoss vedvarer gjennom hele flomforløpet og klarer å senke maksimal vannstand i Storsjøen med 16 cm.

Ingen av disse simuleringer gir en direkte sammenligning av en endret manøvreringspraksis fra Kurve 5 til maksimaltapping, men de gir nok bevis for å kunne hevde at potensialet er stort nok til å studere videre gjennom flere modellkjøringer. Manøvrering under flomforhold skal ikke føre til økning av flomskader nedstrøms, men indikasjoner beskrevet i dette notatet viser at motsatt effekt kan ha skjedd som resultat av Funnefoss og Kurve 5 regulering. Storsjøen har vist seg å erfare høyere vannstander under flom, dvs. at den lagrer mer flomvann og dermed reduserer og forsinker flomtoppen nedenfor Funnefoss. OF og alle som opplever flomskader rundt Skarnes og Storsjøen ber at de nye modeller brukes for simulering av flomsituasjoner for å returnere tettest mulig til det som var situasjonen før utbygging av Funnefoss, i tråd med prinsippene for tillatelsen fra 1973 (ref1).

Simuleringer i Figurene 3-7 beviser klart at en økning av lukekapasiteten sammen med bruk av den økte kapasiteten i forkant av en skadeflom kan gi betydelig redusert oversvømmelser opp til Skarnes og hele veien rundt Storsjøen. Den grønne linjen viser hva som oppnås med en kapasitetsøkning på 1000 m³/s. Forslaget om å bytte ut 2 klappeluker gir en økning av 800 m³/s ved vannstand 133, noe som gir litt mindre effekt enn vist med de grønne linjene i Figurene 3-7.

7 Sammendrag og Konklusjoner

Konsulenten Brian Glover har blitt engasjert av Odal Flomsikringslag å undersøke årsaker til økt erosjon langs Oppstadåa, Vesleåa og deler av Glomma oppstrøms Funnefoss kraftverk. Dette notatet tar opp spørsmål om Kurve 5 kan følges under en stor skadeflom og om en endret manøvreringen i forkant av en storflom kan bidra til å redusere flomskader oppstrøms. Vi diskuterer tre viktige spørsmål reist av OF.

1. *Er vannstanden ved Skarnes og Oppstadåa helt uavhengig av vannstanden ved Funnefoss under en skadeflom?*
2. *Har dagens Funnefoss dam med luker tilstrekkelig kapasitet til å kunne følge Kurve 5 over 2500 m³/s (dvs flommer med returintervaller 50 – 200 år med store oversvømmelser og skadepotensial)?*
3. *Hvordan kunne eventuelle endringer i manøvrering av luker ved Funnefoss i forkant av en skadeflom bidra til en reduksjon i flomtopper oppstrøms?*

Svaret på spørsmål 1 er at vannstanden ved Skarnes påvirkes fortsatt av hvordan vannstanden ved Funnefoss manøvreres, selv om effekten dempes til ca. halvparten under store vannføringer. Vannstanden i Skarnes er IKKE bestemt utelukkende av flaskehalsen Tegnstrømmen og kan påvirkes av lukemanøvrering ved Funnefoss, også under flom.

Svaret på spørsmål 2 er at vannstanden ved Funnefoss ikke kan følge Kurve 5 over ca. 2500 m³/s selv om alle luker åpnes og kraftverket forblir i full drift. Ved en 200 års flomhendelse som ligner 1995 flommen vil vannstanden bli opptil 50 cm høyere enn Kurve 5 skulle tilsi. Ytterlige oppstuvning kan forekomme dersom aggregatene faller ut eller en luke blokkeres under flomtoppen.

Svaret på spørsmål 3 er at en eventuell senkning av vannstanden ved Funnefoss med tidlig åpning av alle luker bidrar til senkning av vannstanden oppstrøms. Dette i sin tur reduserer oppfylling av Storsjøen og maksimal vannstanden under den etterfølgende flomtoppen. Uavhengig av typen flom og grad av sammentreff mellom maksimalt tilsig fra Glomma og Oppstadåa blir reduksjonen ca. 30 - 40 cm. Dette betyr at tidlig åpning av flomluker i Funnefoss dam i forkant av en varslet skadeflom kan bidra til mindre oversvømmelse oppstrøms. Det vil også redusere vannhastigheten som strømmer inn fra Glomma mot Storsjøen og bidra til å redusere erosjonsprosessen langs Oppstadåa og Vesleåa.

OF anbefaler at det opprettes et prosjekt for å modellere ulike skadeflommer med økt lukekapasitet og ulike manøvreringsregler for bruk av luker i Funnefoss, inkludert forhåndstapping av vannstand. Modellen er allerede opprettet og kalibrert av NVE, og utvidet deltagelse fra AEV, GLB og OFs konsulent Brian Glover, bør kunne føre til et omforent forslag for regulering av Funnefoss når tillatelsen kommer opp for fornyelse.

