

Modellering av fördröjningspotentialen i Höje å med fokus på Hækkebergasjön

För en minskad översvämning kring Höje å



Höje å vattenråd

Rapport

Januari 2023

Denna rapport har tagits fram inom DHI:s ledningssystem
för kvalitet certifierat enligt ISO 9001 (kvalitetsledning) av Bureau Veritas



Modellering av fördröjningspotentialen i Höje å med fokus på Häckebergasjön

För en minskad översvämning kring Höje å

Framtagen för Höje å vattenråd
Kontaktperson Karl Asp



Bild över Häckebergasjön. Foto: DHI

Projektledare	Charlotta Lövestedt
Kvalitetsansvarig	Markus Petzén
Handläggare	Markus Svensson

Uppdragsnummer	12805391
Datum	2023-01-18
Version	1.2
Klassificering	Öppen

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

1	Sammanfattning	1
2	Bakgrund och syfte.....	2
2.1	Frågeställning.....	2
2.2	Tidigare studier	2
3	Modeller och indata.....	3
3.1	Ytvattenmodellen	3
3.2	Indata till modelleringen	3
4	Bakgrund	4
4.1	Höje å avrinningsområde	4
4.2	Flödesstatistik från området.....	8
4.3	Scenariobeskrivning.....	9
5	Resultat.....	11
5.1	Kalibrering	11
5.2	Scenario 1: Olika regleringars påverkan på utflöde och vattennivå	12
5.2.1	Påverkan på känsliga områden nedströms	13
5.3	Scenario 2: Olika startnivåer i Håckebergasjön och Skoggårds ångar	16
6	Diskussion och slutsatser	19
7	Referenslista.....	20
8	Bilaga 1	21

1 Sammanfattning

Delar av Höje å avrinningsområde, inte minst Lomma, drabbas emellanåt av översvämningar. Ett effektivt sätt för att minska översvämningar är att öka vattenfördröjningen, och i denna rapport har Häckebergasjöns och Skoggårds ängar fördröjningspotential utretts.

Fördröjningspotentialen har utretts genom två olika scenarion. Det första scenariot har innefattat olika typer av regleringsstrategier av Häckebergasjön, och har gjorts genom modifikationer av Häckebergasjöns tre utskov. Regleringsstrategierna har både varit regleringsstrategier som görs idag, med en öppen eller stängd lucka i dess östra utskov, och med hypotetiska strategier, såsom en tilltäppning av hålen i västra utskovet eller en nykonstruerad lucka. De hypotetiska regleringsstrategierna har valts i syfte av att utreda Häckebergasjöns och Skoggårds ängars teoretiska fördröjningspotential. Det andra scenariot har baserats på olika vattennivåer i Häckebergasjön och Skoggårds ängar vid högflödeshändelsens start.

Resultaten i rapporten har delvis baserats på förändringar i närområdet, d.v.s. vattennivå i Häckebergasjön och flöde vid Genarpsbron, men också på utvalda översvämningssdrabbade områden längre nedströms. Resultaten från det första scenariot tyder på en viss minskning i flöde vid Genarpsbron i de två hypotetiska regleringsstrategierna, men att denna minskning inte har någon större effekt på översvämningssnivån i områdena nedströms. Detta medför även höga vattennivåer i Häckebergasjön. Reglering av det östra utskovet med öppen eller stängd lucka gav ingen nämnvärd skillnad i vare sig flöde eller översvämningssnivå under studerad högflödeshändelse. För det andra scenariot ses en liten skillnad i flöde och översvämningssnivå i början av högflödeshändelsen, men att denna skillnad inte påverkar översvämningstopparna.

Slutsatserna från rapporten är att Häckebergasjön och Skoggårds ängar redan bidrar med en fördröjningseffekt, och att denna fördröjningseffekt är svår att utöka med hjälp av förändrad regleringsstrategi. Detta beror delvis på att Häckebergasjön befinner sig långt uppströms, men också att Häckebergasjöns avrinningsområde har en längre avrinningstid än Höje å avrinningsområde. Den längre avrinningstiden medför att flödestoppen nås betydligt senare i Häckebergasjön än vad den gör längre nedströms.

2 Bakgrund och syfte

DHI har på uppdrag av Höje å vattenråd gjort modellberäkningar och analyser av vattenfördröjande åtgärder av Håckebergasjön och Skoggårds ångar, beläget långt upp i Höje å avrinningsområde. Arbetet bygger på en tidigare modell som finns tillgänglig på MSBs hemsida som har använts för översvämningskartering för området mellan Genarp och Höje å utlopp i Öresund.

Projektet inledde med en initial flödesanalys där sambandet mellan flödet vid Trollebergsvägen (beläget strax väster om Lund) och flödet ut ur Håckebergasjön analyserades. Resultaten från analysen visade på att fördröjningsåtgärder i Håckebergasjön troligtvis skulle ha en liten påverkan på översvämningen nedströms. Från analysen fanns dock en liten potential för positiv effekt och det var inte möjligt att fullt svara på frågan om en ytterligare flödesreglering i Håckebergasjön skulle kunna ha en minskande effekt på översvämningsrisker utan en mer avancerad analys. För att fastställa svaret byggdes därför en modell över Håckebergasjön, Skoggårds ångar och dess närområde.

Syftet med studien är att undersöka om flödesreglering av Håckebergasjön kan leda till en minskad översvämning i utpekade områden. Därutöver ska det undersökas vilken betydelse flöden från Håckebergasjön och Skoggårds ångar har jämfört med tillflöden nedströms. Syftet kommer analyseras med hjälp av olika scenarion som baseras både på dagens förhållanden, samt hypotetiska förhållanden, som har använts för att utforska potentialen för vattenfördröjning.

Resultaten från de olika scenarioberäkningarna har analyserats utefter höjdförhållandena i de utpekade känsliga områdena, flöde vid Genarps bro samt vattennivå i Håckebergasjön. Notera att tillgången på kalibrerings- och mätdata varit begränsad, vilket betyder att man kan tolka resultaten som relativa effekter av testade åtgärder.

2.1 Frågeställning

Frågan som ska utredas är huruvida en reglering av Håckebergasjön kan leda till en minskad översvämning i känsliga områden nedströms, samt vilken betydelse flödet från Håckebergasjön har jämfört med tillflöden nedströms. I dagsläget finns det tre utskov ur Håckebergasjön, varav det östliga är det enda som används för aktiv reglering. Påverkan av denna aktiva reglering ska bestämmas, samt hur andra, potentiella regleringstrategier påverkar flödet nedströms. De känsliga områdena nedströms har valts baserat på genererade översvämningskartor för vald regnhändelse. I denna studie har varken eventuell miljöpåverkan eller vattendomar beaktats, och detta kan ses som en förstudie kring om det finns en teoretisk möjlighet att minska översvämningsarna i känsliga områden nedströms genom en aktiv reglering av Håckebergasjön.

2.2 Tidigare studier

Höje å avrinningsområde är ett välstuderat område, och flertalet studier med avseende på översvämningskartläggning har utförts. Sweco har tidigare utfört översvämningskartläggningen av området nedströms Genarpsbron på uppdrag av MSB, som del av deras nationella översvämningskartering (MSB, 2015). Utöver det har Sweco gjort undersökningar för bestämmande av Lunds dagvattens bidrag till flödet under en regnhändelse med en återkomsttid på 5 år (Sweco, 2009). Det har även estimerats hur stora volymer som måste magasineras för att en översvämning ska undvikas för liknande regnhändelser (Sweco, 2010). Utöver Swecos rapporter har DHI utfört en översvämningskartering av Lomma, också baserat på regnhändelsen 2007 (DHI, 2019).

Ingen tidigare hydraulisk modellering av Håckebergasjön eller Skoggårds ångar har hittats.

3 Modeller och indata

3.1 Ytvattenmodellen

Modellen uppströms bron på Gödelösvägen, strax norr om Genarp (nedan kallat Genarps bro), är uppbyggd av DHI och är byggd i DHI:s endimensionella hydrauliska modellverktyg MIKE Hydro River¹. I modellen beskrivs sjöns och vattendragets magasinvolym, geometri och lutning med ett antal tvärsektioner. Strömningsmotståndet beskrivs med en råhetsparameter (Mannings tal). Flödeskapaciteten genom kulvertar och utskov beräknas med inbyggda empiriska formler. Modellen går snabbt att bygga upp från inmätta tvärsektioner och kan enkelt anpassas för att simulera effekter av fysiska åtgärder på flöden och vattennivåer. Utflödet från denna modell, d.v.s. vid Genarps bro, har applicerats som inflöde i den befintliga modellen.

Nedströms Genarps bro kommer den tidigare modellen från Sweco att användas. Denna modell är också uppbyggd i DHI:s endimensionella hydrauliska verktyg, men i den tidigare versionen MIKE11. Denna modell har byggts upp i syftet att kartera översvämningar med varierad återkomsttid, vilket passar denna studies syfte väl.

3.2 Indata till modelleringen

Indata till modellen har utgjorts av allmänt kartunderlag (höjdmodell och kartsikt), inmätta tvärsektioner och strukturer och modellerade flödesdata från SMHI (S-HYPE)².

Vid kalibrering av modellen användes Ekologigrupens uppmätta nivåer i Håckebergasjön och Skoggårds ängar, och S-HYPE-data, för perioden 2021/05/21-2022/09/22.

Allt underlag och alla resultat i rapporten redovisas i höjdsystemet RH 2000.

Tabell 1. Underlag till modelleringen.

Underlag	Kommentar
Höjdmodell	Raster 1x1 m från Vattenatlas.
Bakgrundskartor	Bakgrundskartor med markanvändning, Lantmäteriet, 2020.
Inmätningar	Data från inmätningar av strukturer, samt nivåmätningar i Håckebergasjön och Skoggårds ängar (Ekologigruppen).
Foton	Foton tagna i samband med inmätningar (Ekologigruppen och DHI).
S-HYPE-data	Hydrologiska modelldata, dygnsmedel (SMHI).

