

Skyfallsutredning Kockbacka Gärde



Sweco Sverige AB
Uppdrag

Uppdragsnummer

Kontrollerad av

Kund

Ver

Datum

Upprättad av

Dokumentreferens

RegNo 556767-9849

Skyfallsberäkning Kockbacka

Gärde

30033430

Jonas Althage, Rebecca Westtorp

Civita AB

1

2022-07-08

Johanna Schmidt, Hampus Nilsson

\\sestofs010\projekt\21134\30033430_skyfallsberäkning_kockbacka_gärde\000\19 original\2022-07-08_rapport\skyfallsutredning kockbacka gärde 220708.docx

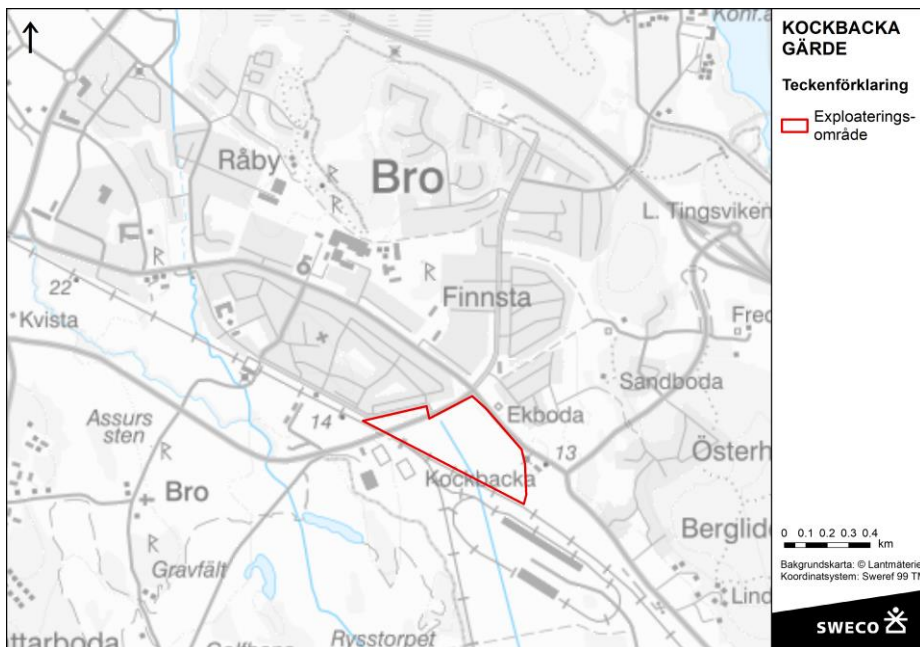
Innehållsförteckning

1	Inledning	4
1.1	Områdesbeskrivning	4
1.2	Planerad exploatering	5
1.3	Underlag och förutsättningar	6
2	Modellbeskrivning	6
2.1	Arbetsprocess och beräkningsscenarier	7
2.2	Markavrinningsmodell	7
2.2.1	Modellområde och beräkningsnät	7
2.2.2	Höjddata	7
2.2.3	Markytans råhet	7
2.2.4	Infiltration	8
2.3	Ledningsnätsmodell	8
2.4	Regnbelastning	10
3	Resultat och diskussion	11
3.1	Nuläge	11
3.2	Efter exploatering	12
3.2.1	Förslag på utformning av planområdet för skyfallshantering	12
3.2.2	Påverkan inom planområdet	13
3.2.3	Områdespåverkan	15
4	Slutsatser	17
5	Referenser	18

1 Inledning

Upplands-Bro kommun arbetar för närvarande med en detaljplan för området Kockbacka Gärde i Bro (se Figur 1). Området utgörs i dagsläget av jordbruksmark, men planeras i framtiden användas för skol- och idrottsändamål. Inom området planeras även ett bostadsområde med radhus.

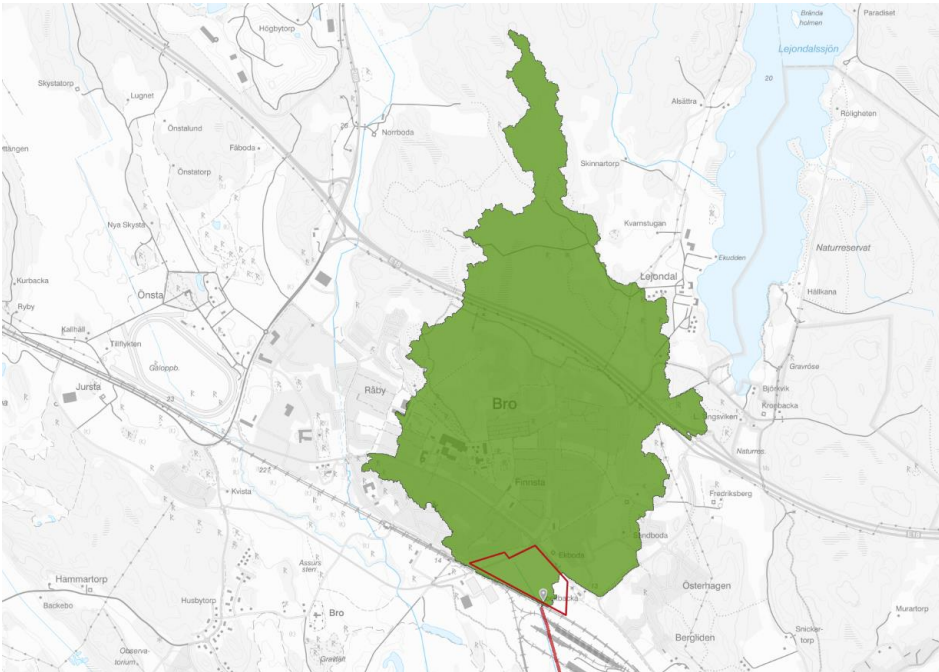
Sweco har fått i uppdrag att genomföra en skyfallsutredning för exploateringen vid Kockbacka Gärde, och inkluderar en hydraulisk beräkningsmodellering. Syftet med utredningen är att jämföra dagens översvämningssituation i samband med skyfall med den efter att exploateringen genomförts. Modelleringen används för att beskriva skyfallsrisken för exploateringsområdet vid ett klimatanpassat 100-årsregn (med klimatfaktor 1,3) samt exploateringsomgivningens påverkan (dvs hur mycket exploateringsområdet påverkar omgivningen).



Figur 1. Ungefärligt exploateringsområde vid Kockbacka Gärde.

