

Påverkan av flöden vid anläggande av fiskväg vid Ulva kvarn

2389600

SLUTRAPPORT

Carl-Magnus Jewert
2011-05-06



Foto Uppsala Vatten AB

SLUTRAPPORT	2389600		2011-05-06	2389600
Författare Carl-Magnus Jewert		Uppdragsnamn Fiskväg vid Ulva kvarn och betydelsen av sågrännan vid högflöden		
Beställare Uppsala kommun Fastighetskontoret Dick Larsson		Granskad av Agnetha Bergström		
		Godkänd av Kjell Wester		
Delgivning			Antal sidor	Antal bilagor

Påverkan av flöden vid anläggande av fiskväg vid Ulva kvarn

SAMMANFATTNING

För att visa hur anläggandet av en fiskväg (alt. A och B) påverkar nivåerna uppströms Ulva kvarn gjordes beräkningar med en hydraulisk simuleringsmodell. En nivå-flödeskurva för Uppsala kommuns mätskibord användes som nedströmsrand i modellen. Beräkningarna gjordes dels med en tidsserie med dygnsmedelvärden för perioden 1980-1999 erhållen av SMHI och med en inflödeshydrograf där den maximala vattenföringen motsvarar det dimensionerande flödet $Q_{dim} 90 \text{ m}^3/\text{s}$. Hydrografen konstruerades genom att episoden med den högsta uppmätta vattenföringen ($44 \text{ m}^3/\text{s}$) under den nämnda perioden skalades upp. I beräkningarna antogs att turbinen tagits ur drift. Alla höjder nedan anges i RH-70. Kapaciteten hos de två bottenutskoven och överfallsdammen beräknades med hjälp av hydrauliska formler. En känslighetstest gjordes för att visa att fri avbördning råder i alla lägen för vänster bottenutskov. Beräkningar genomfördes för befintlig damm samt för en situation då vänster bottenutskov byggts om på ett sätt som kombinerar utskovet med fiskvägen. Beräkningarna visar att nivåerna uppströms dammen inte påverkas vid högflöden. Vid perioder av extremt låga flöden sjunker nivån uppströms under sänkingsgränsen (SG) +11,50 med fiskväg B. Detta inträffar dock med kort varaktighet och uppträder endast under 2 dygn för den undersökta 20 års perioden. Fiskväg B bör under sådana situationer kunna stängas av för att förhindra nivåer under sänkingsgräns uppstår. Med fiskväg A sjunker dock inte nivån under SG. På liknande sätt kan man tänka sig att fiskvägen stängs under korta perioder av mycket höga flöden. Motivet att stänga av fiskvägen är att undvika ett ogynnsamt strömningsförhållande då vänster utskov delar de nedre delarna av vattenvägen med föreslagen fiskväg. Avbördningsförmågan hos vänster utskov behövs statistiskt sett mindre än 2 dagar om året eller under perioder var tredje år. Kraftverket förlorar vatten som en följd av anläggandet av en fiskväg. Fiskvägens avbördningsförmåga beror på vattendjupet och varierar beroende på regleringen. Vid högre vattenföringar spills vatten genom utskoven eftersom aggregatets kapacitet är maximalt $8 \text{ m}^3/\text{s}$. I en sådan situation kan inte vattnet som går genom fiskvägen nyttjas eftersom aggregaten går fulla. Med hänsyn tagen till detta blir den totala ackumulerade volymförlusten 3,85% (A) och 7,63% (B) under den undersökta 20 års perioden. Vid en ombyggnad av sågrännan enligt alternativ 1 förändras vattenvägen genom att trösklar anläggs men också genom att kanalen fördjupas vid slitsarna. Kontrollberäkningar av att den kritiska nivån då nedströms dämning inträder har gjorts. Beräkningen visar att utformningen enligt alternativ 1 inte medför att den kritiska nivån inträder.

