

# Översvämningsutredning Städet 2

Vänerborgen AB



<b>Ver</b>	<b>Datum</b>	<b>Ändringsbeskrivning</b>
1	2024-05-21	Granskningshandling
2	2024-06-10	Slutversion

**Sweco Sverige AB** 556767-9849  
**Uppdrag** Översvämningsutredning Städet 2  
**Uppdragsnummer** 30070522  
**Kund** Vänerborgen AB  
**Uppdragsledare** Hanna Malmström  
**Handläggare** Nina Enger, Alfred Fransson  
& Per Torstensson  
**Granskare** Joanna Theland & Richard Malm  
**Datum** 2024-06-10  
**Dokumentreferens** Översvämningsutredning Städet 2 slutversion.docx

## Sammanfattning

Vänerborgen AB planerar ny exploatering inom fastighet Städet 2, och i samband med detta ska en ny detaljplan tas fram. Området är lokaliserat i norra delen av Mariestads tätort. Sweco har på uppdrag av Vänerborgen AB tagit fram en översvämningsutredning samt en separat dagvattenutredning inför upprättande av detaljplanen. Sweco har även tagit fram en utredning för flytt av befintlig dagvattenledning inom planområdet.

Ny bebyggelse inom detaljplan ska förläggas till mark som är lämplig för ändamålet med hänsyn till risken för olyckor och översvämning (PBL 2 kap 5 §). Syftet med denna utredning är att utreda lämpligheten för ny bebyggelse inom detaljplan för Städet 2 m.fl. med hänsyn till risk för översvämning från skyfall och höga vattennivåer i Mariestadssjön (del av Vänern). Förslag på åtgärder är framtagna för att säkerställa markens lämplighet.

För att framtida exploatering ska bedömas som lämplig ska följande uppfyllas vid dimensionerande översvämningshändelser:

- Översvämning får inte orsaka skada på ny bebyggelse eller annan känslig infrastruktur inom planområdet.
- Framkomlighet för räddningsfordon ska finnas till samtliga byggnader vid en översvämningsituation. Detta innebär ett översvämningsdjup på maximalt 20 cm.
- Byggnationer inom planområdet får inte orsaka en försämring avseende översvämningsrisk för uppströms, nedströms eller/och närliggande områden.

Då åtgärder för skydd mot översvämning är beroende av höjdsättningen inom området är ett förslag på framtida höjdsättning som säkerställer föreslaget åtgärdsförslag framtaget.

Föreslagna skyfallsåtgärder är dimensionerade för att klara ett klimatanpassat 100-årsregn. Detta är i enlighet med gällande riktlinjer från Boverket, Länsstyrelserna i Västra Götalands och Mariestads kommun. Vid bedömning av konsekvenser vid skyfall har ett 100-årsregn med klimatafaktor i samband med medelvattenyta i Vänern simulerats i en kopplad modell med programvaran Mike+. Modellen inkluderar alltså både en markmodell och en ledningsnätsmodell.

Simulering av befintlig situation visar på att det bildas en sammanhängande vattensamling inom Reningsverket 2, Städet 2 och Sjöhagaparken. Inom planområdet står som mest vatten inom Sjöhagaparken som idag är en topografisk lågpunkt. Det finns även stående vatten inom kvartersmarken för Städet 2. Majoriteten av det vatten som samlas i befintliga lågpunkter inom och omkring planområdet kommer från områden utanför själva planområdet. Detta beror på att planområdet ligger nedströms i ett stort avrinningsområde.

I samband med exploatering kommer marken behöva fyllas upp för att säkras mot översvämning. Detta betyder att befintliga lågpunkter byggs bort och i kombination med svårigheten att transportera stora mängder vatten över järnvägen krävs kompenserande fördröjningsåtgärder. En kompenserande volym på 4 500 m<sup>3</sup> bedöms behöva skapas. Detta för att ersätta den volym som byggs bort och hantera den dämningseffekt som skapas när flödesvägar förändras i samband med byggnation. Denna volym föreslås hanteras i översvämningsytorna inom de allmänna grönområdena. Sjöhagaparken öster om kvartersmarken föreslås sänkas i snitt ca 20 cm i förhållande till befintlig mark. Norr om Norra vägen finns en befintlig fotbollsplan som även föreslås sänkas (ca 50 cm). Det föreslås även styråtgärder som bland annat profilförändring och skevning av Norra vägen för att effektivt kunna leda vattnet mellan de föreslagna översvämningsytorna. Det föreslås även en vall på nordvästra sidan om fotbollsplanen för att inte orsaka en försämring för befintlig järnväg vid skyfall.

Översvämningssytorna föreslås utformas som multifunktionella ytor som fortsatt kan nyttjas som parkmark och fotbollsplan. Ytorna kan anläggas med hållbara dagvattensystem som säkerställer en god avledning och vattenhantering vid vanligt förekommande regn. Det är endast vid skyfall som ytorna tillåts att översvämmas.

Vid översvämning från Mariestadssjön är dimensionerande nivå +47,24 m (RH2000), vilket motsvarar en beräknad högsta nivå tillsammans med lokala effekter som kan uppstå i Mariestad. Dimensionerande nivå är i enlighet med Boverkets tillsynsvägledning för ny sammanhållen bebyggelse.

För befintlig situation översvämmas stora delar av planområdet och dess närområde vid nivån +47,24 m. Befintliga nivåer inom planområdet ligger generellt mellan +46–47 m, vilket leder till att området översvämmas. Hantverksgatan i södra delen av planområdet ligger högre och översvämmas däremot inte. I föreslagen framtida högsättning höjs marken inom planområdet upp för att klara dimensionerande vattennivåer. Då det finns risk att vatten ställer sig i närområdet i anslutning till nya byggnader föreslås anpassningar såsom tät sockel och upphöjda entréer för att skydda mot översvämning.

Med föreslagen höjsättning och översvämningssåtgärder (skydd mot ett klimatanpassat 100-årsregn och beräknad högsta nivå inklusive lokala effekter Mariestadssjön) bedöms föreslagen exploatering inom planområdet som lämplig. Ingen försämring för uppströms, nedströms eller närliggande områden sker. Det bedöms finnas framkomlighet för räddningstjänst till samtliga byggnader inom planområdet. Med anpassningar av funktioner såsom upphöjda entréer och tät sockel bedöms översvämningssituationen inte orsaka skada på ny bebyggelse. Plats måste avsättas för föreslagna åtgärder.

# Innehållsförteckning

Sammanfattning.....	3
1 Inledning .....	7
1.1 Underlag.....	7
2 Lagar och riktlinjer .....	7
2.1 Översvämning från skyfall.....	8
2.2 Översvämning från sjö .....	8
3 Metod.....	9
3.1 Analys av översvämning från skyfall.....	9
3.2 Analys av översvämning från sjö .....	9
4 Områdesbeskrivning.....	10
4.1 Befintliga förhållanden.....	10
4.1.1 Avrinningsområde .....	11
4.2 Framtid förhållanden .....	12
5 Föreslagna framtida åtgärder för skydd mot översvämning.....	13
5.1 Föreslagen skyfallshantering .....	13
5.2 Föreslaget skydd mot översvämning från sjö .....	15
5.3 Föreslagen framtida höjdsättning.....	15
5.3.1 Utformning .....	16
6 Analys av översvämning från skyfall .....	20
6.1 Befintlig situation vid skyfall .....	20
6.2 Framtida situation vid skyfall .....	22
6.3 Jämförelse mellan befintlig och framtida situation vid skyfall .....	25
7 Analys av översvämning från sjö.....	28
7.1 Befintlig situation vid höga vattennivåer i sjö .....	28
7.2 Framtida situation vid höga vattennivåer i sjö.....	29
8 Påverkansbedömning.....	30
8.1 Översvämning från skyfall.....	30
8.1.1 Påverkan på ny bebyggelse .....	30
8.1.2 Påverkan på framkomlighet.....	30
8.1.3 Påverkan på upp- och nedströms områden .....	31
8.2 Översvämning från sjö .....	32
8.2.1 Påverkan på ny bebyggelse .....	32
8.2.2 Påverkan på framkomlighet.....	33

8.2.3	Påverkan på upp- och nedströms områden .....	33
9	Slutsats och rekommendationer .....	34
10	Referenser .....	35
Bilaga A .....		36
Modellbeskrivning .....		36
A1.	Markavrinningsmodell .....	37
	Höjdmodell .....	37
	Infiltration .....	37
	Markanvändning .....	38
A2.	Ledningsnät .....	39
	Brunnar .....	39
	Ledningar .....	39
A.3	Framtida situation .....	40
A.4	Belastning av nederbörd .....	40
Bilaga B1 & B2 – Föreslagen framtida höjdsättning		
Bilaga C – Föreslagna sektioner		

# 1 Inledning

Mariestads kommun planerar för en omfattande förändring av markanvändning inom industri- och verksamhetsområdet "Katthavet", centralt beläget i Mariestads samhälle. Stadsomvandlingen härrör till nya större industrietableringar utanför stadskärnan vilket förväntas kraftigt öka behovet av nya bostäder och funktioner i kommunen. Som helhet förväntas ca 7 000 bostäder byggas fram till år 2040 varav en betydande del i Katthavet.

Som första projekt att genomföra denna stadsomvandling är detaljplanläggning av ett före detta industriområde "Förslag till detaljplan för Mariestad Städet 2 och Reningsverket 2". Planarbetet är nyligen uppstartat och kräver ökad kunskap om planområdets förutsättningar avseende omhändertagande av dagvatten. Vänerborgens AB ansvarar för framtagande av detaljplanen.

I början av arbetet med denna översvämningsutredning önskade Vänerborgens AB anpassa detaljplanen för industrifastigheterna Städet 2 och Reningsverket 2. På grund av risken för översvämningar på Reningsverket 2, har det beslutats att utesluta denna fastighet från detaljplaneprocessen i dagsläget.

Syftet med denna utredning är att utreda lämpligheten för ny bebyggelse inom detaljplan för Städet 2 m.fl. med hänsyn till risk för översvämning från skyfall och höga vattennivåer i Mariestadssjön (del av Väner). Förslag på åtgärder tas fram för att säkerställa markens lämplighet.

## 1.1 Underlag

Följande underlag har legat till grund för utredningen:

- Plankarta, dwg (2024-03-26)
- Illustration, pdf (Ateljé Nord 2024-03-27)
- Dagvattenledningsnät, dwg (erhållen 2024-02-02 och 2024-02-27)
- Lantmäteriets höjdmödel via Scalgo Live (uppdaterad 2023-07-24)
- Land Cover från Scalgo Live (erhållen 2024-03-21)
- SGU:s jordartskarta via Scalgo Live (erhållen 2024-03-21)

I utredningen används koordinatsystem SWEREF 99 13 00 och höjdsystem RH2000.

# 2 Lagar och riktlinjer

Det kommunala ansvaret för klimatanpassning regleras huvudsakligen i plan- och bygglagen. Ny bebyggelse inom detaljplan ska förläggas till mark som är lämplig för ändamålet med hänsyn till risken för olyckor, översvämning och erosion (PBL 2 kap 5 §).

Länsstyrelsen utövar tillsyn över kommunens planering, och kan komma att överpröva en detaljplan om den inte anses lämplig med hänsyn till översvämningsrisker.

Boverket tillhandahåller tillsynsvägledning till Länsstyrelsen i dessa frågor. I Boverkets tillsynsvägledning presenteras grundläggande utgångspunkter för bedömning av översvämningsrisker i detaljplan, där anges vilken typ av översvämningshändelser som olika typer av bebyggelse bör klara, och på vilket sätt effekten av klimatförändringar bör beaktas (Boverket, 2022). Vid bedömning av översvämningsrisk bör effekten av klimatförändringar beaktas över en tidshorisont motsvarande bebyggelsens livslängd. I detta kapitel beskrivs utgångspunkter för bedömning av översvämningsrisk enligt Boverkets tillsynsvägledning för översvämnning från skyfall respektive sjö tillsammans med kommunala och regionala krav och riktlinjer.

Mariestad har även en fördjupad översiktsplan kallad Mariestad 2040. Enligt översiktsplanen ska kommunen placera bebyggelse och anläggningar där risken för översvämnning är acceptabel utifrån sannolikhet och konsekvenser.

## 2.1 Översvämnning från skyfall

Enligt Boverkets tillsynsvägledning bör ny sammanhållen bebyggelse planeras så den årliga sannolikheten för att bebyggelsen skadas vid översvämnning från skyfall är mindre än 1/100, vilket motsvarar ett 100-årsregn (Boverket, 2022). Den nya bebyggelsen i planområdet bedöms klassas som ny sammanhållen bebyggelse och behöver därmed klara av ett klimatkompenserat 100-årsregn utan att ta skada. Påverkan på närliggande områden samt framkomlighet till det nya området måste även beaktas.

Enligt rekommendationer från Länsstyrelserna i Västra Götalands län och Stockholms län för hantering av översvämnning till följd av skyfall bör ny bebyggelse planeras så att den inte skadas eller orsakar skada vid minst ett 100-årsregn (Länsstyrelsen Stockholms län & Länsstyrelsen Västra Götalands län, 2018). Framkomlighet till och från planområdet behöver även bedömas och ska vid behov säkerställas.

Mariestads kommun har tagit fram en policy för hantering av dagvatten (Mariestad kommun, 2018). Policyn följer även Länsstyrelsens rekommendationer om att ytor vid detaljplanering ska anpassas för att klara ett klimatkompenserat 100-årsregn.

## 2.2 Översvämnning från sjö

Enligt Boverkets tillsynsvägledning rekommenderas ny sammanhållen bebyggelse placeras inom områden som inte hotas av översvämnning (Boverket, 2022). Detta innebär att sådan verksamhet ska placeras över beräknad högsta vattennivå för närliggande ytvatten. En platsspecifik bedömning bör även göras utifrån lokala förhållanden. Den nya bebyggelsen inom planområdet bedöms klassas som ny sammanhållen bebyggelse.

