

# RISKANALYS FÖR ANLÄGGANDE AV BADPLATS VID LAGAN I LJUNGBY

FLÖDESANALYS LJUNGBY BADPLATS, AVER SVERIGE AB



## RISKANALYS FÖR ANLÄGGANDE AV BADPLATS VID LAGAN I LJUNGBY

Kund: Awer Sverige AB

### Organisation Sigma Civil

Projektansvarig: Peder Sanfridsson Blomqvist  
Upprättad av: Linnea Nordin, Peder Sanfridsson Blomqvist  
Granskad av: Per-Håkan Sandström  
Godkänd av: Peder Sanfridsson Blomqvist

Projektnummer: 188858  
Upprättad: 2022-11-09  
Dokumentnummer: RAPPORT-129703  
Version: 2.0

## SAMMANFATTNING

Ljungby Kommun önskar anlägga en badplats i en vik uppströms Ljungby kraftstation. Risken är att strömmen ska dra med badande mot kraftstationen. Denna utredning har modellerat flöden och flödeshastigheter från lågflöde till högflöde för att bedöma riskzoner för badande. Utredningen visar att med avgränsningar som säkerhetslinor och bryggor kan risken minimeras och en badplats bör kunna anläggas i viken.

## INNEHÅLLSFÖRTECKNING

<b>1</b>	<b>INLEDNING .....</b>	<b>4</b>
1.1	BAKGRUND .....	4
1.2	SYFTE OCH MÅL .....	4
1.3	UNDERLAG OCH PROGRAMVAROR .....	5
1.4	METOD .....	5
1.5	OMFATTNING OCH GENOMFÖRANDE .....	6
1.6	OMRÅDESBESKRIVNING .....	6
<b>2</b>	<b>UTREDNING .....</b>	<b>9</b>
2.1	MODELLERADE FLÖDEN OCH FLÖDESHASTIGHETER .....	10
2.2	BOTTENPROFIL .....	15
<b>3</b>	<b>ÅTGÄRDSFÖRSLAG .....</b>	<b>17</b>
<b>4</b>	<b>DISKUSSION OCH SLUTSATSER .....</b>	<b>19</b>
<b>5</b>	<b>VIDARE STUDIER .....</b>	<b>20</b>
<b>6</b>	<b>REFERENSER .....</b>	<b>20</b>

# 1 INLEDNING

## 1.1 BAKGRUND

Ljungbykommun planerar att anlägga en badplats i Lagan uppströms Ljungby energikraftverk. Ca. 190 m uppströms kraftverket ligger en vik som kommunen tycker kan vara lämplig som badplats. För att säkerställa att badande personer inte åker med strömmen i Lagan till Kraftverket har Sigma Civil AB anlåtats för att ta fram flödes hastigheter i viken för olika flödesförhållanden och göra en bedömning med riskzoner baserade på dessa för den tänkta badplatsen.



Figur 1 Det aktuella området med den planerade badplatsen är rödmarkerad och kraftstationen är blåmarkerad.

## 1.2 SYFTE OCH MÅL

Syftet med risikanalysen är att göra en bedömning huruvida det är lämpligt att anlägga en badplats i Lagan utifrån flödesförhållanden. Detta för att säkerställa att en eventuell badplats i Lagan inte utgör några risker för badande.

## 1.3 UNDERLAG OCH PROGRAMVAROR

### Underlag:

- Flödesdata från Statkraft för vattenkraftverk Åby och Bro 2012 - 2022.
- Bottensondering av ån Lagan från Ljungby Kommun 2012,2014.

### Programvaror:

- HEC-RAS 6.2
- QGIS 3.26
- AutoCad Civil 3D 2022
- Scalgo live

## 1.4 METOD

För att ta reda på den ungefärliga genomsnittliga simhastigheten under normala förhållanden har kontakt tagits med lokala badhus och simskolor. I tabell 1 redovisas resultatet från den undersökningen. Resultatet från undersökningen har använts för att jämföra med flödes hastigheterna som tagits fram i ån och på så sätt kunna dela in viken i riskområden.

Tabell 1. Simhastigheter för motionärer och tävlande.

Simsätt	Tid	m/sek
Lugn bröstsim	45 sek (25m)	0,55 m/sek
Snabb bröstsim	35 sek (25m)	0,7 m/sek
Lugn crawl	30 sek (25 m)	0,83 m/sek
Snabb crawl	20 sek (25m)	1,25 m/sek
<b>Professionellt</b>		
Världsrekord bröstsim dam	29,3 sek (50m)	1,7 m/sek
Världsrekord bröstsim herr	25,95 sek (50m)	1,9 m/sek

För strömmande vatten har följande bedömningar gjorts för flödes hastigheterna:

- 0-0,1 m/s bedöms säkert även för mindre barn med flytanordningar.
- 0,1-0,4 m/s bedöms som ett lågriskområde för simkunniga.
- 0,4 m/s bedöms som ett högriskområde där man bör ha god simkunnighet för att kunna simma säkert.

## 1.5 OMFATTNING OCH GENOMFÖRANDE

Sigma Civil AB har anlåtats för att ta fram risknivåer och flöden för en planerad badplats i Lagan. Framtagning av strömförhållanden för årshögflöde, årsmedelflöde och högst uppmätta flöde. Framtagande av riskzoner för badande är baserat på flödet. Utgår från befintliga profilmätningar, och där det ej finns tillgängliga mätningar approximeras data. Modellerings av flödes hastigheter vid badplatsen görs med programvaran HEC-RAS (Hydrological Engineering Centre- River Analysis System). Indata till systemet är befintlig batometri samt flöden från vattenkraftverken Bro och Åby uppströms Ljungby.

Då det inte finns några generella riktvärden eller någon annan lagstiftning som reglerar när det blir farligt att bada i vatten med starka strömmar har en riskbedömning gjorts för att bedöma riskerna utifrån förutsättningarna i just detta kraftverk.

## 1.6 OMRÅDESBESKRIVNING

Lagan är en å i Ljungby Kommun som sträcker sig ca. 230 km och har ett avrinningsområde på 6440 km<sup>2</sup>. Lagan har använts som kraftändamål sedan slutet på 1800-talet och i genomsnitt rinner ca. 70 m<sup>3</sup> vatten ut från Lagan till Laholmsbukten varje sekund. Vattenkraftverket Ljungby Energi AB har sin verksamhet i ån och genererar en effekt på ca. 1,65 MW och en normalproduktion på 8 GWh, med en fallhöjd på 5 meter.

