

STOCKHOLMS STAD - EXPLOATERINGSKONTORET

SKYFALLSUTREDNING

KVARTER FAMNEN

2022-09-05



SKYFALLSUTREDNING

Kvarter Famnen

Stockholms stad - Exploateringskontoret

KONSULT

WSP Samhällsbyggnad

Box 13033
402 51 Göteborg
Besök: Ullevigatan 19
Tel: +46 10 7225000
WSP Sverige AB
Org nr: 556057-4880
Styrelsens säte: Stockholm
www.wsp.com

KONTAKTPERSONER

JOAKIM SCHARP, WSP

joakim.scharp@wsp.com

ELIN FRANSSON, WSP

elin.fransson@wsp.com

PROJEKT

UPPDRAGSNAMN
Famnen

UPPDRAGSNUMMER
10319044

FÖRFATTARE
Elin Fransson

DATUM
2022-09-05

ÄNDRINGSDATUM

GRANSKAD AV
Cornelia Ny

GODKÄND AV
Joakim Scharp

INNEHÅLL

1	INLEDNING	4
1.1	UNDERLAG OCH ANTAGANDEN	4
2	METOD	5
2.1	UTREDNINGSOMRÅDE	5
2.2	TERRÄNGMODELL	6
2.3	REGN	7
2.4	MARKANVÄNDNING	8
2.5	MARKENS RÅHET	8
2.6	KALIBRERING	8
3	RESULTAT FRÅN SKYFALLSMODELLERINGEN	9
3.1	NULÄGE	9
3.2	EFTER EXPLOATERING	11
4	ANALYS	12
4.1	VATTENDJUP	12
4.2	FLÖDEN OCH HASTIGHETER	13
5	SLUTSATSER	14
6	REKOMMENDATIONER FÖR KOMMANDE UTREDNING OCH PROJEKTERING	14

1 INLEDNING

I takt med att klimatet förändras förväntas antalet dagar med kraftig nederbörd och extremt korttidsregn att öka i frekvens och intensitet (SMHI). Översvämningsrisken till följd av skyfall förväntas öka eftersom urbaniseringen leder till förtätning och mer hårdgjorda ytor i urbana områden där vattnet inte kan infiltrera.

Länsstyrelserna Stockholms län och Västra Götalands län (2018) och Boverket (2018) har tagit fram rekommendationer för planläggning av ny bebyggelse med hänsyn till skyfallsrisk. Enligt rekommendationerna bör skyfall beaktas vid planläggning så att

- ny bebyggelse inte tar skada eller orsakar skada vid en översvämning från minst ett 100-årsregn,
- samhällsviktig verksamhet ges en högre säkerhetsnivå,
- framkomlighet till och från det nya området säkerställs,
- det nya planområdet inte ska öka översvämningsrisken för omliggande områden med befintlig bebyggelse, och
- effekten av ett framtida klimat under bebyggelsens förväntade livslängd beaktas.

Med hjälp av en skyfallsmodellering är det möjligt att kartlägga översvämningsområden och identifiera riskområden vid skyfall. Skyfallsmodelleringen kan därmed tjäna som underlag vid nyexploatering genom att ge en bild av potentiella negativa konsekvenser av nybyggnation och höjdsättning för omgivningen.

WSP har genomfört en skyfallsmodellering som del i detaljplanearbetet för Kvarter Famnen i stadsdelen Bromma i västra Stockholm. Syftet med uppdraget är att utreda om planområdet riskerar att översvämmas vid ett 100-årsregn samt hur flöden mot intilliggande spårväg påverkas av den planerade exploateringen.

1.1 UNDERLAG OCH ANTAGANDEN

Skyfallsmodellen är uppbyggd i koordinatsystemet SWEREF99 18 00 och höjdsystemet är RH2000. Alla nivåer i rapporten anges i höjdsystemet RH2000.

Följande underlag har använts för uppbyggnad av skyfallsmodellen i MIKE 21:

- Höjddata, 1x1 m grid, erhållen av Stockholms stad 2022-03-16
- Karterad markanvändning för befintlig och planerad situation
- Höjdsättning av planerad gata, erhållen av Norconsult 2022-02-17
- Höjdsättning av mark, erhållen av White arkitekter 2022-02-19

Antaganden i MIKE 21 modellen:

- Klimatfaktor 1,3
- Dagvattenledningsnätets kapacitet beaktas genom att subtrahera ledningsnätets kapacitet från regnet på de ytor som är anslutna till ledningsnätet. Ledningsnätet antas ha kapacitet motsvarande ett 10-årsregn.

