

PM

Upprättad av Aymane Hassan  
 Uppdragsnummer 30019585-501  
 Uppdrag Tolken - Frivillig tillståndsprövning  
 backspolningsvatten  
 Kund Setterwalls Advokatbyrå Malmö AB  
 Uppdragsledare David Klemetz  
 Kontrollerad av  
 Lisa Orrheim  
 Godkänd av  
 Lisa Orrheim

# Hydraulisk utredning Jordbrosbäcken

## 1. Inledning

I föreliggande utredning har en endimensionell hydraulisk modell använts för att undersöka vilken påverkan det tillkommande flödet från verksamheten kan ha på recipienten Jordbrosbäcken. Följaktligen har fem karakteristiska flöden tillsammans med tillkommande flöde från verksamheten studerats. För varje karakteristiskt flöde har bäcken studerats för ett scenario utan verksamhetsflödet (basflöde-scenario) samt ett scenario inkluderat det tillkommande verksamhetsflödet, dvs totalt har tio beräkningsscenarioer utförts. De karakteristiska flödena som har studerats är följande: lägsta lågvattenföring (LLQ), medellågvattenföring (MLQ), medelvattenföring (MQ), medelhögvattenföring (MHQ) samt 50-årsflödet (HQ<sub>50</sub>).

## 2. Underlag och beräkningsmodell

### Underlag

Följande underlag har använts för att ta fram en hydraulisk modell över Jordbrosbäcken:

- Höjdmodell över mark med upplösning 1 x 1 m.
- Inmätningar (diameter, längd, bottennivå och vattenyta) av kulvertarna vid Hjortryd (se Figur 1).

Använt koordinatsystem är SWEREF99TM. Samtliga höjdangivelser i detta PM anges i höjdsystem RH2000.



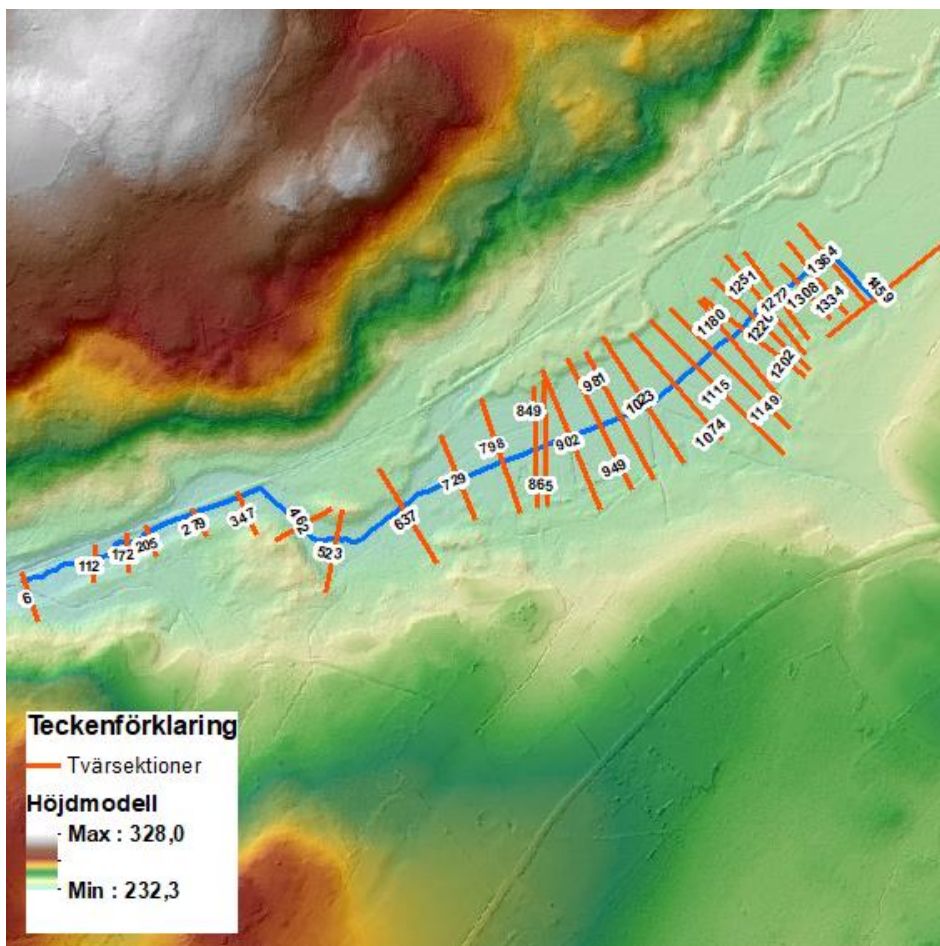
Figur 1. Inmätningar av kulvertarna.