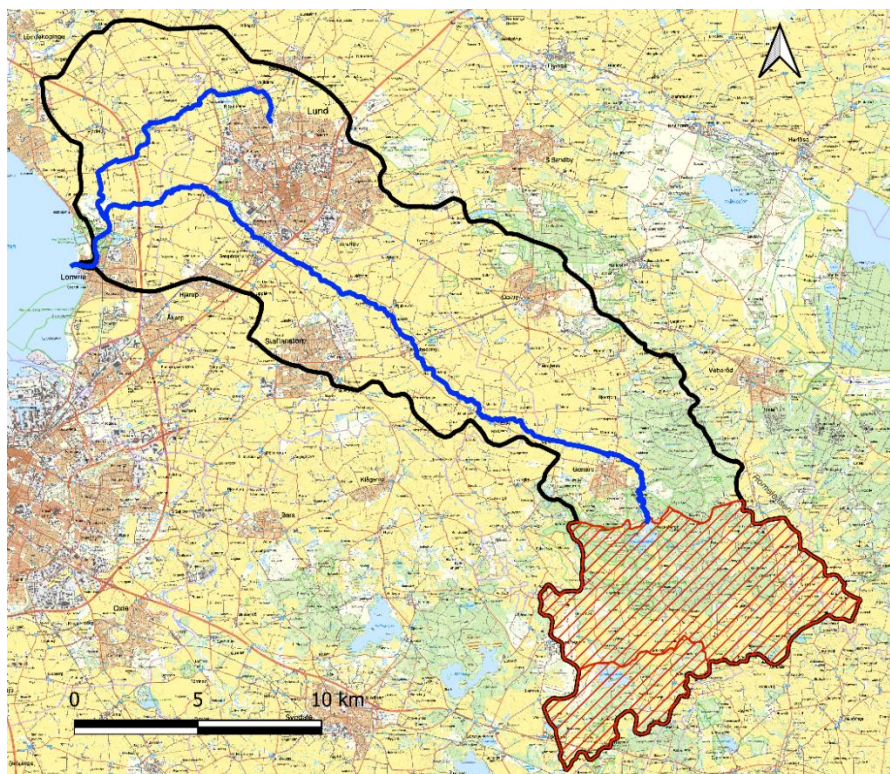
¹ MIKE Hydro River är efterföljaren till DHI:s hydrauliska modellverktyg MIKE 11.

² S-HYPE är en hydrologisk modell som täcker hela Sverige. Mer information finns på: [S-HYPE: HYPE-modell för hela Sverige | SMHI](#)

4 Bakgrund

4.1 Höje å avrinningsområde

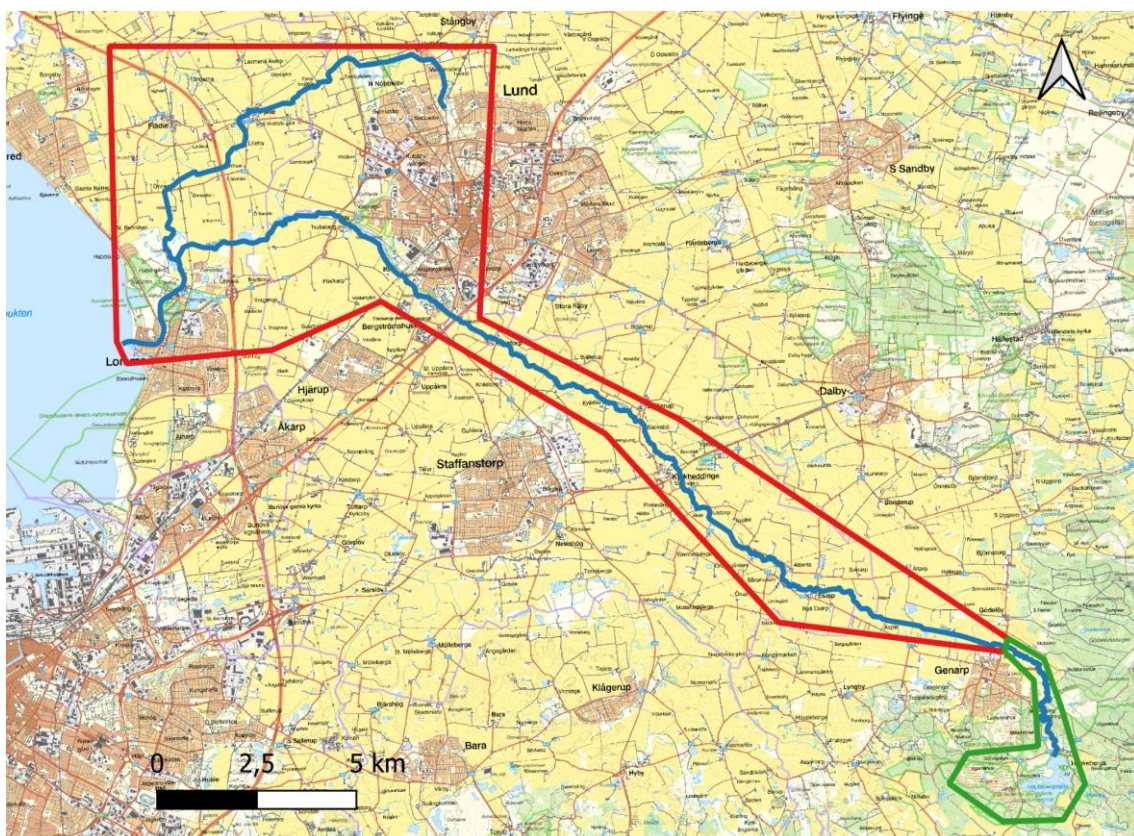
Höje å avrinningsområde är ca. 316 km² och består till stor del av jordbruksmark. Avrinningsområdet innefattar fyra lite mindre tätorter; Genarp, Staffanstorp, Dalby, och Lomma, samt en större, Lund. Vid uppströmsdelen av avrinningsområdet finns Håckebergssjöns avrinningsområde, som är ca. 74 km² och motsvarar 23 % av det totala avrinningsområdet. Nedan följer en mer detaljerad beskrivning av avrinningsområdet.



Figur 1. Höje å avrinningsområde markerat med svart, Håckebergssjöns avrinningsområde markerat i en rödstreckig polygon och Höje å, markerat i blått. ©Lantmäteriet.

Figur 1 visar avrinningsområdet för Höje å markerat i svart och avrinningsområdet för Håckebergssjön, som är ett delavrinningsområde till Höje å, markerat i rött. Figuren visar på de olika markanvändningarna i området, där jordbruksmark är markerat i gult, vegetation i grönt och stadsmiljöer i orange. Man kan generellt se att avrinningsområdet karakteriseras av jordbruksmark, framför allt nedströms Genarp. Uppströms Genarp finns även där jordbruksmark, men en större andel skog. Det finns två sjöar i avrinningsområdet, Håckebergssjön och Björkesåkrassjön, som båda är belägna i det rödmarkerade området.

Skillnaden i andelen av markanvändningstyper mellan Höje å avrinningsområde och Håckebergssjöns avrinningsområde ger en stor påverkan på avrinningstiden, och därmed hur lång tid det tar för nederbörd att nå Höje å. Jordbruksmark, som i området är väl-dränerad med både öppna och stängda dikningssystem och stadsmiljöer med sina hårdgjorda ytor och dagvattenledningar har en snabb rinntid. Det betyder att nederbörden på dessa ytor når Höje å snabbt. För skogsmark är avrinningstiden långsammare, och det tar längre tid för nederbörd att nå Höje å. Detta gör att nederbörd i Håckebergssjöns avrinningsområde når Höje å senare än vad det gör i resterande delarna av Höje å avrinningsområde, och därmed blir flödestoppen förskjuten. Dessutom innefattas Håckebergssjöns avrinningsområde av de två enda sjöarna i området, som fördröjer flödet ytterligare.



Figur 2 Översikt över de två modellområdena. Det röda området är modellområdet för den tidigare byggda modellen från Sweco, och det gröna området är modellområdet för detta projekt. ©Lantmäteriet.

Figur 2 visar en översiktsbild över modellområdena, där det röda området visar avgränsningsområdet för den föregående modellen, och grönt område motsvarar modellavgränsning för detta projekts modell. Den tidigare modellen (Sweco, 2015) är avgränsad av Genarpsbron i syd och Lund i norr, med utflöde i Öresund. Utflödet från modellen som byggs inom ramen för detta projekt kommer ansättas som inflöde vid Genarpsbron till den äldre modellen. Notera att båda modellerna har ansatt ett distribuerat inflöde utmed Höje å, vilket betyder att tillrinningen från avrinningsområdet tillförs modellen ungefär där tillrinningen sker i verkligheten.



