

## PM HYDRAULISK UTREDNING ULVA GC (REV. 0.0)

Språk: Svenska

Författare: Arkadiusz Środula & Axel Krögerström

### Sammanfattning

En gång- och cykelbro planeras att byggas över Jumkilsån, i närhet till Fyrisån, i Uppsala Län. WSP har fått i uppdrag att göra en hydraulisk utredningen inför byggnation.

I denna PM tillhandahållas hydraulisk information enligt dokumentet Bro och broliknande konstruktion, Byggande (KRAV TRVINFRA-00227 Version 1.0) och Avvattning, Dimensionering och utformning (KRAV TRVINFRA-00231 Version 2.0).

Dimensionerande vattennivåer vid broläget har tagits fram med hjälp av en hydraulisk modell som beräknar vattennivåer längs vattendraget. Beräkningarna utgår ifrån antagande om endimensionell stationär strömning. Nedströms randvillkor och huvudparametrar, liksom råheten i vattendragets botten och på dess översvämningsplan, samt kontraktions- och expansionskoefficienter, anpassades för att få fram två olika resultat; vattennivåer och vattenhastigheter.

Vattendragets geometri definierades genom 17 tvärsektioner (framtagna utifrån batymetri från ekolodning) längs en sträcka på omkring 1980 meter. Den hydrauliska modellen bedöms ha godtagbar noggrannhet med avseende på beräknade höga vattennivåer. För sammanfattning av resultat för medelflöden/-nivåer samt maximala nivåer/flöden se Tabell 1.

Tabell 1. Medelvattenstånd, medelhastighet maximal hastighet samt hastighet vid 50-årsflöde.

	Broläge	Flöde
HW <sub>50</sub> :	8,29 m	31 (m <sup>3</sup> /s)
MW:	5,50 m	1,8 (m <sup>3</sup> /s)
V <sub>max</sub>	0,63 m/s	28 (m <sup>3</sup> /s)
V <sub>m</sub>	0,38 m/s	1,8 (m <sup>3</sup> /s)

## INNEHÅLLSFÖRTECKNING

SAMMANFATTNING	1
1 INLEDNING	3
1.1 Bakgrund	3
1.2 Syfte	4
1.3 Underlag	4
2 METODIK OCH GENOMFÖRANDE	5
2.1 Hydraulisk modellering och geografisk bearbetning	5
2.2 Klimatanpassning	5
2.3 Karakteristiska flöden	6
2.4 Hydraulisk modell	6
2.5 Nedströms villkor	8
2.6 Uppskattning av parametrar	8
3 RESULTAT	8
3.1 Nivåer och flödes hastigheter vid broläge	8
3.2 Diskussion av resultaten	10
4 REFERENSER	10

# 1 Inledning

## 1.1 Bakgrund

Vid Jumkilsån, cirka 750 meter från Fyrisån och sex kilometer från centrala Uppsala planerar Uppsala kommun en byggnation av en bro. Den planerade bron ligger i Norrströms huvudavrinningsområde. WSP har fått i uppdrag att göra en hydraulisk utredning inför byggnationen. För bild av broläge se Figur 1 och Figur 2.



Figur 1: Orienteringskarta.



Figur 2: Flygfoto samt markering (rött streck) av bronns ungefärliga tilltänkta läge.

## 1.2 Syfte

Syftet med denna PM är att tillhandahålla hydraulisk information enligt dokumentet Bro och broliknande konstruktion, Byggande (KRAV TRVINFRA-00227 Version 1.0) och Avvattning, Dimensionering och utformning (KRAV TRVINFRA-00231 Version 2.0) vad gäller:

- Vattennivåer LLW<sub>50</sub>, MW och HHW
- Beaktande av de klimatförändringar som är sannolika för väg under anläggningens tekniska livslängd.
- Dimensionerande vattenhastighet för eventuellt erosionsskydd

## 1.3 Underlag

Som underlag till uppbyggandet av vattendragsmodellen och beräkningarna har följande material använts:

- Inmätningar av broar och åfåra 2022-06 (WSP).
- Dimensioneringsunderlag från SMHI (22-05-06).
- SMHI, Fördjupad klimatscenariotjänst, (<https://www.smhi.se/klimat/framtidens-klimat/fordjupade-klimatscenarioer/hyd/nossan>) (information inhämtad juni 2022)
- Kartunderlag Lantmäteriet (GSD-Höjddata, grid 1+, Ortofoto WMS, Topografisk webbkarta WMS), samt avrinningsområdesgränser från SMHI.

