

Haninge Kommun

Flödesberäkningar i Vitsån Fors 7:1



(GDS-Ortofoto, Lantmäteriet)

Stockholm

Flödesberäkningar i Vitsån Fors 7:1

Datum	2019-10-11
Uppdragsnummer	1320043473
Utgåva/Status	Slutversion

Kajsa Lundgren
Uppdragsledare

Suzie Béasse
Stephanie Thé
Handläggare

Patrik Gliveson
Granskare

Ramboll Sweden AB
Krukmakargatan 21
118 51 Stockholm

Telefon 010-615 60 00

Unr 1320043473 Organisationsnummer 556133-0506

Innehållsförteckning

1.	Bakgrund och syfte	1
1.1	Uppdragsbeskrivning	1
1.2	Koordinat- och höjdsystem	2
2.	Underlag	2
2.1	Tidigare utredningar	2
3.	Metod	2
3.1	Beräkning av 100-årsflöde.....	2
3.2	Beräknat högsta flöde (BHF).....	3
3.2.1	Data underlag.....	3
3.2.2	Hydrologisk modell.....	5
3.3	Vattendragsmodellen (1D)	9
3.4	Framtagning av översvämningskartor	9
4.	Förutsättningar	10
4.1	Antaganden gällande modelleringen	10
4.2	Planerad utformning av utredningsområdet	10
5.	Resultat.....	11
5.1	Översvämningsutbredning vid 100-årsflöde	11
5.2	Översvämningsutbredning vid BHF	11
6.	Slutsats	12
7.	Osäkerheter	13
8.	Referenser	13

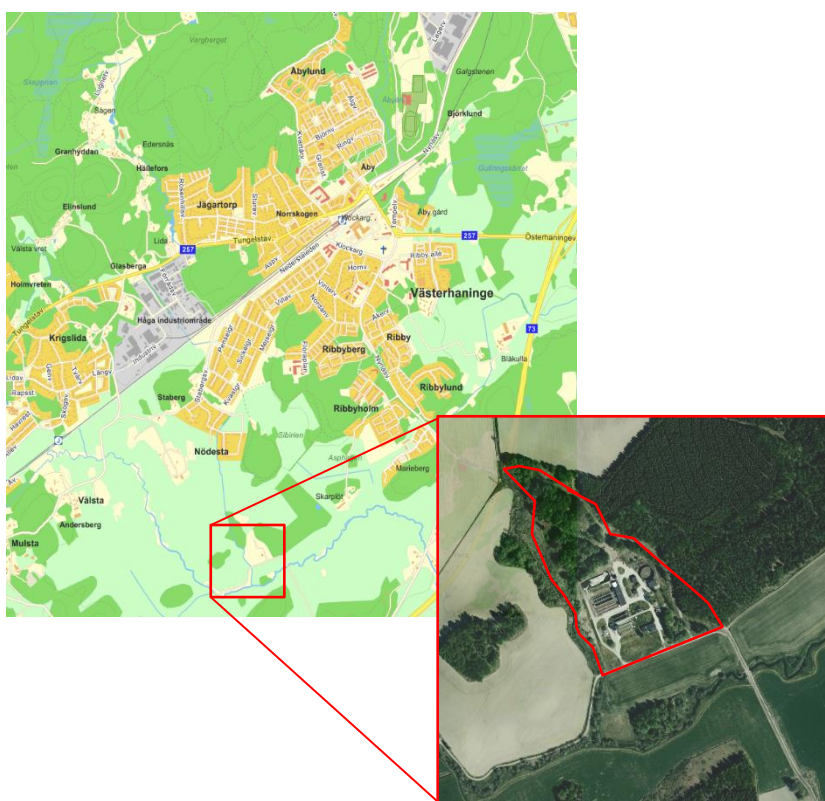
Bilagor

Bilaga 1 - Översvämningsutbredning

Flödesberäkningar i Vitsån Fors 7:1 PM

1. Bakgrund och syfte

I Haninge kommun ligger Fors reningsverk för vilket viss ombyggnation planeras, se Figur 1. I samband med ombyggnationen önskar kommunen säkerställa att reningsverket inte kommer skadas vid stora flöden i det intilliggande vattendraget Vitsån. Ett biflöde till Vitsån passerar längs reningsverkets västra gräns och ansluter sedan till huvudfåran som rinner söderut och slutligen mynnar i Horsfjärden.



Figur 1. Detaljplaneområdets geografiska placering samt ungefärliga planområdesgräns markerat med rött.

1.1 Uppdragsbeskrivning

Ramboll Sweden AB har fått i uppdrag av Haninge Kommun att upprätta en översvämningssanalys för Vitsån med biflöden vid Fors avloppsreningsverk, för det aktuella detaljplaneområdet. I analysen ska översvämningssutbredning samt vattennivåer fastställas för två olika scenarier:

- BHF (Beräknat Högsta Flöde)

- 100-årsflöde

Scenarierna har valts ut i enlighet med Länsstyrelsens *Rekommendation för lägsta grundläggningsnivå längs vattendrag och sjöar i Stockholms län*, (Länsstyrelsen Fakta 2017:1).

