

©Stockholms Stad

Stockholms stad

Skyfallsutredning Vitsand Norra

Malmö

Slutleverans

2021-09-27

Skyfallsutredning Vitsand Norra

Datum	2021-01-22 2020-04-09 2021-09-27
Uppdragsnummer	1320048592
Utgåva/Status	Slutleverans

Lena Sjögren	Stephanie The, Suzie Béasse	Robert Elfving
Uppdragsledare	Handläggare	Granskare

Ramboll Sweden AB
Lokgatan 8
211 20 Malmö

Telefon 010-615 60 00

Unr 1320048592 Organisationsnummer 556133-0506

Sammanfattning

I Stockholms stad pågår ett arbete med flera nya detaljplaner i området Telestaden, där före detta Televerksområdet i Farsta ska omvandlas till en modern stadsdel med bostäder, skolor, service m.m. Risken för översvämning ska bedömas och planläggningen ska ske så att den blir lämplig i förhållande till risken. Länsstyrelsen i Stockholm har tagit fram riktlinjer för hantering av översvämning till följd av skyfall. Riktlinjerna anger att ny bebyggelse inte ska ta skada eller orsaka skada i samband med översvämning vid minst ett 100-årsregn med klimatkraft 1,25.

Syftet med skyfallsutredningen är att säkerställa att föreslagen exploatering har en lämplig utformning, där både höjdsättningen och tillämpningen av marken beaktas, utan att risken för översvämning ökas i förhållande till nuläget. Föreliggande utredning omfattar detaljplan för den norra delen av området Vitsand.

Planområdet ligger inom det naturliga och tekniska avrinningsområdet till vattenförekomsten Drevviken.

Inom ramen för Vitsand Norras skyfallanalys har två scenarier studerats. Ett nuläggsscenario med de befintliga förutsättningarna och ett framtidsscenario där endast den planerade höjdsättningen för Vitsand Norra tagits med och resterande del av avrinningsområdet har befintliga förutsättningar. Skyfallanalys har utförts med hjälp av en hydrodynamisk ytavrinningsmodell. I en hydrodynamisk ytavrinningsmodell ingår kartering av markavrinning dvs. identifiering av hur ytvattenflöden, rinnstråk och vattenansamlingar varierar över tid. Till skillnad från lågpunktskartering, ger det en mer korrekt bild av de vattennivåer och flödesförhållanden som uppstår till följd av en viss regnhändelse, då modellen kan ta hänsyn till hela översvämningens förlopp och den tröghet som kan uppstå i systemet. Simuleringarna har utförts med ett fiktivt 100-årsregn av typen CDS samt en klimatkraft på 1,25. Varken infiltration eller ledningsnät har modellerats, och resultat visar därmed ett "worst case" scenario.

I dagsläget uppkommer vissa vattensamlingar inom planområdet vid skyfall. Mellan planområdet och Nynäsvägen finns en större lågpunkt dit dagvatten från ett stort avrinningsområde uppströms, där aktuellt planområde och angränsande detaljplan för Telestaden ingår, idag avleds. Från lågpunkten bräddar dagvatten över Nynäsvägen och når ytterligare en lågpunkt mellan Perstorpsvägen och Nynäsvägen, varifrån dagvattnet vid skyfall slutligen når Drevviken. På grund av den samlade bilden kring befintlig skyfallssituation och de utbyggnadsprojekt som pågår inom Telestaden och angränsande områden, behöver översvämningssytor skapas inom Vitsand Norra. Nynäsvägen utgör en viktig transportled och klassas som riksintresse. Belastningen från området vid skyfall får således inte öka jämfört med nuläggsscenarioet.

Ett samordningsarbete kring skyfallsstyr har genomförts och den framarbetade lösningen har testats genom en skyfallssimulering med planerad höjdsättning av området inom ramen för pågående skyfallsutredning. Lösningen är beroende av höjdsättningen inom såväl allmän platsmark som kvartersmark för att skapa en robust och hållbar skyfallshantering inom planområdet.

Föreslagen höjdsättning bedöms ge en acceptabel säkerhetsnivå och påverkar inte framkomligheten till befintlig och ny bebyggelse vid ett skyfall motsvarande ett 100-årsregn. Volymen som rinner från Vitsand Norra efter exploatering och med föreslagna åtgärder minskar jämfört med nuläge. Exploatering av Vitsand Norra bedöms därmed inte försämra översvämningssituationen nedströms planområdet och vid Nynäsvägen.

Innehållsförteckning

1.	Inledning	1
1.1	Syfte.....	1
1.2	Underlag.....	1
1.3	Krav och rekommendationer	2
1.4	Riktvärden och målsättning vid översvämning.....	3
2.	Modellförutsättningar.....	4
2.1	Modelltyp.....	4
2.2	Koordinat- och höjdsystem	5
2.3	Avrinningsområde	5
2.4	Höjdmodell.....	6
2.5	Regn.....	6
2.6	Ledningsnät.....	7
2.7	Infiltration.....	8
2.8	Mannings tal och ytans råhet.....	8
2.9	Randvillkor.....	9
2.10	Ytterligare osäkerheter i modellen.....	9
3.	Scenarier.....	10
4.	Nuläge	10
4.1	Beräknat maximalt översvämningsdjup.....	10
4.2	Beräknat maximalt flux	12
4.3	Flöden och volymer	14
5.	Framtida utformning med åtgärder	15
5.1.1	Park med skyfallsyta.....	17
5.2	Beräknat maximalt översvämningsdjup.....	18
5.3	Beräknat maximal flux	19
5.4	Områden i fokus.....	20
5.4.1	Lågpunkt längs Vitsandsstråket.....	20
5.4.2	Skyfallsytor vid kvarter V4 och V6.....	21
5.4.3	Korsningen mellan Vitsandsstråket/lokalgata 3B	22
5.4.4	Elnätstationer längs Vitsandsgatan.....	23
5.4.5	Lågpunkt söder om Vitsand Norra	23
5.4.6	Konsekvenser för Nynäsvägen.....	23
5.5	Jämförelse mellan befintliga och framtida översvämningsdjup.....	26
6.	Slutsats.....	27

7. Fortsatt arbete28

Tabeller

Tabell 1. Tolkning av översvämnings djupintervall och olägenheter/skador, (MSB, 2014; VTI, 2019; DHI, 2014; COWI, 2016).....	4
Tabell 2. Antagen råhet för samtliga markanvändningar inom modellerat område.9	
Tabell 3. Maximala flöden och totala volymer som rinner igenom tvärsektioner..14	
Tabell 4. Flöden och volymer som rinner till Nynäsvägen från Vitsand Norra vid nuläge och framtida förhållanden	25

Figurer

Figur 1. Avrinningsområde till utredningsområde. Avrinningsområde markeras med svart polygon och plangränsen för Vitsands Norra i röd. Ortofoto 2017: ©Stockholms Stad	5
Figur 2. CDS-regn för ett 100-årsregn med 25% klimatfaktor. Regnintensitet redovisas i millimeter per timme.....	7
Figur 3. Jordartskarta från SGU, hämtad 2020-06-04. Planområdet ungefärligt markerat med svart linje. Bakgrundskarta: Ortofoto 2016, Stockholms stads WMS-tjänst	8
Figur 4. Översikt över beräknat maximalt översvämningsdjup vid ett 100-årsregn och vid nuläge (klimatfaktor 1,25). Ortofoto 2017: ©Stockholms Stad	11
Figur 5.Översikt av relativa maxflöden vid ett 100-årsregn med klimatfaktor 1,25. Flödesriktning markeras med svarta pilar. Inringat område visar var utflödet från planområdet Vitsand Norra möter hela avrinningsområdets huvudflöde. Ortofoto 2017: ©Stockholms Stad.....	13
Figur 6. Max relativt flöde i Vitsand vid ett 100-årsregn med klimatfaktor 1,25. Ortofoto 2017: ©Stockholms Stad	15
Figur 7. Översikt över planområdets framtida utformning. Modifierat utklipp från White Arkitekter (Arbetsmaterial 2020-11-16).....	16
Figur 8. Illustration Sinnenas park längs Vitsandsstråket. Utklipp från White Arkitekter (Arbetsmaterial 2020-12-11). Observera att norr inte är uppåt i figuren.	18
Figur 9. Maximalt översvämningsdjup (m) vid ett 100-årsregn med klimatfaktor1,25 och efter exploatering av Vitsands Norra. Ortofoto 2017: ©Stockholms Stad	19
Figur 10. Maximal flux ($m^3/s/m$) vid ett 100-årsregn med klimatfaktor 1,25 och efter exploatering av Vitsands Norra. Ortofoto 2017: ©Stockholms Stad.....	20
Figur 11. Max djup i lågpunkter vid Vitsandsstråket. Lågpunkten vid norra skyfallsytan markeras med 1 medan lågpunkten sydöst om skyfallsytan markeras med 2. Lågpunkt 2 är enligt modellresultat endast framkomlig för brandbil, men kvarter V6 bedöms som tillgängligt via utmarkerade pilar. Ortofoto 2017: ©Stockholms Stad	21
Figur 12. Flödesvägar till skyfallsytan. Skyfallsytorna är markerade med svarta polygoner. Ortofoto 2017: ©Stockholms Stad	22

Figur 13. Maximalt vattendjup (m) vid korsningen mellan Vitsandsstråket och lokalgata 3B. Ortofoto 2017: ©Stockholms Stad.....	23
Figur 14. Max flöde som passerar Nynäsvägen vid befintliga förhållanden. Vid 1 bräddar vatten från Vitsandsgatan till Nynäsvägen dike. Vid 2 bräddar dike på Nynäsvägen. Ortofoto 2017: ©Stockholms Stad	24
Figur 15. Max flöde som passerar Nynäsvägen efter exploatering av Vitsands Norra. Ortofoto 2017: ©Stockholms Stad	25
Figur 16. Skillnad i vattendjup (m) mellan befintlig och framtida översvämning, maximal utbredning. Område där vattendjup ökar visas med röda nyanser, och område med mindre vattendjup visas med gröna nyanser. Ortofoto 2017: ©Stockholms Stad	26

Skyfallsutredning Vitsand Norra

1. Inledning

I Stockholms stad pågår ett arbete med flera nya detaljplaner i området Telestaden, där före detta Televerksområdet i Farsta ska omvandlas till en modern stadsdel med bostäder, skolor, service m.m.

Risken för översvämning ska bedömas och planläggningen av området ska ske så att den blir lämplig i förhållande till risken. Länsstyrelsen i Stockholm har tagit fram riktlinjer för hantering av översvämning till följd av skyfall. Riktlinjerna anger att ny bebyggelse inte ska ta skada eller orsaka skada i samband med översvämning vid minst ett 100-årsregn med klimatfaktor. Föreliggande utredning omfattar detaljplan för Vitsand Norra.

Vitsand Norra ingår i en större pågående skyfallsutredning för utbyggnadsområdet Telestaden och Karlsviks strand, som bedrivs parallellt av Ramboll. I detta PM redovisas skyfallsanalysen för detaljplanen Vitsand Norra och de eventuella konsekvenser som uppstår i samband med exploateringen. Åtgärder inom kommande intilliggande planer beaktas inte i denna skyfallsutredning.