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

INLEDNING.....	3
1.1 Syfte.....	3
1.2 Bakgrund.....	3
2 ARBETSSÄTT/METODBESKRIVNING.....	3
2.1 Tillrinning till Ulva kvarn.....	3
2.2 Beräkning av uppströmsnivåer vid Ulva kvarn.....	4
2.3 Beskrivning av hydraulisk simuleringsmodell.....	6
3 UNDERLAG OCH FÖRUTSÄTTNINGAR FÖR BERÄKNINGARNA	7
3.1 Underlag	7
3.2 Beräkningsfall	7
4 HÖJDSYSTEM.....	8
5 RESULTAT	8
5.1 Nivåer uppströms Ulva kvarn	8
5.2 Flöde då nivån på dammkrön nås	8
5.3 Avbördningsbehov från vänster utskov vid tillkomst av fiskväg.....	8
5.4 Påverkan på Ulva kraftverk	9
6. KOMMENTARER OCH SLUTSATSER.....	10
7. REFERENSER.....	10

BILAGOR:

1. Varaktighet av uppmätta flöden vid Ulva kvarn 1980-1999
2. Förslag på fiskväg vid Ulva kvarn (ska kompletteras med ny ritning).

INLEDNING

1.1 Syfte

Utredningen syftar till att ge underlag till en legalisering av förändringar i dammen vid Ulva kvarn enligt följande:

Beräkningar av uppströmsnivåer vid höga och låga flöden efter en byggnation av föreslagen fiskväg. En kvantifiering av förluster för Ulva kraftverk som en följd av att föreslagen fiskväg byggs.

1.2 Bakgrund

Länsstyrelsen och Uppsala kommun bedriver sedan några år åtgärder för att säkerställa vandringsvägar för fisk i Fyrisån. En av de arter som ges möjlighet att migrera är den rödlistade fisken Asp. Tidigare har miljödomar erhållits och åtgärder utförts för Kvarnfallet och Islandsfallet i Uppsala stad. Nästa vandringshinder i vattensystemet är Ulva kvarn. Vid Ulva kvarn låg tidigare en såg. Sågen är sedan länge borta med intagsrännan till sågen finns kvar och används för att säkerställa avbördningskapacitet vid höga flöden.

2 ARBETSSÄTT/METODBESKRIVNING

2.1 Tillrinning till Ulva kvarn

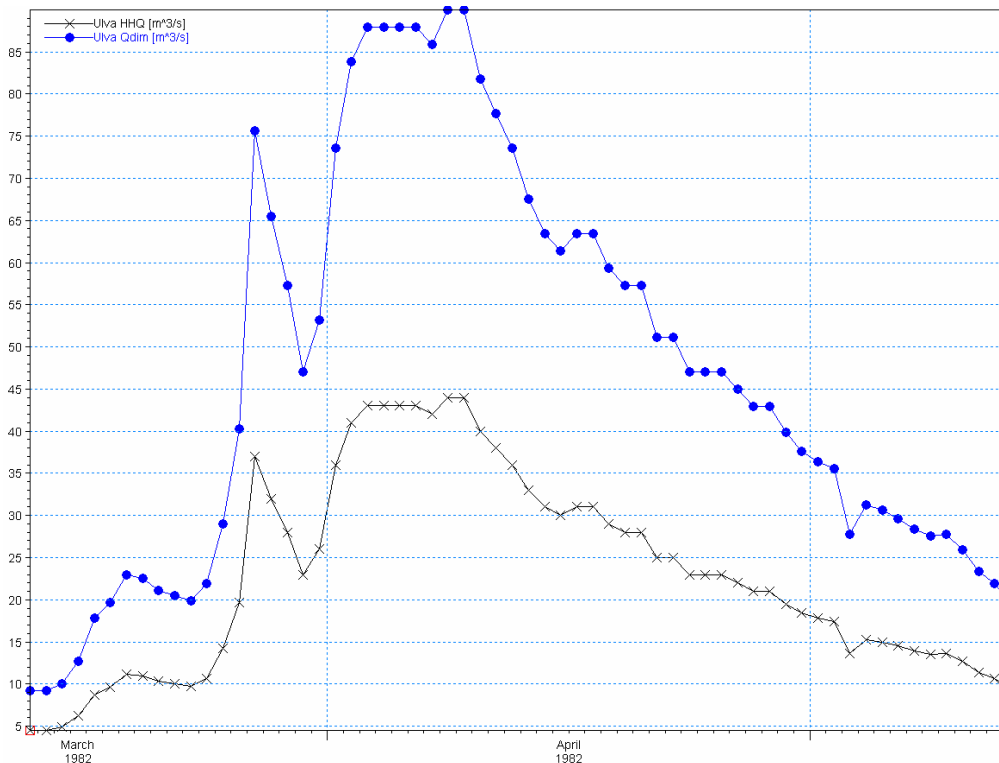
Tillrinning till Ulva har registrerats vid den vattenföringsstation som SMHI drivit under åren 1980-1999. Varaktighet av flöden under perioden framgår av bilaga 1. Karakteristiska flöden ifrån vattenföringsserien framgår av tabell 2.1:

