

---

# SKYFALLSUTREDNING

---

KRISTINEHAMNS KOMMUN

**Skyfallsutredning för detaljplan Stensta 1:1 m.fl.**

UPPDRAGSNUMMER 30062798



GRANSKNINGSHANDLING

2024-11-06

## Sammanfattning

En analys över översvämningssituationen har genomförts för fastigheten Stensta 1:1 som ligger norr om E18 och centrala Kristinehamn. Marken inom Stensta 1:1 består i dagsläget främst av skog och planeras att exploateras.

Översvämningssanalysen har undersökts med en hydrodynamisk ytvattenmodell i MIKE+ för bland annat ett 100-årsregn med klimatkoefficient 1,4 och varaktighet på 6 timmar. Hänsyn har tagits till ledningsnätet genom att göra ett avdrag för ett 2-årsregn på hårdgjorda ytor inom tätortsområden. Dessutom har inmätta trummor längs med E18 lagts till i modellen.

Analysen för befintligt scenario visar att två vattendrag rinner igenom planområdets östra sida, under E18 vidare genom Kristinehamns centrum.

Analysen för det planerade scenariot har varit en iterativ process där planerade kvarter och ytor för översvämningshantering arbetats om eller fram. Rapporten redovisar endast den senaste körningen som visar planerat scenario med åtgärdsförslag. Resultatet visar att vattnet följer planerade diken och rinnvägar samt ansamlas i planerade dammar. Förutom diken och dammar förslås även en mur runt befintlig transformatorstation och en vall i sydöstra planområdet.

Framkomligheten på E18 anses inte vara möjlig i cirka 20 minuter under skyfallsförloppet, det är en ökning med 10 minuter jämfört med befintlig situation. En diskussion rekommenderas med räddningstjänsten för att undersöka om det är godtagbart.

Det rekommenderas vidare att detaljerad höjdsättning på kvarter inom planområdet planeras så att närliggande mark lutar bort från byggnader.

## Innehållsförteckning

<b>1</b>	<b>Inledning</b>	<b>1</b>
1.1	Bakgrund	1
1.2	Omfattning och syfte	1
1.3	Underlag	1
<b>2</b>	<b>Rekommendationer för hantering av översvämning till följd av skyfall</b>	<b>2</b>
2.1	Riktvärden vid översvämning	3
<b>3</b>	<b>Områdesbeskrivning</b>	<b>3</b>
3.1	Topografi och Avrinningsområde	4
3.2	Geologiska förhållanden	5
<b>4</b>	<b>Planerad exploatering</b>	<b>7</b>
<b>5</b>	<b>Skyfallsanalys</b>	<b>8</b>
5.1	Modellgräns	8
5.2	Höjdmodell	9
5.3	Randvillkor	13
5.4	Markens råhet	13
5.5	Nederbörd	14
5.6	Trummor	16
5.7	Infiltration	17
5.8	Sammanfattning av modellkörningar	18
<b>6</b>	<b>Resultat och diskussion</b>	<b>19</b>
6.1	Befintlig situation	19
6.2	Planerad exploatering	20
6.3	Framkomlighet	23
6.4	Jämförelse mellan befintlig och planerad exploatering	26
<b>7</b>	<b>Åtgärdsförslag</b>	<b>28</b>
<b>8</b>	<b>Osäkerheter</b>	<b>28</b>
<b>9</b>	<b>Slutsats</b>	<b>29</b>
<b>10</b>	<b>Globala hållbarhetsmål</b>	<b>29</b>



## 1 Inledning

Sweco har fått i uppdrag av Kristinehamns kommun att ta fram en skyfallsutredning i samband med planläggning av verksamhetsmark på fastigheten Stensta 1:1 m.fl. i Kristinehamns kommun. Planområdet är idag täckt av skog och planförslaget innebär att mark ska tillgängliggöras för verksamheter samtidigt som ytor avsätts för att ge möjlighet till dagvatten- och skyfallshantering.

### 1.1 Bakgrund

Kristinehamn drabbades av en stor översvämning 2014 till följd av ett skyfall. En stor del av vattnet rann ytligt och överfyllde bäckar och åar till följd av att marken blev mättad och förlorade sin infiltrationskapacitet vilket resulterade i översvämningssituationer i tätorterna (Länsstyrelsen Värmland, 2015). Två av de stora flödesvägarna uppströms tätorten rinner genom det planerade planområdet, ett norrifrån och ett österifrån.

En viktig del i analysen är att ta fram tillåtna åtgärdsförslag som säkerställer att skadorna från 2014 eller liknande inte upprepas.

### 1.2 Omfattning och syfte

Syftet med detaljplanen är att bygga ut för verksamhet, men det är i dagsläget oklart vilken typ av verksamhet som kommer att etableras. Syftet med denna utredning är att bedöma planens behov av skyfallshantering för att bedöma om marken är lämplig för planerad bebyggelse. Det görs genom att undersöka områdets påverkan vid ett klimatkompenserat 100-årsregn innan och efter exploatering inom och nedströms planområdet.

Skyfallsanalysen har utförts i en tvådimensionell hydraulisk modell, Mike+, för ytavrinning enligt MSB:s metod för skyfallskartering av tätorter (2023). Av utredningen ska det framgå vilka förutsättningar inom och utanför planen som påverkar skyfallshanteringen. Skyfallsanalysen har under projektets gång varit en iterativ process där analysen har varit underlag för kvarterstruktur och höjdsättning inom området samt för att undersöka om föreslagna skyfallsåtgärder har önskad effekt.

Som en del av utredningen har en känslighetsanalys genomförts där skyfalllets utbredning har undersökts med och utan infiltration samt för två olika regn, 100- och 200-årsregn.

### 1.3 Underlag

Det underlag som använts vid framtagande av denna rapport utgörs av:

- Offertförfrågan,
  - FFU Dagvattenutredning DP Stensta
  - Sammanfattning Stensta
  - Utredning av översvämning i Värmlands län
- SGU:s jordartskarta i skala 1:25 000 – 1:100 000
- SGU:s jorrdjupskarta

- Avrinningsområde tillhandahållen från beställaren 2023-09-28
- Markmodell över befintligt område tillhandahållen från beställaren 2023-09-28
- Plankarta Stensta 230630, tillhandahållen av beställaren 2023-09-28
- Vattendjup, skyfall 100 år, tillhandahållen av beställaren 2023-09-28
- Vattentrummor, tillhandahållen av beställaren 2023-09-28
- Grundkarta Stensta 20230124, tillhandahållen av beställaren 2023-09-28
- Höjdmodell och kvarterstruktur tillhandahållen av beställaren 2024-08-29

## 2 Rekommendationer för hantering av översvämning till följd av skyfall

*Rekommendationer för hantering av översvämning till följd av skyfall* är ett faktablad framtaget av Stockholms och Västra Götalands länsstyrelser (2018).

Rekommendationerna är ämnade att ge stöd åt Sveriges kommuner för att beskriva risken för översvämning vid större nederbördsmängder samt dess hantering i enskilda detaljplaner. De punkter som främst berör denna skyfallsutredning i Stensta 1:1 redovisas nedan:

- Ny bebyggelse planeras så att den varken tar eller orsakar skada (både nedströms och uppströms planområdet) vid ett 100-årsregn. Omkringliggande obebyggda områden kan användas som översvämningsskydd för planerad byggnation.
- Risken för översvämning ska bedömas och konsekvenser utredas. Skyddsåtgärder föreslås vid behov och inkluderas i översvämningmodelleringen.
- Framkomligheten till och från planområdet ska bedömas och vid behov säkerställas. Detta främst för att räddningstjänsten ska kunna nå och utrymma byggnader. Riktvärden för framkomlighet redogörs i Kapitel 2.1.
- En lågpunktskartering är inte tillräcklig som beslutsunderlag, varken för översiktsplan eller detaljplan. Detta beror på att utbredningen av ett översvämningssområde kan variera beroende på nederbördens intensitet och varaktighet. En modellering som inkluderar hydrauliken och tidsaspekten måste därför göras. Detta är särskilt viktigt då naturområden exploateras och ersätts med hårdgjorda ytor.
- Låglänta områden som lätt översvämmas bör utgöras av parker, mångfunktionella ytor eller naturmarksområden. Planerade byggnader bör placeras på högre höjder.
- Skyfall är något som inte kan hanteras i det slutna dagvattensystemet då detta system inte är dimensionerat för sådana stora mängder vatten. Det är inte heller rimligt att dimensionera det slutna ledningssystemet för dagvatten som VA-huvudmannen tillhandahåller för dessa händelser då de inträffar för sällan för att det ska vara samhällsekonomiskt rimligt. Översvämningens risk till följd av skyfall för ny bebyggelse behöver i stället hanteras på markytan.
- Avsteg från länsstyrelsens rekommendationer skall motiveras genom riskbedömningar och särskilda utredningar.