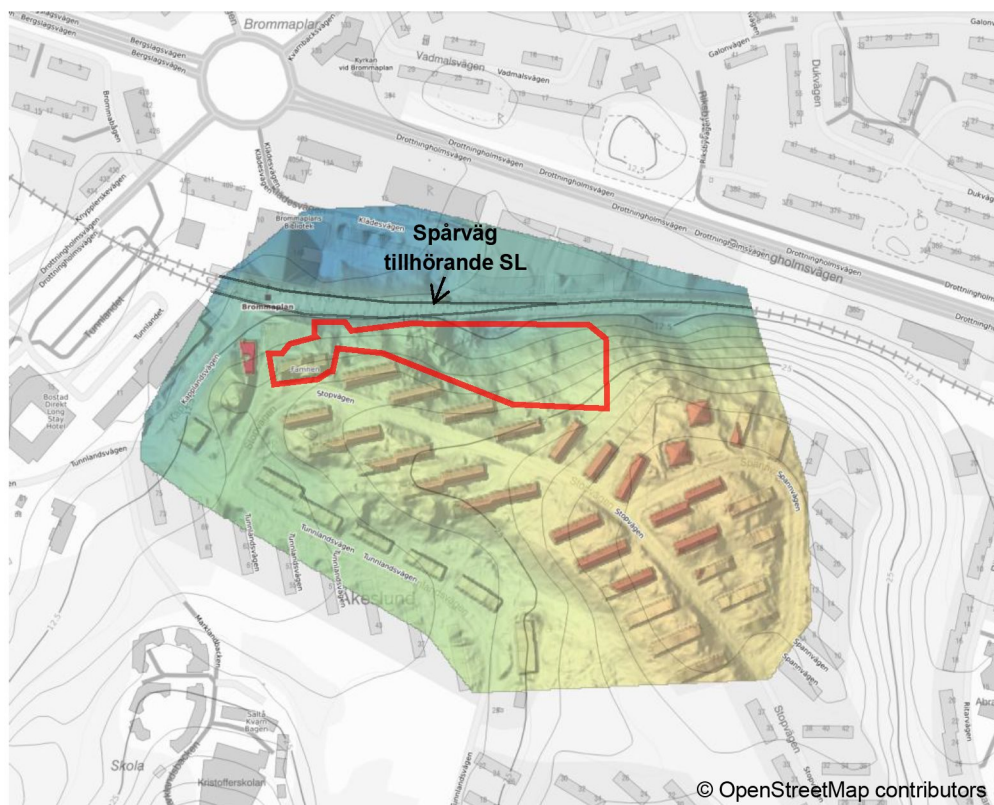
2 METOD

Skyfallsmodelleringen har genomförts i programmet MIKE 21 som beräknar nivå- och flödesförhållanden till följd av exempelvis nederbörd och flöden. Beräkningarna baseras på numerisk lösning av Navier-Stokes ekvationer. Metoden för markavrinning följer riktlinjerna i "Vägledning för Skyfallskartering" (MSB, 2017) där förenklingar görs bland annat avseende beskrivning av ledningssystemets kapacitet.

Modellens indata består av en terrängmodell som beskriver modellområdets topografi, regnbelastningen över olika ytor beroende på markanvändning och ledningsnätets kapacitet samt beskrivning av markens råhet (dvs hur lätt vattnet rinner) för olika ytor. Regnbelastningen differentieras efter markanvändning för att ta hänsyn till förluster såsom infiltration, avdunstning och absorption av växtligheten eller genom magasinering i markytans ojämnheter.

2.1 UTREDNINGSMÅNÅRÅDE

Utredningsområdet för skyfallsmodelleringen redovisas i Figur 1. Planområdet är cirka 1,1 hektar och är beläget sydost om Brommaplan. Längs med planområdesgränsen i norr går tunnelbanespår ovan mark tillhörande SL.