1.1 Områdesbeskrivning

Planområdet är beläget i sydöstra delen av Bro. Avrinningsområdet uppströms planområdet innefattar delar av samhället och även en del omkringliggande mark (se Figur 2). Utöver att ytlig avrinning kan rinna till planområdet i samband med skyfall så leds mycket avrinning hit via samhällets dagvattenledningsnät som har utlopp vid diken som går genom planområdet. Vattnet som rinner genom diket leds bort genom två trummor under banvallen som begränsar exploateringsområdet mot sydväst.



Figur 2. Teoretiskt avrinningsområde uppströms planområdet Kockbacka Gärde. Planområdets ungefärliga utbredning är markerat med rött. Skärmbild från SCALGO Live.

1.2 Planerad exploatering

I Figur 3 visas en översikt över den planerade exploateringen i Kockbacka Gärde. Planerna inkluderar ny bebyggelse i form av en skola samt ett antal radhus, i samband med detta ska det även skapas en ny gata inom området. Det planeras även för en pumpstation och en transformatorstation, vilka behöver beaktas avseende översvämning. Längs planområdets sydvästra gräns ska ett bullerskydd anläggas mot järnvägen.

För dagvattenhanteringen i området föreslås två dammar anläggas; en sedimentationsdamm i nordväst (norr om Ginnlögs väg) och en damm längst nedströms nära de befintliga trummorna under järnvägen. Trummor föreslås koppla ihop den nedströms dammen med diket vid och trummorna under banvallen.

Dagvatten föreslås ledas genom området via diken, ett mellan dammarna och ett från Kockbackadammen norr om Enköpingsvägen till den nedströms dagvattendammen. I samband med exploateringen kommer en pumpstation anläggas i närheten av delen av det befintliga diket norr om Ginnlögs väg. Pumpstationen syftar till att pumpa dagvatten från uppströms liggande områden till den nya sedimentationsdammen. Pumpstationen kommer utrustas med en bräddning, som föreslagits utformas som en kulvert under Ginnlögs väg som sedan leds ut i en torrdamm/dike som ansluter till det ena diket genom området.

Utifrån den tidigare genomförda dagvattenutredningen (WRS, 2022) har information inhämtats om att normalvattenytan i sedimentationsdamm ska vara belägen på +8,5 m, normalvattenyta i dagvattendamm på +5,8 m och att dikena ska vara omkring 1 m djupa. Dessa siffror har senare kompletterats utifrån ny höjddata från förprojekteringen. Diket från Kockbackadammen har i den slutgiltiga modelleringen haft ett djup på omkring 1,35 m. Det har även föreslagits ett brädddike (beläget söder om Ginnlögs väg och väster om gatan

inne i planområdet) till vilket trumman under Ginnlögs väg föreslås ledas. Brädddikets botten ligger på nivån +6,15 m där trumman mynnar och det har en tröskelnivå på +8,0 m ut mot det huvudsakliga diket som går genom området. Samtliga höjder anges i höjdsystemet RH2000 i föreliggande rapport.



Figur 3. Illustration av planerad exploatering i Kockbacka Gärde. Notera att vissa förändringar har gjorts sedan illustrationen togs fram.

1.3 Underlag och förutsättningar

Skyfallsutredningen utgår till stor del från en befintlig markavrinningsmodell som tidigare tagits fram av Sweco. Denna har justerats för utredningens ändamål utifrån uppgifter gällande dagvattensystemet i närområdet och planerad exploatering. Följande är en förteckning över det huvudsakliga underlag som använts:

- Befintlig markavrinningsmodell
 - Framtagen av Sweco år 2020, uppdragsnummer 13010768
- DWG-filer från förprojektering
 - Innehåller information om placering av planerad bebyggelse, vägar, bullerskydd, diken och dammar. Omfattar även höjdsättning av mark och planerad markanvändning.
- Dagvattenutredning Kockbacka Gärde (WRS, 2022)
 - Innehåller information om planerad dagvattenhantering inklusive beskrivning av dammar och diken. Omfattar även beskrivning av trummor i området.
- DWG-fil med VA-ledningar
 - Innehåller information om VA-ledningars placering uppströms exploateringsområdet.
 - Levererad av Upplands-Bro kommun 2022-01-12

2 Modellbeskrivning

Modellen är framtagen med det hydrauliska modelleringsverktyget MIKE FLOOD. Den består främst av en markavrinningsmodell (MIKE 21), men

inkluderar även en kopplad ledningsnätsmodell (MIKE Urban). Modellen utgår från en tidigare markavrinningsmodell över området, men har anpassats för utredningens syfte.

Modellen är i koordinatsystem SWEREF 99 TM och höjdsystem RH2000. Samtliga höjdangivelser i denna rapport är i höjdssystem RH2000 om inget annat anges.

2.1 Arbetsprocess och beräkningsscenarioer

Modellen har använts för att simulera dels ett nulägesscenario, dels ett scenario som motsvarar förhållandena efter exploatering inom planområdet.

Utformningen av exploateringen har utgått från information från tidigare utredningar, men har sedan arbetats vidare med i en iterativ process för att ta fram förändringar av höjdsättning och övriga åtgärder för skyfallshantering inom planområdet. Det som skiljer beräkningsscenarierna åt är höjdsättning och markanvändning inom planområdet samt tillkommande/utökade trummor.

2.2 Markavrinningsmodell

2.2.1 Modellområde och beräkningsnät

Markavrinningsmodellen täcker in hela samhället Bro, vilket innefattar de delar av orten som ligger uppströms planområdet. Nedströms planområdet sträcker sig modellområdet omkring 250 m från järnvägen.

Modellen har ett triangulärt, flexibelt beräkningsnät. Beräkningsnätets upplösning kring planområdet är som mest 5 m². Vid diken och dammar som behöver beskrivas med detaljerat är upplösningen generellt något högre. Den generella upplösningen på beräkningsnätet är som mest 10 m².

2.2.2 Höjddata

Information om marknivåer baseras på höjddata från Lantmäteriet. För beräkningsscenariot som motsvarar förhållandena efter exploatering har höjderna inom planområdet uppdaterats baserat på höjdsättning levererad via kommunen. Höjderna inom planområdet har sedan uppdaterats i en iterativ process baserat på modellresultaten. Viktiga justeringar av höjdsättningen inom planområdet som framkommit i denna process presenteras i avsnitt 3.2.1.

2.2.3 Markytans råhet

Markytans råhet påverkar hur snabbt flödet kan ske över ytan, och olika typer av markanvändning har olika råhet. Markytans råhet beskrivs genom Mannings tal (M), där ett högre värde på Mannings tal innebär snabbare avrinning och ett lägre värde ger en långsammare avrinning.