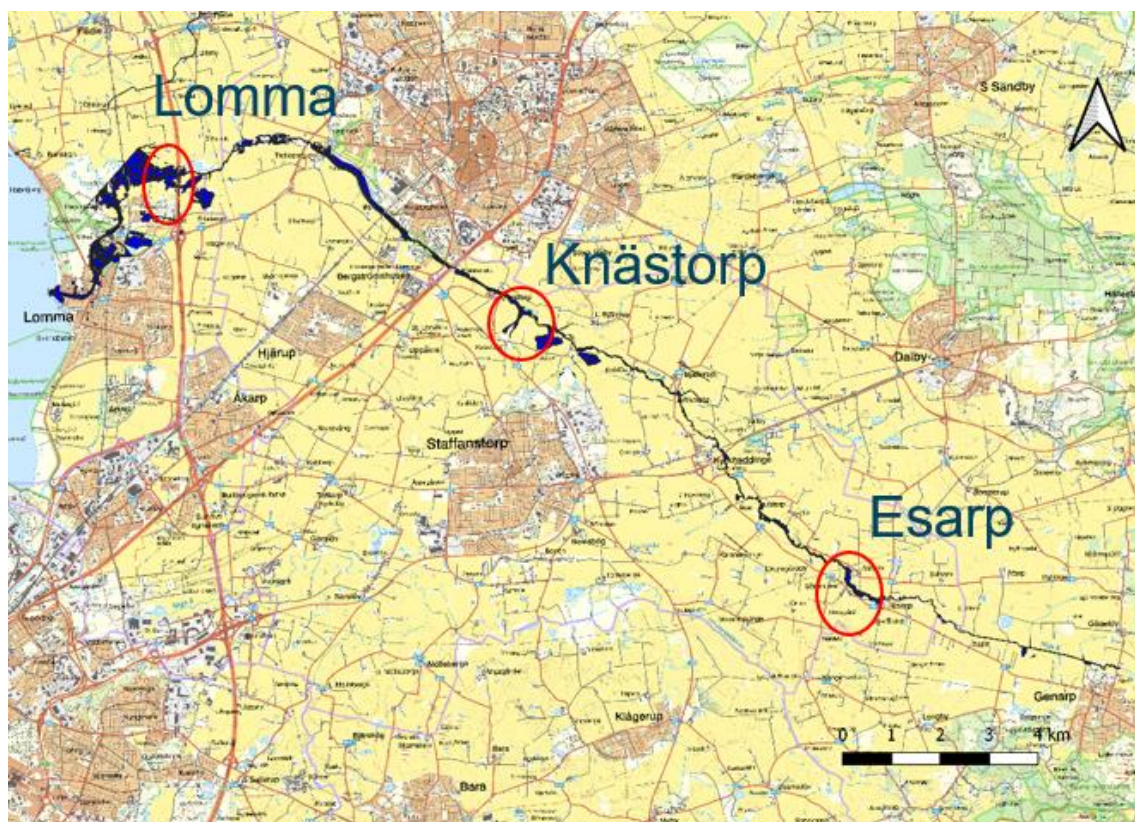
Figur 3. Översiktsbild över modellområdet där Häckebergasjön och Skoggårds ångar är markerat i blått, och modellområdet är markerat i svart. ©Lantmäteriet.

Figur 3 visar en översiktsbild över modellområdet. Modellområdet innefattar Häckebergasjön och Skoggårds ångar (även kallat Häckebergakärret) i syd och sträcker sig fram till Genarps bro i norr. I Häckebergasjön mynnar det ut flertalet mindre vattendrag, bland annat Olstorpsån och Billingabäcken. Björkesåkraån, som börjar i Björkesåkrasjön, mynnar ut i Häckebergasjöns sydliga delar och kopplar samman avrinningsområdets två sjöar. Mellan Häckebergasjön och Skoggårds ångar finns två strukturer, ett mindre dämme som troligtvis tidigare var reglerbart, samt en spillkanal som befinner sig parallellt med dämmet. Utöver tillrinningen till Häckebergasjön har Skoggårds ångar en pump i dess sydliga delar som används regelbundet för att minska vattennivån i de närliggande jordbruksmarkerna söder om ångarna.



Figur 4 De olika strukturerna vid Häckebergas utlopp. Övre vänstra: Huvudutloppet som är beläget i väst är det utskov med störst flödespotential. Övre högra: Mittenutloppet, som är ett fast dämme. Nedre vänstra: Reglerbar lucka som idag är det enda utloppet som regleras aktivt. Nedre högra: Placering av de tre utloppen (karta från Eniro.se).

I dagsläget har Häckebergasjön inget naturligt utflöde, och har kanske aldrig haft det. Enligt hörsägen ska sjön ha skapats på medeltiden genom att en vall byggts (dagens Häckebergavägen) för att skapa en sjö som vallgrav kring Häckeberga slott. I dagsläget finns tre utlopp vid Häckebergas nordliga delar, som visas i nedre högra hörnet i Figur 4. Det västra utloppet, som är huvudutloppet, visas i övre vänstra hörnet i Figur 4. Det östra utloppet är det enda av dagens utlopp som aktivt regleras idag, visas i nedre vänstra hörnet i Figur 4. Mittenutloppet, som består av ett dämme, visas i övre högra hörnet i Figur 4.

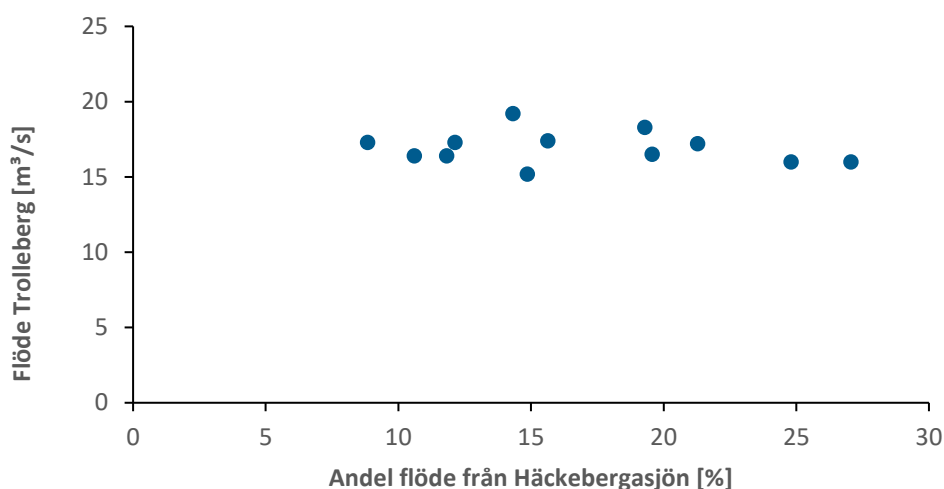


Figur 5 Studerade känsliga områden nedströms Håckeberga.

De känsliga områden som har studerats visas i Figur 5. Längst uppströms av de studerade områdena befinner sig Esarp, där vid större flöden delar av en åker översvämmas. Detta har tidigare pekats ut som ett område där en eventuell fördröjningspotential skulle kunna utnyttjas för en minskad översvämning längre nedströms. Längst nedströms befinner sig de östra delarna av Lomma. Lomma har tidigare pekats ut som ett särskilt utsatt område för översvämning, och har varit drabbat vid tidigare större regnhändelser. Mellan dessa finns Knästorp, där en bit åkermark översvämmas vid större flöden. Dessa platser har valts ut på grund av en relativt stor översvämningsarea, men också för att kunna se hur eventuella åtgärder i Håckebergasjön påverkar översvämningsrisken beroende på var man befinner sig längs vattendraget.

4.2 Flödesstatistik från området

I syftet av att få en bredare förståelse för avrinningsområdet har delar av förarbetet innefattat analyser av historiska flöden. I denna analys ingår uppmätt data från Trolleberg, beläget strax utanför Lund, och S-HYPEs modellerade flöden för Håckebergasjön för perioden 2010–2021. Vid denna analys ingår endast händelser med höga flöden vid Trolleberg, som har definierats som 15 m³/s eller över, och motsvarande flöde ut ur Håckebergasjön vid samma tidpunkt.



Figur 6 Analyserade högflöden i Trolleberg (definierat som flöden över 15 m³/s) plottat mot hur stor andel av flödet som kom från Håckebergasjön. Datan är för perioden 2010–2021.

Figur 6 visar hur stor andel av flödet som kommer från Håckebergasjön vid högflöden i Trolleberg för perioden 2010–2021. Figuren visar att andelen från Håckebergasjön varierade mellan 9–27% för studerad period, med ett medelvärde på 16,7%. Denna förhållandevis låga andelen flöde från Håckebergasjön kan delvis beskrivas genom de olika rinntiderna, där flödestopparna nås betydligt tidigare vid Trolleberg än vad de gör vid Håckebergasjön. I genomsnitt under denna tidsperiod når flödestoppen från Håckebergasjön Trolleberg fyra dagar efter att det högsta flödet uppmätts i Trolleberg. Notera här att samtliga högflödeshändelser har inträffat mellan november och februari.

4.3 Scenariobeskrivning

För att försöka besvara syftet med rapporten har flertalet olika scenarion studerats. Dessa scenarion har konstruerats för att teoretiskt bestämma vattenfördröjningspotentialen i Håckebergasjön och Skoggårds ängar. Scenariona kan delas in i två huvudkategorier, där den första behandlar regleringsmöjligheter av Håckebergasjön under högflöde, och det andra hur olika vattennivåer i början av ett översvämningstillfälle i sjön påverkar vattendröjningen.

Det första huvudscenariot består av olika regleringar av Håckebergasjön, och hur dessa regleringar påverkar flödet nedströms. De studerade regleringarna av Håckebergasjön är både baserade på verkliga scenarion och hypotetiska/optimala scenarion. De två första regleringarna är baserad på hur Håckebergasjön regleras idag, med antingen en öppen eller stängd lucka i öst. Den tredje regleringen är en hypotetisk reglering av det västra utloppet, där de fyra hålen täpps till och att luckan i öst hålls stängd. Utskovet i mitten har behållits under dessa tre scenarion. Den fjärde regleringen är också hypotetiskt, och består av en stor, konstruerad lucka som kan stängas och öppnas efter behov. Vid denna typ av reglering har de andra utskoven tagits bort för att helt kunna kontrollera utflödet. Denna konstruerade lucka är sju meter bred, bottennivån befinner sig på höjden 49,37 meter och är reglerbar upp till en vattennivå på 52 meter. För samtliga av dessa scenarion har det ansatts en startnivå på Håckebergasjön och Skoggårds ängar på 49,4 m, vilket motsvarar en väldigt låg vattennivå. Anledningen till att denna låga vattennivå valdes är för att maximera eventuell regleringspotential, och scenariot ska endast ses som hur regleringarna påverkar i relation till varandra.