Tabell 2.1. Karakteristiska vattenföringar i Fyrisån vid Ulva kvarn.

Karakteristiskt flöde	(m ³ /s)
Högsta högvattenföring, HHQ	44
Medelhögvattenföring, MHQ	26,3
Medelvattenföring, MQ	5,9
Medellågvattenföring, MLQ	0,8
Lägsta lågvattenföring, LLQ	0,1

Det högsta flödet ($44 \text{ m}^3/\text{s}$) registrerades 19820409. Andra höga flöden har registrerats 19801123 ($40 \text{ m}^3/\text{s}$) och 19990420 ($39,5 \text{ m}^3/\text{s}$). Det lägsta flödet registrerades 19930902 ($0,1 \text{ m}^3/\text{s}$).

Ett dimensionerande flöde Q_{dim} har beräknats utifrån uppgifter på det dimensionerande flödet vid Islandsfallet i Uppsala. Q_{dim} beräknades genom att avrinningsområdet för Islandsfallet skalades om proportionellt mot området vid Ulva kvarn. Q_{dim} för Ulva kvarn blir med detta förfarande $90 \text{ m}^3/\text{s}$. I beräkningarna har en inflödeshydrograf för HHQ skalats upp så att det maximala inflödet blir av samma storlek som Q_{dim} (se figur 2.1).

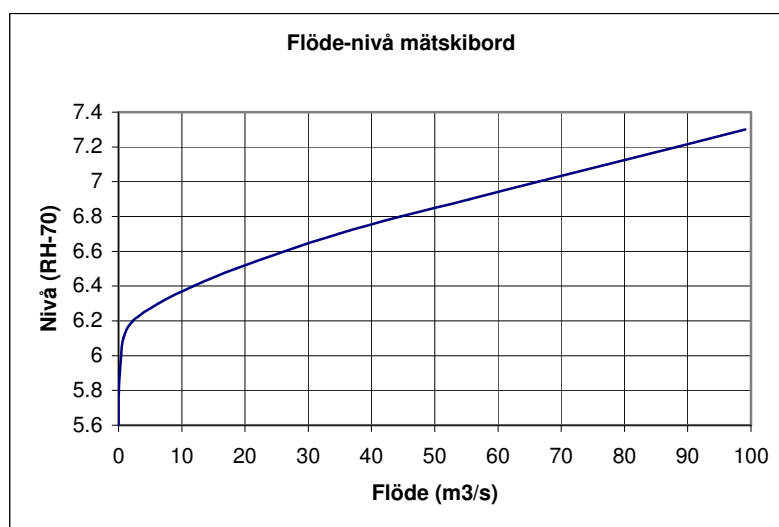


Figur 2.1. HHQ samt den beräknade uppskalade inflödeshydrografen med en maximal vattenföring som motsvarar Q_{dim} som användes i beräkningarna

2.2 Beräkning av uppströmsnivåer vid Ulva kvarn

För att belysa hur vattenståndet vid Ulva kvarn påverkas av att sågrännan byggs om till fiskväg genomfördes beräkningar med hjälp av en hydraulisk simuleringsmodell. I beräkningarna användes nivå-flödesuppgifter för Uppsala kommuns mätskibord som nedströmsrand i modellen (se figur 2.2). Åns geometri representerades i modellen genom uppgifter från ritningar över området runt Ulva kvarn som tagits fram i samband med att ett kraftverk installerats på 1980-talet. I beräkningarna antogs att ett turbinstopp inträffat. Avbördningen hos de tre utskov som används vid en sådan situation samt under tider med hög vattenföring beräknades med hydrauliska formler. Av tabell 2.2.A framgår utskovens avbördning vid dämningegräns (DG) och vid dammkrön (DK).