Länsstyrelsen i Västra Götalands län och Värmlands län har tagit fram en handbok för fysisk planering i översvämningshotade områden (2011). Enligt handboken kan framtaget *Faktablad – Väner* användas som underlag för att räkna fram dimensionerande nivåer (Länsstyrelsen Västra Götalands län & Länsstyrelsen Värmland, 2017-11-01). Om ny bebyggelse placeras i områden med risk för översvämnning kan åtgärder krävas för att minska risken.



## 3 Metod

### 3.1 Analys av översvämning från skyfall

Vid bedömning av konsekvenser vid skyfall har ett 100-årsregn med klimattfaktor i samband med medelvattenyta i Väneren simulerats i en kopplad modell med programvaran Mike+. Modellen inkluderar alltså både en markmodell och en ledningsnätsmodell där det är möjligt för vatten att röra sig mellan marken och ledningsnätet. Uppbyggnad och antagna modellparametrar beskrivs nedan i Bilaga A.

### 3.2 Analys av översvämning från sjö

Vid framtagande av dimensionerande nivåer för skydd mot översvämning från ytvattenförekomsten Väneren – Mariestadssjön är *Mariestad Katthavsviken översvämningsutredning* används en tidigare framtagen rapport från Sweco som underlag (Sweco, 2019-05-16). Beräknade högvattennivåer i rapporten är framtagna med *Faktablad – Väneren* (Länsstyrelsen Västra Götalands län & Länsstyrelsen Värmland, 2017-11-01) som underlag.

I *Mariestad Katthavsviken översvämningsutredning* sker en noggrannare beräkning av den högsta dimensionerande vattennivån med hänsyn till lokala förhållanden i Mariestad. Lokala effekter som kan ge en ökad nivå är vinduppstuvning i form av statisk eller dynamisk vinduppstuvning. Statisk vinduppstuvning innebär att kraftiga vindar under längre tid trycker upp vatten in mot stranden. Dynamisk vinduppstuvning beskrivs av SMHI som en stående våg som stutsar mellan sjöns kanter och svänger kring sitt eget jämviktssläge. Detta kräver specifika förhållanden.

Beräknade nivåer i *Faktablad – Väneren* inkluderar högvattenhändelser i kombination med vinduppstuvning (både statisk och dynamisk). I *Mariestad Katthavsviken översvämningsutredning* analyseras vindriktning för att bedöma sannolikheten för påverkan av statisk och dynamisk vinduppstuvning. På grund av Mariestads läge bedöms påverkan av dynamisk vinduppstuvning som mycket osannolik. Däremot inkluderas effekten av statisk vinduppstuvning. Detta resulterar i en beräknad högst nivå på +47,24 m (inkl. statisk vinduppstuvning), vilken används som dimensionerade nivå för planområdet Städet 2.

Vid bedömning av översvämningsrisken för planområdet karteras dimensionerande nivå +47,24 m i webapplikationen Scalgo Live. Karteringen sker för både befintlig situation och framtida föreslagen höjdsättning.

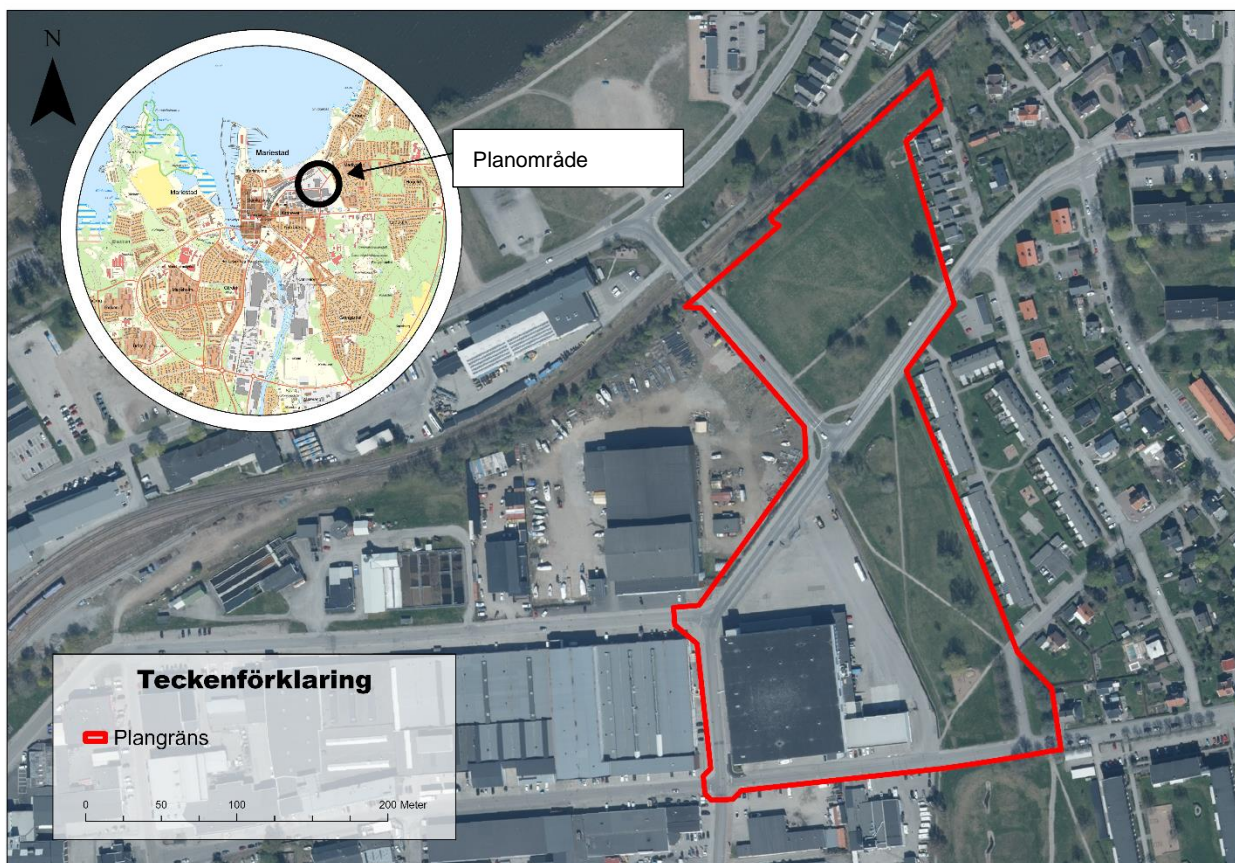
## 4 Områdesbeskrivning

### 4.1 Befintliga förhållanden

Planområdet är lokaliserat i den norra delen av Mariestads tätort och består i dagsläget till största del av hårdgjorda ytor och parkmark (Figur 4-1). Planområdet är idag detaljplanelagt för användning av småindustriändamål och industriändamål. Planområdet omfattar även en anlagd park och gatumark. Planområdet utgörs av en yta på cirka 6,3 hektar och angränsar till järnväg, flera industriområden och bostadsområden.

Planområdet är relativt flackt och höjderna inom planområdet ligger runt +46–47 m Generellt sluttar marken svagt från söder till norr.

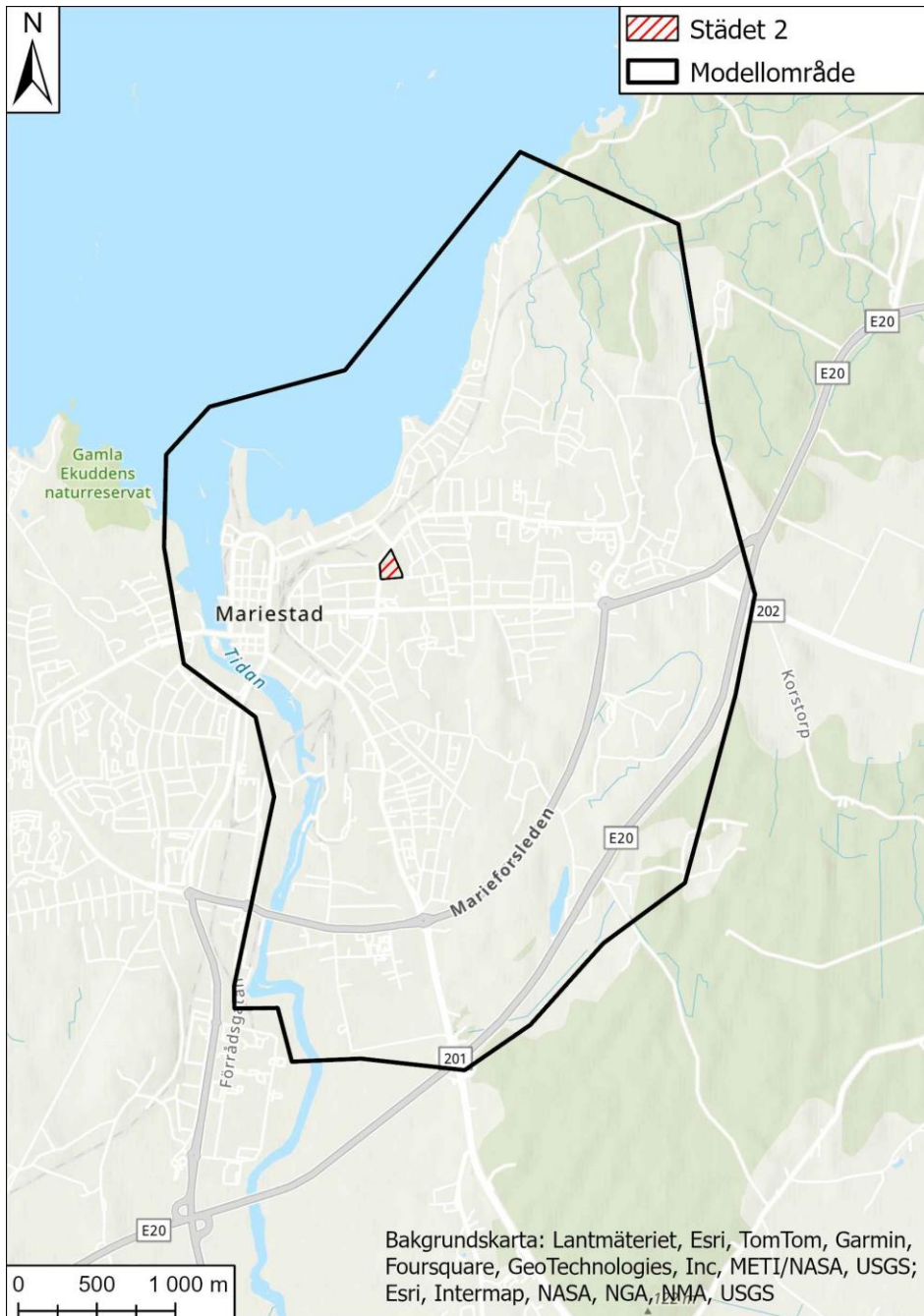
Norr om planområdet ligger Mariestadssjön som är en del av Väneren.



Figur 4-1 Placering av planområdet i förhållande till Mariestads tätort och fastighetsindelning inom planområdet. Bakgrundskarta (Lantmäteriet, 2024).

#### 4.1.1 Avrinningsområde

Modellområdet har valts baserat på avrinningsområdet för Städet 2. Hänsyn har även tagits utifrån det tekniska avrinningsområdet, d.v.s. hur ledningsnätet ser ut. I grova drag utgörs detta av ett område som begränsas av Väneren, Tidan och väg E20 (Figur 4-2).



Figur 4-2. Modellerat område baserat på ytavrinningsområde och tekniskt avrinningsområde.

## 4.2 Framtid förhållanden

En illustration är framtagen av Ateljé Nord (Figur 4-3). Planen föreslås ge förutsättning för byggnation för bostäder, förskola, lokaler och bostadskomplement inom kvarteret Stådet 2 (markerat med blått i Figur 4-3). Resterande områden inom detaljplanen kommer omfattas av allmänna gator och parkområde. Öster om kvarteretsmaggen ligger Sjöhagaparken och i norr finns en fotbollsplan. Enligt uppgifter från kommunen bedöms dessa ytor kunna fungera som multifunktionella ytor och användas för skyfallshantering.

Skala 1:2000



Figur 4-3 Framtagen strukturplan för kvarteret Stådet 2 (Ateljé Nord 2024-03-27). Röda linjer markerar hela detaljplanens gräns och de blå linjerna visar gränsen för kvarteretsmarken inom Stådet 2. Resterande ytor inom planområdet är allmän platsmark.

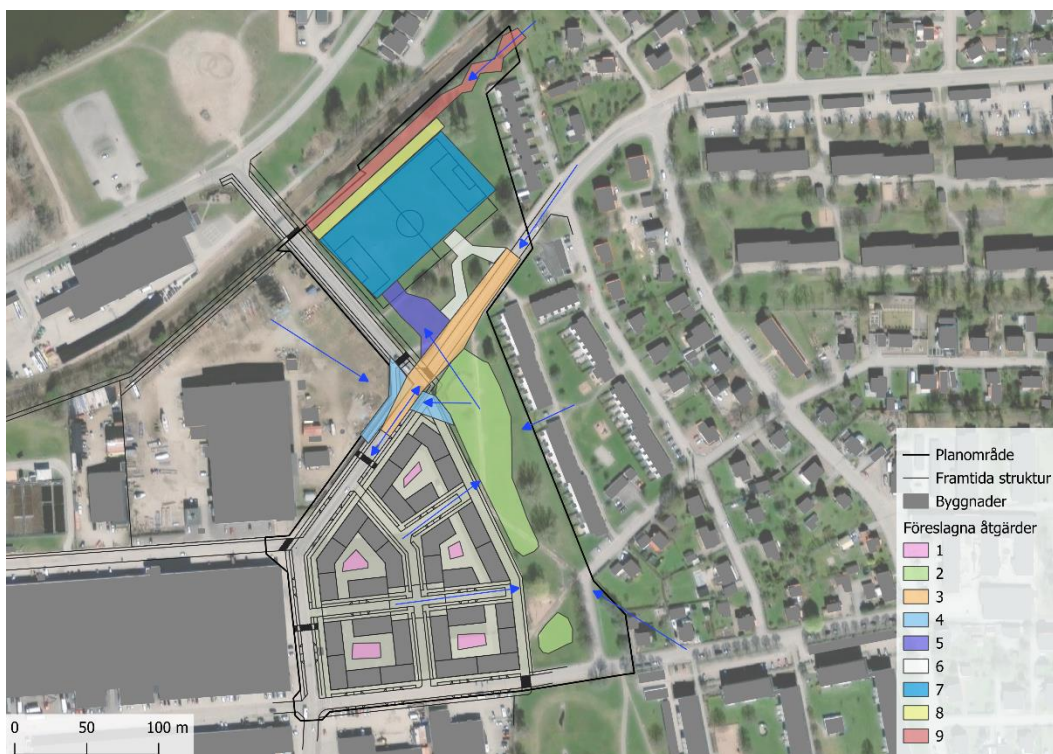
## 5 Föreslagna framtida åtgärder för skydd mot översvämning

I följande kapitel beskrivs föreslagen princip för skydd mot översvämning från skyfall respektive höga nivåer i Mariestadssjön. Åtgärderna som föreslås är beroende av höjdsättningen för området, varav ett förslag på framtida höjdsättning som säkerställer principerna även är framtagen. Föreslagen framtida höjdsättning beskrivs även i detta kapitel.