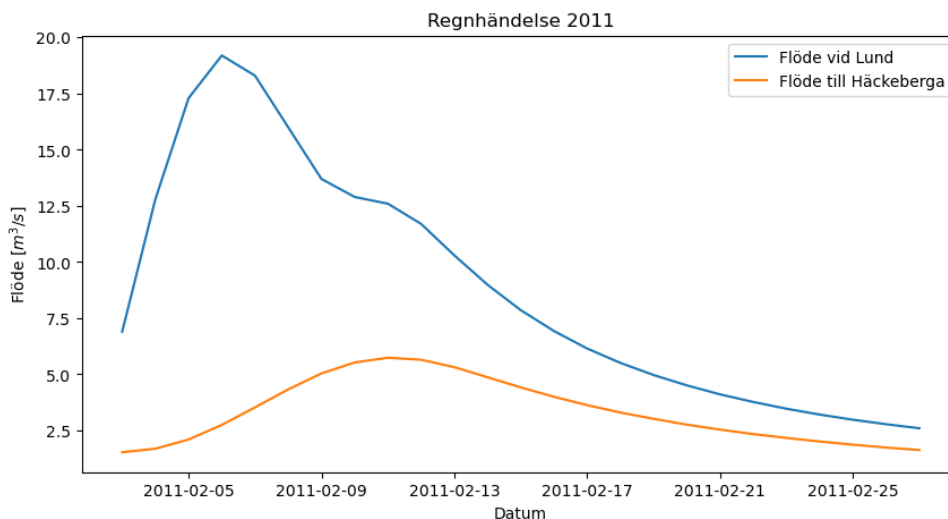
Det andra huvudscenariot har konstruerats i syfte av att se hur olika startnivåer i Håckebergasjön och Skoggårds ängar påverkar vattenfördröjningsmöjligheterna nedströms. Detta kan ge en inblick i hur viktigt det är att behålla en låg vattennivå i början av en stor regnhändelse, och därmed hur stor potential som finns för vattenfördröjning. Genom möten med

Höje å vattenråd samt platsbesök har det definierats ungefärliga nivåer då man kan anse att regleringsvolymen för sjön och ängarna som "full" (d.v.s. 100 % fyllnadsgrad) respektive "tom" (d.v.s. 0 % fyllnadsgrad). Vattennivån då sjön och ängarna är "tom" motsvarar en ungefärlig lägstanivå som uppträder vid längre torrperioder idag. Tabell 2 nedan beskriver vilka startnivåer som har analyserats i denna rapport, samt vilken fyllnadsgrad det motsvarar. Notera här att under samtliga simuleringar av huvudscenario 2 har det varit samma reglering av Håckebergasjön, där samtliga utskov har behållits och den östra luckan har varit stängd.

Tabell 2 De olika startnivåerna i Håckebergasjön och Skoggårds ängar som analyserats, samt vilken fyllnadsgrad som vattennivån motsvarar.

Vattennivå (m)	Fyllnadsgrad
49,4	0 %
49,625	25 %
49,85	50 %
50,05	75 %
50,3	100 %

Som tidigare diskuterades i avsnitt 4.1 är Höje å avrinningsområde och Håckebergasjöns avrinningsområde av något olika karaktär. Detta gör att fiktiva flödeshändelser med en specifik återkomsttid är svårkonstruerade, och i stället har en verklig händelse valts ut. Regnhändelsen som har valts ut är den kraftigaste för området under perioden 2010–2021. Figur 7 visar flödet vid Lund och tillflödet till Håckebergasjön i februari år 2011.



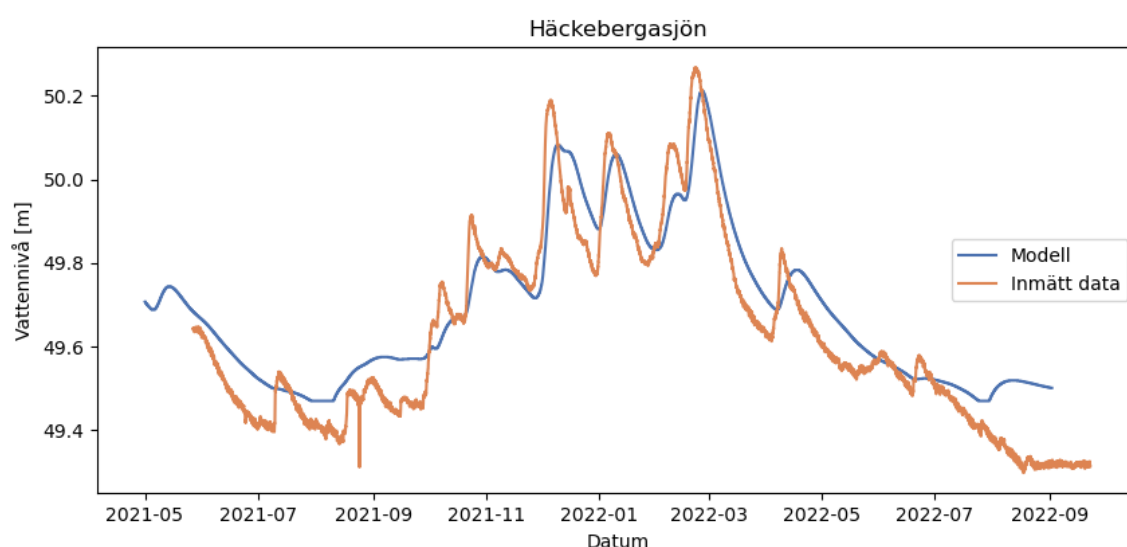
Figur 7 Flödet vid Lund samt flödet till Håckebergassjön under en regnhändelse som inträffade i februari år 2011.

Figur 7 illustrerar väl hur de olika markanvändningarna, och magasineringen i våtmarker och sjöar i uppströmsdelen av avrinningsområdet, påverkar flödestoppen i Lund och Håckebergasjön. Vad som kan ses i figuren är att flödestoppen vid Lund sker betydligt tidigare än vad den gör vid Håckebergasjön, vilket också är ett generellt mönster i avrinningsområdet, som nämnts tidigare. Denna regnhändelse har en återkomsttid på ca. 50 år för Håckebergasjön, och en återkomsttid på ca. 10 år för områdena nedströms Genarp. Flödestoppen vid Lund motsvarar ett flöde på 19,2 m³/s (vilket kan jämföras med områdets 10-årsflöde som motsvarar 18,9 m³/s), och vid samma tillfälle är tillflödet till Håckebergasjön 2,75 m³/s. För samma händelse har Håckebergasjön en flödestopp på 5,75 m³/s, vilket kan jämföras med 50-årsflödet 5,57 m³/s. Flödestoppen sker fem dagar senare i Håckebergasjön än i Lund. Notera att den stora skillnaden i återkomsttid gör att flödesandelen från Håckebergasjön kan vid detta tillfälle vara något större än i normalfallet.

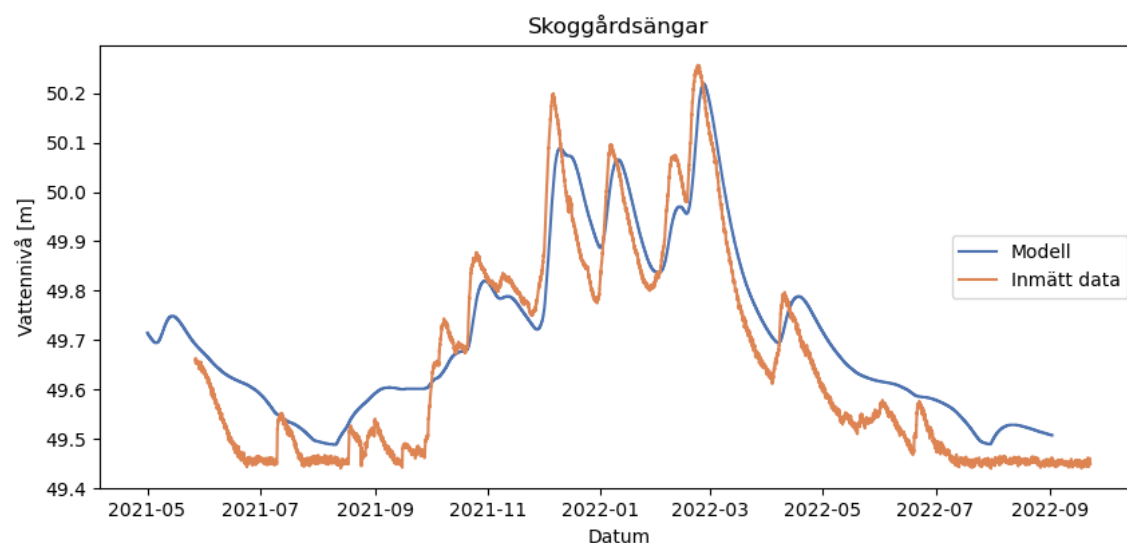
5 Resultat

5.1 Kalibrering

Modellen har kalibrerats för vattennivån i Håckebergasjön och Skoggårds ängar under inmätt tidsperiod. Parametrarna som styr vattennivån i modellen är inflödet, där S-HYPE-data från SMHI använts, samt utflödet som styrs av strukturerna. Strukturerna mellan Håckebergasjön och Skoggårds ängar kunde tyvärr inte mätas in under fältarbetet, och det har i stället ansatts en struktur som har dimensionerats fram under kalibreringen. Regleringen på luckan i öst under denna tidperiod var inte känd, och olika regleringar har testats vid kalibreringen. Kalibreringsresultaten visas i Figur 8 och Figur 9.