Regleringsdammen består av två dammdelar med bottenutskov samt en överfallsdamm. Det vänstra bottenutskovet består av 4 planluckor med en bredd av 0,97 m (2 luckor på ytterkanterna) och 1,03 m (2 luckor belägna i mitten) samt med en tröskel på nivån +10,02. Intaget sker i riktningen 90° mot överfallets strömningsriktning och rännan böjer med en krök (med i stort sett samma vinkel) av strax efter intaget. I beräkningarna har utskovet utformning och läge antagits innebära strömningsförluster om en faktor 0,5. Överfallsdammens skibord har en bredd om 13,4 m och en tröskelnivå på +11,50. Skibordet består av en påsadling om 0,65 m. Det högra bottenutskoven har en botten på nivån +8,33 och består av 2 planluckor med en bredd på 0,87 m samt 1 planlucka 0,88 m bred. Dämningsgräns (DG) då samtliga luckor ska vara öppna är +11,80. Sänkingsgräns (SG) är +11,50.



Figur 2.2 Flöde-nivå kurva för mätskibord nedströms Ulva kvarn.

Den lägsta nivån på betongmurens överkant anses vara dammkrön (DK) och har nivån +12,20. Kvarngolvet har nivån +12,23 invändigt. Uppsala kommun avvägde terrängen runt dammen. På vänster strand vägdes en låg punkt i terrängen av till +12,30. På högersida om kvarnbyggnaden fanns den lägsta punkten vara +12,35. Inga uppgifter på höga vattenstånd vid dammen har hittats.

Tabell 2.2.A. Beräknad avbördningskapacitet hos utskoven.

Avbördning (m ³ /s)	vid DG (+11.80)	vid DK (+12.20)
Vänster bottenutskov	16,8	22,8
Överfallsdamm	3,6	12,8
Höger bottenutskov	30,0	35,4

I beräkningarna har den hydrauliska råheten det så kallade Mannings tal anpassats efter erfarenheter från liknande vattendrag. I ån uppströms och nedströms dammen har $M=35$ antagits. I den naturbäckliknande fåra där sågrännan mynnar har $M=20$ använts. I sågrännan gjordes ett känslighetstest på hur nivåerna förändras med olika antaganden om den hydrauliska råheten i vattenvägen. Resultatet visas i tabell 2.2.B. Erhållna nivåer för tänkbara värden på den hydrauliska råheten (Mannings tal $M=25-35$) visar att fri avbördning råder för vänster bottenutskov. Detta eftersom vattennivån inte överskrider $2/3$ av höjden över tröskeln. Kritisk vattennivå för påverkan av bakvatten beräknades enligt följande: Höjden på vattenytan ovan tröskel $11,8-10,02=1,78$. Motdämning inträder vid nivå: $((2/3)*1,78)+10,02 = 11,2$. I tabell 2.2.C beräknades nivån i sågrännan efter en ombyggnad enligt alternativ 1.

Tabell 2.2.B. Känslighetstest av den hydrauliska råheten i sågrännan.

Mannings tal (M)	Vattenstånd ns utskov vid flödet $25 \text{ m}^3/\text{s}^*$
25	10,90
30	10,83
35	10,77

- Den maximala avbördningen hos utskoven är beräknad till $22,8 \text{ m}^3/\text{s}$ (se tabell 2.2.A)

Tabell 2.2.C. Nivåer vid en ombyggnad av sågrännan med trösklar enligt alt 1.

