

SLUTRAPPORT

Skryfallsanalys för Västra Sicklaön

2014-11-17

Sammanfattning

Nacka kommun har för avsikt att expandera kraftigt fram till år 2030. Ca 13 500 nya bostäder skulle kunna tillkomma på Västra Sicklaön. Som en del i framtagandet av en fördjupad strukturplan för området önskar kommunen genomföra en skyfallsanalys för Västra Sicklaön.

DHI Sverige AB har fått i uppdrag att genomföra en skyfallsanalys där målet är att resultaten skall kunna användas som ett underlag:

- för framtagning av fördjupad strukturplan för Västra Sicklaön
- för planering av åtgärder i dagvattennätet
- för kostnad-/nyttoanalys

Utifrån kommunens laserskannade höjddata har en tvådimensionell hydraulisk modell etablerats i programvaran MIKE 21. Modellområdet omfattar planstrukturområdet för Västra Sicklaön. Avrinnings- och översvänningsberäkningar har genomförts för två olika extrema regnhändelser, dels ett 100-årsregn utifrån dagens förhållanden och dels ett 100-årsregn med en klimatkfaktor på 1.2. Utifrån resultaten har översvänningsutbredning, vattendjup och flödesvägar kartlagts.

Utredningen visar att de allra kraftigaste översvämningarna är relativt begränsade i areal utbredning. Två av de större översvänningsområdena ligger i närhet till Sickla köpcenter och Ica Maxi. Utöver dessa områden observeras stora översvänningsdjup vid knutpunkter i trafiken, t.ex. Nacka station och Järla station. Översvämningar som sker vid denna typ av infrastruktur kan orsaka stora konsekvenser för tillgängligheten för hjälpinsatser/utrymningsvägar etc. Dessa områden bör prioriteras för åtgärder.

Detaljstudier bör genomföras i områden som är kraftigt drabbade av marköversvämningar samt i områden där det planeras för större förändringar genom den framtida exploateringen. Sådana detaljstudier bör genomföras med en ökad upplösning på höjddata. I en detaljerad analys bör även en ledningsnätmodell upprättas och anslutas till terrängmodellen. Genom att inkludera ledningsnätet ges en möjlighet att på ett dynamiskt sätt beskriva översvänningsförloppet, såväl på marken som i systemet där under.

Fredrik Bergh
DHI 2014-11-17

Henny Samuelsson

Innehållsförteckning

1	Bakgrund	4
1.1	Utredningens syfte.....	4
2	Metodik	5
2.1	Beräkningsförutsättningar	5
2.1.1	Dagvattensystemets kapacitet.....	6
2.1.2	Markens infiltrationsförmåga.....	6
2.1.3	Regnbelastning.....	7
3	Resultat	8
3.1	Resultat 100-årsregn.....	9
3.2	Resultat 100-årsregn med klimatfaktor 1.2	16
4	Kommentarer till resultaten	21
4.1	Vatten intill husliv	21
4.2	Osäkerheter i antaganden	21
5	Slutsatser och rekommendationer	22

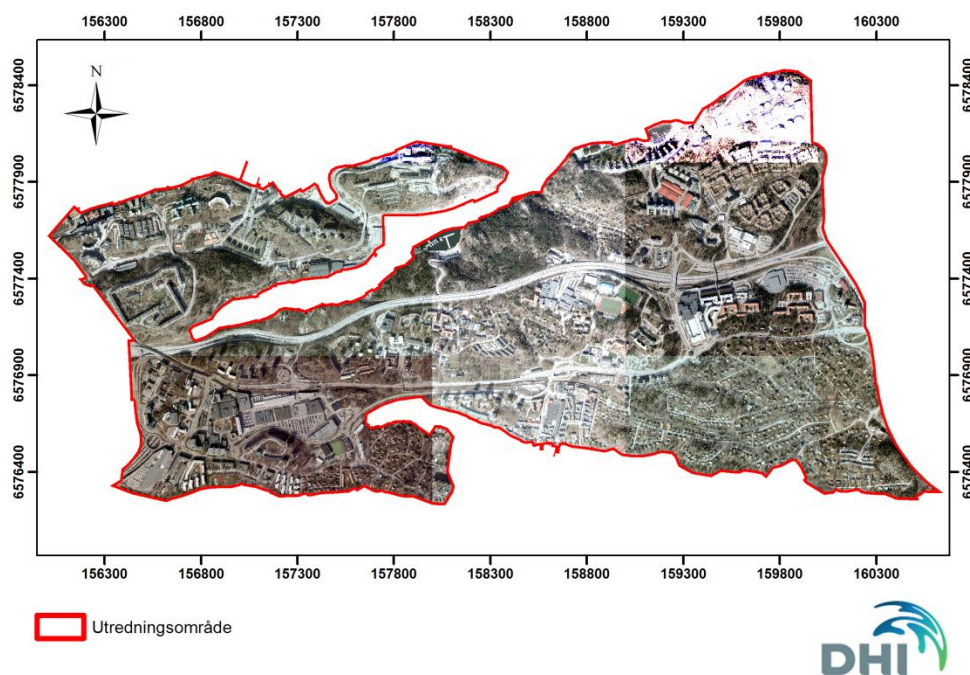
I Bakgrund

Nacka kommun har för avsikt att expandera kraftigt fram till år 2030. Ca 13 500 nya bostäder skulle kunna tillkomma på Västra Sicklaön. Som en del i framtagandet av en fördjupad strukturplan för området önskar kommunen genomföra en skyfallsanalys för Västra Sicklaön. Översvämningsanalysen har beställts av DHI Sverige AB.

I.1 Utredningens syfte

Uppdraget syftar till att utreda konsekvenser av extrema regn över Västra Sicklaön inom Nacka kommun, genom att analysera huvudsakliga flödesvägar och maximala översvämningsdjup på markytan vid extrema regnsituationer när dagvattenledningarnas kapacitet överskrids.

Utredningen omfattar området inom upprättad strukturplan för Västra Sicklaön (Figur 1).



Figur 1 Utredningsområde

Resultaten från översvämningskarteringen skall kunna användas som ett underlag:

- för framtagning av fördjupad strukturplan för Västra Sicklaön
- för planering av åtgärder i dagvattennätet
- för kostnad-/nyttoanalys

2 Metodik

Avrinnings- och översvämningsberäkningar har genomförts för två olika extrema regnhändelser med hjälp av en hydraulisk modell. Utifrån resultaten har översvämningsutbredning, vattendjup och flödesvägar kartlagts.

