



Ljusnan-Voxnans Vattenvårdsförbund



## Översvämningsyta för utjämning av höga flöden i Styvjebäcken

Ljusnan-Voxnans Vattenvårdsförbund

2021-10-12

## Sammanfattning

Höga flöden i Styvjebacken på grund av intensiva regn orsakar återkommande översvämningar i Vågbro, norr om Söderhamn. Översvämningsdämpande åtgärder har utförts och utförs för närvarande i Vågbro samhälle, men för att minska frekvensen på de flöden som orsakar skador så behövs sannolikt åtgärder utföras även längre uppströms. I avrinningsområdet finns flacka och sammanhängande markområden med avsaknad av bebyggelse i närområdet till bäcken som skulle kunna fungera som översvämningsytor för lagring av vatten och därmed utjämning av höga flöden. Beräkningarna i denna förstudie visar att genom att nyttja ett flackt markområde ca 1,2 km uppströms Vågbro som översvämningsyta så skulle flödestoppar motsvarande vattenföringen vid översvämningen i augusti 2017 kunna reduceras med ca 35 %. Den vattenvolym som momentant skulle behöva lagras uppgår till ca 50 000 m<sup>3</sup>.

## Innehåll

1 Inledning.....	4
2 Översvämningsyta .....	5
3 Vattenföringsmätningar i Styvjebacken .....	5
3.1 Avbördningskurva.....	5
3.2 Vattenföringen i Styvjebacken .....	7
3.2 Vattenföring vid översvämningssituationer .....	8
4 Potentiella områden för översvämningsytor och flödesutjämning .....	8
4.1 Områden möjliga att använda som översvämningsytor .....	8
4.2 Flödesutjämning och lagringskapacitet.....	9
5 Diskussion .....	11

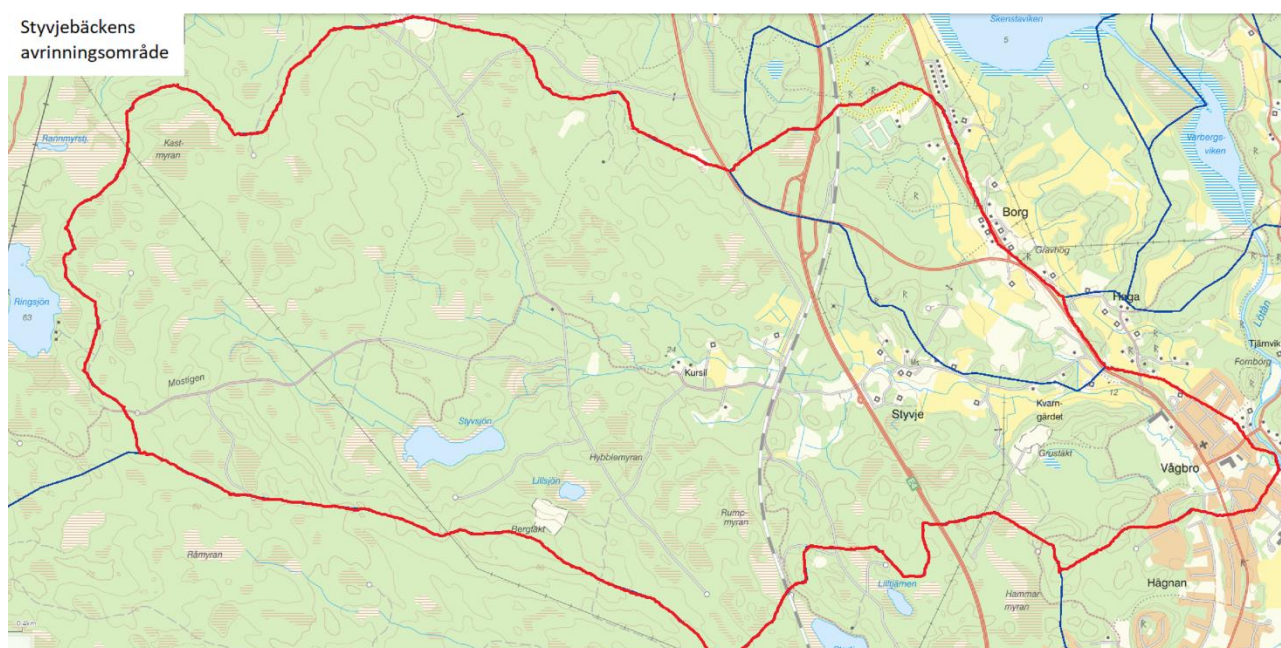
Omslagsbild: Styvjebacken vid stenbron i Vågbrovägen.