För beräkningsscenariot som motsvarar förhållandena efter exploatering har markytans råhet inom planområdet justerats. Inom de ytor som förväntas bli hårdgjorda i samband med exploateringen har Mannings tal ökats till 60 och inom grönområden till 10, vilket kan jämföras med värdet 4 som använts för åkermarken i nulägesmodellen. Detta innebär att en snabbare avrinning kan förväntas i dessa områden.

2.2.4 Infiltration

I modellen beräknas infiltration kontinuerligt under simuleringsförloppet. Jordarter inom modellområdet har klassats utifrån jordartskartan från SGU, och olika jordarter har getts olika infiltrationsegenskaper.

För beräkningsscenarioet som motsvarar förhållandena efter exploatering har infiltrationsegenskaperna justerats i de områden som förväntas bli hårdgjorda i samband med exploateringen. Inom dessa ytor förväntas ingen infiltration ske, och en något ökad avrinning kan därmed förväntas i dessa områden.

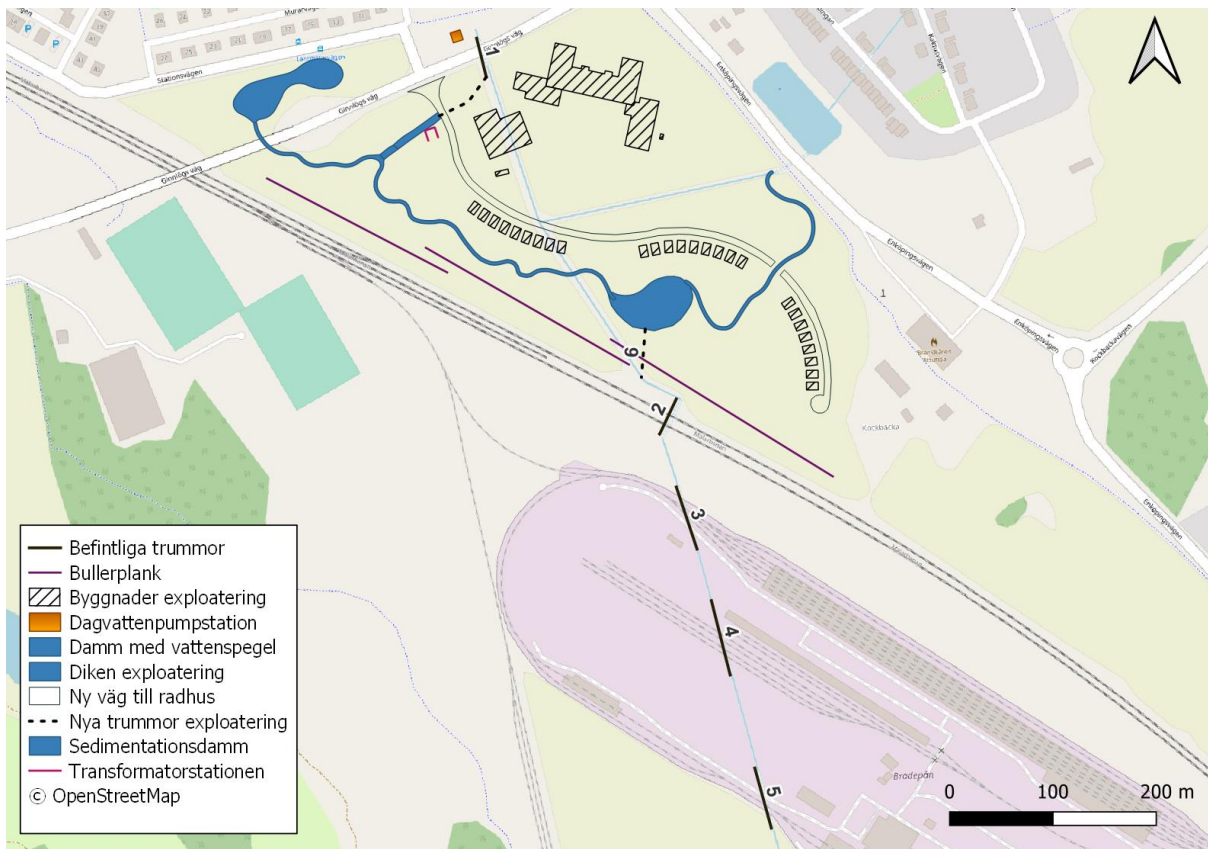
2.3 Ledningsnätsmodell

Ledningsnätsmodellen inkluderar inte en komplett ledningsnätsmodell över det närliggande samhället, utan endast de trummor i direkt anslutning till planområdet som bedöms vara relevanta för att beskriva ytavrinningen i samband med skyfall.

De trummor som bedöms ha störst inverkan är de som går under järnvägen vid dikets slut och som leder bort vattnet från området. Även trummor längre nedströms i diket vid den närliggande tågdepån har inkluderats. Den befintliga trumman som går under Ginnlögs väg och som leder in vatten i området finns också med i modellen. I samband med exploateringen kommer en pumpstation anläggas i närheten av delen av det befintliga diket norr om Ginnlögs väg. Pumpstationen syftar till att pumpa dagvatten från uppströms liggande områden till den nya sedimentationsdammen, men kommer också ha möjlighet att brädda via en kulvert under Ginnlögs väg som sedan leds ut i en torrdamm som ansluter till diket genom området. I modellen för exploateringsscenarioet har trummorna för bräddning inkluderats i modellen. Däremot har pumpningen från pumpstationen till sedimentationsdammen inte inkluderats då detta bedöms ha en mindre påverkan på den ytliga avrinningen.

I samband med exploateringen av området planeras ett bullerskydd anläggas längs med järnvägen, och under denna kommer nya trummor läggas för att länka samman den nya dammen med det befintliga diket. Det har inte tagits fram någon specifik dimensionering för dessa trummor, och antaganden om antal och dimension har därmed behövts göras.

I Tabell 1 presenteras en översikt över de trummor som inkluderats i modellen, deras dimensioner samt i vilka beräkningsscenarioer de ingår. Trummornas lägen visas i Figur 4.