## 2.1 Hydraulisk modell

En endimensionell hydraulisk modell upprättades i beräkningsprogrammet HEC-RAS version 6.1.0 som har utvecklats av US Army Corps of Engineers, Hydraulic Engineering Center (HEC) (CEIWR-HEC, 2016). Modellen innefattar flödesvägen utmed Jordbrobäcken från verksamhetens utlopp ner till ca 1465 m nedströms.

Den omgivande terrängen samt bäckens geometri beskrivs med 30 tvärsektioner längs med flödesvägen (se Figur 2). Tvärsektionerna med deras "stationsnummer" (d.v.s. avståndet mellan tvärsektionen och den mest nedströms belägna punkten av modellen) redovisas i Figur 2. Tvärsektioner som ligger precis uppströms och nedströms kulvertarna vid Hjortryd är 865 respektive 849. Dikesbotten i tvärsektionerna sänktes ned baserat på inmätningarna utförda vid kulvertarna vid Hjortryd.

För de olika simulerade flödena beräknades vattennivån i samtliga tvärsektioner. Med hjälp av beräkningsmodellen identifieras den största skillnaden i vattennivå som uppstår pga. det tillkommande flödet från verksamheten. Beräkningarna tar hänsyn till kulvertens kapacitet vid Hjortryd.



Figur 2. HEC-RAS 1D modellen utmed Jordbrobäcken ner till ca 1465 m nedströms. Tvärsektionerna (30 st.) redovisas i rött. I bakgrunden visas höjdmödel.

Bottenfriktionen har beskrivits med en s.k. Mannings friktionskoefficient. Värdet för Mannings tal ansattes till  $20 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$  och baseras på framtagna tabellvärden (Chow, 1959). För att ta hänsyn till osäkerheter gällande bottenförhållandena utfördes en känslighetsanalys där simuleringar utfördes med Mannings koefficient på  $M = 15 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$  samt  $M = 25 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$ . Ett högre  $M$  motsvarar att bäcken är mer rensad. Det bör noteras att för att korrekt definiera friktionen längs med hela bäcken skulle modellen behöva kalibreras och jämföras mot faktiska flödeshändelser.

Kulvertarna vid Hjortryd har arbetats in i modellen enligt underlag som redovisas i Figur 1. I modellen antas kulvertarna vara rensade vilket motsvarar kulvertar med full kapacitet. Hjortryd vägkana har inkluderats i modellen med en s.k. *Broad crested weir*, vilken tillåter överströmning då vattenytan överstiger höjden +238,4.

Beräkningarna har utförts med stationära flöden på hela sträckan.