## 1 Inledning

Styvjabäcken är belägen strax nordväst om Söderhamn och bäcken mynnar i Lötån i Vågbro i stadens norra del. Bäcken har ett avrinningsområde som är 14,5 km<sup>2</sup> och själva bäcken är drygt 6 km lång från källområdet väster om Styvsjön till mynningen i Lötån i centrala Vågbro (Figur 1). Trots sin ringa storlek så har bäcken en stor påverkan på särskilt Vågbro samhälle då bäcken med jämna mellanrum svämmar över vid intensiva regn och orsakar skador på fastigheter, där bland annat en livsmedelsaffär och en brädgård varit drabbade. De återkommande översvämningarna orsakar också stor belastning på vägar och ledningsnät. De senaste åren så har kommunen avsatt medel för att bland annat byta vägtrummor och åtgärda flaskhalsar i bäcken för att öka avbördningsförmågan men också för åtgärder såsom att anlägga skyddsvallar. Åtgärder i bäcken har också gjorts tidigare, då med fokus på att förbättra förhållandena för fisk. Översvänningsåtgärderna har varit fokuserade på den nedre delen av ån förhållandevis nära mynningsområdet, men för att minska frekvensen på de flöden som orsakar skador så behövs sannolikt åtgärder utföras även längre uppströms. Avrinningsområdets sjöandel är väldigt liten, endast 0,6 %, och bara en egentlig sjö, Styvsjön, finns långt uppströms i bäckens avrinningsområde vilket betyder att den flödesdämpande förmågan i området är mycket liten. Flera våtmarkslikande och/eller flacka områden finns utspridda i bäckens avrinningsområde som skulle kunna fungera som översvänningsområden för utjämning av flöden.

För att bedöma nyttan av översvänningsdämpande åtgärder så behövs ett bra dataunderlag med avseende på vattenföring och Ljusnan-Voxnan vattenvårdsförbund har installerat utrustning för att under en längre period mäta vattenföringen i Styvjabäcken. Detta har gjorts tillsammans med Söderhamns kommun inom ramen för ett LONA-projekt som också har syftet att utföra miljöförbättrande åtgärder eftersom bäcken bland annat är ett viktigt uppväxtområde för öring.

Denna förstudie syftar till att undersöka hur mycket lagringskapacitet som behöver skapas uppströms i Styvjabäcken för att minska risken för översvämningar i Vågbro för statistiskt återkommande höglöden. Förstudien presenterar också ett förslag på ett område som skulle kunna nyttjas som temporär översvänningsyta.



**Figur 1** Styvjabäckens avrinningsområde.

## 2 Översvämningsyta

Att skapa en översvämningsyta innebär att ge förutsättningar för att lagra vatten på en yta som kan tillåtas att översvämmas vid höga flöden och att ytans utlopp också kan regleras för att lagra vatten längre tid än utan reglering. Detta innebär att en del av vattenvolymen i flödestoppen lagras och reducerar amplituden vilket minskar risken för att områden längre nedströms översvämmas.

Denna förstudie syftar till:

- att undersöka hur stora de vattenföringar är som orsakar översvämningar i Vågbro.
- att undersöka vilken lagringskapacitet som behövs för att reducera flödestoppar motsvarande ett 10-årsflöde.
- att bedöma möjligheterna att nyttja markområden i Styvjeäckens avrinningsområde som översvämningsytor.