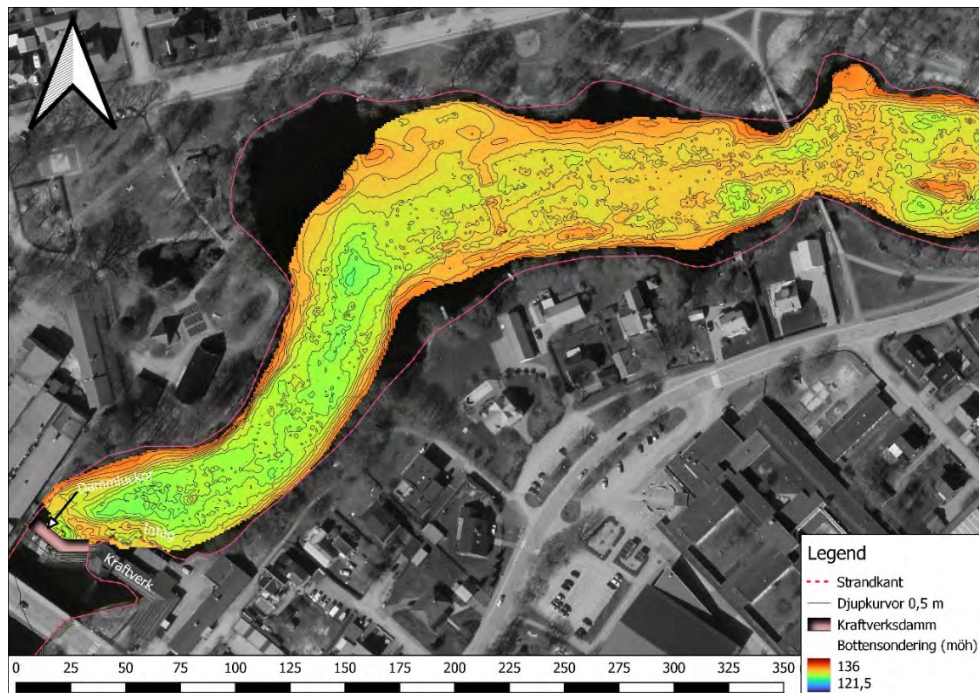


Figur 2 Ljungby Energi AB Vattenkraftverk. Bildkälla: Google Maps.



Figur 3 Flygfoto över området med badplats och kraftverket markerat.

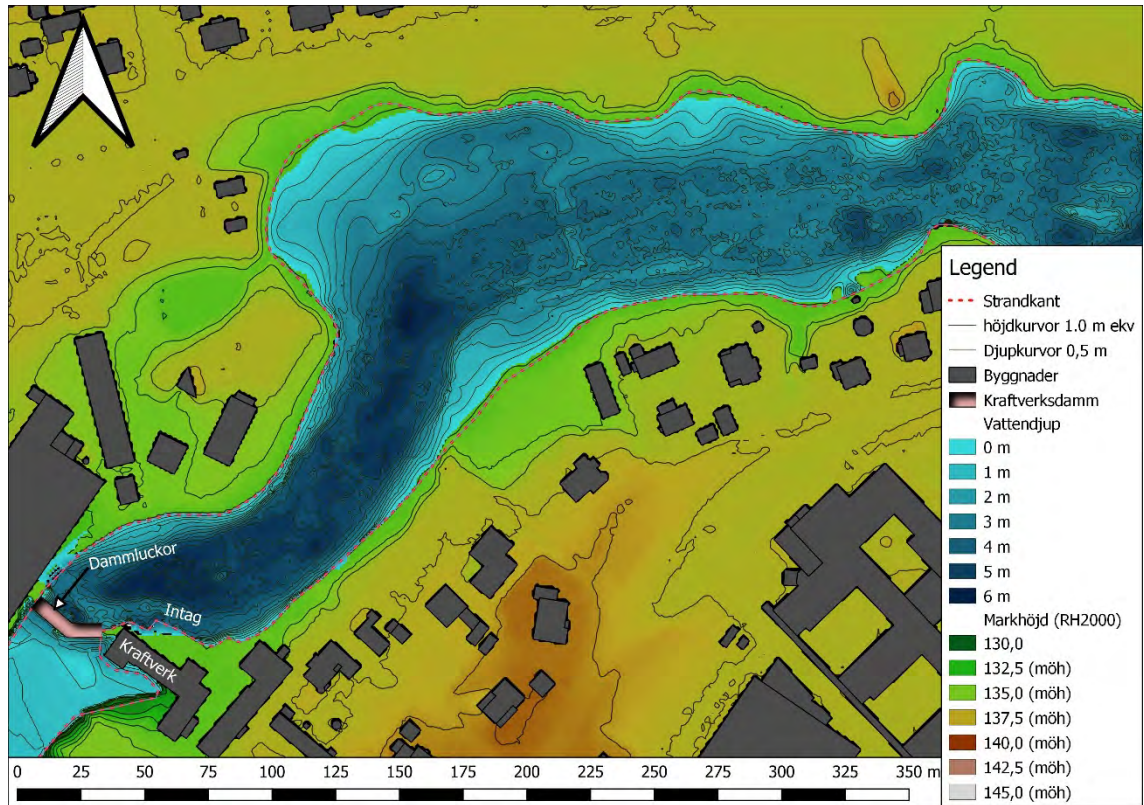
Det finns inmätt batymetri för Lagan men det är inte helt komplett och mätningar för den planerade badplatsen saknas, se Figur 4.



Figur 4 Tillgänglig batymetri.



Med hjälp av en markmodell har den saknade batymetrien interpolerats vilket gett modellen som kan ses i Figur 5.



Figur 5 Höjdmodell och interpolerad batymetri för området.