### 5.1 Föreslagen skyfallshantering

Totalt föreslås nio övergripande åtgärder av olika typ och funktion (Tabell 5-1). De föreslagna åtgärderna visualiseras i Figur 5-1.

Sammanfattningsvis utgörs åtgärderna av en upphöjd vall vid järnvägen samt ett antal nedsänkta ytor och diken för att säkerställa tillgänglighet till samtliga byggnader inom planområdet. Ett klimatkompenserat 100-årsregn innebär stora volymer som faller och eftersom planområdet är lågt placerat jämfört med kringliggande områden samlas mycket vatten här. Genom att tillåta en del ytor att tillfälligt översvämmas vid ett sådant skyfall undviks vattensamlingar på vägar och därmed kan framkomligheten för utryckningsfordon säkerställas. Genom utvalda översvämningssytor undviks även att vatten står mot byggnader eller att vatten flödar vidare till närliggande områden och orsakar skada.



Figur 5-1. Föreslagen princip för skyfallshantering inom planområdet. Se Tabell 5-1 för beskrivning av åtgärd. Riktning för flödesvägar visas med blå pilar.

Tabell 5-1. Föreslagna skyfallsåtgärder.

Nr	Typ av åtgärd	Funktion
1	Nedsänkta ytor inom innergårdar inom kvartersmark i Städet 2	Tar hand om vatten som faller på innergårdarna så en del tillåts översvämmas. När innergårdarnas nedsänkta områden fyllts upp leds vattnet ut mot kvartersvägen och därefter mot Sjöhagaparken.
2	Sänkning av Sjöhagaparken	Översvämningsyta som tar emot vatten från Städet 2 samt vatten från uppströms områden.
3	Sänkning och/eller skevning av Norra Vägen	Styråtgärd för att effektivt kunna leda vatten via Norra vägen mot fotbollsplanen.
4	Sänkning av nivåer för gång- och cykelstråk och/eller grönyta.	Befintliga höjder behålls för körbanan. Gång- och cykelbana på norra och södra sidan, samt grönyta mot park sänks för att möta gatans låga nivåer. Skapar en bredare flödesväg mellan Reningsverket 2 och Sjöhagaparken/fotbollsplanen.
5	Nedsänkt yta inom grönyta	Samlar upp vatten som rinner från Norra vägen mot fotbollsplanen. Blir lägsta punkt i området vid fotbollsplanen.
6	Svackdike	Avleder vatten från Norra vägen mot fotbollsplanen.
7	Sänkning av fotbollsplanen	Översvämningsyta som tar emot vatten från Sjöhagaparken när den fyllts upp samt Norra vägen.
8	Vall	Skyddar järnvägen då vatten leds mot fotbollsplanen.
9	Dike	Hanterar det vatten som rinner in från nordöst längs med järnvägen. Ansluter mot befintliga höjder och dike.

Kvartersmarken inom Städet 2 föreslås att höjas upp för att minska risken för översvämmning, vilket innebär att vissa befintliga skyfallsvolymer behöver flyttas. Som kompensation för detta skapas översvämningsytorna inom Sjöhagaparken (2) och fotbollsplanen (7), där befintlig mark sänks. Nedsänkta ytor skapas även inom innergårdarna (1). Från de nedsänkta ytorna bräddar vattnet öster ut mot Sjöhagaparken.

Genom att implementera denna princip tillåts vattnet som kommer uppströms från sydöst att flöda in i Sjöhagaparken (2) och därefter vidare till fotbollsplanen (7), vilket är de två större ytorna som är tänkta som översvämningsytor. Ytorna föreslås utformas som multifunktionella ytor, som i vanliga fall kan nyttjas som parkmark respektive fotbollsplan. Ytorna kan utformas med väl fungerande avvattning vilket kan säkerställa avledning av vanligt förekommande regn. Exempelvis kan kupolbrunnar placeras i de nedsänkta grönyterna. Fotbollsplanen kan även dräneras.

För att vattnet ska kunna rinna från Sjöhagaparken mot fotbollsplanen föreslås styråtgärder. Norra vägen sänks och skevas åt nordväst (3). Strax norr om Norra vägen föreslås en nedsänkt yta (5) i anslutning till fotbollsplanen. Den nedsänkta ytan (5) är den lägsta punkten norr om Norra vägen. Vattnet kommer först att samlas inom den nedsänkta ytan innan det bräddar mot fotbollsplanen.

För att vattnet ska avledas mot fotbollsplanen på ett effektivt sätt föreslås även ett svackdike (6). Detta i syfte att så fort som möjligt fånga upp vatten som rinner in nordöst ifrån på Norra vägen så att det inte är "i vägen" för den stora vattenström som går genom Sjöhagaparken och in mot fotbollsplanen.

Från Sjöhagaparken krävs också en flödesväg åt sydväst i Norra vägen mot Reningsverket 2. Detta på grund av att området idag är en stor sammanhängande lågpunkt där kommunikation mellan olika delar måste bibehållas. Då planerad bebyggelse på Städet 2 innebär en avsmalning av flödesvägen ut från Sjöhagaparken och vidare mot fotbollsplanen eller Reningsverket 2 är det viktigt att undvika att detta resulterar i en dämmande effekt med högre vattennivåer i Sjöhagaparken som följd. I Norra vägen föreslås därför höjdsättningen av gång- och cykelbanan på nordvästra sidan av körbanan sänkas (4). Gång- och cykelbanan samt grönytan på sydöstra sidan mot park sänks även för att skapa bättre avledning. Befintliga höjder behålls för körbanan. Sänkningen av gång- och cykelbana och grönyta innebär att de möter gatans låga nivåer.

Järnvägen som går norr om området skyddas genom en vall (8) vid fotbollsplanen samt ett dike (9) som går längs med järnvägen. Vallen kan förslagsvis utformas med en funktion för fotbollsplanen, exempelvis fungera som en läktare. Diket ansluter mot befintliga höjder längs med planområdesgränsen i nordväst.

## 5.2 Föreslaget skydd mot översvämning från sjö

Föreslagen huvudsaklig strategi för skydd mot översvämning från Mariestadssjön är att höja marken inom planområdet till lämpliga nivåer. Färdigt golv och entréer ska placeras med en lägsta nivå på +47,24 m. Höjdsättningen måste även säkerställa att framkomlighet till samtliga byggnader skapas. Ett maximalt vattendjup på 20 cm antas vara framkomligt för räddningsfordon. Se vidare beskrivning av föreslagen höjdsättning avsnitt 5.3.

I områden där det bedöms finnas en risk för stående vatten föreslås även platsspecifika anpassningar för att skydda byggnader. Detta kan exempelvis vara i form av en tät sockel och upphöjda entréer.

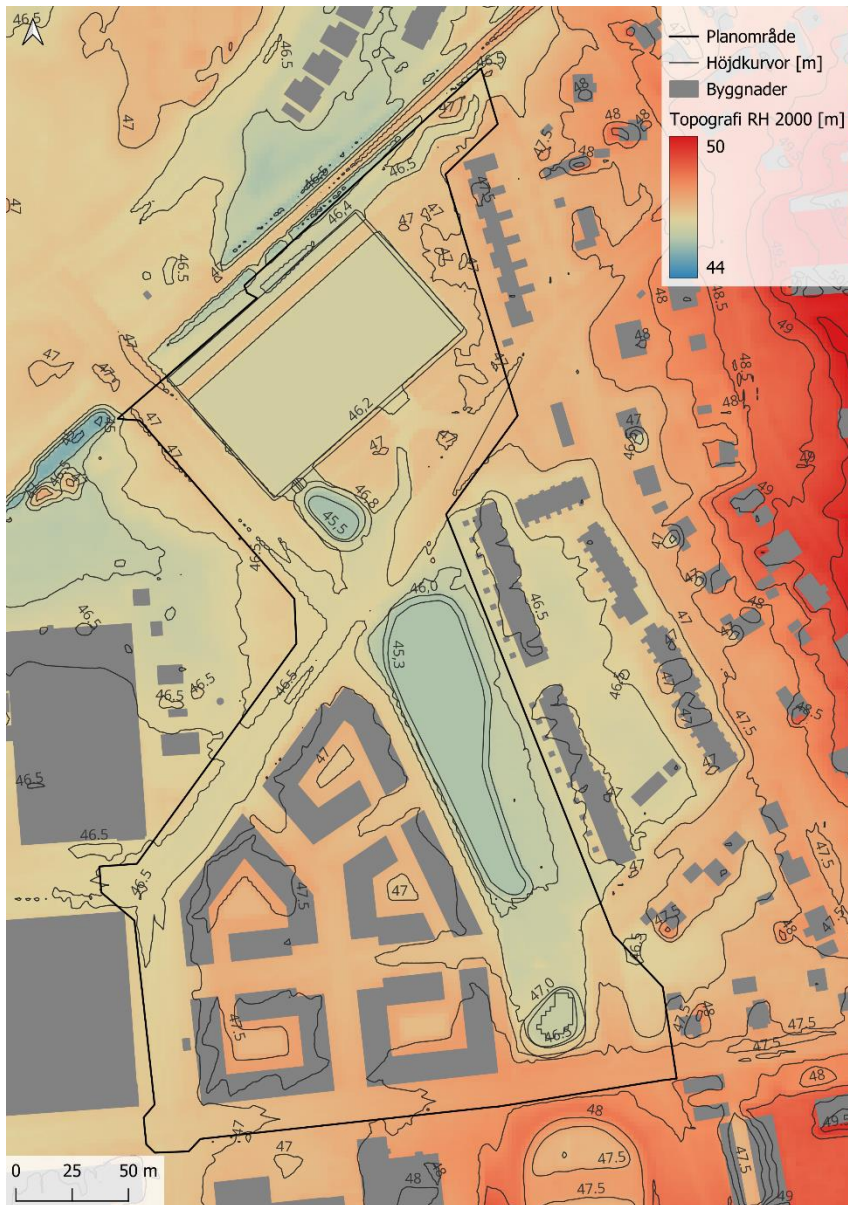
## 5.3 Föreslagen framtida höjdsättning

Föreslagen framtida höjdsättning ska säkerställa principerna för skyfallshantering och skydd mot översvämning från sjö. Principen för dagvattenhantering måste även beaktas (*Dagvattenutredning Städet 2 m.fl.*, Sweco 2024-04-30)

För kvarteret Städet 2 och kringliggande gator har följande nivåer utifrån ett översvämningssperspektiv beaktats:

- Beräknad högsta vattennivå för Mariestadssjön (BHV) inklusive vinduppstuvning +47,24 m
- Vid ett skyfall bedöms en vattennivå på +46,8 m inom parkytan öster om fastigheten kunna skapas.
- För att inte göra situationen sämre för verksamheterna som finns runt kvarteret Städet 2 bibehålls befintliga nivåer på Mariagatan, Hantverksgatan och delar av Norra vägen.
- Lokalgatorna inom kvarteret behöver minst ligga på +47,04 m för att räddningsfordon ska tas sig fram vid BHV.

I Figur 5-2 visas föreslagen framtida höjdsättning översiktligt. Punkthöjder med upplösning 2x2 m visas i Bilaga B1 och B2.

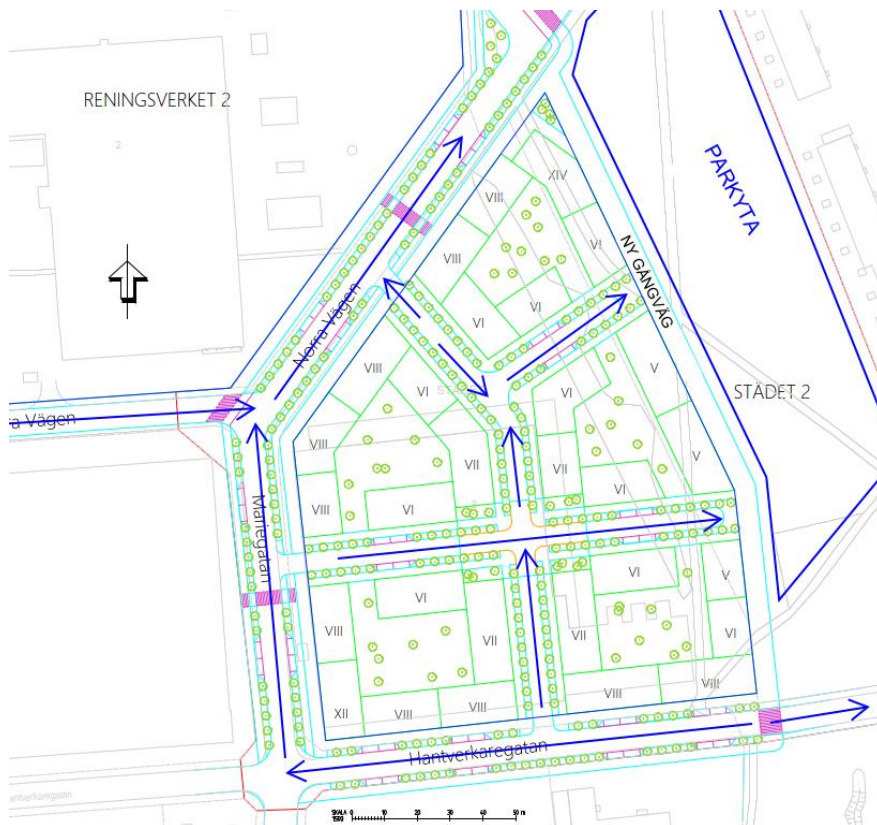


Figur 5-2 Framtida topografi för Städet 2.

