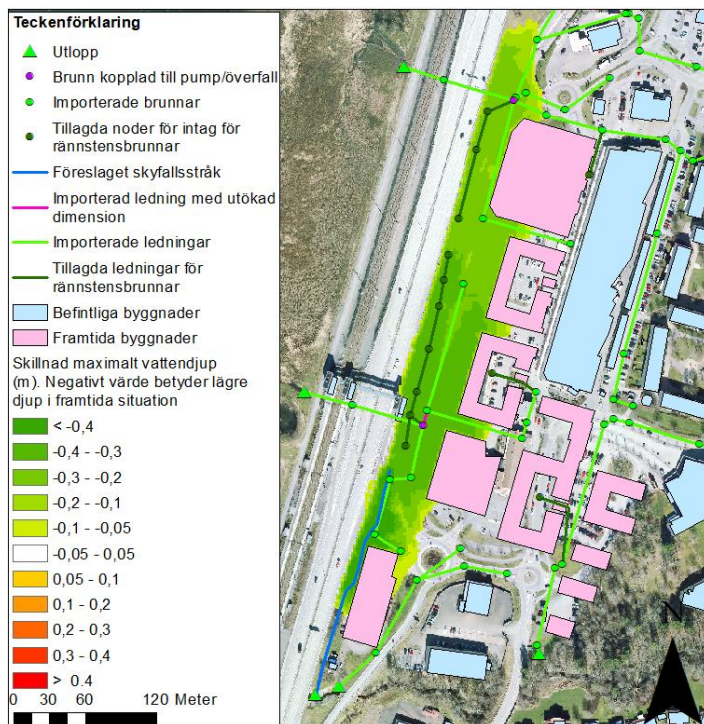


# PM RAPPORT

## Skyfalls- och högvattenutredning för Nödinge centrum

UPPDRAGSNUMMER 30019059



FIGUR. KLIMATANPASSAT SKYFALLSSTRÅK OCH TVÅ DAGVATTENPUMPSTATIONER VATTENNIVÅSÄNKNING VID 100-ÅRSREGN

2022-06-01

SWECO SVERIGE AB

OVE NORDMARK  
MATS ANDRÉASSON  
DANIEL LUNDQVIST



## Innehållsförteckning

	<b>Skyfalls- och högvattenutredning för Nödinge centrum</b>	<b>1</b>
<b>1</b>	<b>Bakgrund</b>	<b>2</b>
<b>2</b>	<b>Beräkningsförutsättningar</b>	<b>2</b>
<b>3</b>	<b>Resultat från genomförd hydraulisk modellering samt förslag till klimatanpassningsåtgärder</b>	<b>5</b>
<b>4</b>	<b>Påverkan Trafikverkets bro över Hållsdammsbäcken längs E45an</b>	<b>25</b>
<b>5</b>	<b>Sammanfattning av beräkningsresultat samt förslag till klimatanpassningsåtgärder</b>	<b>29</b>
<b>6</b>	<b>Utformning och resultat för förkastat alternativ</b>	<b>31</b>
<b>7</b>	<b>Referenser</b>	<b>39</b>

## 1 Bakgrund

I samband med utbyggnad av bostäder, kommunhus och handel vid Ale torg (Nödinge centrum) har det ställts krav på en vidare utredning beträffande klimatanpassning genom en förbättrad avledning av dagvatten från området vid höga nivåer i Göta älv och vid skyfall samt en kombination av höga nivåer i älven och kraftig nederbörd.

För att beräkna förväntade dagvattenflöden och samspelet med dagvattensystemet vid olika vattennivåer i älven krävs en 2D-modell, som beskriver regnvattenavledningen på markytan samt en hydraulisk modell för flödesavledning i dagvattenledningssystemet. Sweco har med anledning av detta upprättat en sammankopplad modell för beräkning av konsekvenser inom området vid olika regnhändelser och vid varierande vattennivåer i älven.

## 2 Beräkningsförutsättningar

För att kunna fastställa dimensionerande händelser och en kombination av händelser för nederbörd och nivåer i älven har följande arbetsmoment tillämpats:

- Undersökning av hur höga framtida vattennivåer i Göta älv kommer att påverka planområdet. Detta utifrån beräknade framtida havsnivådata. Underlagsdata för detta har inhämtats från projektet "Hydromodell Göteborg", där framtida (år 2100) beräknade högsta högvatten (HHW) inhämtas från "Hydromodell Göteborg". Högsta högvatten motsvarar en återkomsttid på 200 år. Dessutom har underlagsdata för framtida normalvattenstånd i havet inhämtats från SMHI, som sedan anpassats till Göta älv. Med hjälp av detta underlag har det sedan bestämts vilka scenarier som ska beräknas. Med valda scenarier har översvämningpåverkan inom planområdet samt dess konsekvens vid varierande kombinationer av regnhändelser och högvattensituationer i älven kontrollerats. Detta utredningsmoment har utförts för att kunna bestämma, vilket eller vilka scenarier som kommer att bli dimensionerande för planerad dagvattenanläggnings avledningskapacitet (dagvattenpumpstationer och utloppsledningar till älven).
- Upprättande av en hydraulisk datormodell (programvara Mike Urban) med områdets föreslagna dagvattensystem, inklusive befintliga utloppskulvertar under E45 och järnväg. I samband med detta moment har relevanta avrinningsområden definierats, dvs. de avrinningsområden som kan påverka planområdet i samband med en regnhändelse. Detta har utförts utifrån befintliga och föreslagna dagvattensystem samt marklutning. I samband med detta moment har även en ytavrinningsmodell (programvara MIKE 21) skapats för det aktuella avrinningsområdet. Detta utifrån befintlig höjdmodell som anpassats efter planerad exploatering. I samband med detta moment har även randvillkoren för den sammankopplade modellen definierats. En sammankoppling av ytavrinningsmodellen (Mike 21) och dagvattenledningsnätsmodellen (Mike Urban) har genomförts i den kopplade beräkningsmodellen (Mike Flood).

Detta för att möjliggöra en beskrivning av regnbelastningen, som kommer att avledas på markytan och den regnbelastning som avleds i dagvattenledningssystemet vid olika nivåer i älven. Bakvattenluckor har förutsatts att anläggas i samtliga dagvattenutlopp för att klara framtida högvattennivåer i älven. Järnväg och E45 förutsätts dessutom klara en framtida översvämningnivå i älven om +3 meter. Men enligt uppgift från Trafikverket kan E45 anses vara tät vid höga älvnivåer upp emot + 2,8 meter. Därmed för att i framtiden säkra området mot älvnivåer på upp emot + 3 meter krävs omfattande högvattenskyddsåtgärder.

Uppgifter saknas angående Trafikverkets dagvattenledningar för avvattning av E45an och banvallen. Inom modellberäkningarna antas att E45:ans avvattning inte har någon betydande effekt för situationen i Nödinge centrum eller för kapaciteten beträffande befintliga 600 mm och 1400 mm kulvertar under E45.

De scenarier som studerades redovisas i nedanstående Figur 1 och Figur 3;

Scenario	Regn	Vattennivå i Göta älv
1	Vanligt förekommande regn  (1-årsregn inkl. klimatfaktor 1,25)	Förväntad högsta havsnivå år 2100 med 200-års återkomsttid  (+3,0 m)
2	Skyfall  (100-årsregn inkl. klimatfaktor 1,25)	Normalvattenstånd i Göta älv år 2100  (+1,0 m)
3	Dimensionerande regn för framtida dagvattensystem  (30-årsregn inkl. klimatfaktor 1,25*)	Normalvattenstånd i Göta älv år 2100  (+1,0 m)

\* Enligt Svenskt Vattens publikation P110, trycklinje i marknivå för centrumbebyggelse (Svenskt Vatten, 2016).

*Figur 1. Valda scenarier med kombinationen, förväntad framtida nivå i Göta älv samt förväntad regnhändelse.*

Dimensioneringskriterier från Svenskt Vattens P110 har varit en förutsättning vid dimensionering av de nya dagvattenpumpstationerna.

Bedömning av påverkan har studerats för en framtida situation år 2100 i syfte att minimera risken för negativa konsekvenser vid nederbörd. De scenarier som studerats är 1-årsregn i kombination med extremt hög älvnivå och 30-årsregn samt 100-årsregn vid normal älvnivå

För situationer där kombinationen av nödvändig dagvattenavledning och högvatten ska hanteras, redovisas nedan i Figur 3 de olika scenarierna för detta. Dimensionerande regn för dagvattensystem och marköversvämning är enligt P110 - korta och intensiva regn,

vilka främst inträffar sommartid under högtrycksperioder. I samband med detta är vattennivån i hav och älv i regel relativt låg. Vid en annan typ av vädersituation, som t.ex. vid en lågtryckssituation med västliga vindar och höga havsnivåer, förekommer också nederbörd. Nederbörden i samband med denna typ av situation har emellertid en betydligt lägre återkomsttid än vad som är dimensionerande, enligt P110.

En kombination av både högvatten i havet/älven och nederbörd kommer emellertid att påverka avledningen från hela dagvattenanläggningen, dvs. både dagvattenpumpstationerna samt flödesavledningen genom självfallsutloppen till älven. Denna situation kan därför i vissa fall bli dimensionerande för dagvattenpumpstationerna.

En högvattenkomponent kan betecknas som "binär". Dvs. när älvens nivå hamnar under den kritiska nivån är dagvattenledningssystemet i princip opåverkat, men när älvens nivå stiger över den kritiska nivån så kommer dagvattenledningssystemet att påverkas fullt ut. När dagvattenutloppet väl är stängt kommer situationen i princip vara konstant, oberoende av hur hög nivån blir i älven. Nästa nivå, där en förändring kommer att ske, är när älvnivån kommer att påverka dagvattenavrinningen, dvs. om och när Göta älvs nivå "bräddar in över marknivån" för dagvattenpumpstationsområdet.

Nederbördskomponenten följer istället ett avtagande mönster, dvs. sannolikheten för den mest intensiva nederbörden är som högst när nivån i älven är som lägst. Därmed kan sägas att sannolikheten för intensiva regn avtar ju högre nivån är i älven och därmed minskar då det teoretiska behovet av utpumpning av dagvatten. Se nedanstående sannolikhetstabell, som är hämtad från "Svenskt Vatten Utveckling, rapport 2014 - 19. Identifiering av extrema händelser och dess översvämningskonsekvenser i tätort."

h cm	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140	150
P mm/d											
0						1,1	3	5	8	12	20
5					1,7	2,2	7	14	22	35	54
10				1,5	3,7	5	21	32	50	75	120
15			1,7	3,3	7	14	45	70	100	160	260
20	1,1	2,2	7	14	27	38	180	300			
25	3,0	5	14	27	53	74					
30	6	11	40	75	150	200					
35	10	18	70	130	250						
40	22	40	150	300							

Figur 2. Återkomsttid (år) för olika kombinationer av dygnsnederbörd och havsnivå. Beräknade återkomsttider större än 300 år visas inte.

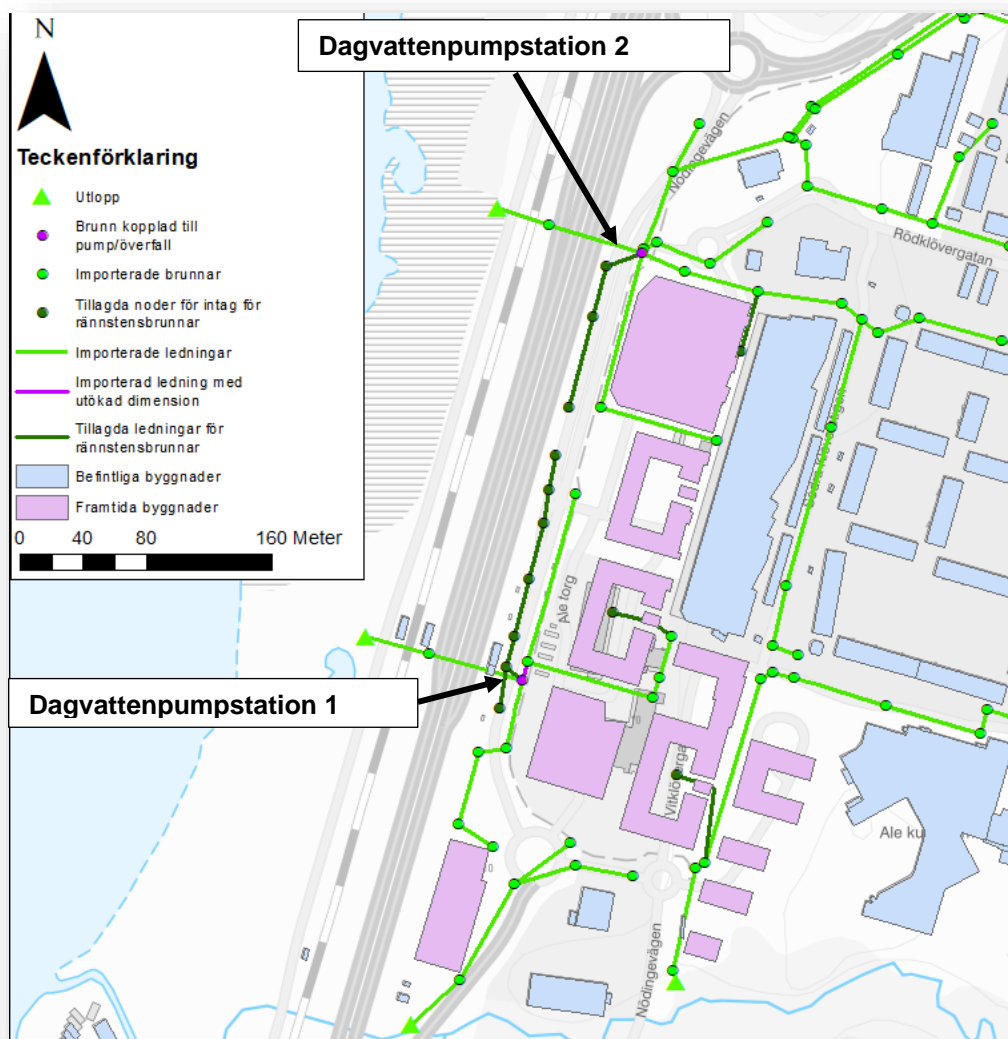
I detta uppdrag har nedanstående olika scenarier modellberäknats:

Scenario	Regnbelastning	Älvnivå	Pump1	Pump2	Skyfallsåtgärd
1a	1-årsregn (kf 1,25)	+3 m	0	0	Nej
1b	1-årsregn (kf 1,25)	+3 m	0,5 m <sup>3</sup> /s	0	Nej
1c	1-årsregn (kf 1,25)	+3 m	0,5 m <sup>3</sup> /s	3 m <sup>3</sup> /s	Nej
2a	100-årsregn (kf 1,25)	+1 m	0	0	Nej
2b	100-årsregn (kf 1,25)	+1 m	0,5 m <sup>3</sup> /s	0	Nej
2c	100-årsregn (kf 1,25)	+1 m	0,5 m <sup>3</sup> /s	3 m <sup>3</sup> /s	Nej
2d	100-årsregn (kf 1,25)	+1 m	0,5 m <sup>3</sup> /s	0	Betongränna och lågstråk
2e	100-årsregn (kf 1,25)	+1 m	0,5 m <sup>3</sup> /s	3 m <sup>3</sup> /s och utökad intagskapacitet	Endast Lågstråk
3a	30-årsregn (kf 1,25)	+1 m	0	0	Nej
3b	30-årsregn (kf 1,25)	+1 m	0,5 m <sup>3</sup> /s	0	Betongränna och lågstråk
3c	30-årsregn (kf 1,25)	+1 m	0,5 m <sup>3</sup> /s	3 m <sup>3</sup> /s och utökad intagskapacitet	Endast lågstråk

Figur 3. Valda scenarier med kombinationen, förväntad framtida nivå i Göta älv i kombination med förväntad regnhändelse och valda pumpkapaciteter i planerade dagvattenpumpstationer.

