

Oppdragsgiver: **Storebekk kraftverk AS**
Oppdragsnr.: **5152171** Dokumentnr.: **N05**

Til: Storebekk kraftverk AS
Fra: Norconsult AS
Dato: 2022-03-07

► Storebekk kraftverk - Hydrologisk underlag for søknad

I dette notatet er det gitt underlagsinformasjon for hydrologisk grunnlag og konsekvenser for overflatehydrologi for planlagt utvidelse av eksisterende Storebekk kraftverk, i Evje og Hornnes kommune i Agder. Anlegget utnytter vannføringen i Storebekk like oppstrøms Dåsvatn i Dåsåni, en sideelv til Otra. Planlagte utvidelser er:

1. Øke slukeevnen til 1,25 m³/s
2. Legge nytt Ø500 mm rør parallelt med eksisterende rørgate på de øverste 1000 m

Tekst og figurer er tatt inn ut i fra de momentene som NVE normalt krever i forbindelse med dokumentasjon av hydrologi-delen for utbygging av småkraftverk. Alle tall og figurer er fremskaffet på grunnlag av døgndata. Hydrologi-skjema er utarbeidet separat.

Årsmiddelvannføringen i NVEs avrenningskart 1961-90 for inntaket til Storebekk kraftverk er på 0,55 m³/s, og var det som ble lagt til grunn ved konsesjonsfritaket. I fritaket er det fastsatt en slukeevne på 1,6 ganger middelvannføringen, 0,88 m³/s. Basert på faktisk produksjon i kraftverket er reelt årlig middeltilsig beregnet å være 0,688 m³/s de siste 11 årene, som er 25 % høyere enn det avrenningskartet tilsier. 1,6 ganger middelvannføringen tilsvarer 1,1 m³/s med beregnet årsmiddeltilsig.

Hydrologi og tilsig

Storebekk kraftverk utnytter i dag et fall på ca. 279 m og har vært i drift siden 2004. Valg av representativt vannmerke og bestemmelse av årsmiddeltilsiget er gjort basert på en kalibrering av simulert produksjon mot observert produksjon i kraftverket i perioden 2009-2019.

Årlig middelvannføring i henhold til NVEs avrenningskart 1961-90 er på 48 l/(s*km²). Det er utført en kontroll av årlig midlere tilsig til inntaket i Storebekk ved å se på historisk produksjon og gjenskape dette i en produksjonsmodell. Beregningen er utført på timedata i perioden 2009-2019. Denne analysen viser et årsmiddeltilsig på ca. 60 l/(s*km²), som svarer til 0,688 m³/s ved inntaket til Storebekk kraftverk.

Observert produksjon i nabofeltet, Veiåni, bekrefter nivået på tilsiget som er funnet for Storebekk.

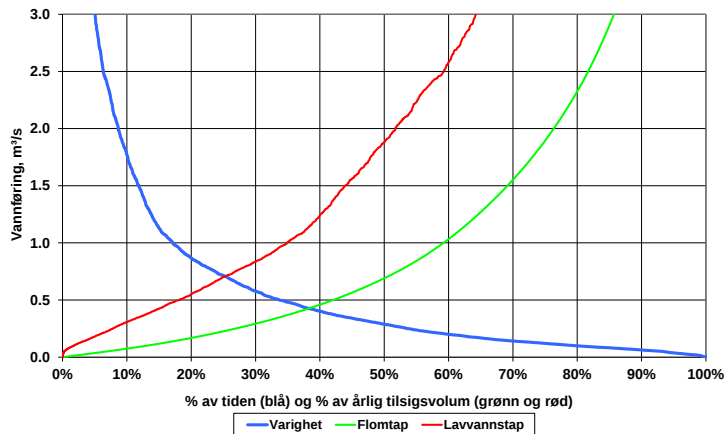
På grunnlag av kalibreringen mot observert produksjon er det funnet at skalering av vannmerket 19.82 Rauåna gir best samsvar mellom simulert og observert produksjon, og dette vannmerket er derfor valgt som representativt vannmerke. Sammenligning av nøkkeldata for de to feltene er vist i Tabell 1.