1.1 Syfte

Ramboll Sweden AB har fått i uppdrag av exploateringskontoret i Stockholms stad att utreda skyfallsfrågan för de planerade exploateringarna Telestaden och Karlsviks Strand, där bland annat detaljplanen för Vitsand Norra ingår. Syftet är att säkerställa att föreslagen exploatering har en lämplig utformning, där både höjdsättningen och tillämpningen av marken beaktas, utan att risken för översvämning ökas i förhållande till nuläget. För att utreda påverkan vid skyfall har bland annat en ytavrinningsmodell skapats i programvaran MIKE 21, baserad på befintliga marknivåer i nuläget, för att identifiera viktiga rinnstråk på markytan vid 100-årsregn samt vid behov kunna beräkna vilka flöden och volymer som behöver hanteras.

Modellen har även använts med syfte att kunna verifiera en acceptabel skyfallssituation för de åtgärder som successivt tagits fram. Modelleringen har skett i flera etapper, där man både tittar på hur översvämningssituationen ser ut om alla detaljplaner färdigställs och var detaljplan för sig. I detta PM redovisas översvämningssituation för nuläge och efter exploatering av endast Vitsand Norra.

1.2 Underlag

I utredningen har följande material använts:

- Publikation P104, Svenskt Vatten, 2011
- Publikation P110, Svenskt Vatten, 2016
- Rekommendationer för hantering av översvämning till följd av skyfall – stöd i fysisk planering, Fakta 2018:5, Länsstyrelserna i Stockholms och Västra Götalands län, 2018
- Kartläggning av skyfalls påverkan på samhällsviktig verksamhet – Framtagande av metodik för utredning på kommunal nivå, MSB, 2014
- Vägledning för skyfallskartering, MSB, 2017
- Hydraulisk modellering av Tyresån, MSB 2013
- LAS-data, Exploateringskontoret, [2020-04-01]
 - o 06568_155.las
 - o 06569_155.las
 - o 06569_156.las
 - o 06570_155.las
 - o 06570_156.las
- Höjddata Grid 1+, Lantmäteriet
- Planerade höjder gata (ej slutgiltiga), Sweco
 - o T02-V003 [2020-12-15]
- Fördjupad dagvattenutredning Norra Vitsand allmän platsmark, Ramboll [2021-01-XX]
- Illustrationsplan och höjddata för allmän platsmark, White Arkitekter
 - o L-30-P-01_vitsandnorraAMP [2020-12-02]
- Illustrationsplan och höjddata för kvartersmark, White Arkitekter
 - o L-30-P-01_vitsandnorra, [2020-12-02]

1.3

Krav och rekommendationer

I Svenskt Vattens publikation P110 nämns som funktionskrav vid anläggande av dagvattensystem att "Extrema skyfall skall kunna hanteras i ytliga system utan att skador uppstår på anläggningar och byggnader". Översvämningsytor och ytliga avledningsstråk behöver därför identifieras vid en skyfallskartering och dessa ytor ska lämpligen behållas fria från bebyggelse. Om man ändå bestämmer sig för att bebygga i ett sådant område måste skyfallet hanteras med en säker höjdsättning av bebyggelsen.

Idag finns det inte ett nationellt regelverk för vilken säkerhetsnivå som översvämningsrisken till följd av skyfall bör utvärderas för. I första hand bör därmed regionala krav följas och därefter varje enskild kommuns.

I "Rekommendationer för hantering av översvämning till följd av skyfall – stöd i fysisk planering" har Länsstyrelserna i Stockholm och Västra Götalands län tagit fram en översiktlig handbok på krav som borde tillämpas vid utvärdering av skyfall för enskilda detaljplaner.

Länsstyrelsen rekommenderar att:

- "Ny bebyggelse planeras så att den inte tar eller orsakar skada vid en översvämning från minst ett 100-årsregn."

- "Risken för översvämning från ett 100-årsregn bedöms i detaljplan och eventuella skyddsåtgärder säkerställs"
- Säkerhetsnivån bör vara ett regn med minst en återkomsttid på 100 år, dvs ett regn som uppkommer endast en gång var hundra år, och bör ha en klimatkfaktor om 1,2-1,4 för att ta hänsyn till de förväntade klimatförändringarna. Klimatkfaktor bestäms utifrån regionala skillnader.
- "Samhällsviktig verksamhet ges en högre säkerhetsnivå och planeras så att funktionen kan upprätthållas vid en översvämning"
- "Framkomligheten till och från planområdet bedöms och ska vid behov säkerställas." Detta innebär främst att räddningsfordon ska kunna ta sig in och ut från området.

I den klargörs även att en lågpunktskartering är ett ofullständigt beslutsunderlag för både detalj- och översiktsplaner, då metoden inte tar hänsyn till tidsaspekten och kan därmed inte bedöma de flöden som uppkommer.

1.4

Riktvärden och målsättning vid översvämning

Idag råder det ingen konsensus om vilka riktvärden som bör tillämpas för att avgöra graden av översvämningsrisken. Oftast används vattendjupet och vattenhastigheten som en funktion för att beskriva översvämningsrisken. Stockholms län har inte tagit fram konkreta riktlinjer för vilka vattendjup och vattenhastigheter som utgör olika risker.

Målsättningen är att detaljplanen ska klara ett 100-årsregn med klimatkfaktor 1,25 utan att skador inom planområdet uppkommer och utan att situationen försämrats för befintlig bebyggelse utanför planområdet. Framkomligheten på vägar inom planområdet ska inte begränsas, d.v.s. vattendjupet ska vara mindre än 0,2 m för att vägen ska vara framkomligt för samtliga fordon, se Tabell 1. Högre vattendjup kan accepteras på delar av gatan så länge det finns utrymningsvägar som inte är blockerade alternativt om en del av gatan med högst 0,2 m vatten som är tillräckligt bred för att räddningstjänstens fordon ska kunna ta sig fram. Idag existerar inga konkreta riktlinjer för vid vilka översvämningsdjup som skador uppkommer och bedöms som acceptabla eller inte. För att få en ungefärlig uppfattning om konsekvenser vid olika översvämningsdjup kan djupintervallen i Tabell 1 som är en sammanställning av flera studier (MSB, 2014; VTI, 2019; DHI, 2014; COWI, 2016). Flera av dessa hänvisar till att skador redan uppkommer vid 0,2 m översvämningsdjup.

Tabell 1. Tolkning av översvämnings djupintervall och olägenheter/skador, (MSB, 2014; VTI, 2019; DHI, 2014; COWI, 2016).

Djupintervall	Olägenheter/skador
0 - 0,1	Liten/ringa sannolikhet för olycka*
0,1 - 0,2	Besvärande framkomlighet för personbilar (polis- och ambulansbilar) Viss risk för funktionsnedsatta Liten/ringa sannolikhet olycka för barn
0,2 – 0,5	Ej möjligt att ta sig fram med personbil så som polis- och ambulansbil, men större räddningsfordon såsom brandbil kan passera Påtaglig risk för olycka
> 0,5	Stor risk för olycka för barn, Hög sannolikhet för olycka för vuxen Stora materiella skador

*Vid mycket höga vattenhastigheter kan även vattendjup under 0,1 m ge upphov till skador men då man saknar kännedom om gränsvärden bortser man från det i den utförda utredningen

Utöver översvämningsdjupet kan även vattenhastigheten ha betydelse för konsekvenserna. Vid mycket höga vattenhastigheter kan risk för hälsa och liv uppstå redan vid mindre vattendjup, t ex blir det svårt för en människa (i synnerhet barn) att hålla sig upprätt och inte "följa med strömmen". För att få en uppfattning om riskerna bör därför översvämningsdjup och flödes hastighet studeras parallellt.

2. Modellförutsättningar

I följande avsnitt beskrivs de förutsättningar som legat till grunden för uppbyggnaden av skyfallsmodellen.

2.1 Modelltyp

Modellen har upprättats i DHI:s mjukvaruprogram MIKE21, som är ett verktyg för hydrodynamisk modellering av flöden på en yta. I en hydrodynamisk ytavrinningsmodell ingår kartering av markavrinning dvs. identifiering av hur ytvattenflöden, rinnstråk och vattenansamlingar varierar över tid. Till skillnad från lågpunktskartering, ger det en mer korrekt bild av de vattennivåer och flödesförhållanden som uppstår till följd av en viss regnhändelse, då modellen kan

ta hänsyn till hela översvämningsförloppet och den tröghet som kan uppstå i systemet.

Denna modell tar ej hänsyn till hur ledningsnätet samverkar med den ytliga avrinningen, med undantag för två större trummor under Nynäsvägen, som sammankopplar detaljplanerna Klockelund och Mårbacka. Dessa har beskrivits i DHI:s mjukvaruprogram MIKE URBAN som är ett verktyg för hydraulisk 1D-modellering.

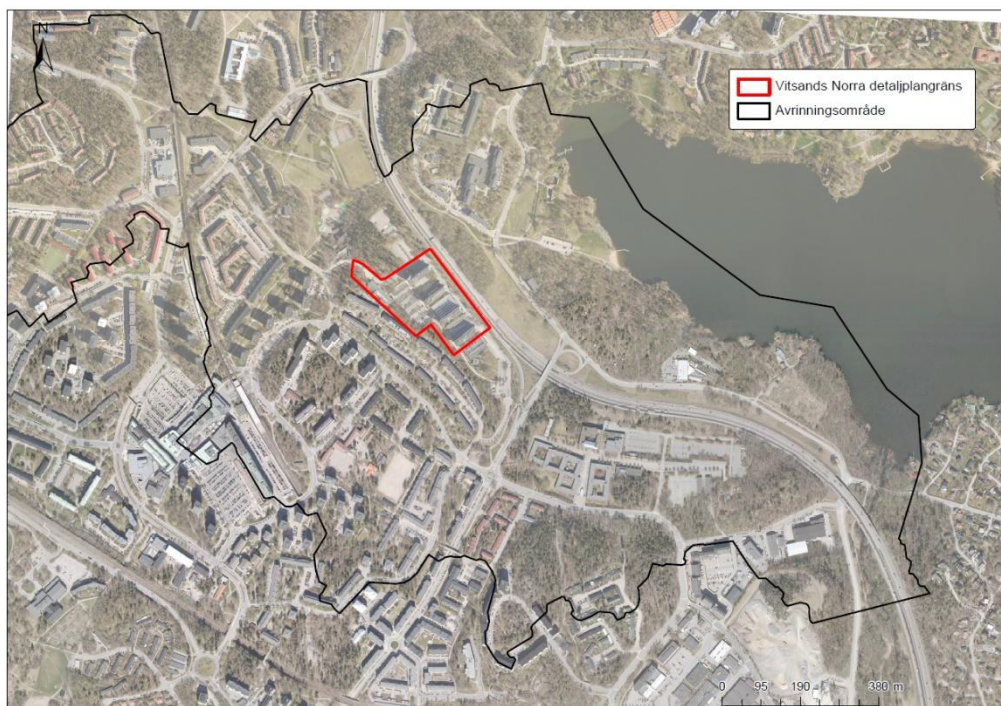
2.2 Koordinat- och höjdsystem

För underlag och arbetsmaterial i denna utredning används koordinatsystemet SWEREF99 18 00 och höjdsystemet RH2000.