I detta PM används höjdsystem RH2000, samt koordinatsystem SWEREF99 18 00 vid beräkningar och redovisning av vattennivåer.

## 2 Metodik och genomförande

### 2.1 Hydraulisk modellering och geografisk bearbetning

Utredningens delmoment genomfördes i följande ordning:

1. Definition av utredningsområdet för datainsamling.
2. Uppskattning en lämplig klimatfaktor för att beakta av de klimatförändringar som är sannolika under bronstekniska livslängd
3. Framtagning av karakteristiska flöden i vattendraget; LLQ, MLQ, MQ, MHQ, HHQ<sub>50</sub> och HHQ<sub>100</sub>.
4. Upprättande av en digital terrängmodell av vattendragets geometri utifrån höjddata från Lantmäteriet, kompletterat med inmätningar av vattendragets botten (ekolodning).
5. Bestämning av nedströms randvillkor för karakteristiska flöden.
6. Uppskattning av huvudparametrar för den hydrauliska modellen med hjälp av vattenståndsobservationer.
7. Beräkning av hydrauliska förhållanden för karakteristiska flöden med nya förhållanden.

### 2.2 Klimatanpassning

Hur klimatanpassning ska beaktas för dimensionerande flöden är inte explicit uttryckt i kravdokumentet Avvattnings, Dimensionering och utformning (TRVINFRA-00231 Version 2.0).

I detta PM görs detta på grundval av utifrån SMHIs fördjupade klimatscenariotjänst. Denna visar procentuell förändring för tre olika tidshorisonter och för två olika utsläppsscenarioer baserat på en framtid med begränsade utsläpp (RCP4.5) respektive höga utsläpp (RCP8.5).

I Tabell 2 redovisas beräknade flödesförändringar för flöden med 10- och 50-års återkomsttid för Fyrisåns avrinningsområde. I beräkningarna har den högsta procentuella ökningen från flödena presenterade i Tabell 1 ansatts för att klimatkorrigera karakteristiska flöden beräknade från historiska data. Här har således klimatfaktorn 1,11 använts, baserat på den 11-procentiga ökningen för HQ50 vid RCP 4,5 relativt historiska data.

Tabell 2. Medelvärde av förväntad procentuell ökning av vattenföring i ett framtida klimat från SMHIs fördjupade klimatscenariotjänst med 10- och 50-årsåterkomsttid för utsläppsscenarioer RCP4,5 och RCP8,5 för Fyrisån.

Period	RCP4,5		RCP8,5	
	HQ <sub>10</sub>	HQ <sub>50</sub>	HQ <sub>10</sub>	HQ <sub>50</sub>
2011–2040	+9,9	+11,1	+6,5	+7,7
2041–2070	+5,2	+6,3	+1,0	+1,2
2071–2100	+3,3	+4,8	+2,9	+4,36

## 2.3 Karakteristiska flöden

Karakteristiska/dimensionerande flöden är beräknade av SMHI och klimatfaktorn tillagd i efterhand.

Identifiering av avrinningsområdet och dess egenskaper presenteras i Tabell 3 och Tabell 4. Karakteristiska flöden presenteras i Tabell 5.

Tabell 3. Huvudavrinningsområde.

Vattendrag	Jumkilsån
Huvudavrinningsområde	61 Norrström
SUBID enligt SMHIs Vattenweb	9469

Tabell 4. Egenskaper för delavrinningsområden.