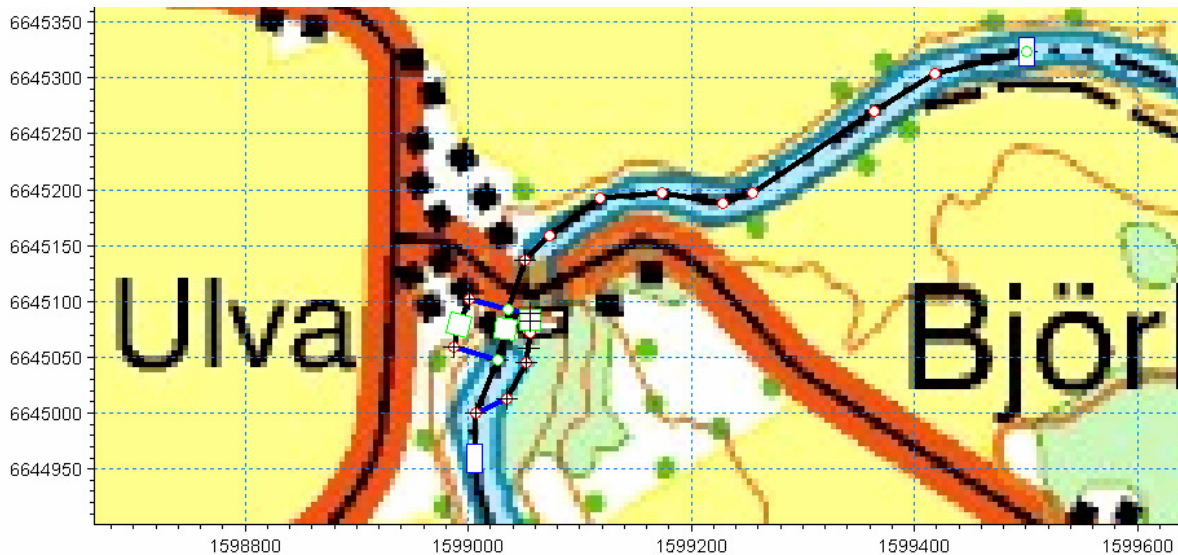
I beräkningen har ett Mannings tal, $M = 30$ använts.

Q	Vattenstånd ns utskov
5	9,28
15	10,43
25	11,04

(11,06 vid $M=25$)

2.3 Beskrivning av hydraulisk simuleringsmodell

De hydrauliska beräkningarna har utförts med den endimensionella simuleringsmodellen Mike 11. Beräkningarna har utförts dynamiskt och baserat på St. Venants ekvationer. Modellens nätverk visas i figur 2.3. För detaljer om simuleringsmodellen hänvisas till ref.1.



Figur 2.3. Karta med den hydrauliska modellens nätverk vid Ulva kvarn.

3 UNDERLAG OCH FÖRUTSÄTTNINGAR FÖR BERÄKNINGARNA

3.1 Underlag

- PM angående mätningar av vattenföringar i Fyrisån nedströms Storvad VBB 1972-09-29.
- Ansökan att utriva rester av gammal kvarn, renovera vattenvägar samt uppföra ny vattenkraftstation inom befintlig byggnad vid Ulvafallet i Fyrisån mm
- Vattendom VA 7/72
- Vattendom VA 16/73
- Vattendom VA 60/84
- Vattendom VA 16/87. 1988-02-08 Lagligförklaring av nuvarande vattenanläggningar vid Ulvafallet i Fyrisån inom Uppsala kommun mm.
- Ulvakvarndamm registerutdrag 2006-11-21. Protokoll för inventering av små vattenkraftverk 1987-10-15. Tillägg till damminventeringsprotokoll 1986-10-15.
- Uppmätt vattenföring vid Ulva kvarn för perioden 1980-1999. SMHI.
- Förslag på utformning av fiskväg. Terralimnogruppen. 2011-01-12.

3.2 Beräkningsfall

Följande beräkningar har utförts: (1) med ett inflöde som motsvarar HHQ (2) och (3) för ett beräknat dimensionerande flöde, Q_{dim} ($90 \text{ m}^3/\text{s}$) samt (C) med en tidsserie med dygnsmedelvärden för perioden 1980-1999. Regleringsstrategin som tillämpats i beräkningen följer de bestämmelser som gäller för dammen. En lucka för höger utskov öppnas vid nivån +11,70. Samtliga luckor öppnas när nivån +11,80 överskrids. Två utformningar på fiskväg har använts i beräkningarna, en med enkelslits (A) och en med dubbelslits (B). Beräkningar för att kontrollera att fri avbördning råder vid vänster utskov efter en ombyggnad av sågrännan enligt alt. 1 (se bilaga 2) har genomförts.