## 3 Vattenföringsmätningar i Styvjeäckan

### 3.1 Avbördningskurva

Kontinuerliga vattenföringsmätningar utfördes i Styvjeäckan strax uppströms livsmedelsbutiken i Vågbro med start den 25 september 2019. Mätningarna är pågående och har alltså vid tidpunkten för denna redovisning pågått i drygt 2 år. Metoden som användes var kontinuerlig vattenståndsmätning och framtagandet av en avbördningskurva för sektionen enligt:

$$Q = k(h - h_0)^\beta \quad (1)$$

där

$Q$  = vattenföring ( $\text{m}^3/\text{s}$ )

$k$  = konstant (-)

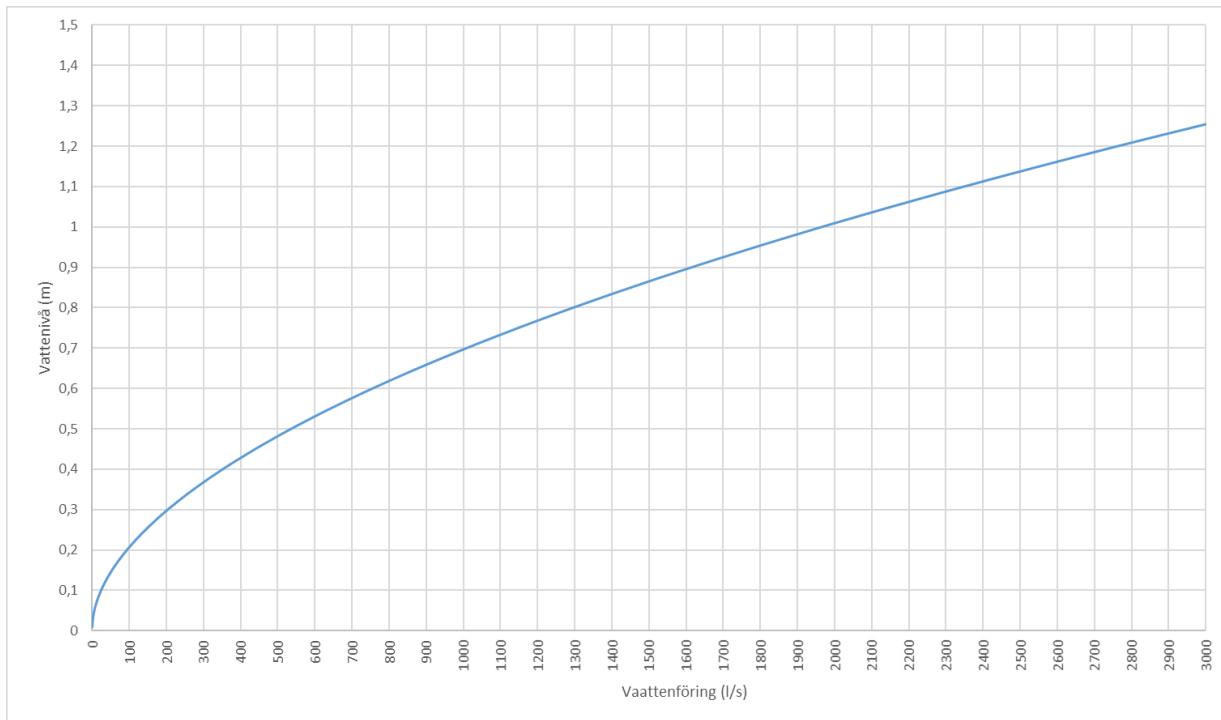
$\beta$  = konstant (-)

$h$  = uppmätt vattennivå (m)

$h_0$  = konstant för vattenståndet när flödet är 0 (m)

Vattennivån ( $h$ ) mäts kontinuerligt med en tryckgivare, i detta fall en nivålogger av fabrikat STS DL.WMS/GPRS/R och en avbördningskurva (1) tas fram som anger vattenföringen som funktion av vattenståndet,  $Q=f(h)$ . Konstanterna  $k$ ,  $\beta$ , och  $h_0$  bestäms genom att vattenföringen mäts manuellt vid ett antal låg-, medel- och högflödestillfällen och sedan korreleras med aktuellt vattenstånd (Figur 2).





**Figur 2** Avbördningskurva för Styvjebacken som visar sambandet mellan vattenstånd och vattenföring vid mätstationen. Observera enheten för vattenföringen, (l/s).