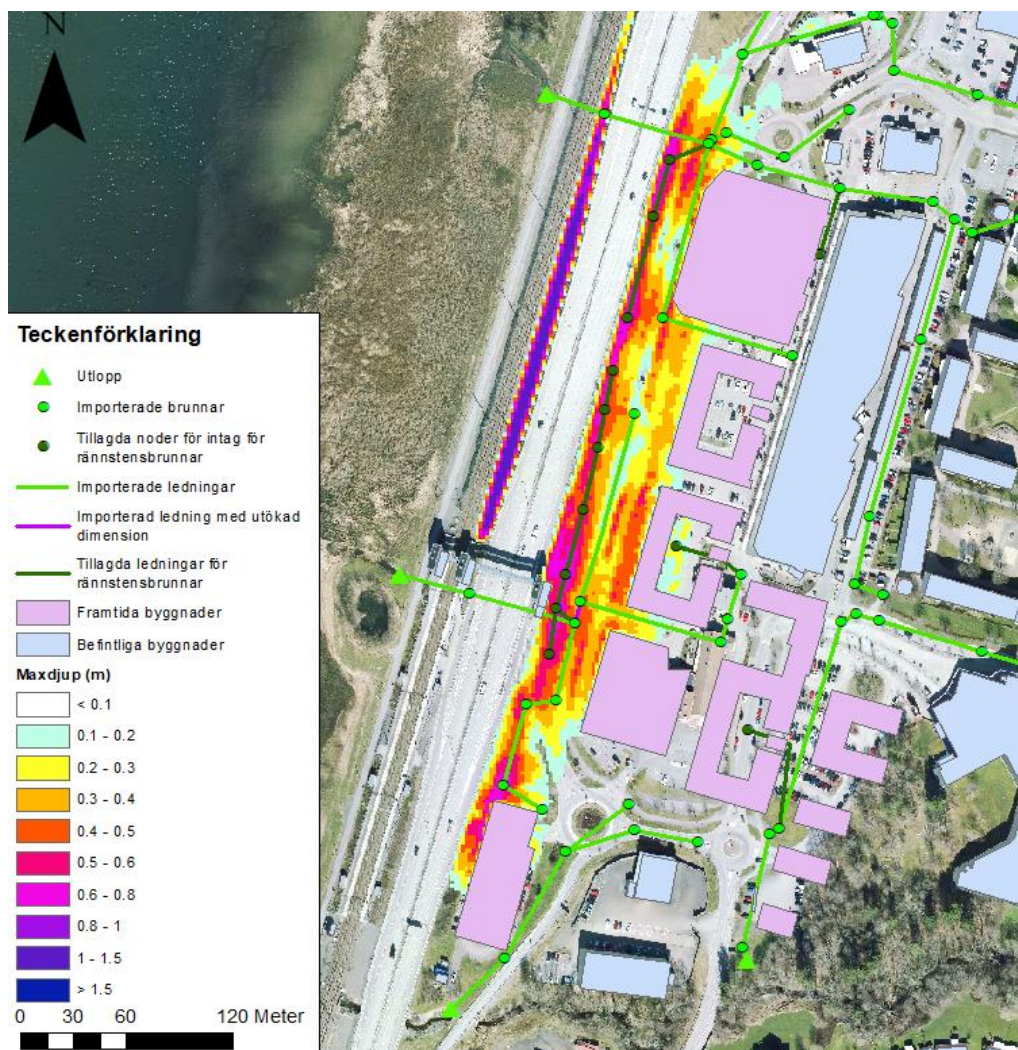
### 3 Resultat från genomförd hydraulisk modellering samt förslag till klimatanpassningsåtgärder

Nedan redovisas översiktligt utvalda beräkningsresultat från genomförd modellering i anslutning till utbyggnaden av Nödinge centrum för befintlig situation samt med de nya föreslagna uppsamlade och avledande dagvattenpumpstationerna. Se översiktskarta i Figur 4 samt utvalda beräkningsresultat i Figur 5 - 21.



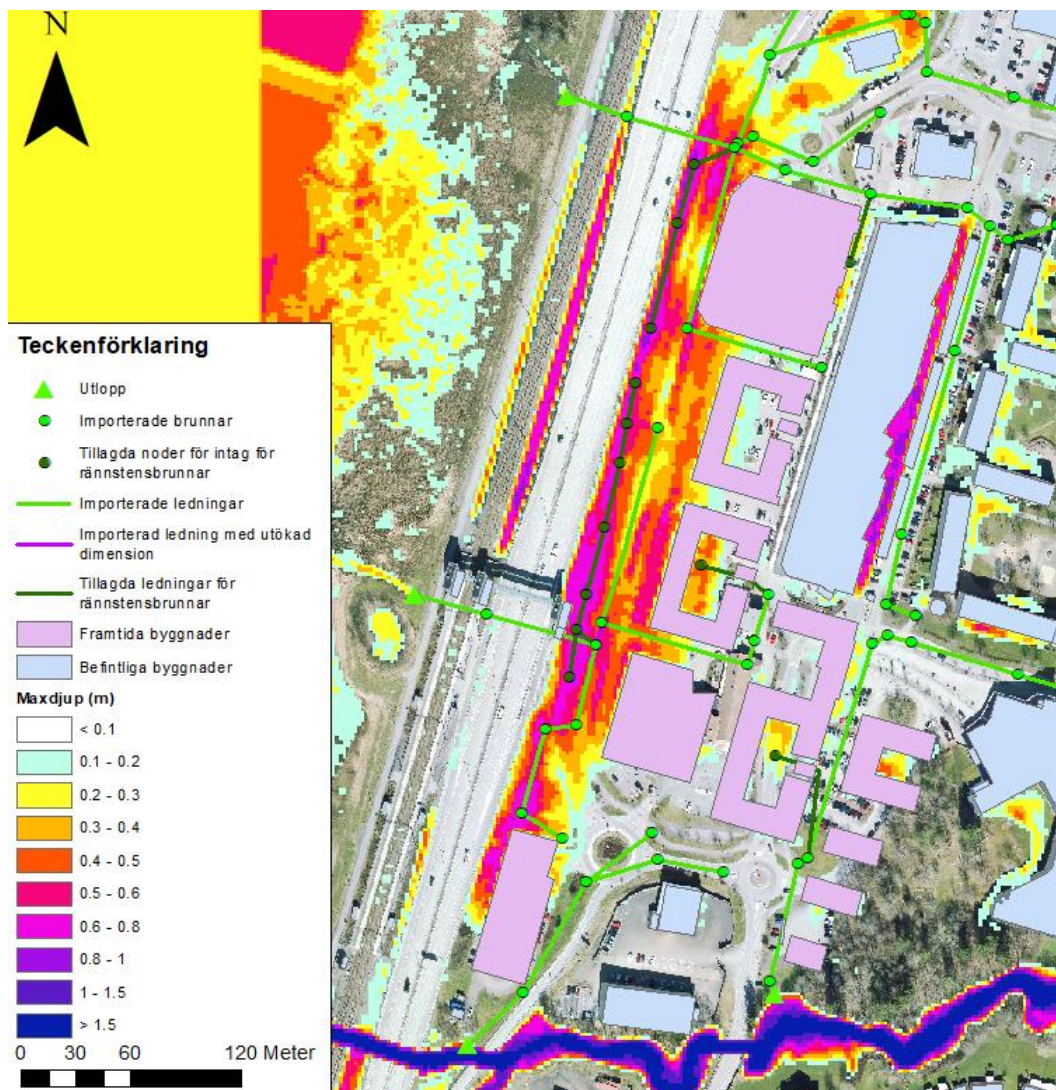
Figur 4. Översiktsskarta, utbyggnad av Nödinge centrum med de nya föreslagna uppsamlade och avledande dagvattenpumpstationerna. Samtliga dagvattenutlopp har förutsatts vara försedda med bakvattenluckor samt en ökad skyddsnivå på +3 meter. Resultat från modellberäkning av översvämningsutbredning för befintlig situation, scenario 1a, 2a och 3 a. Se Figur 4 ovan samt Figur 5 - 7.





Figur 5. Översvämningsutbredning i ytmodellering, scenario 1a (vid befintlig situation). 1-årsregn inklusive klimattfaktor (1,25) i kombination med förväntad högsta havsnivå år 2100 med 200-års återkomsttid (+3,0 meter).

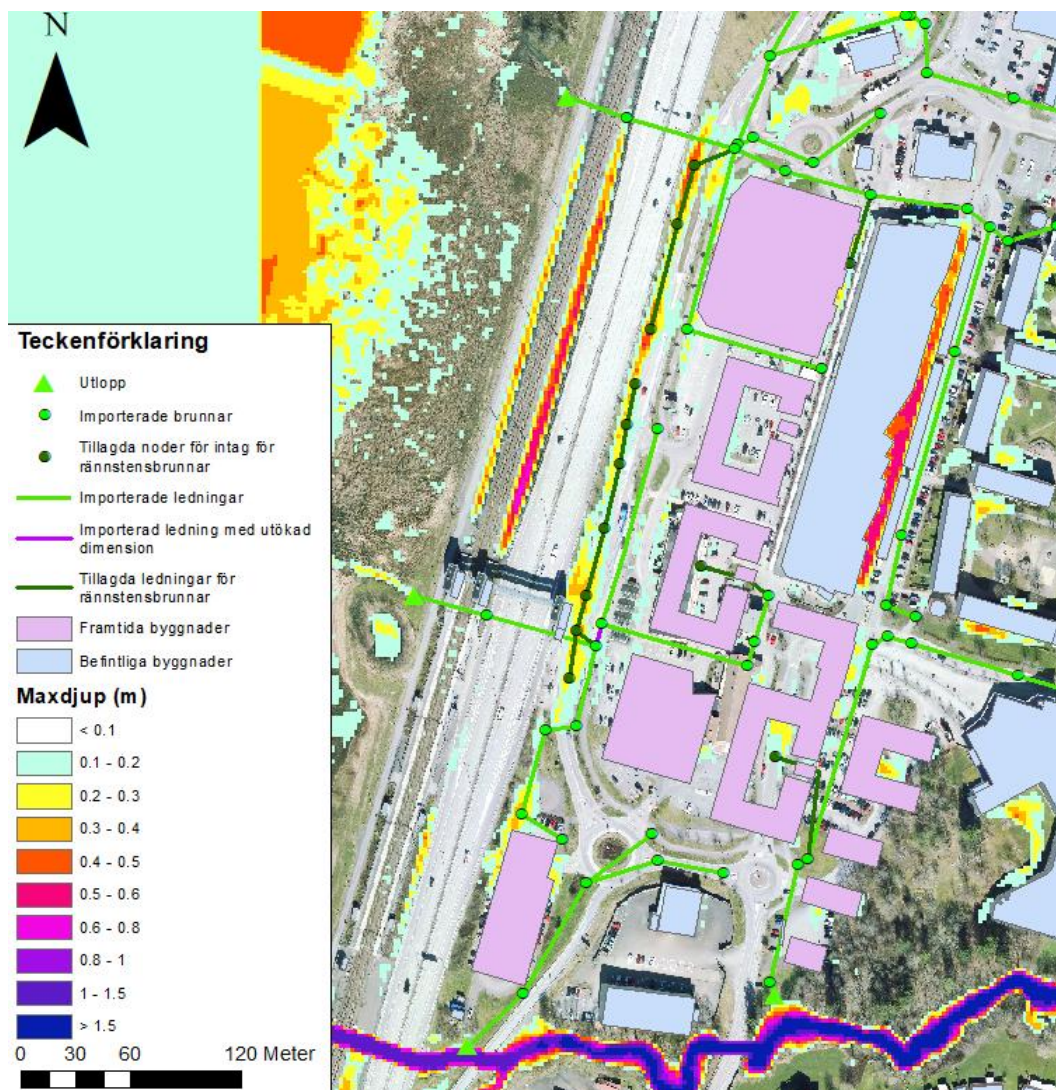
Sammanfattat kan sägas att dagvattnet inte kan ledas ut via självfall på grund av extremt hög vattennivå i älven. Dagvattnet kommer därmed inte att kunna avledas på grund av mottryck från älven via ledningsnätet. Höga vattendjup kommer att bli stående mot byggnader, över gator och allmän plats med konsekvens av mycket begränsad framkomlighet inom stora delar av området mellan E45:an och den planerade kommande byggnationen.



Figur 6. Översvämningsutbredning i ytmodellering, scenario 2a (vid befintlig situation). Skyfall, 100-årsregn inklusive klimatfaktor (1,25) i kombination med normalvattenstånd i Göta älv år 2100 (+1,0 meter).

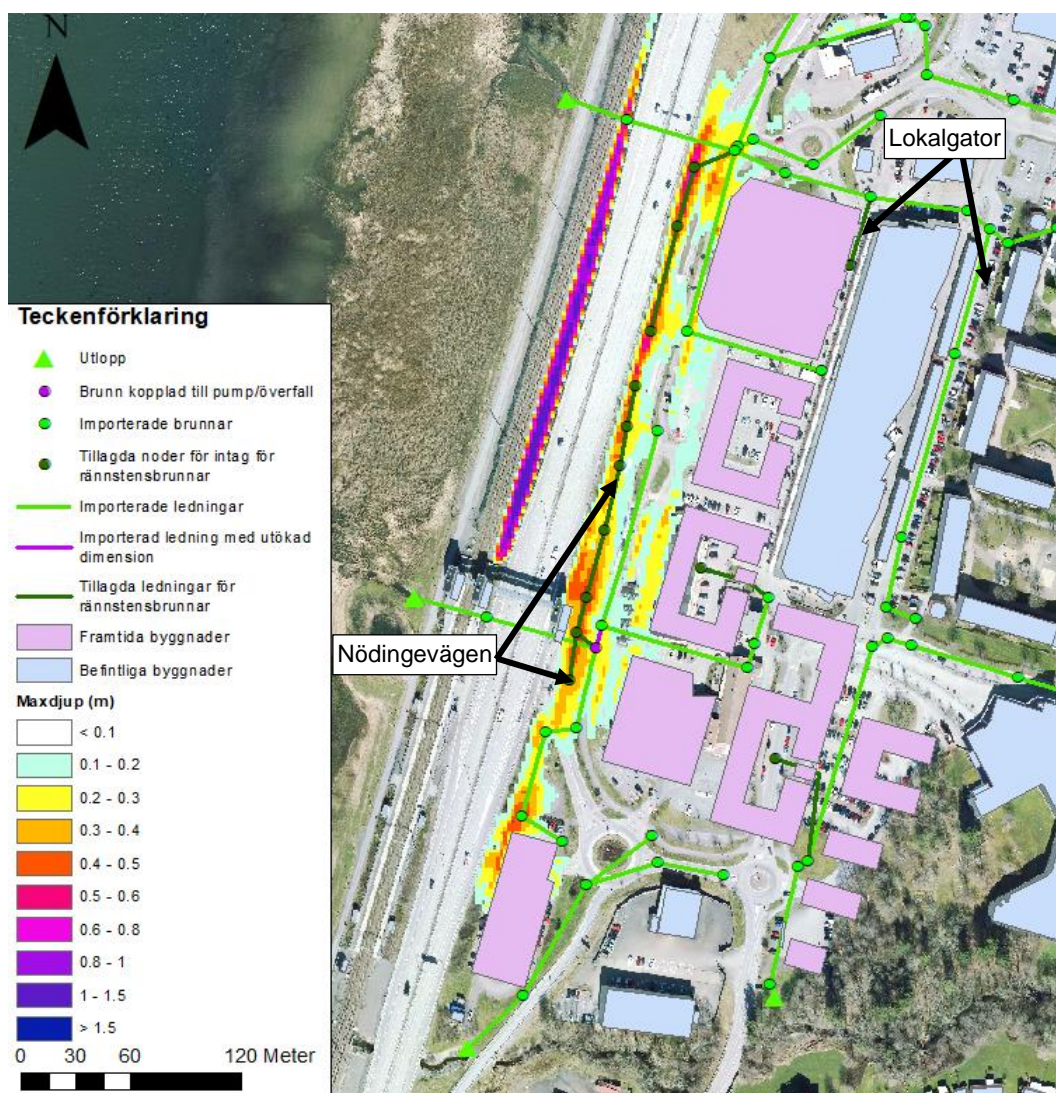
Av ovanstående Figur 6 framgår att det avrinnande skyfallsvattnet inte kan ta sig ner i ledningsnätet från markytan på grund av för låg intagskapacitet i rännstens- och kupolbrunnar samt hängrännor och spygatter. Detta medför att skyfallsvattnet söker sig ner mot lågpunkterna utmed E45. Detta scenario innebär ett ännu större vattendjup mot byggnader och över gator och allmän plats i jämförelse med scenario 1a (se Figur 5). Det innebär en större konsekvens med mycket begränsad framkomlighet inom stora delar av området mellan E45:an och den planerade kommande nya byggnationen.





Figur 7. Översvämningsutbredning i ytmodellering, scenario 3a (vid befintlig situation). Dimensionerande regn för framtida dagvattensystem (30-årsregn inkl. klimatfaktor 1,25) i kombination med normalvattenstånd i Göta älv år 2100 (+1,0 meter).

Av ovanstående Figur 7 framgår det att Nödingevägen riskeras översvämmas vid 30-årsregn på grund av de låga marknivåerna längs vägen. Nedan visas några utvalda beräkningsresultat från scenarierna med kombinationen, förväntad framtida nivå i Göta älv, förväntad regnhändelse och valda pumpkapaciteter i de planerade dagvattenpumpstationerna.



Figur 8. Översvämningsutbredning i ytmodell, scenario 1b vid vald pumpkapacitet 0,5 m<sup>3</sup>/s i södra dagvattenpumpstation 1. 1-årsregn inklusive klimatkfaktor (1,25) i kombination med förväntad högsta havsnivå år 2100 med 200-års återkomsttid (+3,0 meter).