Kurver for varighet og tap av vann i lavvann og flom, samt sesongvariasjon og år-år-variasjon i vannføringen er vist i Figur 1-Figur 3.

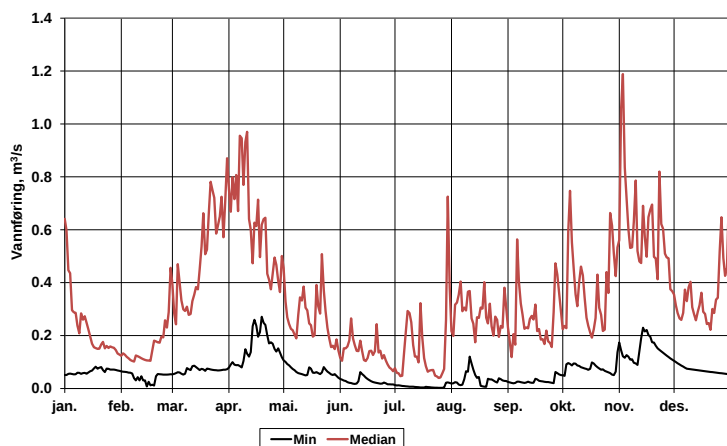
Tabell 1 Nøkkeldata.

	Areal km ²	Eff.sjø %	Høyde	Skog%
Storebekk k478	11.5	1.1	467-600-722	20
19.82 Rauåna	8.93	0	222-396-760	91

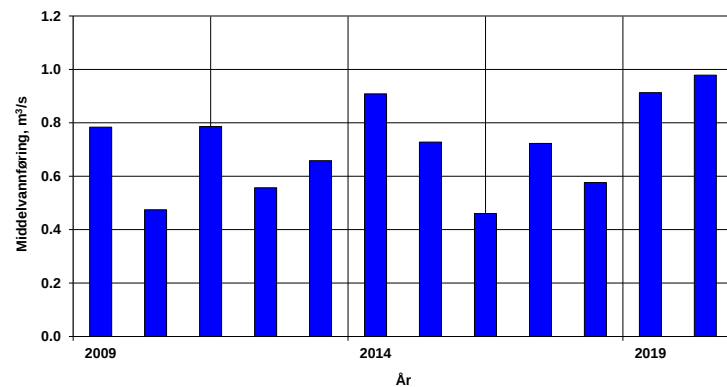
Oppdragsgiver: **Storebekk kraftverk AS**
 Oppdragsnr.: **5152171** Dokumentnr.: **N05**



Figur 1 Varighetskurve og kurve for forbislipping av vann i lavvann og flom.



Figur 2 Sesongvariasjon i vannføring.



Figur 3 Variasjon i middelvannføring fra år til år.

Karakteristiske lavvannføringer

Alminnelig lavvannføring, 5-persentil vinter og 5-persentil sommer for inntak Storebekk er beregnet med NVEs lavvannsapplikasjon til hhv. 1,5 l/(s*km²), 1,0 l/(s*km²) og 4,4 l/(s*km²). Disse spesifikke verdiene er sammenlignet med spesifikke verdier for andre små felt i regionen i Tabell 2.

Alminnelig lavvannføring varierer fra 0-5,4 l/(s*km²) for de regionale feltene. Feltet med den høyeste verdien, Knabåni, har vesentlig høyere årsmiddeltlig enn de andre feltene, og har et litt annet hydrologisk regime, med vesentlig større snøakkumulasjon om vinteren. Dette er tydelig ut fra den relativt høye 5-persentilen om sommeren for dette feltet. Verdiene fra Knabåni er derfor ikke vektlagt i vurderingen. Alminnelig lavvannføring for Storebekk fra lavvannsapplikasjonen på 1,5 l/(s*km²) er høy i forhold til de andre små feltene, og også i forhold til verdiene for det vesentlig større feltet Myglevatn like mot sør. De andre små feltene har riktignok lavere årsmiddeltlig enn Storebekk, men kombinasjonen av større felt og også større effektiv sjøprosent for nabofeltet Myglevatn, gjør at alminnelig lavvannføring for Storebekk ikke bør være høyere enn for Myglevatn. Det mest sammenlignbare feltet, Rauåna, har en verdi på 0,6 l/(s*km²). Dette feltet har et årsmiddeltlig på om lag halvparten av Storebekk, og det er da også naturlig at Storebekk har høyere alminnelig lavvannføring. På dette grunnlaget vurderes en alminnelig lavvannføring for Storebekk på 1,0 l/(s*km²) som realistisk.

