

# GEOSIGMA




## Översvämningsskartering av Kallforsån, Södertälje kommun

GRAP 19216

Sofia Bjälkefur Seroka

Geosigma AB

2019-07-01

<b>GEOSIGMA</b>				
Uppdragsnummer 604502	Grap nr 19216	Datum 2019-07-01	Antal sidor 17	Antal bilagor 0
Uppdragsledare Erik Palmfjord Smitt/Jonas Olofsson		Beställares referens Olga Hanelis		Beställares ref nr
Beställare Södertälje kommun				
Rubrik Översvämningskartering av Kallforsån, Södertälje kommun				
Författad av Sofia Bjälkefur Seroka				Datum 2019-07-01
Granskad av Kristoffer Gokall-Norman				Datum 2019-07-01
<b>GEOSIGMA AB</b> www.geosigma.se geosigma@geosigma.se Bankgiro: 5331 - 7020 PlusGiro: 417 14 72 - 6 Org.nr: 556412 - 7735	<b>Uppsala</b> Box 894, 751 08 Uppsala S:t Persgatan 6, Uppsala Tel: 010-482 88 00	<b>Teknik &amp; Innovation</b> Vaksala-Eke, Hus H 755 94 Uppsala Tel: 010-482 88 00	<b>Göteborg</b> St. Badhusg 18-20 411 21 Göteborg Tel: 010-482 88 00	<b>Stockholm</b> S:t Eriksgatan 113 113 43 Stockholm Tel: 010-482 88 00

## Sammanfattning

Norr om Järna i Södertälje kommun planeras två nya bostadsområden på varsin sida om vattendraget Kallforsån. Enligt Länsstyrelsen Stockholm ska ny bebyggelse nära vattendrag kunna klara en översvämning som motsvarar beräknat högsta flöde, BHF. Därför har Geosigma utfört en översvämningskartering av Kallforsån på uppdrag av Södertälje kommun.

Översvämningskarteringen har utförts genom att bestämma BHF utifrån en nederbördssekvens som används vid dammdimensionering och som ska motsvara ett extremfall med mycket stora regnmängder. En tvådimensionell hydraulisk modell har sedan konstruerats utifrån terrängdata och insamlade data från ett platsbesök. Modellen, som gjordes i HEC-RAS, användes sedan för att simulera ett översvämningsförlopp i samband med BHF.

Resultatet visar att en flödessekvens som motsvarar BHF skulle leda till en översvämning av Kallforsån. Även de två planerade bostadsområdena blir till viss del översvämmade, om än i mycket liten omfattning. För Norra Myrstugan är det den nordligaste delen samt utbyggnaden av vägen som drabbas, medan det för Kallfors Ängar är den sydöstliga delen närmast Kallforsån som svämmas över. Eventuell ombyggnation av bron mellan Kallfors Ängar och Norra Myrstugan bedöms inte orsaka någon större förändring med avseende på översvämningsens utbredning.

## Innehåll

<b>Sammanfattning</b>	<b>3</b>
<b>1 Uppdraget</b>	<b>5</b>
1.1 Bakgrund	5
1.2 Syfte	5
<b>2 Metoder</b>	<b>6</b>
<b>3 Områdesbeskrivning</b>	<b>7</b>
3.1 Geografi	7
3.2 Kallforsån	8
<b>4 Genomförande</b>	<b>10</b>
4.1 Flödesberäkningar	10
4.2 Simulering i HEC-RAS	10
<b>5 Resultat och diskussion</b>	<b>13</b>
5.1 Översvämningskartering	13
5.2 Osäkerheter	16
<b>6 Slutsats</b>	<b>17</b>
<b>7 Referenser</b>	<b>17</b>

# 1 Uppdraget

## 1.1 Bakgrund

I Södertälje kommun pågår planarbeten för de två nya bostadsområdena Norra Myrstugan och Kallfors Ängar, som ligger på var sin sida av vattendraget Kallforsån. Enligt Länsstyrelsen i Stockholm ska ny sammanhållen bebyggelse inom länet placeras ovanför nivån för beräknat högsta flöde (BHF). Södertälje kommun låter därför utföra en översvämningsskartering för Kallforsån, för att undersöka om de nya bostadsområdena är i riskzonen för översvämning vid BHF.

## 1.2 Syfte

Syftet med uppdraget är att utreda vilka områden som skulle komma att översvämmas i samband med beräknat högsta flöde (BHF) för vattendraget Kallforsån. Detta ska göras med både befintlig höjdsättning samt planerad höjdsättning för bostadsområdet Norra Myrstugan. Efter samråd med beställaren presenteras enbart scenariot med befintlig höjdsättning i föreliggande rapport. Utredning av översvämningens utbredning vid planerad höjdsättning kommer eventuellt att utföras i efterhand.