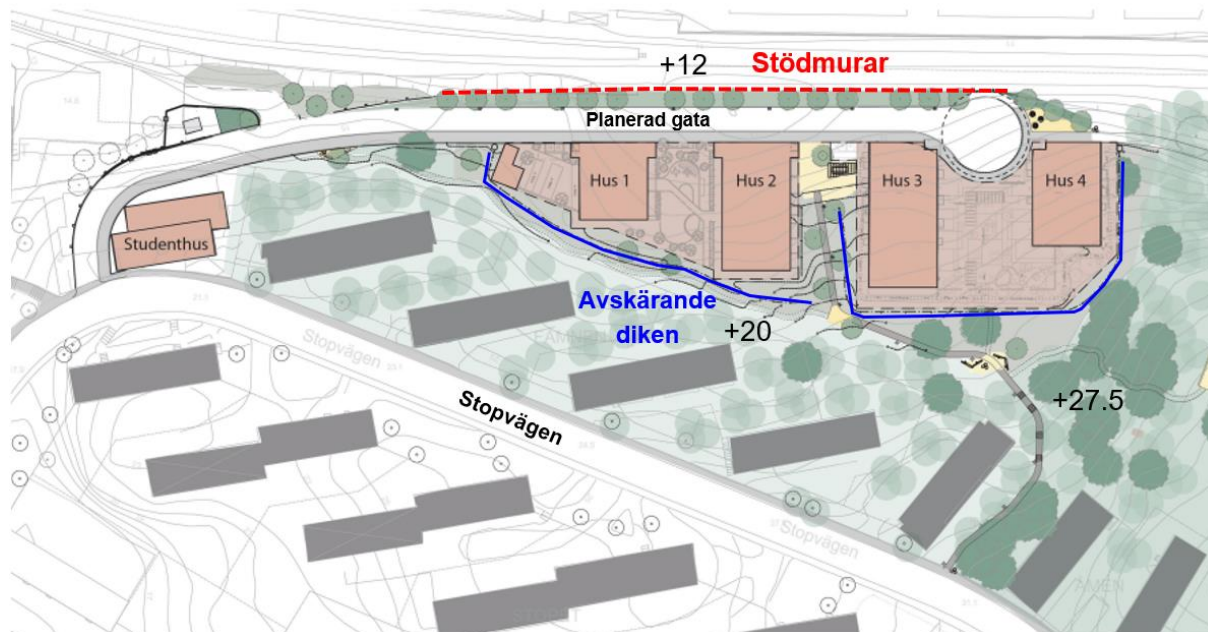


Figur 1. Utredningsområdet med planområdet markerat med röd linje.

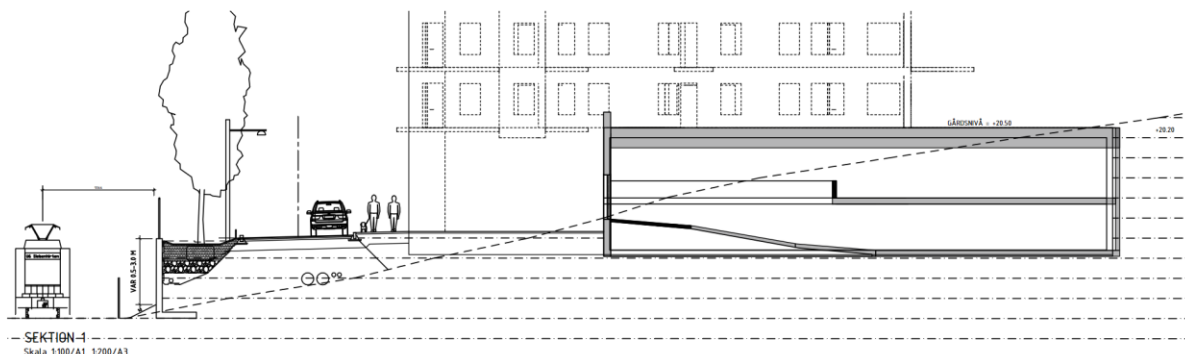
Planerad exploatering ska möjliggöra ett nytt bostadsområde med totalt cirka 250 bostäder, varav 80 studentbostäder, samt ett LSS-boende. Området består av en ny lokalgata med totalt fem huskroppar, se Figur 2 och Figur 3. Fyra av husen är placerade i slutet av gatan och har garage i bottenplan samt mellanliggande innergårdar på bjälklag. I denna rapport benämns husen från vänster till höger som hus 1, 2, 3 och 4. Mellan hus 2 och 3 planeras för en allmän torgyta. Det femte huset, i denna

utredning benämns som studenthuset, är placerat intill korsningen mellan den befintliga gatan Stoppvägen och planerad gata.

Området sluttar kraftigt från söder till norr och för att ta upp höjdskillnaden gentemot spårvägen ska stödmurar anläggas längs med gatans norra sida.



Figur 2. Illustrationsplan över föreslagen exploatering. (Källa: Utkast Illustrationsplan, White, 220404)



Figur 3. Skiss på sektion av planområdet. Stödmurar med en höjd på 0,5–3 meter planeras utmed spårvägen norr om planerad gata.

2.2 TERRÄNGMODELL

Terrängmodellen som har använts i utredningen är i upplösning 1 x 1 m och har baserats på Stockholms stads höjddata.

Modellen har modifierats manuellt för att bättre representera verkligheten. Ändringar som gjorts är:

- Inkludering av planerade byggnader och bjälklagsgårdar
- Inkludering av planerad stödmur längs med spårvägen
- Justering av marknivåer på allmän platsmark för att återge planerade avskärande diken