2.3 Avrinningsområde

Systemgränsen för ytvattenmodellen utgörs av det naturliga avrinningsområde som berör planområdet. Avgränsningen av avrinningsområdet har tagits fram med hjälp av det webbaserade programmet SCALGO Live och ArcGIS.

Avrinningsområdet tar inte hänsyn till det tekniska avrinningsområdet i form av VA-nätet eller andra kulvertar som eventuellt korsar den ytliga gränsen för avrinningsområdet. Avgränsningen redovisas med svart polygon i Figur 1.



Figur 1. Avrinningsområde till utredningsområde. Avrinningsområde markeras med svart polygon och plangränsen för Vitsands Norra i röd. Ortofoto 2017: ©Stockholms Stad

2.4

Höjdmodell

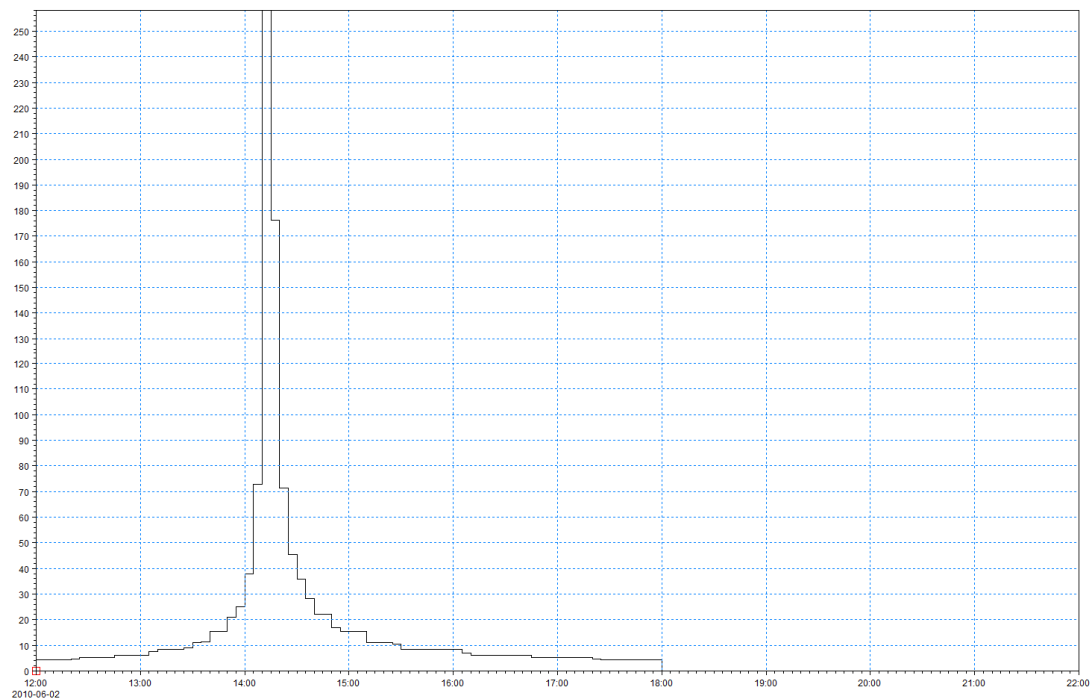
Höjdmodellen har utgått från Stockholms stads egna terrängmodell (baserad på laserskanning) som har upplösningen 0,5 x 0,5 m. På grund av avrinningsområdets storlek har vi valt att använda upplösningen 1 x 1 m, vilket minskat simuleringstiden. En del av de yttre delarna av avrinningsområdet har kompletterats med data som hämtats från Scalgo Live med samma upplösning. Höjdmodellen har modifierats på ett antal ställen för att beskriva broar, tunnlar, murar och andra strukturer som har betydelse för vattnets rinnväg.

Ramboll har bedömt i samråd med Stockholms stad att antagna detaljplaner som vunnit laga kraft och kan komma att påverka skyfallssituationen ska ses som en del av de befintliga förutsättningarna. Fyra detaljplaner har identifierats; Våldö, Sunneplan, Klockelund och Perstorp. Utifrån en preliminär kännedom om höjdförutsättningarna har detaljplanerna för Våldö och Sunneplan bedömts inte ha mer än försumbar inverkan på översvämningssituationen och har därmed inte arbetats in i den upprättade modellen.

2.5

Regn

Simuleringarna har utförts med ett fiktivt 100-årsregn av typen CDS samt en klimatkfaktor på 1,25, enligt riktlinjer i Svenskt Vattens publikation P104, (Svenskt Vatten, 2011). Användningen av CDS-regn rekommenderas vid planering av skyfall, då metoden tar hänsyn till flera varaktigheter. Regnet har en total varaktighet på 6 h och ger en total volym på 105,6 mm. Efter de första 6 timmarna har simuleringen pågått ytterligare 4 h för att säkerhetsställa att större vattenrörelser avstannat och maximala översvämningdjup uppnåtts. Den totala simuleringstiden är således 10 h. Det antagna regnet visas i Figur 2.



Figur 2. CDS-regn för ett 100-årsregn med 25% klimatfaktor. Regnintensitet redovisas i millimeter per timme.

2.6

Ledningsnät

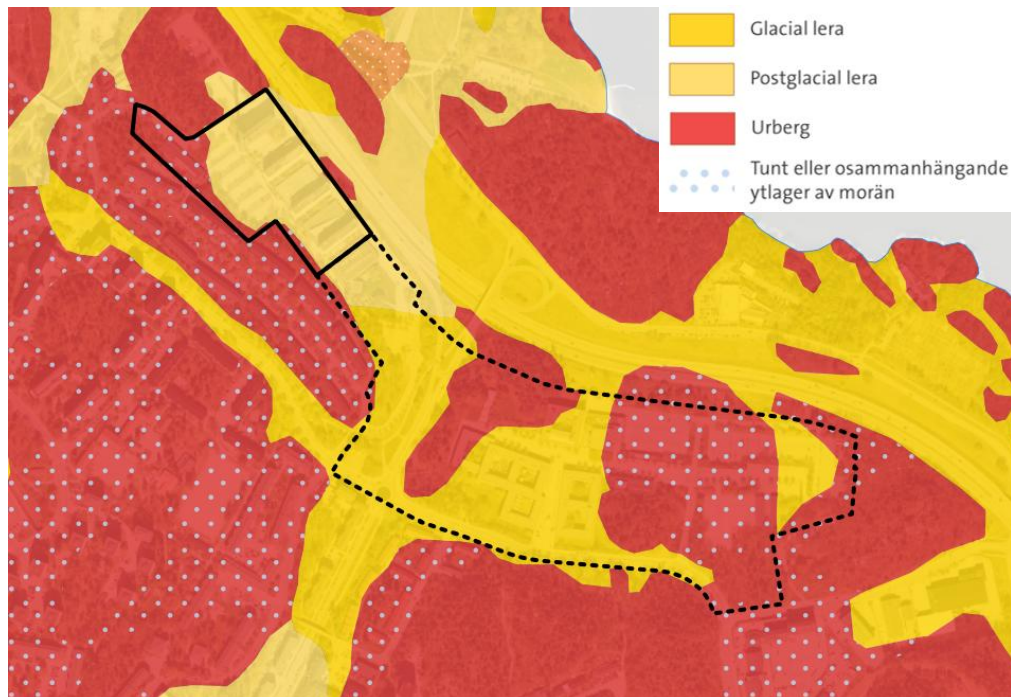
Modellen är uppbyggd utifrån ett "worst case" scenario. Det innebär att ledningarna under en sådan här extremhändelse antas vara fullt och att eventuella brunnar är igensatta av material som dras med i ytflödet. Modellen tar således inte hänsyn till ledningsnätets avledningssförmåga. Det betyder i sin tur att översvämningar där vatten trycks upp från ledningsnätet inte visas i resultat från modellen.

2.7

Infiltration

Enligt SGU:s jordartskarta består jordarterna inom planområdet främst av glacial- och postglacial lera blandat med partier med berg i dagen (Figur 3). På sina håll överlagras urberget av ett tunt eller osammanhängande ytlager av morän.

På grund av den rikliga förekomsten av lera och berg i dagen bedöms möjligheterna till infiltration vara mycket begränsade inom utredningsområdet, varpå vi inte tagit hänsyn till infiltration i modellen. Eventuell infiltration får ses som en säkerhetsmarginal.



Figur 3. Jordartskarta från SGU, hämtad 2020-06-04. Planområdet ungefärligt markerat med svart linje. Bakgrundskarta: Ortofoto 2016, Stockholms stads WMS-tjänst.

2.8

Mannings tal och ytans råhet

Markytans råhet, dvs den tröghet som marken utövar på vattnet, påverkar flödes hastigheter och översvämningsutbredningen och beskrivs i modellen med hjälp av Manningstal ($m^{1/3}/s$) enligt Tabell 2. Det kan generellt sägas att hårdgjorda, släta ytor ger ett lågt flödesmotstånd och förknippas med höga Manningstal. Skrovligare ytor så som naturmark leder till ett större flödesmotstånd och förknippas med lägre Manningtal. Manningstalen har definierats utifrån områdets markanvändning, där värden hämtats från MSB (2014) och Vägverket (2008). Sammanställda värden kan utläsas av Tabell 2. I verkligheten är variationen i råhet mycket större. Detta bedöms ha försumbar påverkan på resultaten på en översiktlig nivå.

Tabell 2. Antagen råhet för samtliga markanvändningar inom modellerat område

Markanvändning	Mannings tal
Asfalterade ytor	50
Tak	20
Berg i dagen	20
Naturmark	10
Forsån	80
Drevviken	5

2.9

Randvillkor

På östra sidan om modellområdet ligger vattendraget Forsån, som vidare mynnar ut i sjön Drevviken i norr. Vattnet rinner därefter österut mot Östersjön och har i modellen ansatts som en öppen systemgräns, vilket innebär att vattnet kan rinna igenom gränsen. Utifrån erhållen LAS-data har Drevvikens normalnivå ansatts att ligga på +19,9.

I MSBs översvämningskartering av vattendrag "Tyresån" från 2013 modellerades vattendraget Tyresån för återkomsttiderna 100-, 200-flöde samt BHF, där Forsån och Drevviken ingår. Utredningen visade att vattennivån som inställde sig vid ett 100-årsflöde var ungefär +21,9.

Vid ett 100-årsregn antas vattennivån i Forsån och Drevviken ligga mellan normalnivån och 100-årsnivån. Vattennivån har således ansatts till +21,14 i skyfallsmodellen. Utifrån MSBs resultat bedöms Drevviken och Forsån få samma vattennivå vid ett skyfall, varpå man ansatt samma vattennivåer.

2.10

Ytterligare osäkerheter i modellen

Ytterligare osäkerheter som kan påverka modellresultatet:

- Höjdsättningen är preliminär på grund av det tidiga skedet och kan komma att förändras, framförallt inne på kvartersmark.
- Sårbarhetsanalys och kalibrering har ej genomförts.
- Modellresultatet bedöms ge en felmarginal för vattendjup på $\pm 0,05$ m.

3. Scenarier

Inom ramen för Vitsand Norras skyfallanalys har två scenarier studerats. Ett nulägesscenario med de befintliga förutsättningarna och ett framtidsscenario där endast den planerade höjdsättningen för Vitsand Norra tagits med och resterande del av avrinningsområdet har befintliga förutsättningar

Under arbetets gång har Ramboll haft ett nära samarbete med andra teknikområden som Landskap och Gata för att säkerställa att förslaget som förankras uppfyller kraven för skyfall. Modellen för framtidsscenario inkluderar skyfallsåtgärder som föreslås i dagvattenutredningen (Ramboll, 2021), dvs skyfallsytor i parken samt föreslagen höjdsättning.