I utredningen ingår även att resonera kring hur en ombyggd bro mellan de nya bostadsområdena påverkar översvämningens utbredning i samband med BHF.

## 2 Metoder

För att utreda hur ett beräknat högsta flöde, BHF, skulle påverka omgivningarna runt Kallforsån har en flödessekvens som representerar BHF beräknats utifrån en nederbördssekvens som används i hydrologiska modeller vid dammdimensionering.

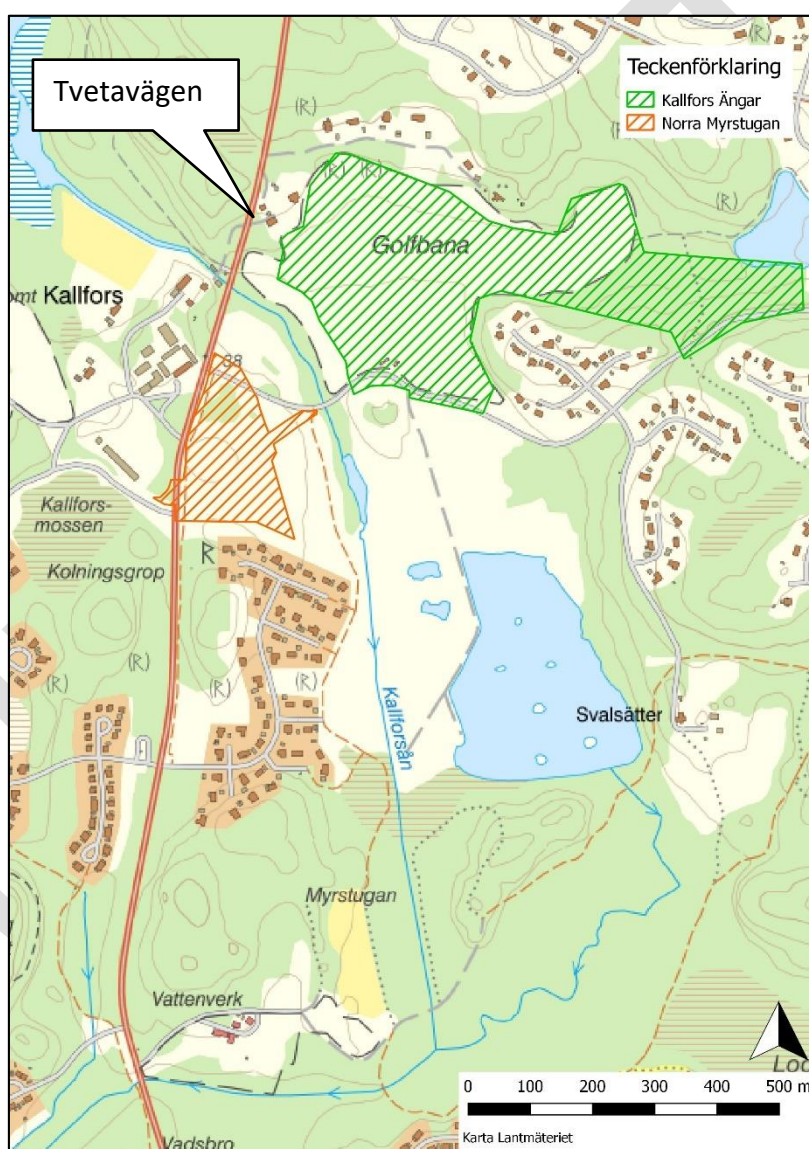
Själva översvämningskarteringen har utförts genom att simulera flödessekvensen i Kallforsån i en hydraulisk ytvattenmodell som byggts upp i simuleringsprogramvaran HEC-RAS (US Army Corps of Engineers, 2017). Modellen bygger huvudsakligen på höjddata från området men även på tidigare nivå- och flödesmätningar i Kallforsån samt observationer och uppmätta data från ett platsbesök som utfördes den 6 maj 2019. Resultatet visualiseras med kartor som visar översvämningsytorna i förhållande till de aktuella planområdena.

### 3 Områdesbeskrivning

I detta kapitel sammanställs information om Kallforsån och det omkringliggande området.