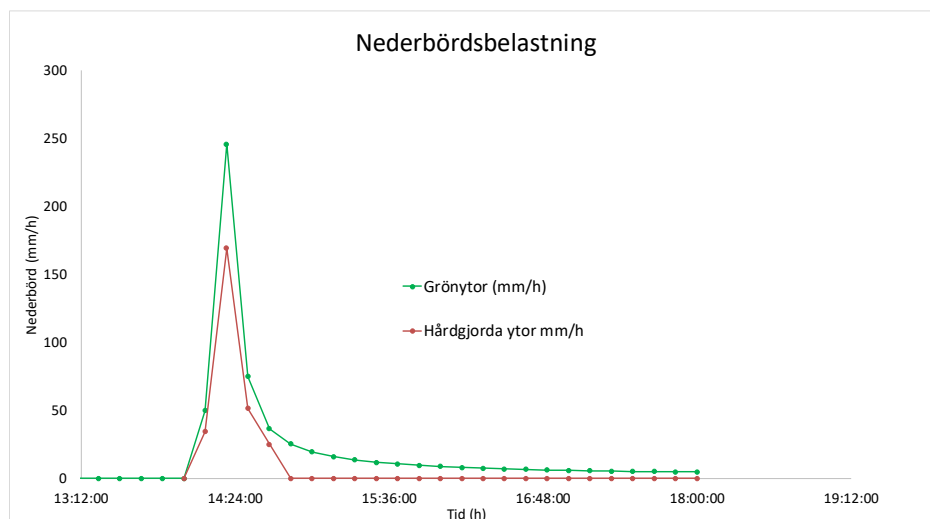
2.3 REGN

100-årsregnet har beskrivits som ett "CDS-regn" med 6 h varaktighet med en klimatkfaktor på 1,3 med en total regnvolym på 109,6 mm. Ett CDS-regn består av flera blockregn med olika intensitet och varaktigheter för en viss återkomsttid och är praxis vid skyfallsmodellering i Sverige. Klimatfaktorn har valts till 1,3 för att representera ett framtida scenario med betydligt större nederbörds mängder än i dagens klimat. Klimatfaktorn är baserad på *Extremregn i nuvarande och framtida klimat. Analyser av observationer och framtidsscenarioer. Klimatologi, 47, SMHI, 2017.*

CDS-regnet delas upp i 3 delar, förregn, topp (peak) och efterregn. Under förregnet antas ledningsnätet ha tillräcklig kapacitet för att avleda nederbördsvolymen från de hårdgjorda ytorna. För grönytorna antas att nederbördsvolymen infiltrerar i marken och fyller upp vattenmättnaden i marken. Med detta följer att ingen avrinning antas uppkomma under förregnet. Toppen på regnet pågår i 30 minuter och då faller totalt 57,3 mm. Under toppen görs ett schablonavdrag för att ta hänsyn till förmodad kapacitet i dagvattennätet. Ledningsnätet antas kunna avleda volymen av ett 10-årsregn med varaktighet 30 min. Under efterregnet antas att ledningsnätet har tillräcklig kapacitet för att avleda nederbördsvolymen från de hårdgjorda ytorna medan grönytorna antas vara mättade och inte bidra med någon infiltration.

I skyfallsmodelleringen i MIKE 21 modelleras endast toppen och efterregnet (då modellen belastas med regnvolym) eftersom ledningsnätet antas ha kapacitet att avleda förregnet och infiltrationen i marken bedöms tillräcklig för att infiltrera nederbörden. Således förväntas ingen ytavrinning genereras under förregnet. För att få med avrinningen från hela avrinningsområdet är det viktigt att låta beräkningen pågå även ett antal timmar efter det att det slutat regna. Totalt simuleras 8 h där de första 30 min utgörs av toppen på regnet. Regnet simuleras med ett tidssteg på 10 min.

I Figur 4 redovisas hur nederbördsbelastningen för hårdgjorda ytor och grönytor har beskrivits i skyfallsmodellen.



Figur 4. Nederbördsbelastning i skyfallsmodelleringen för hårdgjorda ytor (grön) och grönytor (röd).

2.4 MARKANVÄNDNING

För differentiering av markanvändningen har den delats in i följande kategorier:

- Byggnader
- Vägar och hårdgjorda ytor
- Järnvägar
- Grönytor

Markanvändningen ligger till grund för beskrivningen av infiltrationshastigheten på grönytorna samt beskrivningen av markens råhet.

2.5 MARKENS RÅHET

Markens råhet (friktion) beskrivs i skyfallsmodellen med hjälp av Mannings tal. Markens råhet styr vattnets hastighet och påverkar därmed översvämningsförloppet. Generellt kan det sägas att hårdgjorda ytor har ett högt Mannings tal eftersom vattnet rinner snabbt på ytan. Råare ytor - exempelvis grönytor, har ett lägre Mannings tal vilket betyder att vattnet där rinner långsammare. För att minska risken för instabilitet i modellen har områden med en lutning på över 30° getts ett lågt värde på Mannings tal, vilket ger lägre vattenhastigheter. Av denna anledning har även taken på byggnader i modellen givits ett lågt värde, Mannings tal 10. Att korrigera Mannings tal för tak och ytor med en lutning på över 30° bedöms inte påverka översvämningsförloppet nämnvärt då vattnet oavsett kommer rinna av taken samt rinna längs ytorna med kraftig lutning. Konsekvensen av att minska Mannings tal ger ett lokalt ökat vattendjup, men försumbar effekt på beräknade flöden. Dessa förändringar är i områden med mycket höga vattenhastigheter och har därmed inte någon praktisk betydelse eftersom vattendjupen oavsett kommer vara mycket små.

I skyfallsmodellen har markanvändningen för markens råhet differentierats efter markanvändningen (Tabell 1).

Tabell 1: Avrinningskoefficienter och Mannings tal fördelat på markanvändningsklasser.