## 2.1 Riktvärden vid översvämning

Det finns idag inga nationella riktvärden vid översvämning. För att få en uppfattning om olägenheter/skador som intensiva och kraftiga nederbörds mängder kan medföra brukar följande vattendjupsintervall användas som grova riktvärden:

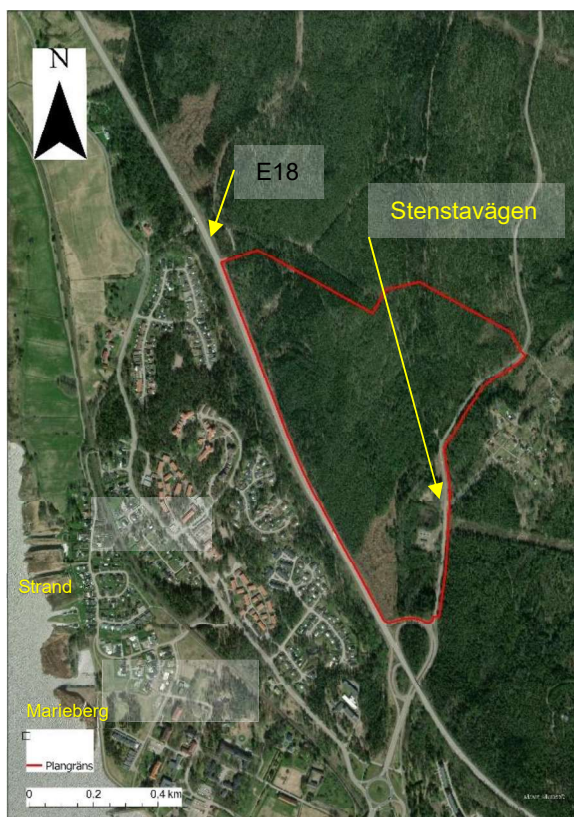
- i) 0,1 – 0,3 m, besvärande framkomlighet
- ii) 0,3 – 0,5 m, ej möjligt att ta sig fram med motorfordon, risk för skada
- iii) > 0,5 m, stora materiella skador, risk för hälsa och liv

Samtidigt är det viktigt att ha i åtanke att problem varierar med lokala förhållanden och att översvämningar inte nödvändigtvis utgör ett problem. Först när vattnet orsakar en värdeförlust, påverkar kommunikation/transport eller riskerar hälsa och liv uppstår egentliga problem.

## 3 Områdesbeskrivning

Planområdet ligger direkt öster om väg E18, norr om centrala Kristinehamn (Figur 3-1). Planområdet är cirka 54 hektar stort. Marken inom planområdet utgörs i dagsläget främst av skogsmark och grönyta.

Bostadsområdena Strand och Marieberg samt E18 och järnvägen väster om planområdet drabbades av översvämningen 2014 (Länsstyrelsen Värmland, 2015).



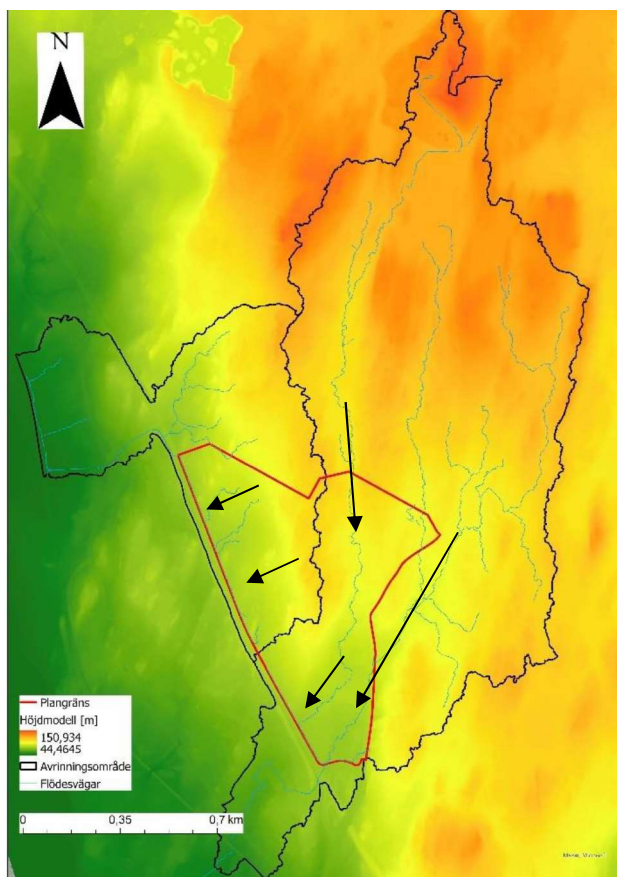
Figur 3-1- Lokalisering av planområdet (rött), strax nord-väst om Kristinehamn centrum och angränsande till E18.

### 3.1 Topografi och Avrinningsområde

Planområdet spänner över två avrinningsområden (Figur 3-2). I den västra delen av planområdet rinner vatten i sydvästlig riktning mot E18 medan i det östra planområdet rinner vatten i sydöstlig riktning mot E18, se pilar i figuren. Det östra planområdet påverkas även av två större flödesvägar uppströms ifrån.

Området är kuperat med en höjdrygg som går tvärs igenom området i nord-sydlig riktning och utgör gränsen mellan de två avrinningsområdena. Högsta höjd inom området ligger på cirka +100 m medan den lägsta marknivån, som ligger intill E18, ligger omkring +75 m.

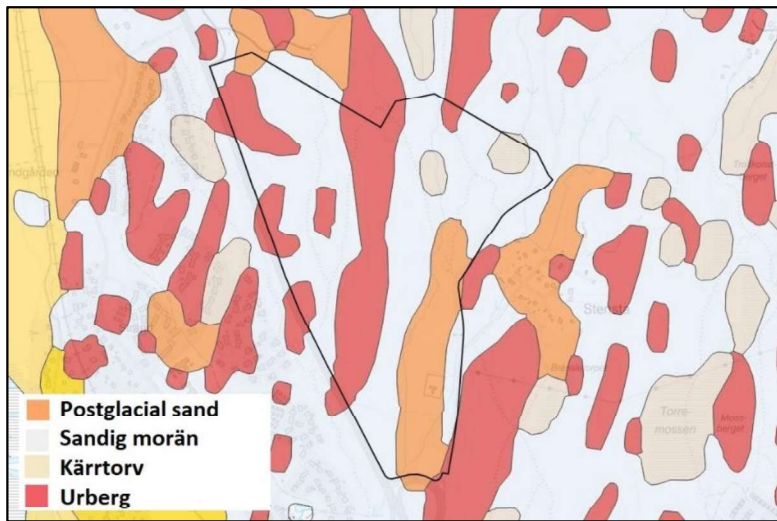




Figur 3-2 Planområdet och de avrinningsområdet som planområdet spänner över.

### 3.2 Geologiska förhållanden

Inom och norr om planområdet kan man ur kartmaterialet utläsa att det finns ett antal mossar och våtmarker. Detta indikerar att marken kan bli vattenmättad vid stora regn, vilket ökar den ytliga avrinningen. Detta i sin tur innebär att planområdet löper risk att vid större eller långvariga regn påverkas av vatten uppströms ifrån då marken här blir mättad och vatten i stället rinner på ytan in i planområdet. Marken består även av urberg och sandig morän varav det förstnämnda bidrar till snabb avrinning medan det sistnämnda har en högre infiltrationskapacitet. Figur 3-3 visar jordartskartan inom planområdet.

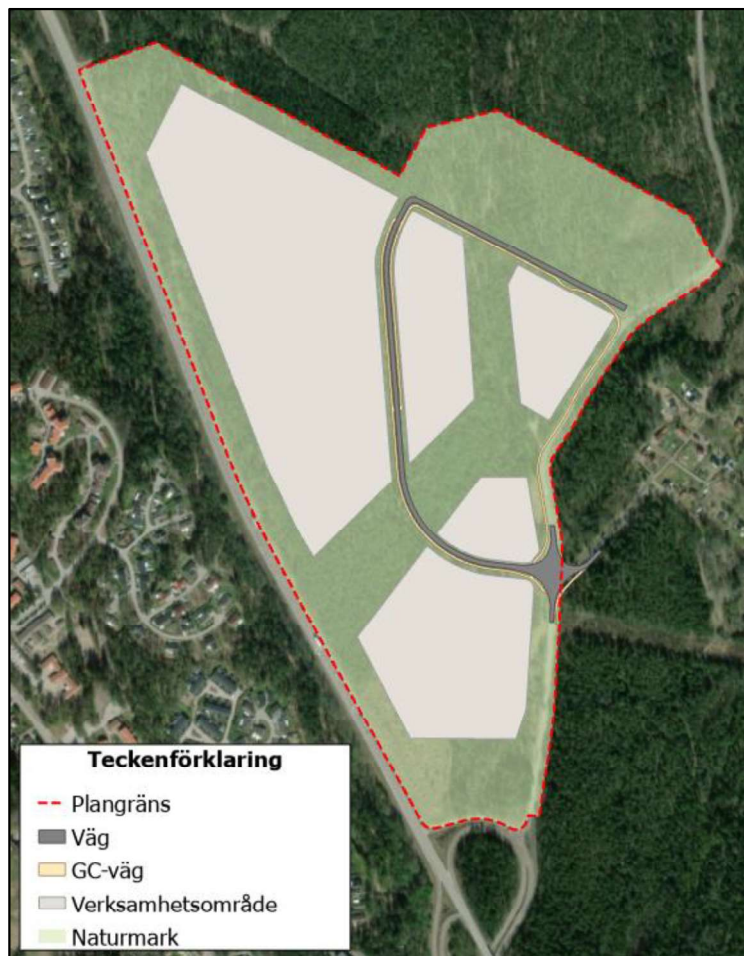


Figur 3-3. Planområdesgräns (svart linje) mot bakgrund av SGU:s jordartskarta.

