

Simulering av vannføring i Andelva forbi Bøhnsdalen kraftverk



Bjørn Otto Dønnum

Hafslund Kraft AS/ GLB

25.08.2025

1

Innhold

Simulering av vannføring i Andelva forbi Bøhnsdalen kraftverk.....	1
Andelva i Bøhnsdalen	3
Vannføring på strekningen forbi Bøhnsdalen	5
Modellens utstrekning og forutsetninger	6
Resultater	8
Konklusjon	12
Vedlegg 1.....	13

Andelva i Bøhnsdalen

Det er foreslått å legge ut gytegrus samt gjøre fysiske tilpasninger av elvebunnen (se Naturrestaurering AS Rapport nr 2019-06-13) på strekningen av Andelva som renner langs det gamle Electrolux bygget (mellom linje 0 og 1 i figur 3) i Bøhnsdalen. Bakgrunnen er at det er fremmet et forslag om å gjøre tiltak (legge ut gytegrus, endre bunnforhold med stor stein etc.) for å forbedre de fysiske forholdene for fisk i denne delen av Andelva.

Det er satt opp en 2D-modell i HEC-RAS 6.6 for å vurdere hvilke vannhastigheter, vanddyb og skjærspenning som kan forventes ved ulike vannføringer.

Dersom det skal gjennomføres tiltak så er det viktig at det kan sannsynliggjøres at det vil gi en positiv effekt og at tiltaket vil fungere over tid, og en simulering av de fysiske forholdene kan bidra til å klargjøre disse forholdene.

Andelva er på strekningen dominert av fjell i dagen og stor blokk med stein og grov grus. Gradienten på elvebunnen er ca 3% på strekningen hvor det er foreslått tiltak. I fossen nedstrøms det foreslåtte «tiltaksområdet» er gradienten ca 20% i fossestryket. Det er også flere vertikale dropp og det er et parti i elva som er vanskelig å vandre opp for gyteørret i den størrelsesklassen som kan forventes i Andelva (< 45 cm). Nedstrøms fossen flater gradienten ut og er ca 1% på strekningen ned til enden av modellen (målt langs det som antas å være elvebredden).



Figur 1 Bildet fra Bøhnsdalen ved lav vannføring; 28-04-2020 – Estimert ca 200 l/s



Figur 2 Bildet av strekningen i Bøhnsdalen; 29-10-2020 Ca. 48 m³/s basert på døgnmiddelverdien.

Vannføring på strekningen forbi Bøhnsdalen

Det er innhentet data om vannføring i Andelva fra GLB. Dette er verdier målt ved Sagdammen, men det er lite lokaltilsig på strekningen fra Sagdammen til Bøhnsdalen. Data er basert på døgnmiddel, og momentan-verdiene for vannføring er sannsynligvis høyere.

Tabell 1 Vannføring i Andelva - maksimalverdier og dager > 10 m³/s

Slukeevnen i Bøhnsdalen kraftverk er trukket (15 m³/s) fra vannføringen som er målt på Sagdammen, og verdiene i tabell 1 viser vannføring på den aktuelle strekningen.

År	Antall dager med vannføring > 10 m ³ /s	Maksimal vannføring i m ³ /s
1995	32	27,9
1996	10	17,2
1999	36	26,7
2000	81	106,9
2001	13	24,8
2004	9	26,9
2006	30	60
2007	13	40,6
2008	48	38,3
2009	2	10,4
2010	11	18,6
2011	43	34,7
2012	24	34,9
2013	9	13,6
2014	108	44,8
2015	39	57,7
2016	24	23,9
2017	11	21,7
2019	36	33,8
2020	71	52,2

I perioden 2010 - 2020 har det vært større vannføring enn 10 m³/s forbi Bøhnsdalen kraftverk i 9 av 10 år.

I perioden 2000 - 2010 har det vært større vannføring enn 10 m³/s forbi Bøhnsdalen kraftverk i 7 av 10 år.