### 5.3.1 Utformning

Flöden vid skyfall ska ledas runt kvarteret Städet 2 på befintliga gatorna Hantverkaregatan, Mariegatan samt Norra vägen och regnvatten från byggnader, hårdgjorda ytor och gator inom kvarteret ska i första hand tas hand om lokalt med växtbäddar eller nedsänkta ytor (*Dagvattenutredning Städet 2 m.fl.*, Sweco 2024-04-30). Vid behov leds vattnet österut genom området till parkytan (Sjöhagaparken) öster om fastigheten. Tänkbara rinnvägar längs med gatorna med föreslagen höjdsättning visas i Figur 5-3.





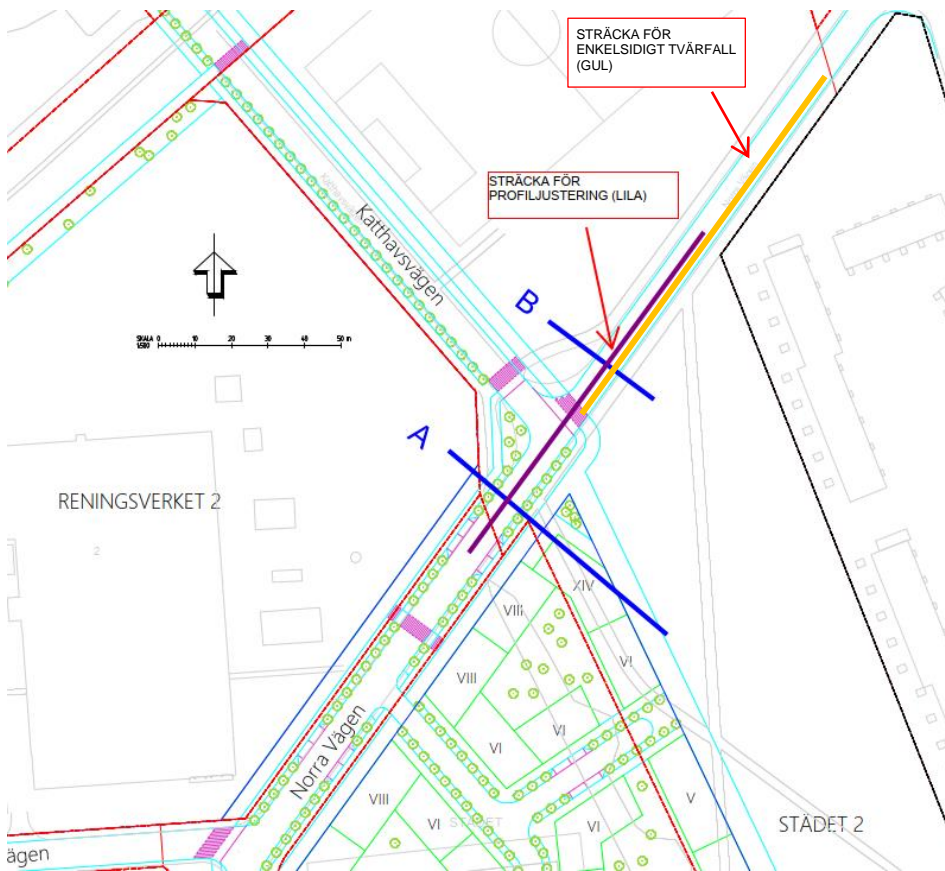
Figur 5-3. Tankbara rinnvägar, blåa pilar, i förhållande till planerad struktur för Kv Städet 2.

Kraven i Vägar och gators utformning (VGU), TRV publikation 2022:001, med avseende på längslutningar och tvärfall har beaktats i föreslagen utformningen på samtliga gator.

Området väldigt flackt, vilket innebär att gatornas längsprofiler blir väldigt flacka (ca 0,5%).

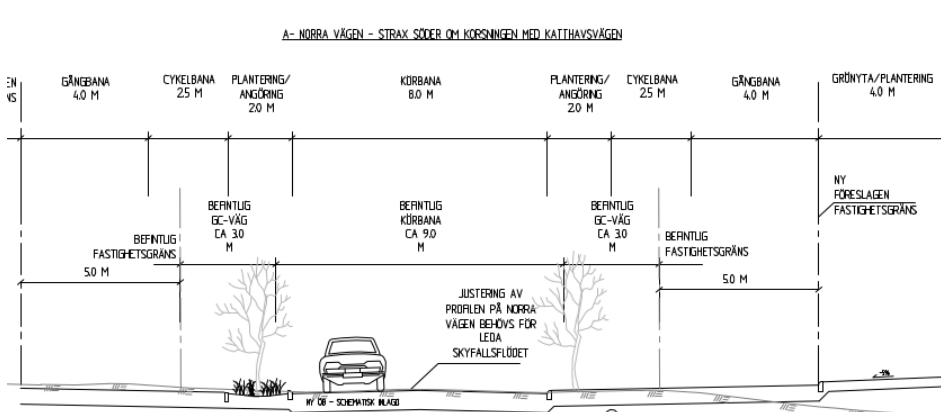
För att klara av de stora flödena som kommer vid ett skyfall måste befintlig profil justeras på Norra vägen vid korsningen med Katthavsvägen. En sträcka på ca 150 m av Norra vägen profiljusteras. Befintlig fjärrvärme som är förlagd längs Norra vägens södra sida begränsar möjligheten till profilsänkning då ledningen måste ha en täckning på minst 400 mm mot ny överyta för gångbana. Fjärrvärmeledningen är inte inmätt utan vid höjdsättning har nivån på ledningen antagits till 600 mm under befintlig mark (*korrespondens VänerEnergi, 2024-03-26*). För att vid skyfall styra avrinning av ytligt vatten mot fotbollsplanen väster om Norra föreslås gatan förses med enkelsidigt tvärfall. Om möjligt tas befintliga kantstöd bort norr om korsningen med Katthavsvägen. Alternativt anläggs kantstöd med låg visning eller skiljeremsa.

I Figur 5-4 visas sträcka för föreslagen profiljustering tillsammans med två sektioner i Figur 5-5 och Figur 5-6 (se även Bilaga C). Sträcka för enkelsidigt tvärfall visas även i Figur 5-4.



Figur 5-4. Föreslagen profilsänkning Norra vägen samt positioner för redovisade sektioner. Sträcka med enkelsidigt tvärfall visas även.

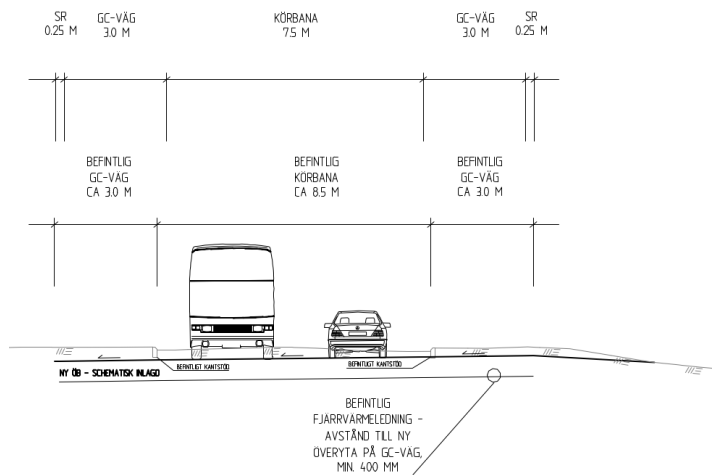
Vid sektion A, Figur 5-5 och Bilaga C, sänks marken på nordvästra sidan av körbanan. Detta för att skapa så låga nivåer som möjligt som kan bidra till en bättre skyfallsavledning i Norra vägen.



Figur 5-5. Utlipp från Bilaga C "Föreslagna sektioner" – Sektion A

Vid sektion B, Figur 5-6 och Bilaga C, föreslås marken ovan gångbanan sänkas 200 mm. Detta innebär att en täckning på 400 mm uppnås ovan befintlig fjärrvärmeledning.

B -NORRA VÄGEN – STRAX NORR OM KORSNINGEN MED KATTHAVSVÄGEN



Figur 5-6. Utklipp från Bilaga C "Föreslagna sektioner" – Sektion B

Höjdsättning för den nya gångvägen som löper öster om Städet 2 anpassas till att klara en vattennivå på +46,8 m i parkytan öster om kvarteret. Detta för att vatten som ansamlas inom översvämningsytan vid ett skyfall inte ska rinna in på kvartersmark inom Städet 2.

Inom Sjöhogaparken öster om kvartersmarken föreslås en översvämningsyta (åtgärd 2 i Figur 5-1 i avsnitt 5.1). Bottennivån för markerad yta i Figur 5-1 är +45,6 m, vilket bedöms motsvara en genomsnittlig sänkning av befintlig mark på ca 20 cm som ligger om. Antagandet grundar sig i platsens hydrogeologiska förutsättningar, där en endast en liten sänkning troligtvis bedöms vara möjlig inom ytan.

Fotbollsplanen (åtgärd 7 i Figur 5-1 i avsnitt 5.1) ligger något högre och har en botten på +46,2 m. Detta för att möjliggöra utrymme för eventuell framtida dränering. Den nedsänkta ytan sydöst om fotbollsplanen (åtgärd 5 i Figur 5-1 i avsnitt 5.1) har däremot en djupare bottennivå på +45,5 m.

Nordväst om fotbollsplanen föreslås en vall (åtgärd 8 i Figur 5-1 i avsnitt 5.1). Denna vall ligger på +46,9 m och möter nivån på Katthavsvägen i söder och befintlig grönyta i norr.

Föreslagna åtgärder för skyfallshantering är utförda med avstånd från befintliga träd som således kan bevaras. Ytorna är endast schematiskt utritade och översiktligt höjdsatta.

Det bedöms även vara möjligt att anpassa åtgärderna så att funktion kan bibehålla för befintliga ledningar som ska bevaras.

Inom innergårdarna på kvartersmark föreslås även nedsänkta ytor (åtgärd 1 i Figur 5-1 i avsnitt 5.1). Ytorna är sänka ca 30 cm.

## 6 Analys av översvämning från skyfall

I följande kapitel analyseras konsekvenserna av översvämning från skyfall före och efter exploatering. Analysen utförs för ett klimatanpassat 100-årsregn. Se avsnitt 3.1 för beskrivning av metod samt Bilaga A för modellbeskrivning.

### 6.1 Befintlig situation vid skyfall

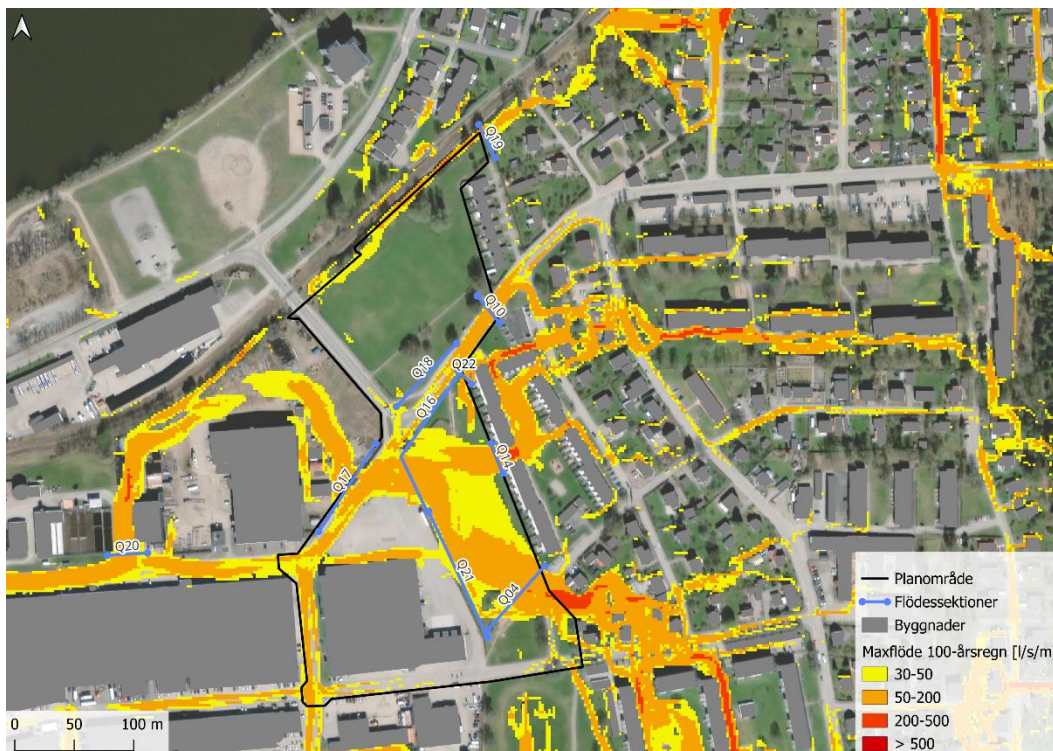
Vid befintlig situation bildas en sammanhängande vattensamling inom Reningsverket 2, Städet 2 och Sjöhagaparken där vattenytan maximalt hamnar på +46,77 m (Figur 6-1). Händelseförloppet är sådant att Sjöhagaparken och Städet 2 fylls upp först och sedan Reningsverket 2. När även Reningsverket 2 har fyllts med vatten vänder flödet och går norrut mot fotbollsplanen.



Figur 6-1. Maxdjup vid simulering av ett 100-årsregn vid befintlig situation.