#### 4 Planerad exploatering

Detaljplanen ska möjliggöra verksamhetsmark intill E18. Planförslaget innefattar fem olika kvarter som hårdgör den befintliga skogs- och grönytan. Utöver kvartersytorna planeras en ny bilväg genom planområdet se Figur 4-1.

Som skyfalls- och dagvattenhantering planeras diken längs med kvarter och gata samt fördröjningsytor för dagvatten.



Figur 4-1. Planerad exploatering inom planområdet.

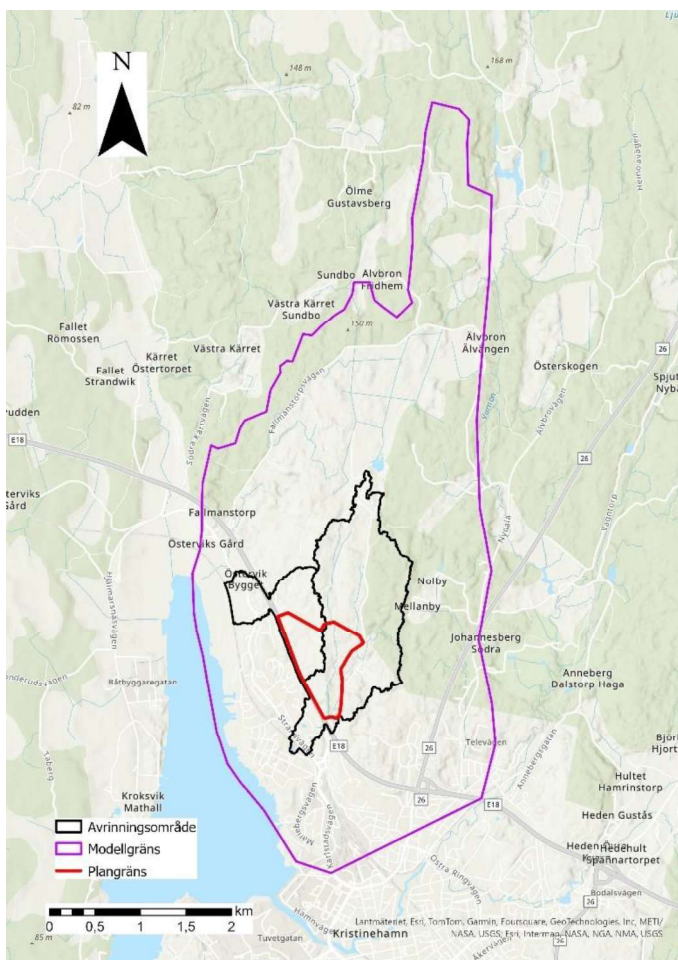
## 5 Skyfallsanalys

Skyfallsanalysen har utförts i verktyget MIKE+ som är en tvådimensionell hydraulisk modell. Det befintliga scenariot har undersökts såväl som det planerade scenariot. Dessa har jämförts med varandra för att komma fram till åtgärder som minskar översvämningsriskerna inom och utanför planområdet. Åtgärder har arbetats fram iterativt tillsammans med beställaren och inkluderats i modellkörningar för det planerade scenariot.

Som en del av en känslighetsanalys har två regn simulerats, 100-års och 200-års regn, båda med klimatfaktor 1,4 och 6 timmars varaktighet. Därutöver har simuleringar gjorts med respektive utan infiltration. I nedanstående kapitel beskrivs modellens uppbyggnad mer i detalj.

### 5.1 Modellgräns

Området som har analyserats i modellen visas i Figur 5-1 och har storleken 17,8 km<sup>2</sup>. Modellområdet är större än planområdets delavrinningsområden för att ta hänsyn till uppströmsliggande tillrinningsområden till följd av konsekvenserna från översvämningshändelsen 2014 (se kap 1.1).



Figur 5-1 Modellgräns som använts i skyfallsanalysen samt planområdet och dess delavrinningsområden.

## 5.2 Höjdmodell

Höjdmodellen har byggts upp som ett triangulärt beräkningsnät, så kallat 'mesh' med olika storlekar på upplösningen. Det har varit nödvändigt på grund av modellområdets stora storlek och för att modellen inte ska ta för lång tid till att köras. Indelningen av upplösningen följer MSBs metod för skyfallskartering av tätorter (2023) som rekommenderar en minsta upplösning enligt listan nedan:

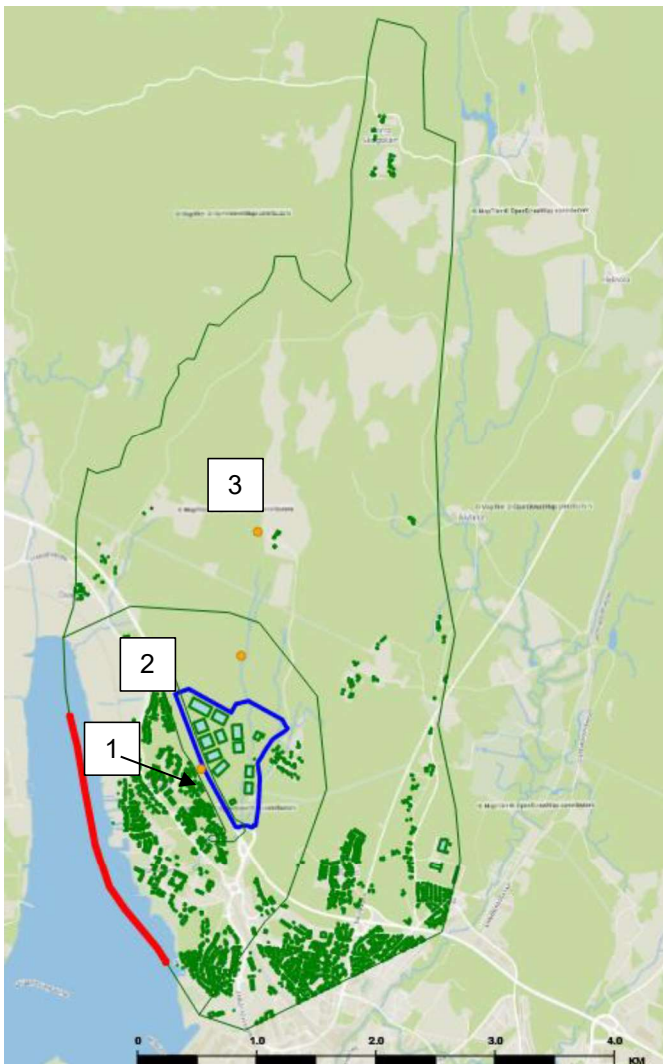
- Inom tätort och intresseområde: 2–5 m<sup>2</sup>
- För skog eller åkermark utanför tätort och intresseområden: 50 m<sup>2</sup>
- För vägar, vattendrag och viktiga rinnvägar: 5 m<sup>2</sup>

Indelningen av modellområdet i olika upplösningar presenteras i Figur 5-2. För diken och E18 precis nedströms planområdet (1, se pil) är upplösning som mest 1 m<sup>2</sup>. Planområdet

och nedströms områden (2) har en upplösning på som mest 2 m<sup>2</sup>. Resterande yta anses vara skog eller åkermark utanför intresseområdet och har upplösning om mest 15 m<sup>2</sup>.

Efter skapandet av höjdmodellen som ett triangulärt mesh har byggnader lagts till som strukturer ovanpå höjdmodellen.

Höjdmodell för befintligt scenario är baserad på Lantmäteriets laserdata från 2023.