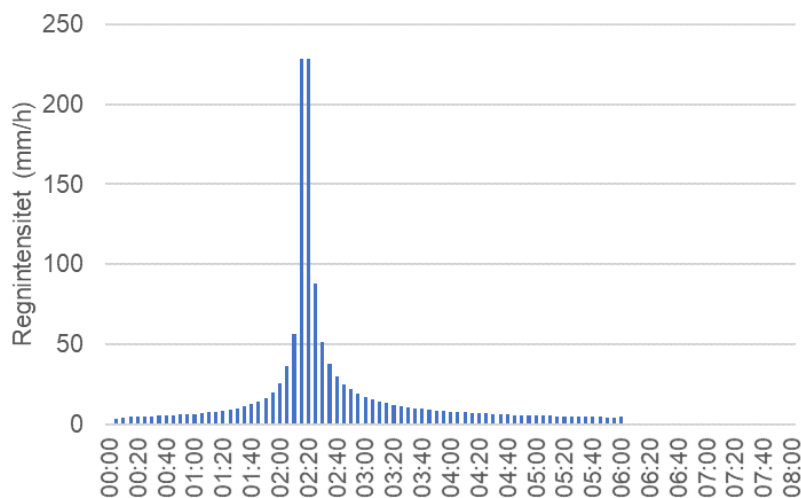
Figur 4. Placering av trummor som inkluderats i modellen.

Tabell 1. Översikt över de trummor som inkluderats i modellen.

Nummer	Position/läge	Nulägesscenario Antal och dimension	Exploaterings- scenario Antal och dimension	Kommentar
1	Under Ginnlögs väg	1 st à 1 000 mm	2 st à 1 600 mm	Nulägesdimension baserad på inmätning (WRS, 2022). Dimension i exploatering framtagen med iterativ process.
2	Under järnväg	2 st à 1 000 mm	2 st à 1 000 mm	Dimension baserad på inmätning (WRS, 2022)
3	Dike nedströms, under tågdepå	2 st à 1 000 mm	2 st à 1 000 mm	Antal och dimension antagen
4	Dike nedströms, under tågdepå	2 st à 1 000 mm	2 st à 1 000 mm	Antal och dimension antagen
5	Dike nedströms, under tågdepå	2 st à 1 000 mm	2 st à 1 000 mm	Antal och dimension antagen
6	Under bullerskydd inom planområde	-	2 st à 1 600 mm	Antal och dimension antagen

2.4 Regnbelastning

Modellen belastas med ett 100-årsregn med klimatfaktor 1,3. Regnet är ett så kallat CDS-regn, ett designregn bestående av en kombination av blockregn med olika varaktighet. Regnet har en hög intensitetstopp motsvarande ett regn med kort varaktighet, och en total volym som motsvarar hela blockregnsvolymen för regnets totala varaktighet. Fördelen med att modellera ett CDS-regn är att effekten av såväl korta, intensiva, regn som långa regn med stora totalvolymerna täcks in av förloppet. Det använda regnet har en varaktighet på 6 h, och simuleringen fortsätter sedan 2 h efter regnet. Regnet har en total volym på omkring 110 mm.



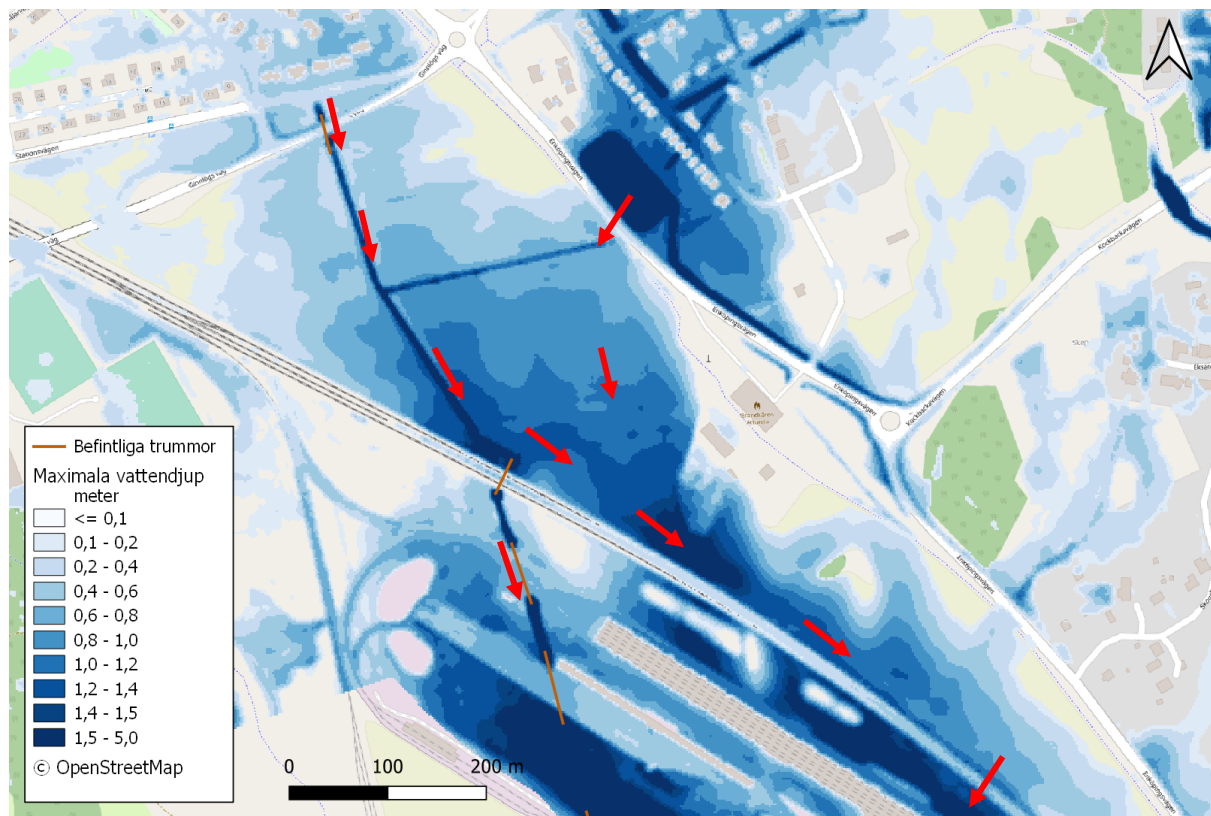
Figur 5. Regnintensitet hos CDS-regnet under simuleringstiden.

Hela regnet belastas direkt på markavrinningsmodellen. Avledning genom trummorna sker när vattnet når de beräkningsceller i markavrinningsmodellen som är kopplade till ledningsnätsmodellen.

3 Resultat och diskussion

3.1 Nuläge

I Figur 6 visas de maximala vattendjup som uppstår inom planområdet under simuleringen av nuläget. I princip hela området riskerar att översvämmas i samband med skyfall, och de största vattendjupen, drygt 1 m, uppstår i områdets sydöstra del.