1.2 Koordinat- och höjdsystem

Denna utredning redovisas i höjdsystemet RH2000 och koordinatsystem SWEREF99 18 00.

2. Underlag

2.1 Tidigare utredningar

Följande underlag ligger till grund för utredningen:

- PM Vitsån MHR. DHI. (u.å.)
- Riktlinjer för bestämning av dimensionerande flöden för dammanläggningar – Utgåva 2015. Svensk Energi, Svenska Kraftnät och SveMin. (2015)

DHI har på uppdrag av Haninge Kommun tagit fram en hydraulisk 1D modell (MIKE HYDRO River), för vattendragen Vitsån, Rocklösaån och Hågaån med syfte att kunna genomföra översvämningskarteringar. Modellen tillämpas i denna utredning för att kunna fastställa vattennivåer och eventuella översvämningsutbredningar för ovan nämnda scenarion i anslutning till detaljplaneområdet.

DHI har i samband med samma utredning tagit fram vattenståndsprofiler och översvämningsutbredning för ett dimensionerande 100-årsflöde med klimatfaktor 1,25 varpå resultatet återanvänts men lokalanpassats.

En mer detaljerad beskrivning av modelluppbyggnaden återges i kapitel 3.3 *Vattendragsmodellen (1D)*.

3. Metod

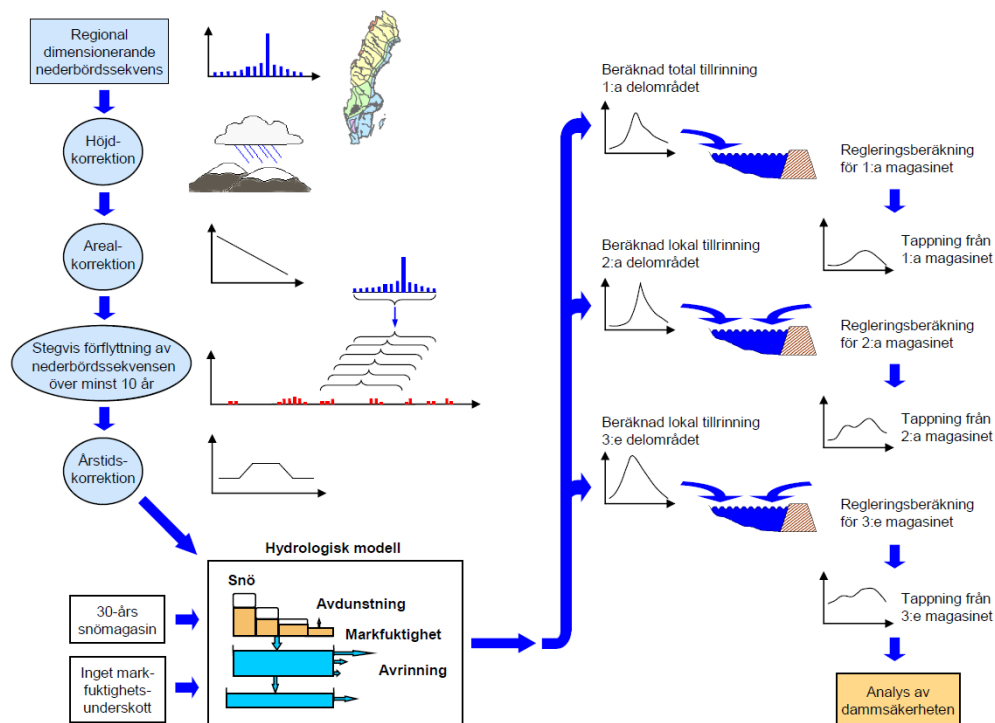
3.1 Beräkning av 100-årsflöde

DHI har beräknat vattenföring med 100 års återkomsttid, 1,4 momentanfaktorer och 1,25 klimatfaktor till 24,2 m³/s för Vitsån. Flöden har tagits fram med hjälp av trafikverkets MB 310 riktlinjer, som är mer konservativ än SMHIs S-HYPE modellvärde. (DHI, 2019)

3.2 Beräknat högsta flöde (BHF)

BHF har räknats fram enligt riktlinjerna från Svensk Energi, Svenska kraftnät och SveMin (2015) för flödesdimensioneringsklass I. Beräkningen bygger på en hydrologisk modellsimulering med en systematisk kombination av följande kritiska faktorer: nederbörd, snösmältning och hög markfuktighet. Praktiskt betyder det att i beräkningarna antas extrema nederbördsmängder samverka med effekter från en snörik vinter med sen avsmältning, vilken även föregåtts av en blöt höst. Detta leder till extrema flöden.

Principskiss från riktlinjerna över beräkning av dimensionerande flöde visas i Figur 2.