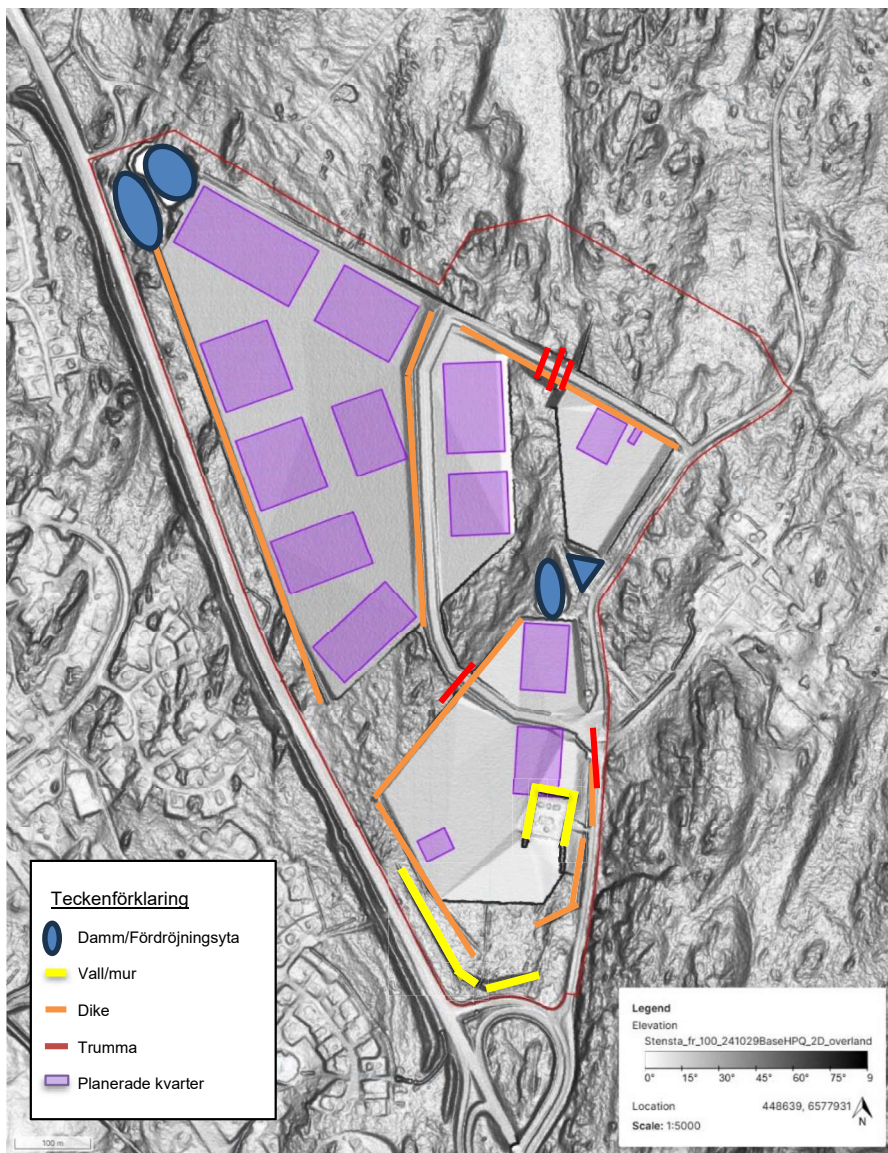
Figur 5-2 Höjdmodellens indelning utifrån storlek på upplösning. Röd linje visar nedre randvillkor.

Höjdmodellen för planerat scenario presenteras i Figur 5-3 med nya kvarter (lila) och föreslagna åtgärder. De åtgärder som har diskuterats fram och testas i modellen är följande:

- Trummor (röda)
  - tre under vägen som passerar norr om planområdet
  - en på vardera sida under vägen längs med östra planområdet
- Planerade diken (orange) längs med kvartersmark
- Fyra dammar (blå)
  - En för dagvattenhantering
  - Tre för fördröjning av stora flöden
- Vallar/mur (gul)
  - Runt transformatorstationen
  - Mellan E18 och kvarteret i sydöstra planområdet (krönnivå +74,5 m)

Åtgärdsförslagen har arbetats fram för att till stor del hantera de stora flödena som rinner in i planområdet norr- och österifrån samt för att kompensera för den ökade hårdheten i och med exploateringen. Det är främst det östra planområdet som berörs av flödesvägar uppströms ifrån och därför implementeras flest åtgärder där.

Tre dammar föreslås för skyfallshantering, en i det västra och två i det östra planområdet för att fördröja vatten uppströms ifrån. Transformatorstationen skyddas för översvämning genom att en upphöjd mur anläggs runt den. Det är dock viktigt att vatten som faller inom fastigheten tillåts rinna ut, därför finns det en öppning mot söder. I nedre delen av planområdet i öst föreslås en vall med en höjd på cirka 2 m relativt befintliga marknivåer vilket ger en krönnivå på +74,5 m. Vallen har en öppning på cirka 3 m. Syftet med vallen är att fördröja avrinningen från de stora flödesvägarna och minska risken för påverkan på E18 och tätorter nedströms planområdet.



Figur 5-3. Höjdmmodell för planerad situation inklusive åtgärdsförslag.



### 5.3 Randvillkor

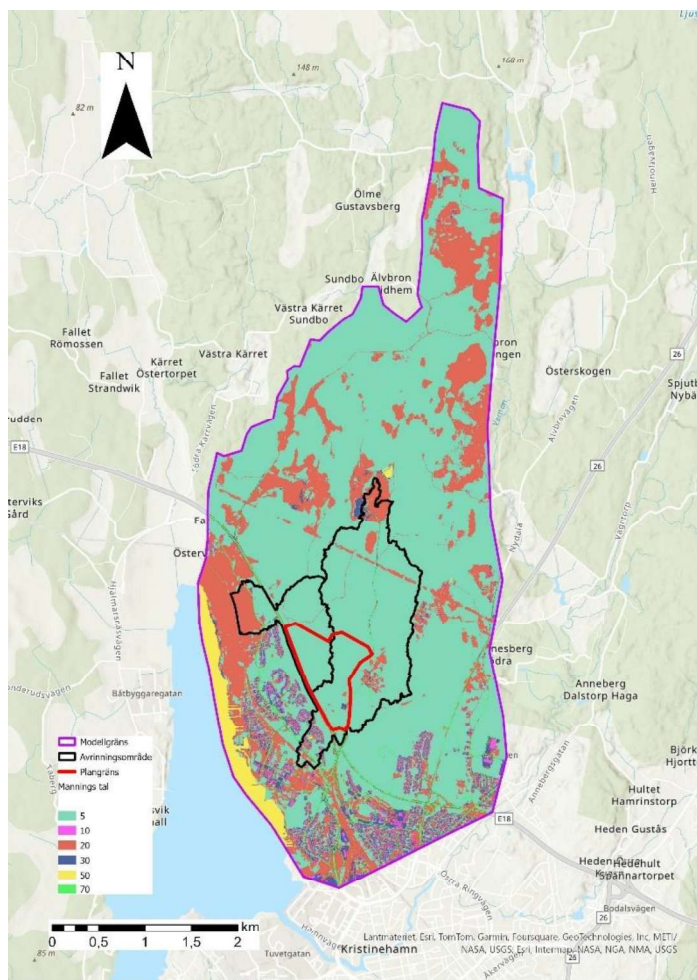
Modellens nedre randvillkor har satts till en nivå på +44,5 m i Varnumsviken vilket visualiseras som röd linje i Figur 5-2. Nivån är baserad på Lantmäteriets höjdmodell från 2023-04-28 som visar en nivå på +44,6 m längs med strandlinjen för Varnumsviken. För att säkerställa att vatten faktiskt rinner ut ur modellen och inte dämmer bakåt sätts randvillkoret till 10 cm lägre än Lantmäteriets inmätta nivå.

### 5.4 Markens råhet

Markens råhet beskriver hur snabbt vattnet rinner på en yta, ju slätare ytan är desto snabbare kan vatten rinna. För att representera markens råhet används Mannings tal. Ett högre Mannings tal innebär att vattnet rinner snabbare. I Tabell 5-1 presenteras angivet Mannings tal för respektive markyta och i Figur 5-4 presenteras markindelningen för det befintliga scenariot.

Tabell 5-1. Mannings tal och tilldelat värde baserat på markyta.