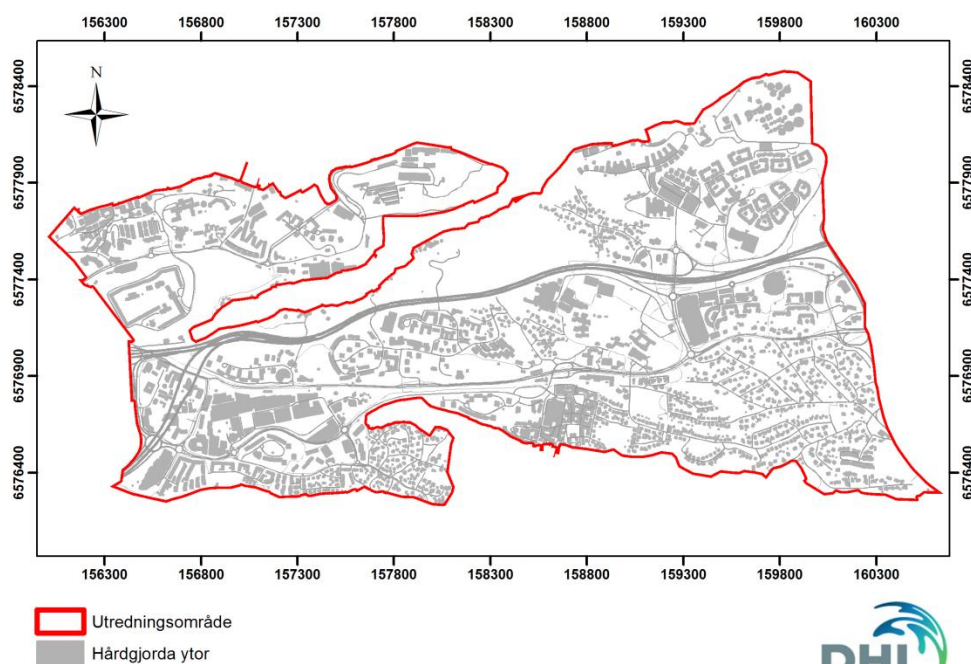
Beräkningsresultaten utgör ett underlag för bl.a. identifikation av riskområden med avseende på översvämningsrisk, alternativa avledningsvägar på markytan och lämpliga platser för fördröjande och kvalitetsförbättrande dagvattenanläggningar. Metodiken som använts följer den metod som utvecklats i det av MSB-finansierade projektet ”Kartläggning av skyfalls påverkan på samhällsviktig verksamhet – framtagande av metodik för utredning på kommunal nivå” (Mårtensson och Gustafsson, 2014).

2.1 Beräkningsförutsättningar

Utifrån kommunens laserskannade höjddata har en tvådimensionell hydraulisk modell etablerats i programvaran MIKE 21. Modellområdet omfattar planstrukturområdet för Västra Sicklaön. Utredningsområdet täcker med marginal in avrinningsområdena för planstrukturområdet. Den horisontella upplösningen på modellen har satts till 4 m. Valet av upplösning har gjorts med hänsyn till att på ett tillräckligt detaljerat sätt kunna beskriva urbana strukturer och samtidigt få rimliga beräkningstider.

Terrängmodellen har modifierats för att möjliggöra transport av vatten runt husen genom att nivån för alla hus och byggnader höjts upp jämfört med omkringliggande områden. Nivåer i viadukter har sänkts för att representera nivån i viadukten och inte nivån på vägen över.

Ytans råhet, vilken styr vattnets hastighet på markytan och således påverkar översvämningsförloppet, har differentierats mellan hårdgjorda ytor och övriga permeabla ytor. Hårdgjorda har ansatts med en lägre råhet (mindre motstånd) och övriga ytor med en högre råhet (större motstånd). I Figur 2 visas alla ytor som i modellen antagits vara hårdgjorda. Dessa utgörs av hustak och vägar. Vägytor har buffrats utifrån väglinjer baserat på inmätt vägbredd. Där information om vägbredd saknats (framförallt för mindre vägar och cykelvägar) har linjerna buffrats till total bredd 6 m för vägar och 2 m för cykelvägar.



Figur 2. Hårdgjorda ytor inom utredningsområdet.

2.1.1 Dagvattensystemets kapacitet

Enligt Svenskt Vatten P90 ska våra VA-system grovt sett vara dimensionerade för att klara ett regn med 10-års återkomsttid. I verkligheten varierar kapaciteten i systemet och kan vara både högre och lägre, dock oftast lägre. Vid skyfall, dvs. regn med hög återkomsttid, är ledningssystemets kapacitet begränsad i förhållande till regnvolymer.

Enligt uppgifter från Nacka kommun har huvuddelen av ledningsnätet inom planområdet en kapacitet på mellan 2-5 år. Hänsyn till ledningssystemets kapacitet har därför schablonmässigt tagits genom att reducera volymen av det belastande regnet med intensiteten och volymen motsvarande ett 2-årsregn, i detta fall ca 70 l/s/ha (25 mm/h). Detta avdrag har gjorts för alla hårdgjorda ytor (Figur 2), vilka kan antas ledas till befintligt ledningssystem. Se vidare under avsnitt 2.1.3 rörande nederbördbelastning.

2.1.2 Markens infiltrationsförmåga

Till terrängmodellen har kopplats en infiltrationsmodul som låter delar av vattnet infiltrera istället för att rinna av på ytan. För alla ytor som inte antas vara hårdgjorda har infiltrationsmodulen aktiverats.

Baserat på en från kommunen levererad jordartskarta har infiltrationskapaciteten ansatts för olika jordlager, med en högre ansatt kapacitet i genomsläppliga jordar som grus och sand och en lägre kapacitet i mindre genomsläppliga jordar som lera. En stor andel av ytan inom modellområdet består av berg i dagen. För dessa ytor har infiltrationen satts till noll.

Infiltrationslagrets mäktighet har satts till 0,3 m och den tillgängliga porositeten till 0,2 (dvs. skillnaden mellan vattenmättnadshalt och aktuell markvattenhalt vid regnets start). Skyfall inträffar vanligtvis under sommarmånaderna juni – augusti då markvattenhalten normalt är låg till följd av hög avdunstning. Vid beräkningarna har det därför antagits att studerade regn inträffar sommartid och har föregåtts av ca en veckas torrperiod. Detta innebär att det översta jordlagrets markvattenhalt hunnit reduceras av avdunstning till en halt som ligger ca 0,2 under jordens vattenmättnad.

Gjorda antaganden enligt ovan innebär en total magasinskapacitet i marken på 60 mm (0,2 x 0,3 m). Dock spelar tidsförloppet in, så även om 60 mm nederbörd faller på en yta med denna magasineringsförmåga, beror infiltrerad volym på hur länge vattnet ligger kvar i detta område. Vid större lutning i terrängen hinner ofta inte vattnet infiltrera innan det runnit vidare, medan det vid lågpunkter kan ansamlas stora volymer där infiltrationen successivt pågår tills markmagasinet fyllts.

Infiltrationsmodulen inkluderar även beskrivning av ett möjligt läckage från det övre markmagasinet till en tänkt grundvattenyta. I praktiken har dock denna process mycket liten inverkan vid denna typ av beräkning då läckaget generellt är väsentligt lägre än infiltrationen.

2.1.3 Regnbelastning

En förutsättning för att det skall vara rimligt att förenkla ledningssystemets inverkan till ett schablonmässigt avdrag från regnet, enligt avsnitt 2.1.1, och arbeta med en markavrinningsmodell utan koppling till en modell för ledningsnätet, är att regnbelastningen är så stor att den med god marginal överstiger ledningssystemets kapacitet. Ju närmare det valda regnet ligger i förhållande till ledningssystemets kapacitet, ju större blir osäkerheten i denna förenkling. Syftet med denna utredning har varit att bedöma konsekvenserna vid extrema regn, dvs. skyfall med intensitet och volym som vida överstiger ledningssystemets kapacitet.

Två skyfall med olika intensitet och varaktighet har studerats:

1. Dimensionerande 100-årsregn.
2. Dimensionerande 100-årsregn med en klimatfaktor på 1.2.

Det valda 100-årsregnet har en total varaktighet på sex timmar där den mest intensiva 30-minutersperioden har studerats. Under dessa 30 minuter faller totalt ca 44 mm regn. Motsvarande volym för ett dimensionerande 2-årsregn är ca 12

mm. Således har samtliga hårdgjorda ytor belastats med volymskillnaden, dvs. totalt ca 32 mm under 30 minuter. Övriga ytor belastas med hela regnvolymen, dvs. ca 44 mm.