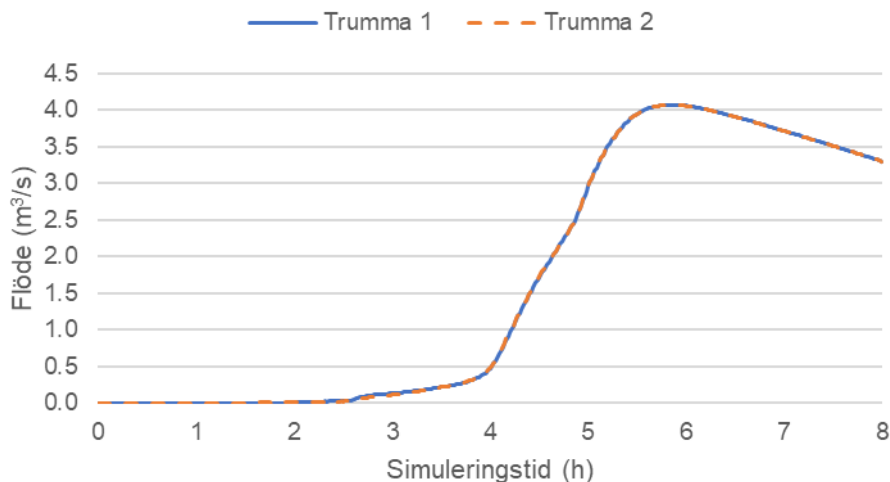


Figur 6. Maximala vattendjup inom planområdet i nuläget. Pilarna visar vattnets flödesriktning.

I Figur 6 visas även vattnets flödesriktning i samband med den maximala översvämningsutbredningen. Vattnet strömmar in i området genom trumman under Ginnlögs väg, men även genom ytlig avrinning över både Ginnlögs väg och Enköpingsvägen. Vattendjupen på dessa vägbanor kan bli uppemot 0,2 m.

Vattnet lämnar planområdet via två vägar; dels genom trummorna under banvallen, dels genom ytlig avrinning mot sydöst parallellt med järnvägsspåren. Flödet genom trummorna under järnvägen presenteras i Figur 7. Detta uppgår som mest till 4,1 m³/s vid nuvarande förhållanden.

Den ytliga avrinningen rinner parallellt med järnvägen och ansamlas på åkermarken sydöst om planområdet. Vattnet däms mot banvallen, och då tillräckligt mycket vatten ansamlats börjar vatten rinna över banvallen (ungefär vid tågdepåsens östra ände). På banvallen blir vattendjupen som mest omkring 0,6 m.



Figur 7. Flöde genom trummor under järnvägen i nulägesscenariot. Flödena genom trumma 1 och 2 är väldigt snarlika.

3.2 Efter exploatering

3.2.1 Förslag på utformning av planområdet för skyfallshantering

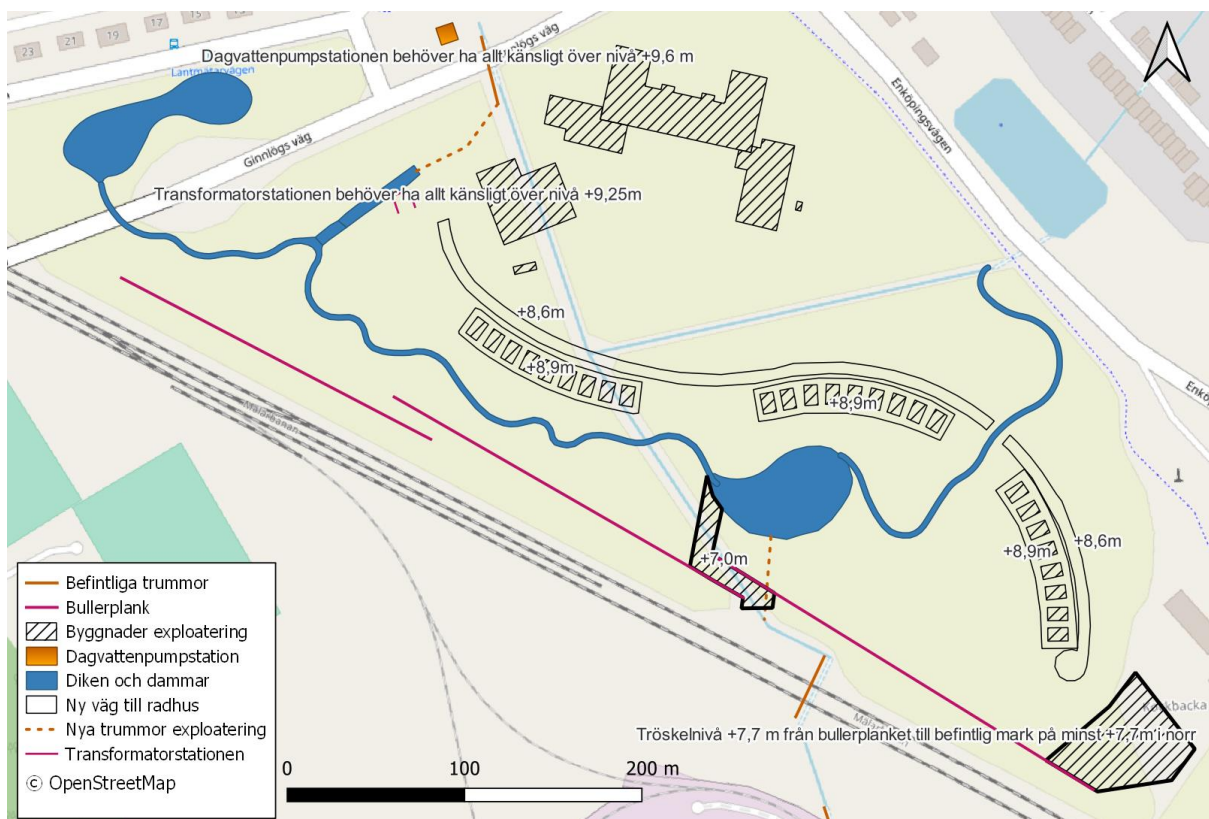
I följande avsnitt presenteras de anpassningar av höjdsättning och övriga åtgärder för skyfallshantering som tagits fram i den iterativa arbetsprocessen. En översikt visas i Figur 8.