5-persentil vinter varierer fra 1,9-4,1 l/(s*km²) for sammenligningsfeltene (sett bort i fra Knabåni, som kommentert). Lavvannsapplikasjonen gir 4,4 l/(s*km²) for Storebekk. Det er urealistisk at 5-persentil vinter for Storebekk skal være høyere enn for det store feltet Tingvatn, og det vurderes også urealistisk at verdien skal være høyere enn for nabofeltet Myglevatn. Begrunnelsen er at det lille feltet til Storebekk fryser raskt til ved langvarige kuldeperioder vinterstid, og dermed vil ha lavere lavvannføringer om vinteren enn Myglevatn, som ligger noe lavere over havet. Rauåna har riktignok lavere årsmiddeltlig enn Storebekk, men Rauåna ligger, i likhet med myglevatn, lavere over havet, og siden 5-persentil vinter vil være styrt av vannføringen i kuldeperioder, er det ikke urealistisk at Storebekk har en 5-persentil vinter på nivå med Rauåna, 2,5 l/(s*km²).

5-persentil sommer varierer fra 0-2,6 l/(s*km²) for sammenligningsfeltene (sett bort i fra Knabåni, som kommentert). Lavvannsapplikasjonen gir 1,0 l/(s*km²) for Storebekk. Også for 5-persentil sommer vurderes det urealistisk at Storebekk skal ha en høyere verdi enn nabofeltet Myglevatn. De laveste vannføringene i sommerhalvåret i dette området opptrer på sensommeren, når all snøen er smeltet bort og det er varmt og tørt over en lengre periode. Da vil et lite felt som Storebekk, med skrinne løsmasser tørke fortere ut enn det større og mer selvregulerte feltet til Myglevatn. Samtidig bør 5-persentil sommer for Storebekk være høyere enn for Rauåna, som også har liten selvregulering, men ligger lavere enn Storebekk. På dette grunnlaget legges 0,6 l/(s*km²) til grunn som 5-persentil sommer for Storebekk.

De valgte verdiene for alminnelig lavvannføring, 5-persentil vinter og 5-persentil sommer for Storebekk svarer til vannføringer på 12 l/s, 29 l/s og 7 l/s.

Tabell 2 Karakteristiske lavvannføringer.

	Areal km ²	Eff.sjø %	Høyde (min-med-max)	QN l/(s*km ²)	Alm.lavvf. l/(s*km ²)	5-pers. vinter l/(s*km ²)	5-pers. sommer l/(s*km ²)
Storebekk k278	11.5	1.1	467-600-722	60	1.0*	2.5*	0.6*
19.82 Rauåna	8.93	0	222-396-760	25	0.6	2.5	0.3
19.96 Storgama	0.523	4.7	581-610-680	36	0.0	1.9	0.0
20.11 Tveitdalen	0.439	0	191-219-239	34	0.0	2.3	0.0
22.16 Myglevatn	182.2	1.53	252-447-741	43	1.4	3.3	0.8
24.9 Tingvatn	272	3.1	185-588-964	59	3.2	4.1	2.6
25.32 Knabåni	49.1	0.45	378-758-988	70	5.4	5.6	4.9

*Estimerte størrelser. Begrunnelse er gitt i teksten.

Produksjon

Det er beregnet produksjon for perioden 2009-2020 for omsøkt alternativ, der slukeevnen økes og det legges et nytt, parallelt rør på den øverste delen av rørgaten. Dette gir en estimert produksjon på 8,3 GWh/år. Simuleringen er da utført med tilsigsgrunnlaget som dokumentert i avsnittet «Hydrologi og tilsig». Turbinsenter er lagt til grunn på kote 200, to pelton-maskiner (én liten) og vannvei som 1874 m 600 mm duktile rør. Resultatene er vist i Tabell 3. Sammenlignet med tillatt slukeevne på 0,675 m³/s fra «som bygget» vil en økning i slukeevnen gi en produksjonsøkning på +1,8 GWh/år.