#### 3.1 Geografi

En dryg kilometer norr om Järna tätort återfinns Kallforsån, ett vattendrag som har sin början i Kvarnsjöns utlopp och sedan mynnar ut i Moraån ungefär i höjd med Järna. För denna utredning är det främst Kallforsåns första kilometer som är av intresse, då det är där de berörda områdena Norra Myrstugan och Kallfors Ängar ligger, se Figur 3-1. Inom detta område korsar Tvetavägen Kallforsån strax efter Kvarnsjön, dessutom finns en mindre väg som korsar ån ytterligare cirka 350 m nedströms. Denna väg kommer att byggas ut vid anläggning av Kallfors ängar (Södertälje kommun, 2019).



Figur 3-1: Kallforsån, Tvetavägen och de planerade bostadsområdena Norra Myrstugan och Kallfors Ängar.

### 3.2 Kallforsån

Flödes- och nivåmätningar av Kallforsån har utförts regelbundet sedan åtminstone 2015. Det finns en pegel samt ett skibord strax innan Tvetavägen korsar Kallforsån, det vill säga i början av vattendraget. Pegeln avläses två gånger i månaden av Telge Energi. Skibordet har två nivåer varav den ena nivån indikerar ett flöde på minst 20 l/s, medan nästa nivå indikerar ett flöde på minst 30 l/s. Vid platsbesöket den 6 maj 2019 var vattennivån cirka 10 cm ovanför den övre nivån på skibordet, vilket skulle innebära att flödet vid det tillfället överskred 30 l/s.

SMHI:s hydrologiska modell S-HYPE har beräknat flödet i Kallforsån vid utloppet från Kvarnsjön, vilket ungefär motsvarar platsen för ovan nämnda mätningar. Enligt denna modell är medelflödet (MQ) 0,206 m<sup>3</sup>/s, medellågflödet (MLQ) 0,078 m<sup>3</sup>/s och medelhögflödet (MHQ) 0,435 m<sup>3</sup>/s. På dagen för platsbesöket var flödet enligt S-HYPE 0,20 m<sup>3</sup>/s, alltså 200 l/s (SMHI, 2019). Då detta är nästan en tiopotens större än angivet flöde vid skibordet gjordes antagandet att SMHI:s modell överskattar flödet i Kallforsån. Då Telge Energis mätningar bara anger en undre gräns för flödet får erhållna flödesdata ses som underskattning av flödet. Flödet vid platsbesöket var uppskattningsvis 40–50 l/s.

Kallforsåns utseende i form av djup, bredd och kanalfårans utformning varierar en del under den dryga kilometer som modellerats från Kvarnsjöns utlopp till Myrstugan. Vattendragets början uppvisar en bred och rak, cirka 1 m djup anlagd kanal de första 250 m, se Figur 3-2.



**Figur 3-2:** Kallforsåns första del innan Tvetavägen, fotad uppströms i västlig riktning.

Efter skibordet är vattendraget mer naturligt med stenig botten samt mycket träd och låga buskar längs med vattendraget, se Figur 3-3. Vattendjupet uppskattades i samband med platsbesöket till 0,2–0,5 m.





**Figur 3-3:** Kallforsån cirka 50 m nedströms den andra bron. Fotot är taget nedströms i sydlig riktning.

UTKÄ

## 4 Genomförande

### 4.1 Flödesberäkningar

För att kunna göra en översvämningskartering av Kallforsån behövde först ett flöde beräknas. Enligt Länsstyrelsen i Stockholm ska ny sammanhållen bebyggelse inom länet placeras ovanför nivån för beräknat högsta flöde (BHF). Beräknat högsta flöde innebär en kombination av alla kritiska faktorer som kan bidra till ett maximalvattenflöde för ett vattendrag. Det är det mest extrema flödesscenario som kan anses möjligt, om än mycket osannolikt. BHF har ingen återkomsttid (Länsstyrelsen Stockholm, 2016). BHF kan beräknas i enlighet med skriften "Riktlinjer för bestämning av dimensionerande flöden för dammanläggningar" utgiven år 2015 av Svenska Kraftnät, Svensk Energi och SveMin. Enligt dessa riktlinjer ska det dimensionerande flödet tas fram med en hydrologisk modell över avrinningsområdet/vattenanläggningen i fråga. Modellen ska köras med befintliga dataserier över nederbörd och flöden, för att sedan simulera ett 14 dagars skyfall med väldigt stora mängder regn som når sitt maximum dag nio (Svenska Kraftnät, Svensk Energi, SveMin, 2015). Vanligtvis används sådana hydrologiska modeller för avsevärt större vattendrag, så för Kallforsån bedömdes det räcka med en enklare beräkningsmodell som ändå har sin utgångspunkt i de nederbördssekvenser som beskrivs i Svenska Kraftnät m.fl. (2015).