Den höjdsättning och de åtgärder som krävs för skyfallshanteringen är följande:

- Höjdsättning (nivåer angivna i RH2000)
 - Delar av radhusen som kan skadas av översvämning bör vara belägna som lägst på nivå +8,9 m.
 - Gatan inom planområdet bör vara belägen som lägst på nivån +8,6 m för att undvika för stora vattendjup. En höjdsättning av gatan som överskrider nivån +8,6 m (vilket är nivån som använts i modellen) bör dock utredas ur ett skyfallsperspektiv då en höjning av vägen eventuellt kan medföra dämningseffekter.
 - Delar av pumpstationen som kan skadas av översvämning bör vara belägna som lägst på nivå +9,6 m.
 - Delar av transformatorstationen som kan skadas av översvämning bör vara belägna som lägst på nivå +9,25 m.
 - Utloppströskeln i sydöst måste ha en tröskelnivå på +7,7 m, och sträcka sig från bullerplanket till befintlig mark med samma nivå.
 - Marken i öppningen i bullerplanket (från dammen till dike/trummor vid järnväg) måste ligga på +7,0 m.
- Trummor och diken
 - Befintlig trumma under Ginnlögs väg bör ersättas med två större bräddtrummor från pumpstationen (dimension 1 600 mm) som ansluter till torrdamm/bräddiket söder om vägen.

- Två trummor (med dimension 1 600 mm) behöver anläggas mellan dagvattendammen och dike/trummor vid järnvägen.
- Diket och marken längs sträckan från där kulvertarna under Ginnlögs väg kommer ut, fram till den nedströms dagvattendammen måste utformas så att de kan avleda ett större vattenflöde utan att ge för stora dämningseffekter uppströms. Diket och dess svämplan kan utformas på flera olika vis, men måste designas så att det klarar av ett maximalt flöde motsvarande 14 m³/s. Det bedöms inte negativt om flödeskapaciteten överskrider den som använts i skyfallsmodellen, dvs 14 m³/s. Mer detaljerad utformning kan kontrolleras i senare skede i samband med projektering.
- Ett bullerskydd i form av bullerplank med öppningar behövs. Bullerplanken bör vara placerade så avståndet mellan dessa är 10 m i öppningarna.

Utöver det som listats ovan förutsätts diken och dammar utformas enligt tidigare dagvattenutredning såsom beskrivits i avsnitt 1.2.



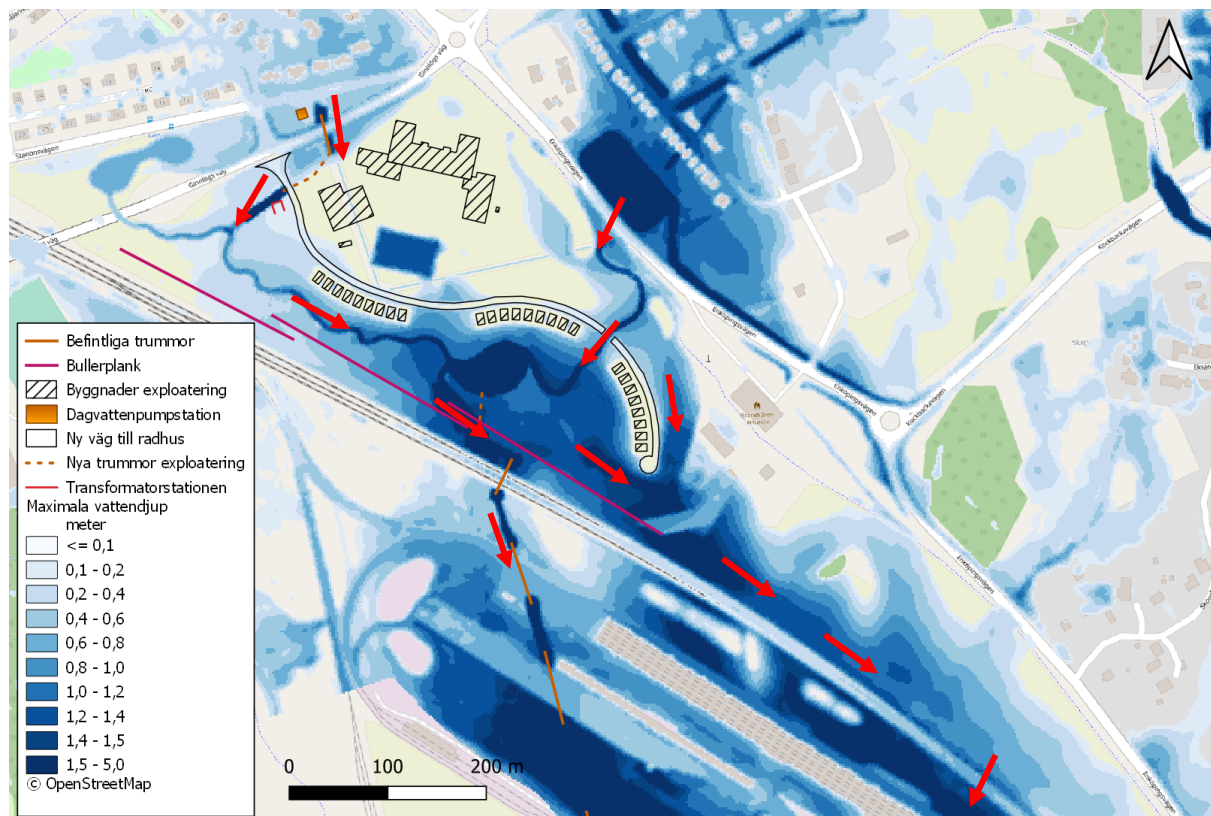
Figur 8. Översikt över höjdsättning och åtgärder som är viktiga för skyfallshanteringen inom planområdet.

3.2.2 Påverkan inom planområdet

I Figur 9 visas de maximala vattendjupen inom planområdet efter exploateringen, och i Figur 10 visas motsvarande översvämning utbredning men uttryckt som vattennivåer i RH2000.

Modelleringen visar att det inte förekommer någon översvämningsrisk för skolbyggnaderna eftersom dessa enligt höjdsättningen är relativt sett högt belägna.

Under arbetets gång har det noterats att det finns en risk att vatten ansamlas intill eller runt den planerade bostadsbebyggelsen. Om exploateringsområdet utformas enligt föregående avsnitt blir vattennivåerna kring radhusen mellan +8,6 och +8,8 m. De nya bostäderna föreslås byggas på som lägst nivå +8,9 m, vilket innebär att de inte riskerar att översvämmas.



Figur 9. Maximala vattendjup inom planområdet efter exploatering. Pilarna visar vattnets flödesriktning.