Modellens utstrekning og forutsetninger

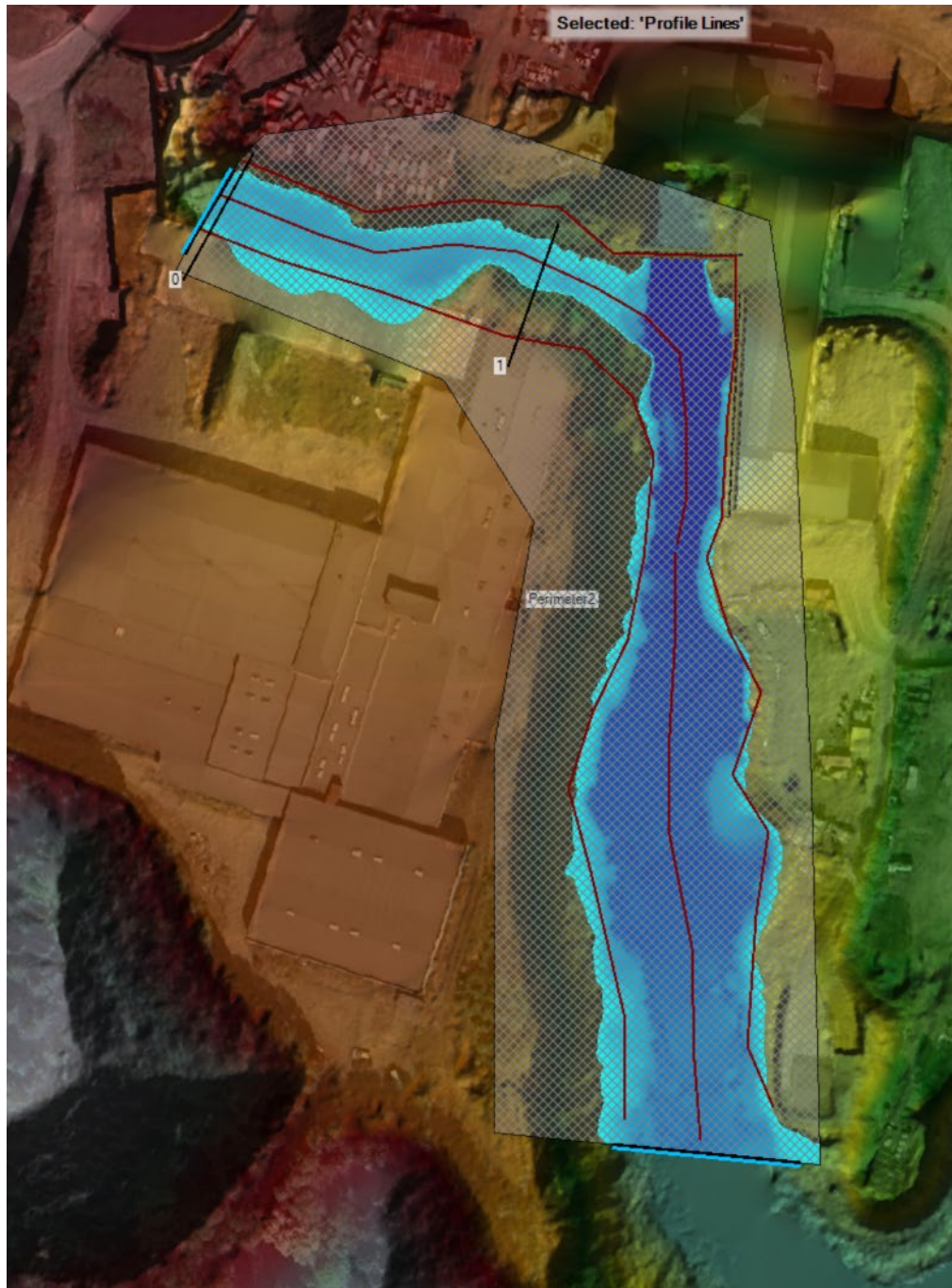
Det er modellert i området som er angitt med rutenett i figur 3. Rutenettet for simuleringen er 1x1 m. Oppstrøms avgrensning ble valgt på bakgrunn av en brå endring i terrenggradienten. Nedstrøms har simuleringsområdet avløp til en slak og rolig elvestrekning. Terrengmodellen som er benyttet er hentet fra hoydedata.no og er en modell med kun bakkehøyder, og har en oppløsning på 1x1 meter. Algoritmen som har fjernet bygninger, trær etc. er tydeligvis unøyaktig med tanke på å fjerne bygninger i bratt terreng, og terrenget blir feilkonstruert med tanke på høyder. Modellen er korrigert for dette ved å modifisere terrenget som benyttes i modellen.