## 2 UTREDNING

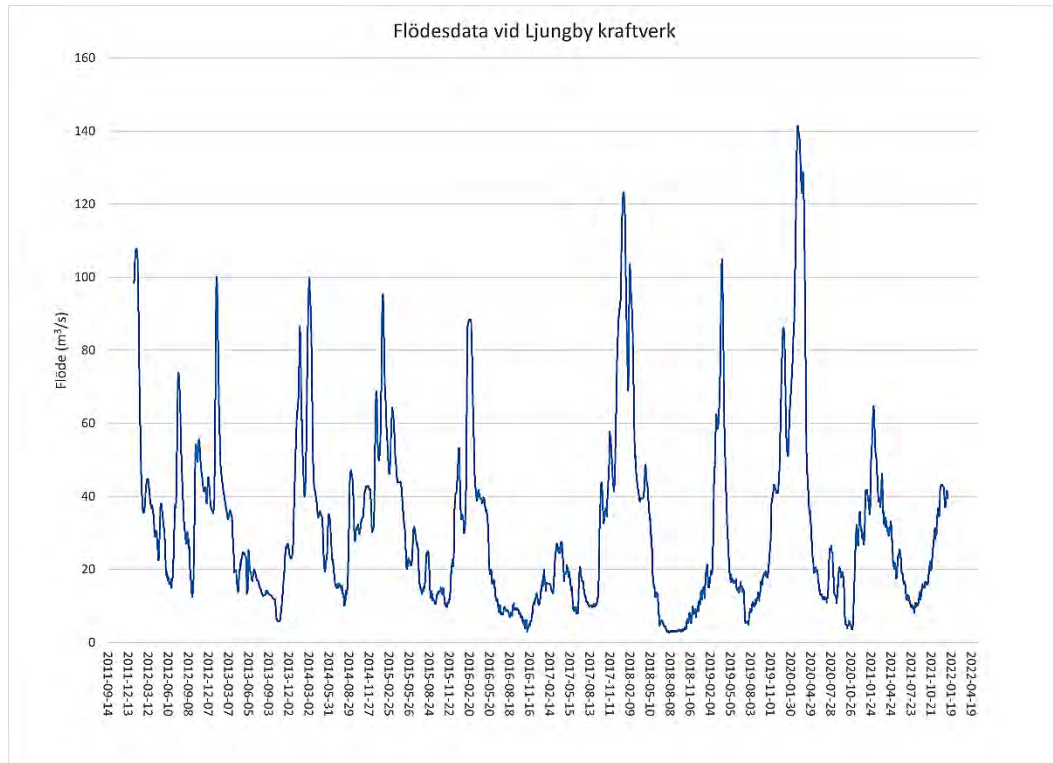
Sigma Civil AB har på uppdrag av Awer Sverige AB tagit fram en risikanalys för ett anläggande av badplats i Lagan, Ljungby kommun. Med syfte att ta reda på om anläggandet är rimligt med avseende på att det finns ett vattenkraftverk ca. 190 meter nedströms den planerade badplatsen.

Kontakt har tagits med myndigheter för att söka information om lagstiftning eller riktlinjer kring bad i å med vattenkraft. Efter kontakt med Naturvårdsverket, Havs-och vattenmyndigheten, Naturskyddsföreningen samt energimyndigheten kan det konstateras att det i dagsläget inte finns någon specifik lagstiftning som reglerar bad i å med vattenkraftverk. Däremot gäller sunt förnuft och hänsyn till flöden utifrån riskgrupper så som exempelvis barn eller äldre. Bedömning görs från fall till fall men riktlinjerna är att det inte bör anläggas badplats i nära anslutning till turbinintaget/utskovsluckor då det är som mest strömt där. I detta fall får man göra en bedömning om man tycker att 190 meter räknas till "nära anslutning", men utifrån analysresultatet kan man se att flödena inom viken inte uppgår till farligt höga strömmar vid normalflödet. En avgränsning mot zoner med högre flöden minskar även riskerna för att påverkas av dessa flöden.

En sammanställning har gjorts av Ljungby kraftverks flödesdata för de senaste 10 åren, se Figur 6. Data för detta har sammanställt genom att använda befintliga flödesdata från kraftverken Bro och Åby som ligger uppströms i Ljungby i Lagan. Avrinningsområdet uppströms Bro och Åby kraftstation är ca. 3000 km<sup>2</sup> och det tillkommande avrinningsområdet ned till Ljungby är endast ca 50 km<sup>2</sup> (en ökning på 15%). Tillägg på flödet för tillkommande avrinningsområden mellan Bro/Åby och Ljungby har gjorts och resulterat i ett ytterligare påslag på flödet med ca 7% efter beräkningar enligt Trafikverkets MB310 för naturmark, vilket utgör ca. 85% av tillkommande område.

Sammanställningen visar att de högsta flödena inträffar årligen mellan november och maj. Det högsta flödet inträffade 2020 och var enligt modellen på drygt 140 m<sup>3</sup>/s medan års-högfloden ligger på ca 90 m<sup>3</sup>/s. Års-medelflödet är ca 50 m<sup>3</sup>/s och lågflödet ligger strax under 15 m<sup>3</sup>/s.

Vid samtal med Ljungby Energi uppgavs att vattennivåerna tillåts variera som mest med 50 cm och att det alltid passerar minst 8 m<sup>3</sup>/s genom kraftverket för att ge maximal elproduktion. Intaget genom kraftverket kan maximalt genomleda 50 m<sup>3</sup>/s och övrigt flöde avleds via två dammluckor. Modellen har dock förenklats med att huvudflödet alltid går över dammluckorna. Detta bedöms dock inte påverka förhållandena vid den tänkta badplatsen.



Figur 6 Flödesdata från 2011 - 2022 i Ljungby kraftverk med flödet beskrivet i m<sup>3</sup>/s.

## 2.1 MODELLERADE FLÖDEN OCH FLÖDESHASTIGHETER

I HEC-RAS har en 1D modell framtagits för både laminärt och turbulent flöde och modellen har matats med både varierande samt statiskt flöde. Det varierande flödet är satt till att börja vid 20 m<sup>3</sup>/s och ökar i en förändringstakt som är jämförbar med flöden i Figur 6 till 150 m<sup>3</sup>/s och sedan ned till 20 m<sup>3</sup>/s. Från modellen har vattennivåer samt flödes hastigheter plockats ut för 20 m<sup>3</sup>/s (normalt lågflöde), 50 m<sup>3</sup>/s (medelflöde), 100 m<sup>3</sup>/s (års högflöde) samt 150 m<sup>3</sup>/s (högsta flödet). Modellen har tillåtit en variation av vattennivån från 133.6 till 133.9 möh. Skillnaderna mellan de olika modellerna som körts har varit väldigt små och i efterföljande kapitlet visas utdrag från den dynamiska flödesmodellen.