Beräkningspunktens koordinater (N, E SWEREF99 TM)	N 6642611, E 642841
Avrinningsområdets ungefärliga storlek vid broläge (km <sup>2</sup> )	261
Sjöandel	1,1%
Momentanfaktor vid broläge	1,0

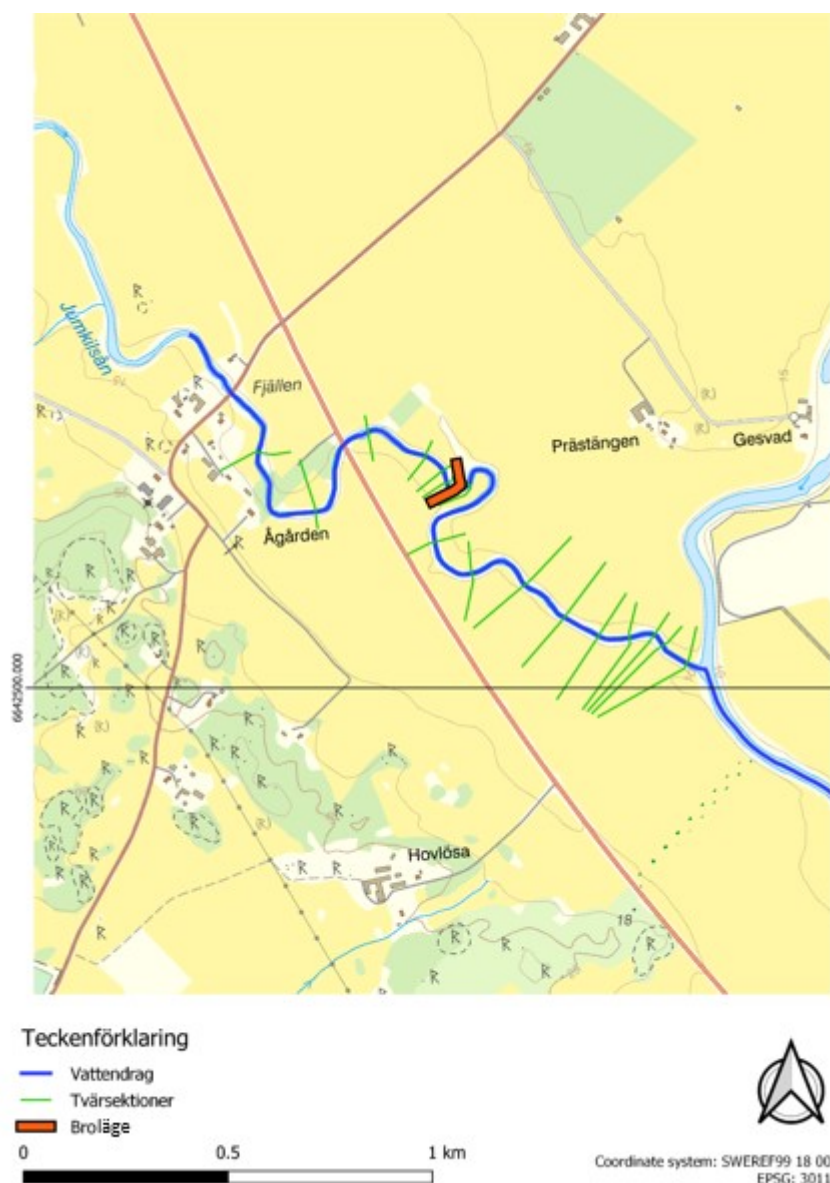
Tabell 5. Dimensionerande flöden. \* Klimatanpassat flöde.

	Flöde (m <sup>3</sup> /s)
Momentant HHQ100*	36
HHQ100*	36
Momentant HHQ100	32
HHQ100	32
Momentant HHQ50*	31
HHQ50*	31
Momentant HHQ50	28
HHQ50	28
MHQ	13
MQ	1,8
MLQ	0,18
LQ50	0,02

## 2.4 Hydraulisk modell

Vattendragets geometri definierades genom 17 tvärsektioner baserade i batymetrin från ekolodningen, längs en sträcka på omkring 1980 m. Varje tvärsektion täcker in hela ån även under höga flöden. I Figur 3 visas vattendragets geometri som modellens gränssnitt i GIS.