För det klimatanpassade regnet har volymerna ökats med en faktor 1.2 motsvarande ca 39 mm regn på hårgjorda ytor samt 53 mm på övriga ytor.

3 Resultat

I följande avsnitt redovisas översvämningskartor som visar maximala vattendjup under översvämningsförloppet. Kartorna visar alltså inte förhållandena vid en särskild tidpunkt under beräkningen, eftersom maximalt vattendjup kommer erhållas vid olika tidpunkter i olika delar av området.

Redovisade maximala vattendjup baseras på en simuleringsperiod om 4 timmar från regnets start (dvs. från starten av de mest intensiva 30 minuterna av regnet). Simuleringsperioden valdes så att den huvudsakliga vattentransporten skall ha hunnit avstanna i alla delar av avrinningsområdena, dvs. allt vatten skall ha hunnit fram till modellens lågpunkter.

I takt med att vatten avbördas från ledningssystemet kommer det i praktiken efter hand finnas möjlighet för vatten att rinna ner i detsamma. Beräknat vattendjup i svackor dit vatten rinner från stora områden under längre tid, och där svackorna samtidigt har fysisk koppling till ledningsnätet via rännstensbrunnar, kan därför bli överskattade med denna förenklade beräkningsmetodik där ledningsnätet inte inkluderats fysiskt. Å andra sidan kan det omvända gälla om dessa lågt liggande delar samtidigt sammanfaller med lokalt sämre kapacitet i ledningsnätet, något som inte är helt ovanligt. Fler faktorer som påverkar osäkerheten i beräknade resultat redovisas i avsnitt 0.

Översvämningskartorna visar områden där vatten riskerar att bli stående och orsaka en översvämning på ytan i samband med ett skyfall. För att få en uppfattning om olägenheten/skadorna som regnet orsakar kan följande djupintervall användas som riktvärden då översvämningskartorna studeras:

- 0,1 – 0,3 m, besvärande framkomlighet
- 0,3 – 0,5 m, ej möjligt att ta sig fram med motorfordon, risk för stor skada
- >0,5 m, stora materiella skador, risk för hälsa och liv

Viktigt är att samtidigt ha i åtanke att översvämnningar, dvs. ansamlingar av vatten på markytan, inte nödvändigtvis utgör ett problem. Problem uppstår när vattnet orsakar en värdeförlust, påverkar kommunikation/transport, eller vid risk för hälsa och liv. Exempelvis uppstår sällan en värdeförlust då grönytor översvämmas medan stora värden kan gå förlorade då t.ex. ett villaområde eller en större trafikled drabbas.

3.1 Resultat 100-årsregn

Figur 3 - Figur 6 nedan illustrerar översvämningsdjupen vid ett 100-årsregn för dagens förhållanden.

I de bägge detaljerade figurerna, Figur 4 och Figur 5, kan ses att både Nacka och Järla station har stora översvämningsdjup i närheten av vägar såväl som i anslutning till spåren för Saltsjöbanan. Undergångar står under vatten. Även uppgångar från Saltsjöbanan står under vatten. Dessa områden är viktiga knutpunkter för trafiksituationen på Västra Sicklaön och därigenom finns en risk för svåra konsekvenser i samband med kraftiga skyfall.

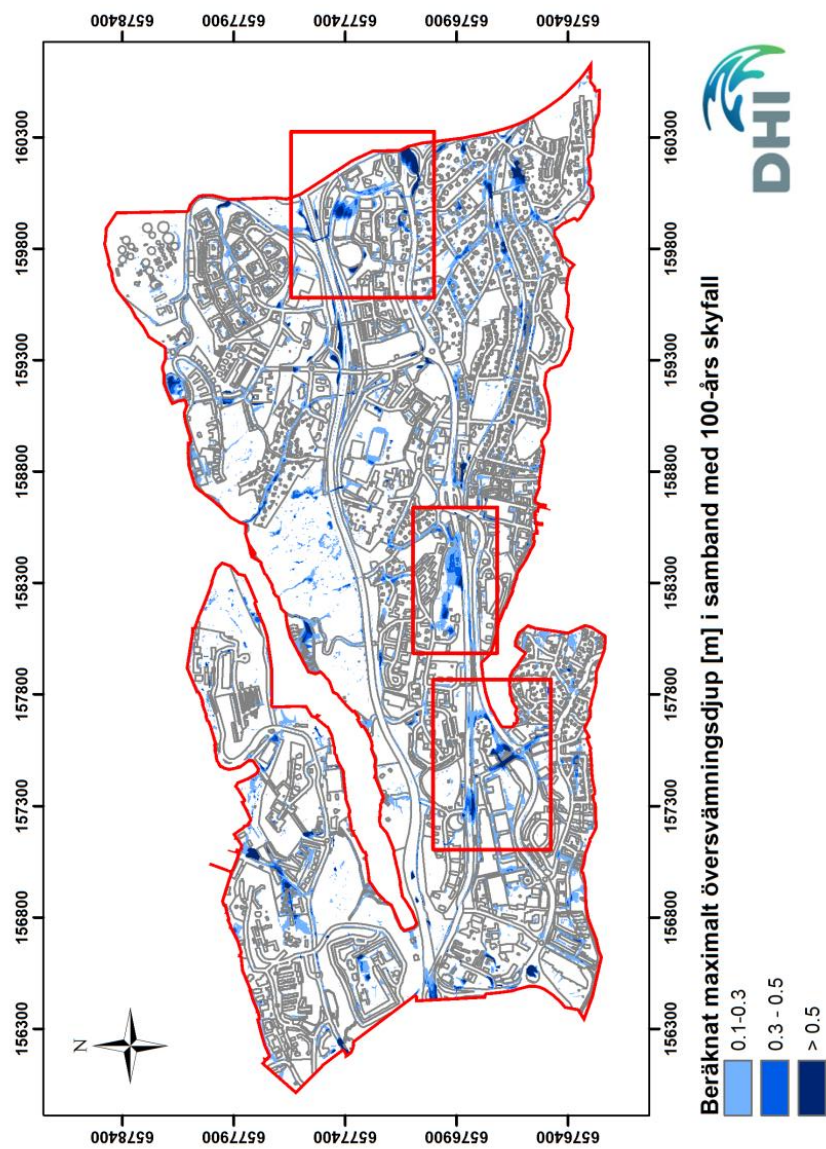
Strax öster om Sickla köp kvarter (Figur 4) är framkomligheten på Planiavägen kraftigt begränsad. Detsamma gäller för rondellen Planiavägen/Järlaleden.

Stora översvämningsdjup uppstår vid parkeringen till Ica Maxi (Figur 6). Det är inte endast lokalt vatten som ansamlas här, utan vatten rinner till även norrifrån, via undergången vid Värmdöleden (Figur 9). Även Värmdövägen, vid trafikplatsen där den korsas av Saltsjöbadsleden, är påverkad av översvämningar.