### 2.1.1 Medel lågflöde 20 m<sup>3</sup>/s

Det låga flödet ger inte några flödes hastigheter som överstiger 0.25 m/s och vattennivån har här satts till 133.6 (möh) se Figur 7 och Figur 8.



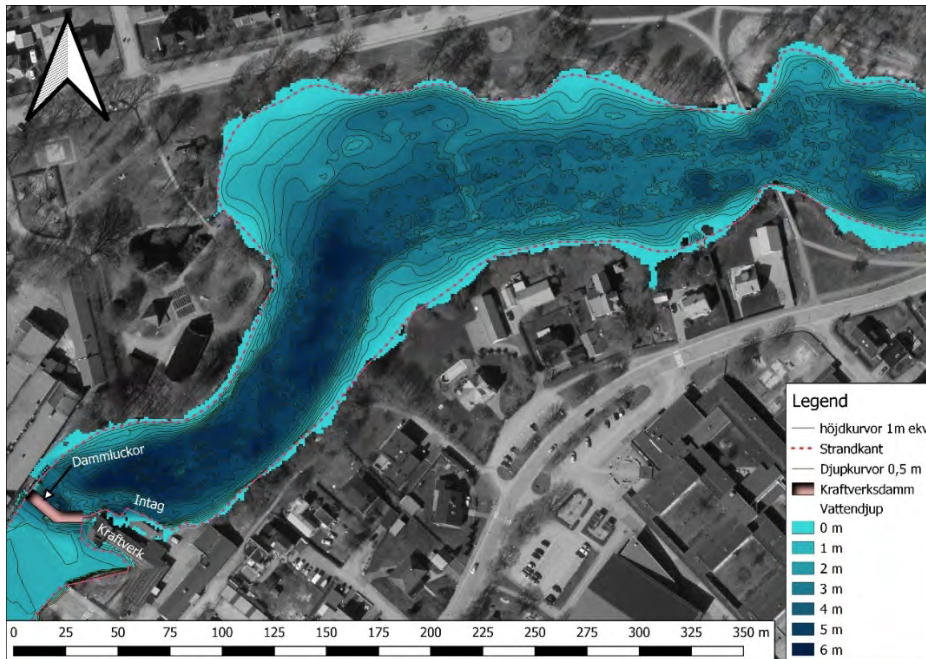
Figur 7 Vattendjup vid 20 m<sup>3</sup>/s.



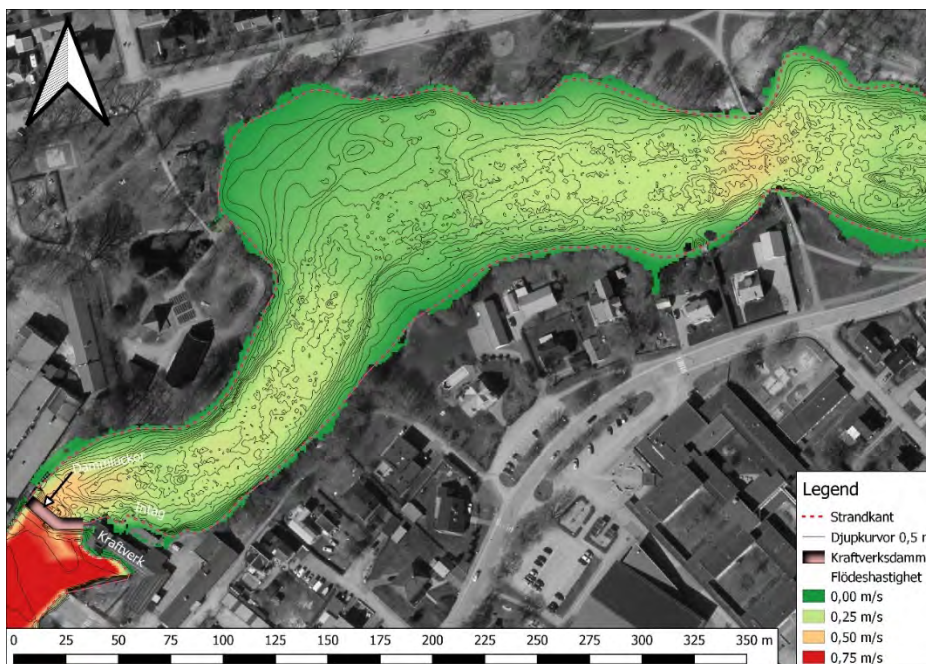
Figur 8 Flödes hastigheter vid 20 m<sup>3</sup>/s.

## 2.1.2 Medelflöde 50 m<sup>3</sup>/s

Vid medelflöde ökar flödeshastigheterna något, inom viken ligger de fortfarande lågt på under 0,25 m/s medan de i strömfåran och ned mot kraftverket kan öka upp mot 0,5 m/s (Figur 10). Vattendjupet har modellerats till ca 133.7 (möh) (Figur 9).



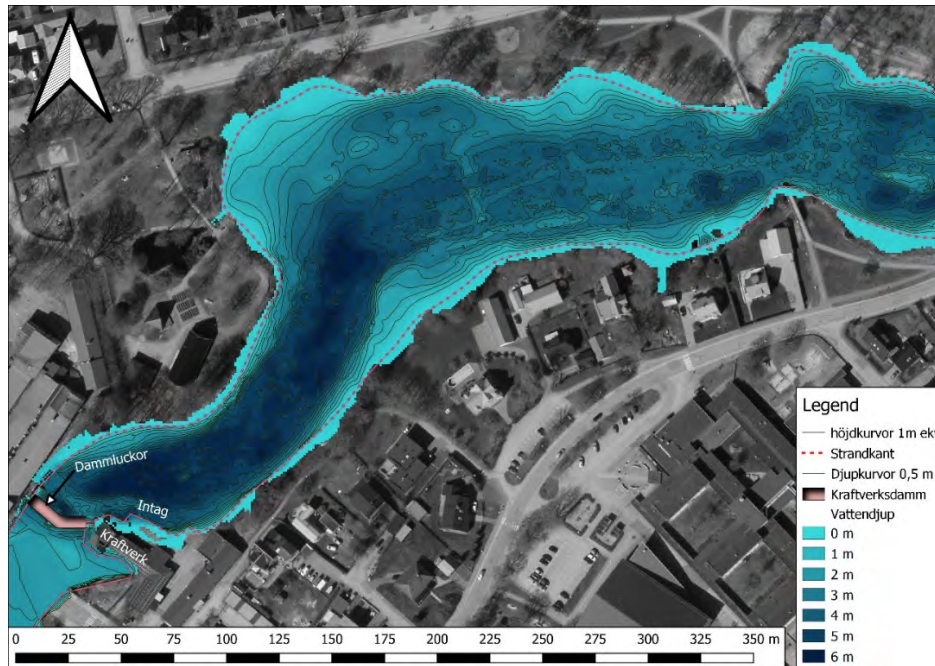
Figur 9 Vattendjup vid flödet 50 m<sup>3</sup>/s.