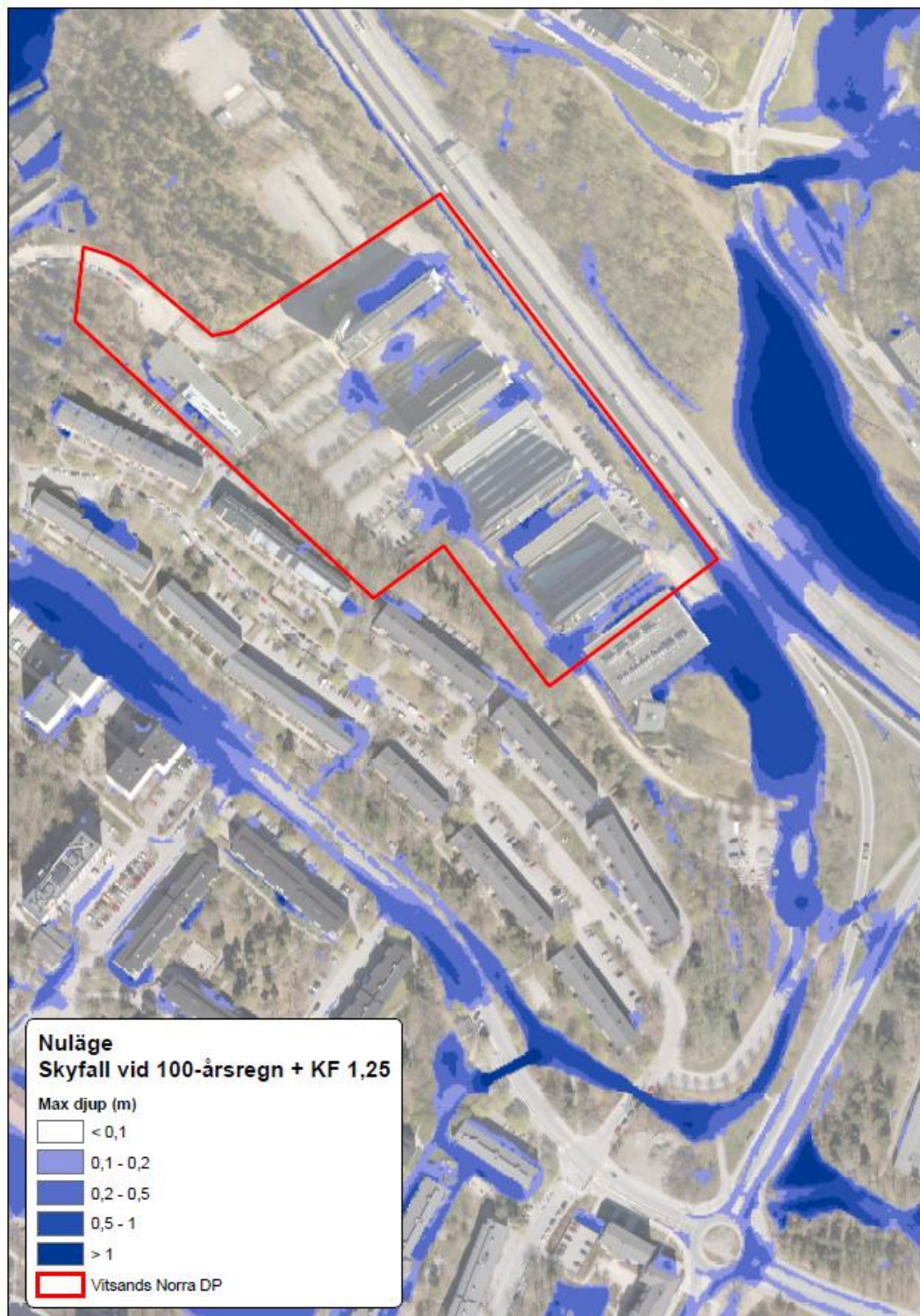
4. Nuläge

En simulering av skyfall vid befintliga förhållanden har genomförts. Resultat redovisas översiktligt i 4.1 och i 4.2.

4.1 Beräknat maximalt översvämningsdjup

I Figur 4 visas maximal marköversvämning (vattendjup) vid ett 100-årsregn med klimatkfaktor (kf) 1,25 (25%) för befintliga förhållanden. Resultatet visar översvämning i större lågpunkter, längs med Vitsandsstråket och inom kvartersmark inom planområdet.

Betydande vattenvolymer ansamlas även utanför planområdet i lågpunkter sydost om Vitsand Norra och på andra sidan Nynäsvägen.



Figur 4. Översikt över beräknat maximalt översvämningsdjup vid ett 100-årsregn och vid nuläge (klimatfaktor 1,25). Ortofoto 2017: ©Stockholms Stad

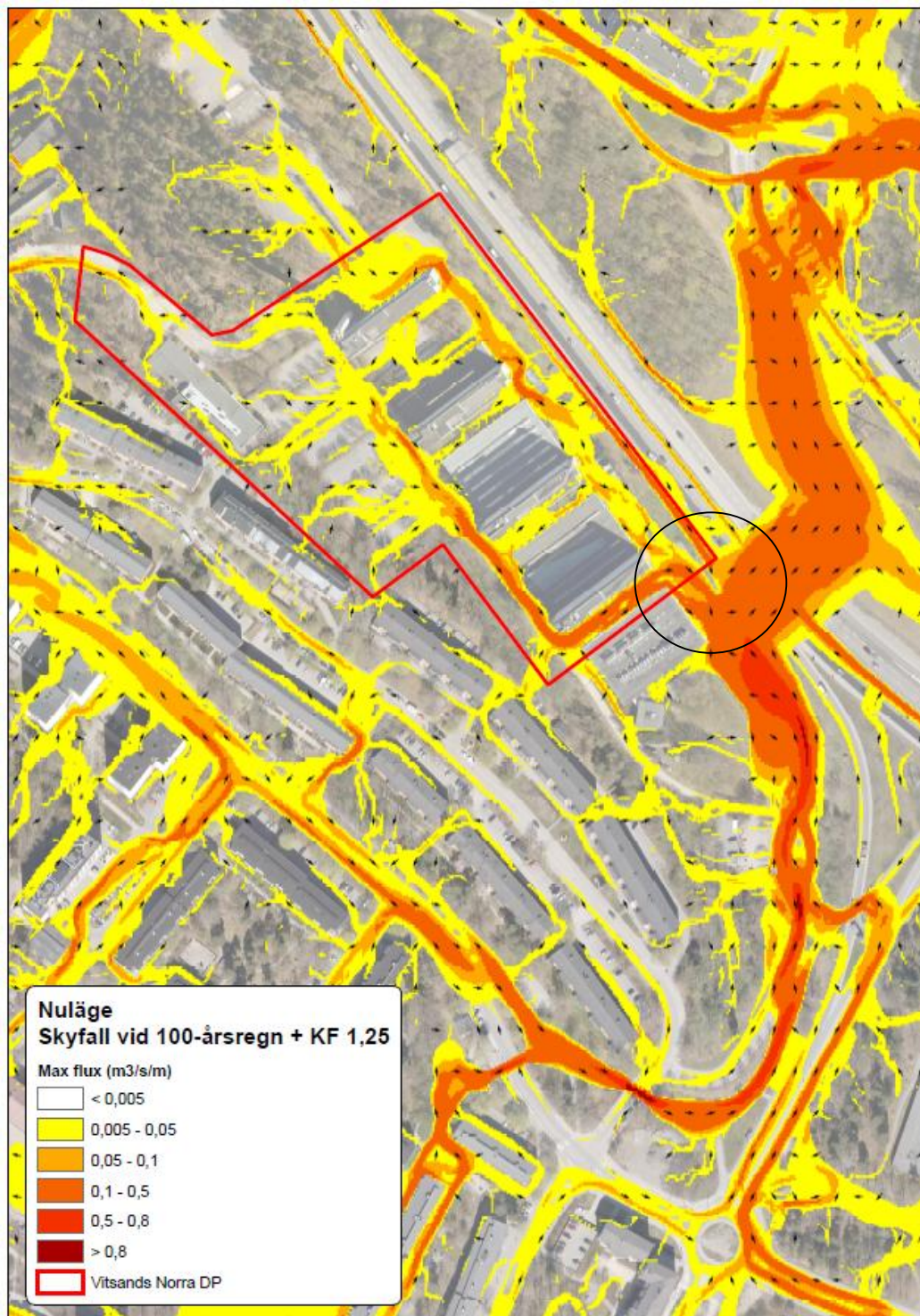
4.2

Beräknat maximalt flux

I Figur 5 presenteras hur det relativa flödet och dess potentiella översvämningsutbredning längs med flödesvägarna ser ut för befintliga förhållanden. Flödespilarna representerar en momentanbild av flödesriktningen vid maximal flödeshastighet. Notera att maximalt flöde och flödeshastighet inte nödvändigtvis inträffar samtidigt som maximalt vattendjup under översvämningsförloppet och parallella slutsatser ska därmed göras med försiktighet.

Stora flödesvägar identifieras av mörkare nyanser av orange/rött, men även genom flödesvägens bredd. Avrinningsområdets huvudflöde berör planområdets sydöstra hörn där det sammanstålar med Vitsand Norras i princip totala utflöde. Det totala flödet passerar en stor lågpunkt innan det bräddar över Nynäsvägen och når en ytterligare befintlig lågpunkt mellan Perstorpsvägen och Nynäsvägen. Från denna lågpunkt bräddar vattnet vidare norrut och slutligen till Drevviken vid Hökarängsbadet. Det stora flödet generas främst av området sydväst om Östmarksgatans GC-port samt från områden sydöst om Ågesta Broväg.

Inom planområdet finns främst två huvudstråk som rinner söderut längs med Vitsandsgatan respektive Vitsandsstråket. Flödet längs med Vitsandsgatan genereras av naturmarken norr om planområdet samt från kvarter V5. Vitsandsstråket omhändertar vatten som avrinner från parkeringsområdet i väst och kvarter V5 i öst. Flödena möts därefter i det sydöstra hörnet av den mest sydliga byggnaden innan det rinner ut från planområdet och möter avrinningsområdets stora huvudflöde, se markering med svart ring i Figur 5. Detaljer om flöden och volymer som passerar inom flödesvägar i området redovisas i avsnitt 4.3.