Figur 8 Kalibreringsresultat för Håckebergasjön där blå linje motsvarar modellerad vattennivå, och orange är inmätt data från Ekologigruppen.

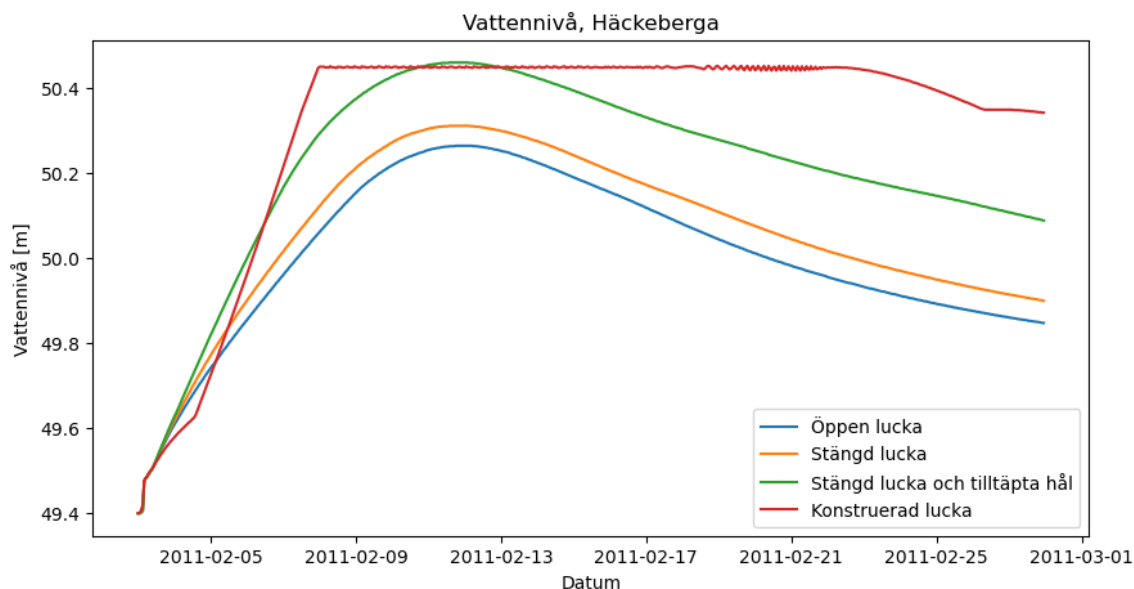


Figur 9 Kalibreringsresultat för Skoggårds ängar där blå linje motsvarar modellerad vattennivå, och den orange linjen motsvarar inmätt data från Ekologigruppen.

Figur 9 visar att vattennivån i modellen inte minskar lika snabbt som den inmätta datan. Detta kan vara på grund av flertalet olika fenomen, men det mest troliga är läckage till grundvattnet och från strukturer, samt evapotranspiration. Modellens högsta vattennivåer är också något lägre än de inmätta, vilket kan betyda att modellen överskattar Häckebergasjöns och Skoggårds ängars magasinvolym. Andra troliga felkällor är att den modellerade indatan från SMHI kan vara felkalibrerad och att regleringen för luckan i det östra utskovet inte var känd för kalibreringsperioden. Över lag kan man dock konstatera att modellen beskriver Häckebergasjön och Skoggårds ängar väl.

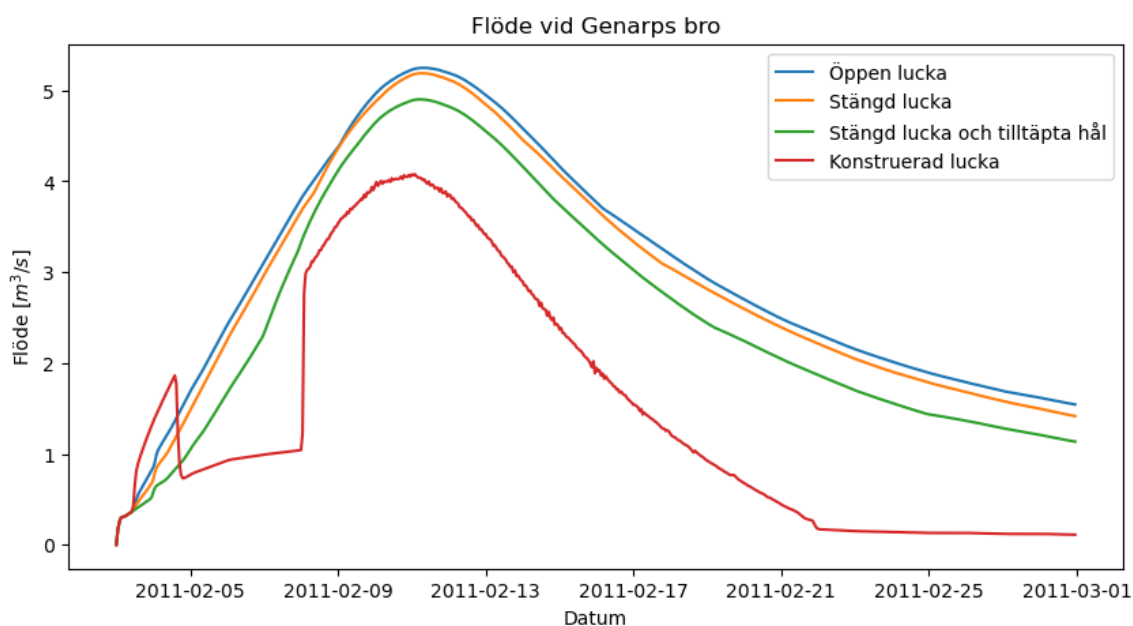
5.2 Scenario 1: Olika reglerings påverkan på utflöde och vattennivå

För att analysera hur de olika regleringsstrategierna påverkar flödet nedströms har följande analyserats: utflödet från Genarps bro, vattennivån i Häckebergasjön samt hur regleringarna påverkar översvämningen i de känsliga områdena nämnda i avsnitt 3.1.



Figur 10 Vattennivån i Häckebergasjön med de olika regleringsstrategierna.

Figur 10 visar hur vattennivån varierar i Häckebergasjön under studerad regnhändelse. Ur figuren kan det utläsas att skillnaden mellan de befintliga manuella regleringsmöjligheterna, d.v.s. öppen och stängd lucka i öst, är liten och maxnivåerna är 50,31 m respektive 50,27 m. Detta tyder på att dagens reglering med öppen och stängd lucka har en liten påverkan vid större regnhändelser. För scenariot då luckan i öst är stängd, och hålen i det västra utskovet täpps till, blir vattennivån i Häckebergasjön hög och når en maxnivå på 50,46 m. För den konstruerade regleringen, där samtliga utskov har tagits bort och ersatts med en stor lucka, är vattennivån i början av scenariot lägst, då luckan är öppen. Tre dagar efter regnhändelsens start, vilket är då de höga flödena nås vid Lund, ökar vattennivån drastiskt, på grund av att luckan stängs. För scenariot är det ansatt en maxnivå i Häckebergasjön på 50,45 m, vilket också återspeglas i figuren. När vattennivån når 50,45 m betyder det att allt som flödar in i Häckebergasjön flödar ut. För de resterande regleringarna, som har en minskad vattennivå efter dess topp, är utflödet högre än inflödet.

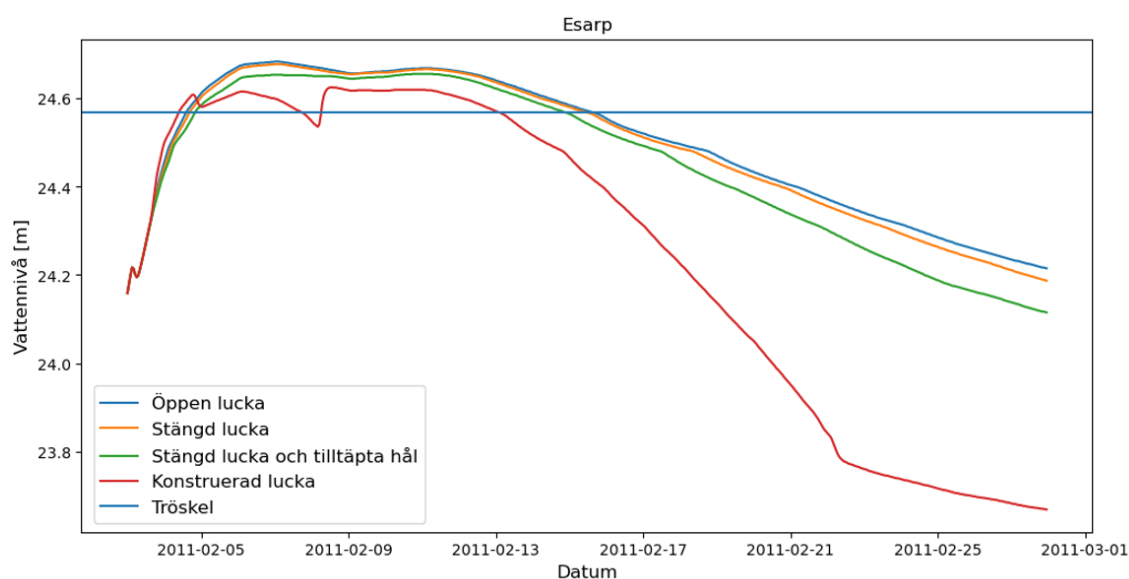


Figur 11 Flöde vid Genarps bro vid studerad regnhändelse för de olika studerade regleringsstrategierna.