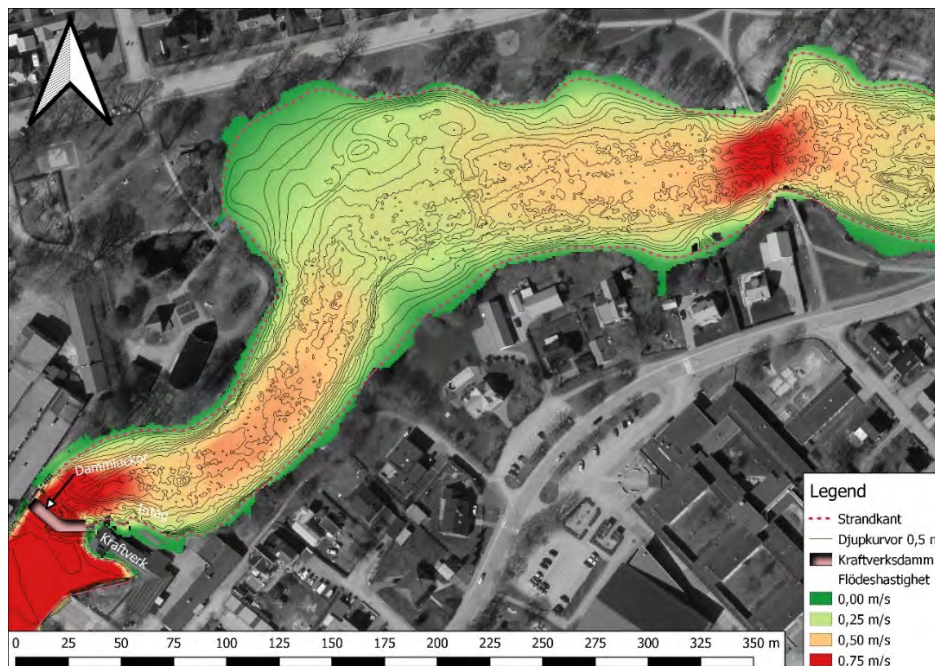
Figur 10 Flödeshastigheter vid flödet 50 m<sup>3</sup>/s.

### 2.1.3 Års högflöde 100 m<sup>3</sup>/s

Vid års högflödet kan flödes hastigheten längst ut i viken överstiga 0,4 m/s medan de i strömfåran överstiger 0,5 m/s och närmare kraftverket överstiger de 1 m/s (Figur 14). Vattennivån är modellerad till 133.8 (moh) (Figur 13).



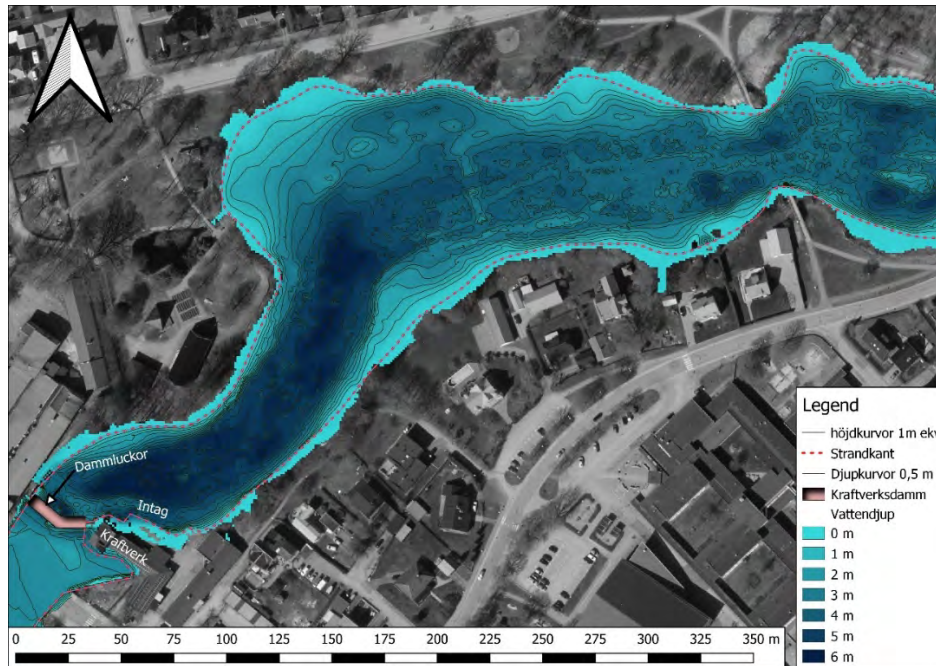
Figur 11 Vattendjup vid flödet 100 m<sup>3</sup>/s.