4 HÖJDSYSTEM

Alla höjder i utredningen är angivna i RH-70. Uppsala stads höjdsystem ligger 0.06 m under RH-70.

5 RESULTAT

5.1 Nivåer uppströms Ulva kvarn

Beräkningar av nivåer med en inflödeshydrograf med ett maximalt flöde om $44 \text{ m}^3/\text{s}$ (HHQ perioden 1980-1999) och för ett beräknat dimensionerande flöde för dammen $90 \text{ m}^3/\text{s}$ (Q_{dim}) samt med en tidsserie med dygnsmedelvärden för 1980-1999 (LLQ) har utförts vid Ulva kvarn. Beräknade och uppmätta vattenstånd framgår av tabell 5.1.

Tabell 5.1 Beräknade minimi- och maximi-nivåer uppströms Ulva kvarndamm.

Beräkningsfall	Nivå
A. HHQ maximal nivå	+11,87
B. Q_{dim} maximal nivå	+12,68
C. LLQ minimal nivå	+11,25

Varaktigheten för nivåer under +11.50 är 2 dygn under perioden 1980-1999.

5.2 Flöde då nivån på dammkrön nås

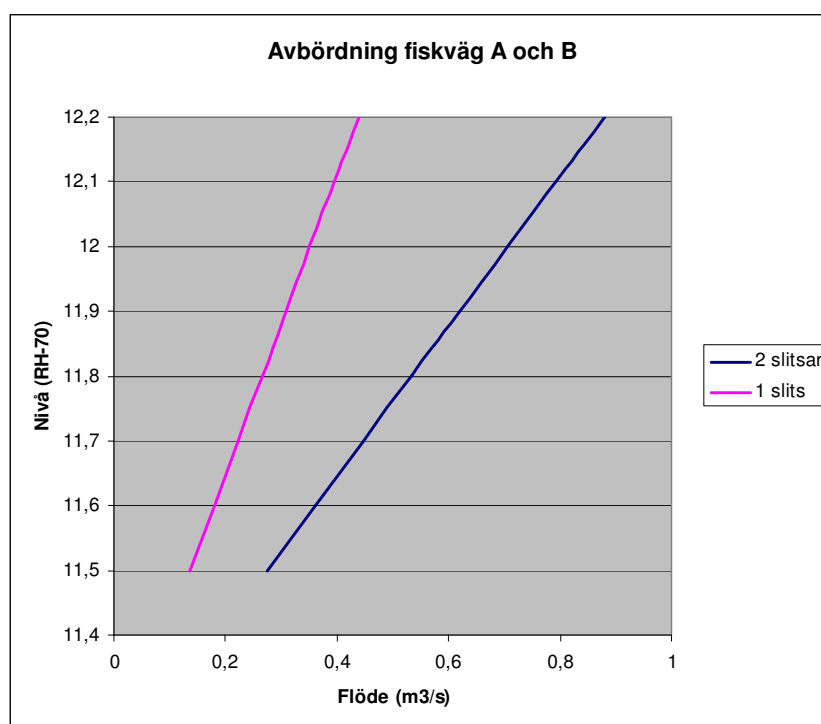
Lägsta nivå på dammkrön (DK) är +12,20 och nås vid ett flöde på $52 \text{ m}^3/\text{s}$. Betongmurens överkant ligger på nivån +12,50 vilken överströmmas vid ett flöde på $75 \text{ m}^3/\text{s}$.

5.3 Avbördningsbehov från vänster utskov vid tillkomst av fiskväg

Den nedre delen av vattenvägen vid vänster utskov den så kallade sågrännan kommer i förslaget till ny fiskväg att vara en del av fiskpassagen. Höger utskov och skibordet avbördar tillsammans $33,6 \text{ m}^3/\text{s}$ vid nivån +11.80. Föreslagna fiskvägar avbördar $0,28 \text{ m}^3/\text{s}$ (A) och $0,53 \text{ m}^3/\text{s}$ (B) vid samma nivå. Antalet dagar då vattenföringen överskrider $34,4 \text{ m}^3/\text{s}$ är 38 under den undersökta 20 års perioden. Detta innebär att avbördningskapaciteten från vänster utskov behövs i medeltal knappt 2 dagar om året. Vattenföringen uppnås under 6 av 20 år i serien. Kraftverksaggregatens kapacitet har inte beaktats i analysen.