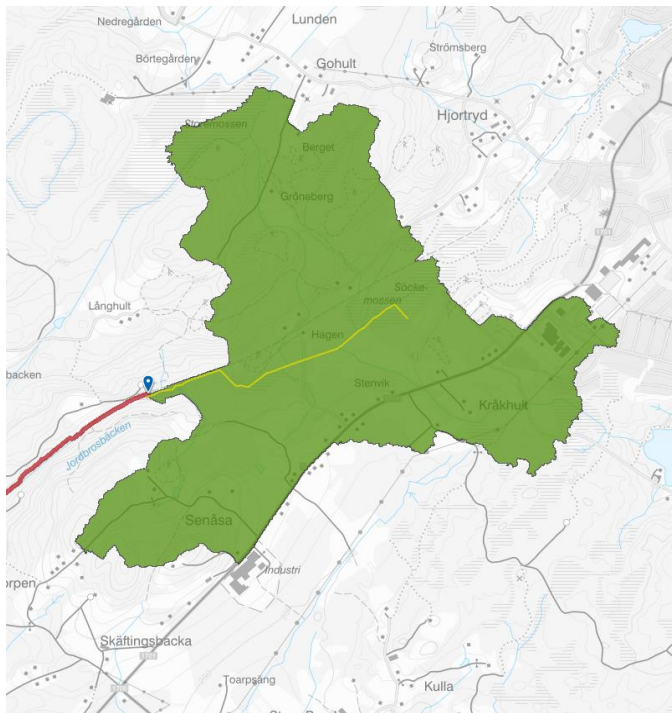
## 2.2 Beräkningsfall och randvillkor

De hydrauliska beräkningarna har utförts för lägsta lågvattenföring (LLQ), medellågvattenföring (MLQ), medelvattenföring (MQ), medelhögvattenföring (MHQ) samt 50-årsflödet (HQ50). De simulerade flödena redovisas i Tabell 1 och är beräknade för punkten synlig i Figur 3. LLQ, MLQ och MQ är baserat på uppgifter från SMHI vattenwebb (SMHI, 2022) och en arealkorrigerering har utförts för att ta hänsyn till avrinningsområdet som täcker modelldomänen. Det tillkommande flödet från verksamheten är angivet till  $0,0394 \text{ m}^3/\text{s}$ .

Tabell 1. Uppströms randvillkor i modellen.

Flöde	LLQ	MLQ	MQ	MHQ	HQ50
Karakteristiskt flöde [m <sup>3</sup> /s]	0,00146	0,0029	0,056	0,898	2,280
Karakteristiskt flöde + flödet från verksamheten [m <sup>3</sup> /s]	0,0409	0,042	0,096	0,938	2,319

Avrinningsområdet som täcker modelldomänen har inhämtats från Scalgo Live (Scalgo, 2022) och redovisas i Figur 3. Arealen av avrinningsområdet är ca 2,63 km<sup>2</sup>.

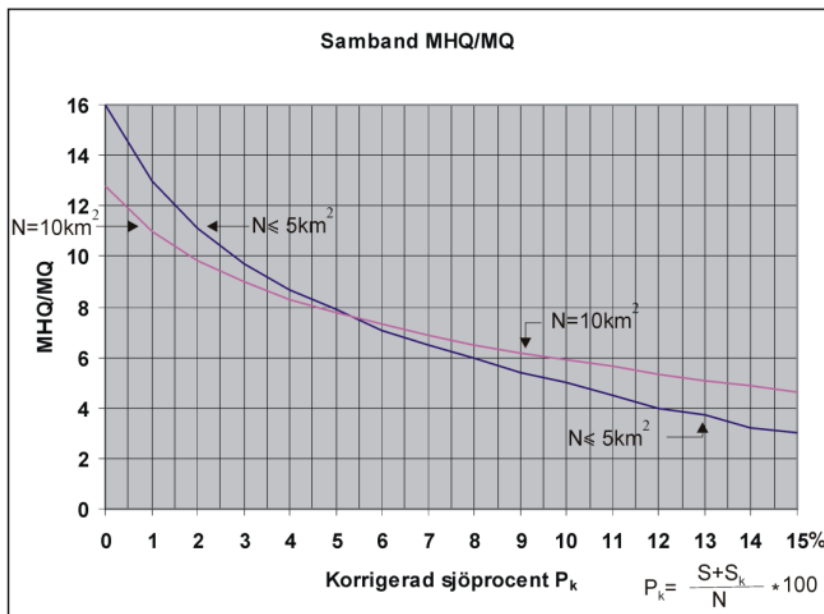


Figur 3. Avrinningsområde erhållet från Scalgo Live (Scalgo, 2022).