Diffusion Wave- ligningene er benyttet for simuleringene. Fordelen er at dette gir en mer stabil modell, men det er ikke så nøyaktig som SWL-ELM ligningene. Tidsoppløsningen er satt til 0.5 sekund, og det er brukt Courants-tall for å variere tidsoppløsningen. Maksimalverdien er satt 2. Manningstall er satt til 0.06 og det er muligens noe lavt, men for høyere vannføring spiller dette mindre rolle.

Det er simulert for vannføringer fra 0.5 – 80 m³s.

LIDAR datasettet (fra terrestrisk LIDAR) er basert på flyvning på et tidspunkt med lav vannføring og vanddypet er lavt og påvirker sannsynligvis ikke resultatene fra simuleringen nevneverdig. På strekningen fra det gamle kraftverksutløpet er det mer unøyaktighet (det fanger ikke opp reell dybde på hele strekningen), men modellen gir et ok bilde av situasjonen med tanke på høy vannføring og vannhastighet og skjærkrefter.

Den høye gradienten i fossestryket gjør at resultatene for den strekningen er unøyaktige og bør ikke benyttes i noen vurderinger.



Figur 3 Modellområdets avgrensning. Demningen ved Bøhnsdalen kraftverk ses oppe til venstre.

Resultater

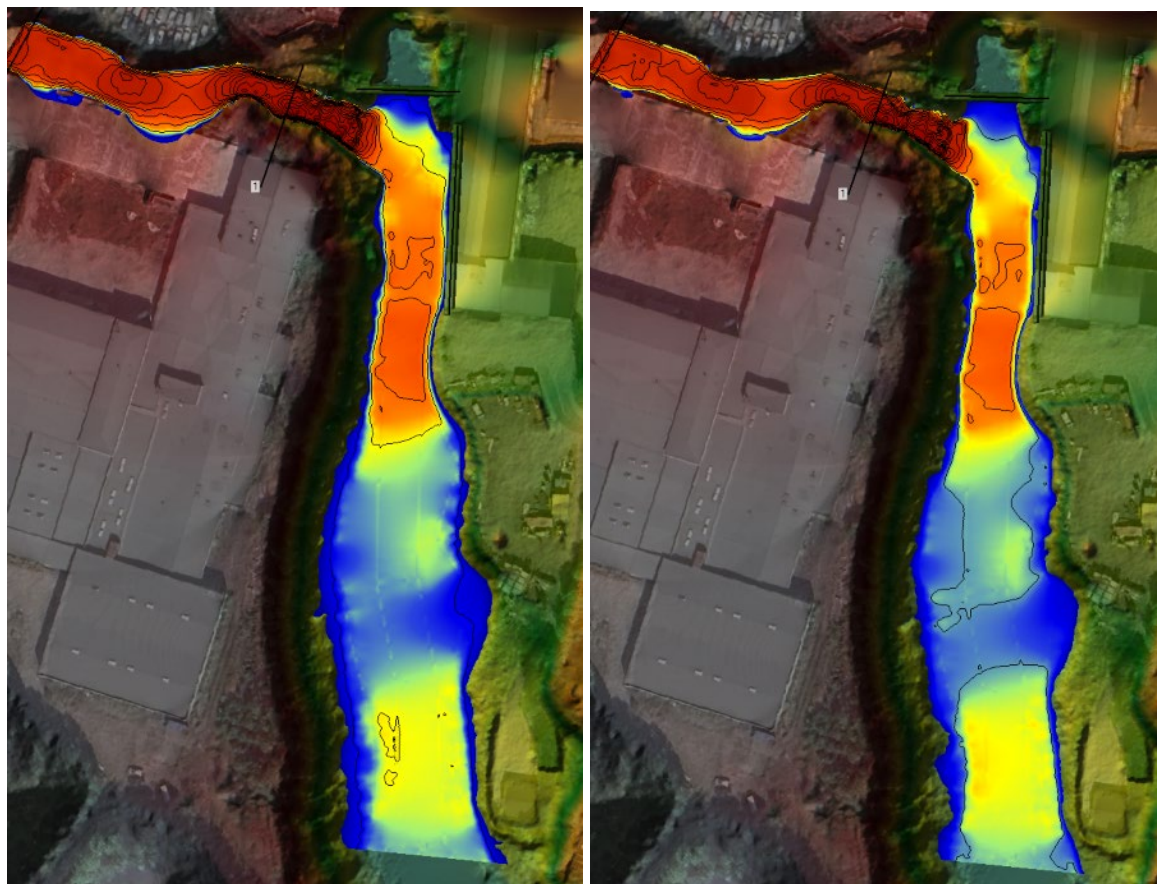
Modellen er ikke kalibrert mot felt-validerte innmålinger av vannlinjer og høyder. Men, en visuell kontroll mellom modellresultatet og bildet som viser vannføring på 48 m³/s på strekningen viser at det er god sammenheng mellom faktisk vanddekket areal og resultatet av simuleringen.

