

---

# RAPPORT

---

Lilla Edets kommun

## Klimatanpassning av Lödöse Utredning av översvämningsrisker

Uppdragsnummer 1321160

---



---

**Göteborg 2014-01-08**

**Sweco Environment AB**  
**Västra regionen**

Mats Andréasson  
Andreas Karlsson  
Elin Norbäck  
Tove Lindfors

1 (29)

---

**Sweco**  
Gullbergs Strandgata 3  
Box 2203, 403 14 Göteborg  
Telefon 031-62 75 00  
Telefax 031-62 77 22  
www.sweco.se

Sweco Environment AB  
Org.nr 556346-0327  
säte Stockholm  
Ingår i Sweco-koncernen

---

# INNEHÅLLSFÖRTECKNING

---

<b>1</b>	<b>Inledning</b>	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>Genomförande</b>	<b>7</b>
2.1	Arbetsgång	7
2.2	Koordinat- och höjdsystem	7
2.3	Programvaror	7
2.4	Beräkning av ytavrinning	7
2.5	Hydraulisk modellering av Gårdaån	8
2.6	Framtagande av nivåuppgifter avseende Göta älv	8
<b>3</b>	<b>Översvämningsrisk och konsekvenser</b>	<b>8</b>
3.1	Extrem nederbörd	8
3.2	Hög nivå i Göta älv – Underlag till bestämmande av lämpliga planeringsnivåer	15
3.2.1	Allmänt om högvattenstånd i Lödöse	15
3.2.2	Havsnivåförändring	15
3.2.3	Randvillkor för SMHI:s scenarier	16
3.2.4	Kombinationseffekter av flöden och högvatten	19
3.2.5	Förvarningstid	19
3.2.6	Framtida klimatförhållanden	19
3.3	Översvämningskartering av Gårdaån	20
3.4	Konsekvenser och risker på grund av höga vattenstånd	25
3.4.1	Reningsverket	25
<b>4</b>	<b>Planeringsnivåer</b>	<b>25</b>
4.1	Till vilka nivåer ska Lödöse anpassas?	25
4.2	Länsstyrelsen och Stigande vatten	28
4.3	Jämförelse med andra kommuner - exempel	28
<b>5</b>	<b>Referenser</b>	<b>29</b>

Bilaga 1 Markanvändningskarta

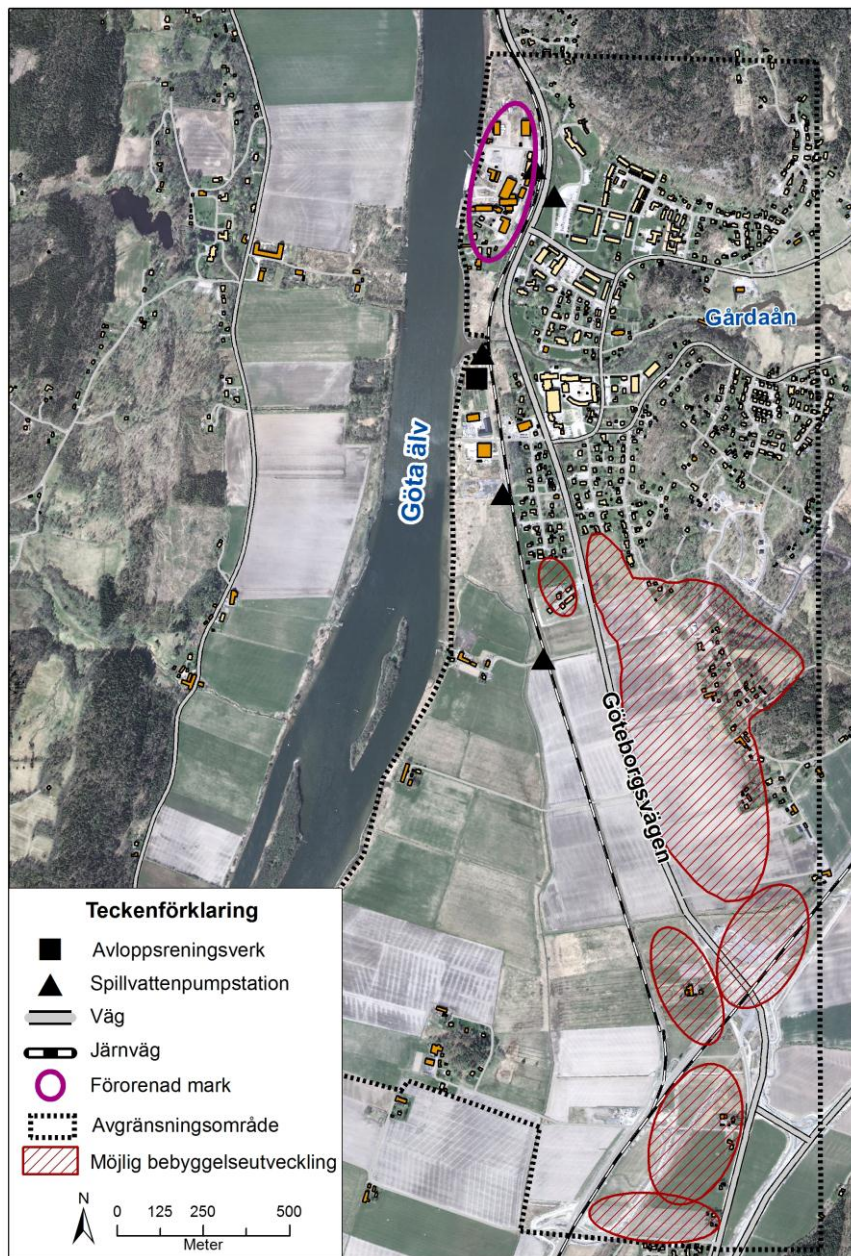
Bilaga 2 Hydrologiskt Dimensioneringsunderlag

Bilaga 3 Åtgärdsförslag för att förhindra översvämningsrisker i Lödöse

## 1 Inledning

Lödöse samhälle är beläget vid Göta älv i den södra delen av Lilla Edets kommun. Genom västra delen av Lödöse löper Göteborgsvägen (fd E45) och en industrijärnväg i nord-sydlig riktning. Göta älv utgör samhällets västliga gräns. Gårdaån rinner västerut genom samhället och mynnar i Göta älv. Den södra delen av utredningsområdet genomkorsas av järnvägen mellan Göteborg och Trollhättan. En tåghållplats finns i området. Översvämningsutredningens omfattning framgår av Figur 1.

De västra delarna av samhället är flacka och lågt belägna i förhållande till Göta älv. Det förekommer idag en hel del problem med dagvattenavledningen från detta område, speciellt om nivån i Göta älv är hög. Detta gäller främst de områden som är belägna mellan Göteborgsvägen och Göta älv. Marknivåerna inom de bebyggda delarna av dessa områden kan variera mellan ca +1,4 m och ca +3,05 m (RH2000). Lägsta nivå för Göteborgsvägen genom samhället är ca +2,6 m strax söder om fotbollsplanen.



**Figur 1.** Områdesöversikt med studiens avgränsningsområde, samhällsviktiga funktioner med översvämningsrisk, samt möjlig föroreningskälla i form av ett område med förorenad mark.

Inom de lågt belägna delarna av området finns det flera potentiella föroreningskällor. Dessa utgörs av ett gammalt varvsområde, Lödöse varv, (Envipro, 2004) med förorenad

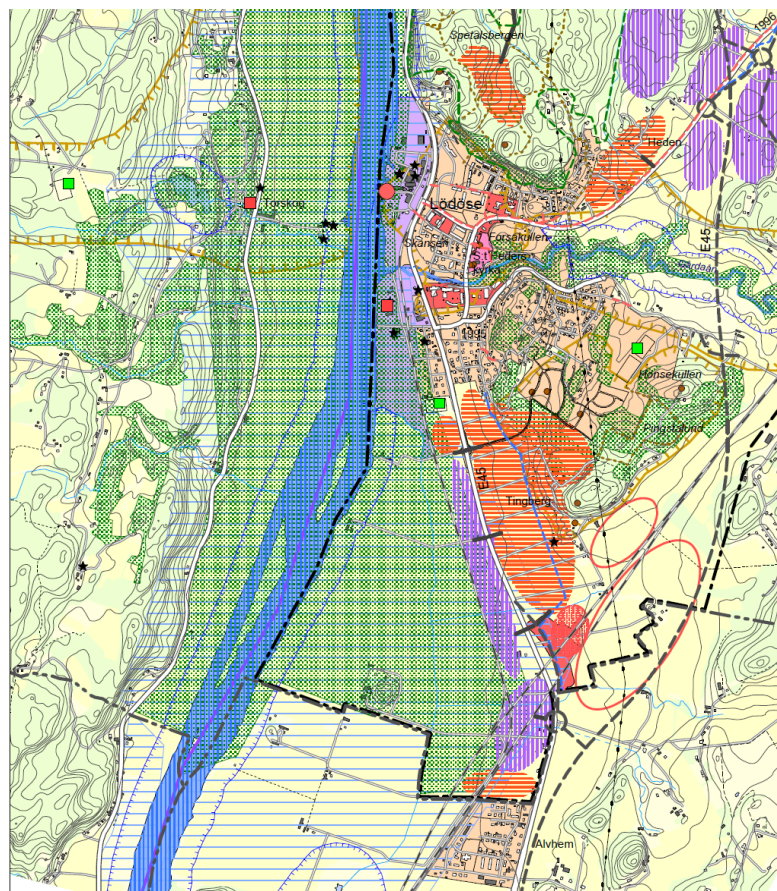


mark, Lödöse avloppsreningsverk, Göteborgsvägen, samt 5 avloppspumpstationer, se Figur 1.

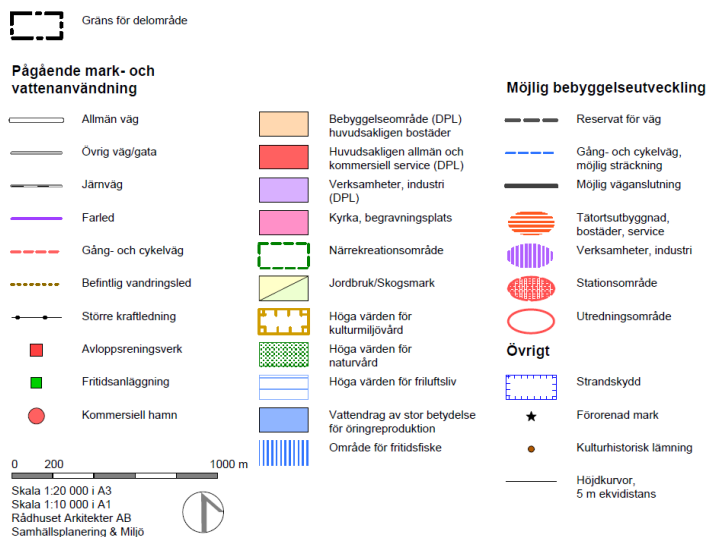
I framtiden riskerar man att erhålla större och häftigare nederbörds mängder, högre flöden/nivåer i vattendrag och högre nivåer i havet på grund av klimatförändringar. Därför har Lilla Edets kommun gett Sweco i uppdrag att ta fram underlag till att förbättra dagvattenavledningen och att minska översvämningensrisken för de lågt belägna delarna av Lödöse samhälle. Hänsyn ska tas till nuvarande och framtida förhållanden.