Figur 2. Principskiss över beräkning av dimensionerande flöde för översvämningsskartering i flödesdimensioneringsklass I (Svensk Energi et al., 2015)

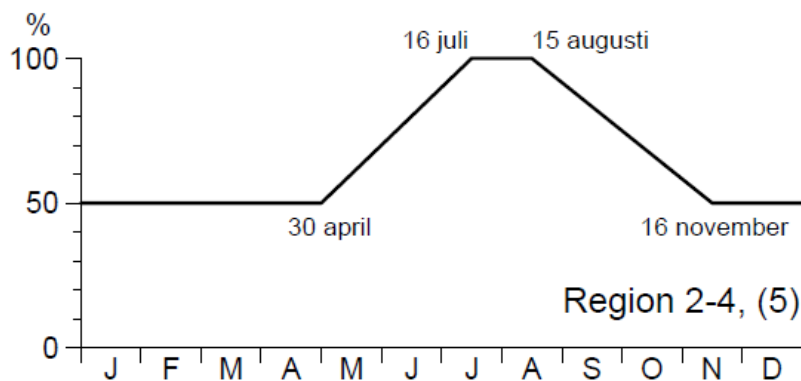
3.2.1 Dataunderlag

3.2.1.1 Nederbördsekvens

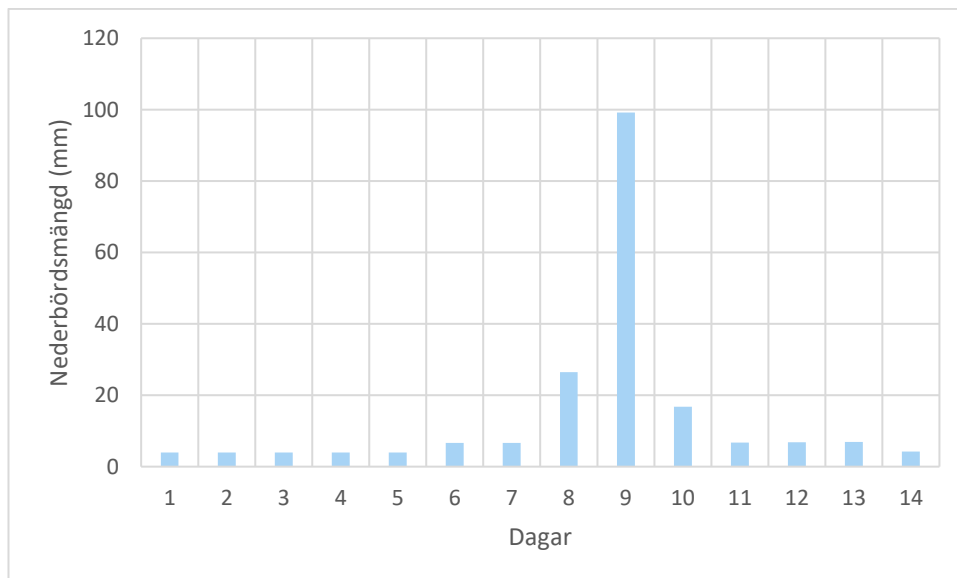
I den hydrologiska modellen används en dimensionerande nederbördsekvens som inte motsvarar någon uppmätt data. Sekvensen är fjorton dagar lång och repeteras under hela simuleringsperioden, se Figur 3.

Nederbördssekvensen byggs enligt tidigare nämnda riktlinjer och ser olika ut för olika regioner i landet. Den justeras enligt årstidsvariation med hjälp av Figur 3.

Den korrigeras även för tillrinningsområdets storlek, samt höjd. Nedbördsekvensen som använts visas i Figur 4.



Figur 3. Årstidskorrektionsfaktor av den dimensionerande nederbördssekvensen (Svensk Energi et al., 2015)



Figur 4. Nederbördssekvens för BHF beräkning

3.2.1.2

Snömagasin

Förloppet av dimensionerande BHF simuleras som tidigare nämnts med en hydrologisk modell där snömagasinets vatteninnehåll med 30-års återkomsttid använts. Det värdet bestäms med en frekvensanalys på resultat från en hydrologisk modellkörning baserat på uppmätt data under de senaste 50 åren. Simuleringen för BHF påbörjas även för det senaste datum vid vilket snötäcket kulminerat under de analyserade åren. Dessa två parametrar, datum och snömagasin med 30-års vatteninnehåll, visas i Tabell 1.

Tabell 1. Snö relaterade parametrar för Vitsån.

Senaste datum vid vilket snötäcket kulminerat	22 april
Snömagasinsinnehåll vid 30-års återkomsttid (mm)	136,72