Figur 8 visar hur dagvattnet kan inte ledas ut via självfall på grund av extremt hög vattennivå i älven. Dagvattnet kommer därmed inte att kunna avledas på grund av mottryck från ledningsnätet. Dagvattnet pumpas därför ut i den södra delen (dagvattenpumpstation 1), vilket leder till ett mindre vattendjup, speciellt invid den planerade nya byggnationen. Eftersom vattnet inte pumpas ut från den norra delens ledningsnät så sker marköversvämnningar inom området.

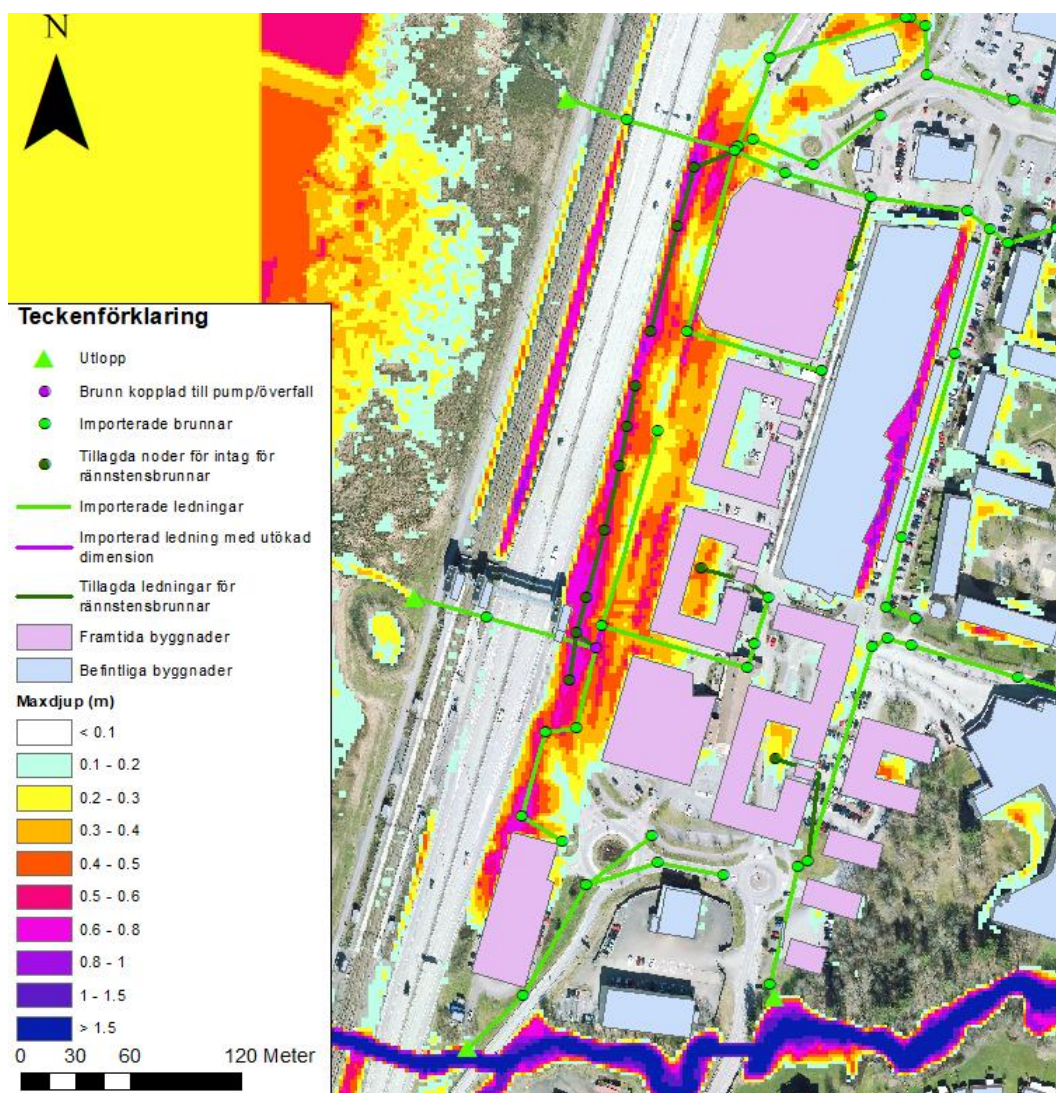
Under regnhändelsen finns det inte framkomlighet längs Nödingevägen (vattendjup över 20 cm). I detta scenario bör det finnas möjlighet för tillgänglighet till den planerade nya byggnationen via lokalgator i den östra delen av centrumområdet.





Figur 9. Översvämningsutbredning i ytmodell, scenario 1c vid vald pumpkapacitet 0,5 m<sup>3</sup>/s i södra dagvattenpumpstation 1, samt 3,0 m<sup>3</sup>/s i norra dagvattenpumpstation 2. 1-årsregn inklusive klimatafaktor (1,25) i kombination med förväntad högsta havsnivå år 2100 med 200-års återkomsttid (+3,0 meter).

Som framgår av ovanstående Figur 9 sker ingen översvämnning inom Nödinge centrum vid extremt hög vattennivå i älven om två pumpstationer anläggs, en i den södra respektive norra delen.



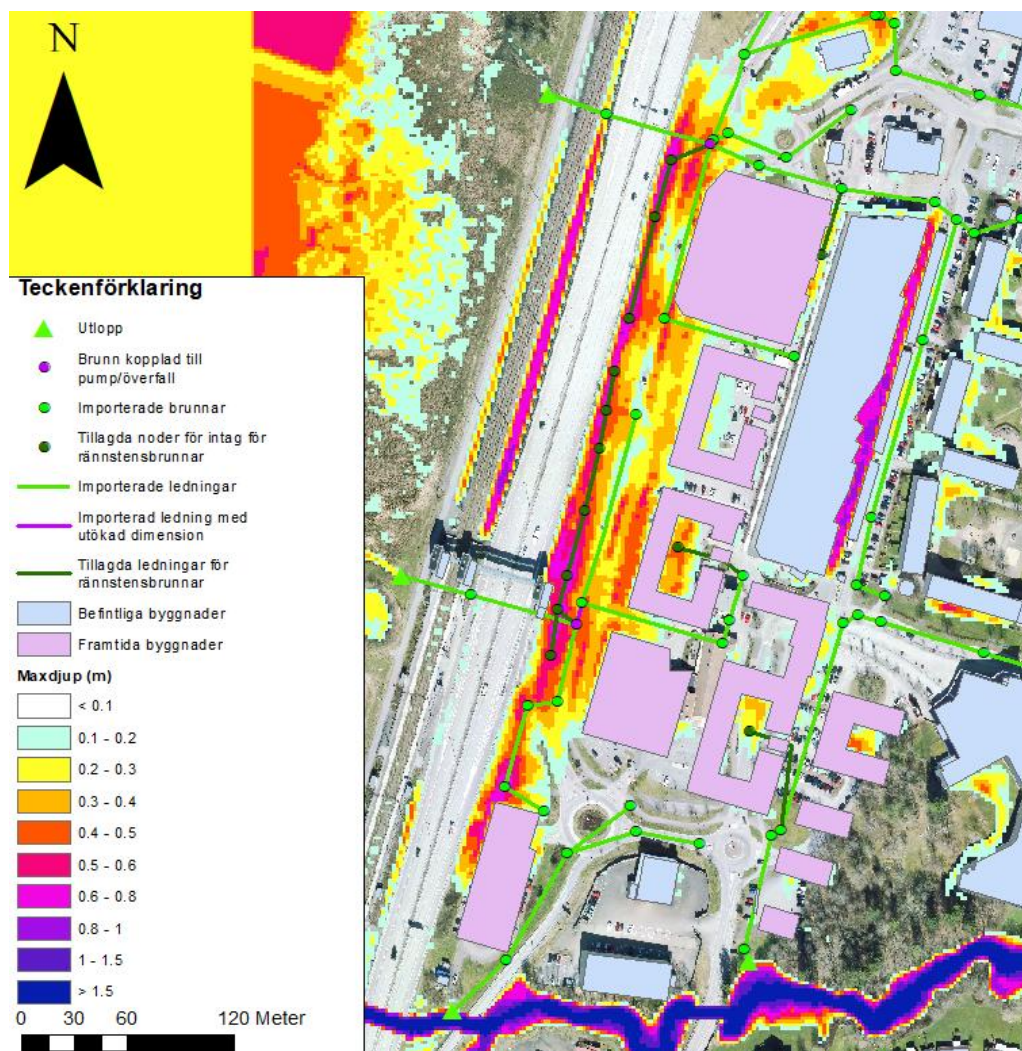
Figur 10. Översvämningsutbredning i ytmodell, scenario 2b vid vald pumpkapacitet 0,5 m<sup>3</sup>/s i södra dagvattenpumpstation 1. Skyfall, 100-årsregn inklusive klimatfaktor (1,25) i kombination med normalvattenstånd i Göta älv år 2100 (+1,0 meter).

Av ovanstående Figur 10 framgår att det avrinnande skyfallsvattnet inte kan ta sig ner i ledningsnätet från markytan på grund av för låg intagskapacitet i rännstens- och kupolbrunnar samt hängrännor och spygatter. Detta medför att skyfallsvattnet söker sig ner mot lågpunkterna utmed E45. Detta scenario innebär ett ännu större vattendjup mot byggnader och över gator och allmän plats i jämförelse med scenario 1b (se Figur 8).

Det innebär en större konsekvens med mycket begränsad framkomlighet inom stora delar av området mellan E45:an och den planerade kommande nya byggnationen. Detta trots att dagvattenpumpstation 1, med pumpkapacitet om 0,5 m<sup>3</sup>/s anlagts i den södra delen



av planområdet. Se även Figur 6 för jämförelse med avseende på översvämningsutbredning och vattendjup.



Figur 11. Översvämningsutbredning i ytmodell, scenario 2c vid vald pumpkapacitet 0,5 m<sup>3</sup>/s i södra dagvattenpumpstation 1, samt 3,0 m<sup>3</sup>/s i norra dagvattenpumpstation 2. Skyfall, 100-årsregn inklusive klimatafaktor (1,25) i kombination med normalvattenstånd i Göta älv år 2100 (+1,0 meter).

Som framgår av ovanstående Figur 11 så kommer inte det avrinnande skyfallsvattnet att kunna ledas bort ytledes eller ta sig ner i ledningsnätet från markytan på grund av för låg intagskapacitet i rännstens- och kupolbrunnar samt hängrännor och spygatter. Detta medför att skyfallsvattnet söker sig ner mot lågpunkterna utmed E45.

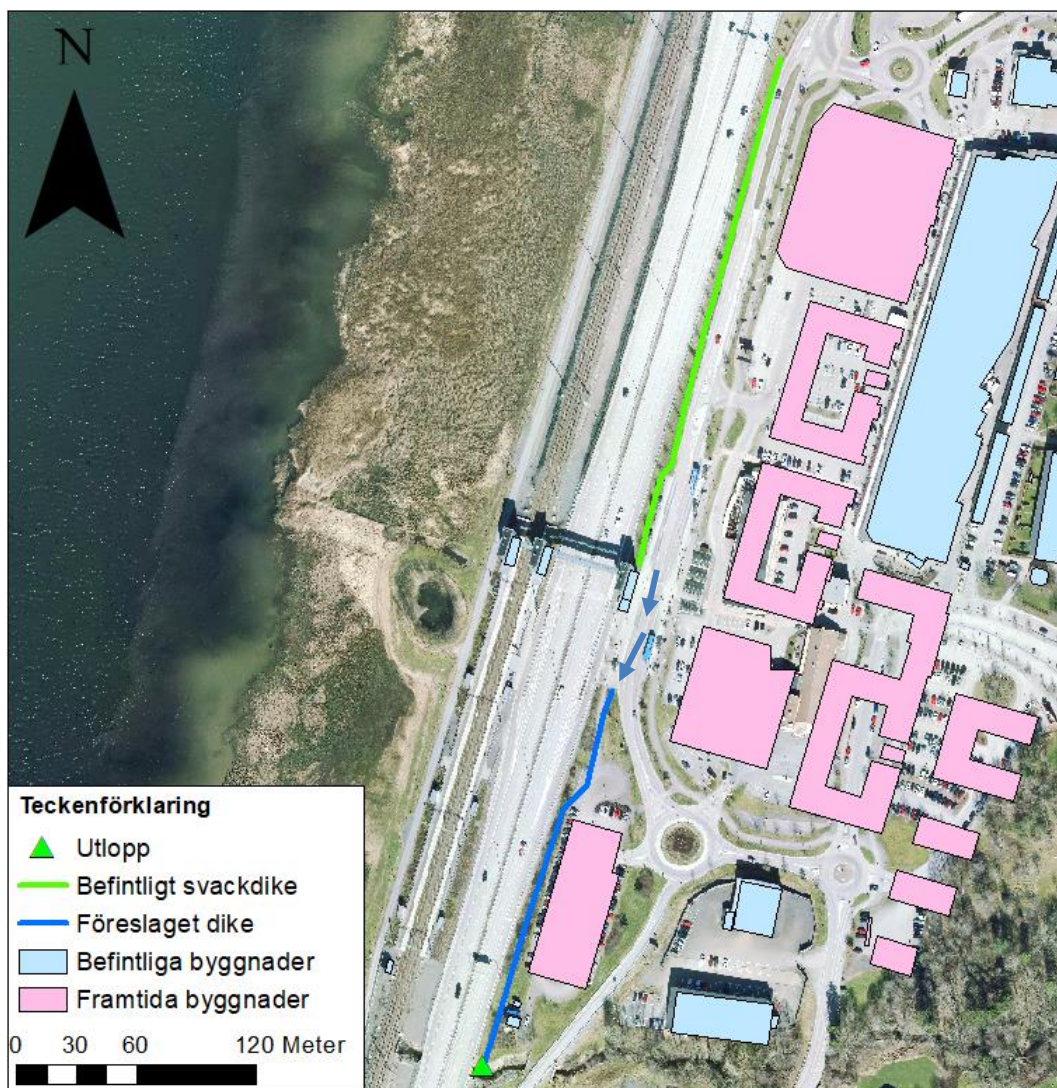
Detta scenario innebär i princip samma eller något mindre vattendjup mot byggnader och över gator och allmän plats i jämförelse med scenario 2b (se Figur 10). Det innebär en stor konsekvens med mycket begränsad framkomlighet inom stora delar av området mellan E45:an och den planerade kommande nya byggnationen. Detta trots att både

dagvattenpumpstation 1, med pumpkapacitet om 0,5 m<sup>3</sup>/s anlagts i den södra delen av planområdet samt dagvattenpumpstation 2, med en flödeskapacitet om 3,0 m<sup>3</sup>/s anlagts i den norra delen. Se även Figur 6 för jämförelse med avseende på översvämningsutbredning och vattendjup.

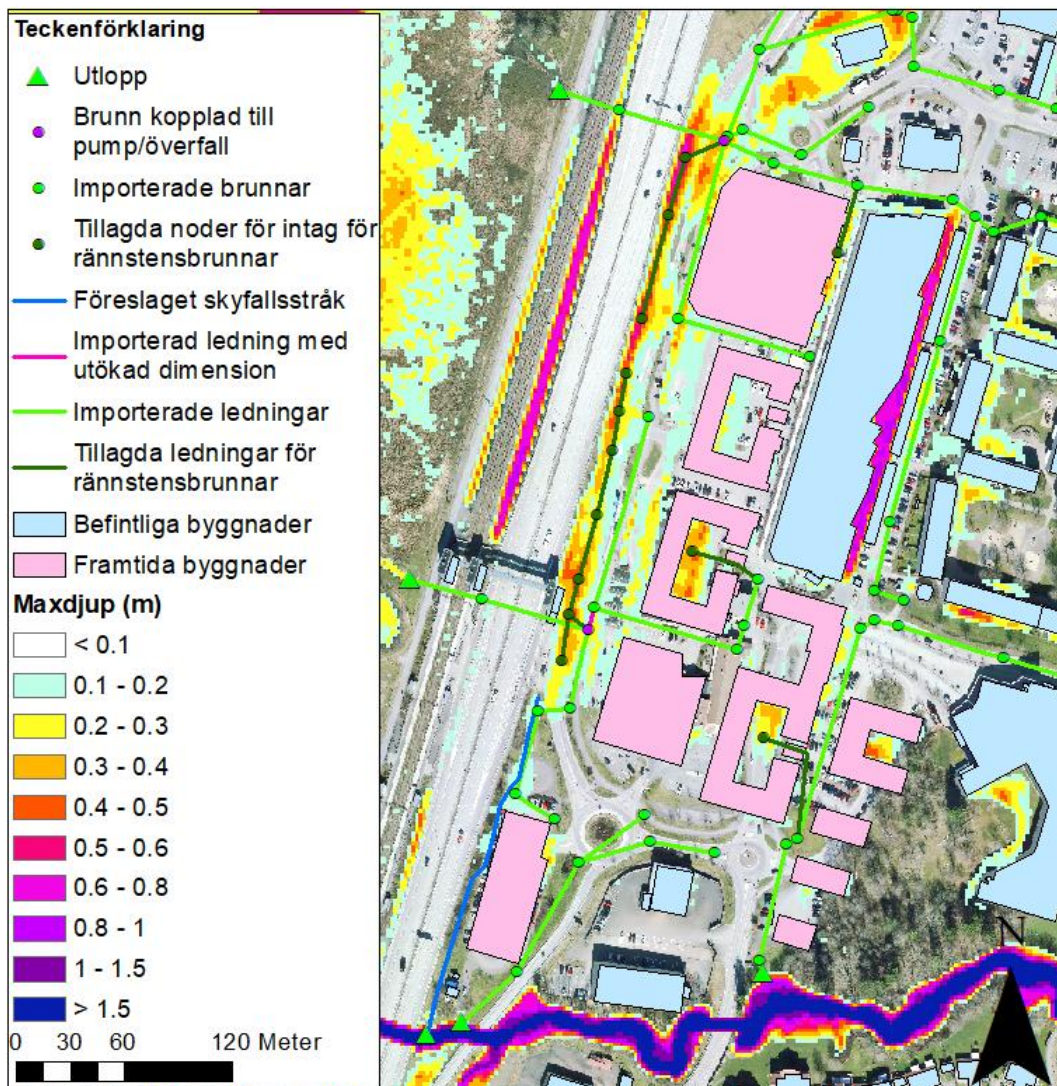
Som modellresultaten i Figur 10–11 visar har inte den föreslagna norra dagvattenpumpstation 2 någon betydande effekt vid skyfall då befintlig intagskapacitet till ledningsnätet och pumpstationen är begränsande. För att kunna utnyttja kapaciteten 3 m<sup>3</sup>/s i norra dagvattenpumpstation 2 till att avvattna centrumområdets markyta och Nödingevägen vid skyfall så föreslås ytterligare intag till ledningsnätet och pumpstationen omkring Nödingevägen.