Tabell 3 Produksjonsberegning 2009-2020 (GWh/år).

	År	1.10-30.4	1.5-30.9	Slukeevne m ³ /s	Gen. effekt MW
Som bygget	6.5	4.3	2.2	0.675	1.6
Oppgradering 2008	7.3	4.9	2.4	0.88	2.0
Rev.søknad 2022	8.3	5.6	2.7	1.25	2.75
1,6*middelvf.	8.0	5.4	2.6	1.1	2.45

Konsekvenser av en utbygging for overflatehydrologi

Ved en økning av slukeevnen i Storebekk kraftverk vil flomoverløpet over inntaksdammen bli noe redusert, men fortsatt blir det overløp i fuktige perioder. Minstevannføringen er planlagt beholdt som i dag, på 0,030 m³/s hele året.

Dagens situasjon

Vannføringsregimet i Storebekk er preget av rask hydrologisk respons og store vannføringsvariasjoner. Feltet ligger i et område som får inn nedbør både med øst- og vestavær. Normalt legger snøen seg i feltet i desember og smelter i perioden fra mars til begynnelsen av mai, med tilhørende økt vannføring i denne perioden. De tørreste månedene i året er juli og august, og vannføringen kan da bli svært liten når det er høytrykk og varmt vær over en lengre periode. På grunn av de skrinne løsmassene går imidlertid vannføringen raskt opp igjen når det kommer nedbør etter en tørkeperiode.

Vinteren 2010 var kald og tørr og gjorde dette året til et av de tørreste årene de siste 30 år. 2014 var et fuktig år, mens 2013 var et nokså normalt år.

Etter utbygging

En økning i slukeevnen fra 0,88 m³/s til 1,25 m³/s vil gi redusert flomoverløp på inntaksdammen. Restvannføringen går ned til 0,28 m³/s (fra 48 % til 41 % av totaltilsiget i perioden 2009-2019).

I Figur 4 er det vist kurver for vannføring før og etter utbygging i et fuktig, et normalt og et tørt år. Forskjellene i vannføring blir beskjedne, ettersom restvannføringen blir på over 80 % av det den er i dag. Det blir fortsatt hyppig overløp over inntaksdammen i både fuktige, normale og tørre år, men noe mer sporadisk i de tørreste årene. Dette er også slik situasjonen er i dag. Generelt vil størrelsen på overløpet reduseres på grunn av økt slukeevne. Flomoverløp blir i hovedsak vinter, vår og høst. Vintrene er imidlertid variable i denne klimaregionen, slik at enkelte vintre er tørre og kalde og med lavt tilsig store deler av vinteren, mens andre vintre har periodevis snøsmelting og avrenning. I Tabell 4 er det vist dager med forbislipp av vann over inntaksdammen. Det slippes minstevannføring 365 dager i året alle år, selv om den vil være begrenset oppad til tilsiget.