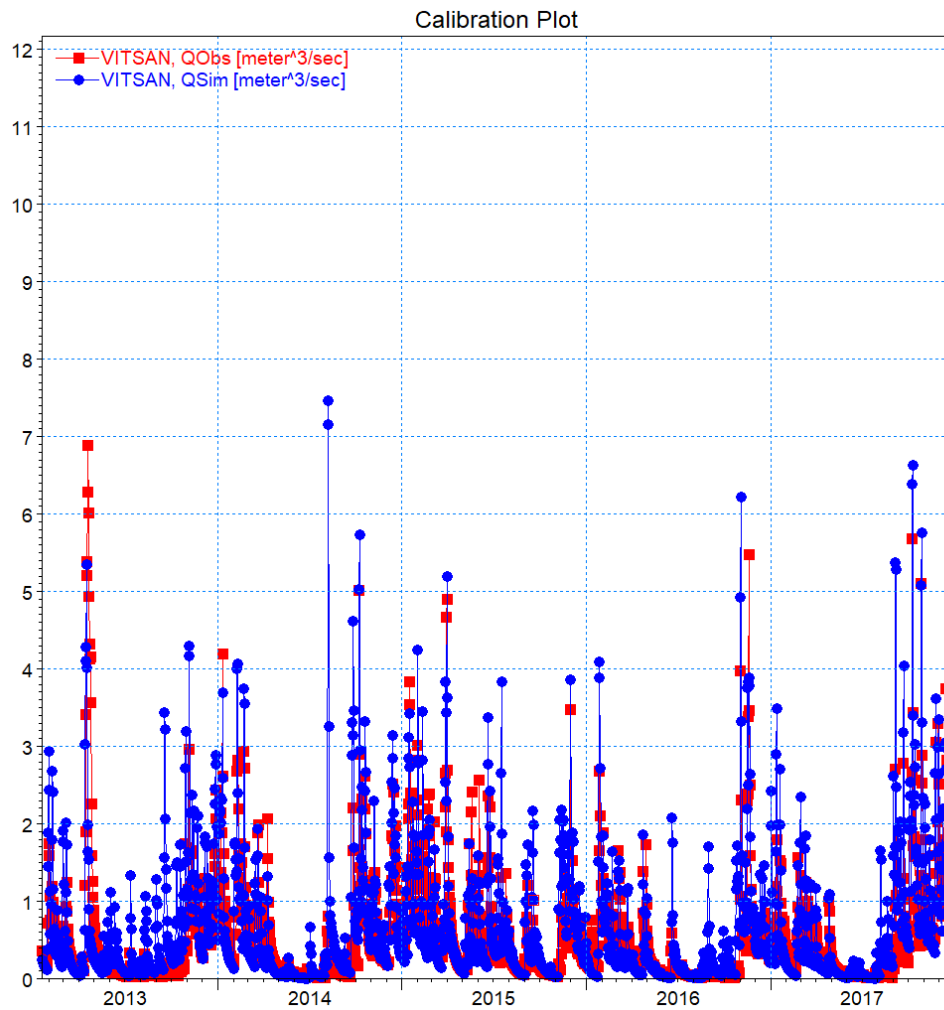
3.2.1.3 Temperatur

Temperatur används också i den hydrologiska modellen vid BHF beräkningen eftersom den påverkar snösmältningen och snömagasinets vatteninnehåll. Enligt riktlinjerna måste den uppmätta temperaturen sänkas med 3°C under dagarna 9-14 av nederbördssekvensen (se Figur 4) under perioden 1 januari – 31 juli. På så sätt blir snösmältningen försenad och vatteninnehållet inom snömagasinet större, vilket i sin tur leder till större flöden i sommar och höst.

3.2.2 Hydrologisk modell

Som tidigare nämnts tas BHF fram med hjälp av en hydrologisk modell. Modellen som har använts här är en MIKE NAM modell, som DHI tidigare byggt upp. I modellen finns en rad förenklingar, bland annat är den uppbyggd med ett avrinningsområde för hela Vitsån istället för ett flertal mindre delavrinningsområden. Detta betyder att rinntiden beaktas globalt på hela avrinningsområden och inte lokalt på varje bransch av ån.

Modellen har kalibrerats om mot uppdaterade värden i SMHIs S-HYPE modell, med fokus på pik flöde händelser, när flödet är som högst. Simulerad avrinning samt flöden från S-HYPE modellen visas i Figur 5 i blått respektive rött.



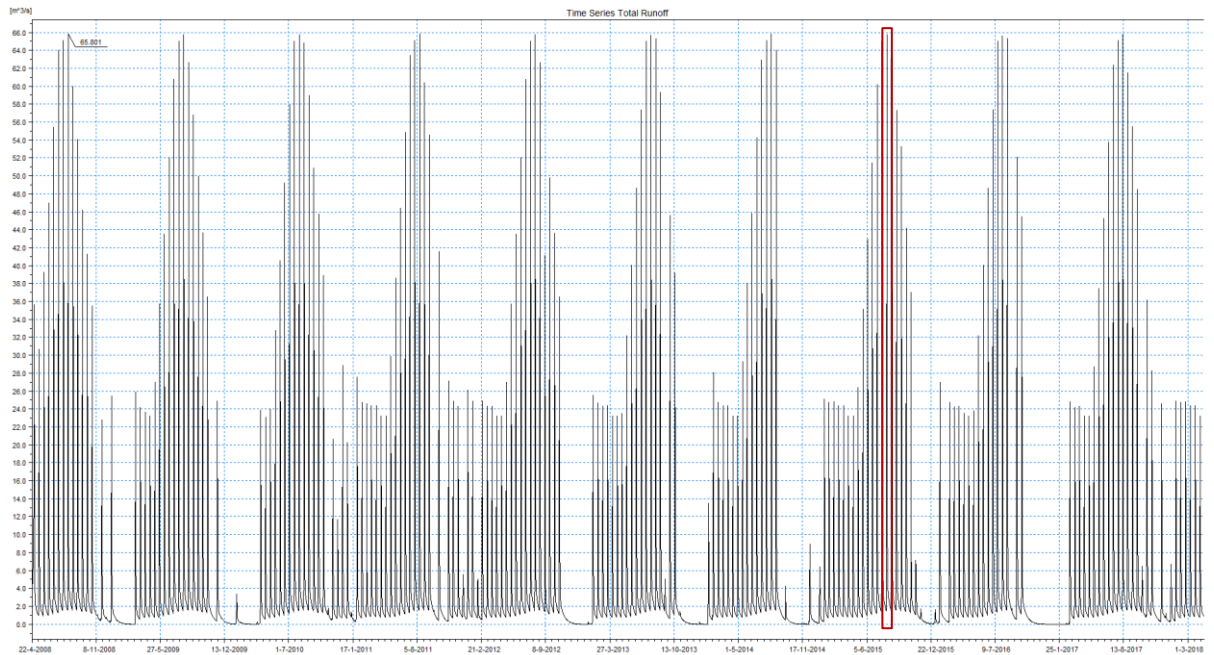
Figur 5. Kalibrering av den hydrologiska modellen för Vitsån.