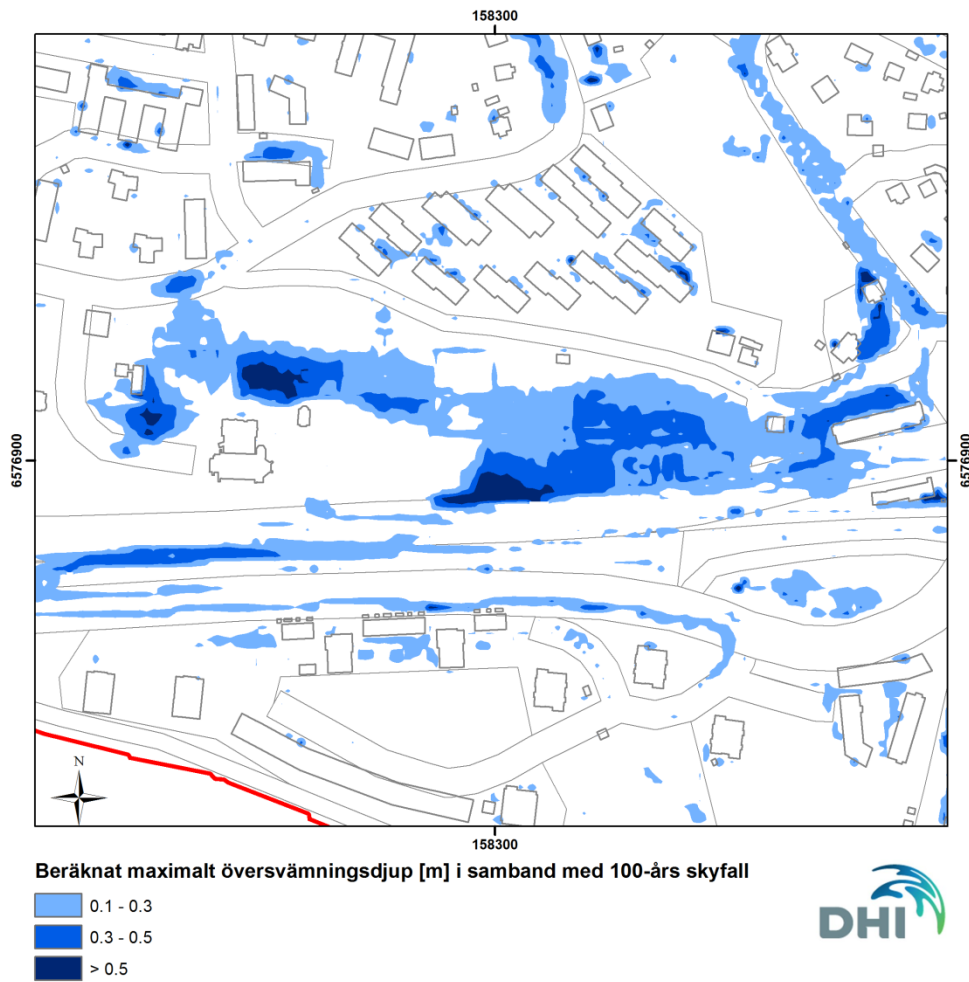
I övrigt observeras i resultaten en större vattenvolym som på grund av modelltekniska skäl fastnar vid Södra länkens infart i Nackatunneln. Denna volym kommer i verkligheten att rinna in i tunneln. I tunneln ska översvämningssituationen avhjälpas med hjälp av Vägverkets pumpar.

Värmdöleden svämvas över i området där Värmdövägen och Sicklavägen ansluter. Denna översvämning kan orsaka problem på båda sidor om kommungränsen.

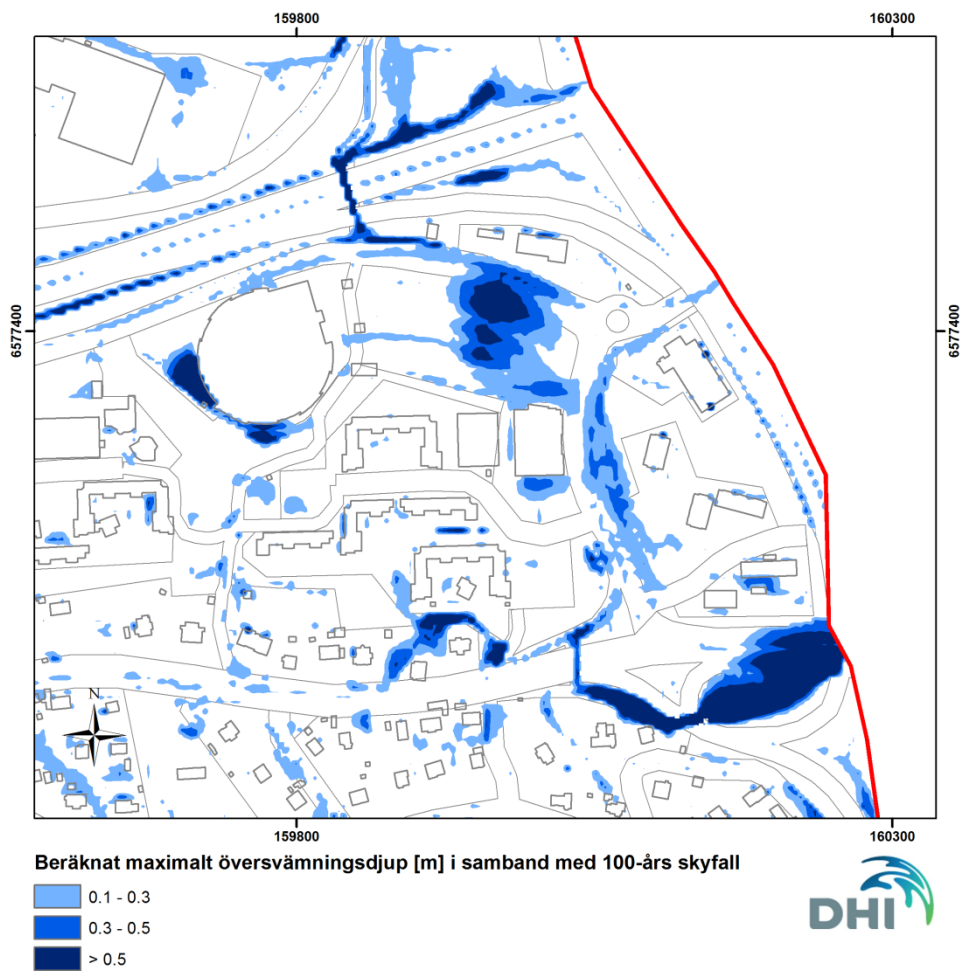
Nacka trafikplats har stora översvämningsdjup nära vägbanan. Vattendjup i närheten av hus och bebyggelser observeras bland annat i Lillängsvägen och Storängens strandväg. Även området kring Finnboda varvsväg uppvisar stora översvämningar.



Figur 3 Beräknat maximalt översvämningsdjup vid 100-årsregn för hela modellområdet. Markerat i bilden finns även de områden som redovisas i detalj (Figur 4 - Figur 6).