Markanvändning	Avrinningskoefficient	Mannings tal
Tak/byggnad	1	10
Vägar/hårdgjorda ytor	1	70
Järnvägar	1	50
Handel/Industriområde	1	60
Grönyta	0,4	5

2.6 KALIBRERING

Skyfallsmodellen för Famnen har inte kalibrerats eftersom underlag för en sådan kalibrering inte finns. Extrema väderhändelser som skyfall uppträder mycket sällan och därmed saknas observationer och mätningar från de regnevent som faktiskt har förekommit.

Med detta följer att modellens trovärdighet baseras på att de processer som styr avrinningsförloppet på markytan vid ett skyfall är inkluderade i modellen. De största osäkerheterna i skyfallsmodelleringar är ansatt infiltrationskapacitet samt hur ledningsnätets kapacitet beskrivs.

3 RESULTAT FRÅN SKYFALLSMODELLERINGEN

Resultaten från skyfallsberäkningarna redovisas i form av beräknade maximala vattendjup, maximala flöden och maximala hastigheter. Med maximalt vattendjup respektive maximalt flöde menas maximalt vattendjup/flöde/hastighet för varje beräkningsruta över hela beräkningen, det finns alltså ingen tid kopplad till värdet (maximalt värde i angränsande rutor i dessa kartor är alltså inte nödvändigtvis vid samma tidssteg).

Analysen är gjord med en terrängmodell med gridstorlek 1x1 m och även om detta är en förhållandevis hög upplösning kan det finnas trösklar/trottoarkanter och passager i terrängen som inte kommit med i terrängmodellen. Dessa eventuella trösklar och passager kan påverka översvämningsutbredningen.

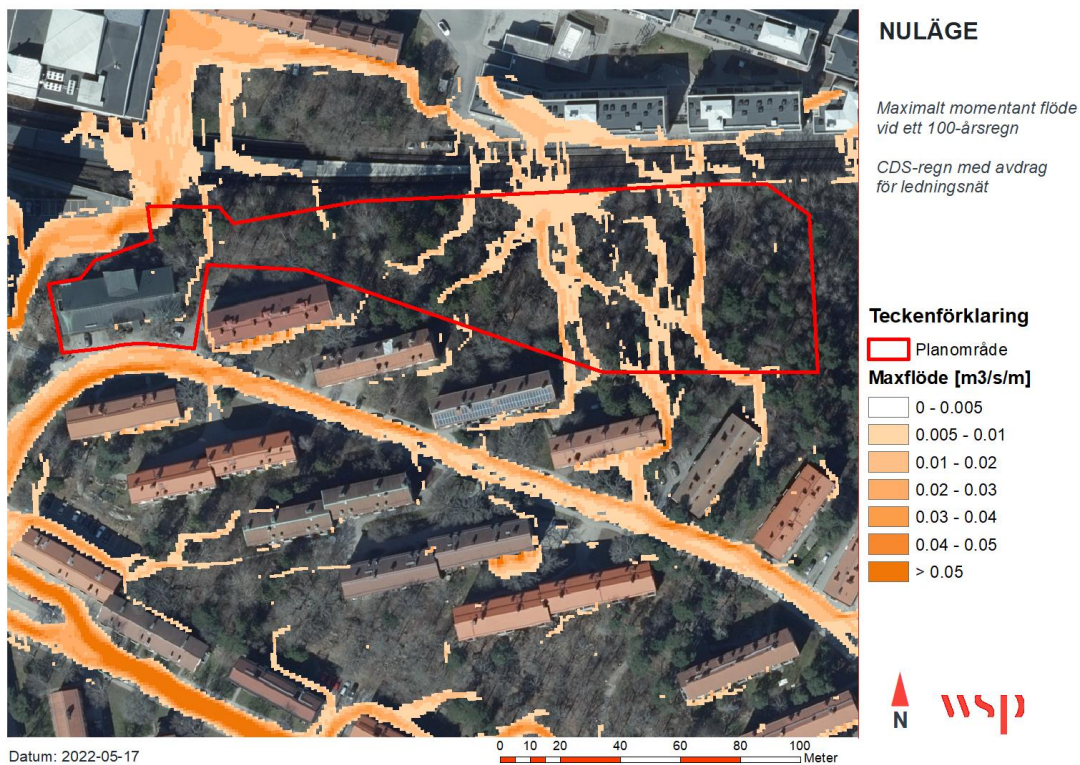
Det är också viktigt att poängtera att resultaten från skyfallsmodelleringen bara redovisar marköversvämnings till följd av skyfall och inte de översvämnings som sannolikt skulle uppkomma i källare och liknande utrymmen till följd av överbelastade ledningssystem.