Figur 11 visar flödet vid Genarps bro för de olika regleringarna. Figuren visar att en öppen lucka i öst bidrar till den högsta flödestoppen, och att skillnaden mellan en stängd och öppen lucka i öst är liten. För den konstruerade regleringen är flödet högst under de tre första dagarna då luckan är öppen, för att sedan minska då luckan stängs. Då luckan är stängd är det enda tillkommande flödet till Genarpsbron från avrinningsområdet beläget mellan Genarps bro och Häckeberga. När vattennivån vid Häckebergasjön når 50,45 startar tillflödet åter från Häckeberga. Detta tillflöde nedströms är dock mindre än de övriga studerade fallen, då de höga vattennivåerna i Häckebergasjön bidrar till höga flöden ur utskoven i normalfallet. Notera här att den hypotetiska luckan har stängts vid denna tidpunkt för att minimera flödestoppen och vattennivån nedströms, vilket utgår från att man vet exakt när flödestoppen når de känsliga områdena nedströms.

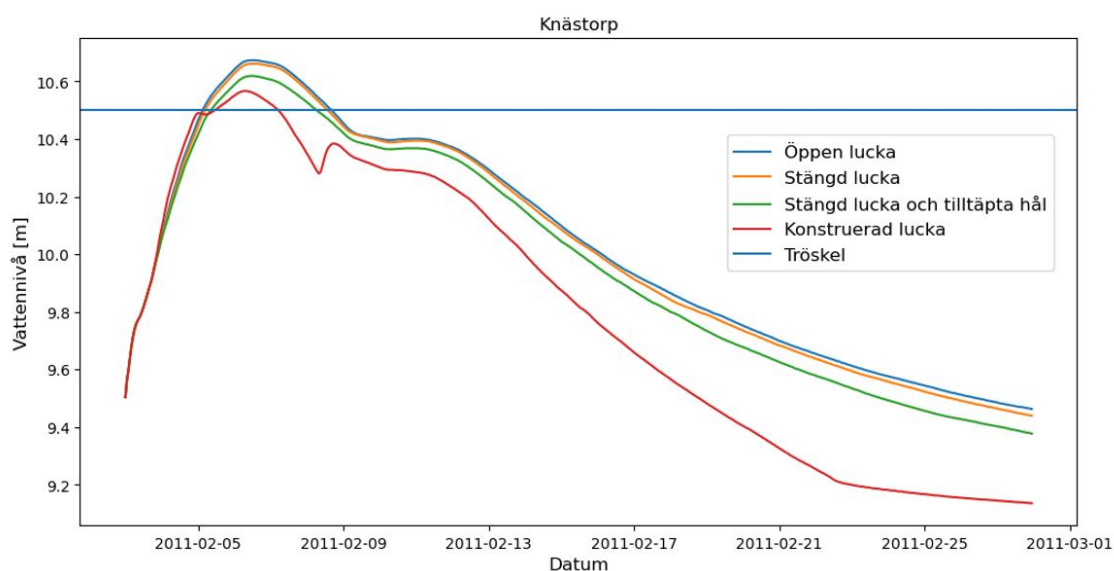
5.2.1 Påverkan på känsliga områden nedströms

Nedan följer de olika regleringsstrategiernas påverkan på de utpekade känsliga områdena nedströms Genarpsbron. För samtliga av de tre områdena har en översvämningsnivå bestämts utifrån höjddata, benämnt "tröskel" i figurerna nedan. Resultaten kan tolkas som att om nivån är under tröskeln sker ingen översvämning och att översvämningen är större ju högre över tröskeln som nivån når.



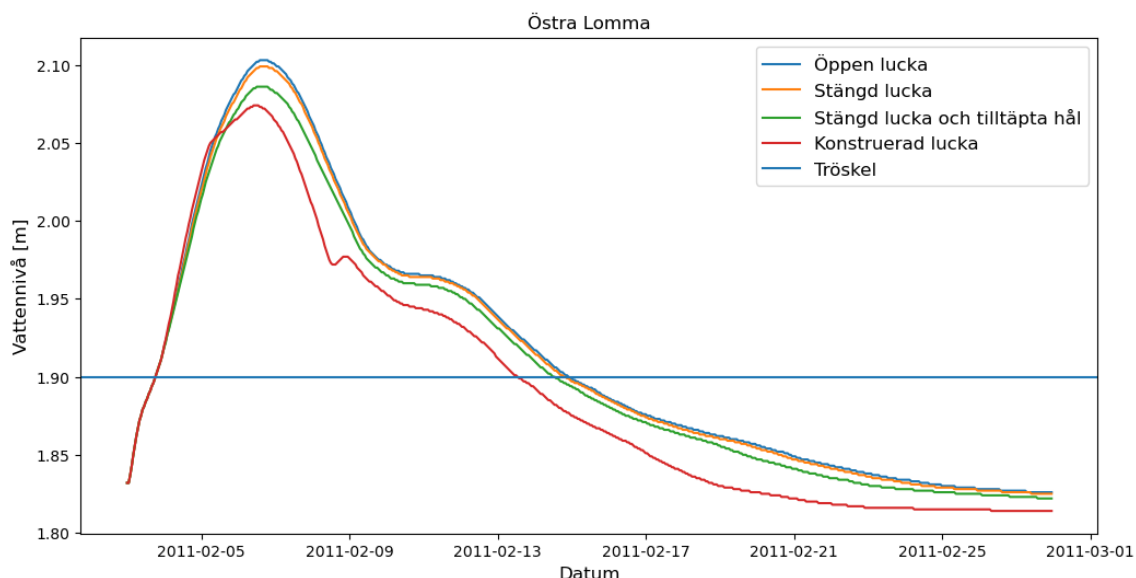
Figur 12 Vattennivå i Esarp under regnhändelsen 2011 med olika regleringsstrategier för Häckebergasjön. Notera att vattennivån för "tröskel" motsvarar nivån då översvämningen börjar.

Figur 12 visar de olika regleringsstrategiernas påverkan på vattennivån vid utpekad tvärsektion i Esarp. Likt Figur 10 - Figur 11 är skillnaden mellan öppen och stängd lucka liten. För fallet då den östra luckan är stängd och västra utloppets hål är tilltäppta kan man se en minskad översvämningsnivå, och denna regleringsstrategi skiljer sig med 3 cm vid toppen jämfört med scenariot utan tilltäppta hål. För fallet då alla nuvarande utlopp har ersatts med en stor lucka ses den största påverkan på vattennivån. Scenariot med en konstruerad lucka har en lägre vattennivå då vattennivån överskrider översvämningsströskeln och översvämningen når en nivå på 5,6 cm, jämfört med 8,5–11,4 cm för resterande scenarion.



Figur 13 Vattennivå i Knästorp under regnhändelsen 2011 med olika regleringsstrategier för Häckebergasjön. Notera att vattennivån för "tröskel" motsvarar nivån då översvämningen sker.

Översvämningsnivån för scenariot med öppen och stängd lucka skiljer sig även mycket lite i Knästorp, och de två graferna följer varandra väl. För scenariot med tilltäppta hål är vattennivån lägre än de två förstnämnda, framförallt vid flödestoppen. Det konstruerade scenariot har den största ökningen i vattennivå innan flödestoppen, för att sedan ha den lägsta nivån vid flödestoppen. Detta beror på att luckan stängs vid detta tillfälle, och vid flödestoppen är vattennivån lägst av de studerade scenarierna. Vid flödestoppen är översvämningsnivån för scenariot med en konstruerad lucka 6,7 cm och för de resterande varierar det mellan 17,3 – 11,9 cm.



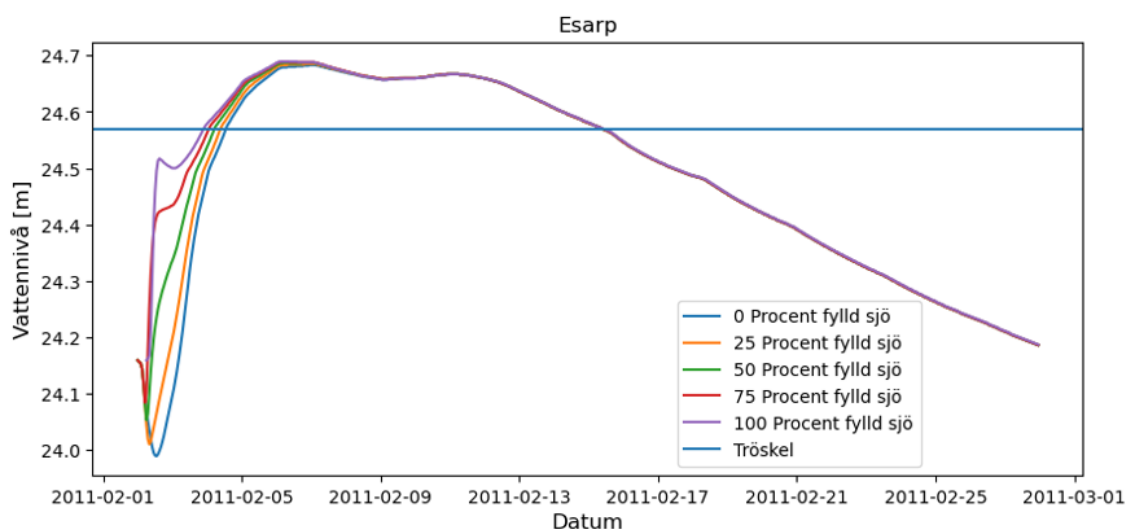
Figur 14 Vattennivå i östra Lomma under regnhändelsen 2011 med olika regleringsstrategier för Häckebergasjön. Notera att vattennivån för "tröskel" motsvarar nivån då översvämningen sker.

För östra Lomma ser situationen likvärdig ut som de andra analyserade områdena. Lomma är som tidigare nämnts låglänt, och här nås den högsta översvämningsnivån av de studerade områdena. Den lägsta vattennivåtoppen fås i scenariot med den konstruerade luckan, där den högsta översvämningsnivån är på ca. 17 cm. För regleringen med tilltäppta hål är den största översvämningsnivån på ca. 19 cm. För de två resterande regleringarna är den maximala översvämningsnivån 20-21 cm.