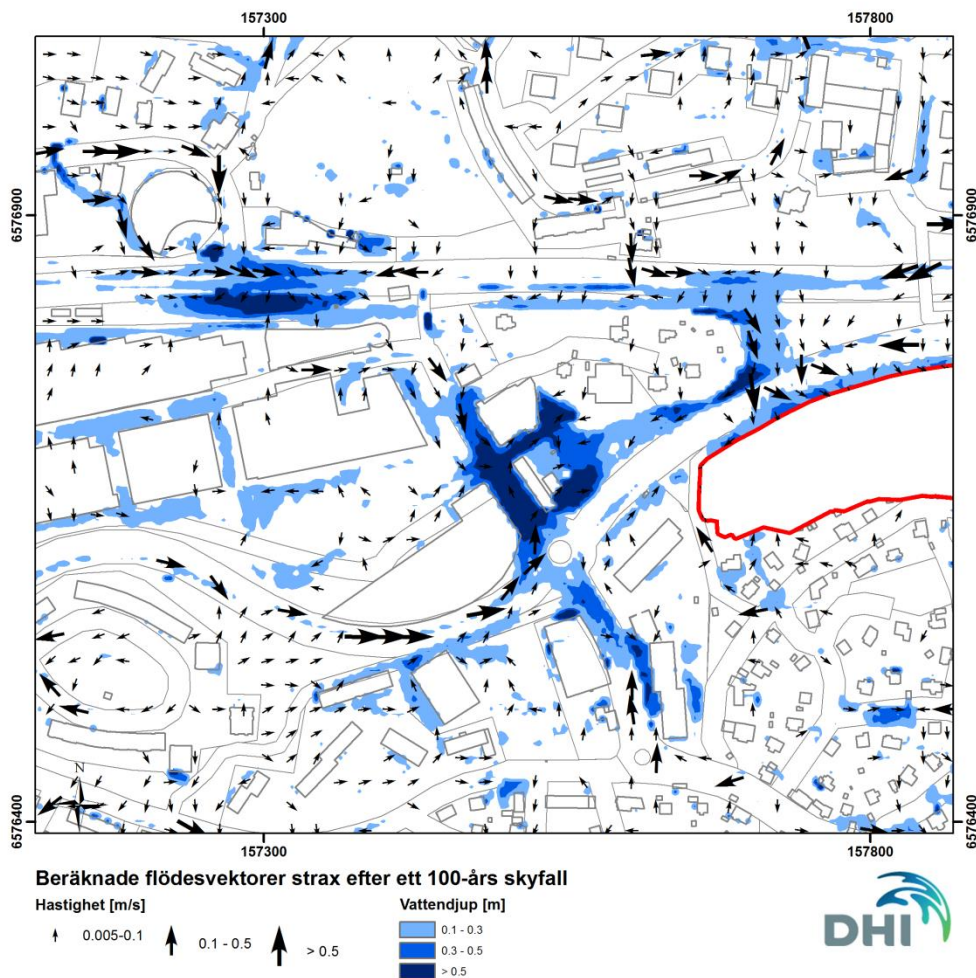


Figur 5 Beräknat maximalt översvämningsdjup vid 100-årsregn. Detalj över Järla station.

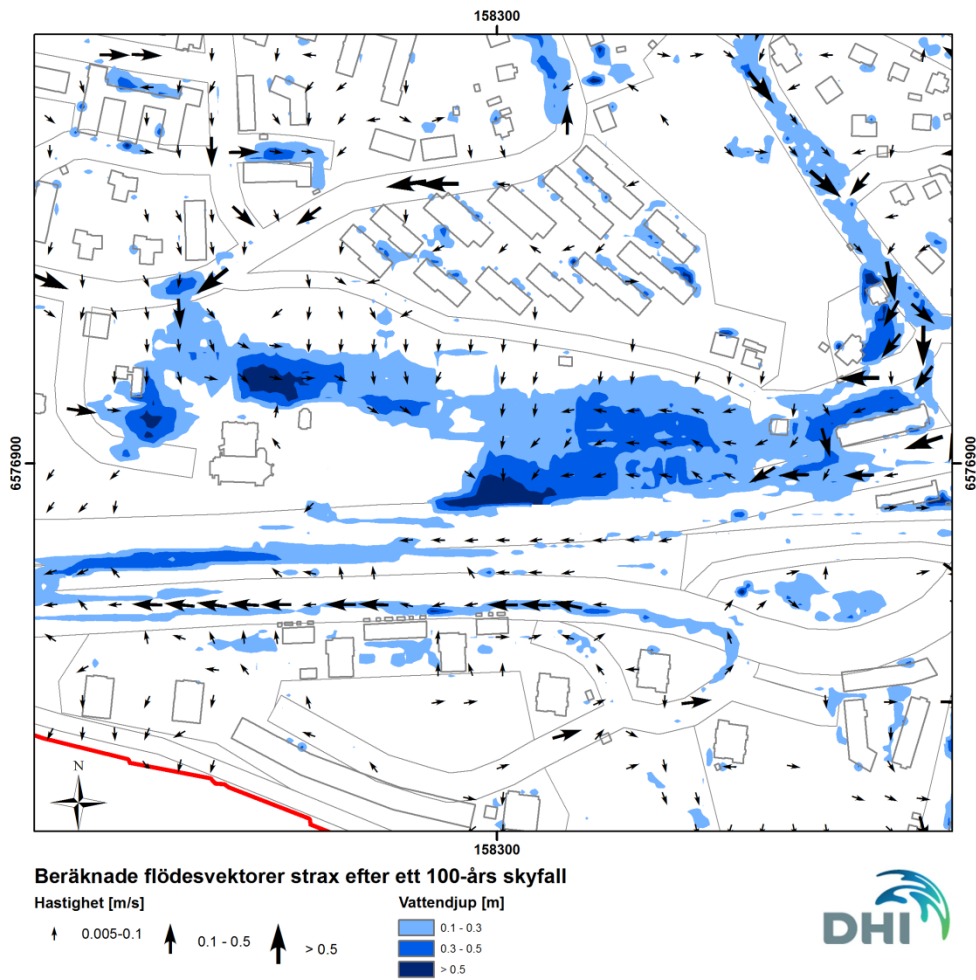


Figur 6 Beräknat maximalt översvämningsdjup vid 100-årsregn. Detalj över Ica Maxi.

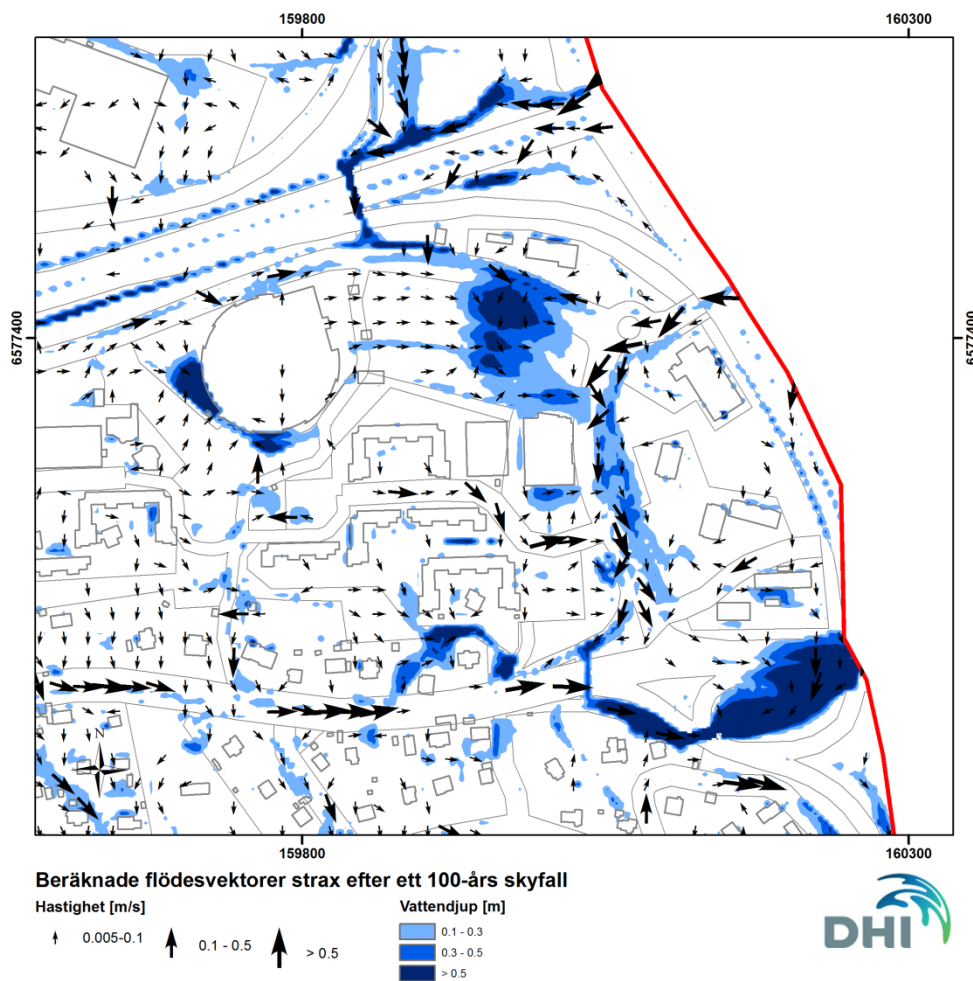
Figur 7 Beräknade flödesvektorer strax efter ett 100-årsregn. Detalj över Sickla köpkvarter.- Figur 9 redovisar beräknade flödesvektorer över Sickla köpkvarter, Järla station och Ica Maxi. I bilderna visas flödesriktningar och flödes hastigheter strax efter att regntoppen har passerat. Dessa illustrationer ger en bild av hur vattnet rinner och vilka områden som bidrar till översvämningdjupen.