I syfte att förbättra ytledes avledning av dagvatten vid skyfall föreslås att ett skyfallsstråk anläggs längs med grönytan söder om stationsbyggnaden i sydlig riktning med utlopp i Hållsdammsbäcken. Detta innebär att när svackdiket fylls upp vid skyfall kommer vatten avrinna över Nödingevägen mot det planerade diket och fortsätta till Hållsdammsbäcken. Därmed tillåts en viss översvämning över Nödingevägen och omkring busshållplatsen då vattnet avrinner söderut mot det planerade diket. Graden av översvämning beror på vägens höjdsättning som om möjligt kan justeras för att luta mot diket och främja avrinning söderut. Grovt förslag till sträckning framgår av Figur 12 nedan där bredd/djup på skyfallsstråket kan justeras för att få plats mellan E45an och framtida parkeringshus. Se "Bilaga 1 Förutsättningar anläggning skyfallsstråk inom Nödinge centrum" för en mer detaljerad beskrivning av föreslaget skyfallsstråk. Bilagan beskriver också alternativa utformningar av skyfallsstråket med motivering varför de har förkastats som lösning. Tillhörande modellresultat för de förkastade skyfallslösningarna är beskrivna i kapitel 5.





Figur 12. Föreslagen utformning av skyfallsstråket. De blå pilarna symboliserar yttliga flödesvägar för vattnet där det korsar Nödingevägen.



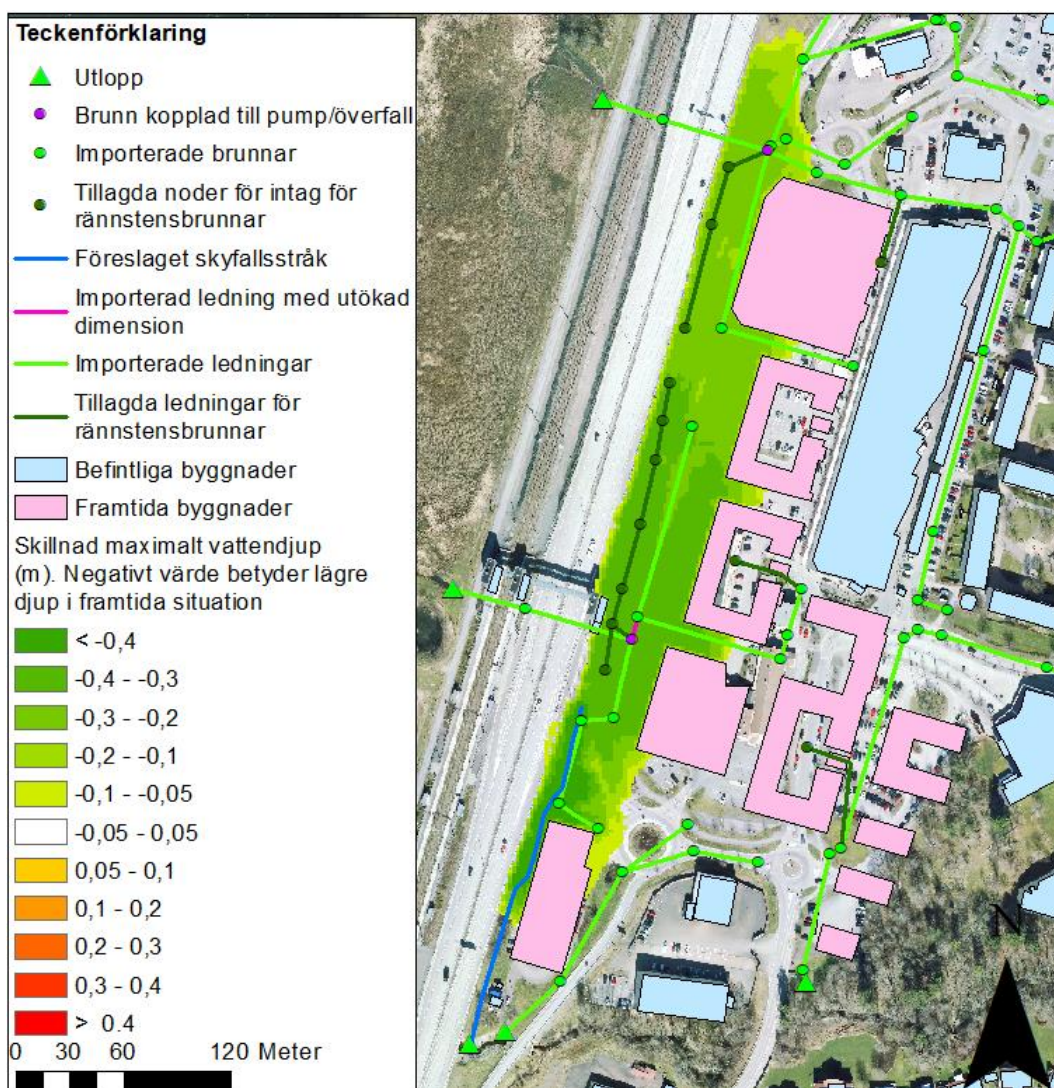
Figur 13. Översvämningsutbredning i ytmodell, scenario 2e vid vald pumpkapacitet 0,5 m<sup>3</sup>/s i södra dagvattenpumpstation 1, samt 3,0 m<sup>3</sup>/s i norra dagvattenpumpstation 2 tillsammans med anordnande av ett ytligt skyfallsstråk utmed grönytan söder om stationsbyggnaden i anslutning till Ale torg. Utökad intagningskapacitet tillagd till den norra pumpstationen. Skyfall, 100-årsregn inklusive klimattfaktor (1,25) i kombination med normalvattenstånd i Göta älv år 2100 (+1,0 meter).

Som framgår av ovanstående Figur 13 erhålls en betydligt förbättrad avledning av skyfallsvattnet utmed Ale torg om ett skyfallsstråk anordnas söder om stationsbyggnaden tillsammans med de två föreslagna pumpstationerna. Inom modellberäkningarna avleds ca 4,5 m<sup>3</sup>/s genom självfallsledningarna under E45an, ca 3,4 m<sup>3</sup>/s pumpas ut via de två föreslagna pumpstationerna och ca 0,6 m<sup>3</sup>/s leds ut via skyfallsstråket. För att kunna utnyttja den norra pumpstationens fulla kapacitet för att avvattna markytan vid skyfall

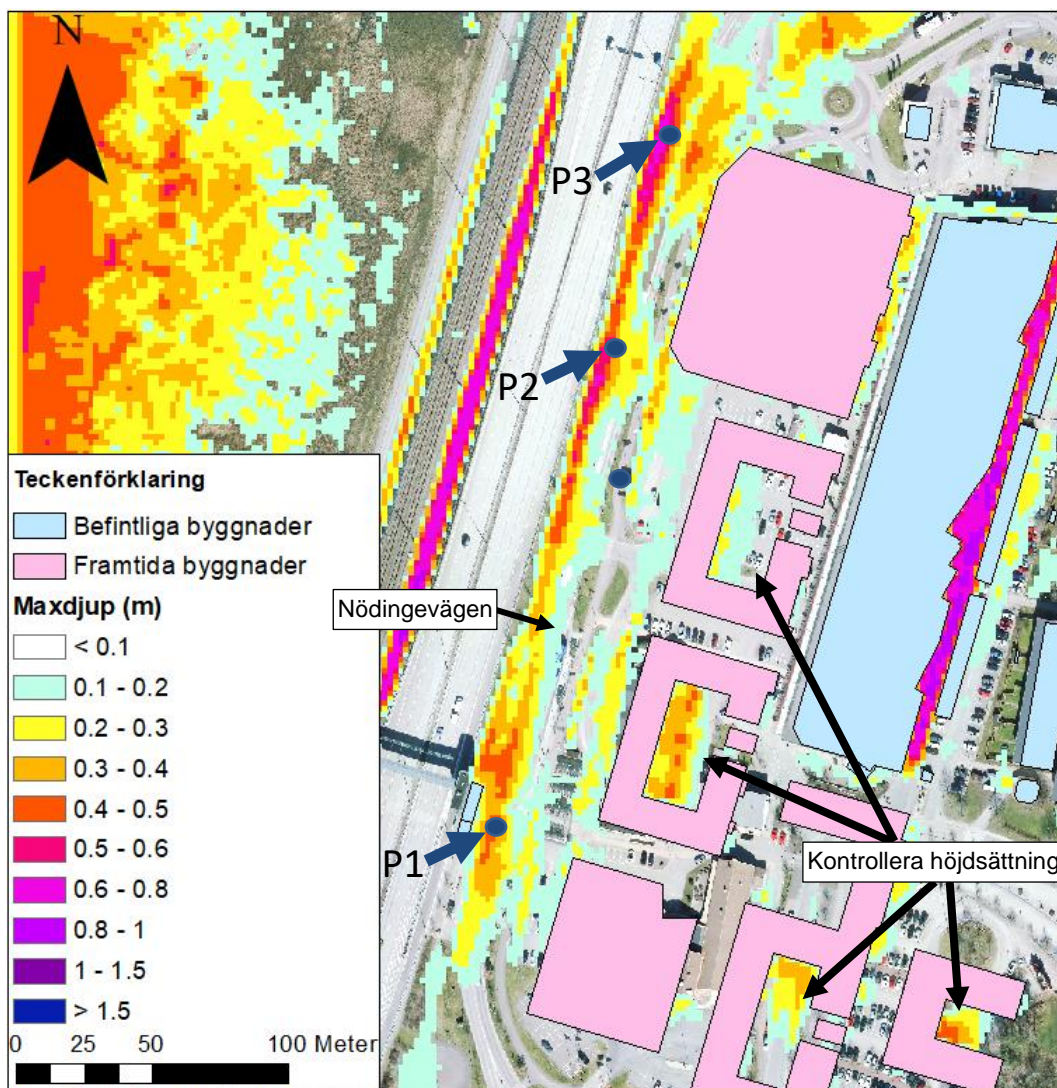


behöver stora intag med total kapacitet om ca 3 m<sup>3</sup>/s kopplas till ledningsnätet vid pumpstationen.

I nedanstående Figur 14 visas skillnaden i översvämningsdjup, före och efter genomförda föreslagna åtgärder (skyfallsstråk och dagvattenpumpstationer) vid ett 100-årsregn. Figur 14 visar på en vattennivåsänkning vid ett 100-årsregn på mellan 30 - 60 cm i områdets södra del samt mellan 20 – 30 cm i norr. Detta om föreslagna klimatanpassningsåtgärder med anläggandet av ett skyfallsstråk och de två dagvattenpumpstationerna utförs.



Figur 14. Förändrat maximalt vattendjup med föreslagna åtgärder. Ny dagvattenpumpstation 1 i söder (pumpkapacitet 0,5 m<sup>3</sup>/s) och ny dagvattenpumpstation 2 i norr (pumpkapacitet 3 m<sup>3</sup>/s samt utökad intagningskapacitet) samt anordnande av ett ytligt skyfallsstråk söder om stationsbyggnaden gentemot befintlig skyfallssituation (100-årsregn inklusive klimafaktor i kombination med normalvattenstånd i Göta älv år 2100, +1,0 meter).



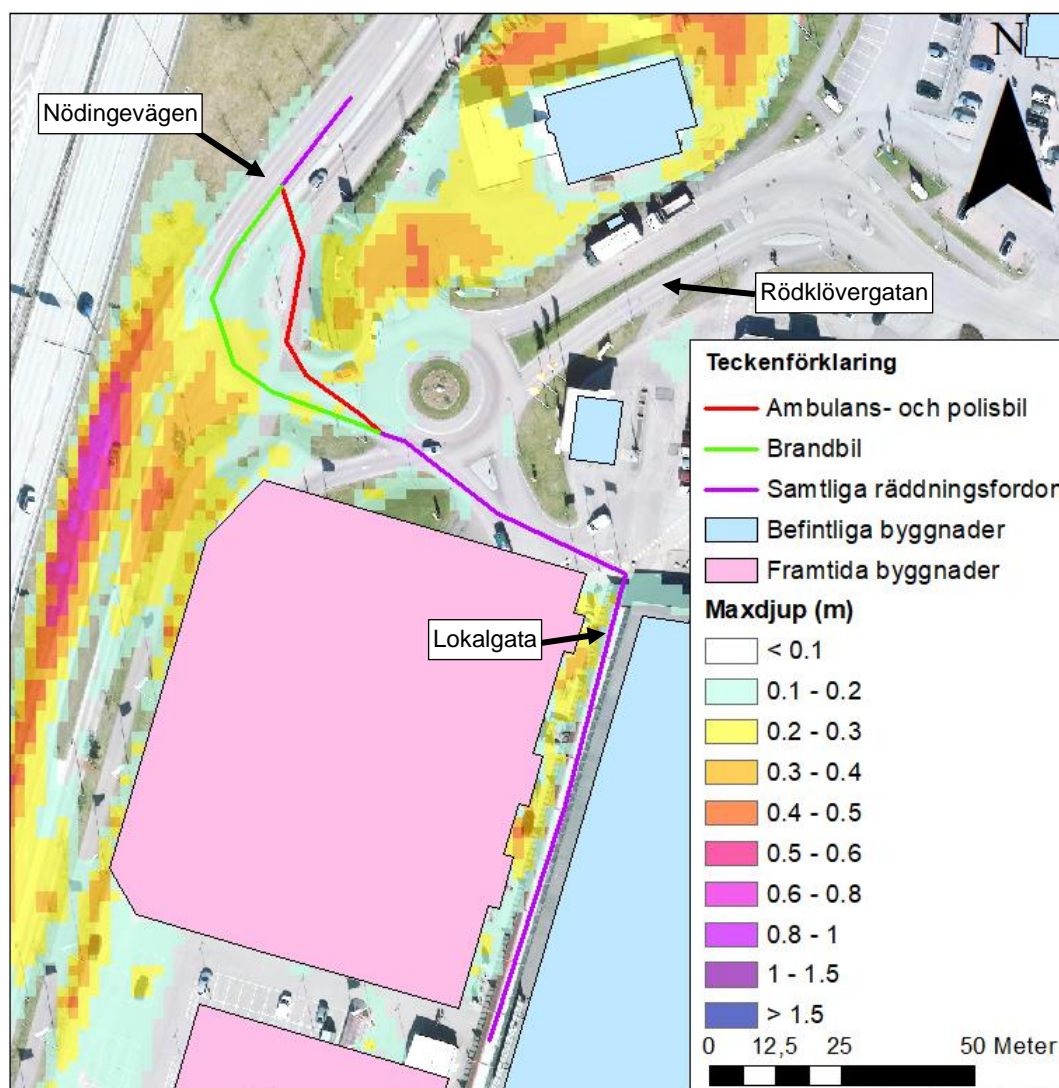
Figur 15. Scenario 2e vid vald pumpkapacitet 0,5 m<sup>3</sup>/s i södra dagvattenpumpstation 1, samt 3,0 m<sup>3</sup>/s i norra dagvattenpumpstation 2 tillsammans med anordnande av ett yttligt skyfallsstråk utmed grönytan söder om stationsbyggnaden i anslutning till Ale torg. Utökad intagningskapacitet tillagd till den norra pumpstationen. De blåa cirkarna (P1-P3) markerar punkter där mer detaljerad information om översvämningsförloppet presenteras i figur 17.