Swecos arbete har omfattat en studie av ytavrinningen i Lödöse vid extrema regn. Därtill har situationen i samband med höga nivåer och flöden i Göta älv och Gårdaån samt hur flöden och nivåer samverkar studerats.

Lilla Edets kommun planerar för en omfattande utbyggnad av bostäder och verksamhetsområden söder om Lödöse, se figur 2 nedan, vilket beaktas i utredningen. I rapporten förs en diskussion om vilka nivåer ny och befintlig bebyggelse ska säkras till.



### TECKENFÖRKLARING



Figur 2. ÖP 2012, intressen och anspråk Lödöse, se även Bilaga 1 Markanvändningskarta.

## 2 Genomförande

### 2.1 Arbetsgång

Konsekvensen av extrema skyfall har studerats. Instängda områden har markerats med maximal utbredning och ungefärligt djup, tillsammans med ytliga avrinningsvägar. Särskilt riskutsatta områden och platser med avseende på belägenhet och konsekvens kommenteras i rapporten.

Delavrinningsområden i Lödöse samhälle, baserade på ytavrinningsstudien och ledningsnätet, har tagits fram. Avrinningsområdena visar storleken på det tillrinnande området och varifrån vattnet kommer. Dessa beräkningar kan användas för dimensionering av eventuella åtgärder.

Områden som är utsatta för översvämningsrisk på grund av höga vattennivåer i Göta älv och Gårdaån har identifierats. Resultaten redovisas på kartor som visar vattenutbredning vid höga nivåer i vattendragen.

Lämpliga nivåer för säkring mot översvämning i dagens och framtida klimat diskuteras i kapitel 4 med utgångspunkt från aktuell forskning och gällande riktlinjer. Nivåerna redovisas på karta.

### 2.2 Koordinat- och höjdsystem

Koordinatsystem i utredningsarbetet har varit Sweref 99 1200 och höjdsystem RH 2000. Samtliga nivåuppgifter redovisas i RH2000 om inget annat anges.

### 2.3 Programvaror

För GIS-bearbetningen, däribland bearbetningen av höjdmodellen och för ytavrinningsberäkningarna vid ett 100-årsregn används ArcGIS Desktop från ESRI. Gårdaån beskrivs i Mike11 (version 2009) som är ett program för endimensionell hydraulisk modellering av vattendrag och sjöar. Programmet möjliggör dynamisk beskrivning av vattendraget och är bland annat standard för MSB:s översiktliga översvämningskarteringar<sup>a</sup>. Vid beräkningar med 200-årsflöde i Gårdaån användes 2012 års version av Mike11.

### 2.4 Beräkning av ytavrinning

Karteringen av ett extremt skyfall, motsvarande ett 100-årsregn, genomfördes med en laserskanning av marken som underlag. Beräkningarna sker i GIS enligt en metodik framtagen från ett tidigare genomfört teknikutvecklingsprojekt, ”Ytavrinning i urbana miljöer”, ett samarbete mellan SWECO, Karlstads kommun, Jönköpings kommun och MittSverige Vatten.

<sup>a</sup> <http://www.msb.se/sv/Forebyggande/Naturolyckor/Oversiktlig-oversvamningskartering>

## 2.5 Hydraulisk modellering av Gårdaån

Längs Gårdaåns sträckning mellan dammen (A) och Göta älv (B) enligt Figur 3 har det upprättats tvärsektioner som beskriver vattendraget i för flödet kritiska punkter, såsom broar förträngningar och dämningar. Underlaget till tvärsektionerna är GPS-inmätningar som genomfördes av Sweco i mars 2011. Tvärsektionerna har bearbetats i MIKE 11, ett program för hydraulisk modellering av vattendrag, tillsammans med flödesuppgifter från SMHI, se Bilaga 2, Hydrologiskt dimensioneringsunderlag, för flöden. Flödena har kombinerats med olika randvillkor i Göta älv. Kompletterande beräkningar kommer att genomföras under vintern 2013-2014 med nya randvillkor för flödet i Gårdaån.



Figur 3. Modellerad del av Gårdaån.

## 2.6 Framtagande av nivåuppgifter avseende Göta älv

Historiska och framtida nivåer har beräknats utifrån historiska högvatten och scenarier för framtida klimat. Underlaget till beräknade nivåer kommer till större delen från SMHI. SMHI har bland annat beräknat nivån i höjd med Lödöse utifrån två olika flöden i Göta älv tillsammans med varierande havsnivå i Göteborg som randvillkor. Läs mer om detta i Bilaga 2, Hydrologiskt dimensioneringsunderlag, och i kapitel 3.2.

# 3 Översvämningsrisk och konsekvenser

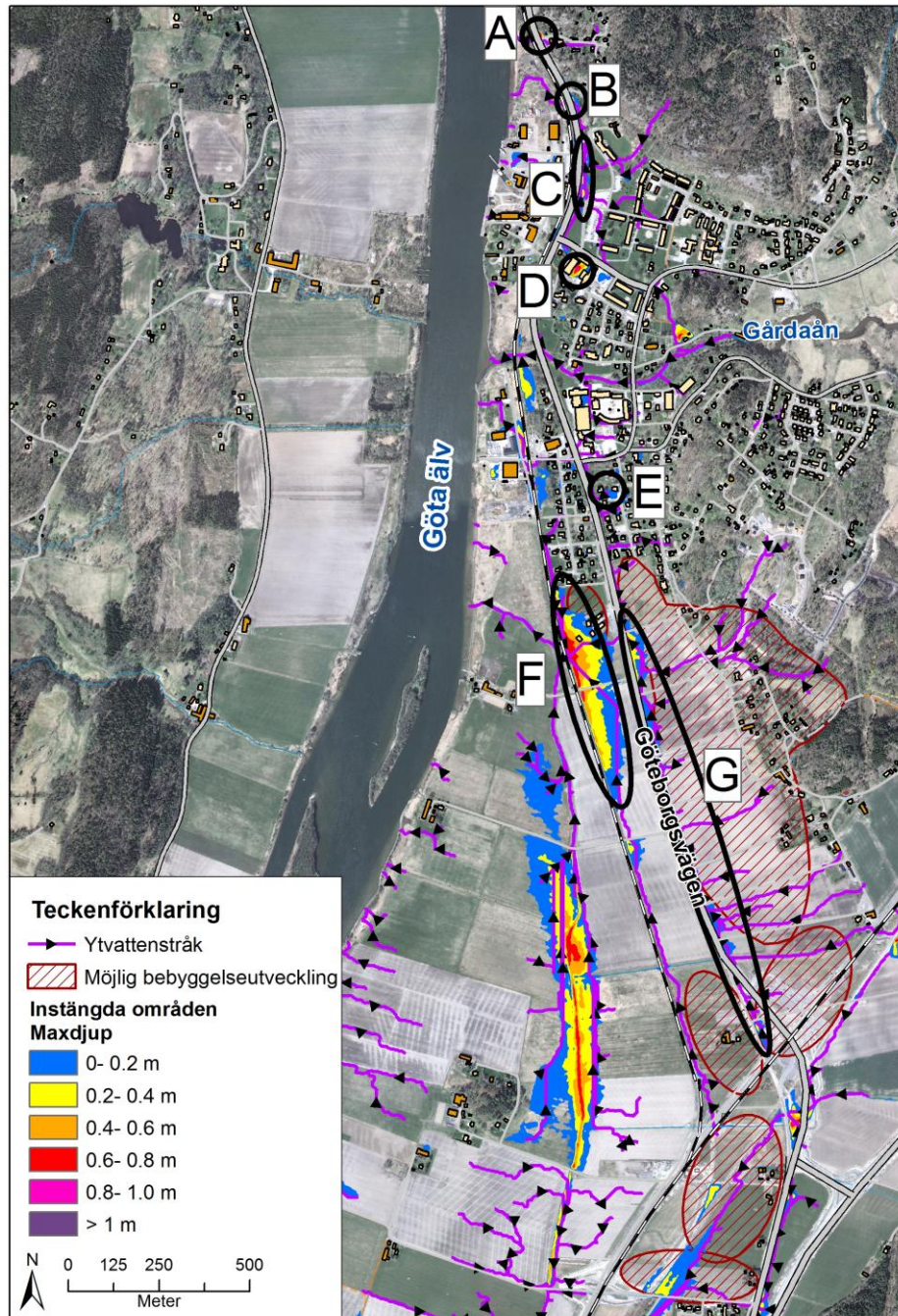
## 3.1 Extrem nederbörd

Ett extremt skyfall yttrar sig som översvämningar i instängda områden och lokalt kraftiga flöden längs ytliga vattenvägar, se Figur 4. Inom de bebyggda delarna av Lödöse är rinntiderna förhållandevis korta i och med den betydande andelen hårdgjorda ytor. Avledande ledningssystem är anpassade för relativt små regn och fylls därför upp snabbt vid ett kraftigt skyfall. Vid en sådan händelse sker således en betydande andel av avrinningen på ytan. Kapaciteten i avledande system sjunker ännu mer vid extrem



nederbörd, då flödena som uppstår drar med sig skräp och växtlighet som delvis sätter igen brunnar, kulvertar och trummor.

I Lödöse uppstår barriäreffekter vid Göteborgsvägen och järnvägen. Risken är att vattentrycket underminerar vallarna vilka vägen och järnvägen ligger på. Kan inte vattnet transporteras under vägen och järnvägen finns det risk för att vägbanan och banvallen översvämmas. Kritiska platser som riskerar att däckas beskrivs kortfattat nedan och är markerade med bokstäver (A-G) i Figur 4. För inzoomade bilder, se Figur 5-11. Situationen som redovisas i kartorna har en ungefärlig återkomsttid på 50-100 år. I ett framtida klimat bedöms frekvensen av extrema regn öka. T ex bedöms ett regn som idag återkommer i genomsnitt var 20:e år, att i slutet av seklet återkomma i genomsnitt var 8:e år (SMHI, 2009). På grund av brister i befintligt dagvattensystem kan översvämningar uppstå redan vid mindre intensiva regn.