3.1 NULÄGE

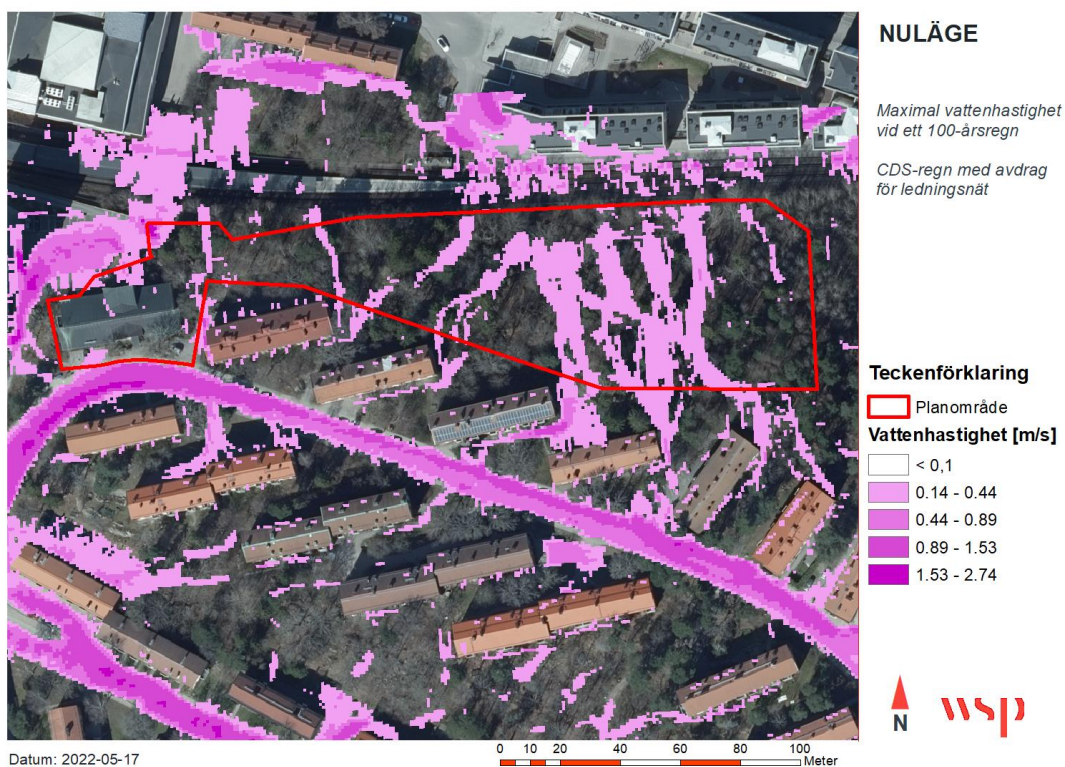
Resultatet från modelleringen av ett 100-årsregn med klimatfaktor 1,3 för nuläget redovisas i Figur 5- Figur 7.



Figur 5. Beräknat maximalt vattendjup vid ett 100-årsregn med klimatfaktor.



Figur 6. Beräknat maximalt flöde vid ett 100-årsregn med klimattfaktor 1,3.



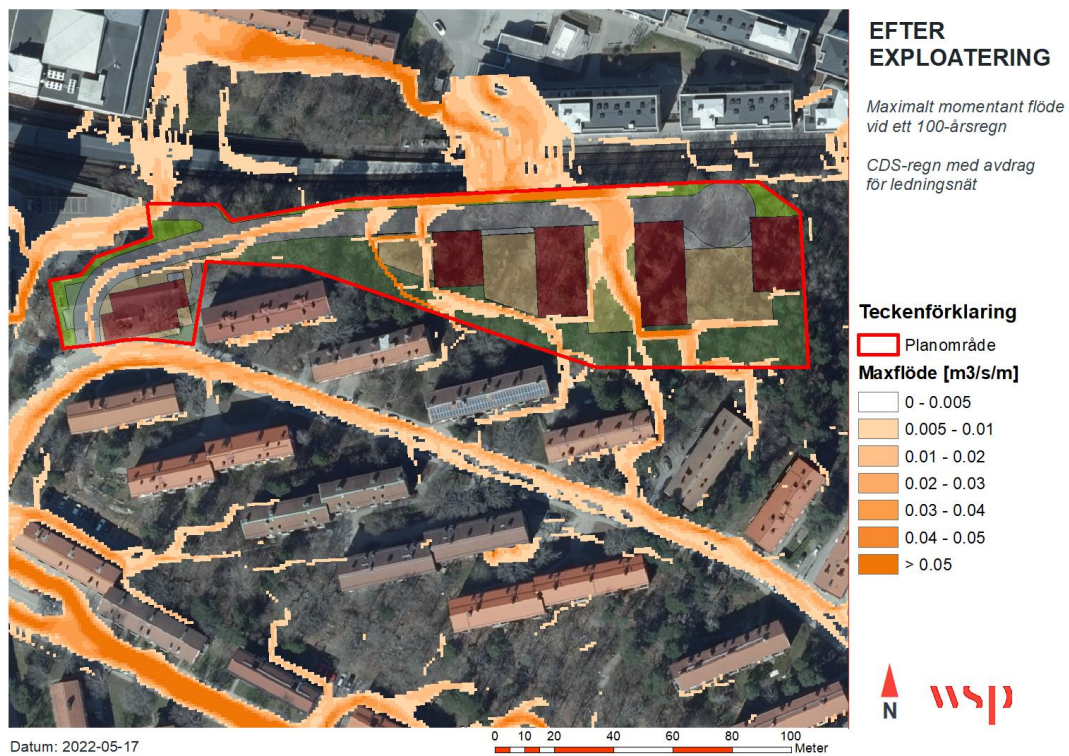
Figur 7. Beräknad maximal vattenhastighet vid ett 100-årsregn med klimattfaktor 1,3.