Eftersom avrinningsområdet är litet (< 60 km<sup>2</sup>) samt att flödet ej dämpas av någon uppströmsliggande sjö har flödena MHQ och HQ<sub>50</sub> beräknats enligt Trafikverkets riktlinjer (MB130) för beräkning av dimensionerande flöde (Trafikverket, 2017). Denna metod ger maximalt flöde under en kort varaktighet. Det bör noteras att metoden som används för att uppskatta höga flöden inte påverkar slutsatserna i denna studie eftersom de högsta konsekvenserna pga. det tillkommande flödet från verksamheten observeras vid låga flödena. Observera även att flödena för LLQ, MLQ och MHQ är baserat på modellerade dygnsvärden. Pga avrinningsområdets ringa storlek samt avsaknad av sjöareal kan dessa skilja sig markant från de låga och höga flödena som faktiskt kan inträffa i Jordbrobäcken under en kort tidsperiod. Dvs, det faktiska LLQ som har inträffat i Jordbrobäcken vara lägre än modellerat LLQ och likaså kan faktiska maximala flödet per år ha varit högre än modellerat maxflöde, sett till momentana flöden.

MHQ uppskattas enligt förhållanden mellan MHQ och MQ som varierar enligt korrigerad sjöprocent  $P_k$  (se Figur 4) (Trafikverket, 2017).

För  $N = 2,63 \text{ km}^2$  och  $P_k = 0$ ,  $MHQ = 16 \cdot MQ$



Figur 4. Förhållande mellan MHQ och MQ för avrinningsområden  $N \leq 5 \text{ km}^2$  och  $N=10 \text{ km}^2$  (Trafikverket, 2017).

HQ<sub>50</sub> uppskattas enligt formeln för beräkning av dimensionerande flöde (Trafikverket, 2017):

Formel för  $N = 0 - 10 \text{ km}^2$

$$HQ_{50} = 0,27 + 0,0344 \cdot Mq \cdot N + 0,03 \cdot N - 9 \cdot \frac{S}{N}$$

Där:

$N \text{ [km}^2\text{]}$  Ytan hos avrinningsområdet uppströms beräkningspunkten

$Q \text{ [m}^3\text{/s]}$  Vattenföring

$MQ \text{ [m}^3\text{/s]}$  Medelvattenföring

$q \text{ [l/(s} \cdot \text{km}^2\text{)]}$  Specifik avrinning

$Mq \text{ [l/(s} \cdot \text{km}^2\text{)]}$  Specifik medelavrinning

$S \text{ [km}^2\text{]}$  Sjöyta inom  $N$

Nedströms randvillkor antogs utgöras av en kurva som beskriver relationen mellan beräknad vattennivå i den sista tvärsnittet för olika flöden, en s.k. avbördningskurva. Avbördningskurvan har tagits fram med hjälp av formeln:

$$Q = AR^{2/3}M\sqrt{S}$$

Där:

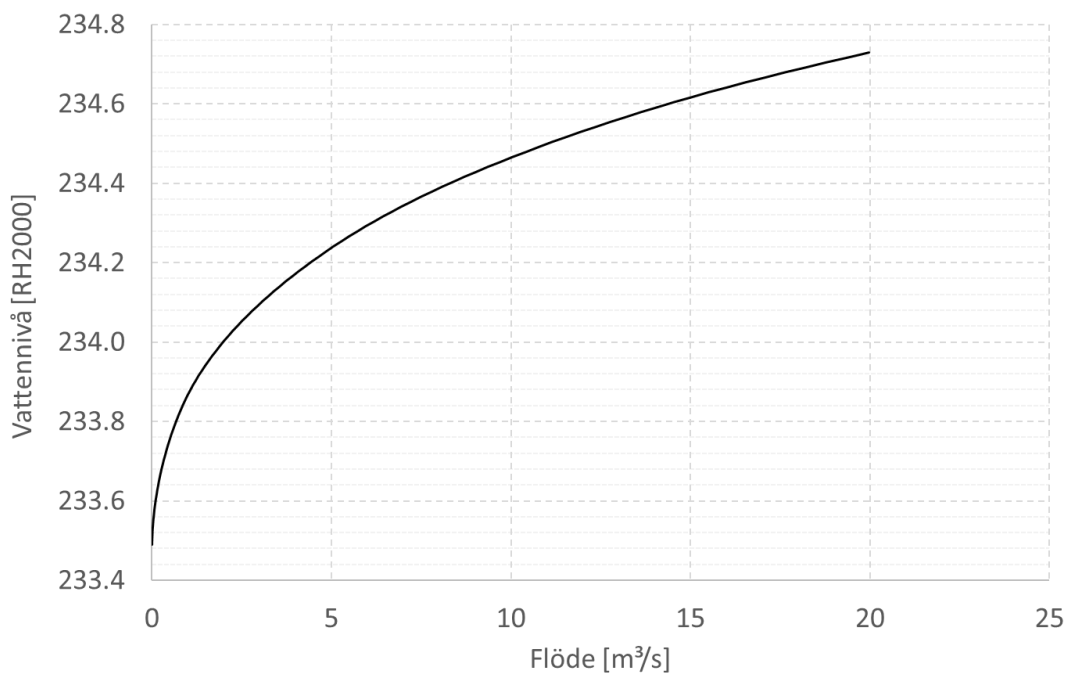
$Q \text{ [m}^3\text{/s]}$  : Vattenföring

$A \text{ [m}^2\text{]}$  : Våt tvärsnittsarea

$R \text{ [m]}$  : Hydraulisk radie

$M \text{ [m}^{1/3}\text{/s]}$  : Mannings tal

$S$  : Fall



Figur 5. Avbördningskurva vid modellens nedströmsrand.

### 3. Resultat

Resultaten visade att för de 5 simulerade flödena är påverkan på beräknade vattennivåer pga. flödet från verksamheten större vid låga flöden och endast marginell vid höga flöden. För samtliga simuleringar påverkar ökningen av vattennivån pga. flödet från verksamheten inte risken för översvämningen. I Tabell 2 redovisas den största skillnaden i vattennivå vid samtliga scenarier. Den tvärsektion där den största skillnaden i vattennivå uppstår hänvisas till med stationsnumret i Tabell 2 och redovisas i Figur 6.

Vattennivåskillnaden mellan scenarierna med och utan tillkommande flöde från verksamheten uppgår till maximalt 26 cm, 24 cm och 11 cm vid LLQ, MLQ respektive MQ. Påverkan av flödet från verksamheten minskar med högre flöden då flödet från verksamheten blir lågt i förhållande till de höga flödena. Vid MHQ och HQ<sub>50</sub> blir största skillnaden i vattennivån 3 cm. De beräknade vattennivåökningarna är ej synliga i karterade vattenutbredningsskikt, särskilt för de lägre flöden då vattennivån ej överstiger dikeskanterna.