**Figur 4.** Instängda områden med angivet maxdjup och ytvattenstråk där lokalt kraftiga flöden kan förekomma.

**A:** Ytavrinning från Dalenvägen ansamlas inom ett upp till 1 m djupt instängt grönområde angränsande till Göteborgsvägen och järnvägen.

**B:** Instängt grönområde längs Göteborgsvägen och järnvägen. Det är oklart vart dagvattnet tar vägen härifrån.

**C:** Grönområde angränsande till Göteborgsvägen och järnvägen där flera ytvattenstråk och ett par dagvattenledningar sammanstrålar. Därför föreligger risk för stora vattenmängder. I utkanten av område C finns Muséet avloppspumpstation och Lödöse tryckstegringsstation som bör översvämningssäkras.

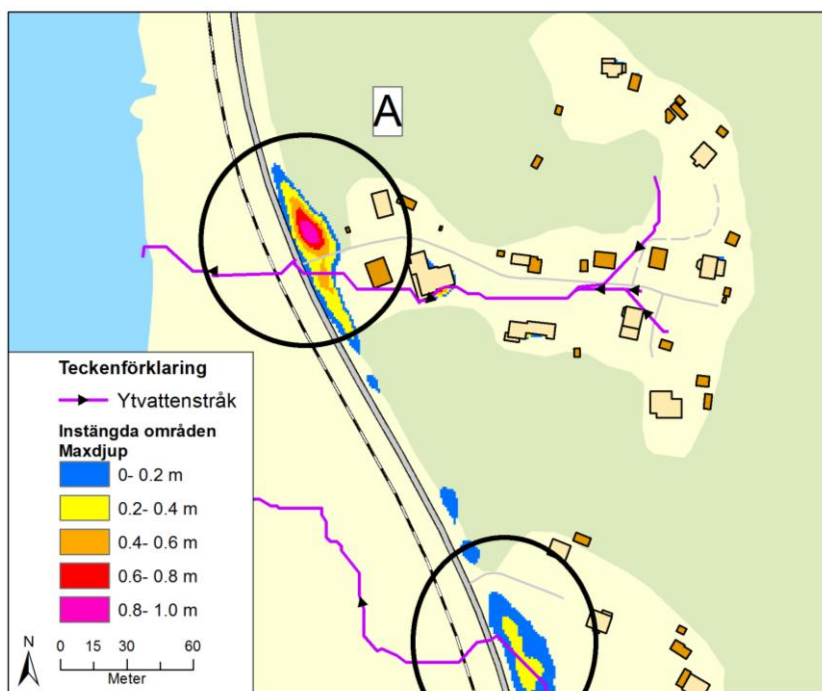
**D:** Det instängda området på parkeringen och grönområdet mellan ICA Matkassen och Solhagaboendet är upp till 1 m djupt. Inga större ytvattenstråk leder till området.

**E:** Område E omgärdas av kvarter med källarfastigheter på relativt flack markyta. Risk för att källaröversvämningar kan inträffa vid häftiga regn.

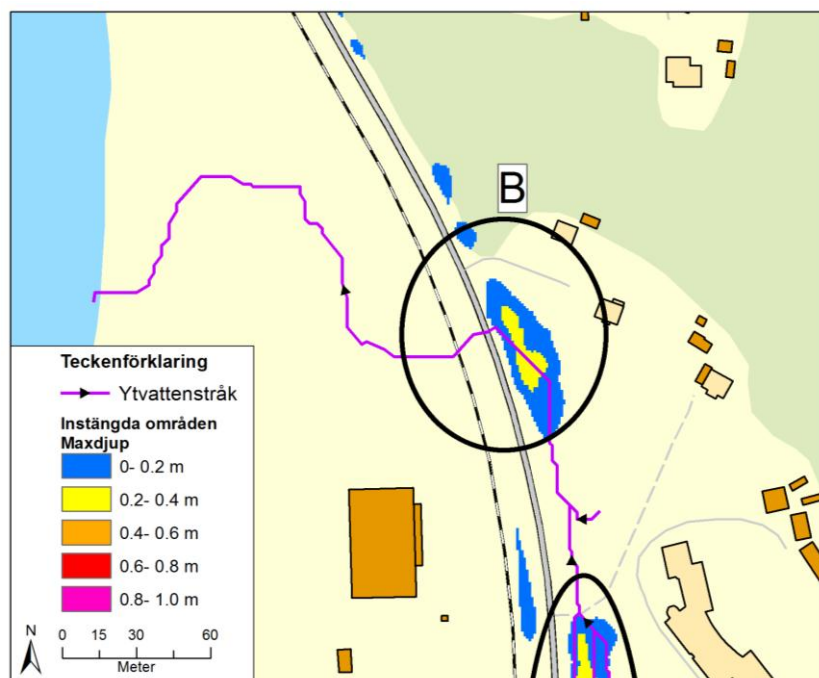
**F:** Området är delvis bebyggt med hus som flyttats från Älvängen. Järnvägen utgör en barriär som kan orsaka instängning av regnvatten. Ytterligare exploatering inom området planeras öster om järnvägen med tillrinning från flera ytvattenstråk. Sweco har genomfört en dagvattenutredning för norra delen av området.

**G:** Åkermark öster om Göteborgsvägen med tillrinning från flera ytvattenstråk. Ny bebyggelse planeras här enligt ÖP.

**Vid kommungräns mot Ale:** Avrinningssituationen har förändrats pga väg- och banarbeten sedan ytavrinningskarteringen genomfördes. Risken för översvämning kvarstår sannolikt, vilket måste beaktas. E45 under järnvägen översvämmades i december 2011, när en damm brast i samband med regn.

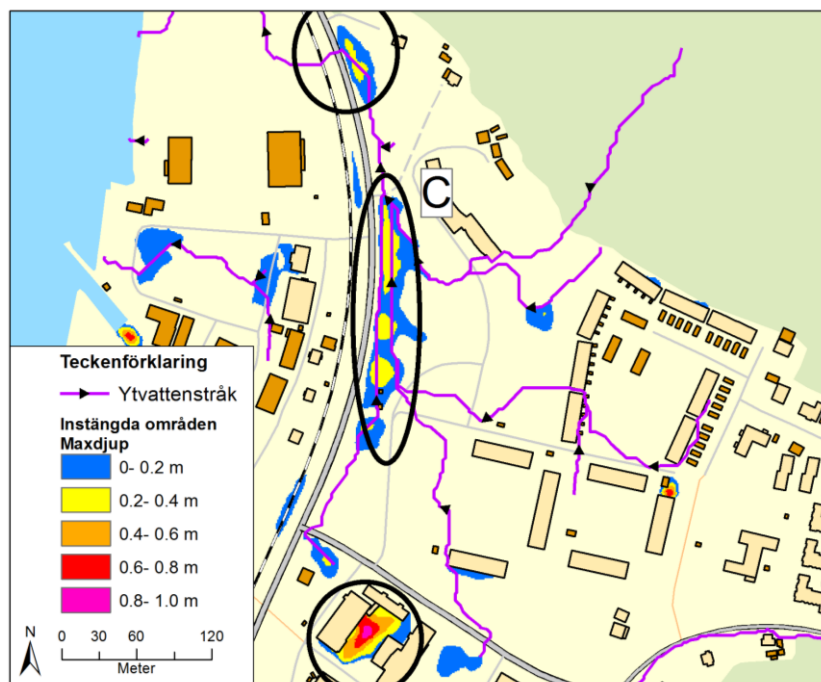


Figur 5. Instängt område A med angivet maxdjup.

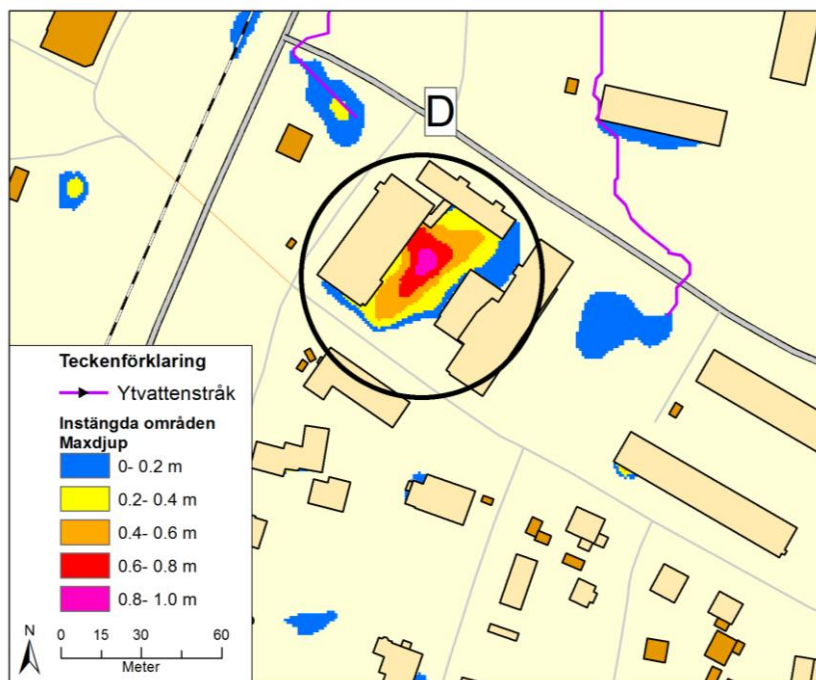


Figur 6. Instängt område B med angivet maxdjup.