Det största flödet in i området kommer från sydöst (över Hantverkaregatan) och går genom Sjöhagaparken (Figur 6-2). Vatten rinner in i Sjöhagaparken via sektion Q04, Q14 och Q22 och ut genom sektion Q16 och Q21 (Tabell 6-1). Det största inflödet är via Q04, men det rinner även in en betydande volym med ett högt maxflöde genom Q14. Eftersom en större volym flödar in i Sjöhagaparken jämfört med ut ger parken en viss fördröjning.

Utöver det vatten som kommer från Reningsverket 2, Sjöhagaparken och Städet 2 finns det två flödesvägar till fotbollsplanen. Båda dessa kommer in från nordost. Den ena via Norra vägen (Q10) och den andra längs med järnvägen (Q19).

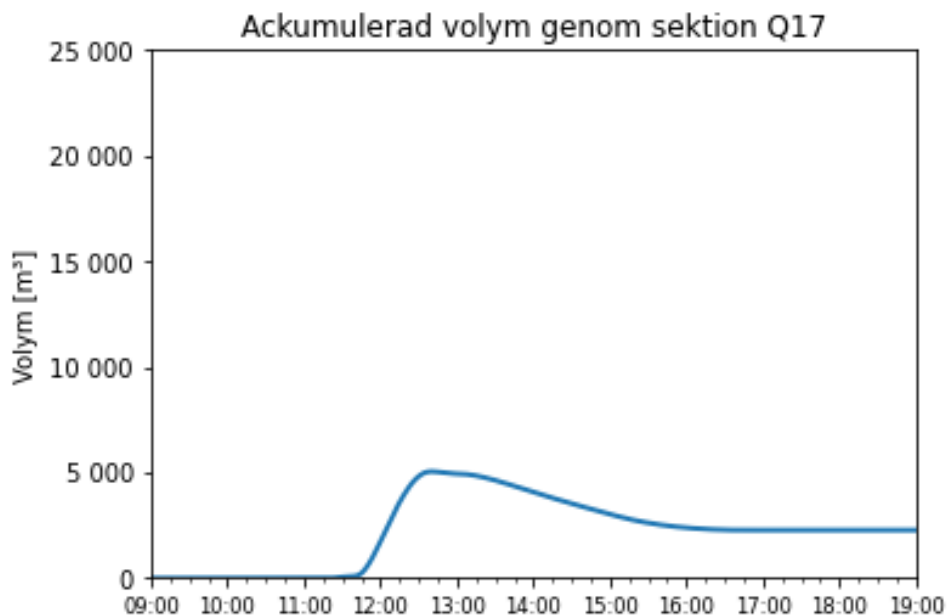


Figur 6-2. Maxflöde vid simulering av ett 100-årsregn vid befintlig situation.

Tabell 6-1. Flöde genom Sjöhogaparken vid befintlig situation.

Sektion	Volym [m <sup>3</sup> ]	Maxflöde genom sektion [m <sup>3</sup> /s]
Q04	24 200	4,4
Q14	6 200	2,3
Q22	1 200	0,5
<i>Totalt in Sjöhogaparken</i>	<i>31 600</i>	
Q16	22 300	3,7
Q21	3 500	0,5
<i>Totalt ut Sjöhogaparken</i>	<i>25 800</i>	

Det är viktigt att belysa att flödet till Reningsverket 2 genom sektion Q17 vänder riktning under simulerad situation (Figur 6-3). Inledningsvis rinner vatten in på Reningsverket 2, men i takt med att vattenytan stiger inne på fastigheten börjar vatten i stället att rinna ut på Norra vägen till den sammanhängande lågpunkten där.



Figur 6-3. Ackumulerad volym som passerar genom sektion Q17 vid befintlig situation. Att volymen minskar innebär att flödet ändrar riktning, vilket sker drygt tre timmar in i simuleringen (vid 12:30).

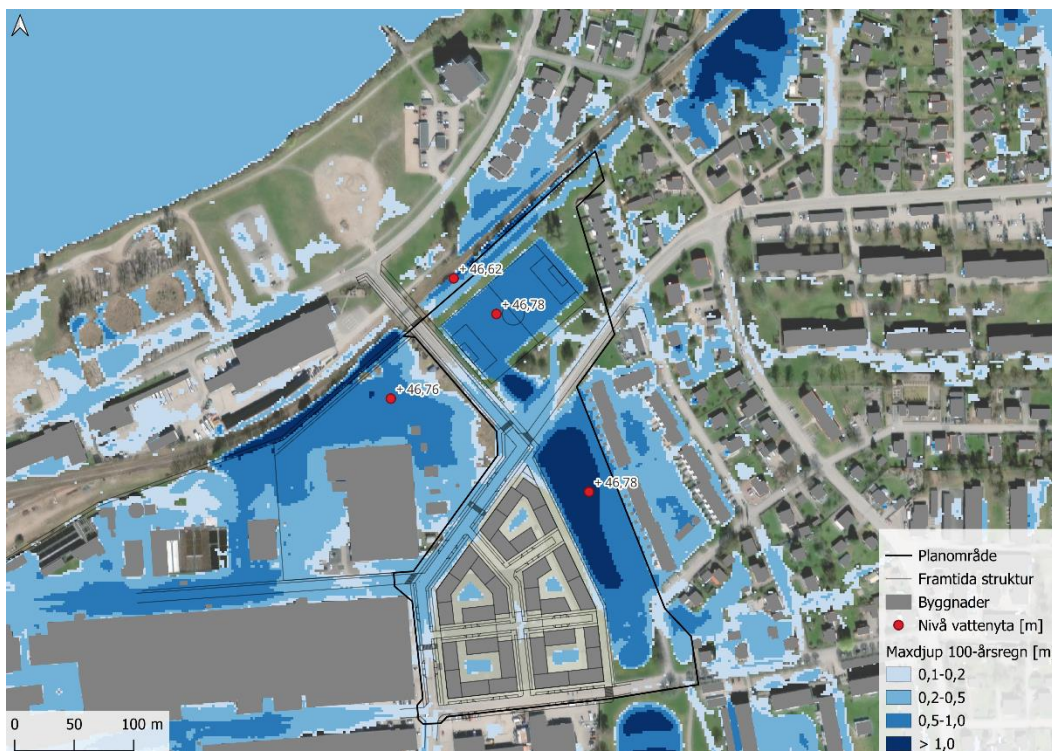
Majoriteten av det vatten som samlas i befintliga lågpunkter inom och omkring planområdet kommer från områden utanför själva planområdet. Detta beror på att planområdet ligger nedströms i ett stort avrinningsområde (se Figur 4-2i avsnitt 4.1.1 som visar befintligt avrinningsområde/modellområde).

## 6.2 Framtida situation vid skyfall

Vid framtida situation bildas en liknande vattensamling inom Sjöhagaparken, Reningsverket 2 samt på de nedsänkta ytorna på innergårdarna i kvartersmarken i Städet 2 (Figur 6-4). Dessutom nyttjas fotbollsplanen som en nedsänkt yta, vilket också blir en del av vattensamlingen. Det maximala vattendjupet innebär en vattennivå på +46,76 m inne på Reningsverket 2 och +46,78 m i Sjöhagaparken och på fotbollsplanen (Tabell 6-2). Skillnaden är  $\pm 1$  cm, vilket bedöms ligga inom felmarginalen för modellen med hänsyn till att upplösningen är 2 x 2 m. Maximal vattennivå kan alltså sägas bli den samma som vid befintlig situation, det vill säga planerad bebyggelse utgör en icke-försämring.

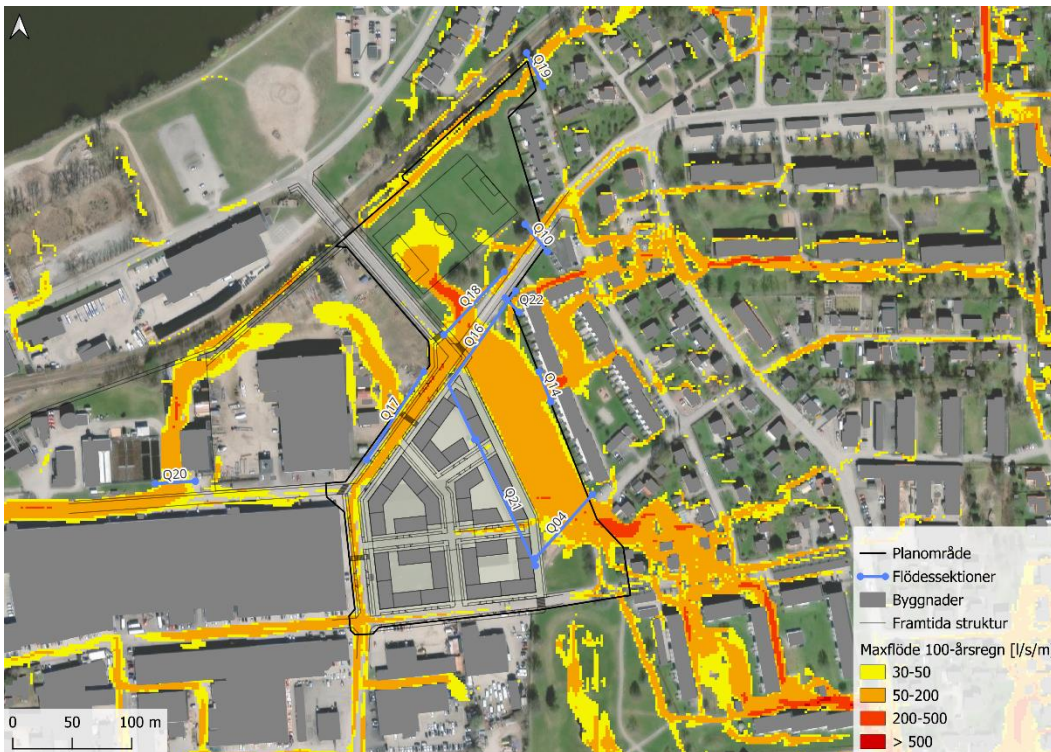
Tabell 6-2. Jämförelse mellan befintlig och framtida vattennivå.

	Befintlig vattennivå [m]	Framtida vattennivå [m]
Sjöhagaparken	+46,77	+46,78
Reningsverket	+46,77	+46,76
Fotbollsplanen	-	+46,78
Vid järnvägen	+46,62	+46,62



Figur 6-4. Maxdjup vid simulering av ett klimatkompenserat 100-årsregn vid framtida situation.

Som vid befintlig situation kommer det största flödet in i området från sydöst (över Hantverkaregatan) och går genom Sjöhagaparken (Figur 6-5). Vatten rinner in i Sjöhagaparken via sektion Q04, Q14, Q21 och Q22 och ut genom sektion Q16 (Tabell 6-3). Vattnet rinner vidare från Sjöhagaparken via sektion Q18 till fotbollsplanen och sektion Q17 till Reningsverket 2.



Figur 6-5. Maxflöde vid simulering av ett klimatkompenserat 100-årsregn vid framtida situation.

Även i framtida situation flödar mer vatten in i Sjöhogaparken än ut varför parken har en fortsatt fördröjande effekt (Tabell 6-3). För att behålla den maximala vattennivån i Sjöhogaparken på samma nivå som vid befintlig situation är det viktigt att flödet ut genom parken och norrut till fotbollsplanen samt västerut mot Reningsverket 2 inte hindras. Utbyggnaden i parken innebär en avsmalning av flödesvägen genom parken varför denna utredning har fått jobba mycket med höjdsättningen i mellan Sjöhogaparken och fotbollsplanen samt i korsningen Norra vägen/Katthavsvägen för att undvika dämningseffekter.

Tabell 6-3. Flöde genom Sjöhogaparken vid framtida situation.

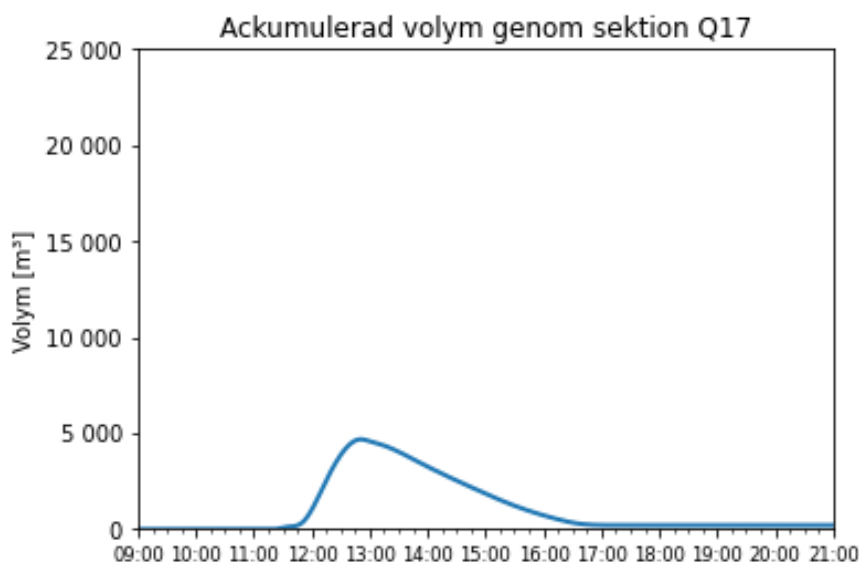
Sektion	Volym [m <sup>3</sup> ]	Maxflöde genom sektion [m <sup>3</sup> /s]
Q04	22 900	4,5
Q14	6 300	2,3
Q21	1 000	0,5
Q22	1 200	0,6
<i>Totalt in Sjöhogaparken</i>	<i>31 400</i>	
Q16	24 700	5
<i>Totalt ut Sjöhogaparken</i>	<i>24 700</i>	



Delar av Sjöhogaparken har sänkts ner för att ge mer plats åt vattnet, men avsmalningen av parken innebär ändå att en mindre volym kan breda ut sig i parken än vid befintlig situation om vattennivån ska hålla sig under nivån vid befintlig situation. Att volymen ut från Sjöhogaparken minskar (24 700 m<sup>3</sup> jämfört med 25 800 m<sup>3</sup>) beror på att vatten även rör sig ut via de kupolbrunnar som har lagts till i ledningsnätsmodellen.