Även om kalibreringen fokuserade på högflöden i Vitsån kvarstår viss osäkerhet i resultatet för simulerade högflöden till följd av att flödesvariationen är stor. Kalibrerade parametrar som används i modellen redovisas i Tabell 2.

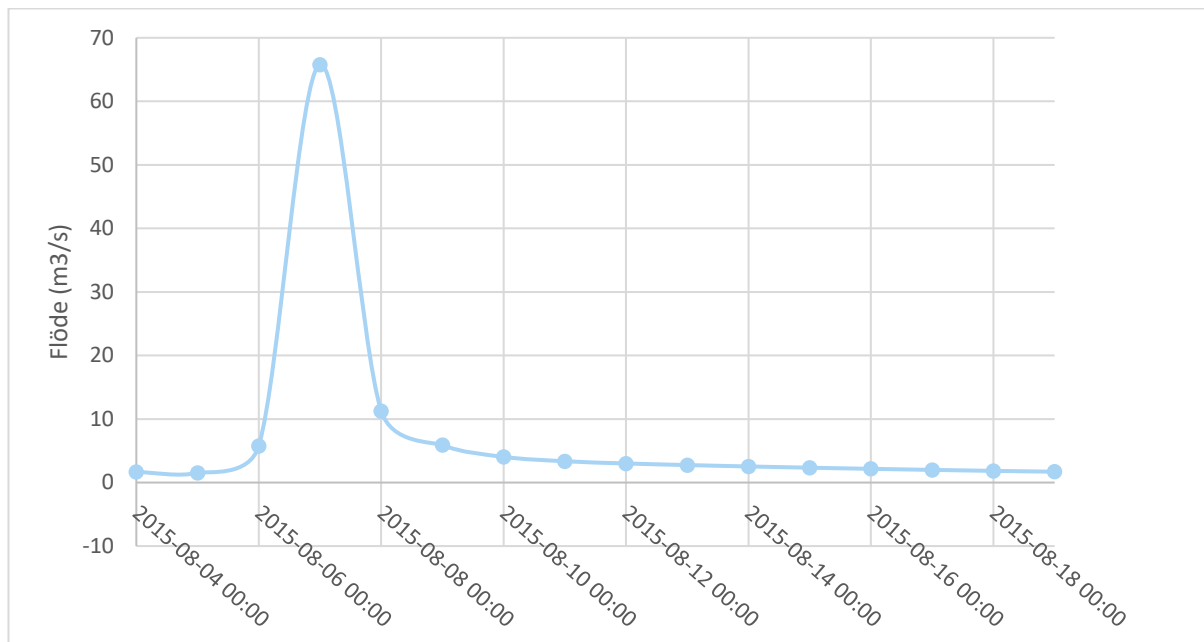
Tabell 2. Hydrologiska modellparametrar vid beräkning av BHF.

Parameter	Beskrivning	Värde	Enhet
Umax	Maximum water content in surface storage	0,503	mm
Lmax	Maximum water content in root zone storage	18,3	mm
CQOF	Overland flow runoff coefficient	0,66	-
CKIF	Time constant for routing interflow	101,8	timme
CK1,2	Time constant for routing overland flow	14,8	timme
TOF	Root zone threshold value for overland flow	0,018	-
TIF	Root zone threshold value for interflow	0,833	-
TG	Root zone threshold value for GW recharge	0,02	-
CKBF	Time constant for routing baseflow	300,8	timme
Csnow	Constant degree day coefficient	2	mm/dygn/°C
T0	Base temperature (snow/rain)	0	°C
U/Umax	Relative water content in surface storage - initial condition	1	-
L/Lmax	Relative water content in root zone storage - initial condition	1	-
QOF	Overland flow - initial condition	0,1	m ³ /s
QIF	Interflow - initial condition	0	m ³ /s
BF	Groundwater baseflow - initial condition	0,01	m ³ /s
-	Snow storage	137	mm

Förutom kalibrerade parametrar, nederbördssekvens och temperatur behövs även avdunstningen inom avrinningsområdet tas i beaktning i den hydrologiska modellen. Modellen körs över en 10-årsperiod och resultatet för total avrinning vid beräkning av BHF visas i Figur 6. Hydrograf på avrinning vid högsta flödet visas i Figur 7, den motsvarar inringat resultat i Figur 6. BHF blir då 65,8 m³/s.