Vannhastighetene i det området som i NRAS-rapporten pekes på som mest egnet for utlegging av gytegrus er høye (> 1.7m/s) selv ved 10 m³s vannføring. Skjærspenningen (Shear stress) varierer mellom 100 og >300 N/m² (se figur 6). Dette er høye verdier, og det er lite sannsynlig at gytegrus (i størrelsesområdet mellom 1-5 cm, D50 =3 cm) vil bli liggende i de områdene der det er mest egnet for gyting. Se tabellen i vedlegg 1.

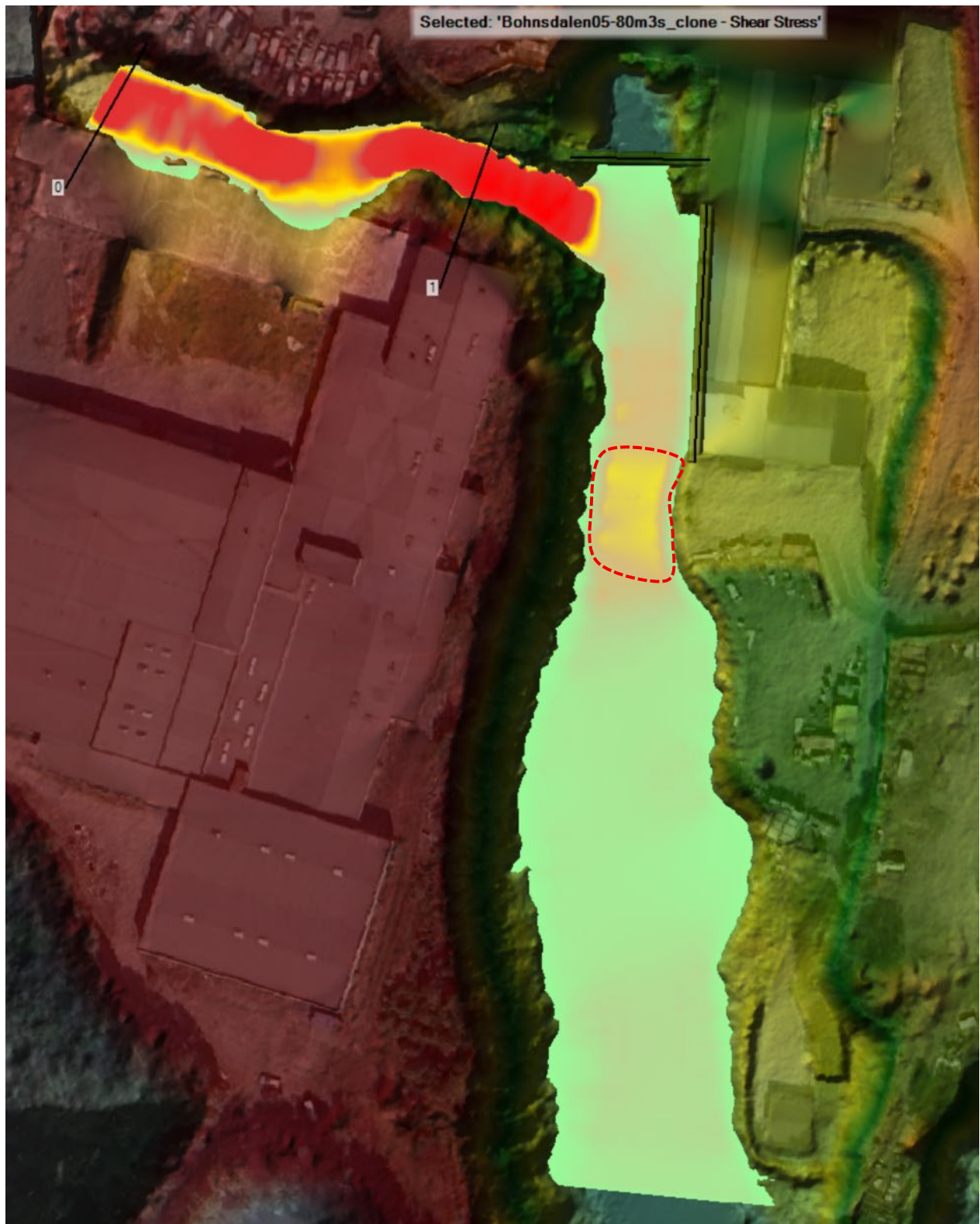
Innsmalningen nedstrøms det gamle kraftverktløpet (se figur 6 og 7) har gunstigere hastigheter og skjærspenning som indikerer at det kan være mulig å etablere en gyteplass her (merket med rød stiplet linje i figur 6), men vannhastigheter og skjærkrefter ved høyere vannføringer (>50 – m³s) innebærer en risiko for at grusen transporteres vekk.