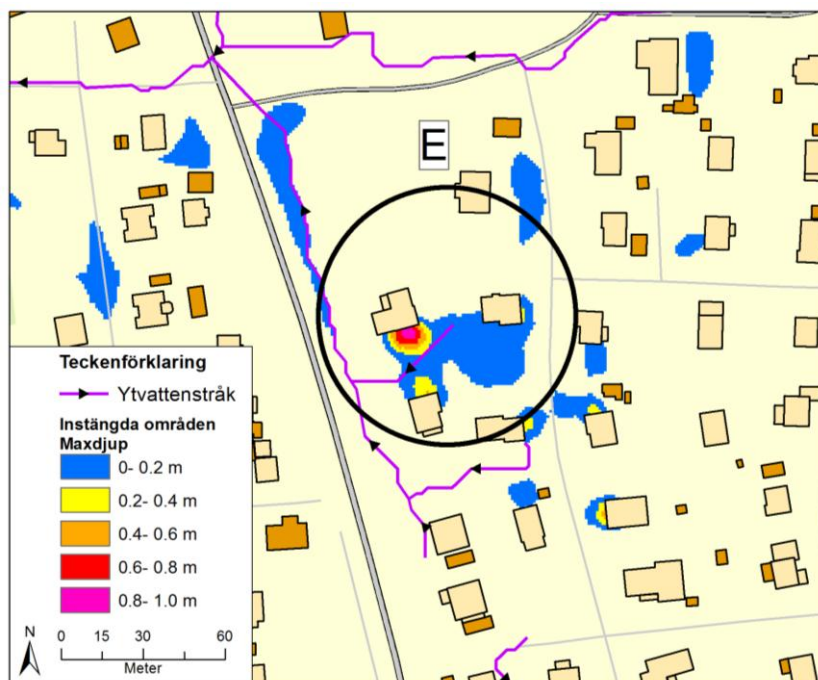




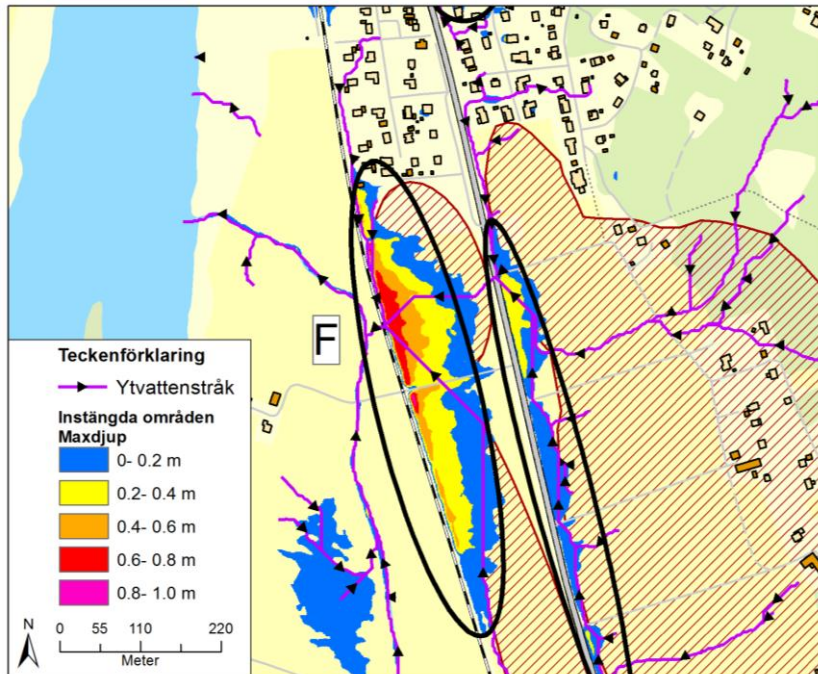
**Figur 7.** Instängt område C med angivet maxdjup.



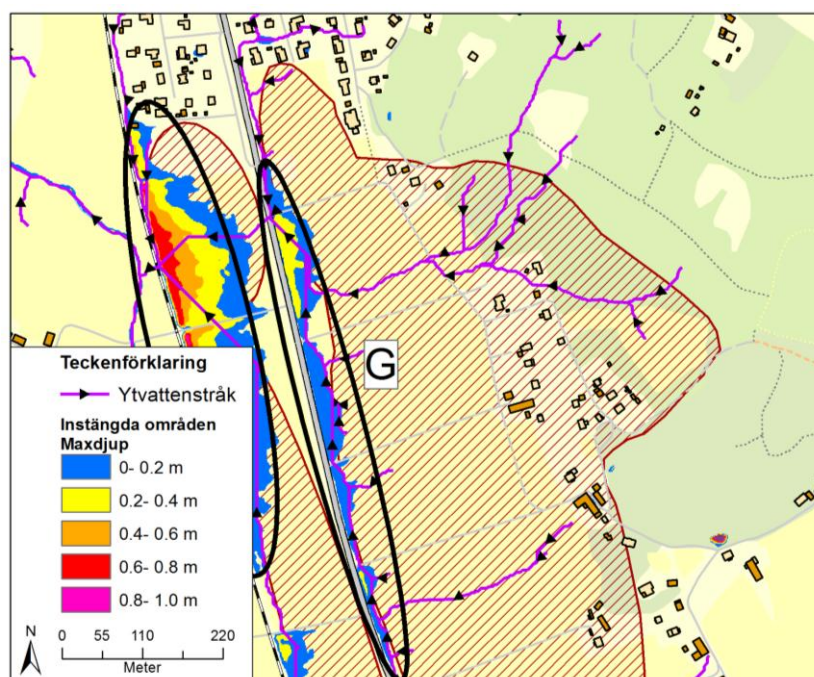
**Figur 8.** Instängt område D med angivet maxdjup.



Figur 9. Instängt område E med angivet maxdjup.



Figur 10. Instängt område F med angivet maxdjup.



**Figur 11.** Instängt område G med angivet maxdjup.

### 3.2 Hög nivå i Göta älv – Underlag till bestämmande av lämpliga planeringsnivåer

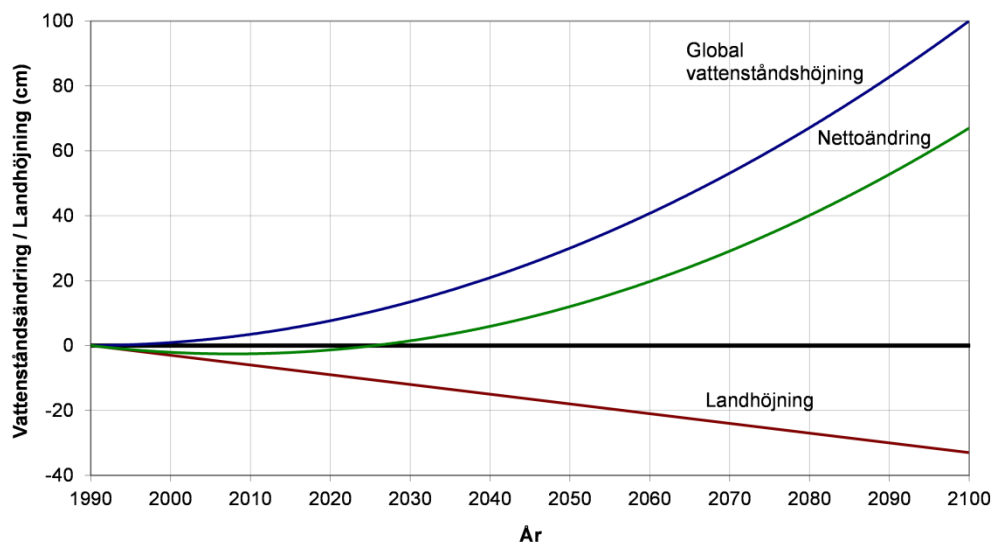
#### 3.2.1 Allmänt om högvattenstånd i Lödöse

Göta älvs vattenstånd i höjd med Lödöse beror på flödet i älven och havets nivå. Havet har störst effekt på översvämningsrisken, en effekt som ökar ju högre havsvattenståndet är. Ett högt flöde i älven ger enligt beräkningar i sig ingen översvämningsrisk, men höjer vattenståndet några decimeter jämfört med ett högvattenstånd i Göteborg vid samma tidpunkt. Ett högvatten varar normalt i några timmar, upp till ett halvt dygn, enligt statistik från SMHI:s mätstation i Torshamnen i Göteborg. I nuvarande klimat föreligger översvämningsrisk för delar av området mellan järnvägen och Göta älv.

#### 3.2.2 Havsnivåförändring

I fortsatt resonemang utgår Sweco från att havsnivån ligger 1 m högre 2100, i förhållande till befintlig markyta. Det ska emellertid poängteras att 1 m ligger inom det övre spannet för vad forskarna nu bedömer som en trolig havsnivåökning (IPCC m. fl. 2013). SMHI:s antagande nedan om en havsnivåhöjning på 0,7 m i kapitel 3.2.3 är generellt och inkluderar en effekt av landhöjningen på 0,3 m. På grund av markförhållandena (sättningsrisk) i Götaälvdalen är det osäkert om landhöjningseffekten går att tillgodoräkna i Lödöse. Sweco gör antagandet att landhöjning och sättningar tar ut varandra, så tillvida

inte framtida geotekniska utredningar och stabiliseringsåtgärder visar något annat. Havsnivåökningen visualiseras i Figur 12 nedan, med och utan effekt av landhöjning.



**Figur 12.** Nettohöjning av havet i Göteborg fram till 2100 under antagande av en global havsnivåhöjning på 30 cm år 2050 respektive 1 meter år 2100 räknat från referensåret 1990. Den globala höjningen är beskriven med ett andragradsuttryck.

### 3.2.3 Randvillkor för SMHI:s scenarier

SMHI har beräknat nivån i Göta älv vid olika kombinationer av havsnivåer och flöden (Bilaga 2, Hydrologiskt dimensioneringsunderlag). Beräknade nivåer utgör underlag till resonemang om planeringsnivåer i kapitel 4. I tabell 1 nedan ges nivåer för beskrivna scenarier. Nivåerna redovisas också på karta i Figur 13. Kartan ska ses som ett komplement till Figur 22, som visar föreslagna planeringsnivåer.