Figur 6. Totalt avrinning vid BHF-förhållanden.



Figur 7. BHF-hydrograf.

3.3 Vattendragsmodellen (1D)

DHI har på uppdrag av Haninge Kommun byggt upp en hydraulisk modell i MIKE HYDRO River för Rocklösaån, Hågaån och Vitsån. Modellen har använts för översvämningskartering genom beräkning av flöden och nivåer längs de modellerade vattendragen. Modelluppbyggnad beskrivs mer i detalj i modellbeskrivning *PM Vitsån MHR* (DHI, u.å.).

Modellen är endimensionell, vilket betyder att vattendragets kapacitet att leda vattnet modelleras genom tvärsektioner. Tvärsektionernas placeras så att förändringar i vattendragets lutning och bredd finns med i modellen eftersom dessa parametrar påverkar vattendragets kapacitet. Tvärsektionernas botten nivå baseras på inmätningar från Geosigma medan de delar av tvärsektionerna som ligger utanför åfåran har hämtats från nationella höjddmodellen med upplösning 2x2 meter.

Strukturer såsom broar, dammar och trummor finns representerade i modellen.

3.4 Framtagning av översvämningskartor

Översvämningskartor har tagits fram med hjälp av det geografiska informationssystemet ArcGIS. Vattenstånd som beräknats i tvärsektionerna med MIKE Hydro interpolerades mellan tvärsektionerna med ArcGIS. Resultat har sedan jämförts med topografin för att ta fram översvämningsens geografiska utbredning. Vattnet tillåts översvämma sidofåror upp till huvudfårans vattennivå.

4. Förutsättningar

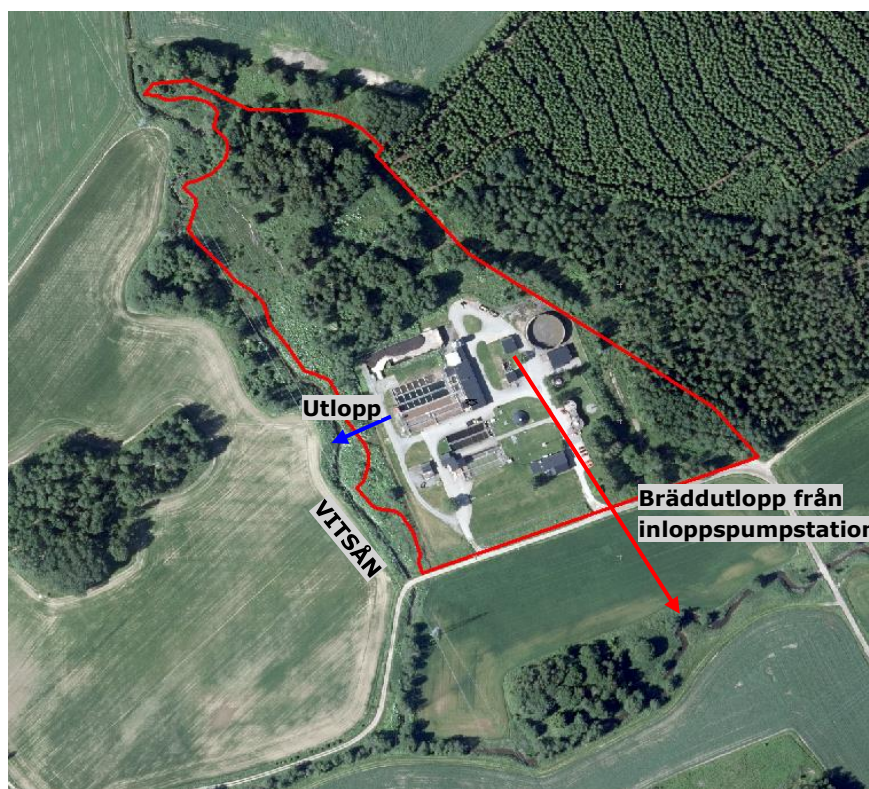
4.1 Antaganden gällande modelleringen

Följande antaganden har gjorts vid beräkningarna:

- Den hydrologiska modellen har kalibrerats mot SMHIs S-HYPE modell och inte mot faktiska uppmätta värden.
- Alla dammar och broar står kvar vid höga flöden. Det vill säga att dessa konstruktioner ej påverkas av de höga flödena.
- I simuleringarna antas vattnet vara rent. I verkligheten följer träd, buskar och jord med, vilket begränsar åfårans och kulvertars kapacitet
- Simuleringarna förutsätter att alla vägbankar är täta.
- Ingen hänsyn har tagits till vind och vågpåverkan vid beräkning av vattenstånd.

4.2 Planerad utformning av utredningsområdet

Den planerade utformningen av Fors reningsverk är inte helt färdigställd, men nya byggnader planeras framförallt norr om de befintliga, se Figur 8.