Markyta	Mannings tal
Skog, hög vegetation	5
Byggnad	10
Öppen mark. låg vegetation, åker	20
Övrig hårdgjord yta	30
Vatten	50
Väg	70

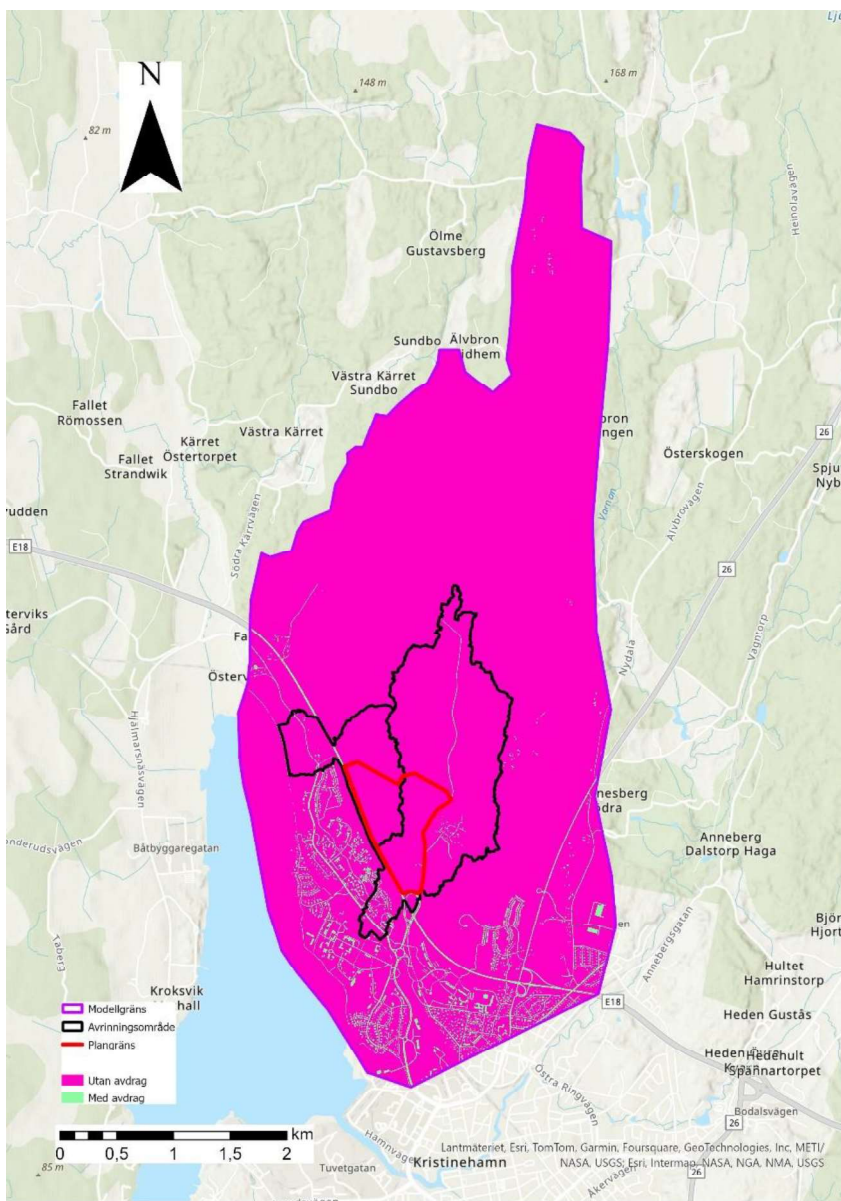


Figur 5-4. Fördelning av Mannings tal inom planområdet utifrån markanvändning för befintligt scenario.

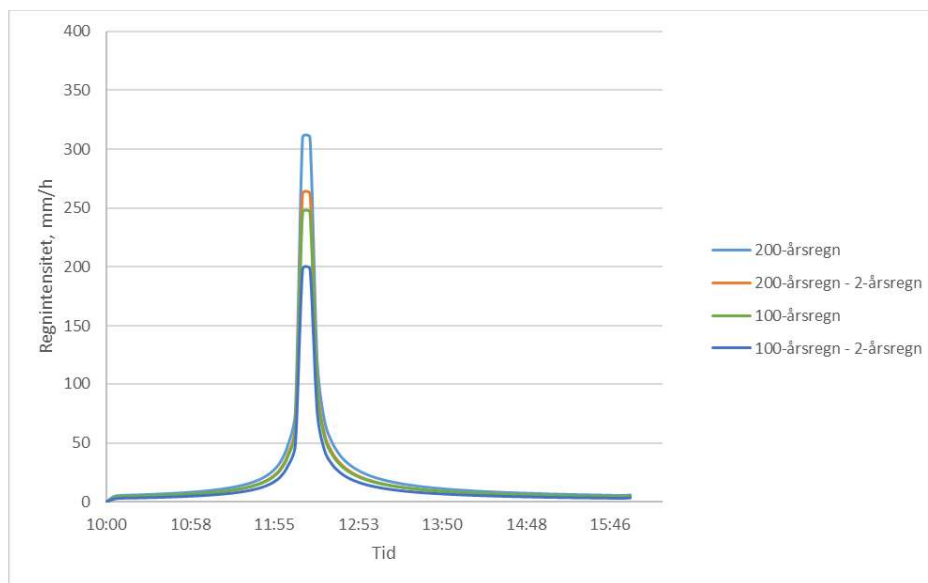
## 5.5 Nederbörd

Modellytan har belastats med ett 6-timmars klimatkompenserat 100- eller 200-års CDS-regn med klimatfaktor 1,4 (regnen baseras på Dahlströms formel). Simuleringen fortsatte i 10 h efter regnets slut för att låta vattnet rinna undan. Hänsyn har tagits till ledningsnätet genom ett avdrag för ledningsnätet inom tätorters hårdgjorda ytor på ett 2-årsregn. Ytorna där avdraget har gjorts presenteras i Figur 5-5 (gröna ytor). Samma avdrag har gjorts för befintligt som för planerad situation.

Den maximala regnintensiteten för 100-årsregnet är 246 mm/h och för 200-årsregnet 310 mm/h. Den maximala regnvolymen motsvarar 118 mm för 100-årsregnet och 148 mm för 200-årsregnet, det redovisas i Figur 5-6.



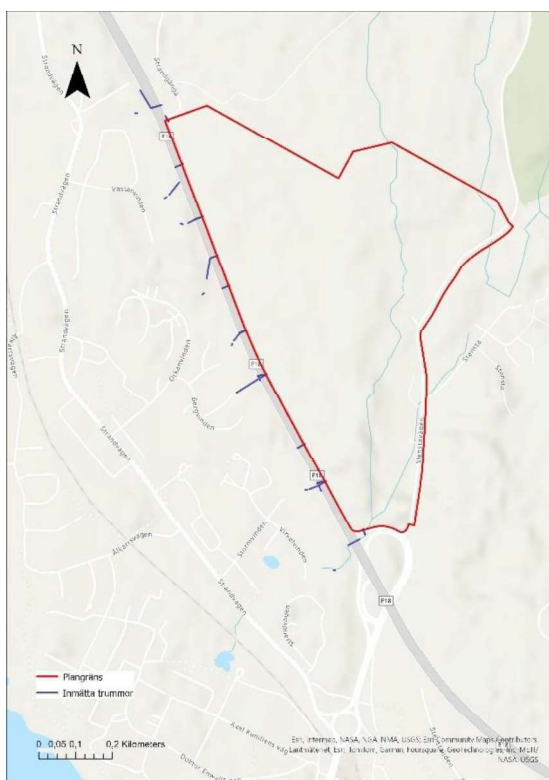
Figur 5-5. Regnfil som visar områden där ett avdrag har gjorts för ledningsnätet (grön) och områden där ett avdrag inte har gjorts (lila).



Figur 5-6. Regn som belastar modellen.

## 5.6 Trummor

Trummor som ligger under E18 har mätts in och är inlagda i modellen. De inmätta trummorna redovisas i Figur 5-7. För de trummor där dimensionerna är olika för inlopp och utlopp har den minsta dimensionen antagits. Där det har varit otydligt vilket material som trummorna består av har betong antagits.



Figur 5-7. Inmätta trummor under E18.

## 5.7 Infiltration

Infiltration från genomsläppliga ytor beskrivs med hjälp av en infiltrationsmodul i markavrinningsmodellen. Infiltrationen beskrivs med fem parametrar i modulen och dess värde beror på jordarten, till exempel har lera mycket lägre infiltrationskapacitet än sand. De fem parametrarna, dess enhet och storleksordning presenteras i Tabell 5-2. Modellkörningar har genomförts både med och utan infiltration som en känslighetsanalys.

Tabell 5-2. Parametrar som ingår i infiltrationsmodulen.

Parameter	Enhet	Storleksordning
Infiltrationshastighet genom markytan	mm/h	0,0036 - 36000
Porositet i översta jordlagret	%	0 eller 30
Mäktighet i översta jordlagret	m	0 eller 0,3
Läckagehastighet till grundvattenakvifer	mm/h	0,00036 - 10
Initial vattenmängd i översta jordlagret	%	0

## 5.8 Sammanfattning av modellkörningar

Totalt har nio simuleringar körts av skyfallsmodellen. De olika scenarierna presenteras i Tabell 5-3.