Samtliga känsliga områden översvämmas vid den studerade regnhändelsen i februari år 2011. Gällande regleringsteknik för utskoven vid Häckebergasjön ses ett tydligt mönster i Figur 12 - Figur 14. Det är en förhållandevis liten skillnad mellan att ha den östra luckan stängd eller öppen, där en öppen lucka har en marginellt högre översvämningsnivå i de tre områdena. Detta beror på en liten bredd på luckan, samt att överdelen på luckan är låg. Det ges en större effekt då huvudutskovet, beläget i väst, modifieras med tilltäppta hål. Dessa hål står för en stor del av utflödet då vattennivån i sjön är relativt låg. Då alla utskov byts ut mot en stor lucka kan man se en större skillnad i översvämningsnivå jämfört med de tre resterande scenarierna. Detta då regleringen kan anpassas specifikt till denna regnhändelse, och att det finns möjlighet att iterativt anpassa när luckan öppnas och stängs, något som inte är möjligt vid en verklig regnhändelse. Att dessutom ha ett nollflöde från Häckebergasjön under en viss tid anses inte rimligt. Detta scenario är endast tänkt att agera som ett teoretiskt optimerat scenario då andra intressen frånges, och endast översvämningshantering beaktas.

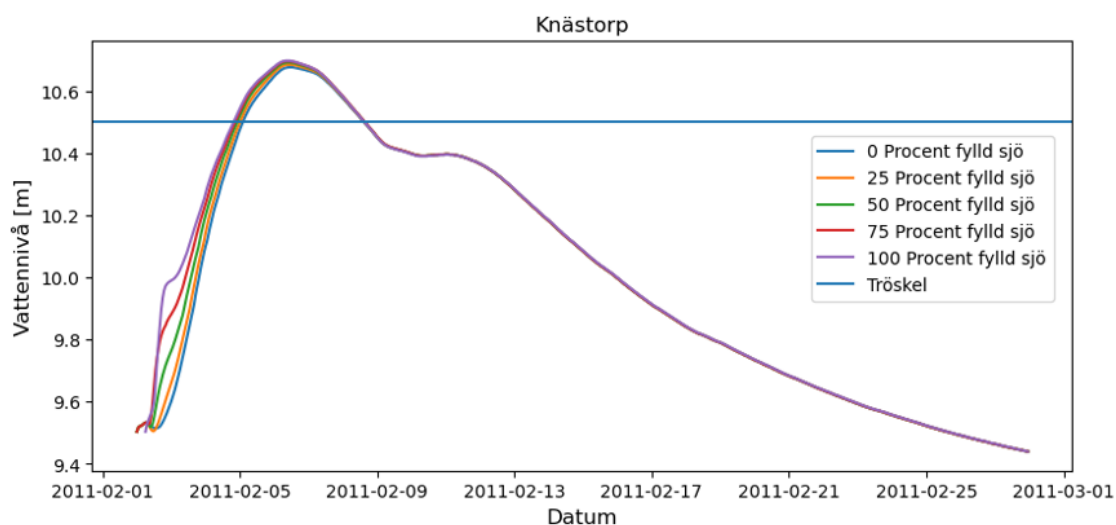
5.3 Scenario 2: Olika startnivåer i Håckebergasjön och Skoggårds ängar

Nedan följer modellresultaten från simuleringarna där Håckebergasjön och Skoggårds ängar har olika vattennivåer vid höglödeshändelsens start. Resultaten är tagna från den föregående modellen, och vid sektioner som motsvarar de studerade känsliga områdena, som finns beskrivna i avsnitt 4.1. Notera att för samtliga av dessa körningar är den östra luckan i Håckebergasjön stängd, och alla andra utskov har behållits enligt inmätningar.



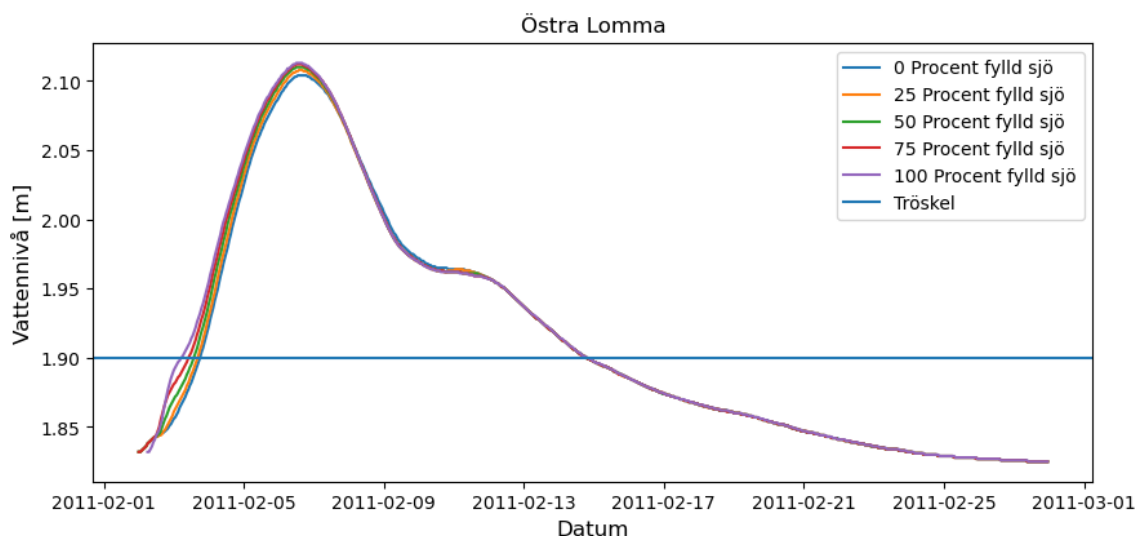
Figur 15 Vattennivå i Esarp under regnhändelsen 2011 med olika startnivåer i Håckebergasjön. Notera att vattennivån för "tröskel" motsvarar nivån då översvämningen sker.

Figur 15 visar vattennivån för ett kritiskt tvärsnitt vid Esarp, som befinner sig längst uppströms av de studerade områdena. De största skillnaderna mellan de olika startnivåerna är, inte helt oväntat, i början av simuleringen. För simuleringen då Håckebergasjön och Skoggårds ängar var full vid simuleringens start är den initiala ökningen i flöde stor. Detta beror på att den höga vattennivån i Håckebergasjön skapar ett högt flöde från start, innan vattennivån når en stabilare nivå och därmed en stabilare flödesökning. För simuleringen då Håckebergasjön är tom (d.v.s. en initial vattennivå på 49,4 m) skapar den initiala magasineringen ett lågt flöde ut ur Håckeberga, vilket också ses tydligt i Figur 15. Gällande översvämningsnivå i Esarp är det en liten skillnad mellan de olika startnivåerna, där skillnaden mellan "full" och "tom" sjö är ca. 1,2 cm. När det kommer till översvämningsstillfället är det dock en betydligt större skillnad, där översvämningsstillfället sker 15 timmar senare för det sistnämnda. Vid denna regnhändelse sker det en översvämning på ca. 11–12 cm, beroende på initial fyllnadsgrad i sjön.



Figur 16 Vattennivå i Knästorp under regnhändelsen 2011 med olika startnivåer i Håckebergasjön. Notera att vattennivån för "tröskel" motsvarar nivån då översvämningen sker.

Figur 16 visar vattennivån för de olika fyllnadsgraderna för sjön, samt vid vilken nivå översvämningen sker vid Knästorp. Även här kan man urskilja ett liknande mönster som i Figur 15, där den största skillnaden mellan de olika fyllnadsgraderna är i början av regnhändelsen. Vid Knästorp är skillnad i vattennivå vid översvämningens topp 2 cm, och översvämningen sker sex timmar senare för "tom" sjö jämfört med "full" sjö. Vid denna regnhändelse sker det en översvämning på ca. 19–17 cm vid Knästorp.



Figur 17 Vattennivå i östra Lomma under regnhändelsen 2011 med olika startnivåer i Håckebergasjön. Notera att vattennivån för "tröskel" motsvarar nivån då översvämningen sker.

Figur 17 visar vattennivån för de olika fyllnadsgraderna för sjön, samt vid vilken nivå översvämningen sker vid östra Lomma, som är det mest översvämningsdrabbade området av de tre studerade områdena. Vid denna regnhändelse sker det en översvämning på ca. 22 cm. För de olika fyllnadsgraderna är skillnaden, likt de andra figurerna, som störst vid regnhändelsens start. På grund av att området är relativt låglänt, gör det att översvämningstillfället sker förhållandevis tidigt i östra Lomma jämfört med de andra studerade områdena. Detta gör att översvämningstillfället sker betydligt senare för "tom" sjö jämfört med "full sjö", då det sker 13 timmar senare. Vid översvämningens topp är skillnaden liten mellan de olika fyllnadsgraderna, då det endast skiljer sig 8 mm vid vattennivåns topp.

Genom Figur 15–Figur 17 ovan kan man urskilja ett mönster. Den initiala vattennivån i Håckebergasjön och Skoggårds ängars påverkar översvämningsutbredningen relativt lite i de tre utvalda områdena, och påverkan minskar ju längre ner avrinningsområdet man kollar. Den största skillnaden som går att urskilja mellan de olika startnivåerna är när översvämningen startar, och skillnaden varierar mellan 6–15 timmar för de valda platserna.

6 Diskussion och slutsatser

Häckebergasjön och Skoggårds ängar befinner sig långt uppströms och omfattar ca. 23% av avrinningsområdet till Höje å. På grund av att Häckebergasjön och Skoggårds ängar befinner sig så långt uppströms kan det vara svårt att implementera effektiva fördröjningseffekter för att minska översvämningsrisker långt nedströms i avrinningsområdet.