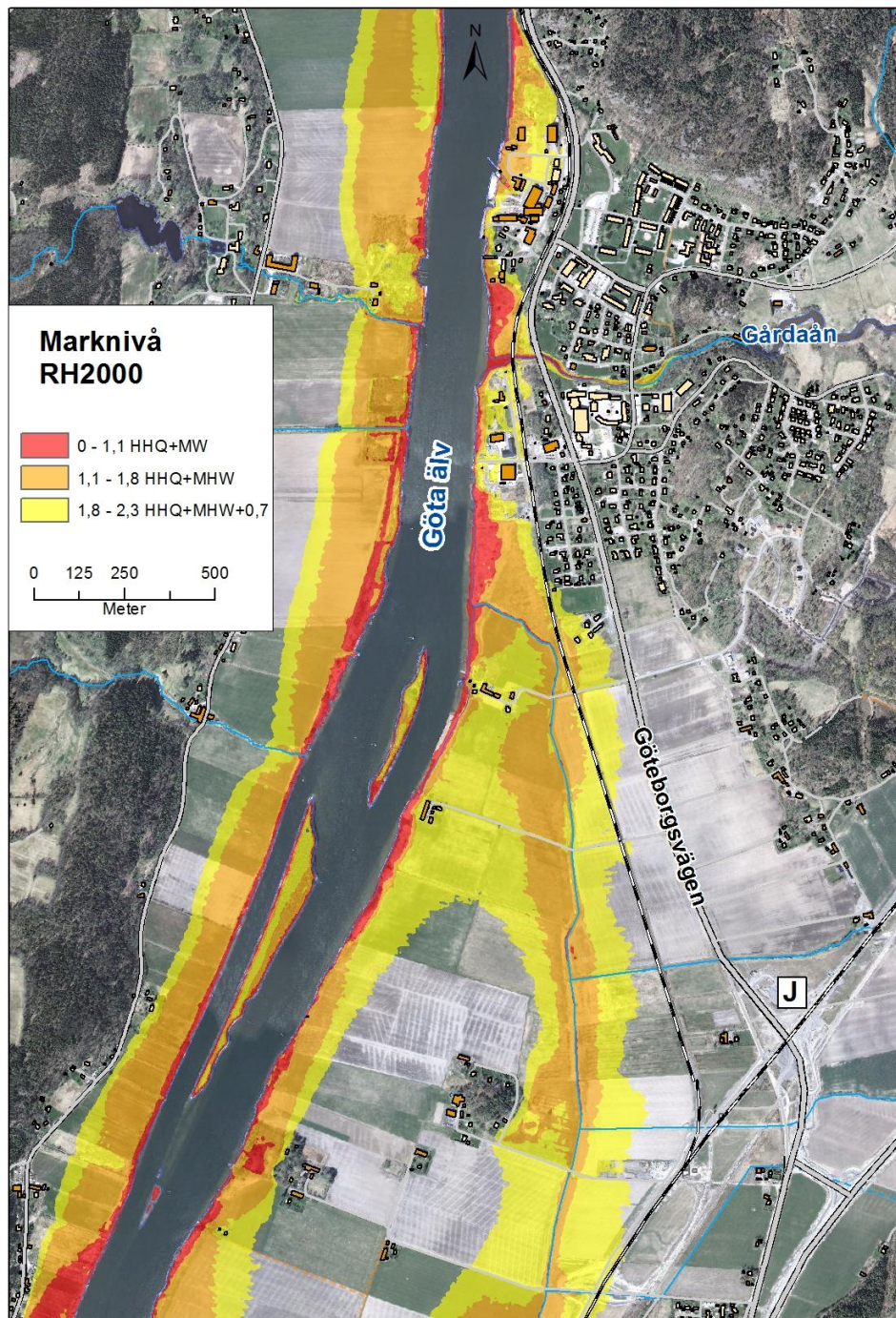
- Flöde på 550 m<sup>3</sup>/s (medelvattenföring) i kombination med medelvattenstånd (MW) i havet.
- Flödet 1100 m<sup>3</sup>/s har kombinerats med tre olika havsvattenstånd;
  - o medelvattenstånd (MW)
  - o medelhögvattenstånd (MHW)
  - o klimatpåverkat medelhögvattenstånd (MHW+ 0,7 m)



**Tabell 1** - Göta älvs vattennivå vid olika förutsättningar

Förutsättningar	Vattenstånd Lödöse (+m)
550 m <sup>3</sup> /s & MW	0,5
1 100 m <sup>3</sup> /s & MW	1,1
1 100 m <sup>3</sup> /s & MHW	1,8
1 100 m <sup>3</sup> /s & klimatpåverkad MHW	2,3

1100 m<sup>3</sup>/s kan närmast relateras till vattendomens högsta tillåtna tappning av Väneren på 1030 m<sup>3</sup>/s och den tappning på 1190 m<sup>3</sup>/s som skedde när Väneren och tillrinnande områden var drabbade av översvämning i januari 2001 (SMHI, 2006).



Figur 13. Översvämningsutbredning vid angivna nivåer i Göta älv.

### 3.2.4 Kombinationseffekter av flöden och högvatten

I Figur 13 ovan presenteras en översvämningskarta där vattenståndet i Göta älv i höjd med Lödöse redovisas för de olika förutsättningarna. Observera att sannolikhet för respektive förutsättning inte har beräknats. Nivåerna är beräknade med specifika förutsättningar för nivåer och flöden och ska inte förväxlas med nivåer för kommunal planering, som beskrivs i kapitel 4. Nivåerna kan jämföras med stormen Gudrun i januari 2005, då flödet i Lilla Edet var mellan 250 och 730 m<sup>3</sup>/s och den beräknade vattennivån i nedströms liggande Älvängen var något högre än +1,95 m (SMHI/Ale kommun, 2011). Att ett maxflöde i Göta älv och ett högsta högvatten, HHW (+1,5 - 1,75 m) i Göteborg sammanfaller har inte inträffat efter regleringen 1939, enligt studier av statistik över tappning och havsvattenstånd.

För att få en uppskattning av sannolikheten för att höga flöden och havsvattenstånd sammanfaller, är varaktighetsstatistiken från SMHI över höga havsvattenstånd intressant. 1958-2012 har nivån varit 120 cm eller högre i Göteborg i totalt 40 timmar. Det är först vid denna nivå och högre som vattenståndet, enligt teoretiska beräkningar, kan stiga högre i Lödöse än vid stormen Gudrun förutsatt ett flöde på minst 1100 m<sup>3</sup>/s. Havsvattenstånd på 130 cm eller mer i Göteborg har utifrån uppskattningar ur varaktighetsstatistiken varat totalt 15 timmar. Höga flöden kan ha avsevärt längre varaktighet, men då finns emellertid möjligheten att med reglering begränsa flödet under de timmar som havsvattenståndet är högt. Vattenståndsprognoserna är idag relativt bra. Prognoserna är ett verktyg för att planera regleringen. Sannolikheten för att ett högvattenstånd i havet sammanfaller med ett högt flöde i älven bedöms således som mycket låg.

### 3.2.5 Förvarningstid

Utöver vattenståndsprognoserna finns en viss förvarningstid för Lödöse. Det bedöms, utifrån studier av högvattenförlopp, att toppar i högvattenståndet inträffar 1-2,5 timmar senare i **Älvängen** än i Göteborg. Samma förhållande som gäller Göteborg - Älvängen antas gälla Göteborg-Lödöse. Statistik över högvatten som har studerats omfattar tidsperioderna 2005-01-08 samt 2007-01-12 – 2007-01-15.

### 3.2.6 Framtida klimatförhållanden

I framtiden förväntas antalet tappningstillfällen (dagar) med maxflöde under perioden 2069-2098 att öka till mellan 40-70 i genomsnitt per år, jämfört med nära noll idag (SGI/SMHI, 2011). Tillfällen med hög tappning sammanfaller delvis med den period av året som höga havsvattenstånd är vanligast. Amplituden i havsvattenstånden längs västkusten bedöms utifrån nuvarande kunskapsnivå vara densamma i ett framtida klimat, överlagrad en permanent havsnivåhöjning. I nuläget finns heller inget entydigt forskningsunderlag som förutspår en förändrad frekvens av extrema vindar, vilka orsakas av samma kraftiga lågtryck som orsakar höga havsvattenstånd (Nikulin m. fl. 2011).

Risken att maxflöde och högsta högvatten sammanfaller är fortsatt låg i framtiden, mycket med tanke på regleringsmöjligheterna.

### 3.3 Översvämningskartering av Gårdaån

SMHI har även beräknat dygnsmedelvärdet för karaktäristiska flöden i Gårdaån utifrån en statistisk analys av lämpliga vattenföringsstationer (Bilaga 2, hydrologiskt dimensioneringsunderlag). Under ett fåtal timmar kan dock flödet i vattendraget överstiga dygnsmedelvärdet. Det representeras med en momentanfaktor som beror av avrinningsområdets karaktär. I tabellen nedan redovisas ett antal karaktäristiska flöden för Gårdaån.

**Tabell 2.** *Karaktäristiska flöden i Gårdaån.*

Medelflöde	0,94 m <sup>3</sup> /s
50-årsflöde	18 m <sup>3</sup> /s
100-årsflöde	19 m <sup>3</sup> /s
100-årsflöde med momentanfaktor	24,7 m <sup>3</sup> /s
200-årsflöde	21 m <sup>3</sup> /s

Gårdaån orsakar en ganska måttlig översvämningsrisk för området. Det finns enskilda fastigheter som kan drabbas och skyddsåtgärder kan genomföras lokalt i den mån fastighetsägaren bedömer skyddsvärdet som högt. Resultatet från flödes- och modellberäkningarna av Gårdaån redovisas i Figur 14-21 nedan. Den transparenta orange ytan motsvarar översvämningsutbredning vid angivet scenario. Observera att resultatet begränsar sig till Gårdaåns sträckning och omfattar inte Göta älvs utbredning vid angivna scenarier, mer än närmast åns mynning i älven.





**Figur 14.** 100-årsflöde i Gårdaån och medelvattenyta (+0,5 m) i Göta älv.



**Figur 15.** 100-årsflöde i Gårdaån och medelhögvattenyta (+1,1 m) i Göta älv.

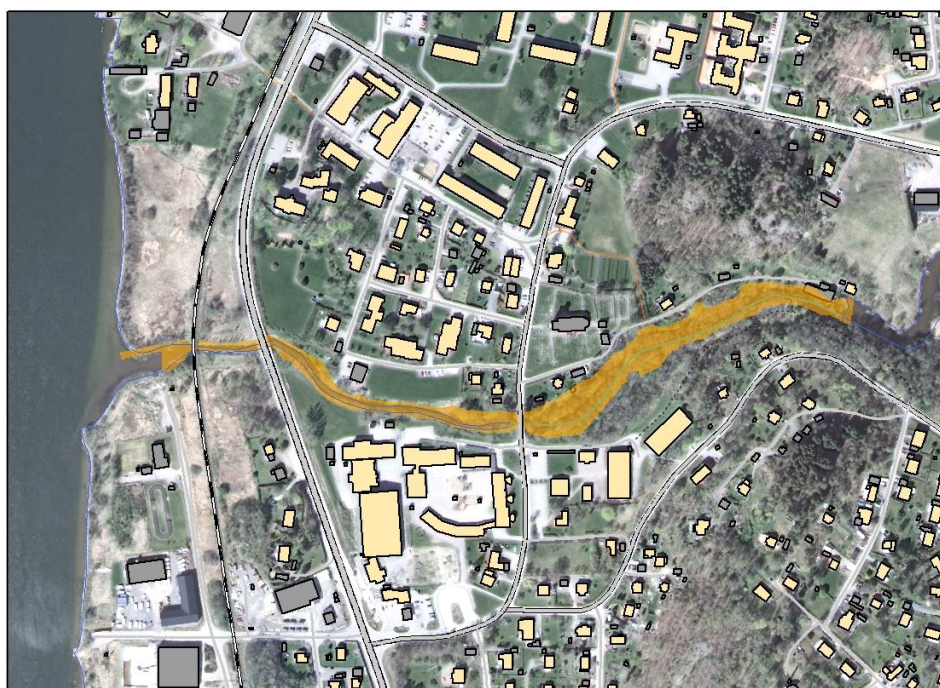


*Figur 16. 100-årsflöde i Gårdaån och medelhögvatten inkl klimatfaktor (+1,8 m) i Göta älv.*



*Figur 17. 100-årsflöde i Gårdaån och högsta högvatten inkl klimatfaktor (+2,3 m) i Göta älv.*