När man väljer lokal för installation av nivågivaren så bör man helst välja en plats där man har en bestämmande sektion, d.v.s. där vattnet övergår från stillaflytande till snabbt strömmande och undvika lokaler som översvämmas. Lokalen vid Styvjebacken är en bestämmande sektion och är tydligt definierad genom att tröskeln har stensatta sidor på båda stränder och hård botten (Figur 3). Trycksensorn monterades så nära botten av vattendraget som möjligt (d.v.s. alltid under den lägsta förväntade vattennivån). Nivåloggern fjärrtöms på data en gång per dygn. Registrering av vattennivån sker var 10:e minut.

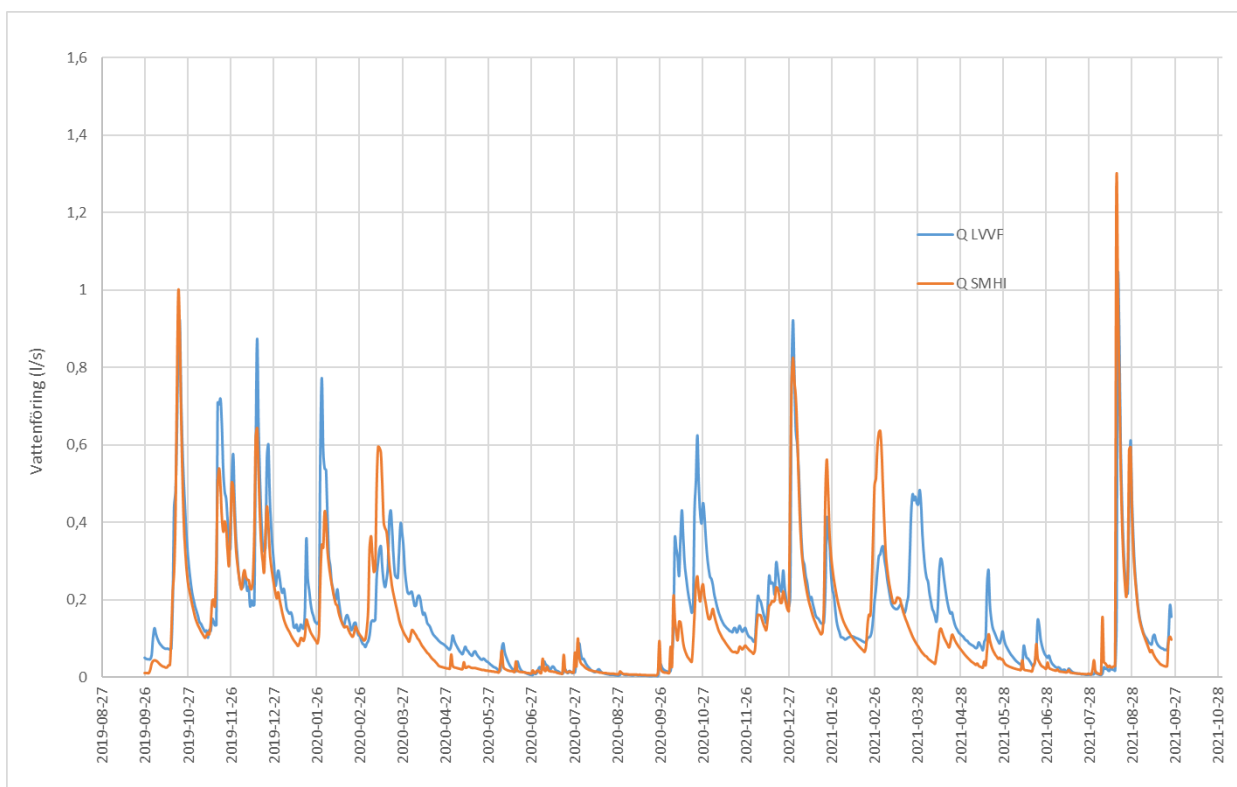


**Figur 3** Mätstation för vattenföring i Styvjebacken. En nivålogger är monterad på en betongplatta på botten.

### 3.2 Vattenföringen i Styvjebäcken

Den uppmätta medelvattenföringen i vid mätstationen i Styvjebäcken för perioden 26 september 2019 till 25 september 2021 är 0,164 m<sup>3</sup>/s och SMHI:s modellerade vattenföring är 0,133 m<sup>3</sup>/s. Sett till observationerna så är det tydligt för perioden att vattenföringen generellt är hög under sen höst men även under vintern och att många flödestoppar inträffar under den kalla årstiden vilket inte är typiskt för ett vattendrag på dessa breddgrader. Detta kan kopplas till de mildra vintrarna de senaste åren som bara under begränsade perioder har minustemperaturer för vilka vattenföringen snabbt minskat (Figur 4). Många av flödestopparna under vintern kan också kopplas till perioder där nederbörd fallit som regn i stället för, som i normalfallet, snö. Vårfloden som inträffar i mars månad både år 2020 och 2021 uppvisar beskedliga vattenföringar. Sommaren 2020 uppvisar mycket större vattenföringsvariationer än under sommaren 2021 och detta beror givetvis på att det regnade mer men också på den uteblivna vårfloden och att våren och försommaren 2020 var väldigt nederbördsfattig. På grund av de små markvattenmagasinen och en ökad avdunstning under sommaren så ger inte regnandet någon större effekt på avrinningen förrän ett intensivt regnväder i början av oktober 2020 som ger en mycket snabb ökning av vattenföringen i Styvjebäcken. Att vattenföringen ökar så snabbt vid kraftiga nederbördstillfällen beror på den begränsade lagringskapaciteten i avrinningsområdet, då andelen sjö bara är 0,6 %.