Figur 5. Översikt av relativa maxflöden vid ett 100-årsregn med klimatfaktor 1,25. Flödesriktning markeras med svarta pilar. Inringat område visar var utflödet från planområdet Vitsand Norra möter hela avrinningsområdets huvudflöde. Ortofoto 2017: ©Stockholms Stad

4.3

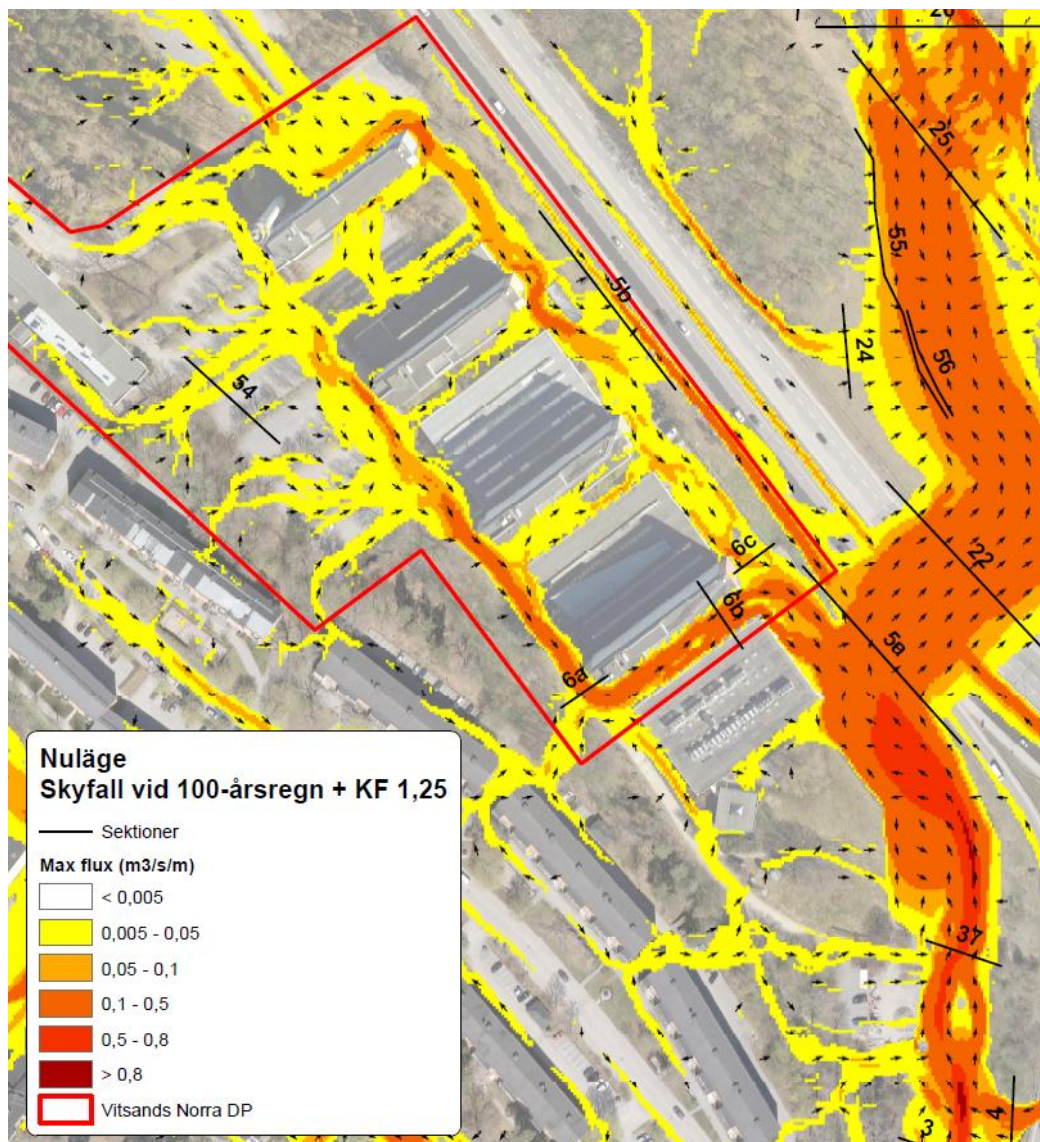
Flöden och volymer

Skyfallsvatten som rinner till lågpunkt inom Vitsand kommer dels från Vitsand Södra genom sektion 3 och från Ågesta broväg genom sektion 4 (se Figur 6), men också från Vitsand Norra genom sektioner 6b och 6c. Maxflöde samt total volym som passerar olika tvärsektioner under simuleringen redovisas i Tabell 1.

Huvudflödet som rinner till den stora lågpunkten innan Nynäsvägen (utanför planområdet), kommer från uppströms liggande områden i södra delen av avrinningsområdet. Volymen som passerar över Nynäsvägen beräknas till 28 100 m³, varav 5 090 m³ kommer från Vitsand Norra. Vattnet som rinner längs Vitsandsgatan bräddar till Nynäsvägens dike vid sektion 5b (se Figur 6). Totalt är det 820 m³ som rinner från Vitsand Norra till vägdiket genom sektion 5b.

Tabell 3. Maximala flöden och totala volymer som rinner igenom tvärsektioner

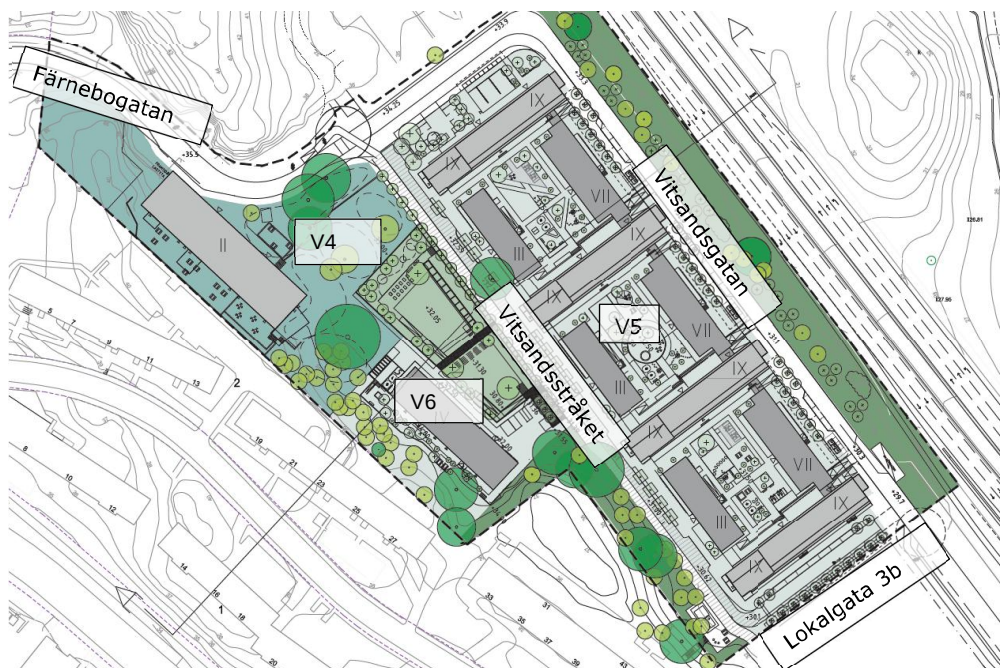
Tvärsektion	Max flöde [m ³ /s]	Total volym [m ³]
3	3,83	12 690
4	1,43	7 700
5a	7,55	25 200
5b	0,52	820
6b	1,54	3 060
6c	0,56	1 210
22	8,88	28 100



Figur 6. Max relativt flöde i Vitsand vid ett 100-årsregn med klimattfaktor 1,25.
Ortofoto 2017: ©Stockholms Stad

5. Framtida utformning med åtgärder

I Figur 7 ses en översikt av den utformning som planeras inom detaljplanen för Vitsand Norra.



Figur 7. Översikt över planområdets framtida utformning. Modifierat utklipp från White Arkitekter (Arbetsmaterial 2020-11-16).

För en mer detaljerad beskrivning av utformningen hänvisas läsaren till Rambolls (2021) dagvattenutredning "Fördjupad dagvattenutredning Vitsand Norra Allmän platsmark", (Ramboll, 2021). Höjdmodellen inkluderar dock inte omskevnin av Vitsandsstråket till fastigheter och inte heller vändplatsen vid korsningen Vitsandsgatan/Lokalgata 3B, då förslaget på utformningen inte var känt vid tidpunkten för modellkörningen Detta bedöms inte påverka skyfallsavrinning oavsett om vändplanen planeras läggas med eller utan kantsten.

I detaljplan planeras lokalgata 3B breddas jämfört med nuläge. Sydost om lokalgata 3B har därmed ett antagande gjorts om att befintlig byggnad delvis rivs för att få plats för lokalgata 3B alternativt att en ny byggnad uppförs. Om byggnaden rivs helt och en ny byggnad inte uppförs erhålls en mer gynnsam situation för skyfallshanteringen.

Länsstyrelsen övergripande krav är att planområdet inte får förvärra översvämningssituationen för planerad och befintlig bebyggelse. Nynäsvägen utgör en av Trafikverkets viktiga transportleder som klassas som riksintresse. Flödesvägen som passerar Nynäsvägen utgör den största flödesvägen i hela avrinningsområdet och att omdirigera den skulle vara ett väldigt stort och kostsamt arbete. Stadens målsättning för skyfallsarbetet är att inte öka översvämningssituationen som finns vid Nynäsvägen jämfört med nuläge. Belastningen från området får således inte öka i samband med genomförandet av detaljplanen för Vitsand Norra, då allt vatten som avrinner från området passerar Nynäsvägen.

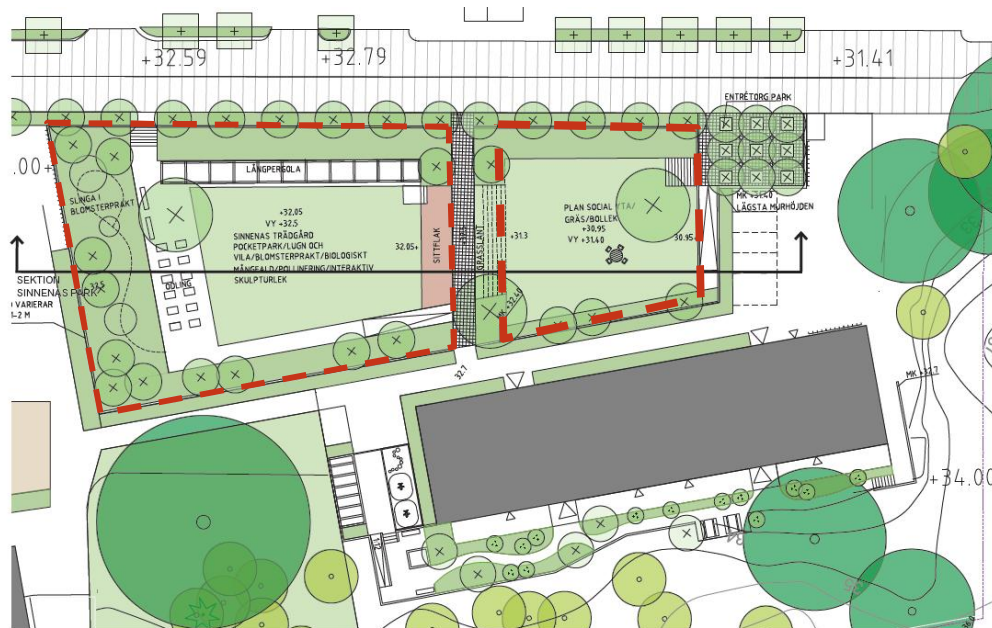
Skyfallshanteringen bör därför säkerställa att utflödet från området inte är större än i dagsläget och skapa de förutsättningar som krävs för att fördröja skyfallsvolymer.