För att beräkna flödessekvens utifrån nämnda nederbördssekvenser multiplicerades nederbörden med avrinningsområdets area, för att få en flödesvolym. Huvudavrinningsområdet för Kallforsån är 32,4 km<sup>2</sup> stort (SMHI, 2019). Denna volym antogs komma med ett jämnt flöde över hela dygnet. Ingen hänsyn togs till avrinningskoefficienter som kan variera med olika typer av markanvändning då utredningen rör det mest extrema fallet där inget vatten infiltrerar, i enlighet med de förutsättningar som gäller för BHF.

För att ta hänsyn till att riktlinjerna i Svenska Kraftnät m.fl. (2015) främst är framtagna för svenska älvars stora avrinningsområden i norra Sverige så finns en korrektionsfaktor som ska användas vid flödesberäkning. Denna beräknas utifrån storleken på avrinningsområdet i fråga. För ett avrinningsområde på 32,4 ha blir korrektionsfaktorn cirka 1,4. Denna korrektionsfaktor ska sedan multipliceras med nederbörden. Nederbördssekvens, resulterande flöde och korrigerat flöde återfinns i Tabell 1.

**Tabell 1.** Nederbördssekvens för aktuell region, beräknade flöden och korrigerade flöden

Dag nr	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
<b>Nederbörd (mm/dygn)</b>	6	6	6	6	6	10	10	40	150	25	10	10	6	6
<b>Flöde (m<sup>3</sup>/s)</b>	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	3.8	3.8	15.0	56.3	9.4	3.8	3.8	2.3	2.3
<b>Korrigerat flöde (m<sup>3</sup>/s)</b>	3.1	3.1	3.1	3.1	3.1	5.2	5.2	20.8	78.1	13.0	5.2	5.2	3.1	3.1