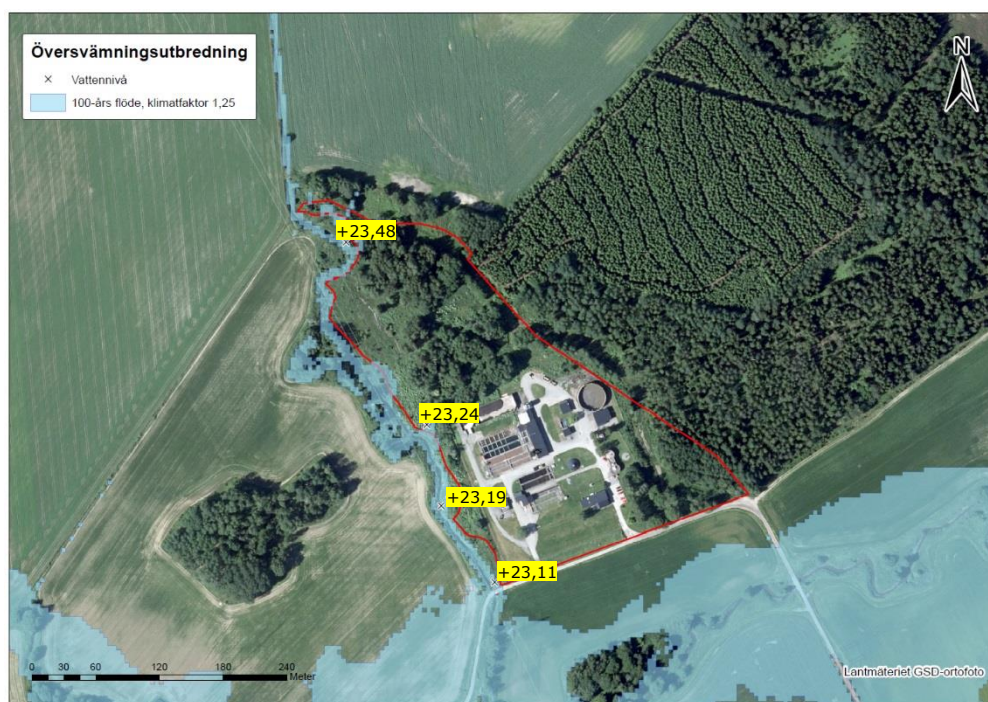


Figur 8. Befintlig utformning av området. Placering av nya byggnader ännu ej fastställd, men med största sannolikhet kommer nya byggnader anläggas norr om de befintliga.

5. Resultat

5.1 Översvämningsutbredning vid 100-årsflöde

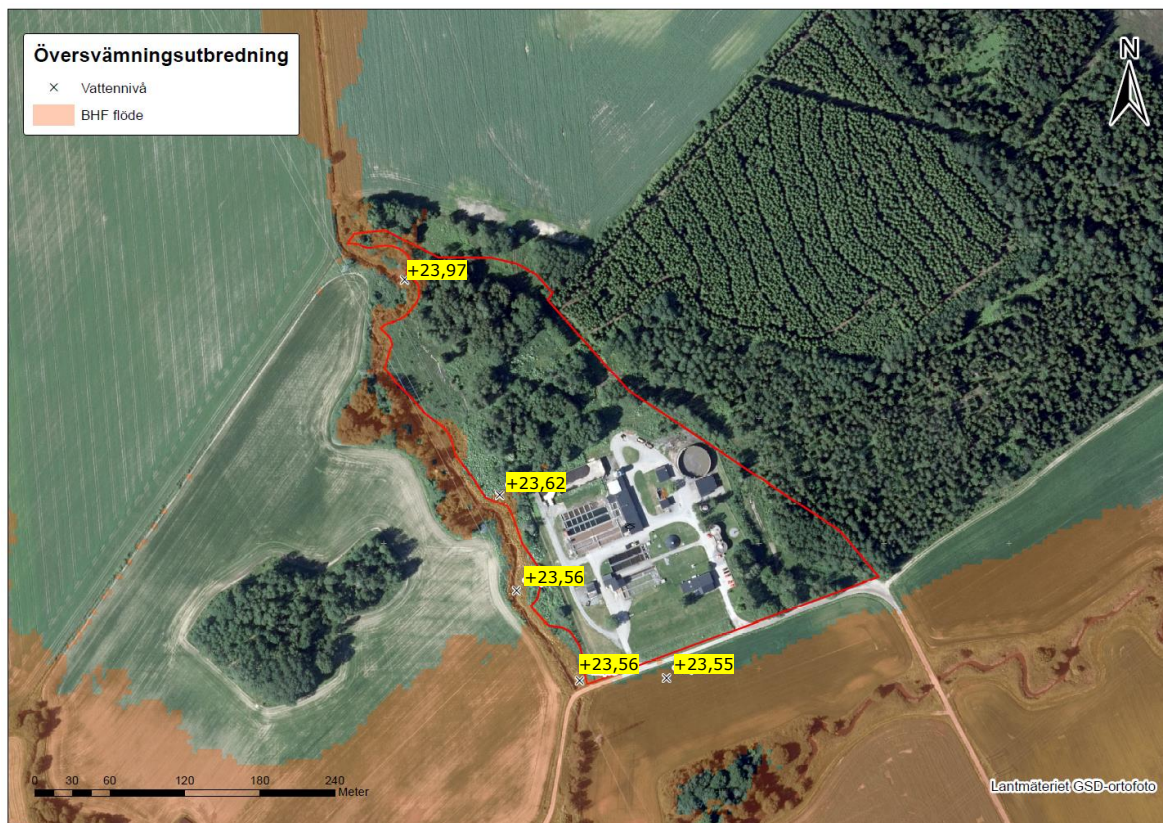
Vid 100-årsflöde med klimatfaktor 1,25 beräknas vattenståndet längs planområdets västra gräns ligga mellan +23,5 i norr och +23,1 i söder. Detta innebär att utredningsområdet ligger högre än beräknad vattennivå i Vitsån, se Figur 9.