Figur 7 Beräknade flödesvektorer strax efter ett 100-årsregn. Detalj över Sickla köpkvarter.



Figur 8 Beräknade flödesvektorer strax efter ett 100-årsregn. Detalj över Järsla station.



Figur 9 Beräknade flödesvektorer strax efter ett 100-årsregn. Detalj över Ica Maxi.

3.2 Resultat 100-årsregn med klimatfaktor 1.2

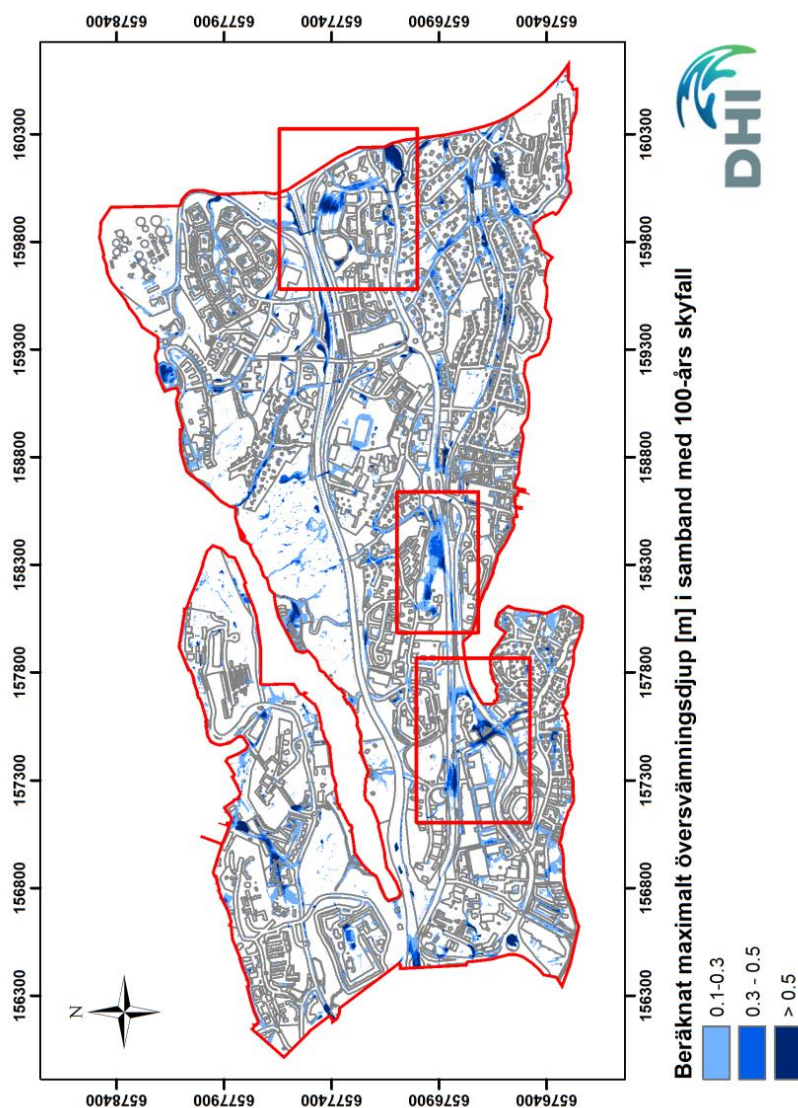
Figur 10 - Figur 13 nedan illustrerar översvämningsdjupen vid ett 100-årsregn med klimatfaktor 1.2.

Överlag inträffar de kraftigaste översvämningsarna vid ett 100-årsregn med klimatfaktor i samma områden som för 100-årsregnet vid dagens förhållanden. Inga större nya översvämningsområden uppstår. Däremot ökar översvämningsdjupen och i vissa fall även -utbredningen i översvämningsdrabbade områden. I Tabell 1 nedan görs en jämförelse av förändringen i översvämningsutbredning och -djup mellan de bägge beräkningsfallen. Totalt sett ökar översvämningsytorna med ett djup över 0.1 m med 20 % då hänsyn tas till klimatfaktor. Samma jämförelse för djup över 0.3 m och över 0.5 m visar en ökning med 33 % resp. 36 % vid beräkning med klimatfaktor.

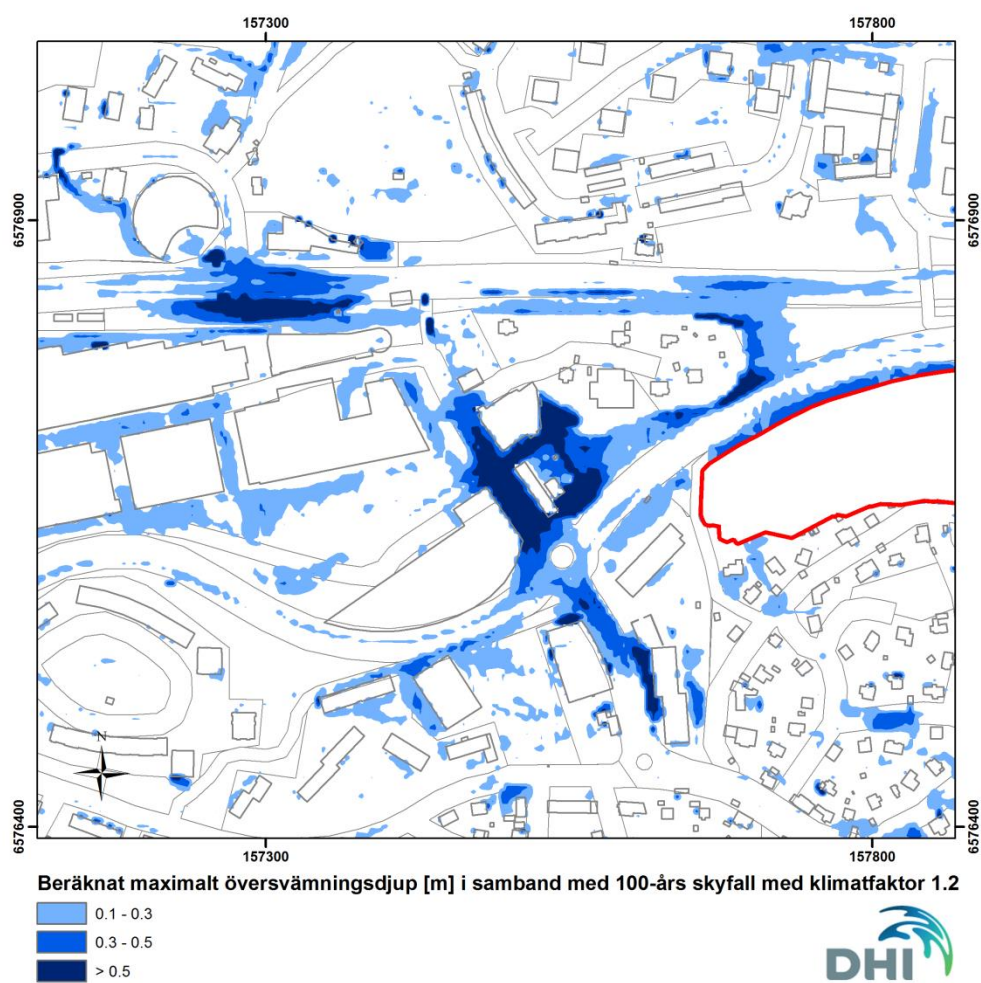
Tabell 1 Jämförelse av totalt översvämmad yta inom modellområdet vid olika översvämningsdjup för de båda beräkningsfallen.