Ovanstående Figur 15 visar mer detaljerade vattendjup runt planområdet vid 100-årsregnet samt normal älvnivå om skyfallsstråket och de två pumpstationerna anläggs. Värt att notera är att befintliga marknivåer har använts i modellen samtidigt som marken vid planerade byggnader har lyfts upp. Detta skapar instängda områden där vatten blir stående mellan byggnader och på innergårdar i modellresultaten. Här bör marken höjdsättas så att den lutar bort från platserna så att vatten kan rinna vidare på markytan med självfall.

Då framkomlighet saknas längs Nödingevägen behöver lokalgator inom planområdet användas som tillgänglighetsstråk för räddningstjänsten. I Figur 16 redovisas en alternativ väg som räddningstjänsten kan använda när Nödingevägen översvämmas. Gränsen för framkomlighet med ett räddningsfordon styrs av vilket fordon det är. Enligt erfarenhet från Räddningstjänsten Storgöteborg kan ambulanser klara av att köra i ett vattendjup på ca 0,2 m vid låg hastighet om ca 5–10 km/h medan det för brandbilar kan anses sannolikt att de har bättre möjlighet att ta sig fram i ett betydligt större vattendjup, upp emot 0,45 m med begränsad hastighet.

I framtiden kan brandbilar ta sig från Nödingevägen till rondellen som ansluter till Rödklövergatan. Det är även möjligt att brandbilar kan ta sig fram till Nödinge centrum längs Nödingevägens högra körfält. Vid översvämningsdjup över 20 cm längs Nödingevägen kan ambulanser använda GC-banan öster om Nödingevägen för att ta sig fram till rondellen. Från rondellen kan både ambulanser och brandbilar ta sig fram genom planområdet via lokalgatan mellan planerad och befintlig byggnad. Det är viktigt att utformningen av denna gata utformas på ett sätt som gör det möjligt för räddningsfordon att ta sig fram, dvs att det finns ett stråk utan strukturer som rabatter eller bänkar, vilket kan utgöra ett hinder för räddningsfordonen. För samtliga lokalgator ska höjdsättningen utformas så vatten kan avledas med självfall och instängda områden där vatten ansamlas undviks.

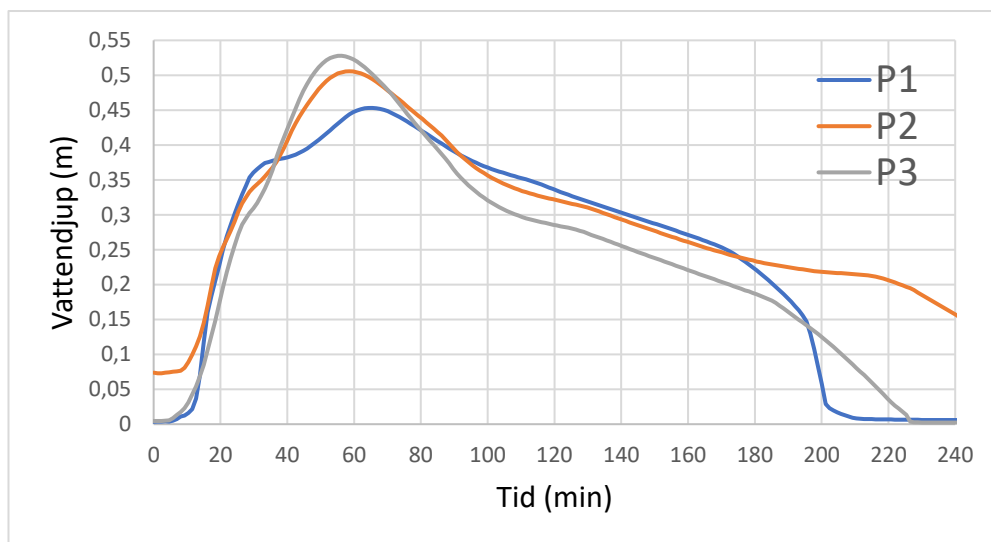




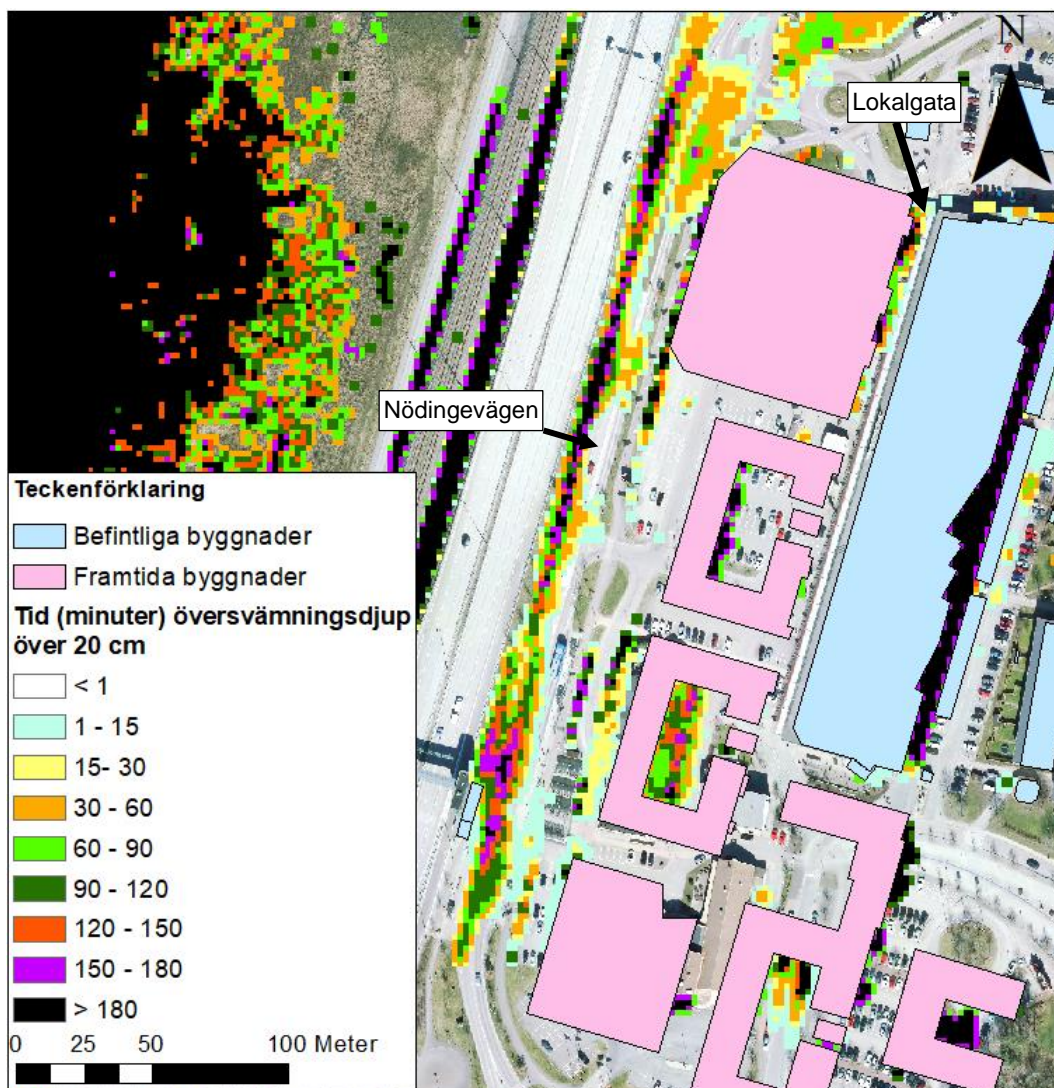
Figur 16 Scenario 2e vid vald pumpkapacitet 0,5 m<sup>3</sup>/s i södra dagvattenpumpstation 1, samt 3,0 m<sup>3</sup>/s i norra dagvattenpumpstation 2 tillsammans med anordnande av ett ytligt skyfallsstråk utmed grönytan söder om stationsbyggnaden i anslutning till Ale torg. Utökad intagningskapacitet tillagd till den norra pumpstationen. I figuren är möjligt tillgänglighetsstråk för räddningstjänsten längs framtida lokalgata markerad.

Som tidigare nämnts finns det inte framkomlighet längs Nödingevägen under regnhändelsen där vattendjup upp emot 0,5-0,6 m kan bli stående på delar av vägen. Figur 17 och 18 visar att tiden som vägen översvämmas av vattenmassor med djup över 20 cm beräknades till upp emot ca 3 timmar. Under denna period visar modellresultaten att det bör finnas framkomlighet till planområdets byggnader via lokalgator.

Det kan vara möjligt för busstrafiken att använda reservhållplats vid E45:an för av- och påstigning medan de centrala delarna av Nödingevägen är översvämmade.



Figur 17. Vattendjupet på Nödingevägen vid punkter P1-P3 över tid i modellen, se Figur 15 för punkternas placering. Resultaten gäller för scenariot ny dagvattenpumpstation 1 i söder (pumpkapacitet 0,5 m<sup>3</sup>/s) och ny dagvattenpumpstation 2 i norr (pumpkapacitet 3 m<sup>3</sup>/s med utökad intagningskapacitet) samt anordnande av ett ytligt skyfallsstråk söder om stationsbyggnaden (100-årsregn inklusive klimataffekt i kombination med normalvattenstånd i Göta älv år 2100, +1,0 meter).



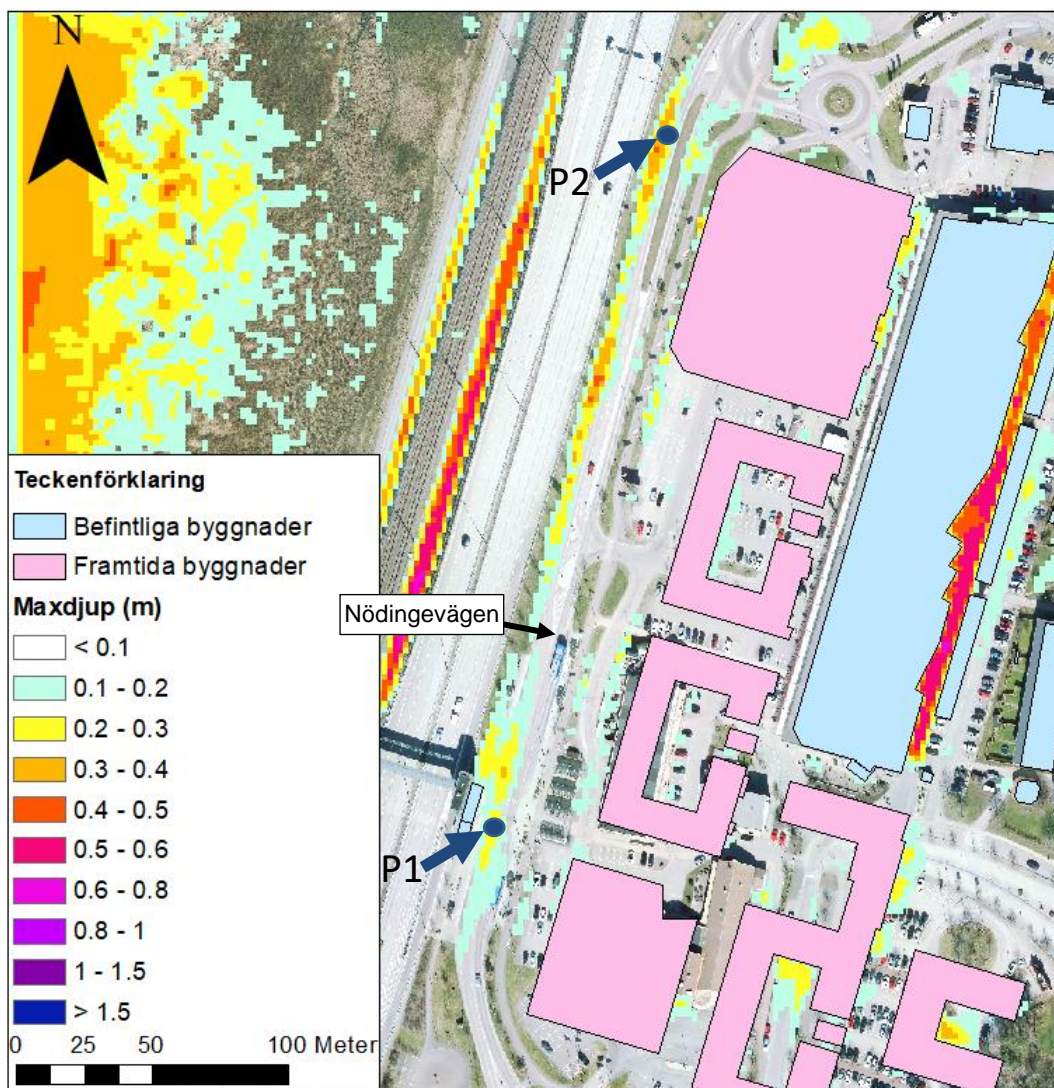
Figur 18. Varaktighet för översvämningsdjup över 20 cm i modellsimuleringen scenario 2e vid vald pumpkapacitet 0,5 m<sup>3</sup>/s i södra dagvattenpumpstation 1, samt 3,0 m<sup>3</sup>/s i norra dagvattenpumpstation 2 tillsammans med anordnande av ett ytligt skyfallsstråk utmed grönytan söder om stationsbyggnaden i anslutning till Ale torg. Utökad intagningskapacitet tillagd till den norra pumpstationen (100-årsregn inklusive klimataffaktor i kombination med normalvattenstånd i Göta älv år 2100, +1,0 meter).

Figur 19 visar hur det finns risk att marköversvämning sker utmed Nödingevägen vid 30-årsregn. I modellberäkningarna är har det framtida ledningsnätet tillräcklig kapacitet för att hantera den lokala avrinningen inom planen. Men ytavrinning från uppströmsliggande områden avrinner till svackdiket och blir stående på vägen omkring stationsbyggnaden. Därmed finns det risk för begränsad framkomlighet längs delar av Nödingevägen där



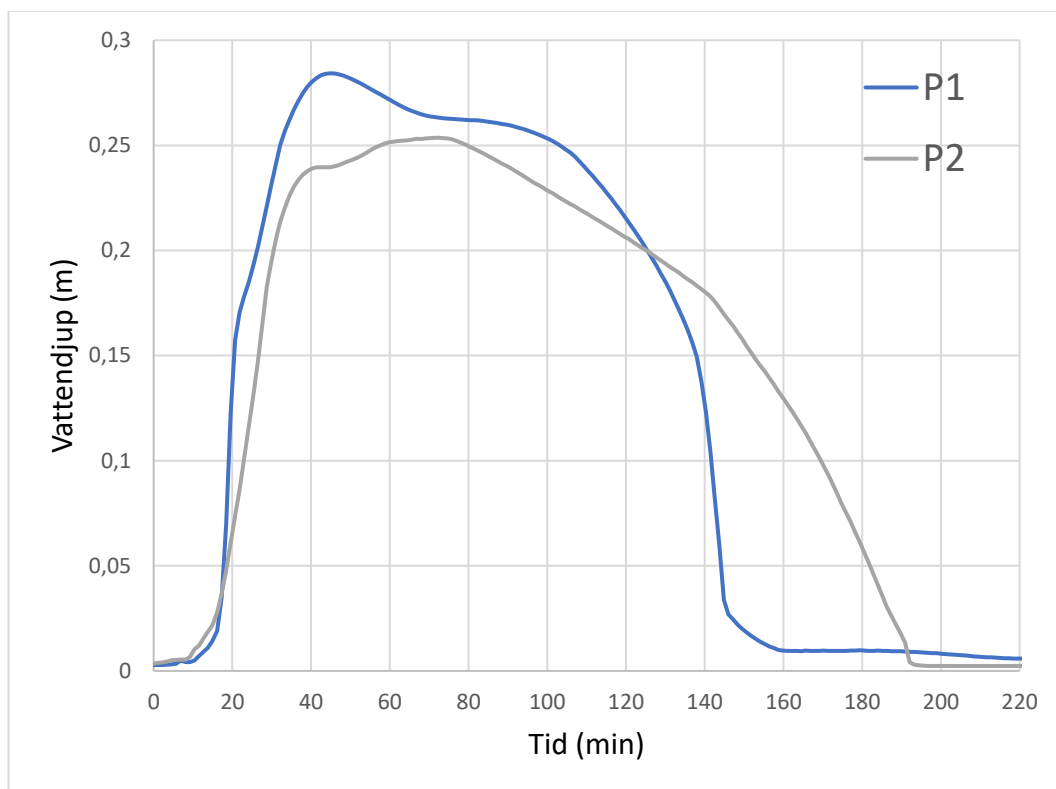
vattendjupen överstiger 20 cm. Vid behov kan lokalgator användas för framkomlighet till planområdets byggnader.

För att säkra framkomligheten längs Nödingevägen kan ytterligare intag till ledningsnätet anläggas längs de lägsta partierna av Nödingevägen som riskeras att svämmas över tillsammans med bräddbrunnar från svackdiket. Om möjligt kan det befintliga svackdiket utökas för att kunna fördröja större vattenvolymer.