3.2 EFTER EXPLOATERING

Resultatet från modelleringen av ett 100-årsregn med klimattfaktor 1,3 efter exploatering redovisas i Figur 8-Figur 10.



Figur 8. Maximala vattendjup vid ett 100-årsregn med klimattfaktor 1,3.



Figur 9. Maximalt flöde vid ett 100-årsregn med klimattfaktor 1,3.



Figur 10. Maximal vattenhastighet vid ett 100-årsregn med klimatfaktor 1,3.

4 ANALYS

4.1 VATTENDJUP

I resultatet för nulägesberäkningen ansamlas mycket av vattnet i en lågpunkt intill spårområdet i norra delen av planområdet. Modelleringen visar att det beräknade maxdjupet i lågpunkten uppgår till över 1,5 meter.

I och med exploateringen byggs den befintliga lågpunkten intill spårområdet bort och ersätts till stor del av planerad gata. Maximalt beräknat vattendjup inom planområdet är cirka 0,4 meter vid ett 100-årsregn. Utbredningen av stående vatten är begränsat till grönremsan norr om planerad gata samt till lokala lågpunkter på husens baksidor där gårdsytor möter befintlig naturmarkslänt. Dessa lokala lågpunkter bedöms vara orsakade av osäkerheter i höjdmodellen då underlaget varit av varierande detaljeringsgrad.

Med en genomtänkt höjdsättning där marken lutar ut från byggnaderna bör detta vatten kunna avledas och stående vatten förhindras. Förslagsvis kan avskärande diken bakom byggnaderna användas. Dikenas syfte är att avleda vatten från byggnadskropparna och i modellen har de inte haft någon betydande fördröjande funktion. Även om diken inte anläggs bedöms det inte påverka översvämningssituationen nedströms planområdet.

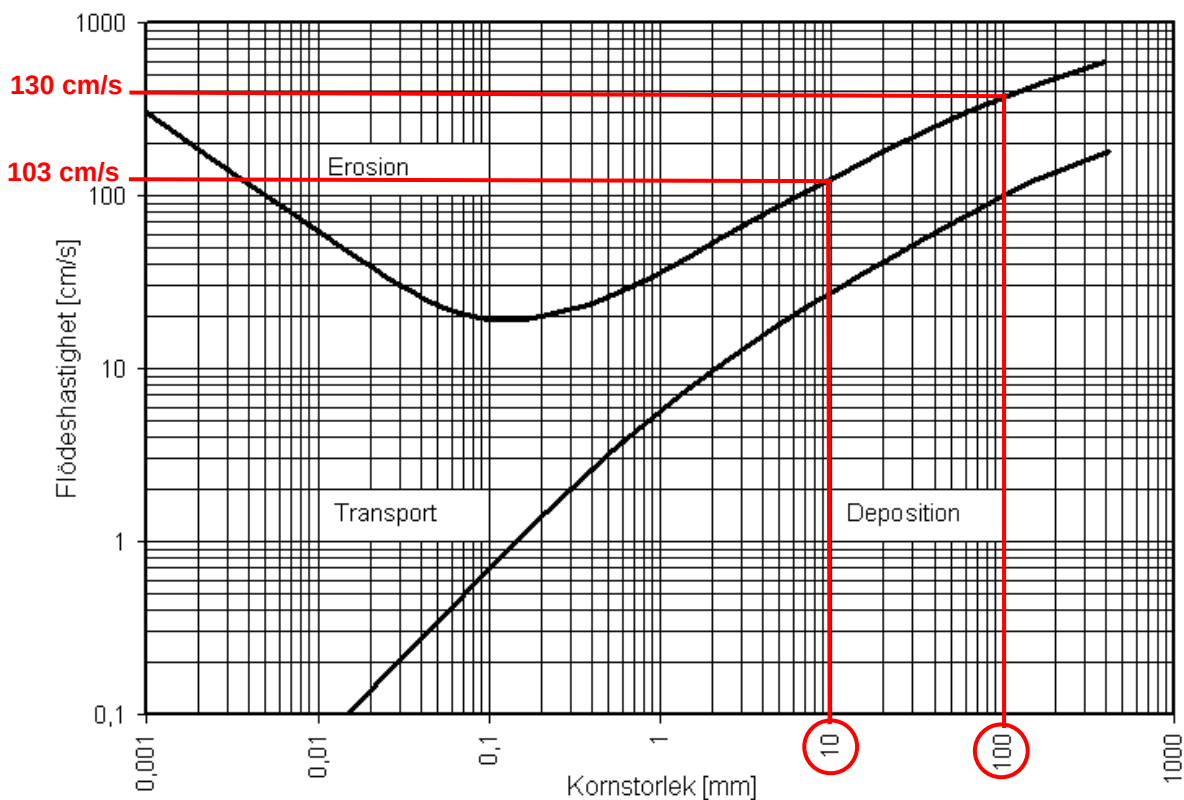
Med undantag av ovan nämnda lokala lågpunkter beräknas inga större vattenansamlingar uppstå på gatan eller i anslutning till planerade byggnader vid en skyfallssituation.