Kompensationen för den volym som försvinner i Städet 2 och Sjöhogaparken sker istället på fotbollsplanen. Vallen som anläggs norr om fotbollsplanen fungerar som skydd för järnvägen från flödet från Sjöhogaparken samtidigt som det vatten som rinner in via sektion Q19 får plats på den nordvästra sidan av vallen utan att den maximala vattennivån där ökar.

När Reningsverket 2 fyllts upp vänder flödet i sektion Q17 precis som vid befintlig situation (Figur 6-6). Vid jämförelse med flödet genom sektionen för befintlig situation (se avsnitt 6.1 Figur 6-3) bedöms föreslagna åtgärder leda till att flödet från Reningsverket avleds mot översvämningssytan vid fotbollsplanen på ett mer effektivt sätt. Detta beskrivs av att den ackumulerade volymen genom sektionen minskar snabbare då flödet vänder.



Figur 6-6. Ackumulerad volym som passerar genom sektion Q17 vid framtida situation. Att volymen minskar innebär att flödet ändrar riktning, vilket sker vid 12:30.

### 6.3 Jämförelse mellan befintlig och framtida situation vid skyfall

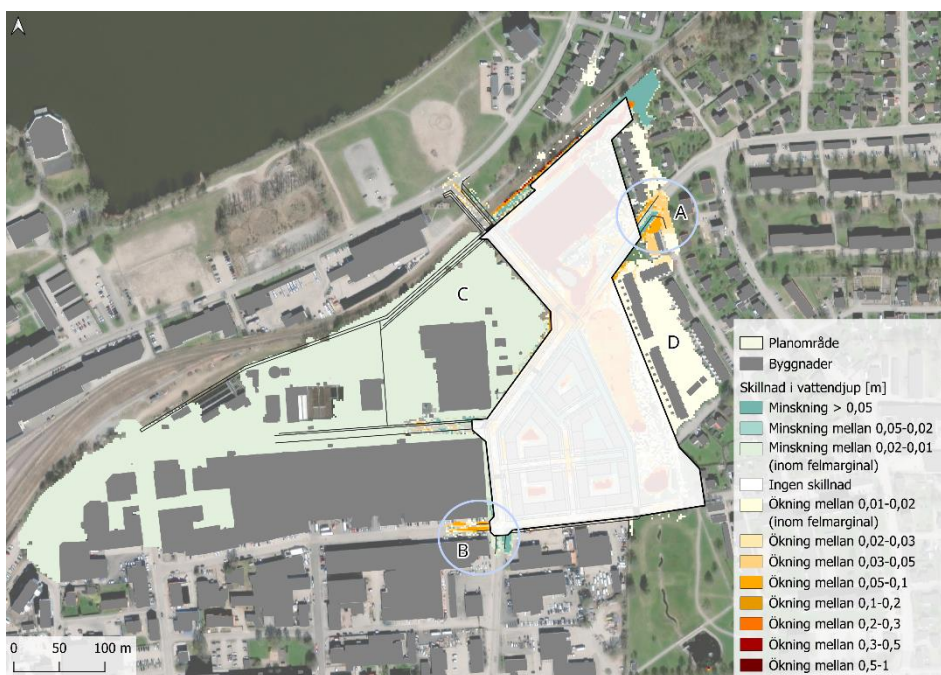
En bedömningsgrund för lämplighet är att inte orsaka någon försämring för närliggande områden uppströms eller nedströms planområdet. Eftersom en del höjdförändringar gjorts inom Städet 2 för den framtida strukturen skiljer sig det maximala vattendjupet mellan den befintliga och framtida situationen även strax uppströms och nedströms planområdet (Figur 6-7).

I framtida simulering ökar maxdjupet som mest 12 cm i korsningen Hantverkaregatan/Mariagatan väster om planområdet (B i Figur 6-7). Detta bedöms vara en minimal förändring som främst kan kopplas till upplösningen i modellen. Vattenytan är den samma som vid befintlig situation.

Vid Norra Vägen öster om planområdet (A i Figur 6-7) ökar maxdjupet som mest 11 cm i framtida simulering. Även här bedöms förändringen som minimal och kopplad till hur modellen är uppbyggd. I området har det i modellen bildats en kant där vatten ansamlas. Då befintliga nivåer planeras att bevaras inom området är det således ingen faktisk ökning. Ökningen beror på en modellteknisk avvikelse.

Höjdförändringar av vattendjup inom  $\pm 1$  cm visualiseras inte eftersom de bedöms ligga inom felmarginalen för modellen med hänsyn till att upplösningen är 2 x 2 m. Inom Reningsverket 2 och området västerut (C i Figur 6-7) minskar maxvattendjupet strax över 1 cm jämfört med befintlig situation. Inom bostadsområdet vid Noltorpsvägen (D i Figur 6-7) ökar den med strax under 2 cm. Även båda dessa förändringar bedöms ligga inom felmarginalen för modellen och utgör ingen faktisk förändring. Vidare så bedöms konsekvenserna före och efter exploateringen vara den samma för dessa områden.

Nordöst om planområdet, vid banvallen, sker en förbättring eftersom framtida vattendjup är mindre än befintligt. En liten ökning ses vid samma område på grund av ett dike som är enligt föreslagen princip.



Figur 6-7 Jämförelse i maximalt vattendjup mellan befintlig och framtida situation. En minskning innebär att framtida vattendjup är lägre än befintligt vattendjup. Inringade områden A och B visar områden där framtida vattendjup är högre än befintligt vattendjup.

I och med att utbyggnaden inom Städet 2 innebär att vissa befintliga volymer byggs bort behöver det säkerställas att det skapas tillräckligt med kompenserande volymer. En sammanställning (Tabell 6-4) av beräknade volymer från maxdjupen vid befintlig och framtida simulering visar att volymen inom Städet 2 och Sjöhagaparken minskar vid framtida situation, medan volymen ökar på fotbollsplanen (sydöst om vallen). Vid beräkning av volymerna för Städet 2 och Sjöhagaparken räknas den del av parken som bebyggs till Sjöhagaparken vid befintlig situation och till Städet 2 vid framtida situation (Figur 6-8).

Totalt byggs ca 3 200 m<sup>3</sup> bort i samband med exploatering. För att hantera dämningseffekter på grund av förändrade flödesvägar bedöms däremot ytterligare en utjämningsvolym på 1 300 m<sup>3</sup>, vilket innebär en totalt kompenserande fördröjningsvolym på 4 500 m<sup>3</sup>. Detta ersätts med kompenserande fördröjning inom föreslagna översvämningsytor.

Inom Reningsverket 2 blir skillnaden minimal mellan befintlig och framtida situation.

Tabell 6-4. Sammanställning av beräknade volymer vid maxdjup för befintlig och framtida situation inom områden markerade i Figur 6-8.

Område	Befintlig situation 100-årsregn kf 1,25 Skyfallsvolym [m <sup>3</sup> ]	Framtida situation 100-årsregn kf 1,25 Skyfallsvolym [m <sup>3</sup> ]
Kvartersmark Städet 2	2 200	600
Sjöhagaparken (exkl. del av park som byggs bort)	10 000	9 700
Del av park som byggs bort	1 300	0
Fotbollsplanen, sydöst om vall	600	5 100
Reningsverket 2	9 400	9 200
<b>Totalt</b>	<b>23 500</b>	<b>24 600</b>

För att inte försämra situationen mellan vallen och järnvägen behöver det finnas utrymme för 1 600 m<sup>3</sup> där. Vattenytan ska hållas till maximalt +46,62 m.



Figur 6-8. Markering av vilka områden som används vid volymsberäkningarna.

## 7 Analys av översvämning från sjö

I följande kapitel analyseras konsekvenserna av höga vattennivåer i Mariestadssjön före och efter exploatering. Analysen utförs för nivån +47,24 m, vilket motsvarar en beräknad högsta nivå tillsammans med lokala effekter som kan uppstå i Mariestad. Se avsnitt 3.2 för motivering av metod.

### 7.1 Befintlig situation vid höga vattennivåer i sjö

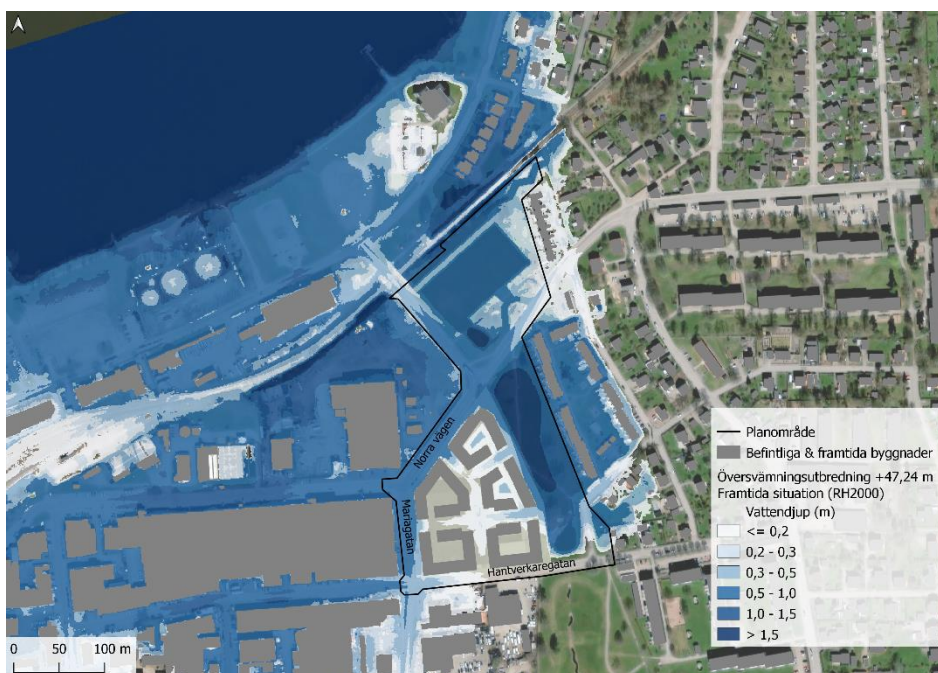
I Figur 7-1 presenteras översvämningsutbredningen vid nivån +47,24 m i Mariestadssjön för befintlig situation. Vid denna nivå översvämmas stora delar av planområdet och dess närområde. De områden som översvämmas är de som ligger under nivån +47,24 m. Vattendjupet uppgår till ca 1,7 m i vissa delar av Sjöhagaparken samt i norr längs med befintlig banvall. Hantverkaregatan, i södra delen av planområdet, översvämmas däremot inte.



Figur 7-1. Översvämningsutbredning för befintlig situation vid vattennivån +47,24 m (RH2000) i Mariestadssjön tillsammans med det vattendjup som skapas.

## 7.2 Framtida situation vid höga vattennivåer i sjö

I Figur 7-2 presenteras översvämningsutbredningen vid nivån +47,24 m i Mariestadssjön med framtida föreslagna höjdsättning. Kvartersmarken för Städet 2 höjs vilket leder till översvämningsrisken minskar. Genomgående kvartersgata i nord-sydlig riktning har ett vattendjup som generellt är under 20 cm. Gatan ansluter till Hantverkaregatan i söder som fortsatt inte översvämmas. Allmäna grönområden, Norra vägen och Mariagatan har fortsatt stående vatten likt befintlig situation.



Figur 7-2. Översvämningsutbredning för framtida situation vid vattennivån +47,24 m (RH2000) i Mariestadssjön tillsammans med det vattendjup som skapas.

## 8 Påverkansbedömning

I följande kapitel utförs en påverkansbedömning för översvämning från skyfall respektive sjö. Bedömningen visar på huruvida planområdet är lämpligt för bebyggelse. För att framtida exploatering ska bedömas som lämplig ska följande uppfyllas vid dimensionerande översvämningshändelser:

- Översvämning får inte orsaka skada på ny bebyggelse eller annan känslig infrastruktur inom planområdet.
- Framkomlighet för räddningsfordon ska finnas till samtliga byggnader vid en översvämningssituation. Detta innebär ett översvämningdjup på maximalt 20 cm.
- Byggnationer inom planområdet får inte orsaka en försämring avseende översvämningssituation för uppströms, nedströms eller/och närliggande områden.

### 8.1 Översvämning från skyfall

I följande avsnitt bedöms planområdets lämplighet sett till översvämning från ett klimatkompenserat 100-årsregn. Detta är i enlighet med Boverkets tillsynsvägledning för ny sammanhållen bebyggelse.

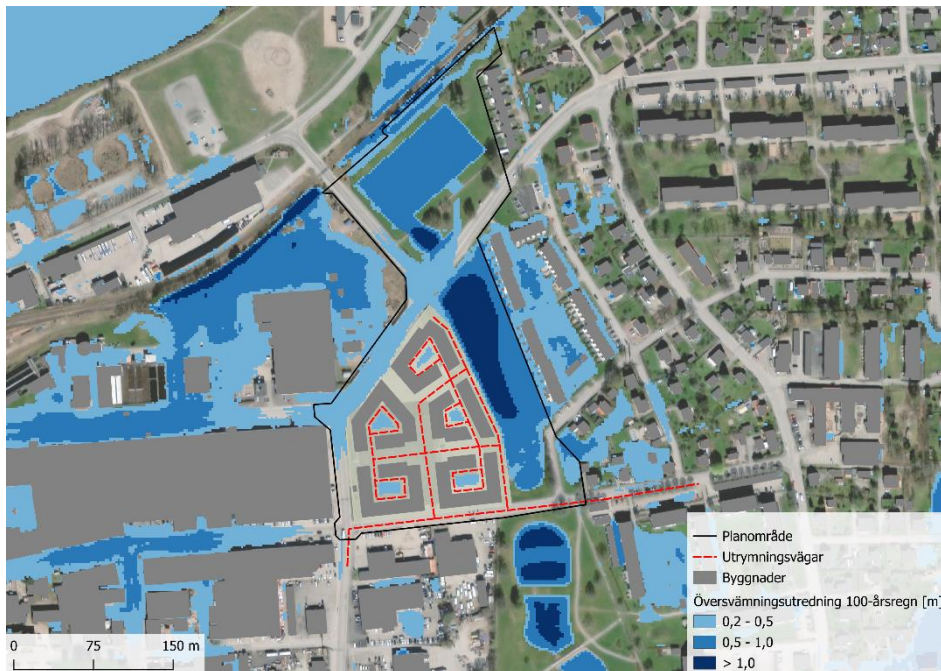
#### 8.1.1 Påverkan på ny bebyggelse

För att undvika att översvämning från skyfall orsakar skada på den nya bebyggelsen inom Städet 2 behöver marken luta ut från byggnader och mot föreslagna översvämningssytor i enlighet med framtida föreslagen höjdsättning. Utifrån analys av framtida föreslagen höjdsättning för planområdet bedöms det som mest stå vatten upp till 0,1–0,2 m mot byggnaderna i nordväst och nordöst. Ifall de åtgärder som rekommenderas för översvämning från sjö implementeras bedöms den nya bebyggelsen vara säkerställd eftersom översvämning från sjö innebär högre vattennivåer jämfört med översvämning från skyfall.