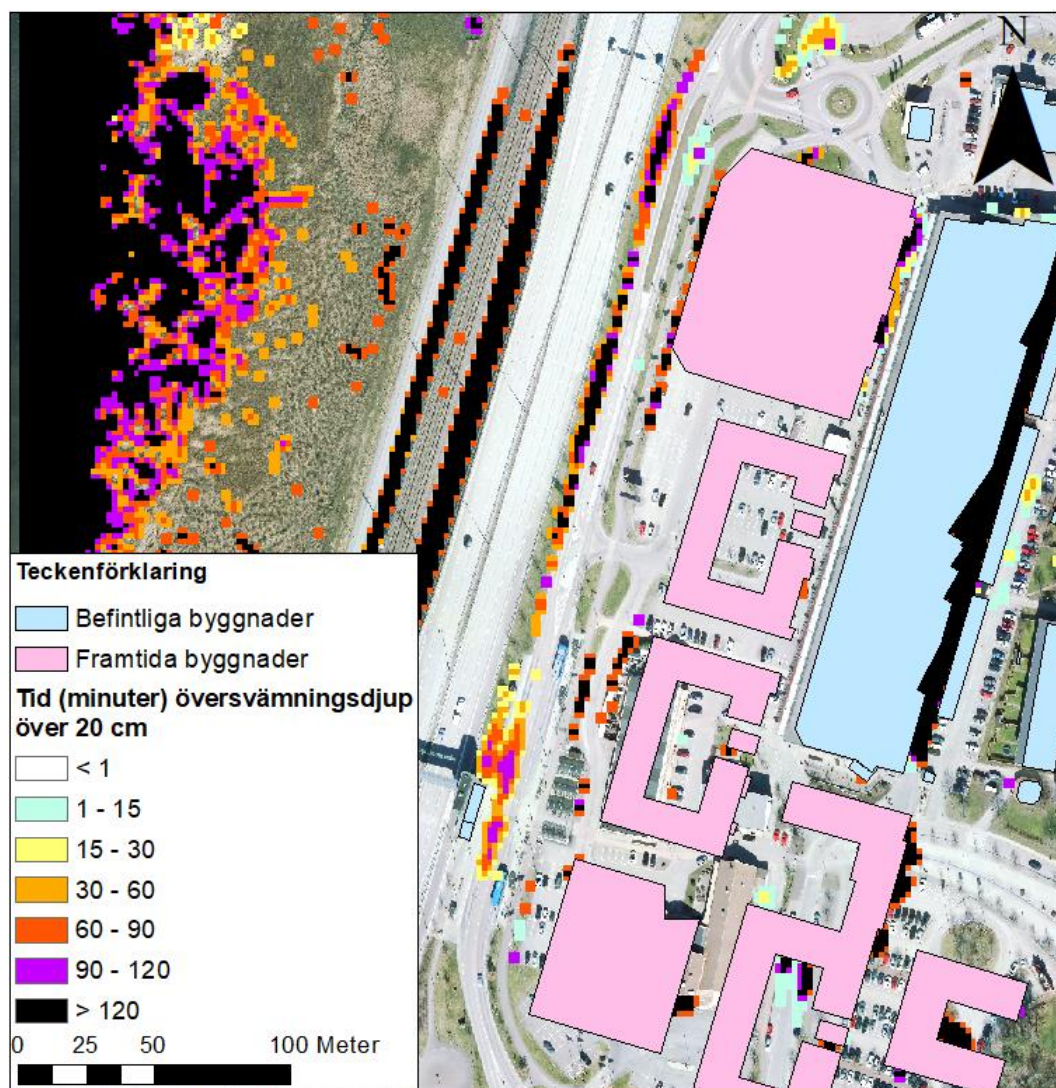


Figur 19. Scenario 3c vid vald pumpkapacitet 0,5 m<sup>3</sup>/s i södra dagvattenpumpstation 1, samt 3,0 m<sup>3</sup>/s i norra dagvattenpumpstation 2 tillsammans med anordnande av ett ytligt skyfallsstråk utmed grönytan söder om stationsbyggnaden i anslutning till Ale torg. Utökad intagningskapacitet tillagd till den norra pumpstationen (30-årsregn inklusive klimatfaktor i kombination med normalvattenstånd i Göta älv år 2100, +1,0 meter). De blåa cirklarna (P1-P2) markerar punkter där mer detaljerad information om översvämningsförloppet presenteras i figur 20.

Figur 20–21 visar hur det finns risk att vattendjup över 20 cm blir stående på Nödingevägen i upp emot ca 100 minuter.



Figur 20. Vattendjupet på Nödingevägen vid punkter P1-P3 över tid i modellen, se Figur 19 för punkternas placering. Resultaten gäller för scenariot ny dagvattenpumpstation 1 i söder (pumpkapacitet 0,5 m<sup>3</sup>/s) och ny dagvattenpumpstation 2 i norr (pumpkapacitet 3 m<sup>3</sup>/s med utökad intagningskapacitet) samt anordnande av ett ytligt skyfallsstråk söder om stationsbyggnaden (30-årsregn inklusive klimatfaktor i kombination med normalvattenstånd i Göta älv år 2100, +1,0 meter).



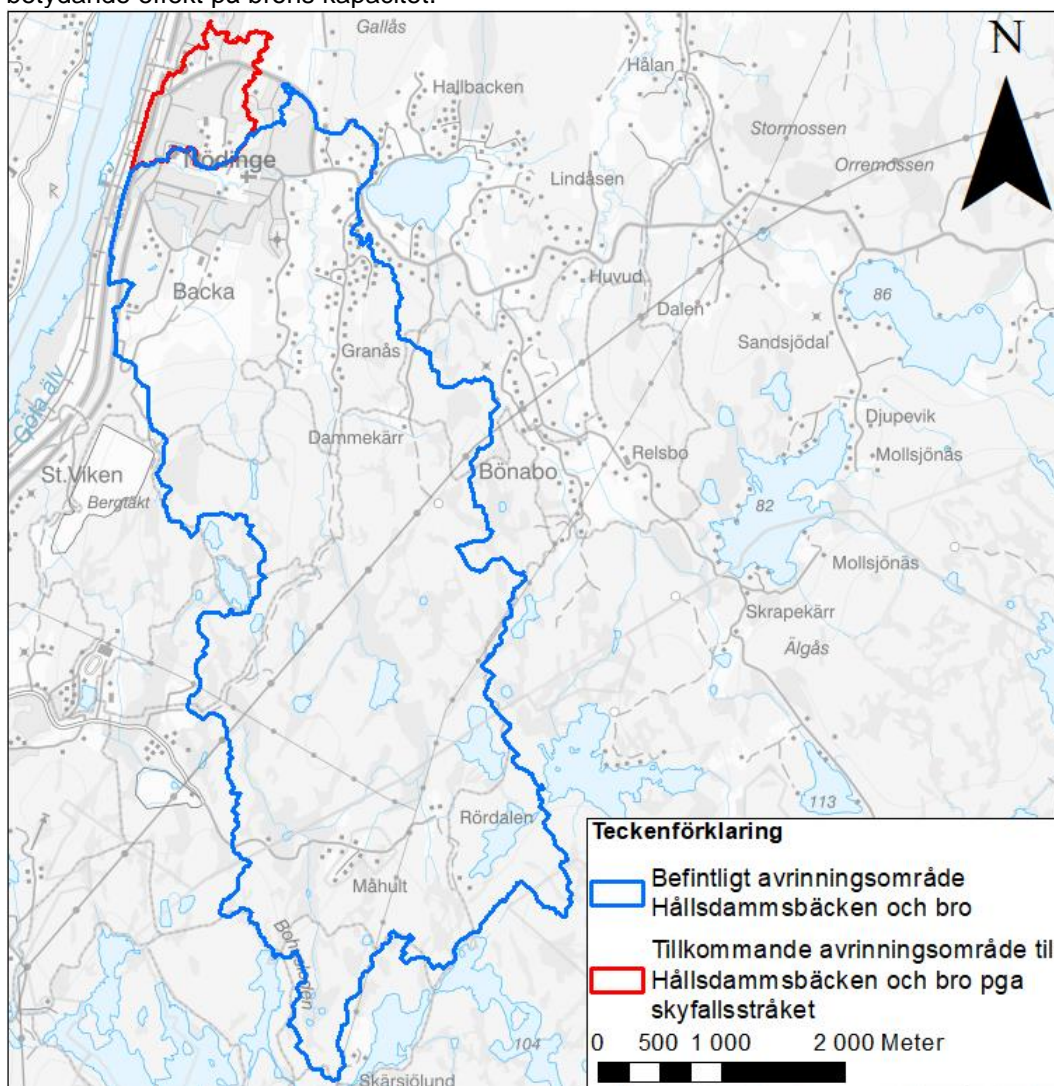
Figur 21. Varaktighet för översvämningsdjup över 20 cm i modellsimuleringen scenario 3c vid vald pumpkapacitet 0,5 m<sup>3</sup>/s i södra dagvattenpumpstation 1, samt 3,0 m<sup>3</sup>/s i norra dagvattenpumpstation 2 tillsammans med anordnande av ett ytligt skyfallsstråk utmed grönytan söder om stationsbyggnaden i anslutning till Ale torg. Utökad intagningskapacitet tillagd till den norra pumpstationen (30-årsregn inklusive klimatfaktor i kombination med normalvattenstånd i Göta älv år 2100, +1,0 meter)

#### 4 Påverkan Trafikverkets bro över Hållsdammsbäcken längs E45an

Föreslaget skyfallsstråk från Nödinge centrum har utlopp i Hållsdammsbäcken, därmed innebär förslaget att belastningen på Trafikverkets bro över Hållsdammsbäcken vid skyfall kommer att öka. Storleken av avrinningsområdet som tillkommer från Nödinge



centrum är ca 0,75 km<sup>2</sup> medan befintligt upptagningsområde för Hållsdammsbäcken och Trafikverkets bro genom E45:an är ca 15,6 km<sup>2</sup>, (se Figur 22). Då tillkommande avrinningsområde är mindre än 5 % av storleken för befintligt avrinningsområde som bron är dimensionerad för så förväntas avrinningen från Nödinge centrum inte ha någon betydande effekt på brons kapacitet.



Figur 22. Avrinningsområden till Hållsdammsbäcken och Trafikverkets bro över Hållsdammsbäcken längs E45:an. Befintligt avrinningsområde är ca 15,6 km<sup>2</sup> medan tillkommande avrinningsområde är ca 0,75 km<sup>2</sup>.

Enligt underlag från Trafikverket<sup>1</sup> är broöppningen över Hållsdammsbäcken 4 m bred och 2,5 m hög där övre delen av broöppningen på östra sidan ligger på nivån +2,29. På

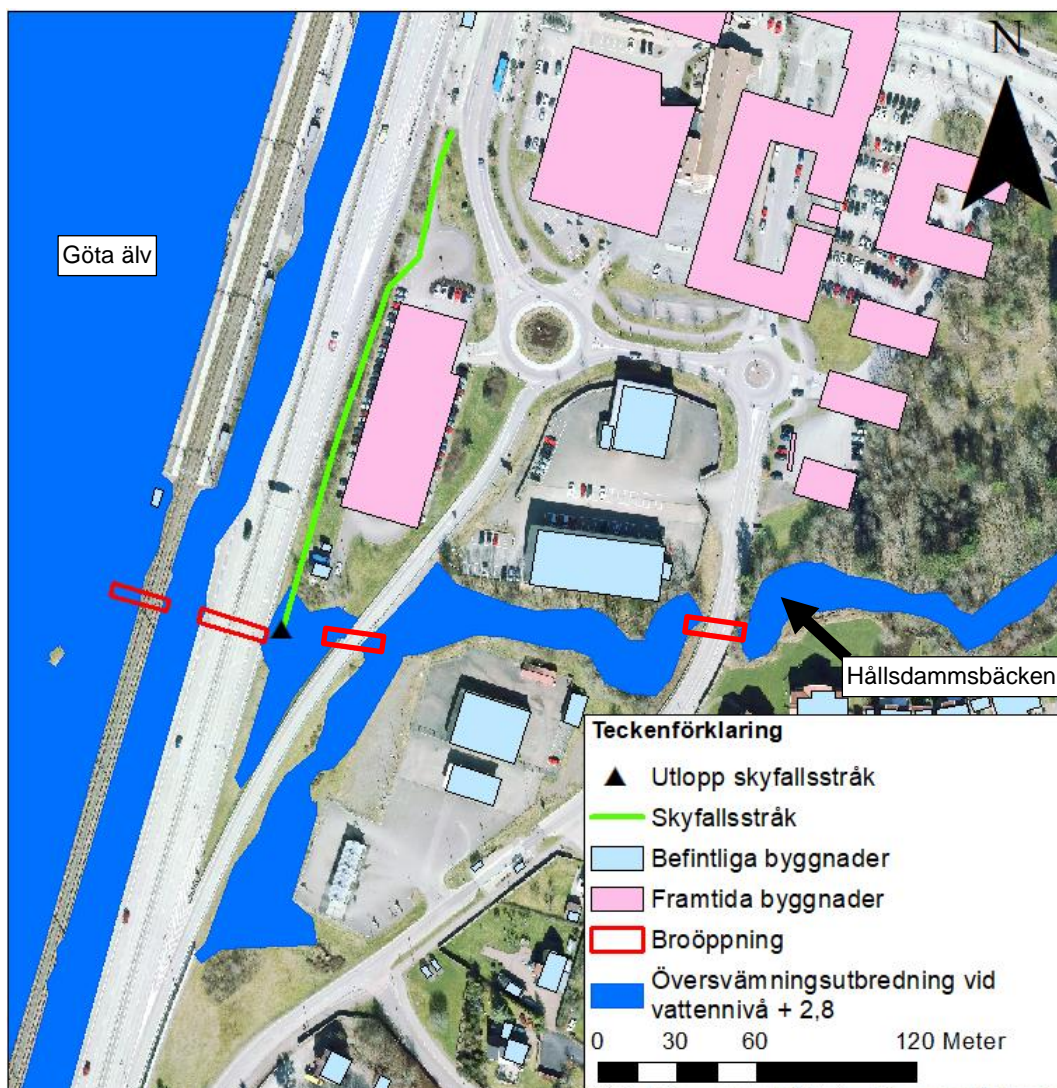
<sup>1</sup> Relationsritning bro över Hållsdammsbäcken i Nödinge, NCC, 2009-09-23

platsen finns det också ett 800-BTG rör för småvilt som löper parallellt med broöppningen. Bron är dimensionerad för högsta högvattenföring med återkomsttiden 50 år där flödet genom bron har beräknats till ca 7,3 m<sup>3</sup>/s med vattennivån + 1,95 m framför broöppningen. Den beräknade vattennivån är troligen baserad på beräknade vattennivåer Göta älv som MSB har simulerat/analyserat i nedanstående prognosscenari avseende framtida högvattennivåer:

**Q1030:** Maximal tappningsmängd vid Vargön enligt vattendom med tillrinning från Sävån och Mölndalsån motsvarande en 50-årshändelse (flöde i Göta älv 1 030 m<sup>3</sup>/s). Detta kan då ge en maximal älvnivå om ca +1,9 m vid Nödinge.

Vid detta scenario har ca 5 cm uppdämning över Göta älvs nivå beräknas vid bron (jämför beräknad vattennivå vid bron + 1,95 m mot Göta älvs beräknade nivå +1,9 m). Göta älvs vattennivå är troligen styrande för den uppdämda vattennivån framför bron och inte avrinningen från Hållsdammsbäcken med tillhörande avrinningsområde. Det är inte troligt att skyfallshändelsen och de höga nivåerna i Göta älv sker samtidigt. Vid det lokala skyfallet då skyfallsstråket inom Nödinge centrum kommer att användas förväntas nivån i Göta älv vara lägre, (runt +1 m år 2100). Enligt modellberäkningarna leds maxflödet ca 0,6 m<sup>3</sup>/s från Nödinge centrum till Hållsdammsbäcken via skyfallsstråket i framtida situation vid ett klimatanpassat 100-årsregn. Detta bedöms inte ha betydande effekt på vattenuppdämningen framför bron.

Närliggande vägar och fastigheter är placerade på marknivåer högt över Hållsdammsbäcken, så dessa är säkra även vid situationer då ytterligare uppdämning sker längs bäcken som till exempel vid prognostiserade extrema älvnivåer i framtiden. Figur 23 visar hur vägar och fastigheter är säkrade från översvämning vid en vattennivå på +2,8 m i Göta älv och broöppningen. Detta förutsätter att en bakvattenlucka/alternativt borttagbart skydd anläggs för skyfallsstråket utlopp för att förhindra att vatten trycks upp till Nödinge centrum via skyfallsstråket.