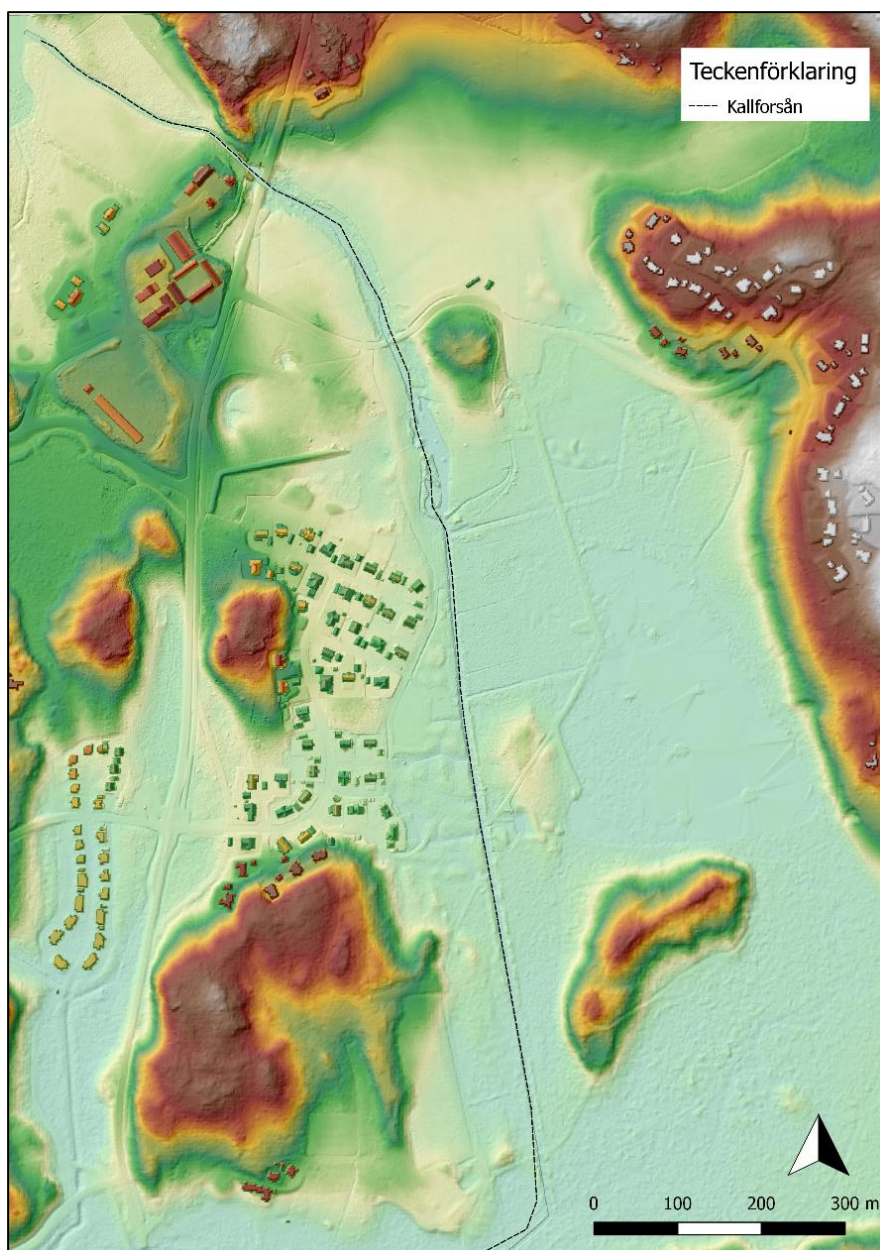
### 4.2 Simulering i HEC-RAS

Modelleringen av vattennivåer, flöden och eventuella översvämningsytor har utförts i programvaran HEC-RAS 5.0.6. Simuleringen har utförts med hjälp av en tvådimensionell transient flödesmodell som beräknar vattnets flöde genom ett system av beräkningsceller. För varje cell skapas egenskapstabeller främst utifrån tillgängliga höjddata och modellen kan

på så sätt bättre representera den verklighet som ska simuleras. Själva flödesberäkningarna för varje tidssteg utförs med en variant av energiekvationen.

**Geografiska indata i form av en terrängmodell erhöles från Södertälje kommuns egna laserscanningar över området, se**

Figur 4-1. Tekniska indata, såsom dimensioner hos kulvertar och broar samt information om åfårans beskaffenhet erhöles genom ett platsbesök. Under platsbesöket gjordes enklare mätningar samt uppskattningar om åns bredd, djup och skrovlighet/råhet vid olika delsträckor. Den del av ån som inte nåddes vid platsbesöket, främst söder om Norra Myrstugan, antogs likna ån uppströms. Flödes- och nivådata att kalibrera modellen mot erhöles från Telge energi samt utfört platsbesök.



**Figur 4-1:** Terrängskuggning av området kring Kallforsån nedströms Kvarnsjöns utlopp. Lägre liggande områden är ljusblå och högre liggande områden är röda och ljusgrå. Kallforsån är markerad med streckad linje.

Modellen tar inte hänsyn till infiltration eller någon typ av dagvattenhantering utöver sådan som kan reflekteras av höjddata.

Grundkonceptet för modelleringen följer nedanstående huvudsakliga steg. Arbetsprocessen är dock till mycket stor del iterativ där ständiga rimlighetsbedömningar och jämförelser mot kända data används för att arbeta fram en modell som på bästa sätt speglar verkligheten.

- Ursprungliga höjddata granskas först noggrant i ett GIS-program för att kontrollera var områden kan identifieras som bedöms vara feltolkade i samband med insamlandet eller där vattenhinder finns som inte motsvarar verkligheten. Detta kan exempelvis utgöras av en bro över ett vattendrag där vägbanan då representerar höjden istället för vattendragets bottennivå (som i verkligheten leder fram under bron). Även samtliga vattendrag och vattensamlingar där själva vattenytan är återgiven i höjddata snarare än vattendragens bottennivå måste identifieras.
- Först modifieras befintliga höjddata för att ta bort vattenytan och istället skapa en bottenyta. Detta utfördes i föreliggande utredning med Scalgo, ett simuleringsverktyg som kan användas för att modifiera terrängdata genom att höja/sänka markytan, skapa kanaler, etc.
- Modifierade höjddata konverteras till en triangulerad terrängmodell.
- Ett 2-dimensionellt nät av beräkningsceller byggs upp över de delar av landskapet där vatten kommer att transporteras.
- Kulvert, bro och överfall läggs in i modellen i enlighet med befintlig information. Den lilla bron precis vid överfallet samt metallavsatsen och träbryggan vid skibordet togs inte med i modellen. Överfallet ansågs vara den viktigaste konstruktionen att ta med i den sektionen med avseende på vattentransporten.
- Randvillkor, begynnelsevillkor och övriga parametrar bestäms och implementeras.
- Modellen testas/kalibreras så att den motsvarar kända flödes- och nivåsituationer. Detta steg upprepas med olika värden på Mannings skrovlighetskoefficient (råhet/skrovlighet hos åfårans botten) för att kalibrera modellen.
- Simulering utförs med den 14 dagars BHF-sekvens som beräknats. Simulering utförs först med större tidssteg och grövre beräkningsceller för att sedan förfina simuleringen gradvis.
- Utdata analyseras och visualiseras.