Översvämningsdjup [m]	Översvämmad yta [ha], 100-årsregn	Översvämmad yta [ha], 100-årsregn inkl. klimatfaktor	Ökning [%]
> 0.1	78	94	20
> 0.3	20	26	33
> 0.5	8	10	36

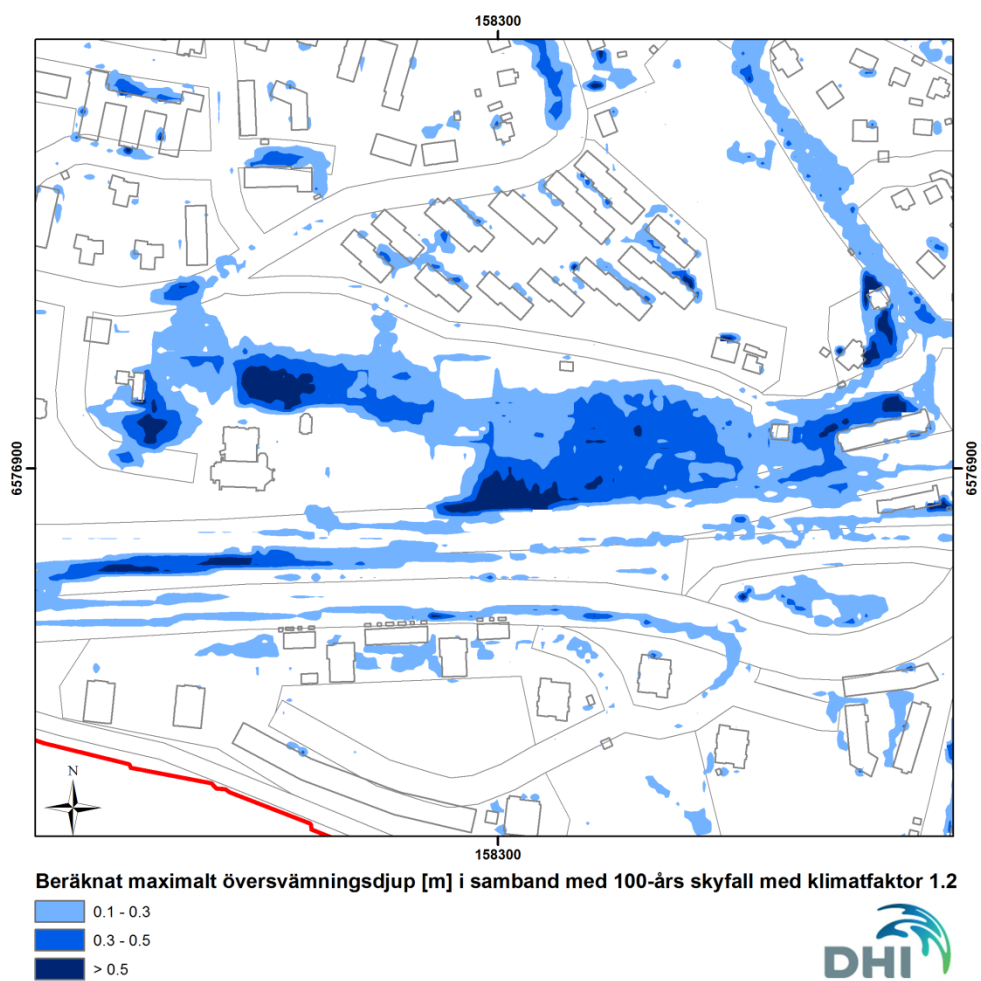
Ett ökat översvämningsdjup och en ökad översvämningsutbredning kan möjliggöra nya flödesvägar. T.ex. står det, vid beräkningen med 100-årsregnet inklusive klimatfaktor, så mycket vatten på Ica Maxis parkering (Figur 13) att vattnet kan rinna vidare och bidra till översvämningsar söderut.



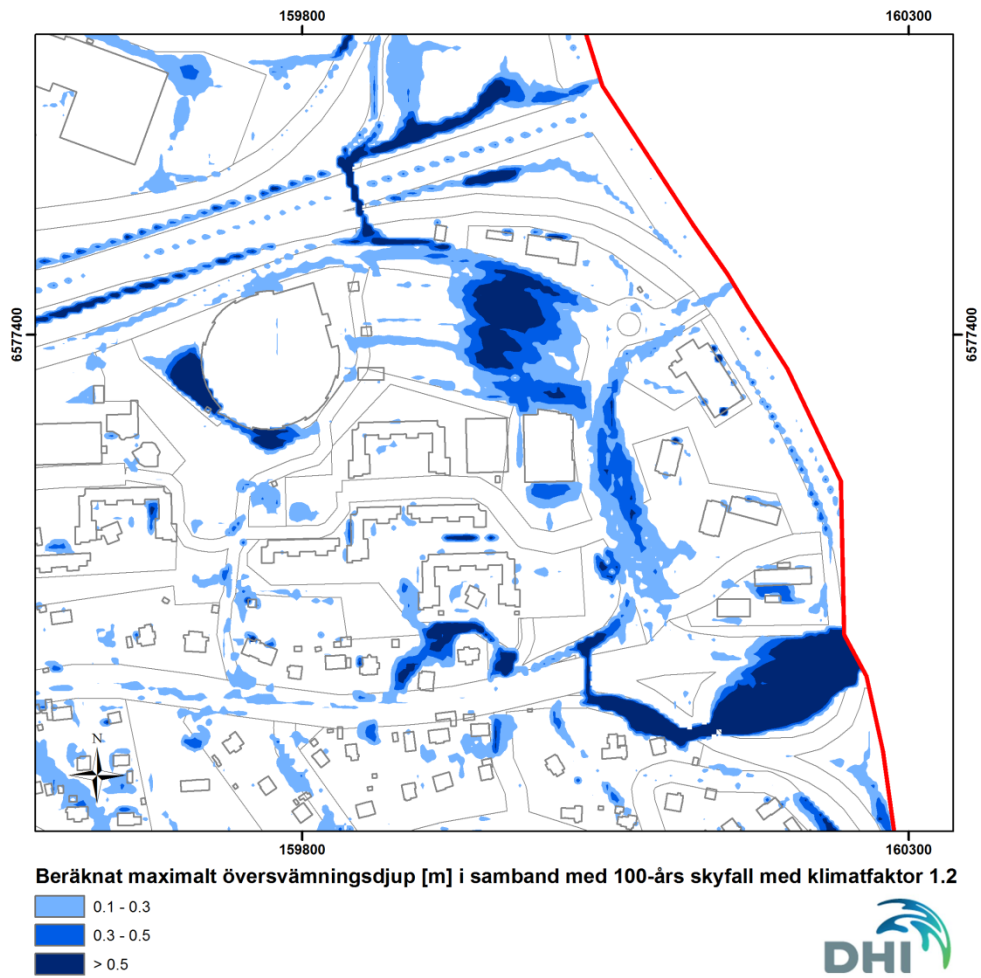
Figur 10 Beräknat maximalt översvämningsdjup vid 100-årsregn med klimatfaktor 1.2 för hela modellområdet. Markerat i bilden finns även de områden som redovisas i detalj (Figur 11 - Figur 13).