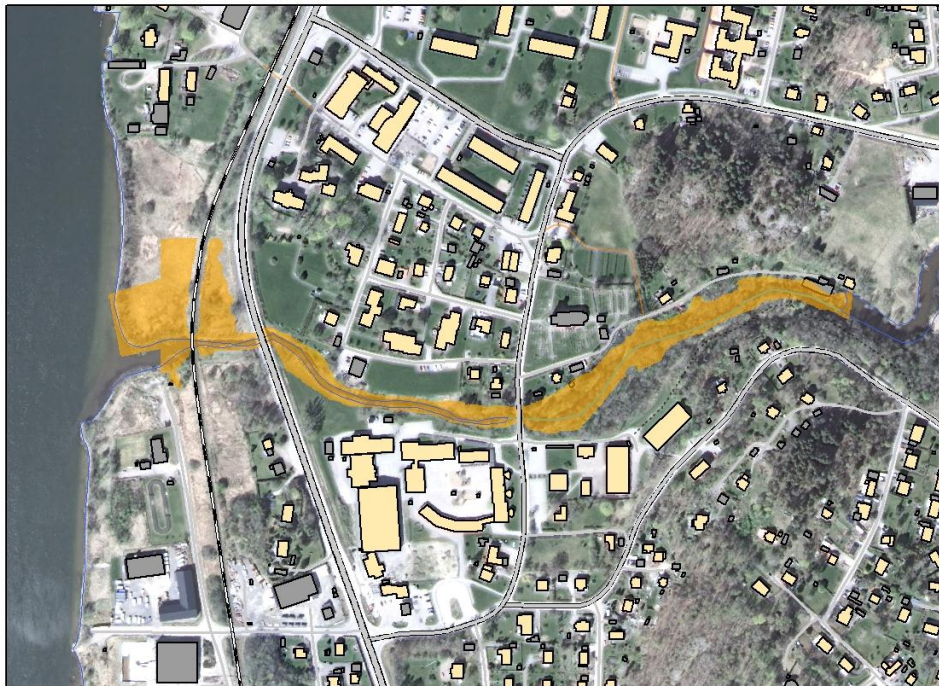


*Figur 18. 200-årsflöde i Gårdaån och medelvattenyta (+0,5 m) i Göta älv.*



*Figur 19. 200-årsflöde i Gårdaån och medelhögwateryta (+1,1 m) i Göta älv.*





Figur 20. 200-årsflöde i Gårdaån och medelhögvattenyta inkl klimatfaktor (+1,8 m) i Göta älv.



Figur 21. 200-årsflöde i Gårdaån och högsta högvatten inkl klimatfaktor (+2,3 m) i Göta älv.



### 3.4 Konsekvenser och risker på grund av höga vattenstånd

De största översvämningensriskerna för Lödöse finns väster om Göteborgsvägen. Vid högvatten finns det en risk att föroreningar från området, förs ut i dricksvattentäkten Göta älv. Möjliga föroreningskällor är bland annat Lödöse varv, samt avloppsreningsverket inklusive spillvattenpumpstationen sydväst om järnvägsbron över Gårdaån. Eventuellt finns det även risk för bräddning från spillvattenledningar vid dessa tillfällen. Vid kraftiga vattenståndsvariationer är skredrisken förhöjd, vilket ökar risken för att föroreningar ska föras ut i älven. Skredrisken är högre nära Gårdaån jämfört med resten av Lödöse.

De höga nivåerna orsakar dämning i dagvattensystemen, vilket kan orsaka problem för lågt liggande fastigheter. I nuläget är risken relativt låg att bostadsområden i Lödöse översvämmas med ytvatten från Göta älv. Det är något som kan ändras om några decennier, beroende på hur havsnivån förändras på grund av klimatförändringar. Däremot finns det verksamheter som redan i dagsläget ligger i riskzonen för översvämning. Det är främst reningsverket och Lödöse varv. Öster om Göteborgsvägen är marknivån högre och översvämningensrisken låg.

#### 3.4.1 Reningsverket

För att upprätthålla reningsverkets funktion krävs det att reningsverket säkras mot översvämningar. Detta för att undvika problem uppströms i spillvattensystemet och bräddningar av spillvatten. Byggnaderna som sådana kan vallas in med låga vallar. För att få ut renat spillvatten vid högt vattenstånd krävs pumpning. Inläckage av älvvatten i spillvattensystemet förhindras genom backventiler. Det har utretts att lägga ner reningsverket och istället pumpa spillvattnet till ett annat reningsverk. Motsvarande skydd måste då istället till på den spillvattenstation som föreslås byggas på samma plats som dagens reningsverk. Spillvattensystemet i övrigt bör ses över så att inläckage inte sker vid högt vattenstånd och överbelastar systemet.

## 4 Planeringsnivåer

### 4.1 Till vilka nivåer ska Lödöse anpassas?

Med utgångspunkt från genomförda flödes- och nivåberäkningar och resonemang med SMHI om klimatförändringar föreslår Sweco att framtida bebyggelse anpassas till ett högsta högvatten år 2100 på nivån +3,0 m i höjdsystem RH2000.

Nedan följer resonemanget som leder fram till föreslagen nivå.

Västlig storm: +1,75 m (Högsta uppmätta nivå i Göteborg)

Beräknad havsnivåhöjning till 2100: 1,0 m.

Vid en västlig storm är nivån i Lödöse högre än i Göteborg på grund av större påverkan av Göta älvs flöde. Om maximal tappning (ca 1100 m<sup>3</sup>/s) sker samtidigt med ett högvatten på +2,75 (1,75+1,0 m) i Göteborg innebär det att nivån stiger med ytterligare

ungefär 0,3 m i Lödöse. Sannolikheten för att det sker maximal tappning samtidigt som havets nivå i Göteborg är extremhögt är inte utredd, men resonemang förs i kapitel 3.2.

Summan av nivåerna i ovanstående resonemang blir **ca 3 m**.

Förslaget att ny samhällsutveckling och befintlig bebyggelse i Lödöse anpassas till föreslagna nivåer är rimligt då samhället sannolikt finns kvar på nuvarande plats även långt fram i tiden. Av praktiska och ekonomiska skäl kan det emellertid finnas anledning att i ett första skede anpassa framförallt **befintliga** verksamhets- och bostadsområden till en lägre nivå än föreslaget. För Lödöse kan en skyddsnivå på +2,5 m ge ett gott skydd mot de högvatten som förekommer idag och som kan förväntas under det närmaste halvseklet. Det bör finnas en plan för hur samhället kan göras robust för ytterligare havsnivåhöjning efter 2100.

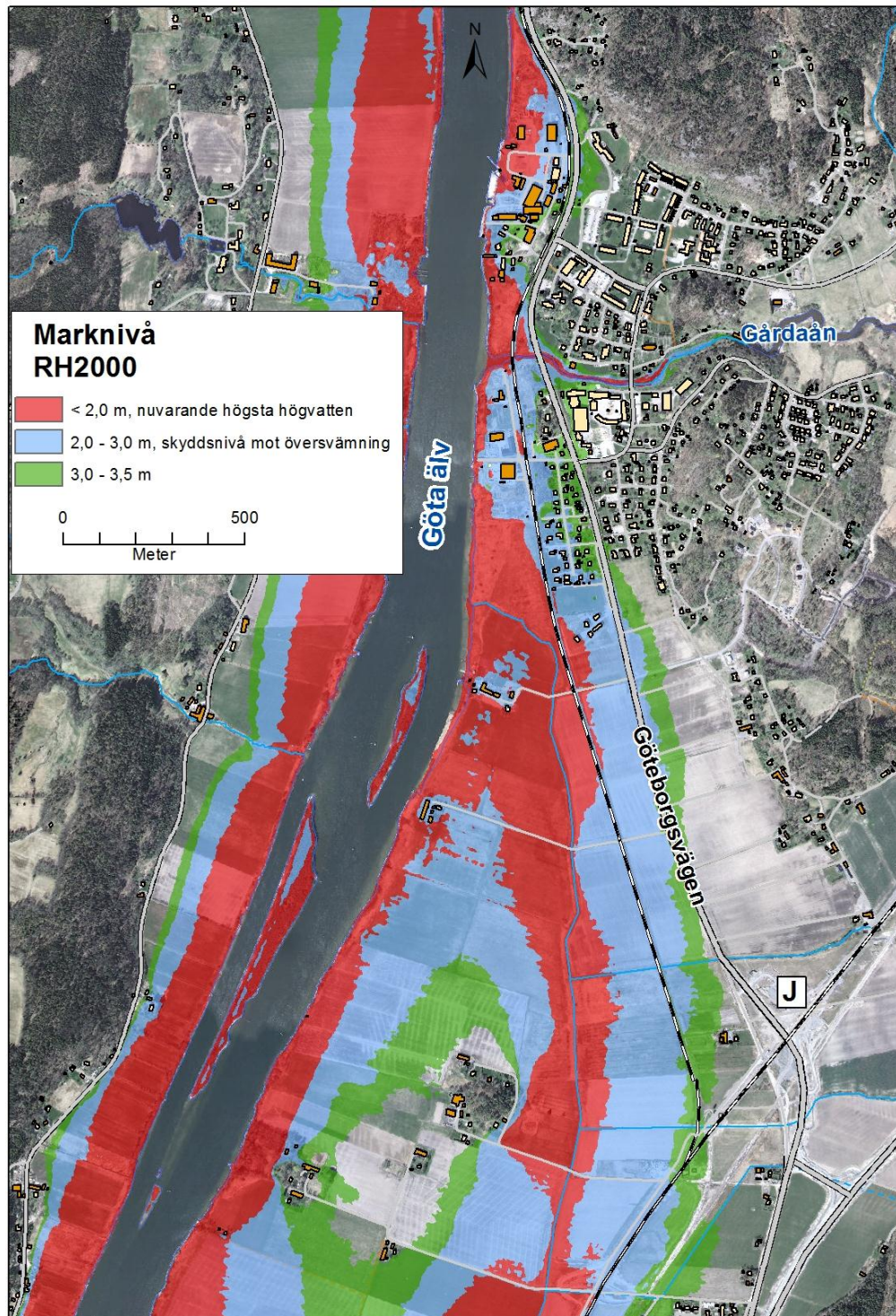
Allteftersom forskning och prognosverktyg utvecklas i kombination med det faktiska utfallet av klimatförändringen så kommer rekommenderade skyddsnivåer att ändras. De nivåer som nu diskuteras är baserade på dagens kunskap. I framtiden kommer andra skyddsnivåer att gälla, precis som nivåerna har varierat bakåt i tiden.