#### 8.1.2 Påverkan på framkomlighet

För att samtliga byggnader ska kunna utrymmas vid studerad översvämningssituation (klimatkompenserat 100-årsregn) krävs ett vattendjup på maximalt 20 cm fram till nödvändiga entréer. I Figur 8-1 visas översvämningssituation vid ett klimatkompenserat 100-årsregn med vattendjup större än 20 cm tillsammans med möjliga utrymningsvägar.

Planområdet bedöms vara framkomligt från Hantverkaregatan i sydöst samt från korsningen Mariagatan/Hantverkaregatan i sydväst.



Figur 8-1 Översvämningsutbredning och vattendjup vid ett klimatkompenserat 100-årsregn. Röda streckade linjer visar möjliga utrymningsvägar där vattendjupet är <20 cm.

Med föreslagen höjdsättning bedöms räddningsfordon kunna nå samtliga nya föreslagna byggnader och nödvändiga utrymningsvägar bedöms kunna skapas vid ett klimatkompenserat 100-årsregn.

### 8.1.3 Påverkan på upp- och nedströms områden

För uppströms, nedströms och närliggande områden bedöms översvämningsrisken vara densamma som vid befintlig situation. De områden utanför planområdet som innebär en skillnad i översvämningsutbredningen bedöms bero på modelltekniska fel. Exploatering inom planområdet bedöms således inte påverka dessa områden negativt.

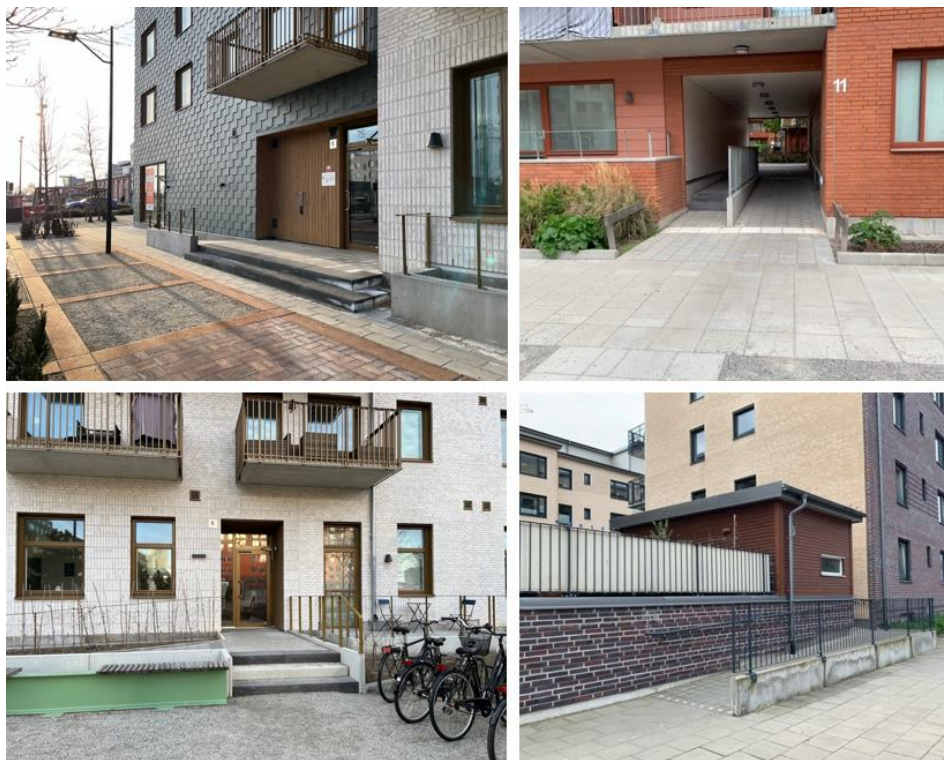
## 8.2 Översvämning från sjö

I följande avsnitt bedöms planområdets lämplighet sett till översvämning från Mariestadssjön. Bedömningen utförs för nivån +47,24 m, vilket motsvarar en beräknad högsta nivå tillsammans med lokala effekter som kan uppstå i Mariestad. Detta är i enlighet med Boverkets tillsynsvägledning för ny sammanhållen bebyggelse.

### 8.2.1 Påverkan på ny bebyggelse

Utifrån analys av framtida föreslagen höjdsättning för planområdet bedöms det finnas stående vatten i angränsning till vissa nya byggnader vid nivån +47,24 m i Mariestadssjön (avsnitt 0). Detta beror på att nivåer vid befintliga gator och grönytor fortsatt kommer ligga lågt.

Den nya bebyggelsen bedöms kunna säkras genom att anpassningar görs där det finns risk för stående vatten i närområdet. Entréer till samtliga byggnader måste ligga över nivån +47,24 m för att hindra att vatten rinner in i byggnader. Detta kan innebära att anpassningar såsom trappor och ramper kan krävas för att nå entréerna. Förgårdsmark kan behövas längs med kvartersgränsen för att rymma sådana anpassningar. Exempel på lösningar visas i Figur 8-2.



Figur 8-2. Exempel på upphöjda entréer med trappor och ramper från olika byggnader i Malmö. (Foto: Sweco)

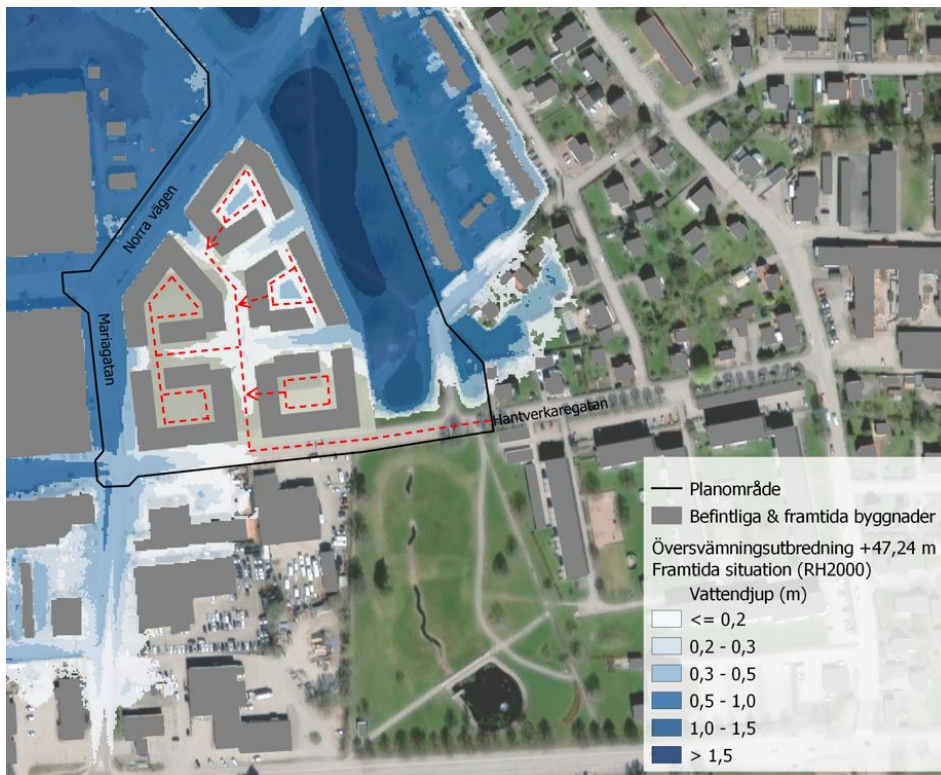
Utöver detta krävs anpassningar såsom tät sockel som tål stående vatten för vissa av byggnaderna. Andra öppningar i fasad (t.ex. för ventilation) och tekniska anläggningar måste placeras över nivån +47,24 m.

Med föreslagen höjdsättning och anpassningar såsom upphöjda entréer och tät sockel bedöms översvämning vid nivån +47,24 m i Mariestadssjön inte orsaka skada på ny bebyggelse.



## 8.2.2 Påverkan på framkomlighet

För att samtliga byggnader ska kunna utrymmas vid studerad översvämningssituation krävs ett vattendjup på maximalt 20 cm fram till nödvändiga entréer. I Figur 8-3 visas översvämningssutbredning och vattendjup tillsammans med möjliga utrymningsvägar. Planområdet bedöms vara framkomligt Hantverkaregatan i sydöst. För kvarteren mot Sjöhagaparken krävs att utrymning kan ske genom byggnaden mot kvartersgata i nord-sydlig riktning.



Figur 8-3. Översvämningssutbredning och vattendjup vid nivån +47,24 m för föreslagen framtida höjdsättning. Röda streckade linjer visar möjliga utrymningsvägar där vattendjupet är <20 cm.

Med föreslagen höjdsättning bedöms räddningsfordon kunna nå samtliga nya föreslagna byggnader och nödvändiga utrymningsvägar bedöms kunna skapas vid översvämningssnivån +47,24 m i Mariestadssjön.

## 8.2.3 Påverkan på upp- och nedströms områden

För uppströms, nedströms och närliggande områden bedöms översvämningssrisken vara densamma som vid befintlig situation. Exploatering inom planområdet bedöms således inte påverka dessa områden negativt.

## 9 Slutsats och rekommendationer

För planområdet gäller följande slutsatser kopplat till översvämning från skyfall och Mariestadssjön:

- Med föreslagen höjdsättning och skyfallsåtgärder bedöms exploatering inom planområdet som lämpligt sett till översvämning från skyfall vid ett klimatkompenserat 100-årsregn. Ingen försämring för uppströms, nedströms eller närliggande områden bedöms föreligga. Plats måste avsättas för föreslagna skyfallsåtgärder. Det bedöms finnas framkomlighet för räddningstjänst till samtliga byggnader inom planområdet. För de byggnader som riskerar stående vatten mot sig bedöms anpassningar föreslagna för översvämning från sjö tillräckliga för att säkerställa byggnaderna från översvämning från skyfall.
- Med föreslagen höjdsättning bedöms exploateringen inom planområdet som lämplig sett till översvämning från Mariestadssjön vid beräknad högsta nivå inklusive lokala effekter (+47,24 m). Det bedöms finnas framkomlighet för räddningstjänst till samtliga byggnader inom planområdet. Med anpassningar av funktioner såsom upphöjda entréer och tät sockel bedöms översvämningssituationen inte orsaka skada på ny bebyggelse. Bebyggelsen bedöms inte heller orsaka någon försämring för uppströms, nedström eller närliggande områden.

Fortsatta rekommendationer:

- Framtagna skyfallsåtgärder och höjdsättning är endast framtagna på en översiktlig nivå. I fortsatt skede rekommenderas höjdsättningen och åtgärderna att studeras mer i detalj. Åtgärderna är framtagna så att det ska finnas vissa marginaler. Viktigt är att höjdsättningen även fortsatt kommer säkerställa föreslagen princip för skydd mot översvämning både mot skyfall och sjö.
- Höjdsättning av Norra vägen bedöms vara betydande för skyfallshanteringen. I fortsatt arbete måste föreslagna justeringar säkerställas i vidare utformning och gatusektioner.
- Skyfallsytorna rekommenderas att studeras mer i detalj utifrån ett gestaltningsperspektiv. Viktigt är att de utformas som multifunktionella ytor som även ger ett värde för rekreation. Exempelvis kan den föreslagna skyfallsytan inom fotbollsplanen fortsatt kunna nyttjas som en fotbollsplan i vanliga fall med ett väl fungerande avvattningsystem. Det är endast vid extrema regnscenarion ytan kommer att översvämmas.
- Nivåer på skyfallsytorna bedöms fortsatt behöva studeras utifrån ett grundvattenperspektiv. I detta första skede är endast en översiktlig bedömning av möjlig sänkning av ytorna gjord baserat på tillgängliga närliggande grundvattenmätningar. Mätningar av grundvattennivåerna pågår inom de föreslagna ytorna.
- Vid fortsatt höjdsättning och gestaltning av de allmänna ytorna måste även hänsyn tas till befintliga ledningar och kablar som ska bevaras. Föreslagna åtgärder bedöms kunna anpassas så att funktionen för befintliga ledningar och kablar kan bevaras.
- Anpassningar såsom upphöjda entréer och tät sockel måste säkerställas. Tillgänglighet måste även finnas.
- Plats för föreslagna åtgärder måste även fortsatt reserveras.