*Tabell 5-3. De nio olika simuleringarna som körts i skyfallsmodellen.*

Numrering	Befintligt scenario
1	100-årsregn med infiltration
2	100-årsregn utan infiltration
3	200-årsregn med infiltration
4	200-årsregn utan infiltration
	<b>Planerat scenario</b>
5	100-årsregn med infiltration
6	100-årsregn utan infiltration
7	200-årsregn med infiltration
8	200-årsregn utan infiltration
	<b>Planerat scenario med åtgärdsförslag</b>
9	100-årsregn med infiltration

## 6 Resultat och diskussion

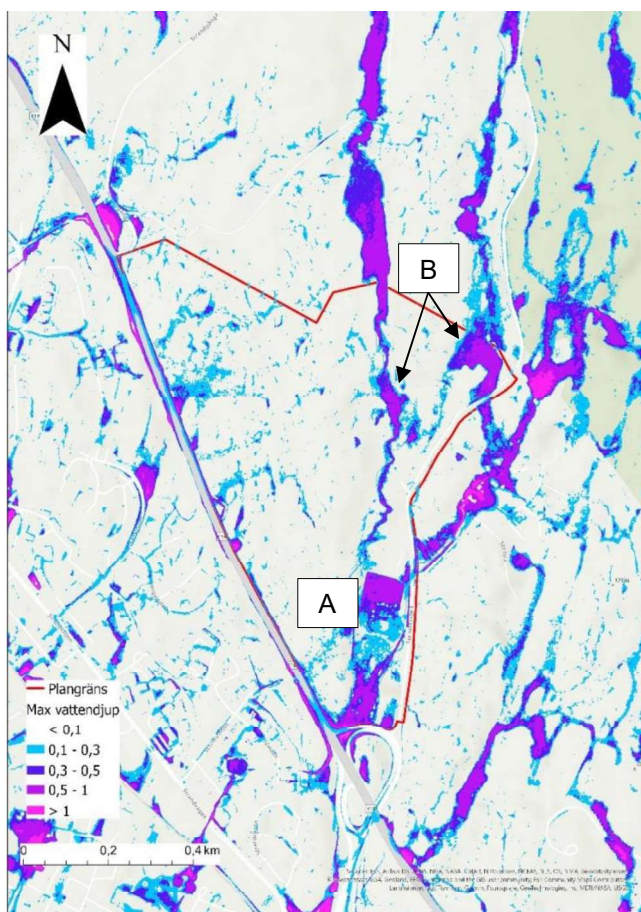
I nedanstående kapitel presenteras endast resultat från befintligt scenario (1 i Tabell 5-3) och planerat scenario med åtgärdsförslag (9 i Tabell 5-3).

Endast maximala vattendjup över 10 cm visas i resultatfigurerna samt maximala flöden över 0,1 l/s m. Det är dock inte en ögonblicksbild som redovisas utan det statistiska maximum som kan uppstå på olika platser vid olika tidpunkter.

### 6.1 Befintlig situation

#### Maximala vattendjup

Det maximala vattendjupet för befintligt scenario visas i Figur 6-1. Tre vattenansamlingar uppstår inom planområdet med vattendjup mellan 0,5 – 1 m. Dessa uppstår i sydöstra samt nordöstra planområdet, (A och B i figuren).

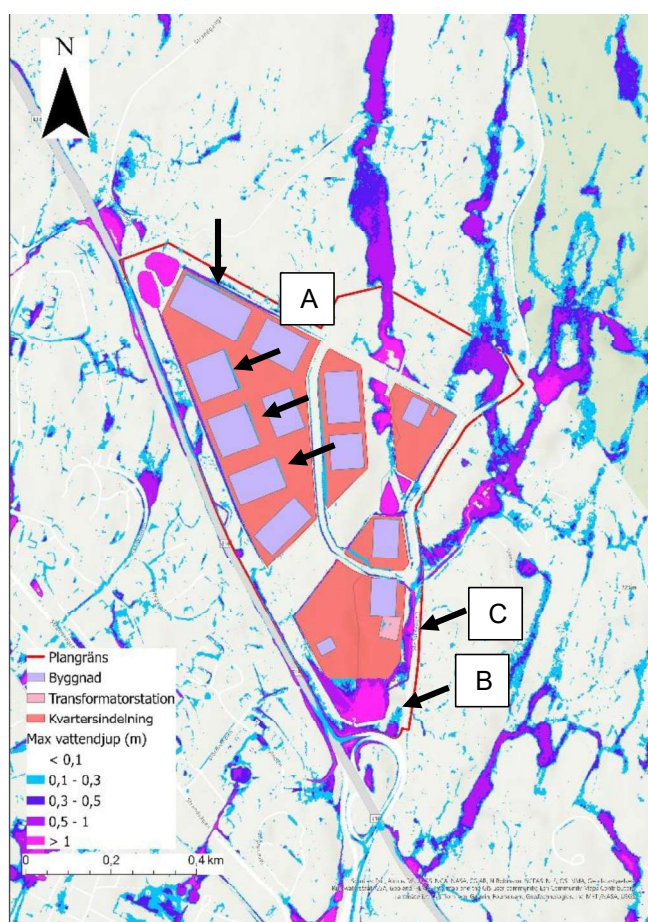


Figur 6-1. Maximala vattendjup i m för ett 100-års CDS regn med klimattfaktor 1,4. Endast vattendjup över 10 cm visas i figuren.





Det maximala vattendjupet för planerat scenario redovisas i Figur 6-3. Resultatet visar att vatten mellan 20–30 cm blir stående längs med planerade byggnaders fasad på den västra kvartersmarken, se svarta pilar (A). Vattnet kvarstår i cirka 15 minuter. Det anses att dessa vattenansamlingar kan hanteras i ett vidare arbete där kvartersområden och byggnader planeras mer i detalj. Det är då viktigt att planera så att marken närmast byggnaderna lutar bort från byggnaderna.



Figur 6-3. Maximala vattendjup i m för ett 100-års CDS regn med klimattfaktor 1,4. Endast vattendjup över 10 cm visas i figuren.

Vid vällen (B) ansamlas ett vattendjup som når upp till drygt +74,3, vilket innebär att det finns en marginal om 0,2 m till vällens topp.

Vatten ansamlas även öster om transformatorstationen på sydöstra kvarteret (C), utanför muren. Vatten från diket dämmer in på kvartersmarken mot muren och vidare ut på vägen som leder till transformatorstationen. Vid muren runt transformatorstationen ansamlas ett maximalt vattendjup på cirka 60 cm. Vattendjupet på vägen är djupare än 30 cm i över 3 h vilket försvårar framkomligheten till transformatorstationen. Detta kan dock vara i

överkant och kan minska om det finns en trumma till diket under vägen till transformatorstationen.

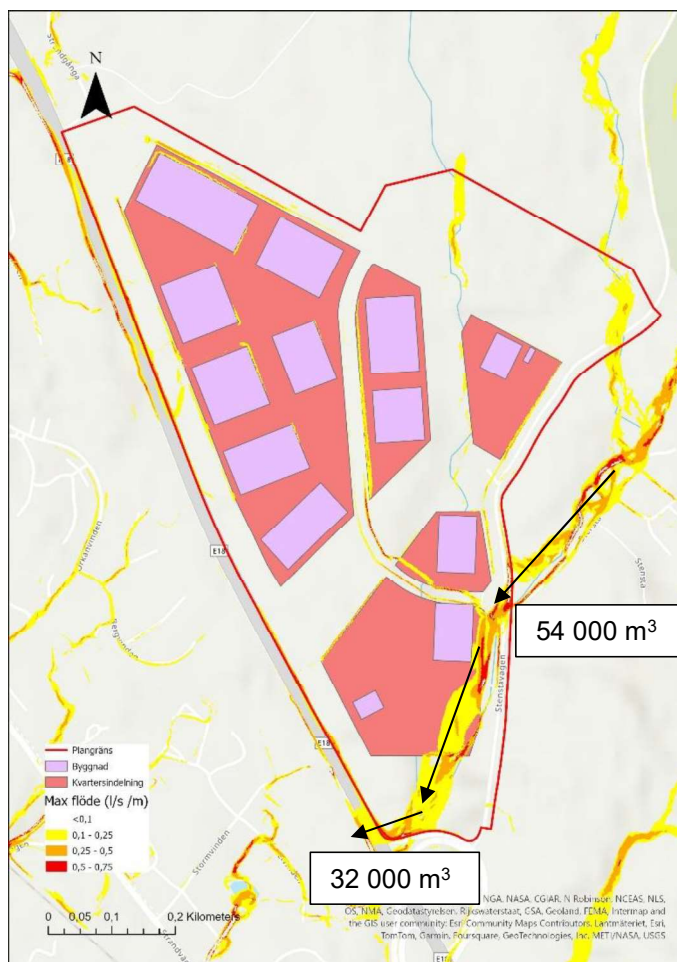
Figur 6-4 visar översvämningen vid transformatorstationen mer i detalj.