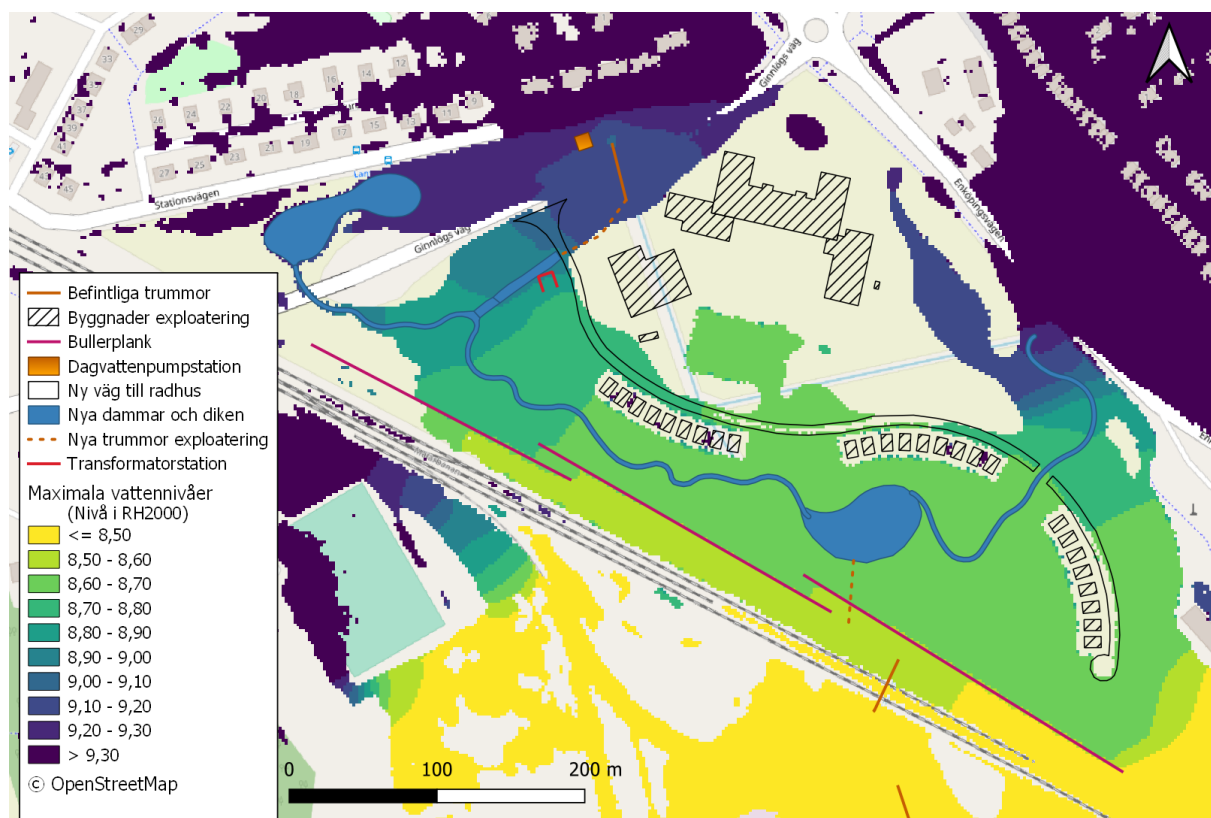
För att säkerställa framkomligheten inom området i samband med skyfall är det viktigt att vattendjupen utmed den planerade gatan inte blir för stora. Det saknas idag nationella krav gällande maximala vattendjup och framkomlighet, men en vanligt förekommande gräns för att säkerställa framkomligheten för bland annat räddningstjänstens fordon är 0,2 m. Denna gräns har exempelvis implementerats av Göteborgs stad (Göteborgs Stad, Stadsbyggnadskontoret., 2019). Om gatan placeras på nivån +8,6 m blir de maximala vattendjupen utmed denna 0,2 m, vilket bedöms vara tillräckligt lågt ur ett framkomlighetsperspektiv. Närmast Ginnlögs väg kan vattennivåerna bli något högre, men denna del av gatan har varit högre redan från början av utredningen pga anslutningen till den befintliga vägen.

Vattennivåerna i området kring pumpstationen är som mest omkring +9,3 m. Delar av pumpstationen som kan skadas av översvämnning föreslås läggas på nivåer på som lägst +9,6 m för att få en viss marginal till vattenytan.

Vattennivåerna i området kring transformatorstationen är omkring +8,95 m. Delar som kan skadas av översvämning föreslås läggas på nivå som lägst +9,25 m för att få en viss marginal till vattenytan.

I samband med skyfall måste stora flöden passera genom planområdet. Diket och marken längs sträckan från där kulvertarna under Ginnlögs väg kommer ut, fram till den nedströms dagvattendammen måste utformas så att de kan avleda ett större vattenflöde utan att ge för stora dämningseffekter uppströms samt säkerställa en tillräckligt snabb avrinning genom området. Flödet genom denna del av planområdet uppgår som maximalt till 14 m³/s.

För att få ut vatten från området och begränsa vattendjupen gäller det att vatten kan ta sig från planområdet till trummorna under järnvägen som leder bort avrinningen från området. Detta kan ske genom trummorna under bullerplanket, men vatten behöver även kunna rinna dit ytligt. För detta föreslås bullerplank anläggas med öppningar som tillåter ytavrinning att passera. Öppningarna mellan planken måste ha en bredd på 10 m (överlappet mellan planken är ca 30 m i karta, bullerfunktionen kan behöva utredas vidare). För att säkerställa en tillräcklig ytavrinning bör marken i passagen (från dammen till diket vid järnvägen) ligga på nivån +7,0 m.



Figur 10. Maximala vattennivåer inom planområdet efter exploatering. Nivåer visas inte i områden med mindre än 0,1 m maximalt vattendjup.

3.2.3 Områdespåverkan

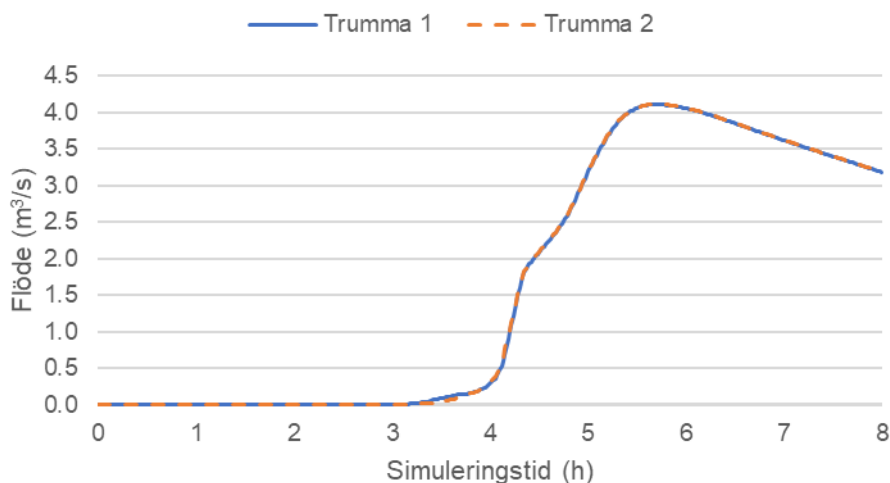
I Figur 9 visas vattnets flödesriktning då översvämningens utbredning är som störst. Vatten rinner in i planområdet vid Ginnlögs väg i nordväst (genom trumma och som ytlig avrinning) samt över Enköpingsvägen i nordöst. Ut ur

området rinner vattnet antingen genom trummorna under banvallen eller som yttlig avrinning mot sydöst. Det är dessa upp- och nedströms belägna områden som hade kunnat riskera att påverkas av exploateringen. Nedan beskrivs de åtgärder som föreslagits och viktiga aspekter som måste beaktas för att förhindra och/eller minska eventuell områdespåverkan.