En jämförelse med SMHI:s modellerade vattenföring visar att överensstämmelsen mellan SMHI:s modell och vattenvårdsförbundets mätningar är god vid de allra högsta flödestopparna. Modellsimuleringen uppvisar större brister när det gäller att reproducera avsmältningen under vårmånaderna där det är tydligt att flera stora uppmätta flödestoppar helt enkelt missas. Detta är också en bidragande orsak till att SMHI:s modellerade vattenföring under de två år som vattenföringsdata från mätstationen funnits tillgängliga för jämförelse underskattas med ca 19 %.



**Figur 4** Vattenföringen i Styvjebäcken från 2019-09-26 till 2021-09-25.

### 3.2 Vattenföring vid översvämningssituationer

Under den tvåårsperiod för vilken vattenföringen uppmätts så inträffade inga kraftigare översvämningar som orsakat skador på fastigheter och vägar. Den högsta uppmätta dygnsmedelvattenföringen under perioden inträffade så sent som den 18 augusti 2020 med en uppmätt dygnsmedelvattenföring på 1,03 m<sup>3</sup>/s (Figur 5). SMHI:s modellerade vattenföring för samma dygn var 0,99 m<sup>3</sup>/s. Det kan noteras att SMHI:s högsta modellerade vattenföring under flödestoppen var 1,27 m<sup>3</sup>/s den 17 augusti. Samma dygn uppmätte vattenvårdsförbundet vattenföringen till 0,139 m<sup>3</sup>/s. De vattenföringar på 1,0 till 1,2 m<sup>3</sup>/s som uppmättes under den största flödestoppen under tvåårsperioden är i storleksordningen av medelhögvattenföringen (MHQ), d.v.s. medelvärdet av varje års högsta vattenföring för perioden 1981-2010, som enligt SMHI är 1,01 m<sup>3</sup>/s.



**Figur 5** Bild från vägtrumma (foto uppströms) vid Vågbrovägen och vid stenbron nedströms vägen (foto nedströms) den 18 augusti kl. 09:30 när den maximala vattennivån uppnås under flödestoppen. Den momentana vattenföringen är 1,2 m<sup>3</sup>/s.

Det är alltså tydligt att vattenföringar i storleksordningen av MHQ inte ger upphov till översvämningar i närområdet till Vågbro samhälle. Eftersom vattenvårdsförbundets mätningar påbörjades i september 2019 så måste modellerade flödesdata från SMHI användas för att analysen av vilka vattenföringar som orsakar översvämningar. Jämförelsen mellan vattenvårdsförbundets uppmätta vattenföring och SMHI:s modellerade flöden uppvisar en ganska god överensstämmelse när det gäller storleken på de allra högsta flödestopparna (Figur 4). Den senaste större översvämningen som orsakade skador på fastigheter och ställde Vågbrovägen under vatten inträffade i den 5 augusti 2017. SMHI:s modellerade dygnsmedelvattenföring var då 1,49 m<sup>3</sup>/s, vilket är i storleksordningen av 10-årsflödet som är 1,67 m<sup>3</sup>/s, d.v.s. ett flöde som statistiskt sett inträffar med 10 års mellanrum. Man kan alltså anta att översvämningar i Vågbro samhälle sker när ett 10-årsflöde inträffar.