Figur 6-4 Inzoomning över översvämning på väg som leder till transformatorstation.

### Maximala flöden

Den maximala hastigheten för det planerade scenariot redovisas i Figur 6-5. Resultatet visar liknande som för befintligt scenario, att den största flödesvägen in i området kommer österifrån, se pil. Vattnet rinner in på kvarteret i sydöst innan det rinner vidare ut ur området och mot E18. Vattenflödet in i området är ungefär lika stort som för befintligt scenario, däremot ökar flödet ut från området med cirka 13 000 m<sup>3</sup> (19 000 m<sup>3</sup> för befintligt och 32 000 m<sup>3</sup> för planerat scenario. Anledningen till ökningen i flödet beror sannolikt på den ökade hårdgörheten inom planområdet.

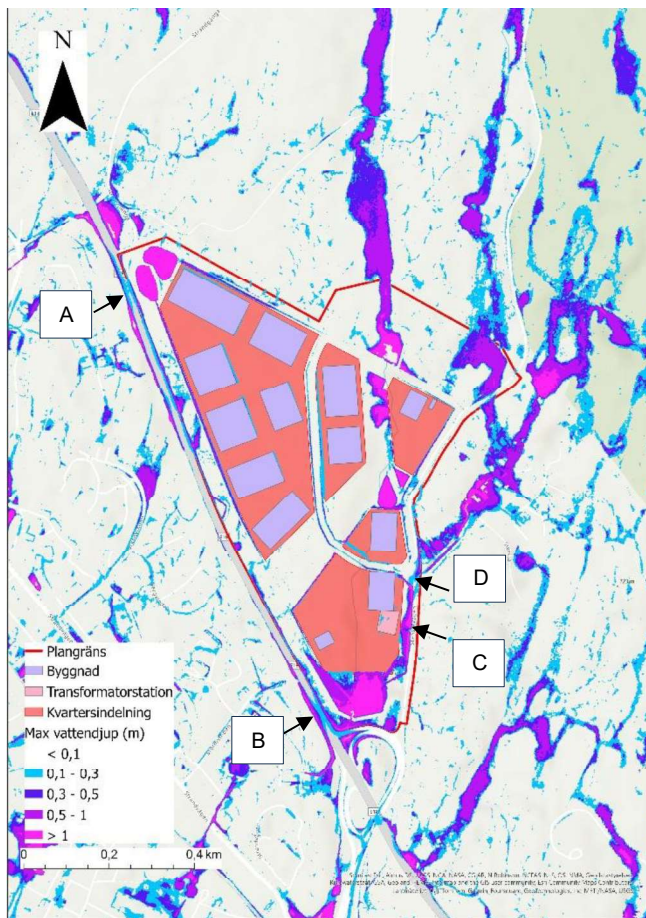


Figur 6-5. Maximal vattenflöden i l/s /m för ett 100-års CDS regn med klimattfaktor 1,4. Endast vattenflöden över 0,1 l/s /m visas i figuren.

### 6.3 Framkomlighet

Vattendjupen över vägar har undersökts för att kontrollera framkomligheten till och från planområden men också på E18 då det anses vara en viktig väg vars funktion behöver bevaras. Enligt riktvärdena i Kapitel 2.1 blir framkomligheten besvärande vid vatten på 10 – 30 cm och vid vattendjup på 30 – 50 cm anses det inte finnas någon framkomlighet för motorfordon.

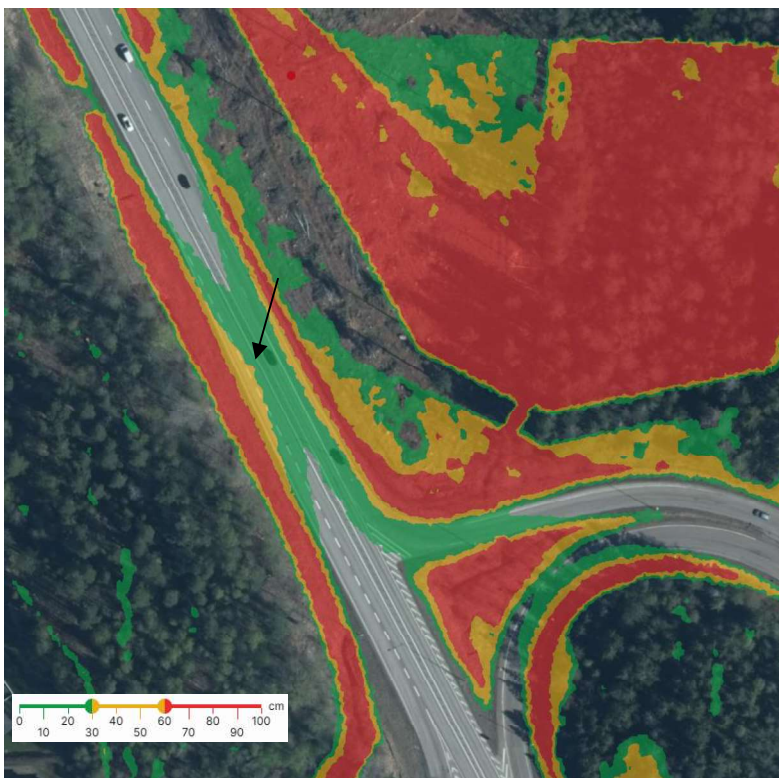
Inom planområdet och på E18 finns det fyra platser där vattendjupet är tillräckligt högt för att kunna påverka framkomligheten, se A-D i Figur 6-6.



Figur 6-6. Maximala vattendjup i m för ett 100-års CDS regn med klimattfaktor 1,4. Markeringarna A-D visar platser på väg där framkomligheten kan påverkas till följd av vatten på vägen.

En förbättring för framkomligheten sker på E18, nordväst om planområdet (A) där tiden för besvärlig framkomlighet minskar från 20 minuter till cirka 10 min. För resterande tre platser försämras framkomligheten.

För E18, sydväst om planområdet (B) anses det inte finnas framkomlighet under 20 minuter vid planerat scenario på västra körbanan, vilket är en ökning med cirka 10 minuter. Maxdjupet sammanfaller med maxflöde över vägen vilket påverkar framkomligheten ytterligare. Figur 6-7 visar maxdjupet över körbanan, den visar att inte hela körbanan är täckt av vatten över 30 cm. Det rekommenderas dock input från räddningstjänsten om vägen kan anses vara körduglig.



Figur 6-7. Inzoomning på E18 där gul färgsättning markerar var det inte finns framkomlighet under 20 minuter.

Infartsvägen in till transformatorstationen blir täckt av vatten till följd av att planerat dike vid Stenstavägen fylls och dämmer över infartsvägen. Tiden då vattennivåerna ligger över gränsvärdena ökar väsentligt jämfört med befintlig situation och ingen framkomlighet finns på över 2 h. Detta kan förklaras av att det inte finns en trumma inlagd i modellen som tillåter vattnet att rinna vidare i diket.

Längre upp på Stenstavägen (D) planeras korsningen att göras om till en cirkulationsplats vilket innebär att vägen blir bredare än idag. På grund av breddningen anses det finns möjlig framkomlighet på någon del av vägen under hela skyfallets förlopp. Det blir även en förbättring jämfört med befintlig situation kopplat till besvärlig framkomlighet med cirka 55 minuter.

Tabell 6-1 redovisar under hur lång tid vattendjupet på vägarna är tillräckligt djupt för att skapa besvärlig respektive ej möjlig framkomlighet för både befintligt och planerad situation.

Tabell 6-1. Sammanställning över hur lång tid det är besvärligt respektive inte möjligt att ta sig fram på vägen med ett motorfordon. Se Figur 6-6 för platserna A-D.