Ett beslut om lägsta skyddsnivå bör föranledas av en samlad analys av sannolikhet, kostnad och konsekvens av översvämningshändelser i kombination av kostnadsnyttan av eventuella översvämningförebyggande åtgärder. Skyddsnivån kan variera beroende på vilken typ av verksamhet som planeras. Verksamheter som är av stor vikt för samhällets funktion, eller som vid en översvämning kan orsaka skada på omgivningen, kan ges extra säkerhetsmarginaler om det bedöms relevant. Säkerhetsmarginalerna bör vara faktabaserade. De baseras förslagsvis på osäkerheter i klimatscenerierna och vilken effekt klimatförändringar får, samt eventuella förändringar i Vänerens tappningsstrategi.

De översvämningförebyggande skyddsåtgärder som genomförs bör vara planerade så att de kan byggas på i ett senare när eller om behov uppstår.

En avstämning med länsstyrelsen har skett för att bekräfta om detta resonemang kan fungera i en planprocess. Så här långt har gensvaret från länsstyrelsen varit positivt. Dialogen med länsstyrelsen fortsätter innan beslut om skyddsnivåer slutgiltigt fattas.

Ett principförslag för översvämningsskydd redovisas i Bilaga 3.



Figur 22 – Förslag till skyddsnivå för översvämningssäkring, +3,0 m

## 4.2 Länsstyrelsen och Stigande vatten

Under 2011 gav länsstyrelsen ut skriften Stigande vatten. Handboken är tänkt som ett hjälpmedel för kommunerna att anpassa sig till stigande nivåer i sjöar, hav och vattendrag. Stigande vatten har använts som ett diskussionsunderlag i processen att ta fram planeringsnivåer för Lödöse. I Stigande vatten anges bland annat rekommenderade säkerhetsmarginaler vid nybyggnation. En tillämpning av Stigande vattens säkerhetsmarginaler skulle minska den yta som är möjlig för exploatering utan att säkerheten mot översvämningar höjs. Därför har ett annat resonemang använts, som beskrivs i kapitel 4.1.

## 4.3 Jämförelse med andra kommuner - exempel

Nedan visas planeringsnivåer för respektive kommun. Syftet med att presentera siffrorna är för att kunna synkronisera planeringen med grannkommunerna och få en uppfattning om vilka nivåer som kan förväntas gälla för Lödöse.

Ale kommun: +2,8 m, för färdigt golv enligt besked från kommunen.

Göteborgs stad: +3,0 m är lägsta golvnivå vid nybyggnation. +4,0 m gäller för samhällsviktiga funktioner. Nivåerna gäller norr om Marieholmsbron, enligt beslut i kommunstyrelsen. Länsstyrelsen rekommenderar +3,4 m (bostäder) och +3,9 m (samhällsviktiga funktioner) enligt Stigande vatten, faktablad kusten.

Kungälv kommun: +4,2 m för ny bebyggelse i förslag till nya bostäder vid Håffrekullen, Diseröd. För Tjuvkil vid kusten gäller lägsta golvnivå +3,5 m för bostäder.

Byggnadsdelar därunder ska utföras vattentåligen. Lägsta golvnivå för en förskola (samhällsviktig) har planerats till +4,0 m. +2,0 - 2,5 m anges i flera planer för förråd o dyl av mindre värde.



## 5 Referenser

Miljöteknisk utredning, Envipro, 2004

Nivåer och flöden i Vänerns och Mälarens vattensystem – Hydrologiskt underlag till Klimat- och sårbarhetsutredningen, SMHI, 2006

Översvämningskartering av högvattensituationer i Göta älv – Ale kommun, SMHI, 2011

Göta älv-utredningen, SGI/SMHI, 2011

Framtidens havsnivåer i ett hundraårsperspektiv – kunskapssammanställning 2012, SMHI, 2012

Översiktlig översvämningskartering, MSB, 2000

Nikulin m fl, Evaluation and Future Projections of Temperature, Precipitation and Wind Extremes over Europe in an Ensemble of Regional Climate Simulations, Rossby Centre, SMHI, 2009

Stigande vatten (inklusive faktablad) Länsstyrelsen, 2011



# Bilaga 1 Markanvändningskarta



## TECKENFÖRKLARING

### PÅGÅENDE MARKANVÄNDNING

- Öppen mark eller skog
- Bostäder
- Verksamheter
- Gångstråk
- Gc-väg
- Allmän väg
- Järnväg

### UTVECKLINGSBEHOV ELLER MÖJLIGHET

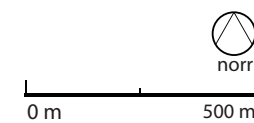
- Förtätning bostäder inom kulturmiljöområde
- Tätortsnära boende med landsbygdskaraktär
- Utveckling befintligt verksamhetsområde
- Utveckling nya verksamheter på sikt
- Utveckling befintlig rekreation
- Utveckling turiständamål
- Utveckling rekreation inom kulturmiljö
- Utveckling befintligt centrumområde
- Utveckling befintligt idrottområde
- Omgestaltung väg

### NY MARKANVÄNDNING

- Tätortsutbyggnad (bostäder, handel, kontor, icke störande verksamheter)
- Bostäder
- Verksamheter
- Offentlig service
- Handelsgata
- Gångstråk
- Gc-väg

### UTREDNINGSOMRÅDE

- Tätortsutbyggnad (verksamheter, kontor)
- Tågdepå
- Rekreation
- Bostäder (gles landsbygdskaraktär)



FÖP LÖDÖSE  
EN FÖRDLUPNING AV ÖVERSIKTSPLANEN

SAMRÅDSHANDLING 2013-05-16



LILLA EDETS  
KOMMUN



Sweco Environment AB

Datum: 2011-03-31

Vår referens: 2011/662/204

Er referens: Markus Petzén

## Vattenstånd Lödöse

Bifogat detta brev finns uppgifter om beräknade vattenstånd i Göta älv för ett område kring Lödöse, från Skattegården (punkt nr 1) till Haj (punkt nr 12). Vattenståndet anges för fyra stycken olika flödessituationer i kombination med olika vattenstånd i havet.

- 550 m<sup>3</sup>/s och medelvattenstånd (MW)
- 1100 m<sup>3</sup>/s och medelvattenstånd (MW)
- 1100 m<sup>3</sup>/s och medelhögvattenstånd (MHW)
- 1100 m<sup>3</sup>/s och medelhögvattenstånd (MHW) + 0.7 m

Nivåerna anges i höjdsystemet RH2000 för ett antal punkter längs sträckan med ca 300 m mellan varje punkt. Punkternas koordinater anges i koordinatsystemet SWEREF 99 TM.

Med vänlig hälsning

Sofia Åström  
Konsult oceanografi

Direkttel: 031-7518903  
sofia.astrom@smhi.se

---

### SMHI – Sveriges meteorologiska och hydrologiska institut

601 76 Norrköping Besök Folkborgsvägen 1 Tel 011-495 80 00 Fax 011-495 80 01

SMHI  
Box 40  
190 45 Stockholm/Arlanda

SMHI  
Sven Källfelts Gata 15  
426 71 Västra Frölunda

SMHI  
Hans Michelsensgatan 9  
211 20 Malmö

SMHI  
Universitetsallén 32  
851 71 Sundsvall



Vattenstånd anges i RH2000

Punkt nr	Koordinater SWEREF 99 TM		550 MW (m)	1100 MW (m)	1100 MHW (m)	1100 MHW + 0.7 (m)
1	331628,03	6437792,5	0,5	1,2	1,8	2,3
2	331668,31	6437355,5	0,5	1,1	1,8	2,3
3	331684,53	6437005	0,5	1,1	1,8	2,3
4	331675,81	6436602	0,5	1,1	1,8	2,3
5	331611,28	6436185,5	0,4	1,1	1,8	2,3
6	331568,13	6435801,5	0,4	1,1	1,8	2,3
7	331518,66	6435449	0,4	1,1	1,8	2,3
8	331388,75	6435084	0,4	1,1	1,8	2,3
9	331252,69	6434713	0,4	1,1	1,8	2,3
10	331154,16	6434334,5	0,4	1	1,8	2,3
11	330964,81	6433969	0,4	1	1,7	2,3
12	330714,09	6433491,5	0,4	1	1,7	2,3



SWECO Environment AB  
Markus Petzén  
Gullbergs Strandgata 3  
403 14 Göteborg

Datum: 2011-03-23  
Vår referens: 2011/525/204

## Dimensioneringsunderlag för Gårdaån

Tack för din beställning!

I bilaga redovisas det hydrologiska dimensioneringsunderlaget för Gårdaån vid mynningen i Göta älv.

Dessa beräkningar baseras på historiska data från SMHI:s stationsnät. Det finns tecken på att klimatet förändrats, vilket bl. a. visar sig i en global temperaturhöjning, glaciärers tillbakagång och förändrade nederbördsmonster. För att studera framtidens klimat, med förändringar orsakade av såväl naturliga variationer som av människan påverkade faktorer, behöver man använda klimatmodeller. Forskning om framtidens vattenresurser går hela tiden framåt, och för mer detaljerade resultat eller analyser är ni välkomna med en utökad beställning.

Forskningen om framtidens vattenresurser går hela tiden framåt, och för mer detaljerade resultat eller analyser är ni välkomna med en beställning.

På vår hemsida kan du läsa mer om bland annat vårt stationsnät, definitioner, momentanflöde, återkomsttider och risknivåer samt presentationer av övriga hydrologiska underlag för infrastrukturobjekt.

Gå in på: [www.smhi.se](http://www.smhi.se)  
**PRODUKTER OCH TJÄNSTER**  
**Bygg och anläggning**

Med vänlig hälsning

SMHI  
Miljö och Säkerhet

Jonas German

Telefonnummer direkt 011-495 8596  
Epost : [jonas.german@smhi.se](mailto:jonas.german@smhi.se)

Sveriges meteorologiska och hydrologiska institut  
601 76 Norrköping

Växel samtliga kontor 011-495 80 00, Fax 011-495 80 01

SMHI Stockholm  
Box 40  
SE 190 45 STOCKHOLM-ARLANDA

SMHI Göteborg  
Sven Källfelts Gata 15  
SE 426 71 VÄSTRA FRÖLUNDA

SMHI Malmö  
Hans Michelsensgatan 9  
SE 211 20 MALMÖ

SMHI Sundsvall  
Universitetsallén 32  
SE 851 71 SUNDSVALL

## Hydrologiskt dimensioneringsunderlag

- för dimensionering, i vattenmål eller under byggplanering

**Objekt / ändamål:****Vattendrag:** Gårdaån**Huvudavrinningsområde:** Göta Älv**Beräkningspunktens****x y-koordinater (RAK):** 6439920, 1284080**Avrinningsområdets storlek (km<sup>2</sup>):** 60**Sjöandel:** 1,1 %**Beräkningsunderlag/arbetsmoment:**

MQ bestäms m.h.a. areell avrinningskarta för perioden 1961 - 2004 och stationsuppgifter från jämförbara områden fram t.o.m. 2008.