5.1.1 Park med skyfallsyta

För att inte belasta befintliga områden nedströms planområdet med tillrinnande vatten vid skyfall behöver skyfallsytor som fångar upp ytligt avrinnande dagvatten skapas inom planområdet.

I befintligt läge ryms ungefär 150 m³ inom lågpunkter i Vitsand Norra, och volymen stående vatten inom planområdet stiger även till 2 000 m³ vid beräknat maximalt vattendjup. Totalt sett är det ungefär 4 500 m³ som rinner från Vitsands Norra till nedströms liggande områden under ett 100-årsregn med klimatfaktor 1,25, och för att inte öka flödet som rinner till Nynäsvägen i samband med exploatering av Vitsand Norra behövs skyfallsytor inom planområdet som skapas rymma minst 600 m³.

Längs Vitsandsstråket planeras parkytor utformas med nedsänkta ytor för att nyttjas för sådan skyfallshantering. Då utrymmet för gröna vistelseytor inom området är begränsat behöver skyfallsytorna vid kvarter V4 och V6 gestaltas som multifunktionella ytor med god tillgänglighet. För att hantera stora volymer vid skyfall behöver ytorna vid kvarter V4 och V6 göras nedsänkta och vattnet måste kunna avledas dit ytligt. Eftersom skyfallsytorna ska hantera vatten från så stor del som möjligt av detaljplanen, medför det att de ska vara tillgängliga för dagvatten från såväl kvartersmark som allmän platsmark. Utformning och lokalisering av ytor för skyfallshantering redovisas i Figur 8. Parken utformas med två avskilda rum som vardera har en nedsänkning på ca 0,5 m mot omgivande mark. Beräknad tillgänglig volym för skyfall är ca 600 m³. Dagvatten från GC-bana och Vitsandsstråket leds ytligt till skyfallsytor med hjälp av nollad kantsten och fartgupp/inverterade fartgupp i gatan. Bräddbrunnar placeras i de nedsänkta ytorna för långsam avtappning. Buskage som eventuellt planeras utmed GC-vägen får inte göras så tät så att vattnet inte kan passera.

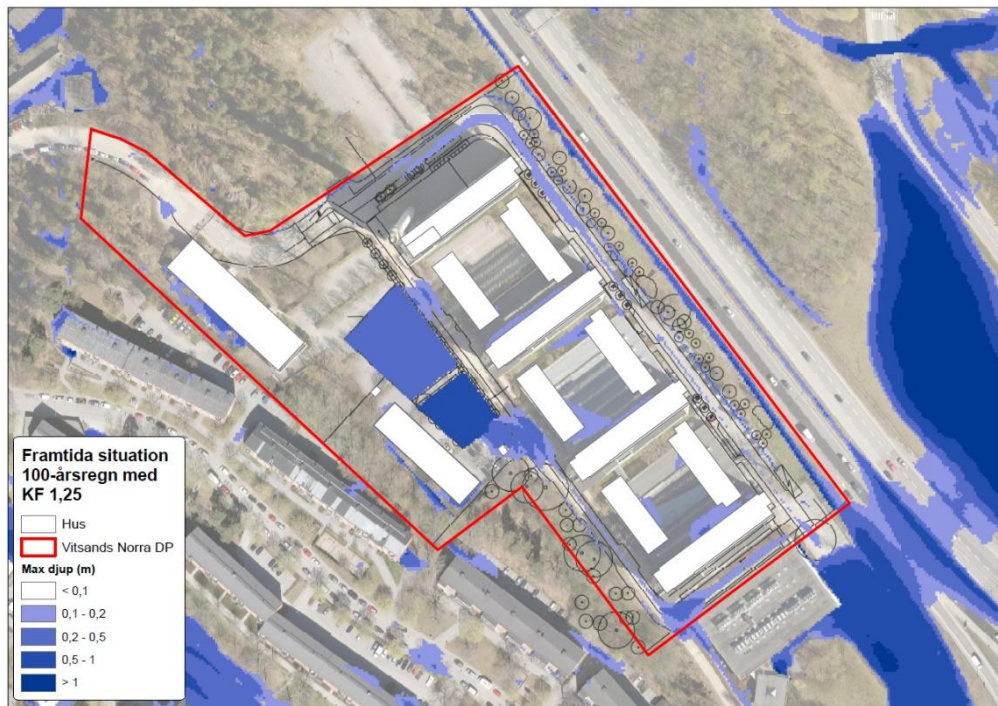


Figur 8. Illustration Sinnenas park längs Vitsandsstråket. Utklipp från White Arkitekter (Arbetsmaterial 2020-12-11). Observera att norr inte är uppåt i figuren.

5.2

Beräknat maximalt översvämningsdjup

I Figur 9 visas en översikt över beräknat maximalt vattendjup vid ett 100-årsregn med klimatfaktor 1,25 och 6 timmar varaktighet efter exploatering av Vitsand Norra. En detaljerad analys av djupet för olika områden redovisas i kapitel 5.4, och jämförelsen mellan maximala vattendjupen i nuläget och efter exploatering av Vitsand Norra visas i kapitel 5.5.

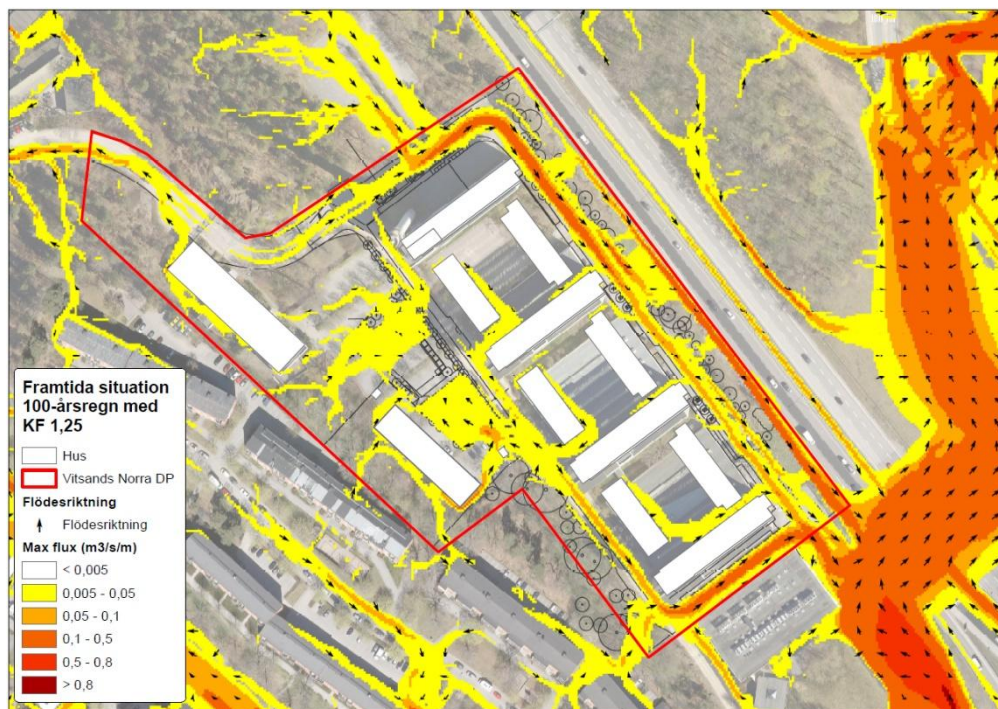


Figur 9. Maximalt översvämningsdjup (m) vid ett 100-årsregn med klimatkfaktor1,25 och efter exploatering av Vitsands Norra. Ortofoto 2017: ©Stockholms Stad

5.3

Beräknat maximal flux

I Figur 10 visas en översikt över beräknat maximal flux (relativt flöde) vid ett 100-årsregn med klimatkfaktor 1,25 och 6 timmar varaktighet efter exploatering av Vitsand Norra. En detaljerad analys av flöde för olika områden redovisas i kapitel 5.4.



Figur 10. Maximal flux ($\text{m}^3/\text{s}/\text{m}$) vid ett 100-årsregn med klimatkfaktor 1,25 och efter exploatering av Vitsands Norra. Ortofoto 2017: ©Stockholms Stad

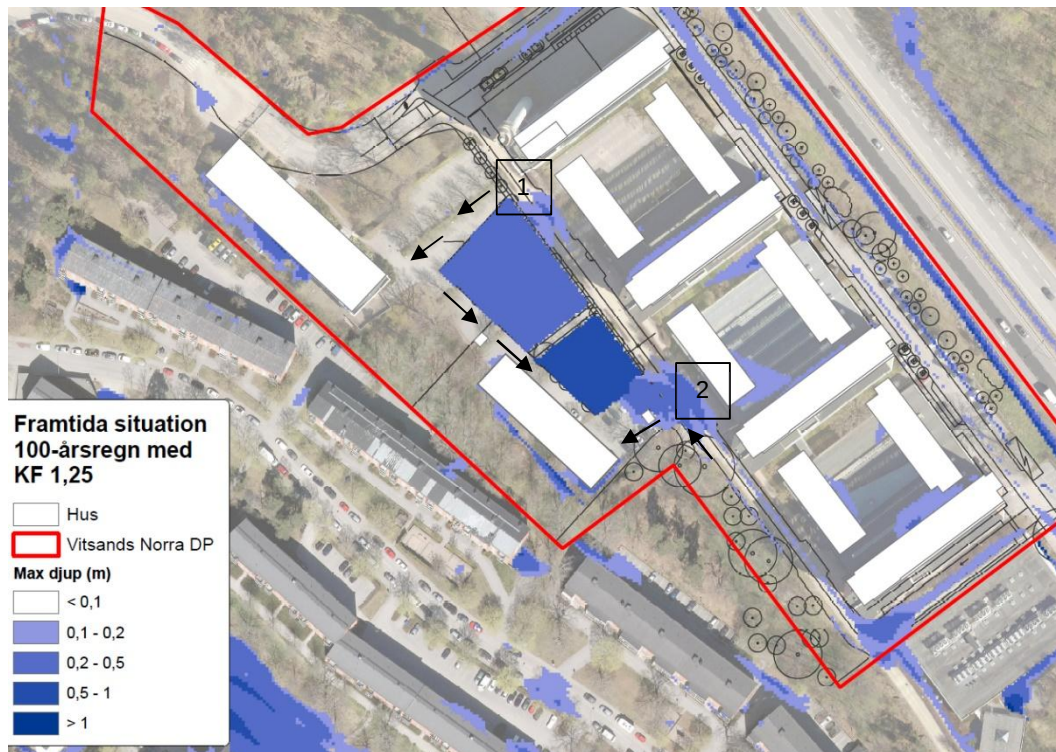
5.4 Områden i fokus

5.4.1 Lågpunkt längs Vitsandsstråket

Det finns två lågpunkter längs Vitsandsstråket. Den första ligger vid den norra skyfallsytan och markeras med 1 i Figur 11 och den andra ligger sydöst om södra skyfallsytan och markeras med 2 i Figur 11.

Vid skyfall samlas det som mest upp till 0,3 m vatten i lågpunkt 1, med en vattennivå som beräknas stiga till +32,89. Översvämningsdjupet i övrigt håller sig under 0,2 m varpå lågpunkt 1 bedöms som framkomlig för både personbilar och utryckningsfordon.