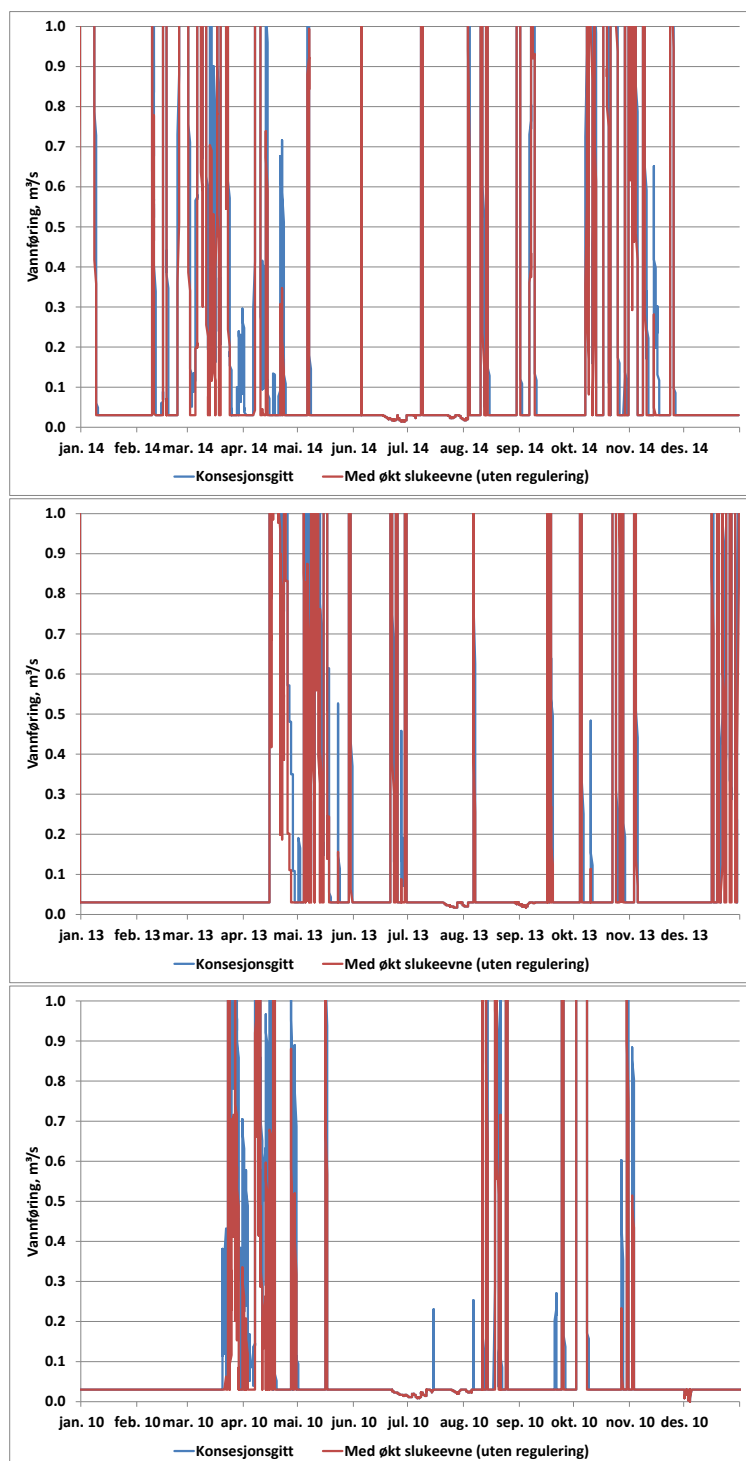
Oppdragsgiver: **Storebekk kraftverk AS**

Oppdragsnr.: **5152171** Dokumentnr.: **N05**

Resttilsiget i Storebekk på høyde med kraftstasjonen er på ca. 0,097 m³/s, som kommer fra et felt på ca. 1,9 km². Total restvannføring (i begge elveløpene) like oppstrøms kraftstasjonen går ned fra 0,43 m³/s til 0,38 m³/s. Bortsett fra tilsiget fra restfeltet gir Figur 4 (for inntaket) et representativt bilde av endringene.

Tabell 4 Dager med overløp ved inntaket til Storebekk kraftverk.

	Fuktig år	Middels år	Tørt år
Dager med flomoverløp (slukeevne = 0,88 m³/s)	105	69	55
Dager med flomoverløp (slukeevne = 1,25 m³/s)	70	50	32
Dager med vf. < minste slukeevne (dagens situasjon)	0	0	0
Dager med vf. < minste slukeevne (med planlagte endringer)	0	0	0



Figur 4 Vannføring like nedstrøms inntaket i et fuktig (øverst), et normalt (midten) og et tørt år.

Endringer i vannstand oppstrøms inntaksdammen

Inntaksbassenget er i dag uregulert med vannstand ca. på kote 479,0. De opprinnelige planene for utvidelse innebar en regulering av inntaksmagasinet med 5 m. Dette er nå tatt ut, og omsøkte endringer vil ikke ha konsekvenser for vannstanden i inntaksbassenget.

Vanntemperatur, isforhold og lokalklima

Redusert overløp over dammen som følge av økt slukeevne vil generelt gi økt påvirkning fra omgivelsestemperaturen på vanntemperaturen. I perioder det bare slippes minstevannføringer i dag, blir forholdene uendret. Nedstrøms kraftstasjonen blir det ingen endringer.