Figur 23. Karta över området söder om Nödinge centrum med översvämningsutbredning vid vattennivån +2,8 m i Göta älv och Hållsdammsbäcken. Observera detta förutsätter att en bakvattenlucka/översvämningskydd används vid utloppet av skyfallsstråket. Hållsdammsbäcken rinner från öster till väst i figuren där Trafikverkets bro är markerad i rött.

## 5 Sammanfattning av beräkningsresultat samt förslag till klimatanpassningsåtgärder

Syftet med denna utredning har varit att ta fram förslag för en god avledning av dag- och skyfallsvatten från det nya planområdet utmed Ale torg utmed Nödingevägen, samt skydda området vid höga nivåer i Göta älv.

Den västra delen av området är lågt beläget och riskerar att översvämmas i samband med höga nivåer i Göta älv och vid skyfall, samt vid en kombination av höga nivåer i älven och kraftig nederbörd. För att kontrollera konsekvenser och studera möjliga förbättrande åtgärder har en sammankopplad beräkningsmodell för beräkning av översvämningsutbredning och vattennivåer tagits fram. Modellen har använts till att fastställa konsekvenser och åtgärdseffekter vid jämförelse av befintlig situation samt efter genomförda föreslagna klimatanpassningsåtgärder.

Genomförda modellsimuleringar kan fastslå följande:

- Det erhålls i princip likvärdiga resultat för översvämningsutbredningen inom området och uppbyggnad av vattennivå vid en framtida (år 2100) beräknad högvattensituation (+3,0 meter) i kombination med 1-årsregn, som vid ett normalvattenstånd år 2100 (+1,0 meter) i kombination med ett 100-årsregn.
- Det uppstår i princip likvärdiga resultat för översvämningsutbredning på markytan vid en skyfallssituation för en vald och utökad pumpkapacitet om 3 m<sup>3</sup>/s i den föreslagna norra dagvattenpumpstation 2 utan ytterligare intag, se Figur 10 och Figur 11 för jämförelse med avseende på översvämningsutbredning och vattendjup. Det kan därmed konstateras att en utökad dagvattenpumpning i den norra pumpstationen utan ytterligare intag inte kommer att vara tillräcklig för att hantera översvämningsituationen inom området vid ett skyfall (100-årsregn).
- Med en vald pumpkapacitet om 0,5 m<sup>3</sup>/s för södra dagvattenpumpstation 1 och pumpkapacitet 3 m<sup>3</sup>/s för norra dagvattenpumpstationen 2 tillsammans med utökad intagskapacitet motsvarande 3 m<sup>3</sup>/s förhindrar översvämningsutbredning i samband med ett framtida (år 2100) beräknad högvattensituation (+3,0 meter) i kombination med 1-årsregn, Se Figur 8 och 9 för jämförelse med avseende på översvämningsutbredning och vattendjup.
- För att motverka, samt åtgärda risken för översvämningsutbredning vid en framtida skyfallssituation, krävs en förbättrad ytavledning. Sweco föreslår att en pumpstation i söder anläggs med kapaciteten 0,5 m<sup>3</sup>/s och att en pumpstation i norr anläggs med kapaciteten 3 m<sup>3</sup>/s. Ytterligare intag till ledningsnätet och pumpstationen motsvarande 3 m<sup>3</sup>/s bör anläggas omkring Nödingevägen för att utnyttja kapaciteten i 1400-kulverten och pumpstationen vid skyfall. Ett skyfallsstråk i form av ett dike/lågstråk föreslås anläggas längs grönytan söder om stationsbyggnaden med utlopp i Hållsdammsbäcken. Skyfallsstråkets utlopp ska förses med bakvattenstopp alternativt borttagbart skydd vid utloppet i Hållsdammsbäcken. Luckan/skyddet vid utloppet krävs för att skydda området från höga nivåer i Göta älv och Hållsdammsbäcken.

Bakvattenstopp ska dessutom föras på samtliga dagvattenutlopp mot Göta älv. Anordnande av ett skyfallsstråk tillsammans med anläggandet av dagvattenpumpstationerna kommer därmed att vara en nödvändig klimatanpassningsåtgärd. Se ”Bilaga 1 Förutsättningar anläggning skyfallsstråk inom Nödinge centrum” för en mer detaljerad beskrivning av föreslaget skyfallsstråk.

- Enligt modellberäkningarna saknas framkomlighet längs Nödingevägen i framtida situation vid både 30- och 100-årsregnet trots de föreslagna skyfallsåtgärderna. Men det anses vara hanterbart eftersom det resultaten visar att det bör finnas framkomlighet till de planerade byggnaderna via lokalgator. Busstrafiken bör också kunna upprätthållas med alternativa vägar. För 30-årsregnet bör framkomligheten längs Nödingevägen kunna säkras med utökade intag till ledningsnätet från vägen och svackdiket. Om möjligt kan det befintliga svackdiket längs Nödingevägen utökas för att kunna fördröja större vattenvolymer.
- Avslutningsvis bör det påpekas att högvattenskyddet mot Göta älv ska klimatsäkras mot en framtida (2100) översvämningsnivå på minst +3,0 meter. Detta gäller även för marken och området norr om Hållsdammsbäcken. Befintlig banvall har enligt uppgift ett antal genomgående trummor vars syfte delvis är att fördela vattentryck till båda sidor av vallen i händelse av höga älvnivåer och kan därför inte fungera som ett högvattensskydd. Enligt uppgift från Trafikverket kan E45 anses vara tät vid höga älvnivåer där vägens lägsta nivåer inom aktuellt område har bedömts till ca +2,8 m. Därmed för att i framtiden säkra området mot älvnivåer på upp emot + 3 meter krävs omfattande högvattenskyddsåtgärder.

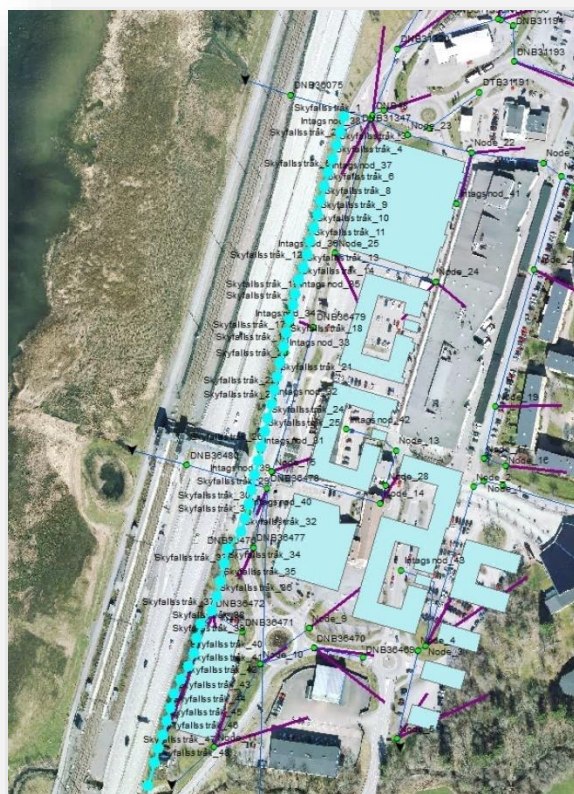
Rekommendationer fortsatt arbete i projekteringskedje:

- Utred sträckningar och funktion för Trafikverkets ledningar längs E45an och banvallen i syfte att säkerställa att de inte leder in vatten till planområdet vid höga älvnivåer i framtiden.
- Utred den mest lämpliga utformningen och dragningen av föreslaget skyfallsstråk söder om stationsbyggnaden.
- Utred mest lämplig utformning och placering av utökade intag till ledningsnätet omkring Nödingevägen.
- Utred möjligheten att utöka svackdiket och anlägga bräddavlopp från det.

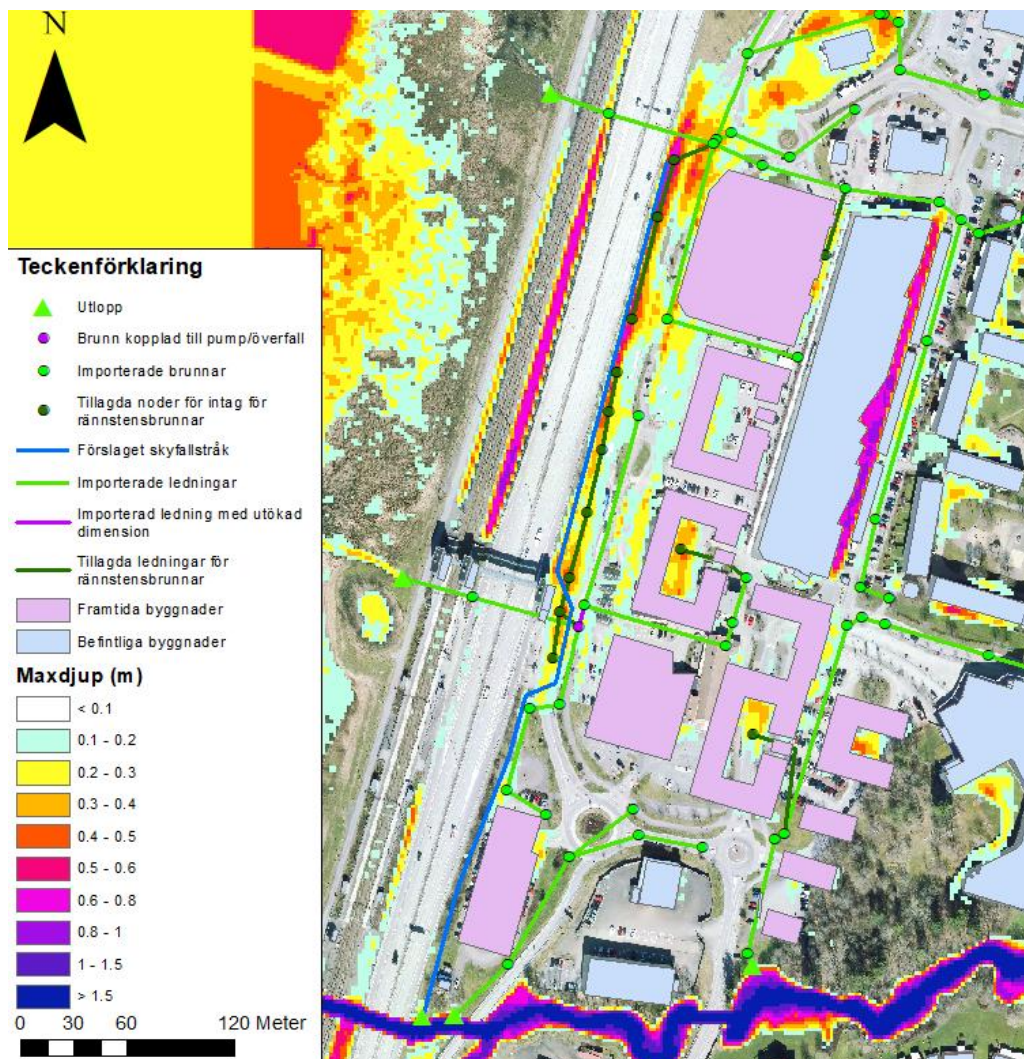


## 6 Utformning och resultat för förkastat alternativ

I syfte att förbättra ytledes avledning av dagvatten vid skyfall föreslås att ett skyfallsstråk anläggs längs med Nödingevägen i sydlig riktning med utlopp i Hållsdammsbäcken. Stråket kan t.ex. av utrymmesskäl utformas som en betongränna med bredden 1,0 m och lutningen 1,0 promille. Delar av rännan kan vara öppen och delar kan förses med överliggande galler. Föreslaget innebär att rännan övergår till ett öppet dike längs stråket väster om det södra P-huset, se Figur 24.



Figur 24. Översiktskarta – föreslaget ytligt skyfallsstråk utmed Nödingevägen. Modellberäknat med en nedsänkt öppen betongränna (bredd 1 meter samt 1 promilles lutning) med avledning till Hållsdammsbäcken.

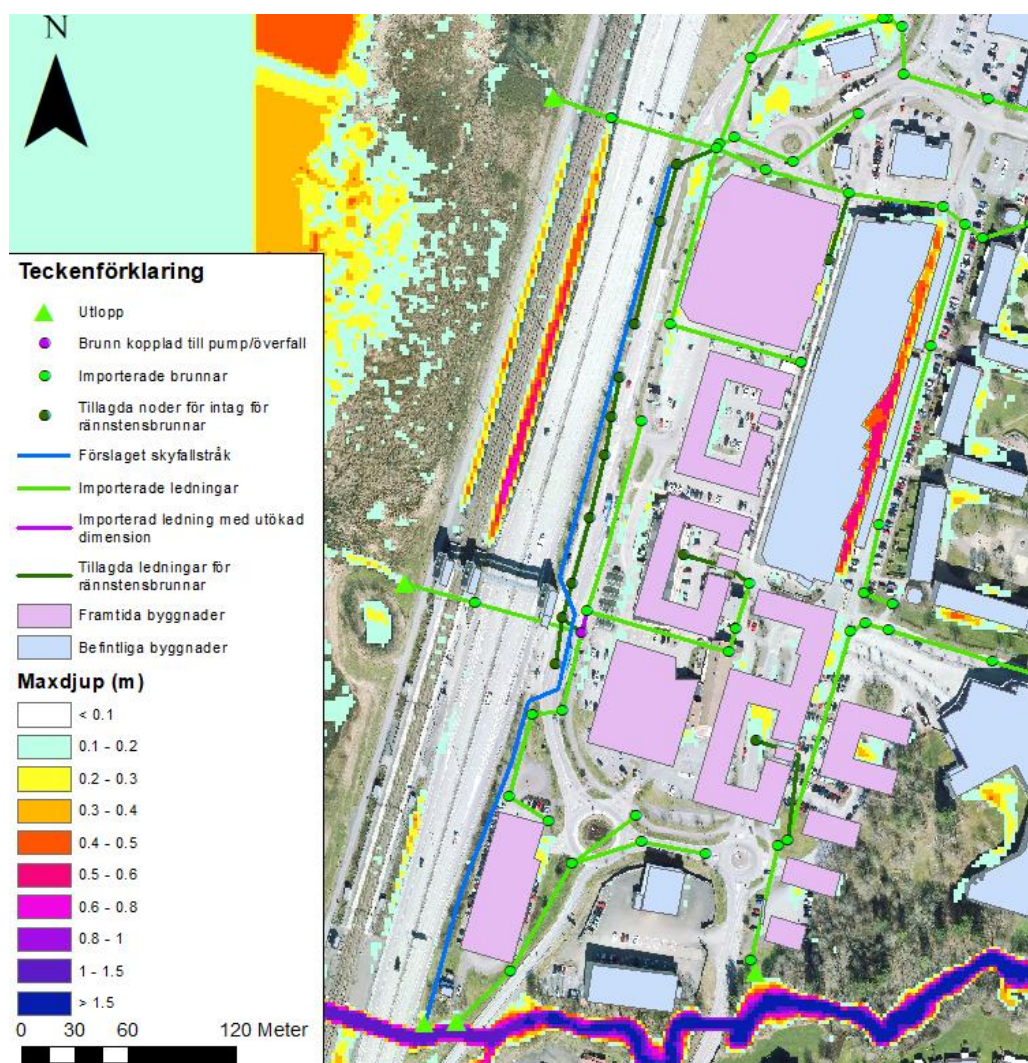


Figur 25. Översvämningsutbredning i ytmodell, scenario 2d vid vald pumpkapacitet i dagvattenpumpstation 1, söder om 0,5 m<sup>3</sup>/s samt anordnande av ett ytligt skyfallsstråk i lågpunkten utmed Nödingevägen i anslutning till Ale torg. Skyfall, 100-årsregn inklusive klimattfaktor (1,25) i kombination med normalvattenstånd i Göta älv år 2100 (+1,0 meter).

Som framgår av ovanstående Figur 25 erhålls en betydligt förbättrad avledning av skyfallsvattnet utmed Ale torg om ett skyfallsstråk anordnas utmed Nödingevägen.



I nedanstående Figur 26 visas översvämningsutbredningen vid ett dimensionerande 30-årsregn om ett skyfallsstråk och en dagvattenpumpstation anläggs i söder.



Figur 26. Översvämningsutbredning i ytmodell, scenario 3b vid vald pumpkapacitet i dagvattenpumpstation 1, söder om 0,5 m<sup>3</sup>/s samt anordnande av ett ytligt skyfallsstråk i lågpunkten utmed Nödingevägen i anslutning till Ale torg. 30-årsregn inklusive klimatfaktor (1,25) i kombination med normalvattenstånd i Göta älv år 2100 (+1,0 meter).