Figur 3: Utredningsområdet med modellerad delsträcka och tvärsektioner (grönt).

Den hydrauliska modellen är upprättad i HEC-RAS 6.2 utvecklad av US Department of Defense, Army Corps of Engineers och tillhandahållen till allmänheten för nyttjande sedan år 1995.

Beräkningsproceduren i HEC-RAS för stationärt flöde baseras på lösningen av den endimensionella energiekvationen. Mjukvaran HEC-RAS kräver en digital modell som definieras av tre huvudsakliga indatatyper: vattendragets geometri, ytans råhet i vattendraget och dess svämplan samt randvillkor (inflöde samt ned- och uppströms randvillkor). Vattendragets geometri beskrevs med hjälp av RiverGIS 3.0, ett tillägg till mjukvaran QGIS som används för att skapa geometriska indata till HEC-RAS från höjddata.

Dimensionerande vattennivåer vid broläget har tagits fram med hjälp av en hydraulisk modell som beräknar vattennivåer längs vattendraget. Beräkningarna utgår ifrån antagande om endimensionell stationär strömning. Nedströms randvillkor och huvudparametrarna (råheten i vattendragets botten och på dess översvämningssplan, samt

kontraktions- och expansionskoefficienter) har anpassats för att få fram två olika resultat; maximala vattennivåer och maximala vattenhastigheter

## 2.5 Nedströms villkor

Nedströms randvillkor sattes till normaldjup med energilinjens lutning uppskattad från höjddata (0,00035).

## 2.6 Uppskattning av parametrar

Uppskattning av parametrar i den digitala hydrauliska modellen har gjorts utifrån litteraturvärden (en standardtabell i Hecras som beror av markanvändningen) och uppgifter från platsbesök, och sedan kalibrerats gentemot observerade vattennivåer. Huvudparametrar är råheten i vattendragets botten och på dess översvämningssplan, samt kontraktions- och expansionskoefficienter.

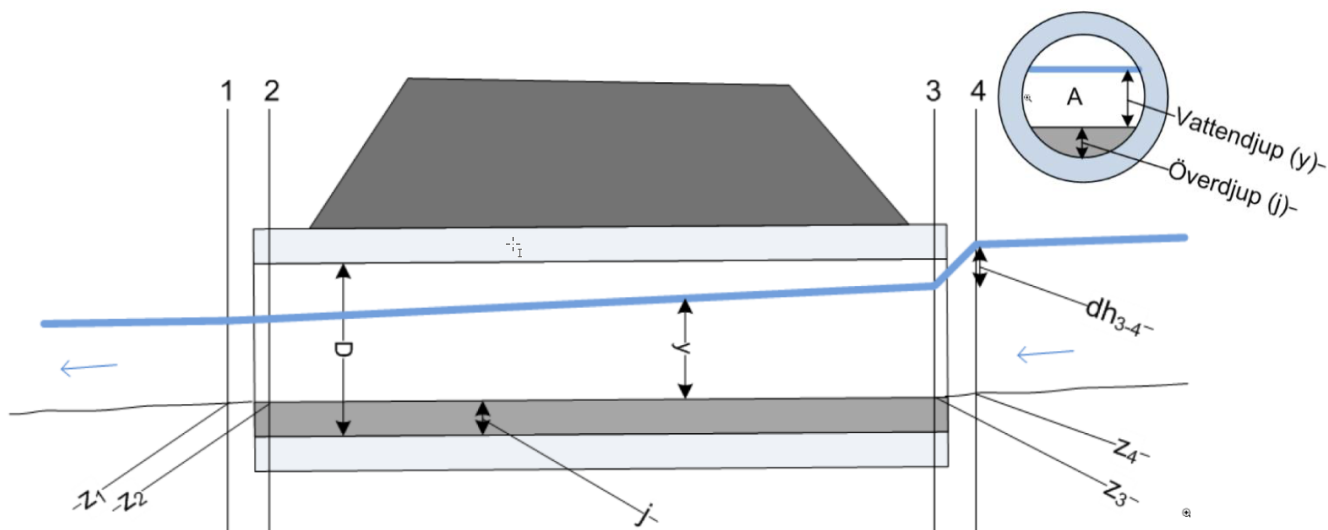
För maximala vattennivåer sattes varierade råheten, Mannings friktionskoefficient,  $n$ , till mellan 0,02 och 0,12 ( $M=50$  till  $M=8,3$ ) för vattendraget och 0,05 till 0,12 ( $M=20$  till  $M=8,3$ ) för svämplanen/översvämningssytan. Kontraktions- och expansionskoefficienterna (d.v.s. förlusterna p.g.a. att vattendragets geometri förändras i flödesriktningen) sattes till 0,1 respektive 0,3 för de flesta av tvärsnitt, och 0,3 respektive 0,5 för tvärsektionerna runt brolägen.