	A	B	C	D
<b>Befintlig situation</b>				
Besvärlig framkomlighet	20 min	1 h 45 min	2 h 25 min	2 h 30 min
Ej möjlig framkomlighet	-	10 min	-	-
<b>Planerad situation</b>				
Besvärlig framkomlighet	10 min	2 h 50 min	8 h	1 h 35 min
Ej möjlig framkomlighet	-	20 min	2 h 20 min	-
<b>Differens</b>				
Besvärlig framkomlighet	- 10 min	+ 1h 5 min	+ 5 h 35 min	- 55 min
Ej möjlig framkomlighet	-	+ 10 min	+ 2 h 35 min	-

#### 6.4 Jämförelse mellan befintlig och planerad exploatering

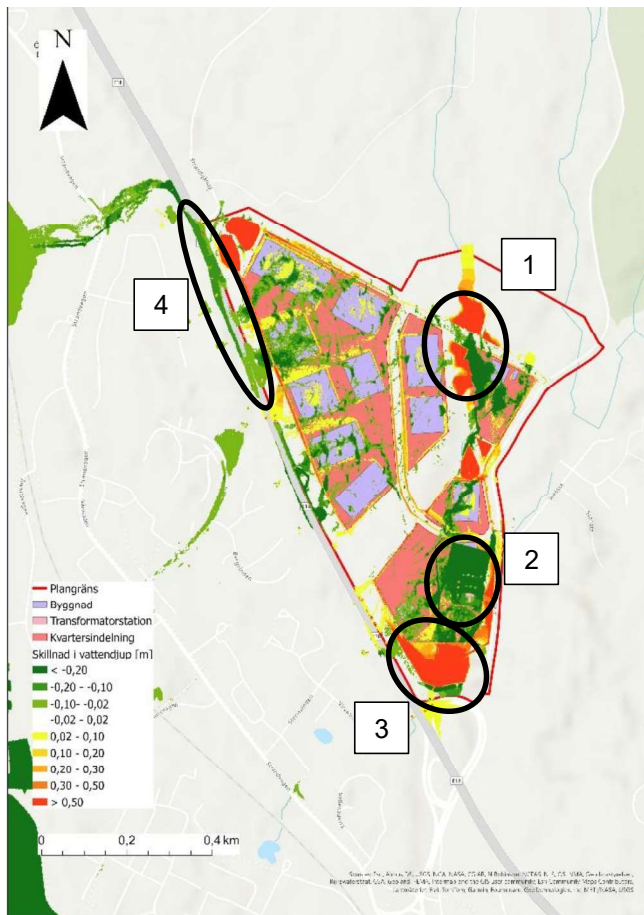
I Figur 6-8 jämförs vattendjupet för befintligt scenario med planerat scenario med inkorporerade åtgärder. Gröna ytor i figuren innebär att befintliga vattendjup minskar efter exploateringen medan gula/röda ytor innebär en ökning i vattendjup efter exploateringen. Endast skillnader i vattendjup som är större eller lägre än 2 och -2 cm redovisas i figuren, dels för att underlätta visualiseringen, dels för att små skillnader kan bero på modelltekniska saker eller andra osäkerheter.

Inom planområdet finns flertalet röda områden, dessa består främst av diken eller dammar, där en ökad mängd vatten är positivt. Det röda området inom cirkel 1 beror på att flödesvägen från vattendraget norr om planområdet stoppas upp av en planerad väg där vattnet får passera genom trummor. Det beror även på att vattendraget har dragits om för att ledas runt de planerade kvarteren i stället för igenom dem.

Den gröna färgen i planområdets östra sida (2) beror förutom på omdragning av vattendragen även på en upphöjning i terrängen till följd av planerade kvarter. Vattnet leds istället via diken förbi det nedersta kvarteret.

Nedströms kvarteret och söder om planområdet vid E18 (3) ökar dock vattendjupet vilket beror på vallen som lagts in för att skydda E18 och nedströms områden.

Vid planområdets nordvästra hörn (4) minskar vattendjupet vilket antagligen beror på de två dammarna som ligger där.



Figur 6-8. Skillnad i vattendjup mellan befintligt scenario och planerat scenario med åtgärder. Grön färg innebär en minskning i vattendjup efter exploatering medan gult/rött innebär en ökning i vattendjup efter exploateringen. Skillnader mellan -2 - +2 cm syns inte i figuren.

## 7 Åtgärdsförslag

Utifrån resultatet från utredningen rekommenderas att hänsyn tas till följande åtgärdsförslag.

Inlagda i modellen:

- Trummor (röda)
  - tre under vägen som passerar norr om planområdet
  - en på vardera sida under vägen längs med östra planområdet
- Planerade diken (orange) längs med kvartersmark
- Fyra dammar (blå)
  - En för dagvattenhantering
  - Tre för fördröjning av stora flöden
- Vallar/mur (gul)
  - Runt transformatorstationen
  - Mellan E18 och kvarteret i sydöstra planområdet (krönnivå +74,5 m)

Övriga:

- Diskutera framkomlighet med räddningstjänsten för att undersöka om 20 minuter utan framkomlighet på en av körfälten på E18 godtas eller inte.
- Se över möjligheten att minska hårdgöringen inom planområdet för att skapa framkomlighet på E18.
- Hantera vatten som blir stående mot fasader inom planområdet genom att säkerställa att marken närmast byggnaderna lutar bort från byggnaderna och att vattnet får fria och kontrollerade rinnvägar mot närmaste dike.

Framåt rekommenderas även att kommunen ser över möjligheter att hantera de stora flöden öster om planområdet som rinner via Stensta by. Hantering av vattendraget genom till exempel om dragning eller fördröjning kan leda till positiva effekter ur översvämningssynpunkter för planområdet, Stensta by och Kristinehamns tätort.

## 8 Osäkerheter

Ledningsnätet har inte modellerats som en del av skyfallsanalysen, i stället har ett avdrag på ett 2-årsregn gjort på hårdgjorda ytor i närliggande tätort. Det innebär att analysen inte tar hänsyn till eventuell dämning i ledningsnätet.

Vägtrummor har modellerats med respektive dimension och baseras på inmätningar från beställaren. För de trummor där dimensionerna är olika för inlopp och utlopp har den minsta dimensionen antagits. Där det har varit otydligt vilket material som trummorna består av har betong antagits som ett konservativt antagande gentemot planområdet.

Projektet har genomförts i ett tidigt skede vilket innebär att höjdmodellen och kvarterstrukturen för det planerade planområdet är översiktligt projekterade för att möjliggöra en analys om huruvida marken är lämplig att bygga på. Eventuella justeringar eller saker att ta hänsyn till i vidare projektering beskrivs i Kapitel 0.



Åtgärdsförslagen i analysen är endast schematiskt dimensionerad och dess genomförbarhet behöver studeras mer noggrant.

## 9 Slutsats

Översvämningssituationen för Stensta 1:1 har undersökts i en tvådimensionell hydraulisk modell genom att undersöka planområdets påverkan av ett 100-årsregn med klimatfaktor 1,4 och varaktighet på 6 timmar. Under analysen har hänsyn tagits till översvämningen som skedde i Kristinehamn 2014. Åtgärder har tagits fram tillsammans med beställaren under projektets gång och simulerats i modellen.

Resultatet med inkorporerade åtgärder visar ingen försämring nedströms planområdet. En del vatten ansamlas inom planområdet i anslutning till nya fastigheter. Detta anses dock gå att hantera i vidare detaljplanering. Mer vatten rinner ut ur planområdets sydvästra gräns och ökar både det maximala och det ackumulerade flödet på E18. Det försämrar framkomligheten med 10 minuter jämfört med befintlig situation och på en av körbanorna blir det inte möjligt att ta sig fram på under 20 minuter. Det rekommenderas att framkomligheten diskuteras med räddningstjänsten.

Planområdet bidrar också till förbättrad översvämningssituation nedströms i västlig riktning. Två fördröjningsdammar föreslås i planområdets västra del vilket medför att mer vatten kan stoppas och därmed blir det en mindre belastning nedströms i västlig riktning.

## 10 Globala hållbarhetsmål

Sweco strävar efter att hjälpa våra kunder att efterleva FN:s 17 Globala Hållbarhetsmål. I detta uppdrag ser vi att projektet har beaktat följande mål:



13.1 Stärka motståndskraften mot och förmågan till anpassning till klimatrelaterade faror och naturkatastrofer i alla länder.

Skyfallshanteringen bidrar till att öka samhällets motståndskraft vid häftiga skyfall och anpassning till ett förändrat klimat. Detta genom att redovisa lösningar på hur vattnet kan hanteras på ett tryggt och säkert sätt.



15.9 Senast 2020 integrera ekosystemens och den biologiska mångfaldens värden i nationella och lokala planerings- och utvecklingsprocesser, strategier för fattigdomsminskning samt räkenskaper.

Vi har i projektet undersökt möjligheten att använda ekosystemtjänster vid projektering av skyfallshantering då detta skulle främja både oss människor och andra organismer.

## 11 Litteraturförteckning

Länsstyrelsen i Stockholms län Länsstyrelsen i Västra Götalands län. 2018.  
*Rekommendationer för hantering av översvämning till följd av skyfall – stöd i fysisk planering.* ISBN: 978 -91 -7281 -818 7

Länsstyrelsen Värmland. 2015. *Utredning av översvämning i Värmlands län, Med anledning av den kraftiga nederbördsmängd som drabbade delar av Värmland under augusti månad 2014.* ISSN 0284-6845

Myndigheten för samhällsskydd och beredskap (MSB), 2023, *Vägledning, Metod för skyfallskartering av tätorter.* ISBN: 978-91-7927-435-1