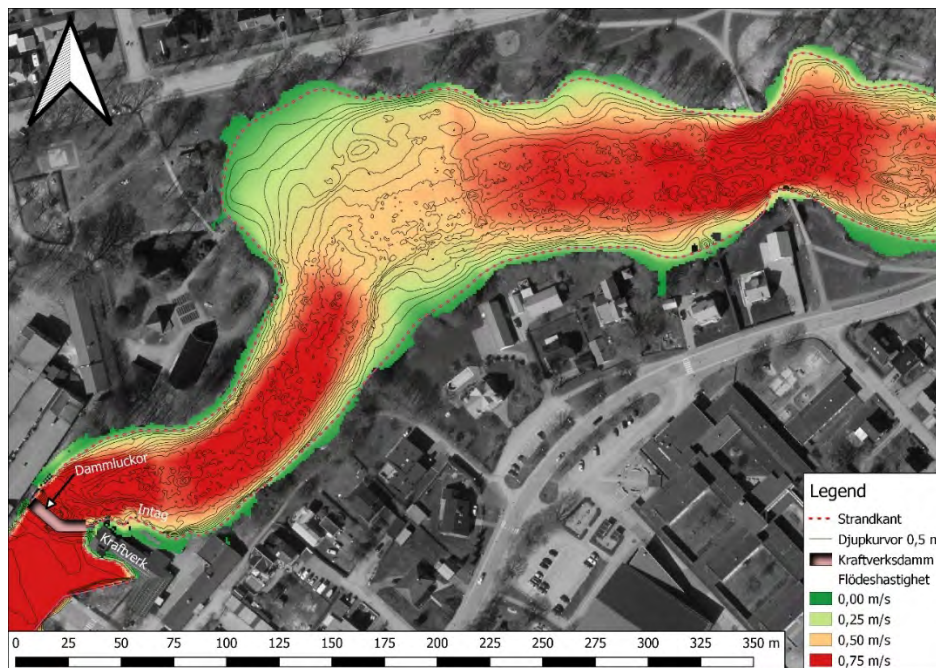
Figur 12 Flödes hastigheter vid flödet 100 m<sup>3</sup>/s.

## 2.1.4 Högsta flöde 150 m<sup>3</sup>/s

Vid det högst modellerade flödet 150 m<sup>3</sup>/s överstiger flödet i strömfåran 0,75 m/s medan det i halva viken understiger 0,25 m/s och övriga delen understiger det 0,5 m/s (Figur 14). Vattennivån är här modellerad till 133,9 (moh) (Figur 13).



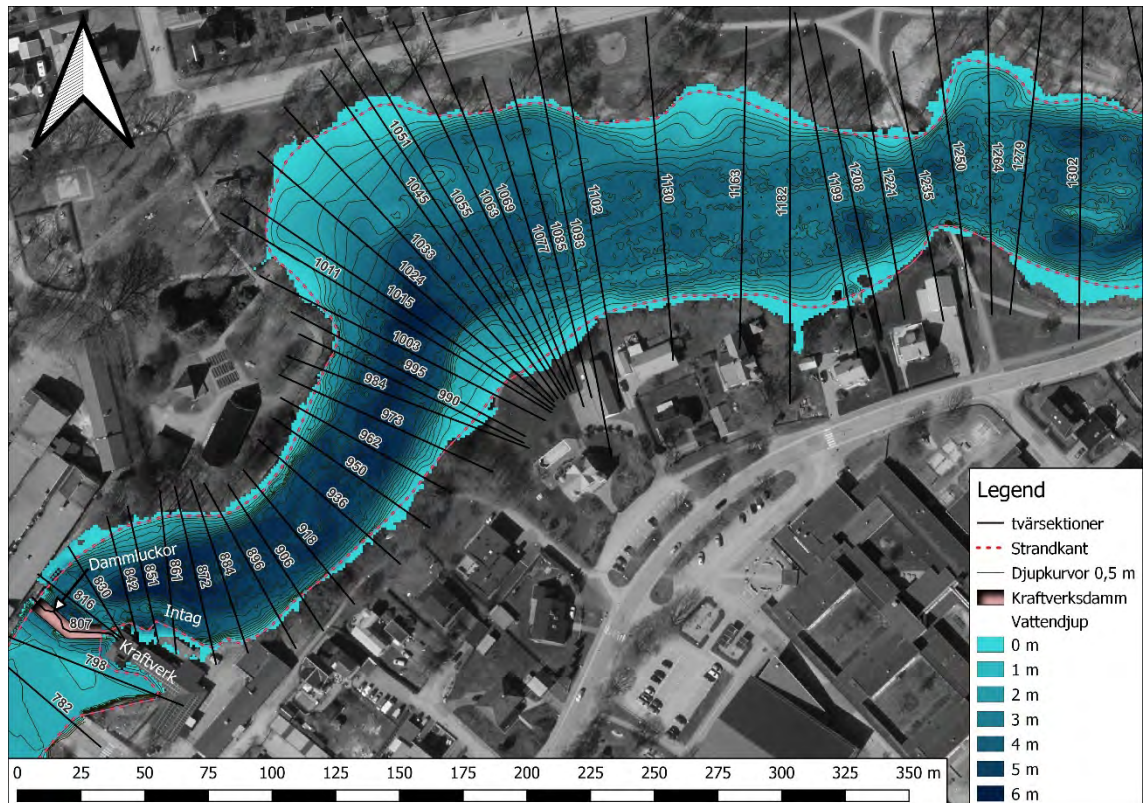
Figur 13 Vattendjup vid flödet 150 m<sup>3</sup>/s.



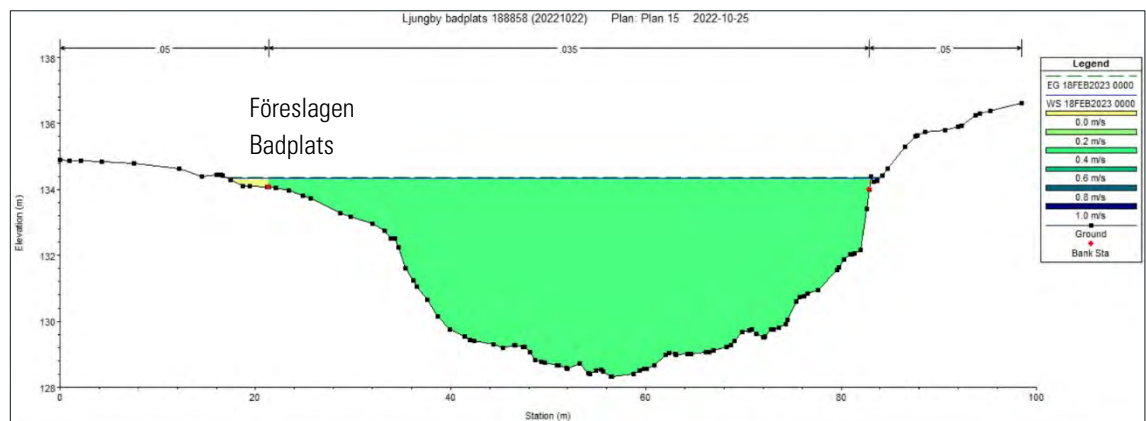
Figur 14 Flödeshastigheter vid flödet 150 m<sup>3</sup>/s,

## 2.2 BOTTENPROFIL

Modellen är uppbyggd av tvärsektioner som kan ses i Figur 15. I Figur 16 till Figur 19 kan ett urval av dessa ses som visar generella flödes hastigheter vid huvudflödet 100 m<sup>3</sup>/s. Här kan man även se i Figur 18 och Figur 17 hur botten i viken har modellerats.