Lokalklimaet vil ikke endres nevneverdig av en økning i slukeevnen.

Grunnvann

Det ventes ingen nevneverdige endringer i grunnvannsnivået.

Skred, flom og erosjon

I henhold til web-løsningen www.skrednett.no (Figur 5) ligger inntaksbassenget for Storebekk kraftverk i grensen for aktsomhetsområde for snøskred. Det er imidlertid små høydeforskjeller i dette området og snøforholdene tilsier ikke at området er spesielt skredutsatt.

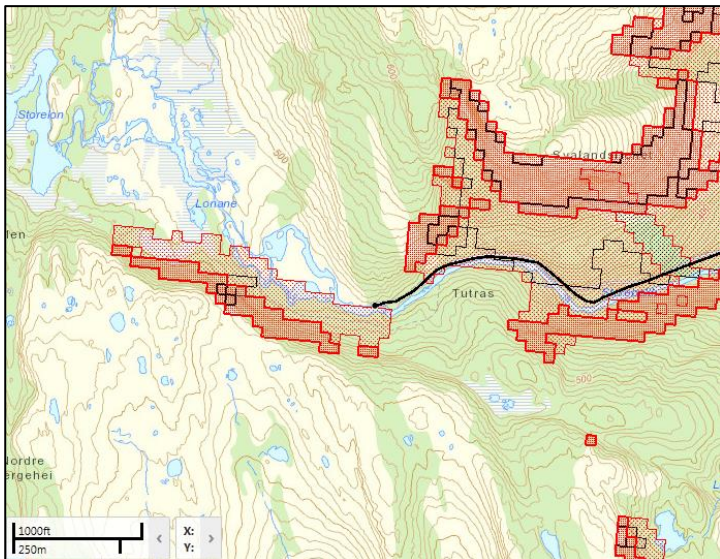
Flommene i elva opptrer i hovedsak høst, vinter og vår, både som rene regnflommer og som kombinasjonsflommer snøsmelting/ regn. Vassdraget har lite løsmasser og rask hydrologisk respons, og vannføringen stiger svært raskt ved kraftig nedbør. Forholdet mellom maksimal flomvannføring og døgnmiddelvannføring forventes derfor å være i størrelsesorden 2,5-3,5. Flommene i Storebekken på utbyggingsstrekningen er i dag mindre enn naturlig, på grunn av slukeevnen i Storebekk kraftverk.

Middelflommen og 10-årsflommen i vassdraget (ved inntaket) forventes å være på hhv. om lag 6 og 9 m³/s (døgnmiddelverdier). En økning i slukeevnen fra 0,88-1,25 m³/s vil redusere flommene med inntil 0,37 m³/s. Dette svarer til 6 % og 4 % av hhv. døgnmiddelflommen og 10-årsflommen. Inntaksbassenget har og vil ha neglisjerbar dempende effekt.

Erosjonen vil kunne gå marginalt ned som følge av økt slukeevne i kraftverket og dermed litt lavere flommer.

Notat

Oppdragsgiver: **Storebekk kraftverk AS**
Oppdragsnr.: **5152171** Dokumentnr.: **N05**



Figur 5 Utsnitt fra www.skrednett.no

Rev02	2022-03-07	Revidert, regulering inntaksbasseng tatt ut	Jon Olav Stranden	Dan Lundquist	Jon Olav Stranden
Rev01	2018-01-26	Revidert hydrologiunderlag	Jon Olav Stranden	Dan Lundquist	Jon Olav Stranden
Rev0	2015-05-22	Hydrologiunderlag	Jon Olav Stranden	Dan Lundquist	Jon Olav Stranden
Versjon	Dato	Beskrivelse	Utarbeidet	Fagkontrollert	Godkjent

Dette dokumentet er utarbeidet av Norconsult AS som del av det oppdraget som dokumentet omhandler. Opphavsretten tilhører Norconsult AS. Dokumentet må bare benyttes til det formål som oppdragsavtalen beskriver, og må ikke kopieres eller gjøres tilgjengelig på annen måte eller i større utstrekning enn formålet tilsier.