## 4 Potentiella områden för översvämningssytor och flödesutjämning

### 4.1 Områden möjliga att använda som översvämningssytor

En översvämningssyta bör vara belägen så långt nedströms i ett avrinningsområde som möjligt och nära det översvämningssutsatta området. Dels för att kunna lagra så potentiellt mycket vatten som



möjligt och dels för att det temporära vattenmagasinet magasinet ska kunna hanteras förutsägbart eftersom det kan falla olika mycket nederbörd i olika delar av ett avrinningsområde och vatten kan också tillkomma via biflöden som mynnar på sträckan mellan översvämningsytan och det översvämningsutsatta området.

I Styvjeäckens avrinningsområde (Figur 1) har två områden relativt långt nedströms, nära Vågbro, potential att kunna nyttjas som översvämningsytor (Figur 6). De två områdena har flack mark som är sammanhängande och bebyggelsen är belägen på avstånd från bäcken.



**Figur 6** Potentiella områden möjliga att använda som översvämningsyta.

Av de två markerade områdena så bedöms det område som ligger längst västerut ha bäst potential att utnyttjas som en översvämningsyta på grund av att området är större och har flackare markförhållanden. I det västra området som är beläget ca 1,2 km vattenvägen från Vågbro så finns förutsättningar för att skapa en översvämningsyta med en lagringskapacitet på upp till 50 000 m<sup>3</sup>.

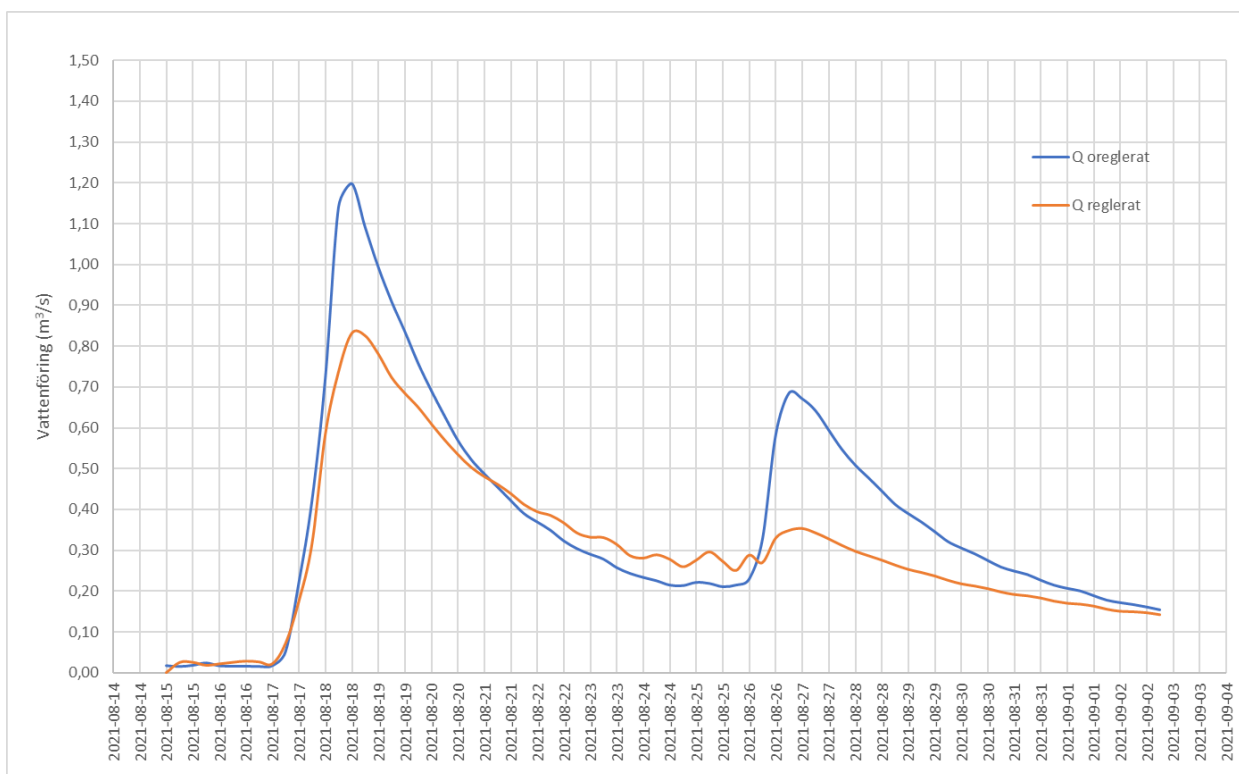
#### 4.2 Flödesutjämning och lagringskapacitet