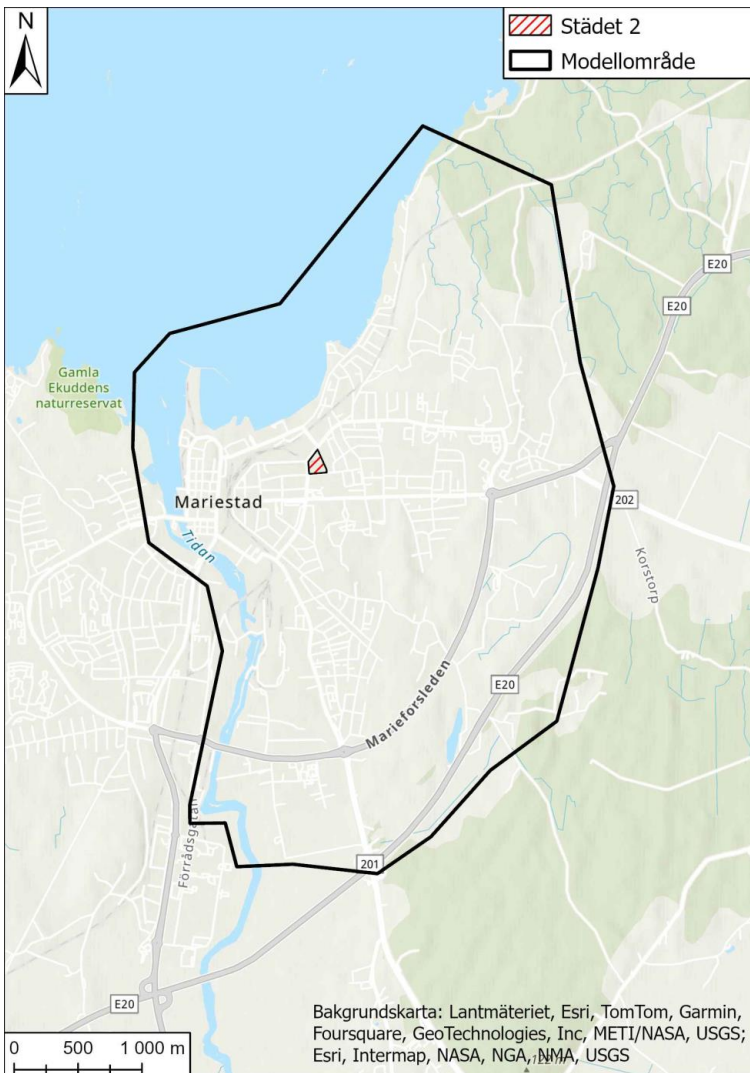
## 10 Referenser

- Boverket. (den 21 12 2022). *Utgångspunkter för bedömning av översvämningsrisk*. Hämtat från Tillsynsvägledning naturolyckor: [https://www.boverket.se/sv/PBL-kunskapsbanken/planering/detaljplan/lansstyrelsens-tillsyn/tillsynsvagledning\\_naturolyckor/tillsynsvagledning-oversvamnning/riskbedomning/utgangspunkter/](https://www.boverket.se/sv/PBL-kunskapsbanken/planering/detaljplan/lansstyrelsens-tillsyn/tillsynsvagledning_naturolyckor/tillsynsvagledning-oversvamnning/riskbedomning/utgangspunkter/)
- Lantmäteriet. (02 2024). *Min karta*. Hämtat från Lantmäteriet: <https://minkarta.lantmateriet.se/>
- Länsstyrelsen Stockholms län & Länsstyrelsen Västra Götalands län. (2018). *Rekommendationer för hantering av översvämnning till följd av skyfall - stöd i fysisk planering*. Hämtat från [https://miljobarometern.stockholm.se/content/docs/tema/klimat/skyfall/L%C3%A4nsstyrelsen-rekommendationer-%C3%B6versv%C3%A4mning-fr%C3%A5n-skyfall\\_2018.pdf](https://miljobarometern.stockholm.se/content/docs/tema/klimat/skyfall/L%C3%A4nsstyrelsen-rekommendationer-%C3%B6versv%C3%A4mning-fr%C3%A5n-skyfall_2018.pdf)
- Länsstyrelsen Västra Götalands län & Länsstyrelsen Värmland. (2017-11-01). *Faktablad - Vänern*.
- Länsstyrelsen Västra Götalands län & Länsstyrelsen Värmlands län. (2011). *Stigande vatten*.
- Mariestad kommun. (2018). *Policy för hantering av dagvatten i Mariestads kommun*.
- Sweco. (2019-05-16). *Mariestad Katthavsviken översvämningsutredning*.
- Sweco. (2024-04-30). *Dagvattenutredning Städet 2 m.fl, arbetsmaterial*.
- WSP. (2024-04-04). *Arbetsmaterial - identifiering av hydrogeologiska förutsättningar Städet*.

# Bilaga A

## Modellbeskrivning

En kopplad hydraulisk modell över ledningsnätet och markavrinningen har tagits fram inom ramen för aktuellt uppdrag. Eftersom ledningsnätets funktion är av stor betydelse för översvämningsrisken i planområdet har det inkluderats i modellen. En kopplad modell innebär att modellen är uppdelad i två delar: en markavrinningsmodell och en ledningsnätsmodell. Dessa är kopplade så att vatten kan röra sig mellan markavrinningsmodellen och ledningsnätet, vilket motsvarar att vatten rinner ner i eller trycks upp ur brunnar. Modellområdet är ca 15 km<sup>2</sup> stort och avgränsas i grova drag av Väneren i norr, Tidan i väst och väg E20 i syd och öst (Figur 10-1).



Figur 10-1 Modellområdet i Mariestad kommun.

Modellens programvara, koordinat- och höjdsystem samt geografiska upplösning framgår i Tabell 10-1. Modellen byggdes upp i MIKE+ med för- och efterbearbetning i GIS-programvara.

Tabell 10-1. Programvara, koordinatsystem och geografisk upplösning för den hydrauliska modellen.

Programvara	Mike+ 2024
Koordinatsystem	SWEREF99 13 30
Höjdsystem	RH2000
Geografisk upplösning	2x2 m

## A1. Markavrinningsmodell

För att beskriva markavrinningen i modellen användes ett höjdraster, ett infiltrationsraster och ett raster över markanvändningen. Ett raster är ett rutnät, som i det här fallet har en upplösning på 2 x 2 m. Varje ruta får ett värde som beskriver markhöjd, infiltrationskapacitet och markanvändning.

### Höjdmodell

Modellen har utgått från Lantmäteriets höjddata (utan byggnader), som hämtats från Scalgo Live. Befintlig höjdsättning har kontrollerats för att säkerställa att vattnet rinner korrekt vid under- och överfarter. Mindre justeringar har gjorts precis i anslutning till trummor och andra utlopp från ledningsnätet för att kopplingen mellan markavrinningsmodellen och ledningsnätmodellen ska bli stabil.

För framtida scenarier har höjdsättningen bearbetats utifrån den planerade bebyggelsen inom Städet 2 samt justering av närliggande gator och åtgärder i Sjöhagaparken och fotbollsplanen nordöst om Städet 2.

Byggnader har höjts upp 3 m relativt marken.

### Infiltration

För infiltrationen används infiltrationsmodulen i Mike+. De fem parametrar som definierats är infiltrationshastighet genom markytan, läckagehastighet till grundvatten samt översta jordlagrets mäktighet, porositet och initial vattenmängd. Underlag för områdets infiltration är baserat på SGU:s karta Jordarter 1:25 000 – 1:100 000 (hämtat via Scalgo Live). Justeringar har gjorts så att ingen infiltration sker under byggnader, asfalterade vägar eller övriga asfalterade ytor. Använda värden på infiltrationsparametrarna redovisas i Tabell 10-2. Marken vid fastigheten Städet 2 dominerades av glacial lera. Resten av modellområdet består av ett flertal jordarter med mycket glacial lera och sandig morän. Marken antogs vara torr vid beräkningarnas början och jordlagernas mäktighet antogs vara 0,3 m.

Tabell 10-2 Infiltrationshastighet, läckagehastighet och porositet för olika klasser av jordarter.

Jordart	Infiltrationshastighet [mm/h]	Läckagehastighet [mm/h]	Porositet [%]
Glacial lera	0,0036	0,00036	30
Sandig eller grusig morän	0,36	0,036	30
Fyllning	3,6	0,36	30
Gyttjelera	0,0036	0,00036	30
Klapper	36 000	10	30
Kärrtorv och Mossetorv	3,6	0,36	30
Postglacial finsand	36	3,6	30
Postglacial sand	360	10	30
Svallsediment, grus	36 000	10	30
Svämsediment ler, silt	0,0036	0,00036	30
Svämsediment sand	360	10	30
Torv, tidvis under vatten	0	0	0
Urberg	0	0	0

## Markanvändning

Modellområdets markanvändning beskrevs med hjälp av kartan Land Cover som hämtades från Scalgo Live. För framtida scenarier justerades markanvändningen i enlighet med planerad bebyggelse. För att beskriva ytans råhet användes Mannings tal (M), där ett mindre värde innebär en skrovligare mark och större motstånd för vattnet som rinner över markytan. Använda värden redovisas i Tabell 10-3.

Tabell 10-3 Mannings tal för olika typer av markanvändning.

Markanvändning	Mannings tal, M [ $m^{1/3}/s$ ]
Byggnader	50
Hårdgjorda vägar	70
Övriga hårdgjorda ytor	30
Ej asfalterade vägar	20
Tät vegetation, skog	5
Lätt vegetation, gräsytor	20
Fält	20
Öppen mark	20
Berg i dagen	30
Järnväg med krossat material	5
Vatten	50

## A2. Ledningsnät

Ledningsnätmodellen är uppbyggd baserad på erhållet underlag från Mariestads kommun. Som utgångspunkt har enbart huvudledningarna använts. I vissa fall har även andra ledningar inkluderats när det bedömts behövas för att beskriva ledningsnätet korrekt. Utöver ledningar ingår utlopp, nedstigningsbrunnar och tillsynsbrunnar.

### Brunnar

För dimension på brunnar har samma dimension satts som största anslutande ledning. Vattengångar beskrivs i modellen enligt underlag. I de fall då information saknats i underlaget har nivå antagits baserat på närliggande ledningar. Detta har gjorts genom en process där hänsyn har tagits till att ledningarna bör ligga på som minst frostfritt djup och att ett rimligt fall erhålls. För utloppen till Väneren har en konstant vattennivå satts som randvillkor baserat på det scenario som körs.

### Ledningar

De ledningar som ingår är i huvudsak huvudledningarna med visst komplement av mindre ledningar utifrån en bedömning över vilka som bör ingå. Materialen har satts utifrån erhållet underlag (Tabell 10-4). I det fall information om material har saknats har en bedömning om material gjorts baserat på närliggande ledningar och diameter.

Tabell 10-4 Material som valts för ledningarna i modellen utifrån beteckning i underlag

Beteckning i underlag	Material i modell
BTG	Concrete (normal)
STR	Concrete (normal)
PVC	Plastic
PP	Plastic

Dimensioner på ledningarna har bestämts utifrån givna data. I de fall då innerdimensionen inte varit känd har de satts utifrån förekommande dimensioner i resterande ledningsnät enligt Tabell 10-5. Till exempel om en ledning enbart har haft ytterdiameter och material angivet som PP 200 har det antagits att innerdiametern är 188 mm baserat på att det finns andra PP-ledningar i ledningsnätet som har en innerdiameter på 188 mm. Ledningarnas placering har justerats något på grund av att ledningssegment måste vara minst 10 m i Mike+. Därmed har vissa ledningar slagits samman och vissa förlängts för att fungera i programvaran.

Tabell 10-5 Material på ledning, ytterdimension enligt underlag samt antagen innerdimension i modell

Material	Ytterdimension enligt underlag	Antagen innerdimension
PP/PVC	110	104
PP/PVC	160	151
PP	200	188
PP/PVC	250	226
PP/PVC	315	297
PP	400	400

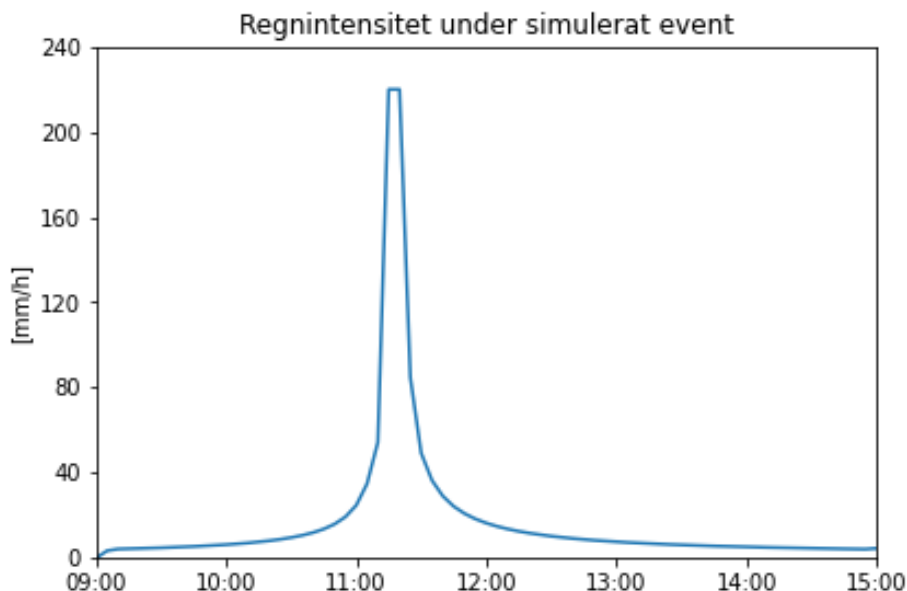
### A.3 Framtida situation

För framtida situation har en större ledning under planerad bebyggelse flyttats i sidled för att inte hamna under byggnaderna. Dimension och material har behållits. Två kupolbrunnar har lagts in i Sjöhagaparken för att avvattna den nedsänkts ytan där.

I övrigt har infiltration och markens råhet justerats baserat på förändrad markanvändning i enlighet med planerad bebyggelse.

### A.4 Belastning av nederbörd

Modellen belastades med ett CDS-regn med återkomsttid på 100 år och klimatafaktor 1,25. Regnets varaktighet är sex timmar, vilket innebär en regnvolyms på 110 mm. Maximala intensiteten var 220 mm/h (Figur 10-2). Medelvattennivån på +44,58 m i Väneren användes som randvillkor.



Figur 10-2. Simulerat regn. För att se att vatten rinner undan efter regnets slut har simuleringen körts längre än regnets varaktighet.