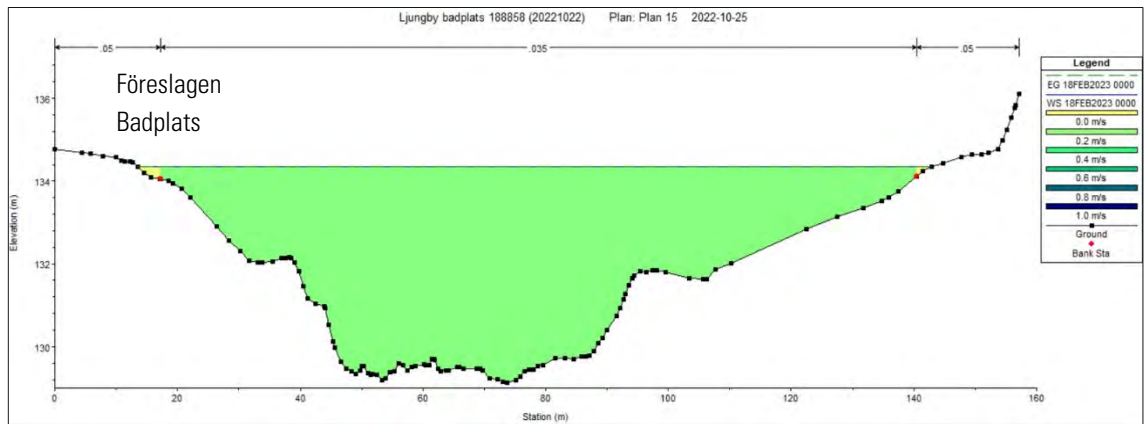


Figur 15 profiler för tvärsektioner i Lagan.

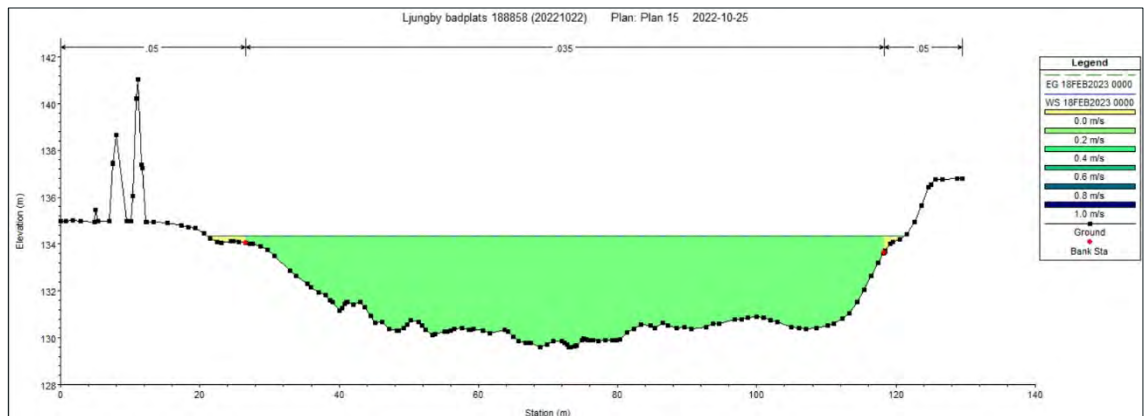


Figur 16 Tvärsektion 990 med flödes hastigheter vid flödet 100 m<sup>3</sup>/s.

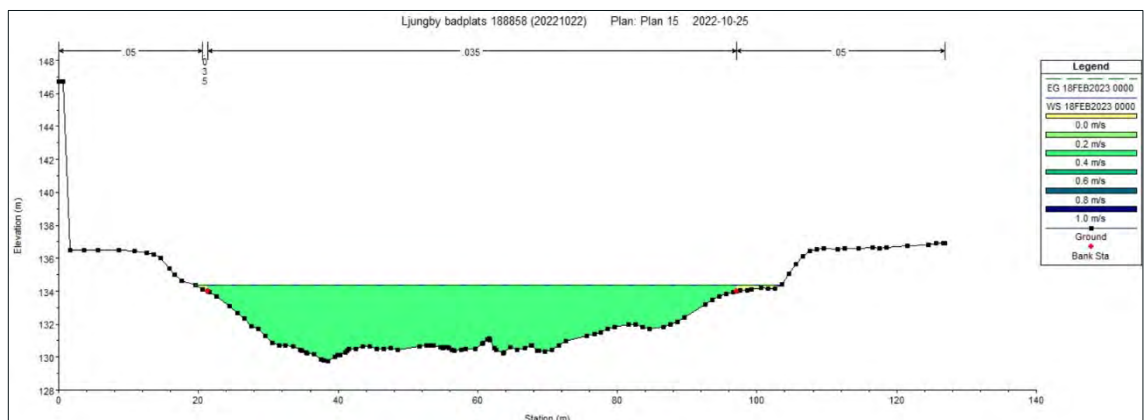




Figur 17 Tvärsektion 1033 med flödeshastigheter vid flödet 100 m<sup>3</sup>/s.



Figur 18 Tvärsektion 1085 med flödeshastigheter vid flödet 100 m<sup>3</sup>/s.



Figur 19 Tvärsektion 1163 med flödeshastigheter vid flödet 100 m<sup>3</sup>/s.

### 3 ÅTGÄRDSFÖRSLAG

Att anlägga en flytbrygga för att hägna in området där badande bör vara för att undvika större flöden är ett förslag på åtgärd (Figur 20). Detta skulle dels begränsa området visuellt, dels fungera som stöd åt badande då den är robust och stabil. Det negativa med flytbrygga är att det finns risk för att flödena utanför flytbryggan kan öka om att det blir en smalare passage. Vilket ökar risken för de som struntar i avgränsningen och simmar utanför flytbryggan.



Figur 20 Förslag på åtgärd genom anläggande av flytbrygga.