För att beräkna behovet av lagringskapacitet och flödesutjämning för den västra översvämningsytan så har vattenföringsdata motsvarande ett 10-årsflöde använts som utgångspunkt och det dimensionerande flödet utgår från SMHI:s modellerade flödestopp på 1,49 m<sup>3</sup>/s som den 5 augusti 2017 gav en väldokumenterad översvämning i Vågbro. Eftersom översvämningsförloppen är så snabba i Styvjeäckens så har vattenvårdsförbundets mätningar med högre tidsupplösning anpassats för beräkningen av vilken flödesdämpande effekt som är möjlig att uppnå för översvämningsytan. Följande antaganden har gjorts för beräkningarna:

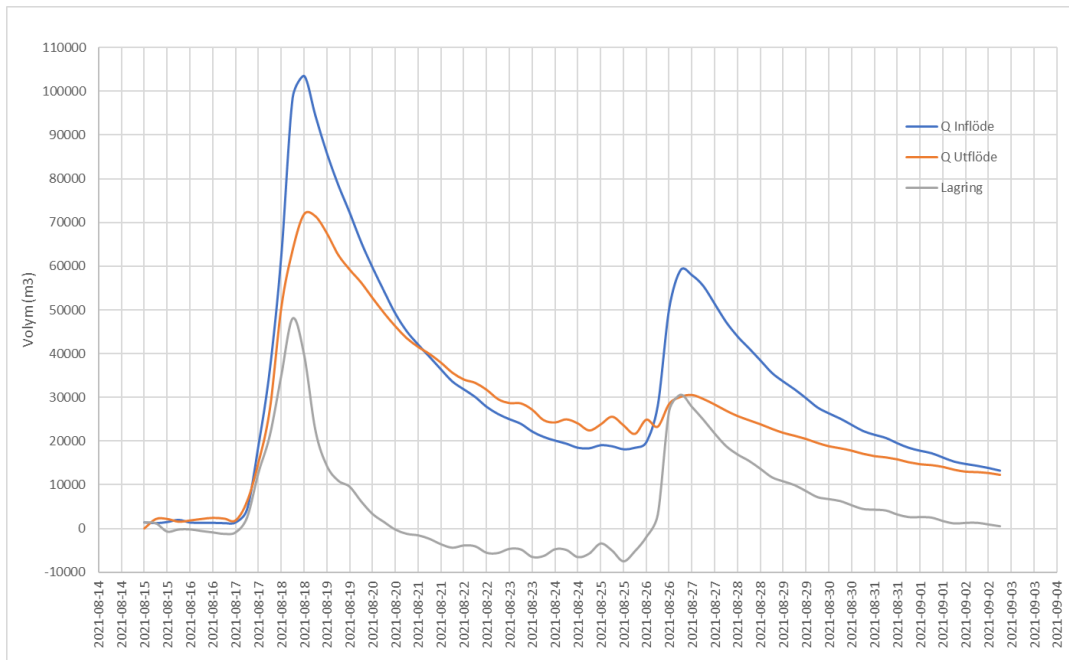
- Den uppmätta flödestoppen den 18 augusti 2021 har använts för att karaktärisera en typisk översvämningsituation på sensommaren, med mycket snabbt stigande vattennivåer i bäcken och kort tidsrymd till dess att själva maxflödet nås. Varaktigheten för flödestoppen är också relativt kort på grund av att avdunstningen fortfarande är hög i slutet av sommaren, till skillnad mot en flödestopp under vintern eller våren som normalt sett har en längre varaktighet. Vattenvårdsförbundets mätningar uppvisar ett medelflöde för dygnet på 1,03 m<sup>3</sup>/s och ett momentant maxflöde på 1,2 m<sup>3</sup>/s.