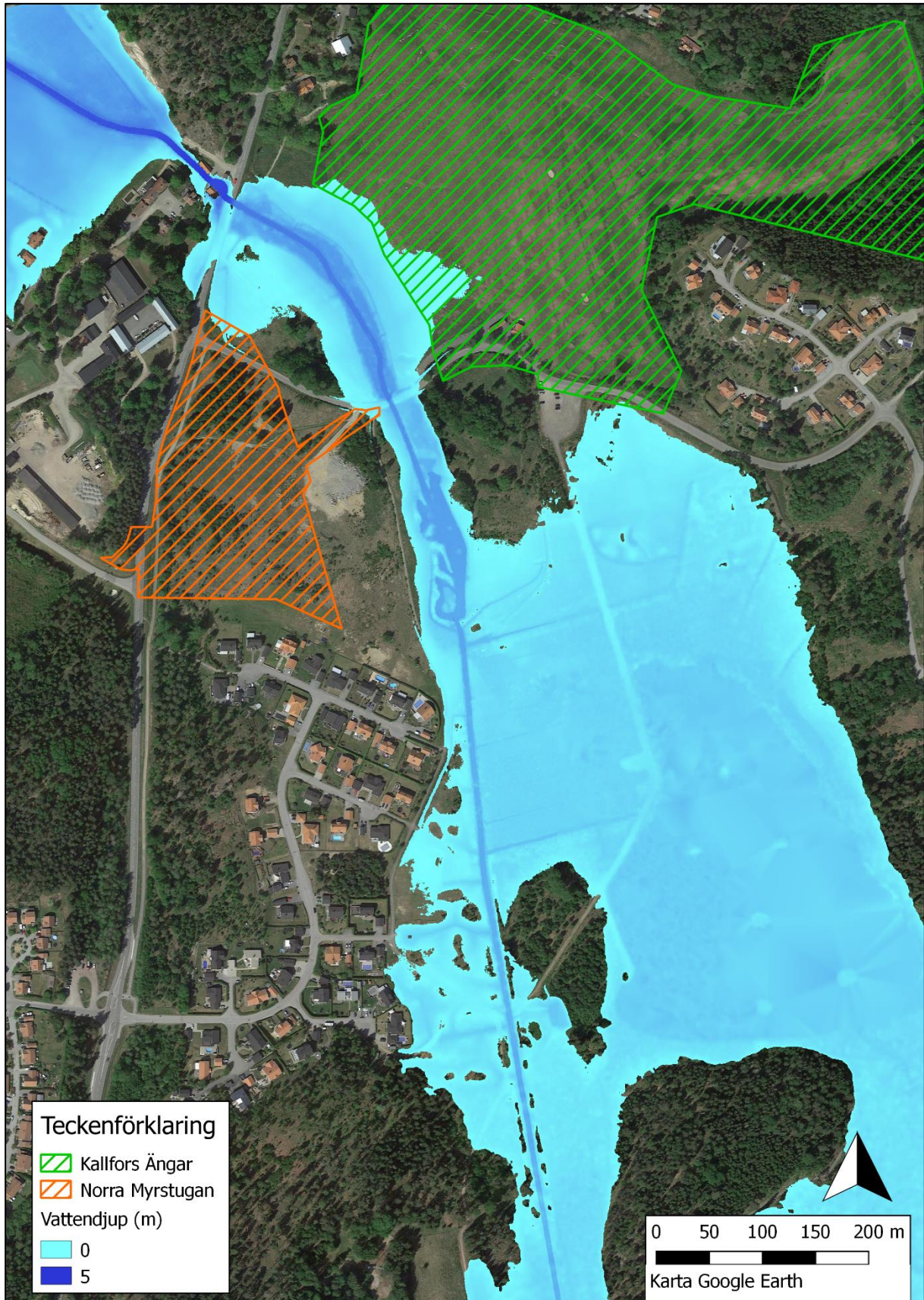
## 5 Resultat och diskussion

Utifrån modellering, topografi och rimlighetsbedömningar har följande resultat erhållits.