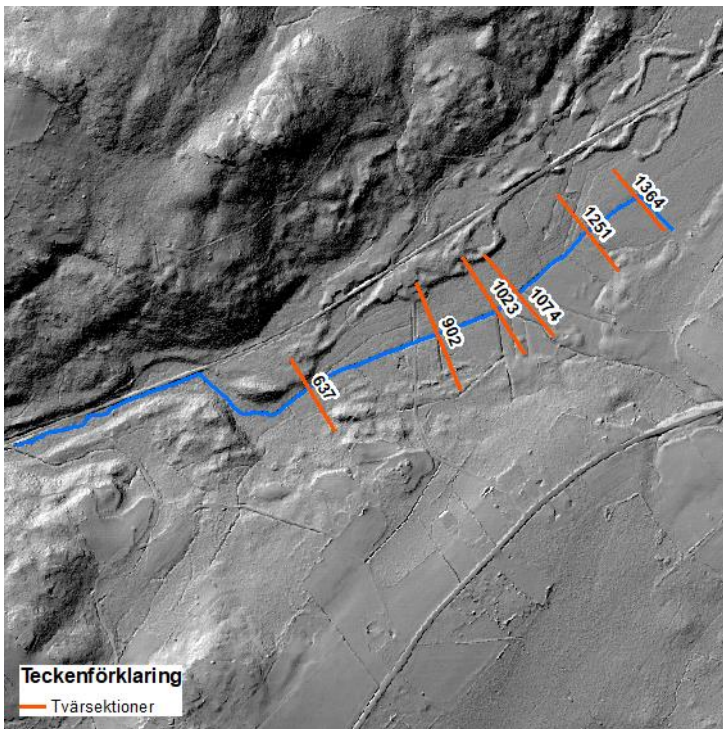
Känslighetsanalysen visar på att påverkan av osäkerheten i Mannings tal på skillnaderna i vattennivå är marginell.

Tabell 2. Största skillnaden i vattennivå vid samtliga scenarier med 3 olika Mannings tal. Den tvärsektion där den största skillnaden i vattennivå uppstår hänvisas till med stationsnumret inom parentes.

2022-11-11 rev 2023-03-20

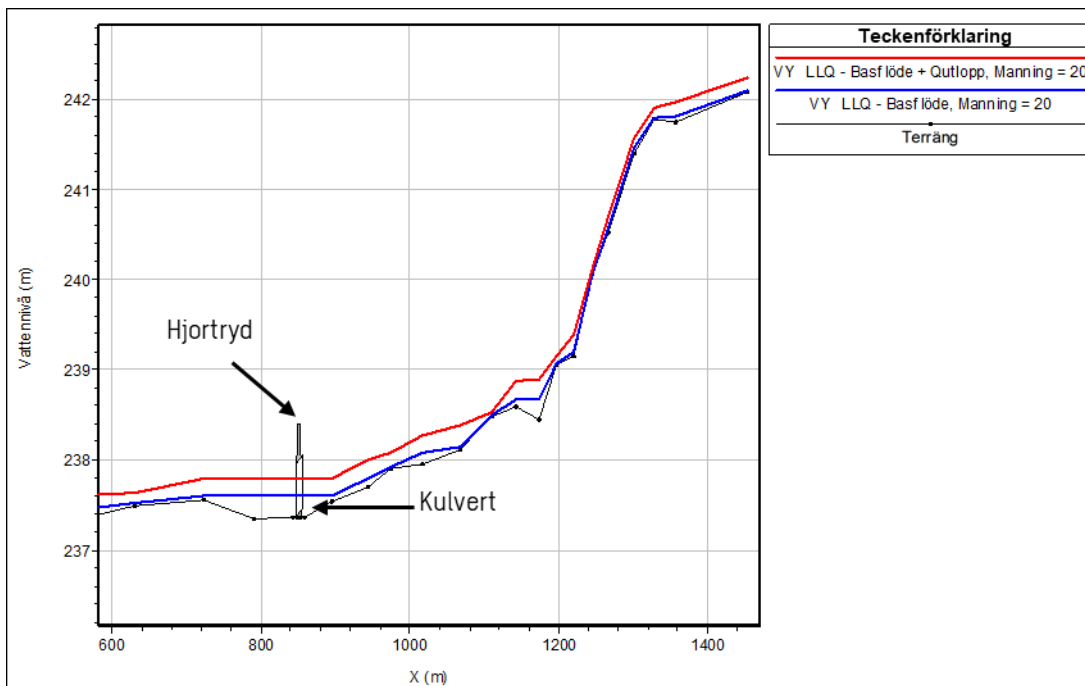
Uppdragsnummer 30019585-501  
Uppdrag Tolken - Frivillig tillståndsprövning  
backspolningsvatten