- Hela Styvjebäckens avrinningsområde är 14,52 km<sup>2</sup> och bäcken på platsen för området för den västra potentiella översvämningsytan avvattnar ett område på 11,84 km<sup>2</sup>. Det betyder att översvämningsytan kan komma att ta emot vatten från ett område som har en storlek som är ca 82 % av hela bäckens avrinningsområde. Flödestoppen på den aktuella platsen har då antagits vara 82 % av 1,49 m<sup>3</sup>/s, vilket motsvarar 1,21 m<sup>3</sup>/s.

För att illustrera hur flödesutjämningen vid en maximal vattenföring på 1,20 m<sup>3</sup>/s vid översvämningsytan, vilket motsvarar ungefär 1,47 m<sup>3</sup>/s vid mätstationen i Vågbro, enkelt kan regleras med ytan som momentant kan lagra ca 50 000 m<sup>3</sup> vatten så användes den uppmätta vattenföringen perioden från den 15 augusti till den 2 oktober 2021 under vilken två distinkta flödestoppar inträffade, en större och en mindre. Med ett maximalt utnyttjande av översvämningsytan så uppgick det största utgående flödet från ytan till 0,83 m<sup>3</sup>/s. Vattenföringen utan reglering hade blivit 1,20 m<sup>3</sup>/s, d.v.s. flödestoppen minskade med hela 35 % (Figur 7). Eftersom vattenföringen ökar så snabbt i Styvjebäcken så blir fördröjningen av flödestoppen enbart ca 6 timmar. Recessionsförloppet kan dock styras med hjälp av regleringslösningen vid lägre flöden då inte maxkapaciteten på översvämningsytan behöver utnyttjas. För den andra mindre flödestoppen under perioden så illustreras hur en aktiv reglering kan utföras där hälften av vattenföringen i bäcken vid flödestoppen lagras i översvämningsytan (Figur 8). Utjämningen av maxflödet blir då alltså 50 %, från 0,68 m<sup>3</sup>/s till 0,51 m<sup>3</sup>/s.



**Figur 7** Exempel på oreglerad och reglerad vattenföring i Styvjebäcken genom att nyttja en översvämningsyta ca 1,2 km uppströms Vågbro.



**Figur 8** Exempel på oreglerad och reglerad vattenföring samt momentan lagring i översvämningsytan.

## 5 Diskussion

I denna förstudie så har förutsättningarna med avseende på vilka flöden som orsakar översvämnningar analyserats och förslag har diskuterats med avseende på vilken lagringskapacitet som behövs för att reducera flödestoppar motsvarande 10-årsflöden. När det gäller högre flöden med längre återkomsttider än 10-årsflöden så är det sannolikt omöjligt att med rimliga insatser förhindra översvämnningar som orsakar skador på fastigheter och vägar i Vågbro. För att kunna reducera flödestoppar motsvarande 10-årsflödet med ca 35 % så behöver ca 50 000 m<sup>3</sup> vatten kunna lagras temporärt på en översvämningsyta. Det område som har störst potential är beläget ca 1,2 km uppströms Vågbro. Området har marknivåer på mellan +10 och +12 m över en yta på ca 50 000 m<sup>2</sup>, vilket skulle vara tillräckligt för att skapa en översvämningsyta. Ingen regleringslösning har presenterats i denna förstudie men den mest flexibla lösningen då bäcken rinner rätt igenom översvämningsytan skulle vara att anlägga en låg fördämning med dammvallar och ett (botten)utskov med en fjärrstyrd/automatisk planlucka. Regleringen sköts lämpligast så enkelt som möjligt vilket är att snabbt lagra vatten eftersom vattenföringen i normalfallet ökar mycket snabbt i bäcken vid en översvämningsituation och sedan, av säkerhetsskäl, snabbt släppa ut vattnet när flödestoppen passerat så att ytan är redo att nyttjas vid nästa höglöde.