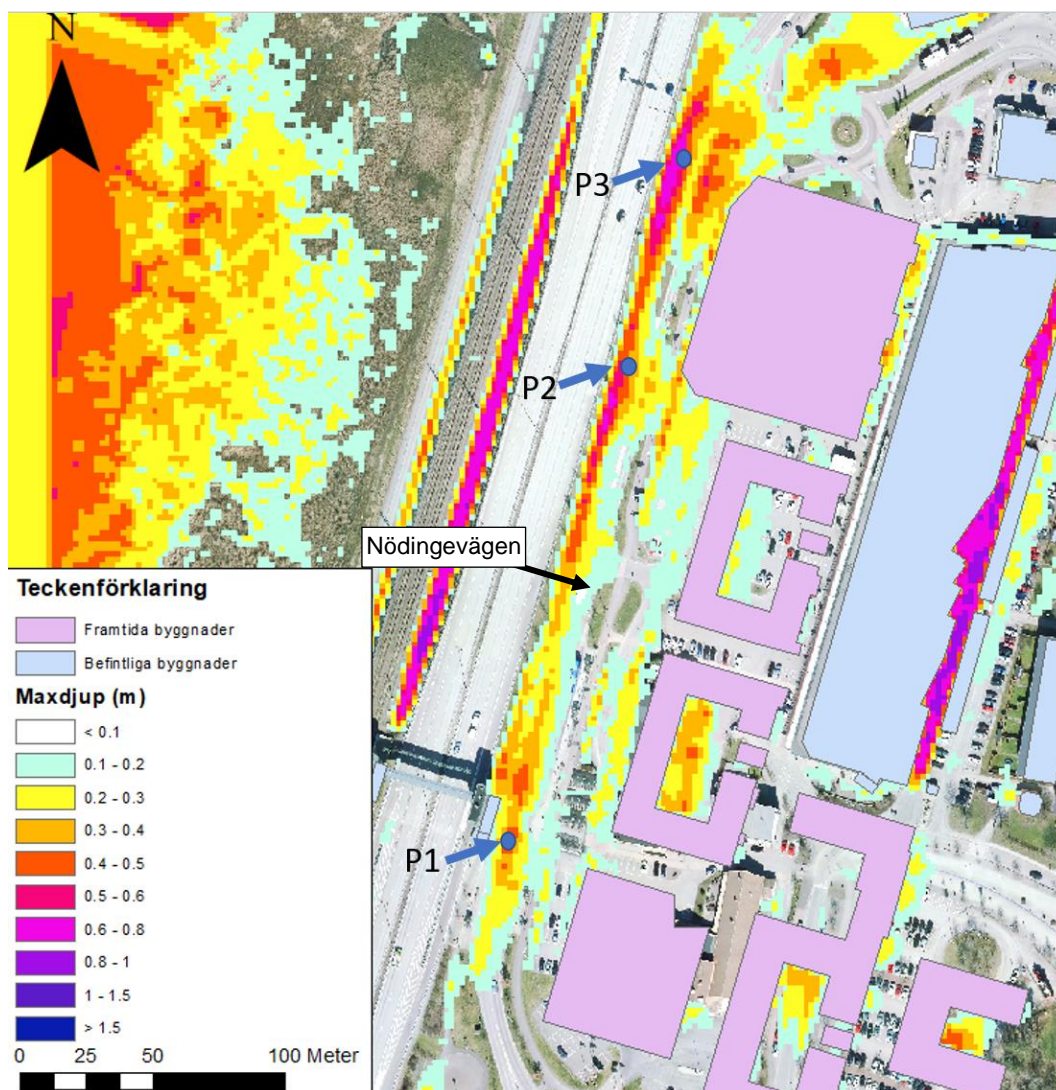
I nedanstående Figur 27 visas skillnaden i översvämningdjup, före och efter genomförda föreslagna åtgärder (skyfallsstråk och dagvattenpumpstation i söder) vid ett 100-årsregn.



Figur 27. Förändrat maximalt vattendjup med föreslagna åtgärder. Ny dagvattenpumpstation 1, i söder om 0,5 m<sup>3</sup>/s samt anordnande av ett yligt skyfallstråk utmed Nödingevägen gentemot befintlig skyfallssituation (100-årsregn inklusive klimatfaktor i kombination med normalvattenstånd i Göta älv år 2100, +1,0 meter).

Ovanstående Figur 27 visar på en vattennivåsänkning vid ett 100-årsregn på mellan 30 - 50 cm i områdets södra del samt mellan 10 - 20 cm i norr. Detta om föreslagna klimatanpassningsåtgärder med anläggandet av ett skyfallstråk och en dagvattenpumpstation i söder genomförs.

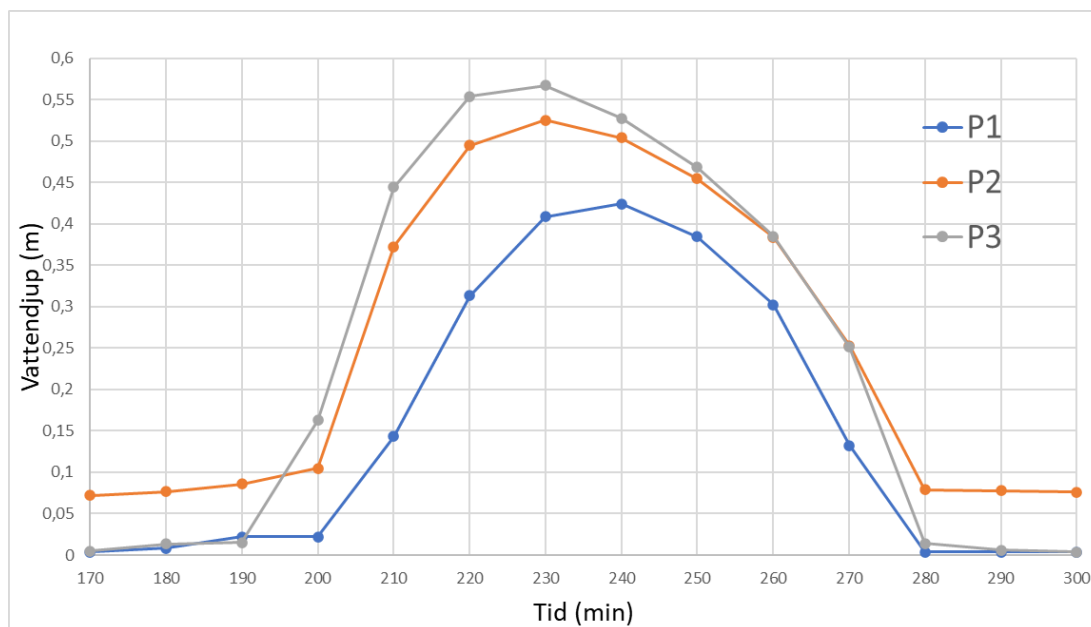




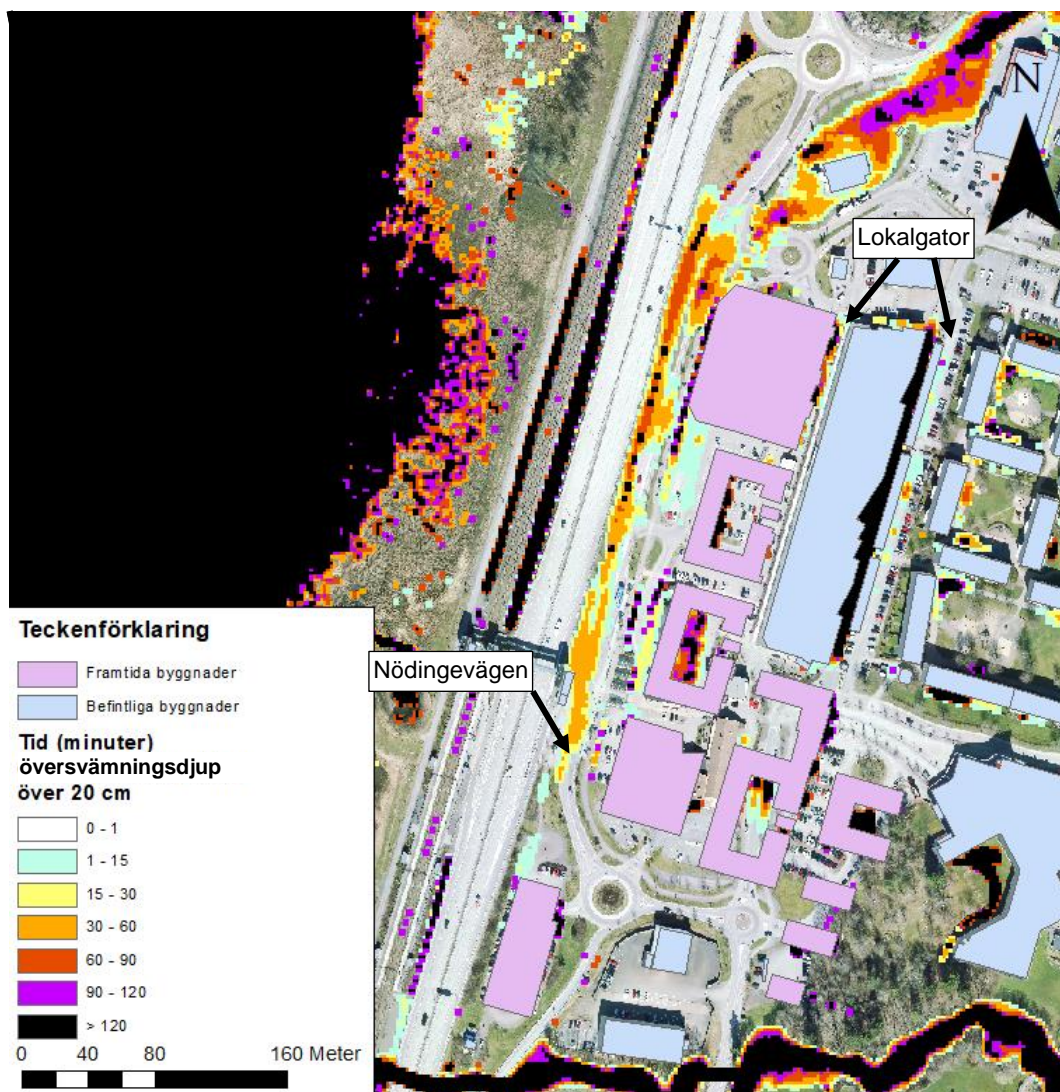
Figur 28. Maximalt vattendjup med föreslagna åtgärder. Ny dagvattenpumpstation 1, i söder om 0,5 m<sup>3</sup>/s samt anordnande av ett ytligt skyfallsstråk vid en skyfallssituation (100-årsregn inklusive klimatfaktor i kombination med normalvattenstånd i Göta älv år 2100, +1,0 meter). De blåa cirkellarna (P1-P3) markerar punkter där mer detaljerad information om översvänningsförloppet presenteras i figur 29.

Ovanstående Figur 28 visar mer detaljerade vattendjup runt planområdet vid 100-årsregnet samt normal älvnivå om skyfallsstråket och den södra pumpstationen anläggs.

Som tidigare nämnts finns det inte framkomlighet längs Nödingevägen under regnhändelsen där vattendjup upp emot 0,6 m kan bli stående på delar av vägen. Figur 29–30 visar att tiden som vägen översvämmas av vattenmassor med djup över 20 cm beräknades till ca 60–90 minuter.



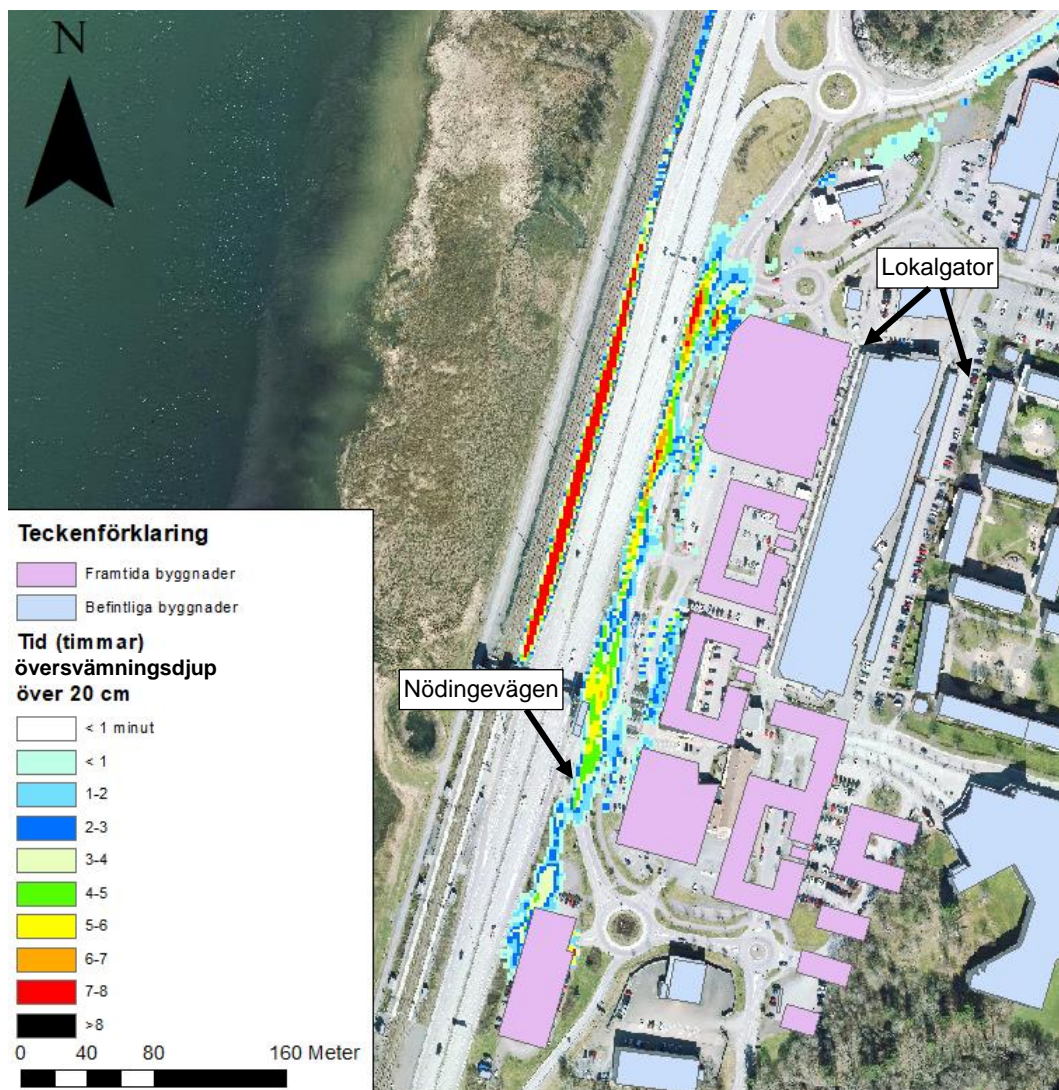
Figur 29. Vattendjupet på Nödingevägen vid punkter P1-P3 över tid i modellen, se Figur 28 för punkternas placering. Resultaten gäller för scenariot ny dagvattenpumpstation 1, i söder om 0,5 m<sup>3</sup>/s samt anordnande av ett yligt skyfallsstråk utmed Nödingevägen vid en skyfallssituation (100-årsregn inklusive klimatfaktor i kombination med normalvattenstånd i Göta älv år 2100, +1,0 meter).



Figur 30. Varaktighet för översvämningsdjup över 20 cm i modellsimuleringen, scenario ny dagvattenpumpstation 1, i söder om 0,5 m<sup>3</sup>/s samt anordnande av ett ytligt skyfallsstråk utmed Nödingevägen vid en skyfallssituation (100-årsregn inklusive klimattfaktor i kombination med normalvattenstånd i Göta älv år 2100, +1,0 meter).

Vid 1-årsregn inklusive klimattfaktor (1,25) i kombination med förväntad högsta havsnivå år 2100 med 200-års återkomsttid (+ 3,0 meter) kommer inte vatten avledas längs skyfallsstråket utan behöver pumpas bort med den södra pumpstationen som har begränsad intagskapacitet. Vid dessa händelser kommer Nödingevägen troligen vara översvämmad under en längre tid, ca 6 timmar enligt modellresultaten i Figur 31. Men denna extremhändelse kopplad till hög havsnivå sker inte lika plötsligt som ett skyfall, därför finns det mer tid att förutse och anpassa lokaltrafik inför översvämmning av Nödingevägen. Vid dessa händelser finns fortfarande framkomlighet till den nya bebyggelsen via lokalgatorna.





Figur 31. Varaktighet översvämningsdjup över 20 cm i modellsimuleringen, scenario 1b vid vald pumpkapacitet i dagvattenpumpstation 1, söder om 0,5 m<sup>3</sup>/s. 1-årsregn inklusive klimatfaktor (1,25) i kombination med förväntad högsta havsnivå år 2100 med 200-års återkomsttid (+3,0 meter).



## 7 Referenser

Sweco (2020-09-21). PM Nödinge centrum VA- och dagvattenförsörjning.

Sigma (2020-05-15). Rapport Nödinge centrum - Dagvattenutredning.

Svenskt Vatten. (2004). P90: Dimensionering av allmänna avloppsledningar.

Svenskt Vatten. (2016). P110: Avledning av dag-, drän- och spillvatten – funktionskrav, hydraulisk dimensionering och utformning av allmänna avloppssystem.