Flöde \ Mannings tal	Vattennivå-skillnad vid $M = 15 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$	Vattennivå-skillnad vid $M = 20 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$	Vattennivå-skillnad vid $M = 25 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$
<b>LLQ</b>	26 cm (1074)	24 cm (1074)	22 cm (1074)
<b>MLQ</b>	24 cm (1074)	22 cm (1074)	19 cm (1074)
<b>MQ</b>	11 cm (902)	10 cm (637)	8 cm (1074)
<b>MHQ</b>	3 cm (1364)	2 cm (1023)	2 cm (902)
<b>HQ<sub>50</sub></b>	3 cm (1251)	3 cm (1251)	3 cm (1251)

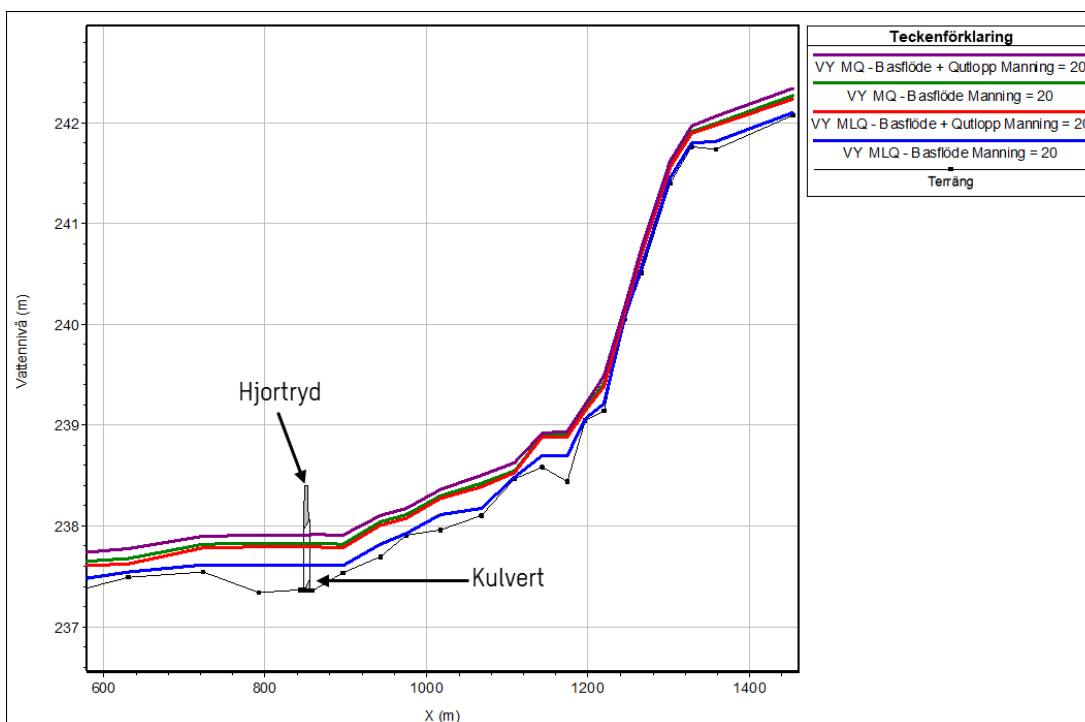


Figur 6: tvärsektioner där den största skillnaden i vattennivå uppstår.

I Figur 7-9 redovisas en fallprofil utmed en ca 800 m lång stäcka från uppströmsrandvillkor vid samtliga flödesscenarier med och utan det tillkommande flödet från verksamheten.