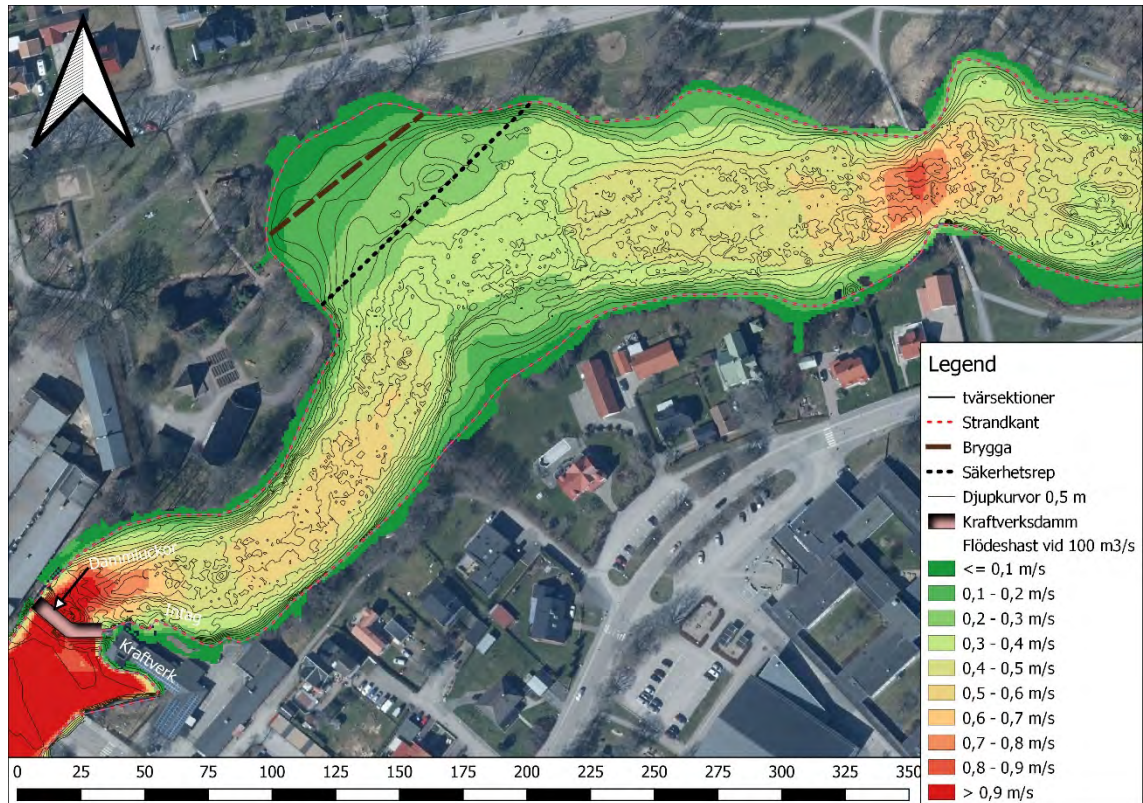
Ett annat alternativ är att etablera en väl synlig avgränsningslina som flyter ovanpå vattenytan och visuellt avgränsar och till viss del avlastar badaren (Figur 21). Det skulle inte påverka flödet utanför avgränsningen men är och andra sidan inte lika robust och det är lättare att råka passera linan med eller utan avsikt.



**Figur 21 Förslag på åtgärd genom anläggande av avgränsningslina.**

Ett tredje alternativ skulle kunna vara att etablera både en flytbrygga och en avgränsningslina (Figur 22). Att man etablerar flytbryggan närmare land och sedan en bit ut har man ytterligare en avgränsning i form av avgränsningslina. Detta för att först avgränsa för mindre barn som har svårare att passera flytbryggan och sedan avgränsa visuellt med linan för den zon där det blir mer strömt utanför linan.

I Figur 22 har flödes hastighetszoner för högflöden vid  $100 \text{ m}^3/\text{s}$  ansats.  $0-0,1 \text{ m/s}$  bedöms säkert även för mindre barn med flytanordningar.  $0,1-0,4 \text{ m/s}$  bedöms som ett lågriskområde för simkunniga utan flytanordningar innanför säkerhetslinan. Området över  $0,4 \text{ m/s}$  bedöms som ett högriskområde där man bör ha god simkunnighet för att kunna simma säkert.



Figur 22 Flödes hastighetszoner för högflöden vid 100 m<sup>3</sup>/s samt förslag till placering av skyddsåtgärder som flytbrygga och avgränsningslina.

## 4 DISKUSSION OCH SLUTSATSER

Viken för planerad badplats ger inga höga flöden och bör vara lämplig som badplats. De höga flödena uppkommer under vinterhalvåret mellan november till maj då det är kallt i vattnet och badintresset bör vara relativt lågt och ev. kan badplatsen vara stängd under denna period. Det är dock lämpligt att dela av badplatsen med en grundare nivå där flödena är mycket låga som kan användas av mindre barn. Den yttre delen som föreslås avgränsas av en avgränsningslina har väldigt låga flöden under normala förhållanden och övergår inte till mer än 0,5 m/s ens vid högsta flödet 150 m<sup>3</sup>/s. Att simma utanför denna barriär kan innebära att en person dras vidare mot kraftstationen. Barn med flytanordningar blir mycket långsamma i vattnet och känsligare för att dras med i strömmarna. Därför bör särskild hänsyn tas till dessa genom att skapa en inre säker zon innanför flytbryggan.

## 5 VIDARE STUDIER

Noggrannare inmätningar av botten vid badplatsen och innanför viken skulle kunna göras i vidare studier för att noggrannare undersöka vilken typ av botten som finns i det aktuella området och på så sätt undersöka vilka risker som finns för förändringar av botten p g a flöden. Kontinuerliga flödesmätningar och nivåmätningar i Ljungby kraftverk skulle säkerställa korrekta flöden som indata till modellen.

Vidare kan även konsekvenser beroende på var man anlägger bryggan studeras, var anläggningen av brygga ger minst risker och undersöka förhållanden nedströms kraftverket, där flödena är högre men riskerna för undervattensströmmar mindre. Om bryggan eller annan utformning placeras för långt ut i Lagan kan den påverka strömmen ned till kraftverket vid högre flöden. Det finns även andra lösningar på säkerhetsåtgärder som bör studeras närmare.

## 6 REFERENSER

Google Maps. 2022.

HEC-RAS. <https://www.hec.usace.army.mil/software/hec-ras/>

MB310 (TDOC 2014:0051)

Scalgo. <https://scalgo.com/live/>