Figur 11 Beräknat maximalt översvämningsdjup vid 100-årsregn med klimatfaktor 1.2. Detalj över Sickla köp kvarter.



Figur 12 Beräknat maximalt översvämningsdjup vid 100-årsregn med klimatfaktor 1.2. Detalj över Järla station.



Figur 13 Beräknat maximalt översvämningsdjup vid 100-årsregn med klimatfaktor 1.2. Detalj över Ica Maxi.

4 Kommentarer till resultaten

4.1 Vatten intill husliv

Inom vissa områden kan det i resultatfilerna se ut som att det står vatten precis intill husliv, trots att dessa byggnader i verkligheten har mark som sluttar bort från byggnadsgrunden. Resultat som dessa, att det inom små smala områden uppstår översvämmade ytor trots att de i verkligheten ej kommer bildas precis där, beror dels på den horisontella upplösningen i beräkningsmodellen (4 m rutor) och dels på att det i höjdmodellen finns osäkerheter och mindre fel. Detta blir tydligast för stora flacka områden där den verkliga höjdskillnaden är liten. Här kan relativt små absoluta fel i höjdmodellen ge en viss felaktighet i resultaten. Speciellt vid kant till byggnader kan det uppkomma sådana fel, då höjdmodellen som levereras från Lantmäteriet är bearbetad för att ta bort byggnader och dylikt ur höjdmodellen. Lantmäteriets bearbetning sker per halvautomatik med storskalig bearbetning, och inga detaljstudier görs för respektive område som bearbetas.

Vid misstanke om missvisande resultat som kan vara avgörande för en riskvärdering kan det vara lämpligt att detaljstudera tillgänglig höjddata i bästa möjliga upplösning och som sista utväg göra platsbesök för att klarlägga de verkliga höjdförhållandena.

4.2 Osäkerheter i antaganden

Beräkningarna har gjorts med en markavrinningsmodell där ledningssystemets kapacitet hanterats med schablonmässiga avdrag motsvarande regn med olika återkomsttid. Infiltration på permeabla ytor har hanterats med en modul som beskriver infiltrations- och magasinikapacitet i det översta jordlagret. Regnen har antagits inträffa under en hydrologiskt torr sommarperiod vilket innebär att det översta jordlagret antagits vara i det närmaste torrt vid beräkningens start. Nämda förutsättningar och antaganden har gjorts med avseende på att så långt som möjligt beskriva en trolig situation där en del av vattnet hanteras via ledningssystemet eller infiltrerar. De största osäkerheterna ligger i bedömd kapacitet för ledningsnätet samt bedömd infiltrations- och magasineringsförmåga i marken. Desto mer extremt regn som studeras, desto mindre är dessa osäkerheter.

Det faktum att ledningsnätet inte beskrivs explicit, kan ge avvikelser lokalt genom att vatten från uppströms liggande områden dämmer upp på markytan vid lokala kapacitetsbrister i ledningsnätet.

Osäkerheterna i bedömd infiltrations- och magasineringsförmåga i marken kan lokalt vara ganska stor. I områden med stora arealer med genomsläppliga ytor är därför resultaten mer osäkra än inom tätare bebyggelse och stor andel hårdgjord yta. Då stora delar av modellområdet består av hårdgjord yta samt att delar av området består av berg är det endast ca 35 % av ytan som har möjlighet till någon

form av infiltration. Detta medför att osäkerheterna kring bedömd infiltrationsförmåga är begränsad.

5 Slutsatser och rekommendationer

Utredningen visar att de allra kraftigaste översvämningarna är relativt begränsade i areal utbredning. Två av de större översvämningssområdena ligger i närhet till Sickla köpcenter och Ica Maxi. Orsakerna till översvämningarna beror till stor del på att marknivåerna i områdena är sådana att vatten naturligt rinner dit. Omfattningen på översvämningarna beror i stor utsträckning på den höga graden av hårdgjord yta inom och omkring dessa områden. För dessa områden rekommenderas en detaljerad studie som inkluderar dagvattensystemets kapacitet och som tar fram åtgärdsförslag för en bättre hantering av ytavrinningen, t.ex. via styrda översvämningssvågar och kontrollerade översvämningssytor.

Utöver dessa områden observeras stora översvämningdjup vid knutpunkter i trafiken, t.ex. Nacka station och Järla station. Översvämningar som sker vid denna typ av infrastruktur kan orsaka stora konsekvenser för tillgängligheten för hjälpinsatser/utrymningsvägar etc. Dessa områden bör prioriteras för åtgärder.

Mindre privathushåll är inte lika drabbade av de kraftigaste översvämningdjupen men dagvattenavledningen kan inom vissa kvarter behöva undersökas ytterligare med mer detaljerade studier.

I ett första steg bör Nacka kommun prioritera vilka översvämningssvågar som är viktigast att åtgärda. Dels i förhållande till dagens situation, men även utifrån de nya planer som behandlas inom projektet ”Nacka bygger stad”. En ytterligare förtätning av området innebär sannolikt en ökad grad hårdgjord yta, något som i sin tur medför en större avrinning. Mer vatten att hantera på ytan riskerar större översvämningar. Kan man redan i planskedet ta hänsyn till dagvattenhantering i samband med skyfall, t.ex. genom en förändrad höjdsättning eller planering av översvämningssytor, kan konsekvenserna av en förtätning minskas. Terrängen på Västra Sicklaön erbjuder kraftiga höjdskillnader. Höjdskillnaderna kan utnyttjas för avledning av vatten, men de kan också orsaka att stora mängder vatten rinner till instängda lågpunkter. Detta bör tas i beaktande vid en framtida exploatering. Det är också viktigt att påpeka att den typ av skyfall som studerats i denna utredning ej enbart kommer att kunna hanteras med hjälp av ett ledningssystem. En fungerande hantering av skyfall kräver lösningar på markytan, så att volymerna kan kontrolleras och dirigeras till önskad plats.

Detaljstudier bör genomföras i områden som är kraftigt drabbade av marköversvämningar samt i områden där det planeras för större förändringar genom den framtida exploateringen. Sådana detaljstudier bör genomföras med en ökad upplösning på höjddata. I en detaljerad analys bör även en ledningsnätmodell upprättas och anslutas till terrängmodellen. Genom att

inkludera ledningsnätet ges en möjlighet att på ett dynamiskt sätt beskriva översvämningsförloppet, såväl på marken som i systemet där under.

Öppenhet och mångfald

*Vi har förtroende och respekt för människors kunskap
och egna förmåga - samt för deras vilja att ta ansvar*