Figur 9. Beräknad översvämningsutbredning i Vitsån vid ett 100-årsflöde med klimatfaktor 1,25. Vattenytans nivå utmärkt i figuren. Ungefärlig planområdesgräns visas i rött.

5.2 Översvämningsutbredning vid BHF

Vid BHF beräknas vattenståndet längs planområdets östra gräns ligga mellan +24,0 i norr och +23,6 i söder, se Figur 10. Utredningsområdets lägsta marknivåer ligger i det sydvästra hörnet på ca +23,6, men blir några meter in i planområdet högre (+23,8 och högre).



Figur 10. Beräknad översvämningsutbredning vid BHF, utvalda nivåer markerade i figuren. Ungefärlig planområdesgräns visas i rött.

6. Slutsats

Beräknade vattennivåer i Vitsån vid 100-årsflöde och BHF riskerar inte att stiga så högt att den ytliga översvämningsutbredningen sträcker sig in i utredningsområdet. Nivåerna i planområdet ligger överlag mer än 0,5 meter över beräknad BHF-nivå. Däremot är marginalen till BHF-nivån relativt liten i utredningsområdets sydöstra hörn som har nivåer på ca +23,6. Om nya byggnader planeras här bör höjdsättningen ses över för tillräcklig marginal till beräknad översvämningsnivå.

Däremot finns risker kopplade till att planerade bräddledningar från reningsverket inte kommer kunna ha ett fritt utlopp mot vattendraget. I Figur 8 redovisas utloppspunkterna mot ån. Vattengång/bottennivå i utloppsrännorna i slutsedimenteringen (utloppet västerut) ligger som lägst på +23,15 och vattenytan i bassängerna som högst på +24,60. BHF-nivån i denna del av Vitsån ligger på +23,60. Detta innebär att viss dämning sker i utloppsrännorna, men det finns alternativ väg för vattnet att gå och vattennivån i ån påverkar inte bassängerna.

Planerad överfallskant i inloppspumpstationen ligger på +23,15 och vattennivån i Vitsån ligger i planerad utloppspunkt (syd väst om reningsverket) på +23,05 och +23,47 för ett 100-årsflöde respektive BHF (väljs alternativet med bräddning österut blir vattennivåerna högre). Till följd av att bräddningen begränsas av vattennivåerna i ån finns risk att vattennivån i inloppspumpstationen stiger med bakåtdämning i ledningsnätet som följd. En separat bedömning (t ex beräkning mha ledningsnätsmodell) bör göras angående konsekvenserna av detta, t ex på vilken nivå lägsta ansluta öppna avloppsenhet (källare) på ledningsnätet ligger och vad är sannolikheten för att nivån når dit samt huruvida risken är acceptabel.

7. Osäkerheter

- Översvämningsutbredning har beräknats utifrån ett 1D-modellresultat, vilket betyder att det kan uppstå fel i massbalans och konstigheter i kontinuitet vid åfårans svängar.
- Till följd av att variationen i underlaget (värden på högflöde) är stor bör beräknat BHF behandlas som ett estimat och inte en fast siffra. I förlängningen innebär detta att bebyggelse och andra kritiska nivåer inom fastigheten bör ha en säkerhetsmarginal till modellerad högsta vattennivå i Vitsån. Bedöms konsekvenserna av en översvämning bli stora (t ex stora kostnader eller att kritiska tekniska system slås ut) kan en lämplig säkerhetsmarginal vara i storleksordningen 0,5 m. Blir konsekvenserna mindre kan säkerhetsmarginalen minskas eller tas bort. Om det bedöms att den aktuella delen av anläggningen inte utgör "samhällsviktig verksamhet" kan det övervägas huruvida det räcker att förhålla sig till den lägre 100-årsnivån istället för BHF.

8. Referenser

DHI. (u.å.). PM Vitsån MHR

Svensk Energi, Svenska kraftnät & SveMin (2015). Riktlinjer för bestämning av dimensionerande flöden för dammanläggningar - Utgåva 2015
ISBN 978-91-976721-6-0

Trafikverket (2014). Avvattnings teknisk dimensionering och utformning – MB 310

Översvämningssutbredning

- × Vattennivå
- 100-års flöde, klimatafaktor 1,25
- BHF flöde