4.2 FLÖDEN OCH HASTIGHETER

Generellt sett ger exploateringen upphov till ett ökat flöde mot befintlig lågpunkt i Brommaplan. Planområdet för Famnen är 1,1 hektar stort och den befintliga lågpunkten i Brommaplan har ett naturligt avrinningsområde på cirka 348 hektar. Med andra ord utgör planområdets cirka 0,3 % av avrinningsområdets totala area. Det extra flöde som planerad exploatering medför bedöms som försumbart med hänsyn till de flöden som lågpunkten förväntas ta emot vid ett skyfallstillfälle.

Tunnelbanespåren nedströms planområdet har identifierats som den kritiska punkten för höga vattenhastigheter. Resultaten från modelleringen visar att planerad exploatering ökar vattenhastigheterna över spårområdet från 103 cm/s till 130 cm/s, vilket motsvarar en ökning på 26 %.

Höga vattenhastigheter kan ge upphov till erosionsskador som kan skada byggnader och anläggningar. I detta fall gäller det banvallen för tunnelbanespåren. Hjulström's diagram (Figur 11) används för att beskriva vid vilka hastigheter som olika jordmaterial eroderar i strömmande vatten.



Figur 11. Hjulström's diagram.

För nuläget blir den maximala vattenhastigheten över spårområdet cirka 103 cm/m, vilket enligt Hjulström's diagram ger en indikation på att partiklar med en kornstorlek på upp till 10 mm riskeras att erodera. Efter exploatering uppgår vattenhastigheten till 130 cm/m vilket medför en risk för erosion av partiklar med kornstorlek upp till 100 mm. Konstruktionen för aktuell sträcka av banvallen har inte utretts men som jämförelse används i regel järnvägsballast 32–66 mm vid uppbyggnad av det översta lagret i banvallar. Risken för påtagliga konsekvenser vid ett 100-årsregn ökar därmed avsevärt.

5 SLUTSATSER

- Resultaten från skyfallsmodelleringen visar att översvämningsrisken för planerad bebyggelse inom planområdet är låg
- Det bedöms vara låg risk för skador på planerade byggnader eller att framkomligheten påverkas vid en skyfallssituation. Framkomligheten för samhällsviktig verksamhet bedöms vara säkerställd.
- Exploateringen ger upphov till ett ökat flöde mot lågpunkt intill Brommaplan. Det extra flöde som planområdet bidrar med bedöms dock vara försumbart med avseende på det totala flöde som lågpunkten i Brommaplan tar emot vid ett skyfallstillfälle. Exploateringen bedöms därmed inte öka översvämningsrisken för lågpunkten i Brommaplan.
- Resultatet visar på ökade vattenhastigheter över spårområdet. Utifrån Hjulströms diagram ger det en ökad risk för erosion av jordmaterial i anslutning till spårområdet. Ökningen motsvarar risk för erosion av partiklar med kornstorlek 10 mm i nuläget till partiklar med kornstorlek 100 mm efter exploatering.

6 REKOMMENDATIONER FÖR KOMMANDE UTREDNING OCH PROJEKTERING

- I nästa skede rekommenderas att murkrönets utformning utreds vidare. Om murkrönet i den lägst belägna sträckan av gatan höjs upp kan det ge upphov till en större fördröjningsvolym inom planområdet. En större volym skulle innebära att en större nederbördsmängd kan hanteras inom planområdet och att bräddning mot spårområdet skulle inträffa mer sällan. Om utformningen av murkrönet förändras behöver det utredas hur det påverkar förväntade vattendjup och flöden inom planområdet.
- Risken för erosion av banvallen för spåren måste utredas vidare och eventuella åtgärder identifieras. En dialog bör föras med spårägare för att utreda aktuell sträcka av spårvägen och dess möjlighet att hantera skyfallsflöden.

VI ÄR WSP

WSP är en av världens ledande rådgivare och konsultbolag inom samhällsutveckling. Med cirka 50 000 medarbetare i över 40 länder samlar vi experter inom analys och teknik, för att framtidssäkra världen.

Tillsammans med våra kunder tar vi fram innovativa lösningar för en mänsklig, trygg och välfungerande morgondag. Så tar vi ansvar för framtiden.

wsp.com

WSP Sverige AB
Box 13033
402 51 Göteborg
Besök: Ullevigatan 19

T: +46 10 7225000
Org nr: 556057-4880
Styrelsens säte: Stockholm
wsp.com