Uppströms i området norr om Ginnlögs väg kan de maximala vattendjupen förväntas öka ett fåtal cm i en liten del av grönområdet precis norr om vägen (kring inloppet till trumman under Ginnlögs väg), men översvämningssituationen för befintlig bebyggelse påverkas inte. Föreslagen skyfallsåtgärd är att öka kapaciteten hos trumman som går under vägen genom att ersätta den befintliga trumman med två trummor med dimensionen 1 600 mm. Trummorna föreslås leda till ett brädddike som ligger parallellt med Ginnlögs väg och som leder till det huvudsakliga diket genom planområdet. Det är dessutom viktigt att säkerställa att höjdsättningen inom planområdet inte gör att tröskelnivån för den yttliga avrinningen höjs, tröskeln utgörs idag av Ginnlögs väg och marken precis söder om vägen bör därmed vara lägre belägen än vägen.

I det uppströms liggande området norr om Enköpingsvägen medför exploateringen ingen ökning av de maximala vattendjupen i samband med det analyserade skyfallet. I det vidare arbetet är det viktigt att säkerställa att höjdsättningen inom planområdet inte gör att tröskelnivån för den yttliga avrinningen höjs, tröskeln utgörs idag av Enköpingsvägen och marken inom planområdet precis söder om vägen bör därmed vara lägre belägen än vägen.

Nedströms planområdet rinner en del av vattnet vidare genom trummorna under järnvägen. Flödet genom trummorna efter exploateringen visas i Figur 11. Som mest uppgår flödet till 4,1 m³/s, vilket innebär att det maximala flödet genom trummorna under banvallen inte ökar till följd av exploateringen (jämfört med nuläget, se Figur 7).



Figur 11. Flöde genom trummor under järnvägen efter exploatering. Flödena genom trumma 1 och 2 är väldigt snarlika.

Vatten kan också lämna planområdet som yttlig avrinning mot sydöst. Avrinningen ut från området påverkas av höjdsättningen och för att begränsa ytavrinningen föreslås en tröskel tillskapas vid planområdets sydöstra gräns. Tröskeln bör ligga på nivån +7,7 m och den måste ansluta dels till bullerplanket,

dels till befintlig mark med motsvarande eller högre nivå. Med denna åtgärd fås en väldigt begränsad ökning av de maximala vattendjupen nedströms. Vattendjupen över banvallen ökar med som mest 3 cm, vilket kan jämföras med de ca 60 cm vatten som uppstår i nuläget. Detta motsvarar således en ökning av de maximala vattendjupen på omkring 5%. Denna förändring bedöms inte påverka konsekvensen av översvämningen nämnvärt efter de förutsättningar som råder. Det är även möjligt att exploateringen kan medföra en minskad översvämningssituation vid banvallen sydost om planområdet i samband med mindre skyfall eftersom det tillskapas en tröskel ut från området. Detta har dock inte utretts vidare med modellering.

Det bör också nämnas att det förekommer vissa osäkerheter och förenklingar i denna typ av modellering. Ett exempel på en sådan förenkling är att banvallen är helt tät i modellen, medan det i verkligheten är troligt att en del vatten skulle kunna ta sig igenom denna. En delvis genomsläpplig banvall hade kunnat förbättra översvämningssituationen uppströms denna och därmed också vattendjupen som uppstår på spåren, vilket innebär att modellen i det här avseendet kan överskatta översvämningssituationen något. Eventuellt hade detta också kunnat medföra en mindre skillnad mellan de två beräkningsscenarierna.

En skillnad av den här storleksordningen (3 cm, vilket är skillnaden i vattendjup mellan nuläget och exploateringen i området sydöst om planområdet) bedöms ligga inom spannet för de osäkerheter som finns i antagandena som görs i modelluppbyggnaden. Skillnaden bör också sättas i relation till senare moment i exploateringsprocessen, såsom anläggandet av åtgärder inom området. När åtgärderna förverkligas i entreprenad av höjdsättning medför de manuella arbetena större osäkerheter för den resulterande översvämningssituationen än den skillnad på ett fåtal cm som fås då de två modellerade scenarierna jämförs. Alltså bedöms modellerade förändringar i storleksordningen 3 cm ligga inom felmarginalen och bör inte tolkas som den faktiska utkomsten av denna exploatering.

Ytavrinningen från planområdet hade kunnat begränsas ytterligare med en ännu högre tröskel. Detta hade medfört att mer vatten hållits kvar inom området med högre vattennivåer som följd, vilket i sin tur hade medfört högre flöde genom trummorna under järnvägen.

4 Slutsatser

Nedan presenteras de viktigaste slutsatserna som kan dras från skyfallsutredningen.

- I nuläget riskerar stora delar av planområdet att översvämmas i samband med skyfall, vilket beror på de relativt stora uppströms liggande områdena som bidrar med ytavrinning samt belastning från dagvattennätet.
- En iterativ arbetsprocess har lett fram till förändringar och åtgärder som bidrar till skyfallshantering inom planen, såsom justering av höjdsättning, dimensioner på trummor med mera. Dessa sammanfattas i avsnitt 3.2.1.
- Med den föreslagna utformningen bedöms översvämningssituationen inom planområdet kunna hanteras. Detta avser risker för den planerade bebyggelsen, framkomlighet längs gata, pumpstationen och transformatorstationen i området.

- Med den föreslagna utformningen bedöms inte exploateringen medföra någon nämnvärd påverkan på uppströms eller nedströms liggande områden.
- För att dessa slutsatser ska vara gällande är det viktigt att åtgärderna anläggs så som de beskrivits i denna utredning.

5 Referenser

Göteborgs Stad, Stadsbyggnadskontoret. (2019). *Översiktsplan för Göteborg - Tematiskt tillägg för översvämningsrisker (antagen av kommunfullmäktige 2019-04-25)*.

WRS. (2022). *Dagvattenutredning Kockbacka gärde*. Rapportnummer 2020-1617-A.