För maximala vattenhastigheten sattes råheten till 70% av värdet jämfört med ovan beskrivning, för att erhålla en konservativ uppskattning av de maximala flödeshastigheterna.

## 3 Resultat

### 3.1 Nivåer och flödeshastigheter vid broläge

Nivåerna precis upp- respektive nedströms broläget (se longitudinell skiss i Figur 4) är:  $z_1 = +5,01$  m,  $z_4 = +4,52$  meter.



Figur 4. Skiss med sektion för trumma med de beteckningar som används i beräkningsgången för trumdimensionering enligt Trafikverkets dokumentation Avvattningsteknisk dimensionering och utformning - MB 310.

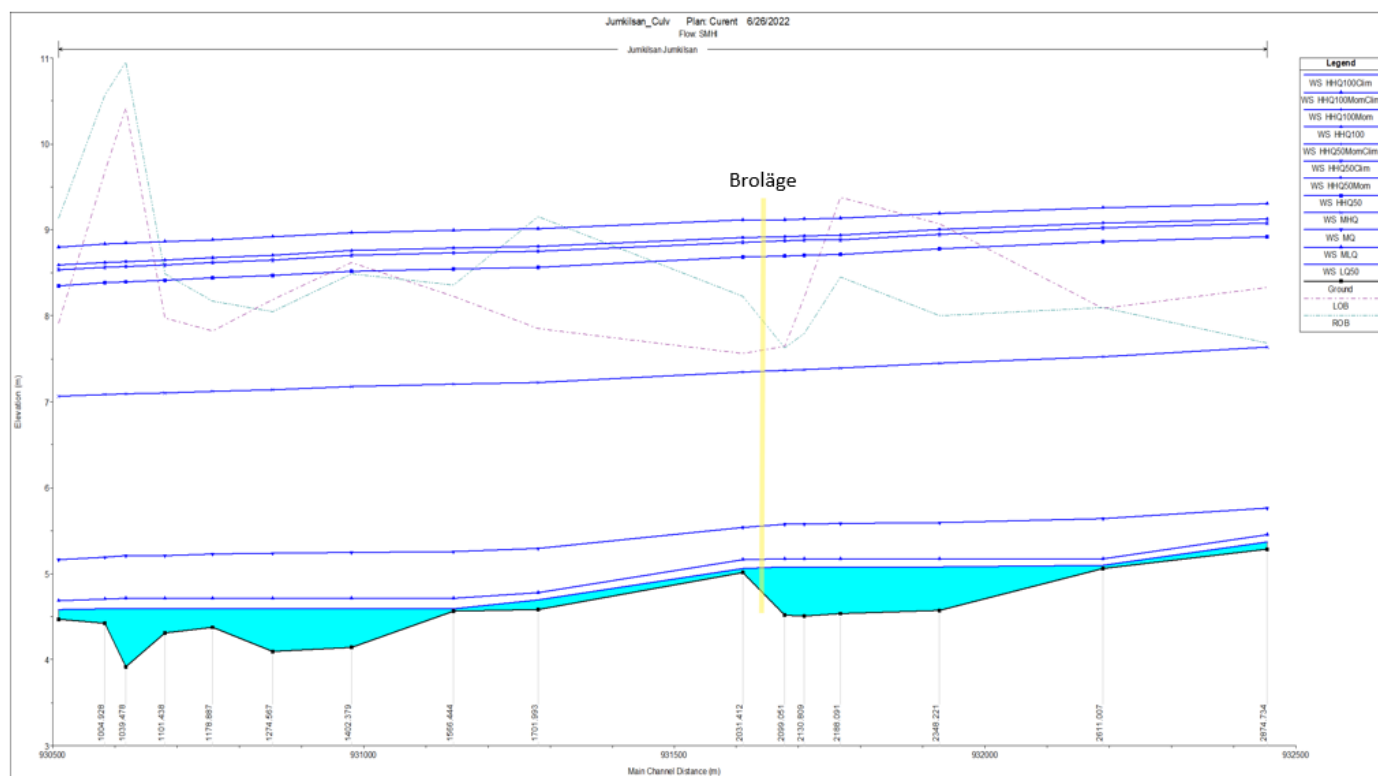


Tabell 6 visar karakteristiska flöden, vattennivåer och hastigheter vid broläget.

Tabell 6. Karakteristiska flöden, vattennivåer och hastigheter vid broläget, \* klimatanpassat flöde.

Benämning	Maximal nivå (m, RH2000)	Maximal flödeshastighet (m/s)	Flöde (m <sup>3</sup> /s)
Momentant HQ100*	8,53	0,61	36
HQ100*	8,53	0,61	36
Momentant HHQ100	8,34	0,62	32
HQ100	8,34	0,62	32
Momentant HQ50*	8,29	0,62	31
HQ50*	8,29	0,62	31
Momentant HQ50	8,11	0,63	28
HQ50	8,11	0,63	28
MHQ	6,65	0,61	13
MQ	5,50	0,38	1,8
MLQ	5,15	0,05	0,18
LQ50	8,53	0,01	0,02

För skiss över vattennivåer, se Figur 5.