Vid lågpunkten 2 stiger vattennivå upp till +31,7, och djupet upp till 0,35 m. Längs GC-vägen beräknas vattendjupet stiga till ca 0,2-0,3 m. Lågpunkten 2 bedöms därmed endast vara framkomlig för större räddningsfordon (brandbil) vid skyfall, eftersom översvämningsdjup blir större än 0,2 m i hela gatusektionen. Kvarter V6 bedöms som tillgängligt för samtliga fordon från Vitsandsstråket, via kvarter V4 samt via sydöstra hörnet av kvarter V6, se Figur 11.



Figur 11. Max djup i lågpunkter vid Vitsandsstråket. Lågpunkten vid norra skyfallsytan markeras med 1 medan lågpunkten sydöst om skyfallsytan markeras med 2. Lågpunkt 2 är enligt modellresultat endast framkomlig för brandbil, men kvarter V6 bedöms som tillgängligt via utmarkerade pilar. Ortofoto 2017: ©Stockholms Stad

5.4.2

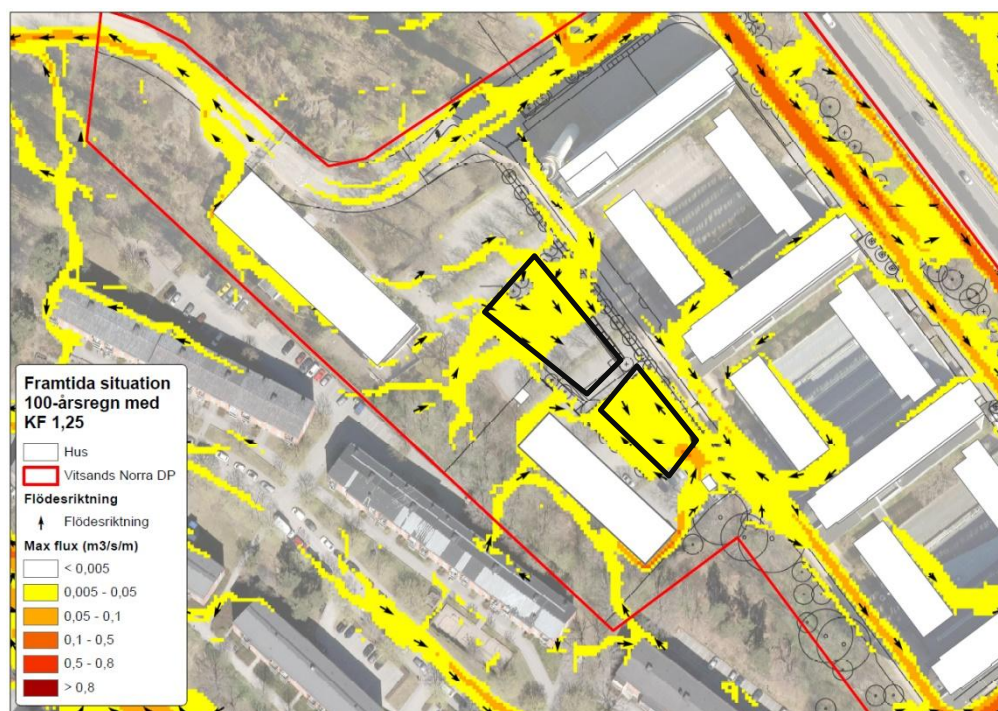
Skyfallsytor vid kvarter V4 och V6

I Figur 12 redovisas flödesvägar till skyfallsytor vid ett 100-årsregn. Det är främst kvartersmark inom V4 samt norra delen av V5 och Vitsandsstråket som rinner till parkytan. Utifrån genomförd simulering beräknas det stå 510 m³ inom den norra skyfallsytan och 140 m³ inom den södra. Totalt står det då 650 m³ inom parken.

Sydöst om den södra skyfallsytan ligger en lågpunkt belägen på Vitsandsstråket och direkt söder om den finns en höjdrygg som utgör tröskelnivån för området (+31,57). I början av skyfallet kommer vattnet att rinna mot lågpunkten och vidare in till den södra skyfallsytan. När skyfallsytorna så småningom fyllts till bredden bräddar vattnet tillbaka till lågpunkten på Vitsandsstråket och rinner vidare mot korsningen med lokalgata 3B.

Tröskeln är styrande för vattennivån i området uppströms punkten, däribland den södra skyfallsytans vattennivå vilket betyder att vattnet kommer att stiga till tröskelnivåns höjd (+31,57) innan vattnet tippar över och rinner vidare mot lokalgata 3B. Det maximala vattendjupet inom södra skyfallsytan stiger därmed till 0,6 m även om skyfallsytan är utformad för ett 0,5 m vattendjup.

Ur en skyfallssynvinkel bedöms att tröskeln på Vitsandsstråket bör behållas för att säkerställa att utflöde från planområdet inte ökar.



Figur 12. Flödesvägar till skyfallsytor. Skyfallsytorna är markerade med svarta polygoner. Ortofoto 2017: ©Stockholms Stad

5.4.3

Korsningen mellan Vitsandsstråket/lokgata 3B

Det beräknas bli en vattensamling på upp till 0,33 m i korsningen, med en vattennivå som ligger på +30,43. Vattendjupet på GC-banan längs vägen överstiger inte 0,2 m, korsningen bedöms därmed vara framkomlig för både personbilar och räddningsfordon.

Eventuell rivning av byggnaden söder om lokalgata 3B bedöms påverka vattendjupet i korsningen marginellt.



Figur 13. Maximalt vattendjup (m) vid korsningen mellan Vitsandsstråket och lokalgata 3B. Ortofoto 2017: ©Stockholms Stad

5.4.4 Elnätstationer längs Vitsandsgatan

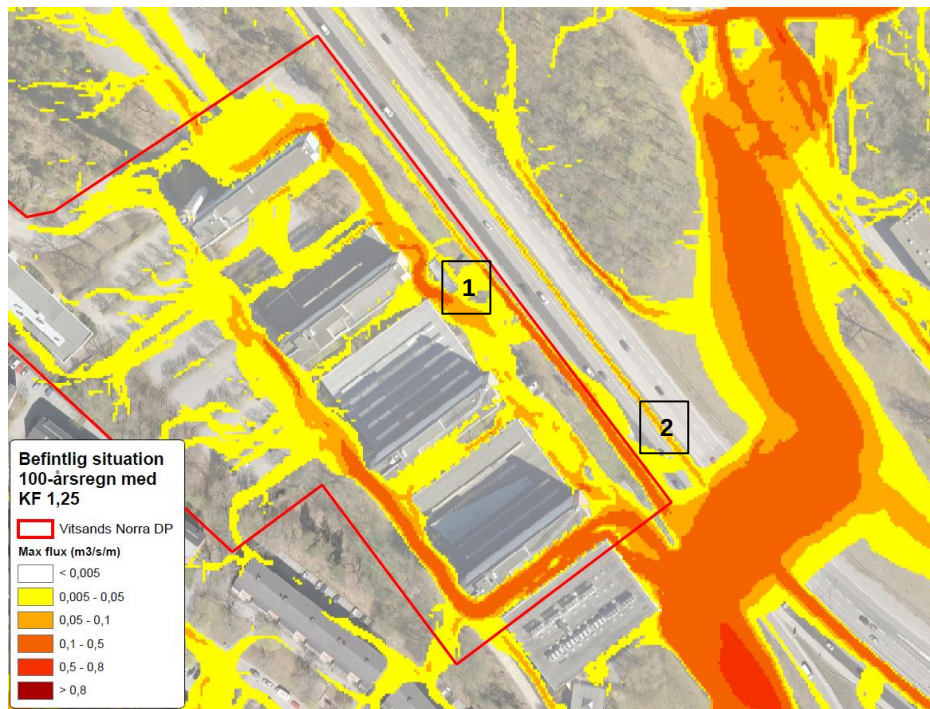
Två elnätstationer planeras längs Vitsandsgatan, den ena i norra delen av gatan, och den andra i södra delen av gatan. Den norra elstationen bedöms inte påverkas vid skyfall och kan därmed ligga på samma nivå som kantstenen. Den södra elstationen bedöms behöva ligga upphöjd i förhållande till gatas kantsten, förslagsvis 10 cm.

5.4.5 Lågpunkt söder om Vitsand Norra

Vid skyfall beräknas dagvatten följa Vitsandsgatans skevning och rinna längs med kvarterssidans av gatan mot lågpunkten söder om detaljplanen. Bebyggelsen längs Vitsandsgatan måste ha nivåer för färdigt golv och entréer som med en säkerhetsmarginal ligger över Vitsandsgatans bräddnivå mot Nynäsvägen.

5.4.6 Konsekvenser för Nynäsvägen

I nuläge bräddar vatten längs med Vitsandsgatan till Nynäsvägens dike vid område 1 i Figur 14. Diket bräddar sen över Nynäsvägen vid område 2 innan det når den huvud flödesvägen över Nynäsvägen.



Figur 14. Max flöde som passerar Nynäsvägen vid befintliga förhållanden. Vid 1 bräddar vatten från Vitsandsgatan till Nynäsvägens dike. Vid 2 bräddar dike på Nynäsvägen. Ortofoto 2017: ©Stockholms Stad

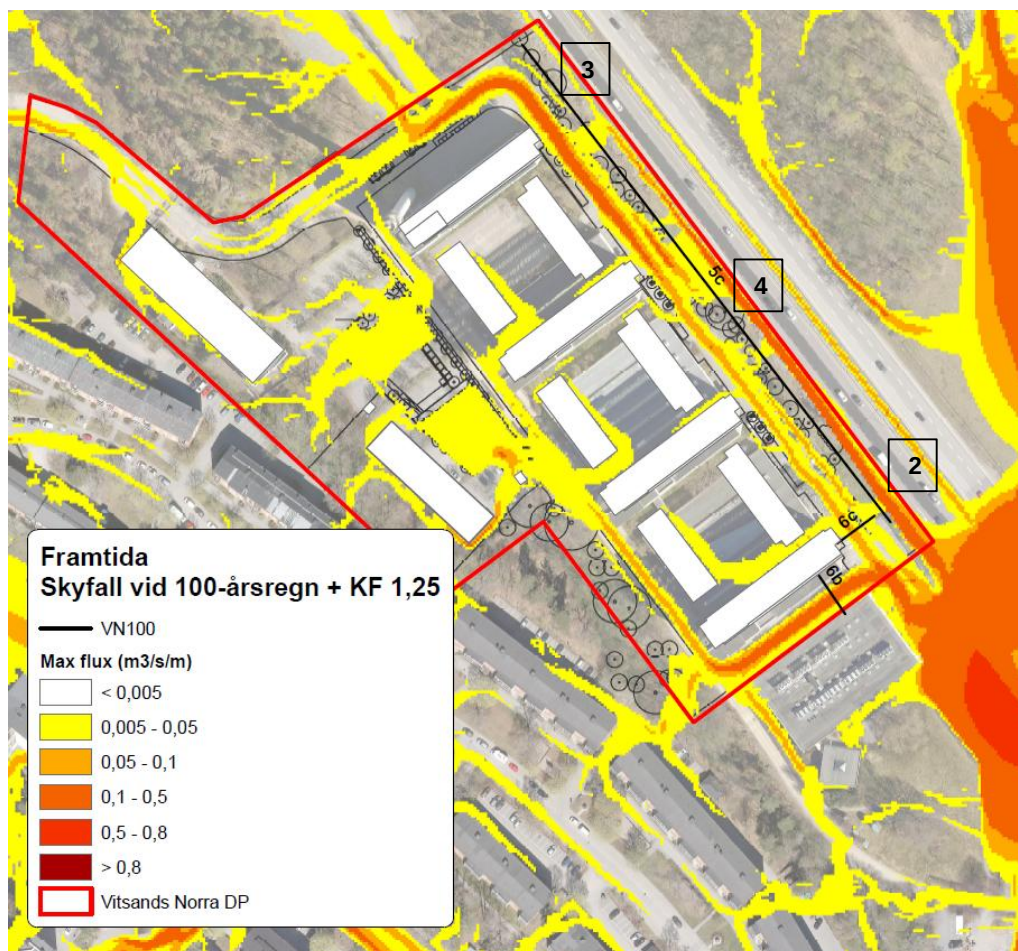
Efter exploatering av Vitsand Norra bräddar vattnet längs med Vitsandsgatan tidigare till Nynäsvägens dike, redan vid område 3 och sedan vid område 4, se Figur 15. Däremot bräddar inte längre vägens dike över till Nynäsvägen vid område 2, vilket tyder på att diket blir mindre belastat efter exploateringen av Vitsand Norra.