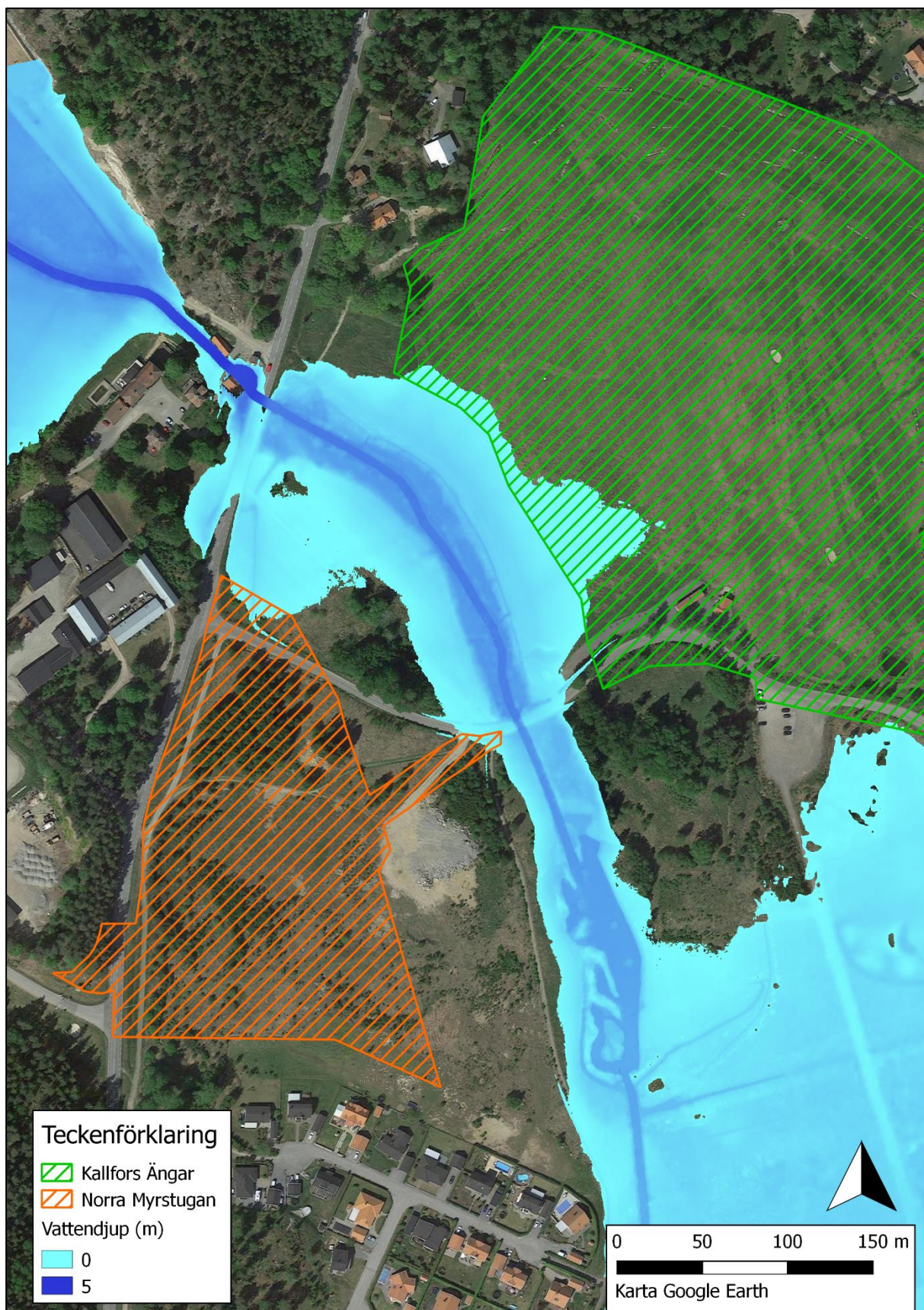
### 5.1 Översvämningskartering

I Figur 5-1 och Figur 5-2 presenteras den maximala utbredningen av vattenytan i samband med den nederbördssekvens som leder till BHF i Kallforsåns första del (se avsnitt 4.1). I figurerna representeras olika vattendjup med olika nyanser av blått i en kontinuerlig skala. Det största vattendjupet återfinns vid överfallet innan Tvetavägen, där vattnet har ett djup på cirka 5,0 m. Översvämningsförloppet sker gradvis och översvämningen når denna maximala utbredning enbart en kort period i slutet av dag 9 i nederbördssekvensen, den dag med det högsta flödet. I figurerna återfinns även gällande utredningsområde för det planerade bostadsområdet Norra Myrstugan samt ungefärligt område för bostadsområdet Kallfors Ångar. Vid Norra Myrstugan är det främst en lågpunkt, troligtvis ett dike, som översvämmas. Denna lågpunkt svämmas över redan i början av dag 8 i nederbördssekvensen, det vill säga ett dygn innan flödet når sitt maximum. Östra sidan av Kallfors Ångar översvämmas först i samband med det högsta flödet och översvämningen varar i cirka 1,5 dygn.