Figur 5: Beräknade vattennivåprofiler (blå linjer) för olika flöden (nedifrån räknat LLQ, MLQ, MQ, MHQ, HQ50 och HQ100) vid broläget. Svart linje visar bottenivåer i vattendraget.

## 3.2 Diskussion av resultaten

- Den hydrauliska modellen har godtagbar noggrannhet med avseende på beräknade höga vattennivåer - osäkerheterna bedöms vara acceptabla.
- Ytterligare ett dimensioneringsvillkor enligt TDOK är att "En bro över ett vattendrag ska utformas så att fiskar kan passera vid alla vattenstånd". Vilka eventuella fiskar som skulle behöva beredas passagemöjligheter under denna bro är inte utrett inom denna studie och skulle eventuellt behöva utredas vidare.
- Beräkningarna bygger på att vattnet i vattendraget är rent från material som har en dämmande påverkan som till exempel grenar, is, vass etc.
- Lutningen är relativt låg, men ingenting tyder på att det ger någon dämmande effekt nedströms.

Stockholm 2022-09-05

WSP Sverige AB

Arkadiusz Środula, Axel Krögerström

Granskning rapport: Carolina Cantone

Granskning modell: Piotr de Bever

## 4 Referenser

Avvattning, Dimensionering och utformning (KRAV TRVINFRA-00231 Version 2.0)

Bro och broliknande konstruktion, Byggande (KRAV TRVINFRA-00227 Version 1.0)

SMHI, 2022 a. <https://www.smhi.se/klimat/framtidens-klimat/fordjupade-klimatscenarioer/>

SMHI, 2022 b. <https://vattenwebb.smhi.se/modelarea/> HYPE\_version\_5\_15\_0