Flöden och volymer som passerar sektioner 6b, 6c och 5c redovisas i Tabell 4 och Figur 15 för både nuläge och framtida förhållanden.

Det sker en marginel ökning av volymen som rinner från Vitsandsstråket till lågpunkten söder om Vitsand Norra, däremot minskar total volymen som rinner från Vitsand Norra till Nynäsvägen efter exploateringen av Vitsand Norra. Totalt minskar belastningen på Nynäsvägens dike med 155 m³.

Tabell 4. Flöden och volymer som rinner till Nynäsvägen från Vitsand Norra vid nuläge och framtida förhållanden

	Max flöde genom sektionen [m ³ /s]		Volym som passerar genom sektionen [m ³]	
	Nuläge	Framtida	Nuläge	Framtida
Sektion 6b	0,82	0,83	2 190	2 240
Sektion 6c	0,46	0,42	1 370	1 370
Sektion 5c	0,63	0,85	910	755
Total	-	-	4 470	4 365



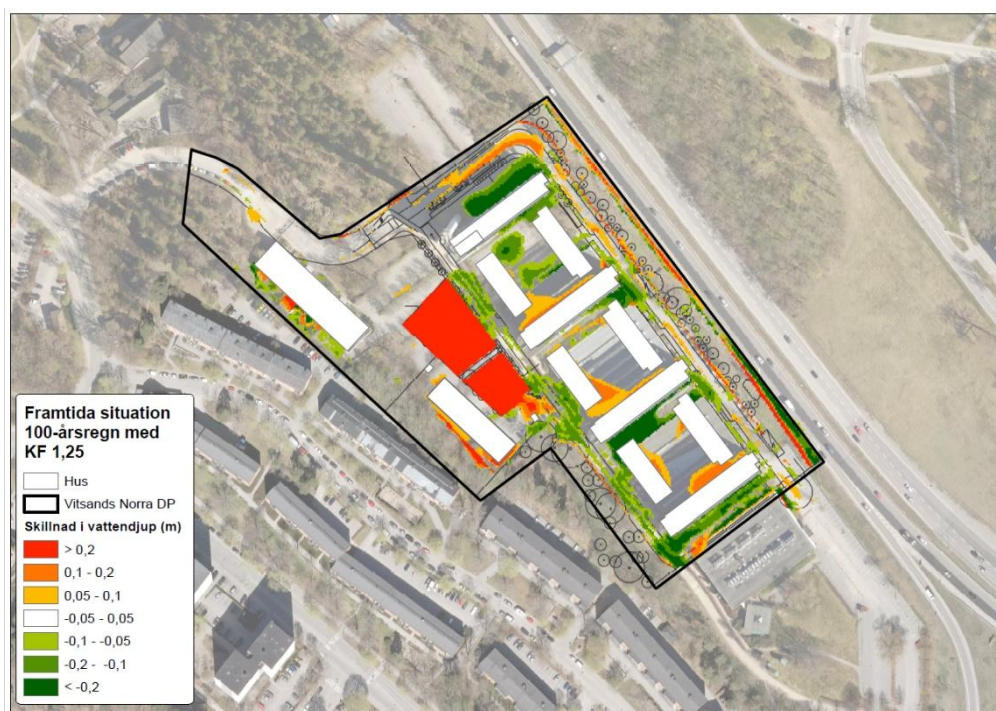
Figur 15. Max flöde som passerar Nynäsvägen efter exploatering av Vitsands Norra. Ortofoto 2017: ©Stockholms Stad

5.5

Jämförelse mellan befintliga och framtida översvämningsdjup

Skilnaden i maximalt vattendjup mellan befintlig situation och efter exploatering av Vitsand Norra redovisas i Figur 16. Områden där översvämningsdjup har minskat redovisas i gröna nyanser medan områden där vattendjup har ökat i samband med exploatering visas i orange-röda nyanser.

Jämförelsen visar utifrån utförda modellberäkningar, att vattendjupen inte ökar utanför planområdet och således ökar inte översvämningsrisken. En viss ökning av vattendjupen syns i norra delen av Nynäsvägens dike, vilket beror på att flödet längs med Vitsandsgatan bräddar tidigare till diket, se avsnitt 5.4.6. Däremot blir det en förbättring i södra delen av diket, i och med att diket blir mindre belastat.



Figur 16. Skillnad i vattendjup (m) mellan befintlig och framtida översvämningsdjup, maximal utbredning. Område där vattendjup ökar visas med röda nyanser, och område med mindre vattendjup visas med gröna nyanser. Ortofoto 2017: ©Stockholms Stad

Enligt jämförelsen ökar vattendjupet på innergårdarna för kvarter V5. Det bedöms bero på att underlaget för höjdsättningen av kvartersmark inte är tillräckligt detaljerad, varpå de höjder som använts endast är en grov representation och därmed inte slutgiltiga. Det bedöms därmed att resultatet för kvartersmarken ska ses som ett preliminärt resultat och att det i praktiken bör kunna åtgärdas med en mer detaljerad höjdsättning. Rekommendationen är främst att säkerställa att marken lutar ut från byggnaderna så att vattnet rinner ut till gatorna och inte ansamlas mot fasaden. Kvartersmarkens höjdsättning utformas även till fördel på ett sådant sätt, så att den lokala avrinningen från kvartersmarken avvattnas

genom flera bräddpunkter. Detta för att minska flöden och vattendjup genom respektive passage. Utifrån det underlag som använts fördröjs därmed felaktigt ca 10 m³ inne på kvartersmark, som annars hade avrunnit. Den ökade tillrinningen till gata bedöms som marginell och inte ge upphov till skador.

Resultatet visar även en försämring bakom den södra byggnaden i kvarter V6, där man för ett liknande resonemang som för kvarter V5 gällande höjdsättningen. Under vidare projektering bör höjdsättningen säkerställa att marken alltid lutar ut från fasaden samt att vatten kan brädda ut på sydöstra sidan av huset utan att bli stående mot slänten.

6. Slutsats

Planområdet ingår i ett större naturligt avrinningsområde med stora pågående exploateringsprojekt på båda sidor av Nynäsvägen. I händelse av ett skyfall motsvarande ett 100-årsregn skulle Nynäsvägen, vid befintliga förhållanden, korsas av en flödesväg. För att Nynäsvägens förhållanden vid skyfall inte ska försämrats till följd av detaljplanens genomförande behöver skyfallsvolymer skapas inom detaljplaneområdet. Ett samarbete kring detta har genomförts och den lösning som arbetats fram har testats genom en skyfallssimulering med planerad höjdsättning av området. Höjdsättningen inom såväl allmän platsmark som kvartersmark blir viktig för att skapa en robust och hållbar skyfallshantering inom planområdet. Bostadsentréer och lägsta golvnivåer bör läggas på en nivå med marginal till dämningnivåer inom området vid skyfall.

Föreslagen höjdsättning bedöms ge en acceptabel säkerhetsnivå och inte påverka framkomlighet till befintlig och ny bebyggelse vid ett skyfall.

Utifrån genomförda modellberäkningar visar resultatet att volymen som avrinner från planområdet Vitsand Norra vid händelse av ett skyfall, minskar utifrån föreslagen exploatering med åtgärder jämfört med nuläge. Exploatering av Vitsand Norra bedöms därmed inte försämma översvämningssituationen nedströms planområdet.

7. Fortsatt arbete

Stadens målsättning för skyfallsarbetet i enighet med Länsstyrelsen rekommendationer, är att detaljplanen för Vitsand Norra inte ska bidra till att översvämningsrisken ökar jämfört med befintlig situation. I det ingår att säkerställa att markanvändningen tillämpas på ett sådant sätt att den nya bebyggelsen inte tar eller orsakar skada, däribland får översvämningsdjupen över Nynäsvägen inte öka. Den föreslagna utformningen får således inte ändras utan att man säkerställer att kravet fortsatt uppnås.

Under vidare projektering är det viktigt att tänka på att:

- Den totala fördröjningsvolymen inom skyfallsytorna bör bibehållas alternativt ökas.
- Utfödet från planområdet vid händelsen av ett skyfall motsvarande ett 100-årsregn med klimatkfaktor 1,25 får inte öka jämfört med nuläge. I det ingår att markanvändningen ur planhänseende fortsatt säkerställs som lämplig och att utformningen och höjdsättningen i området inte påverkar skyfallshantering negativt
- Tröskelhöjden på Vitsandsstråket bör bibehållas för att säkerställa att tillräcklig mängd vatten kan tröskla in till skyfallsytorna.
- Nivå på färdigt golv i byggnader rekommenderas ligga med god marginal över beräknade vattennivåer.
- Kvartersmarken bör utformas på så sätt att marken lutar ut från fasaden, så att vatten rinner ut mot närliggande gator.
- Kvarter V6 höjdsättning bör säkera att vatten kan brädda ut på sydöstra sidan av huset utan att bli stående mot slänten.

Referenser

COWI (2016). Guide för analys och översvämningsrisker

DHI. (2014) Slutrapport för Nacka kommun – Skyfallsanalysen för Västra Sicklaön

Länsstyrelserna i Stockholms och Västra Götalands län. 2018. " *Rekommendationer för hantering av översvämning till följd av skyfall – stöd i fysisk planering* ". Fakta 2018:5

MSB. (2017). Vägledning för skyfallskartering – Tips för genomförande och exempel på användning. Publikation MSB1121

MSB. (2014). Kartläggning av skyfallspåverkan på samhällsviktig verksamhet - Framtagande av metodik för utredning på kommunal nivå

Ramboll (2021). "Fördjupad dagvattenutredning Vitsand Norra allmän platsmark"

Svenskt vatten. 2016. Publikation P110: Avledning av dag-, drän- och spillvatten, Stockholm

Svenskt Vatten (2011), Publikation P104: Nederbördsdata vid dimensionering och analys av avloppssystem, Stockholm

VTI, Statens väg- och transportforskningsinstitut. (2019). Metod och effektsamband för identifiering, bedömning och prioritering av åtgärder för klimatanpassning av vägar och järnvägar – En förstudie. VTI Rapport 1023