5.4 Påverkan på Ulva kraftverk

Ulva kraftverk har en utbyggnadsvattenföring på $8,0 \text{ m}^3/\text{s}$. Vid tillkomsten av en fiskväg kommer kraftverket att förlora en del vatten som rinner genom fiskvägen. Två utformningar på fiskväg har undersökts. Den ena har en slitsöppning med en bredd av $0,3 \text{ m}$ (A). Den andra fiskvägen är utformad med två slitsöppningar med en bredd av $0,3 \text{ m}$ var (B). Fiskvägarna har en bredd på Fiskvägens avbördningsförmåga har beskrivits i referens 2 och beräknats i referens 3 och framgår av figur 5.3 nedan.



Figur 5.3. Avbördning på beräknad fisktrappa. Diagrammet visar nivå vid intag och flöde genom strukturen. Efter Terralimnogruppen (ref 3.)

I beräkningen har förluster för kraftverket beräknats inträffa när vattenföringen är mindre än $8,0 \text{ m}^3/\text{s}$ plus det vatten som rinner genom fiskvägen. Den ackumulerade volymen för vatten som rinner genom fisktrappan och den totala volymen tillgängligt för kraftverket har analyserats för perioden 1980-1999. Analysen visar att 3,85% av den ackumulerade volymen tillgänglig för kraftverket rinner genom fiskväg A och 7,63% i fiskväg B för den beräknade perioden.

Vid en ombyggnad av sågrännan enligt alternativ 1 förändras vattenvägen genom att trösklar anläggs men också genom att kanalen fördjupas vid slitsarna. Kontrollberäkningar av att den kritiska nivån då motdämning inträder vilket skulle reducera utskovets avbördningsförmåga har gjorts. Beräkningen visar utformningen enligt alternativ 1 inte medför att den kritiska nivån inträder.

6. KOMMENTARER OCH SLUTSATSER

Under förutsättning att en teknisk lösning nås där vänster utskov kan kombineras med fiskvägen utan att avbördningsförmågan begränsas påverkas inte nivåerna uppströms vid extrema högflöden. Vid perioder av extremt låga flöden sjunker nivån uppströms under sänkingsgränsen +11,50 med fiskväg B. Detta inträffar dock med kort varaktighet och uppträder endast under 2 dygn för den undersökta 20 års perioden. Fiskväg B bör under sådana situationer kunna stängas av för att förhindra nivåer under sänkingsgräns uppstår. Med fiskväg A sjunker dock inte nivån under +11,50. På liknande sätt som med fiskväg B under extremt låga flöden kan man tänka sig att fiskvägen (gäller både A och B) kan stängas under korta perioder av mycket höga flöden. Motivet att stänga fiskvägen är att undvika ett ogynnsamt strömningsförhållande då vänster utskov delar de nedre delarna av vattenvägen med föreslagen fiskväg. Avbördningsförmågan hos vänster utskov behövs statistiskt sett mindre än 2 dagar om året eller under perioder var tredje år.

Vid en ombyggnad av sågrännan enligt alternativ 1 påverkas inte avbördningsförhållandena för vänster utskov.

Kraftverket förlorar vatten som en följd av anläggandet av en fiskväg. Fiskvägens avbördningsförmåga beror på vattendjupet och varierar beroende på regleringen. Vid högre vattenföringar spills vatten genom utskoven eftersom aggregatets kapacitet är maximalt 8 m³/s. I en sådan situation kan inte vattnet som går genom fiskvägen nyttjas eftersom aggregaten går fulla. Med hänsyn tagen till detta blir den totala ackumulerade volymförlusten 3,85% för A och 7,63% för B under den undersökta 20 års perioden.

7. REFERENSER

- [1] Mike 11. A modelling System for Rivers and Channels. Reference Manual. DHI Water & Environment 2000.
- [2] Katopodis Chris. Introduction to fishway design. Canada. 1992.
- [3] Terralimnogruppen. Arbetsmaterial för fiskväg vid Ulva. 2011-01-17