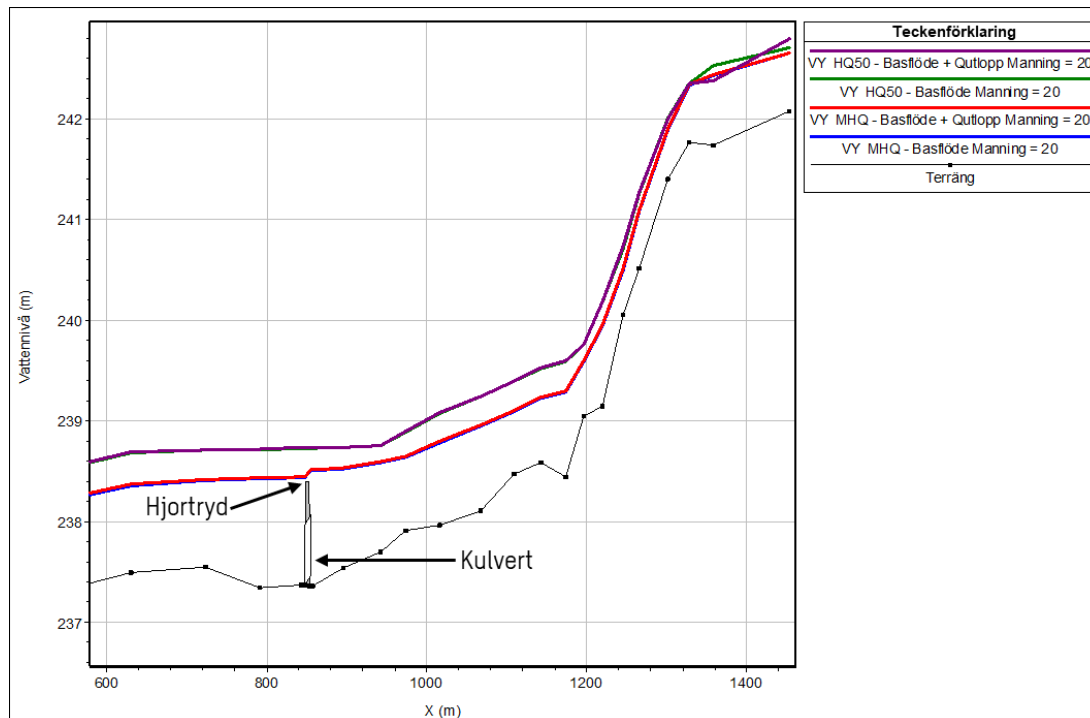


Figur 7. Fallprofil för LLQ med och utan tillkommande flöde från verksamheten.



Figur 8. Fallprofil för MQ samt MLQ med och utan tillkommande flöde från verksamheten.





Figur 9. Fallprofil för MHQ samt HQ<sub>50</sub> med och utan tillkommande flöde från verksamheten.

## 4. Referenser

CEIWR-HEC, G. W. (2016). HEC-RAS River Analysis System User's Manual. Davis, Kalifornien: Hydrologic Engineering Center (HEC).

Chow, V.T. (1959). Open-channel hydraulics: New York, McGraw-Hill Book Co., 680 p. Hämtat från

[http://www.fsl.orst.edu/geowater/FX3/help/8\\_Hydraulic\\_Reference/Mannings\\_n\\_Tables.htm](http://www.fsl.orst.edu/geowater/FX3/help/8_Hydraulic_Reference/Mannings_n_Tables.htm)

Scalgo Live (den 21 September 2022). Hämtat från <https://scalgo.com/live/>

SMHI (2022). Vattenwebb. Information hämtad den 2022-09-13

Trafikverket (2017). Avvattnings teknisk dimensionering och utformning - MB 310. TDOK 2014:0051. Version 3.0