8 Referanser

1. Tillatelse til Erverv av fall m.v. i Funnefoss i Glomma (Kgl. Res 9 mars 1973)
2. Fylkestyret, Naturvernforbund i Hedmark, Rapport til OF, 2018
3. NVE Rapport 01/1994 Sikring mot Skadeflom, Storsjøen i Odal
4. NVE Rapport: nov 2000. Vurdering av vannstand/ vannføring ved Funnefoss kraftverk
5. NVE Rapport 01/2008 Flomsonekart- Delprosjekt Skarnes
6. Anne Rørholt, notat til Odal Flomsikringslag oktober 2002 «Endringer i prøvereglement for Funnefoss»

Vedlegg 1 Tabeller med kapasitetsberegninger

Dagens kapasitet for alle luker og overløp i Funnefoss

Vannstand		131,5	132,5	133,5
En Klappeluken		195	290	400
4 klappeluker		780	1160	1600
En sektorluke		530	670	820
tømmerløp		100	130	180
Fast overløp		200	600	(1200)*
Teoretisk delsum		1610	2560	3800
Samlet kapasitet over	Inkl.innløpstap	1580	2510	3610
Stasjonen		490	490	490
totalt		2070	3000	4100

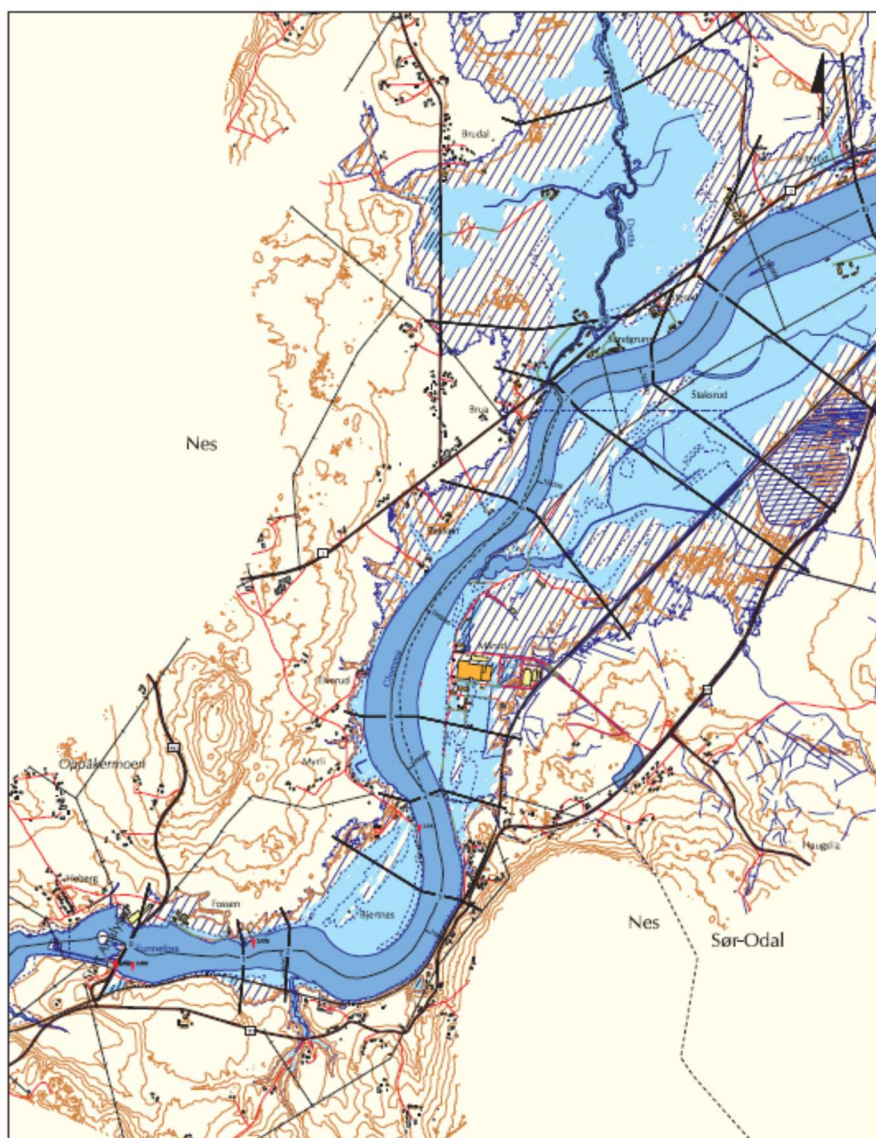
* Fast overløp kan oppleve redusert kapasitet ved 133,5 eller høyere siden faren er stor for drivgods som fanges av brubjelkene med reduksjon av overløpskapasitet og eventuelle skader på brua

Eventuelt med 2 klappeluker byttet ut med sektorluker får man økt kapasitet som vist under:

Vannstand		131,5	132,5	133,5
En sektorluke		530	670	820
En Klappeluken		195	290	400
2 klappeluker		390	580	800
Tre sektorluker		1590	2010	2460
tømmerløp		100	130	180
Fast overløp		200	600	(1200)*
Teoretisk delsum		2280	3320	4640
Samlet kapasitet over	Inkl.innløpstap	2250	3260	4450
Stasjonen		490	490	490
totalt		2740	3750	4940
Økning nye luker		670	760	840

Tabell 2.2 Kulminasjonsvannføringer og -vannstander for Skarnes og Storsjøen

Navn	Q_M	Q_{10}	Q_{20}	Q_{50}	Q_{100}	Q_{200}	Q_{500}
	m ³ /s	m ³ /s	m ³ /s	m ³ /s	m ³ /s	m ³ /s	m ³ /s
Glomma oppstrøms Oppstadåa	1499	2069	2339	2683	2968	3238	3628
Tilløpet til Storsjøen	31	42	48	55	61	66	74
Glomma ved Skarnes	1464	2020	2283	2620	2898	3162	3542
Glomma ved Funnefoss	1465	2022	2286	2623	2901	3165	3546
	H_M	H_{10}	H_{20}	H_{50}	H_{100}	H_{200}	H_{500}
Storsjøen i Odalen (vannstand)	132.68	133.64	134.08	134.62	135.05	135.44	136.00



Figur 4.15 Flomsonekart 200-årsflom ved Funnefoss