Både Tvetavägen och den mindre väg som förbinder de två nya bostadsområdena med varandra blir översvämmade vid simulering med BHF. Vattendjupet över den andra vägen blir cirka 0,5 m och bron har en dämmande effekt vilket kan ses av att översvämningen sprider sig mer i bredd innan bron jämfört med efter bron. En ombyggnation av bron skulle kunna påverka dämningen om dimensionerna på brons öppning förändras. En större öppning skulle troligtvis minska den dämmande effekten i och med att mer vatten skulle kunna rinna under bron, och en mindre öppning skulle tvärtom öka den dämmande effekten och eventuellt leda till en större utbredning av översvämningen.



Figur 5-1: Översvämningsens maximala utbredning vid BHF.



**Figur 5-2:** Översvämningens maximala utbredning vid BHF runt de planerade bostadsområdena Norra Myrstugan och Kallfors Ängar.

## 5.2 Osäkerheter

Det finns en del osäkerheter förknippade med att utföra simuleringar. I detta fall fanns många nivåmätningar men enbart ungefärliga flödesdata från skibordet vid överfallet innan Tvetavägen. Dessutom var mätningarna utförda i enbart en punkt för hela vattendraget. Detta innebär att kalibreringen av modellen utfördes med något knapphändigt underlag och att en hel del antaganden behövde göras. Detta påverkar troligtvis resultatet mer eller mindre.

För att göra en mer noggrann modell hade inmätning av vattendraget behövt göras, både av vattendragets batymetri (bottengeometri) samt av vattennivåer och korresponderande flöden på flera platser. Information om tidigare översvämningar och dess utbredning hade också gjort det möjligt att säkrare kontrollera modellens tillförlitlighet.

I själva modellen finns vissa begränsningar. Bland annat måste en modellgräns bestämmas vilket kan innebära att vatten lägger sig längs kanten i stället för att flöda obehindrat. I detta fall valdes ett inflöde precis vid sjöns mynning inom åfåran, medan det i verkligheten vid BHF troligtvis flödar in från hela den översvämmade sjön. Detta ledde till att vatten lade sig längs kanten i början av modellen. Bedömningen är dock att detta inte påverkar översvämningens maximala utbredning i anslutning till planområdena i någon avgörande utsträckning.

Det är viktigt att ha i åtanke att regn som faller inom de aktuella planområdena eller som avrinner till de aktuella planområdena från andra delar av terrängen inte hanteras i den typ av översvämningssmodellering som har utförts i föreliggande utredning. I samband med föreliggande utredning kommer dock en skyfalls/lågpunktskartering att utföras där effekterna av ett 100-årsregn över hela tillrinningsområdet utreds. Denna skyfallskartering rapporteras i ett separat PM vid en senare tidpunkt.

Det finns inbyggda osäkerheter i bestämningen av BHF utifrån de regnsekvenser som använts. Bedömningen är dock att metoden som använts är en mycket god avvägning mellan resursåtgång och noggrannhet. Vidare är bedömningen att metoden möjligen överskattar de resulterande flödena något vilket kan sägas ge en högre säkerhetsnivå.



## 6 Slutsats

Simulering av en flödessekvens som representerar beräknat högsta flöde (BHF) i Kallforsån visar att norra delen av Norra Myrstugan blir översvämmad vid BHF, sett till nuvarande höjdsättning. Planerad ny väg till Norra Myrstugan blir också översvämmad. Även den sydvästra delen av Kallfors Ängar blir översvämmad. Framtida höjdsättning kan komma att skilja sig från nuvarande vilket leder till översvämningen får en annan utsträckning än den som presenteras här.

## 7 Referenser

- Länsstyrelsen Stockholm . (2016). *Rekommendation för lägsta grundläggningsnivå längs vattendrag och sjöar i Stockholms län*. Stockholm: Länsstyrelsen Stockholm.
- SMHI. (den 14 05 2019). *Hydrologiskt nuläge*. Hämtat från SMHI Vattenwebb: <https://vattenwebb.smhi.se/hydronu/>
- SMHI. (2019). *Modelldata per område*. Hämtat från Vattenwebb: <https://vattenwebb.smhi.se/modelarea/>
- Svenska Kraftnät, Svensk Energi, SveMin. (2015). *Riktlinjer för bestämning av dimensionerande flöden för dammanläggningar*.
- Södertälje kommun. (den 14 05 2019). *Detaljplan för Kallfors ängar och uppsamlingsvägen*. Hämtat från Södertälje kommun: <https://www.sodertalje.se/bo-och-bygga/planering/pagaende-detaljplaner/kallforsangar/>
- US Army Corps of Engineers. (2017). *HEC RAS River Analysis System*.