På denne strekningen kan det være mulig å etablere gyteplass (er) for harr i bakevjen nedstrøms grusøra som er lagt opp. Se figur 7.

Et annet poeng er at det er vanskelig tilgjengelig pga. den bratte og høye skråningen fra den anlagte p-plassen og ned til elvekanten.



Figur 4 Vannhastighet (50 m³/s) til venstre og 20 m³/s til høyre



Figur 6 Skjærspenning ved 50 m3s.



Figur 7 Elvestrekningen nedstrøms fossen i Bøhnsdalen. I nedre del av strekningen kan det være en mulighet for å anlegge gytearealer for ørret og harr.

Konklusjon

På den foreslåtte strekningen er de hydrauliske forholdene veldig ugunstige for å oppnå varig effekt av utlegging av gytegrus og tilpasning av elveleiet.

Simuleringene indikerer at man på vannføringer som opptrer ofte (se tabell 1) vil vannhastighetene og kreftene som påvirker elvebunnen være så store at gytegrusen vil flytte seg og med stor sannsynlighet bli transportert ut av området eller deponert langs sidene av elven.

Strekningen som ble foreslått av Naturrestaurering er vurdert, men er etter min vurdering ikke aktuell på grunn av lav nytte/kostnad.

Vedlegg 1.

Tabell fra Vassdragshåndboka som viser sammenheng mellom vannhastighet (det er feil i tabellen...) og substratstørrelser som danner dekklag, dvs. at de er stabile over tid under normale vannføringer.

Gytegrus tilpasset ørret (30 -45 cm) som normalt gyter i vassdraget vil ha en fordeling som tilsier ca D50 = 30 mm.

Tabellen under er ikke laget for dimensjonering av gytegrus, men viser størrelsesorden på vannføringer som ulike substrat tåler før de eroderes.

Tabell 8.4 Bunnmaterialer som danner dekklag ved forskjellige strømhastigheter. Ved hastighet på 1,35 m/s vil en måtte bruke grusmaterialer der 10 % har diameter større enn 120 mm eller der 50 % har en diameter større enn 30 mm for å danne en stabil bunn ved pkt. 1.

Hastighet, v, i pkt. 1	50 % av massene må ha diameter større enn	10 % av massene må ha diameter større enn
1,35 m ³ /s	30 mm	120 mm
1,65 m ³ /s	45 mm	180 mm
1,90 m ³ /s	60 mm	240 mm
2,15 m ³ /s	75 mm	300 mm