Avrinningsområdet till Höje å karakteriseras av urban mark och jordbruksmark nedströms Genarps bro, och mer skogsliknande landskap uppströms Genarps bro. Detta gör att flödestoppen inträffar tidigare nedströms än vad den gör uppströms, vilket försvårar fördröjningsinsatser i den övre delen av avrinningsområdet. Analyser av området visar att flödestoppen har i medel inträffat ca. fyra dagar före i Lund än vad den gör vid Häckebergasjöns utlopp. Detta bidrar också till att flödet är förhållandevis lågt ur Häckebergasjön när flödestoppen når Lund, och flödesanalyser från området visar att flödet från Häckebergasjön står för ca. 16% av flödet då flödestoppen nås vid Lund. Det betyder alltså att även om man helt skulle kunna stänga av flödet från Häckebergasjön skulle endast en minskning av 16% av flödet i Lund att ske.

Följande slutsatser kan dras från modellstudien:

- De testade regleringarna av Häckebergasjön i denna rapport ger en försumbar påverkan på översvämningsnivåerna nedströms. Dagens reglerbara lucka i öst har en låg påverkan på flödet nere vid Genarps bro, och ännu mindre nedströms denna. Vid eventuell tilltäppning av håll i västra utskovet minskas flödet något, men bieffekten blir att vattennivån i Häckebergasjön blir väldigt hög under intensiva flödesperioder. Störst effekt ges av en stor reglerbar lucka. Dock ses denna lucka som endast ett hypotetiskt alternativ, och har studerats i rapporten med syftet att analysera en teoretisk regleringspotential.
- Olika startnivåer i Häckebergasjön och Skoggårds ängar har en påverkan på områden som befinner sig långt upp i avrinningsområdet, men minskar desto längre nedströms man befinner sig. Att startnivåerna har en förhållandevis liten påverkan tyder på att försöka hålla nere vattennivån i Häckebergasjön i syftet av att minska översvämningsgraden nedströms är fruktlöst. De största översvämnningarna i avrinningsområdet har skett efter längre perioder med mycket nederbörd och det gör det också mindre sannolikt att det går att hålla en låg nivå i sjön inför en flödestopp.
- Ett generellt mönster kan ses genom de studerade scenariona i denna rapport. Häckebergasjön och Skoggårds ängar har en större påverkan på områden som befinner sig strax nedströms Genarps bro, och påverkan avtar då man rör sig nedströms. Detta beror primärt på att andelen av flödet från Häckebergasjön minskar desto närmare Öresund man kommer. Detta gör att ytterligare fördröjningseffekter i Häckebergasjön kommer troligtvis ha en liten påverkan på översvämnningen långt nedströms, t.ex. vid Lomma. Detta är ett mönster som tidigare varit känt, men som nu har kvantifierats genom modelleringsresultaten.

Den försumbara effekten av en mer aktiv reglering av Häckebergasjön betyder inte att sjön inte spelar någon roll för fördröjning av flöde i Höje å avrinningsområde utan snarare tvärtom – resultaten visar att sjöns fördröjande effekt i dagsläget redan är nära den optimala effekten som kan fås.

Under arbetets gång har ytterligare idéer kring fördröjning diskuterats, men inte testats då det inte omfattats av utrednings syfte. För möjliga vidare utredningar nämns de här:

- Fördröjning genom minskning av vattenflödet genom vissa trånga sektioner där översvämningsrisken/konsekvenserna strax uppströms är liten. Skulle eventuellt kunna

göras vid Esarp genom att minska tvärsnittet genom en bro eller lägga till en tröskel med naturligt utseende av stenar. Fler platser kan vara lämpliga.

- Minska mängden kulverterade vattendrag genom åkerlandskapet och återställa meandrande sträckor med våtmarksinslag. Skulle dessutom få många positiva bieffekter, bland annat för biologisk mångfald. Kan dock vara kostsamt i form av markintrång.
- Fördröja dagvattenavrinning i tätorterna med minskad andel hårdgjorda ytor och andra fördröjande åtgärder.

En förbiledning av Höje å norr om Lomma diskuterades också men avfärdades då detta skulle leda till värre översvämningar norr om Lomma i stället genom att havet skulle tränga in uppströms eftersom området här är mycket lågt.

Det är möjligt att fortsätta utreda olika alternativa fördröjningsåtgärder och deras effekter i modellen som använts under föreliggande utredning.

7 Referenslista

DHI. (2019). Åtgärdsanalys avseende översvämningar i nedre delen av Höje å samt Lomma centrum.

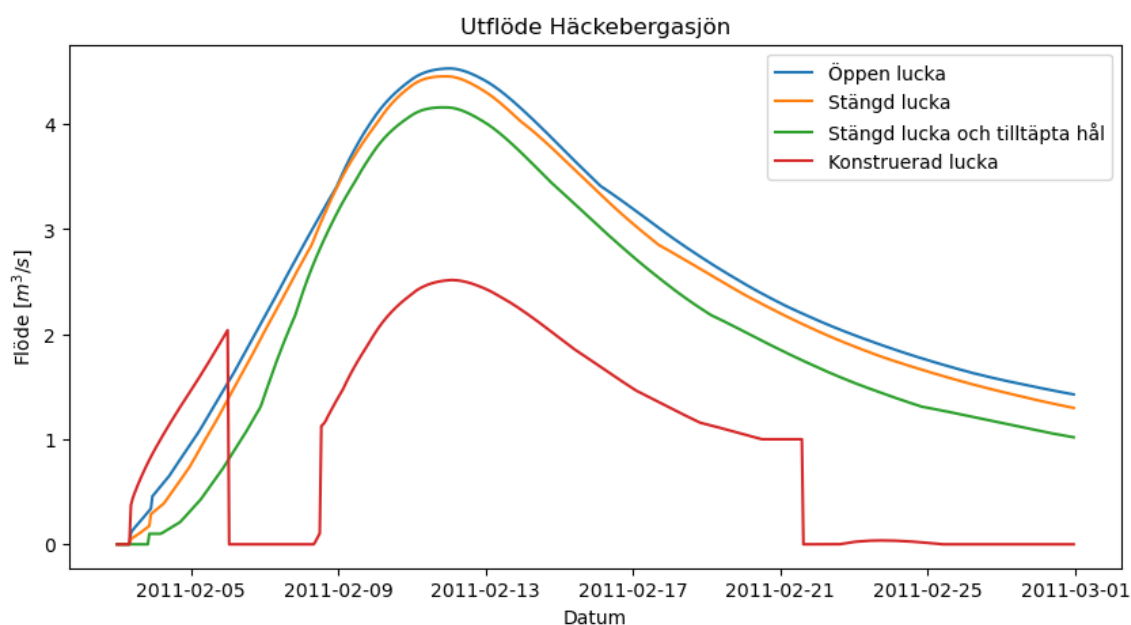
MSB. (2015). Översvämningsskartering utmed Höje å - Sträckan från Genarp till mynningen i Öresund, inklusive biflödet Önnerupsbäcken.

Sweco. (2009). Hydrologisk utredning om Höje å – Dagvattnets bidrag till flödet i Höje å vid ett 5-årsregn och normalt flöde.

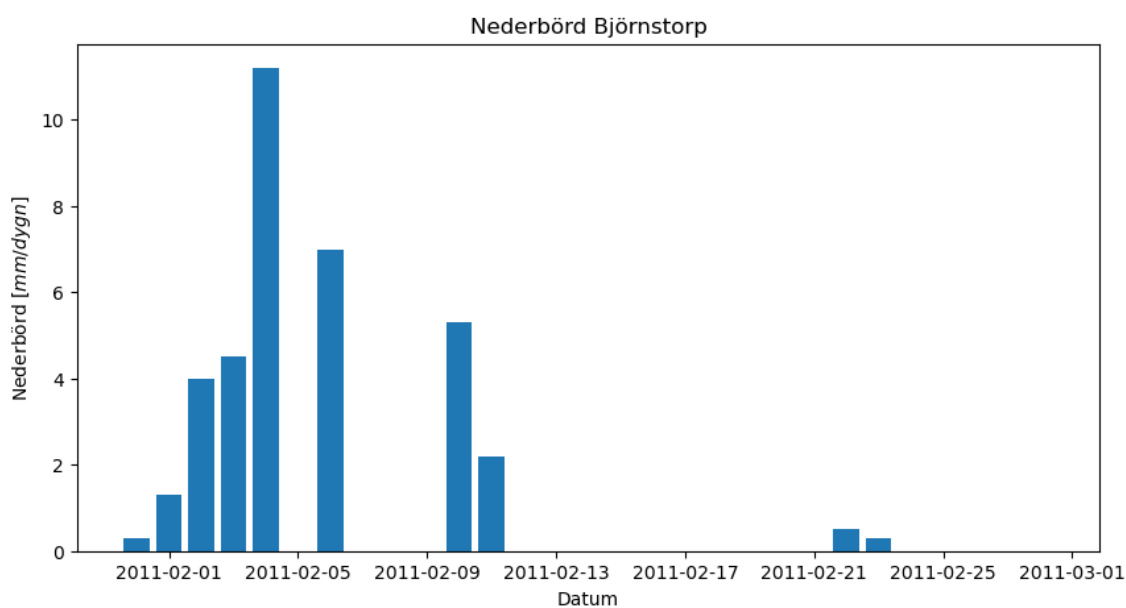
Sweco. (2010). Fördröjning av flöde i Höje å.

Sweco. (2015). Höje å inklusive biflödet Önnerupsbäcken – Modelldokumentation

8 Bilaga 1



Figur 18 Utflöde vid Håckebergasjön under studerad period för de olika regleringsstrategierna.



Figur 19 Nederbörd vid Björnstorp, Håckebergasjöns närmast aktiva regnstation.