HQ, MHQ, MLQ och LQ bestäms mha medelvärdesberäkningar och statistisk analys av tidsserier från lämpliga vattenföringsstationer. Information från platser med jämförbar flödesdynamik och områdets sjöandel mm vägs in i slutresultatet.

**Uppgifterna nedan gäller för:**  Oreglerade  Reglerade framrinningsförhållanden

**Flöden (dygnsmedelvärden i m<sup>3</sup>/s)****HQ-100 år**                      **19****HQ-50 år**                        **18****MHQ**                              **8,0****MQ**                                **0,94****MLQ**                              **0,066****LQ-50 år**                        **0,01****Faktor för momentanflöde, HQ: 1,3****Förklaringar till ovanstående definitioner :**

HQ100 – Dygnsvärde av högvattenföring med 100 års återkomsttid.

HQ50 - Dygnsvärde av högvattenföring med 50 års återkomsttid. Även nedre gräns för flödesvarning klass 3 avseende extremt högt flöde.

MHQ – Medelhögvattenföring d.v.s. medelvärdet av varje års högsta dygnsvattenföring.

MQ - Medelvattenföring d.v.s. medelvärdet av varje års medelvattenföring.

MLQ – Medellågvattenföring d.v.s. medelvärdet av varje års lägsta dygnsvattenföring.

LQ50 – Dygnsvärde av lågvattenföring med 50 års återkomsttid.

**Kommentarer och eventuella begränsningar / reservationer i beräkningarna:**

Flöden i tabellen ovan är dygnsmedelvärden. Momentant kan det under dygnet förekomma ännu högre flöden. HQ-100 år resp. HQ-50 år räknas upp med ovan angiven "Faktor för momentanflöde".

Med HQ-100år resp. 50 år avses det flöde som över en oändligt lång tidsperiod har en genomsnittlig återkomsttid på 100 resp 50 år. Flödet kan således inträffa flera gånger under en 100- resp. 50-årsperiod.

***OBS ! För en anläggning som står i 100 år är sannolikheten 63% att minst ett 100-årsflöde inträffar under dessa 100 år.***

**Kontaktperson: Jonas German**

Telefonnummer direkt 011-495 8596

Epost : jonas.german@smhi.se

SWECO Environment AB  
Sepideh Jourabchi  
Gullbergs Strandgata 3  
403 14 Göteborg

**Datum:** 2013-12-12  
**Vår referens:** 2011/525/204

## Dimensioneringsunderlag för Gårdaån

Tack för din beställning!

I bilaga redovisas det hydrologiska dimensioneringsunderlaget för Gårdaån vid mynningen i Göta älv.

Dessa beräkningar baseras på historiska data från SMHI:s stationsnät. Det finns tecken på att klimatet förändrats, vilket bl. a. visar sig i en global temperaturhöjning, glaciärers tillbakagång och förändrade nederbördsmonster. För att studera framtidens klimat, med förändringar orsakade av såväl naturliga variationer som av människan påverkade faktorer, behöver man använda klimatmodeller. Forskning om framtidens vattenresurser går hela tiden framåt, och för mer detaljerade resultat eller analyser är ni välkomna med en utökad beställning.

Forskningen om framtidens vattenresurser går hela tiden framåt, och för mer detaljerade resultat eller analyser är ni välkomna med en beställning.

På vår hemsida kan du läsa mer om bland annat vårt stationsnät, definitioner, momentanflöde, återkomsttider och risknivåer samt presentationer av övriga hydrologiska underlag för infrastrukturobjekt.

Gå in på: [www.smhi.se](http://www.smhi.se)  
**PRODUKTER OCH TJÄNSTER**  
**Bygg och anläggning**

Med vänlig hälsning

SMHI  
Affärsverksamhet Produktion Hydrologi

Jonas German, Linda Nylén

Telefonnummer direkt 011-495 8596  
Epost : [jonas.german@smhi.se](mailto:jonas.german@smhi.se)

Sveriges meteorologiska och hydrologiska institut  
601 76 Norrköping

Växel samtliga kontor 011-495 80 00, Fax 011-495 80 01

SMHI Stockholm  
Box 40  
SE 190 45 STOCKHOLM-ARLANDA

SMHI Göteborg  
Sven Källfelts Gata 15  
SE 426 71 VÄSTRA FRÖLUNDA

SMHI Malmö  
Hans Michelsensgatan 9  
SE 211 20 MALMÖ

SMHI Sundsvall  
Universitetsallén 32  
SE 851 71 SUNDSVALL



## Hydrologiskt dimensioneringsunderlag

- för dimensionering, i vattenmål eller under byggplanering

**Objekt / ändamål:****Vattendrag:** Gårdaån**Huvudavrinningsområde:** Göta Älv**Beräkningspunktens****x y-koordinater (RAK):** 6439920, 1284080**Avrinningsområdets storlek (km<sup>2</sup>):** 60**Sjöandel:** 1,1 %**Beräkningsunderlag/arbetsmoment:**

MQ bestäms m.h.a. areell avrinningskarta för perioden 1961 - 2004 och stationsuppgifter från jämförbara områden fram t.o.m. 2008.

HQ, MHQ, MLQ och LQ bestäms mha medelvärdesberäkningar och statistisk analys av tidsserier från vattenföringsstationerna Arödån, Valex, Slöta och Krokfors kvarn. Information från platser med jämförbar flödesdynamik och områdets sjöandel mm vägs in i slutresultatet.

**Uppgifterna nedan gäller för:**  Oreglerade  Reglerade framrinningsförhållanden

**Flöden (dygnsmedelvärden i m<sup>3</sup>/s)****HQ-200 år**                      **21****HQ-100 år**                      **19****HQ-50 år**                      **18****MHQ**                      **8,0****MQ**                      **0,94****MLQ**                      **0,066****LQ-50 år**                      **0,01****Faktor för momentanflöde, HQ: 1,3****Förklaringar till ovanstående definitioner :**

HQ100 – Dygnsvärde av högvattenföring med 100 års återkomsttid.

HQ50 - Dygnsvärde av högvattenföring med 50 års återkomsttid. Även nedre gräns för flödesvarning klass 3 avseende extremt högt flöde.

MHQ – Medelhögvattenföring d.v.s. medelvärdet av varje års högsta dygnsvattenföring.

MQ - Medelvattenföring d.v.s. medelvärdet av varje års medelvattenföring.

MLQ – Medellågvattenföring d.v.s. medelvärdet av varje års lägsta dygnsvattenföring.

LQ50 – Dygnsvärde av lågvattenföring med 50 års återkomsttid.

**Kommentarer och eventuella begränsningar / reservationer i beräkningarna:**

Flöden i tabellen ovan är dygnsmedelvärden. Momentant kan det under dygnet förekomma ännu högre flöden. HQ-100 år resp. HQ-50 år räknas upp med ovan angiven "Faktor för momentanflöde".

Med HQ-100år resp. 50 år avses det flöde som över en oändligt lång tidsperiod har en genomsnittlig återkomsttid på 100 resp 50 år. Flödet kan således inträffa flera gånger under en 100- resp. 50-årsperiod.

***OBS ! För en anläggning som står i 100 år är sannolikheten 63% att minst ett 100-årsflöde inträffar under dessa 100 år.***

**Kontaktperson: Jonas German**

Telefonnummer direkt 011-495 8596

Epost : jonas.german@smhi.se

## BILAGA 3

UPPDRAG Klimatanpassning av Lödöse	UPPDRAGSLEDARE Mats Andréasson	DATUM 2013-12-02
UPPDRAGSNUMMER 1321160	UPPRÄTTAD AV Andreas Karlsson, Tove Lindfors	

### Åtgärdsförslag för att förhindra översvämningar i Lödöse

Förebyggande åtgärder såsom invallning, erforderliga ytavlednings- och utjämningsåtgärder (dammar), samt behov av avskärande ledningar och dagvattenpumpstationer behandlas översiktligt nedan.

I samband med att områdena längs Göta älv, E45:an och järnvägen ska säkras mot höga vattennivåer har invallning av området föreslagits.

Invallning av området innebär att dagvattenavledningen som i nuläget sker med självfall till älven kommer att hindras vid höga vattennivåer i Göta älv. För att säkerställa att vatten ej blir stående på insidan om invallningen eller orsakar översvämningar vid skyfall måste en plan för dagvattenhantering under de nya förhållandena upprättas.

I samband med att översvämningförebyggande åtgärder sker bör en kontroll av dag- och spillvattensystemens funktion genomföras. Detta grundar sig i att antalet felkopplingar och inläckage till spillvattensystemet är stort och att befintligt dagvattennät är underdimensionerat eller saknas i delar av samhället. När förutsättningarna är kända kan föreslagna pumpstationer dimensioneras rätt.

#### Skydd vid extrem nederbörd

I rapporten *Utredning av översvämningrisker i Lödöse* presenteras yttliga vattenvägar som vid extrema nederbördstillfällen kommer få ett lokalt kraftigt flöde samt instängda områden som vid dessa väderförhållanden riskerar att översvämmas.

De områden som markerats i rapporten i kapitel 3.1 bör detaljinventeras med avseende på fastigheter med källarplan och annan känslig bebyggelse. Förekomsten av brunnar i lågpunkter som riskerar att översvämmas vid extrema regn bör kontrolleras. För att Göteborgsvägens underbyggnad och järnvägsbanken inte ska riskera att undermineras av vattentryck vid extrema nederbördstillfällen måste vattnets transport under vägen och järnvägen säkerställas. Detta gäller även den lågt belägna bebyggelsen mellan E45:an och järnvägen. Vid de platser där dämning får en negativ påverkan föreslås ökning av dimensioner på dagvattenledningar, samt utförande av dagvattenpumpstationer i syfte att minimera dämningens riskerna. Åtgärderna ska dimensioneras för att klara de av Svenskt vatten föreskrivna riktlinjerna för instängda områden. Lämpliga platser ska väljas ut för eventuell utjämning och rening av dagvattnet. Åtgärderna samordnas lämpligen med skydd mot hög vattennivå i Göta älv och Gårdaån.

## Skydd mot hög vattennivå i Göta älv och Gårdaån

I syfte att minimera översvämningens påverkan från Göta älv och Gårdaån inom de lägst belägna delarna av Lödöse föreslås att en invallning byggs ut längs älvbrinken enligt Figur 1. Förslag har tagits fram på invallningens sträckning samt andra nödvändiga åtgärder för att skydda befintlig bebyggelse.

I figuren nedan presenteras en dragnig av permanent invallning som skyddar befintlig bebyggelse och framtida exploateringsområden. Invallning söder om Gårdaån föreslås ske med jordvall i kombination med ex. bentonit. Norr om Gårdaån föreslås invallning i form av sponning, exempelvis s.k. "Berlinsponning". I nedanstående förslag finns även alternativa lokaliseringar av skyddsvallar redovisade.

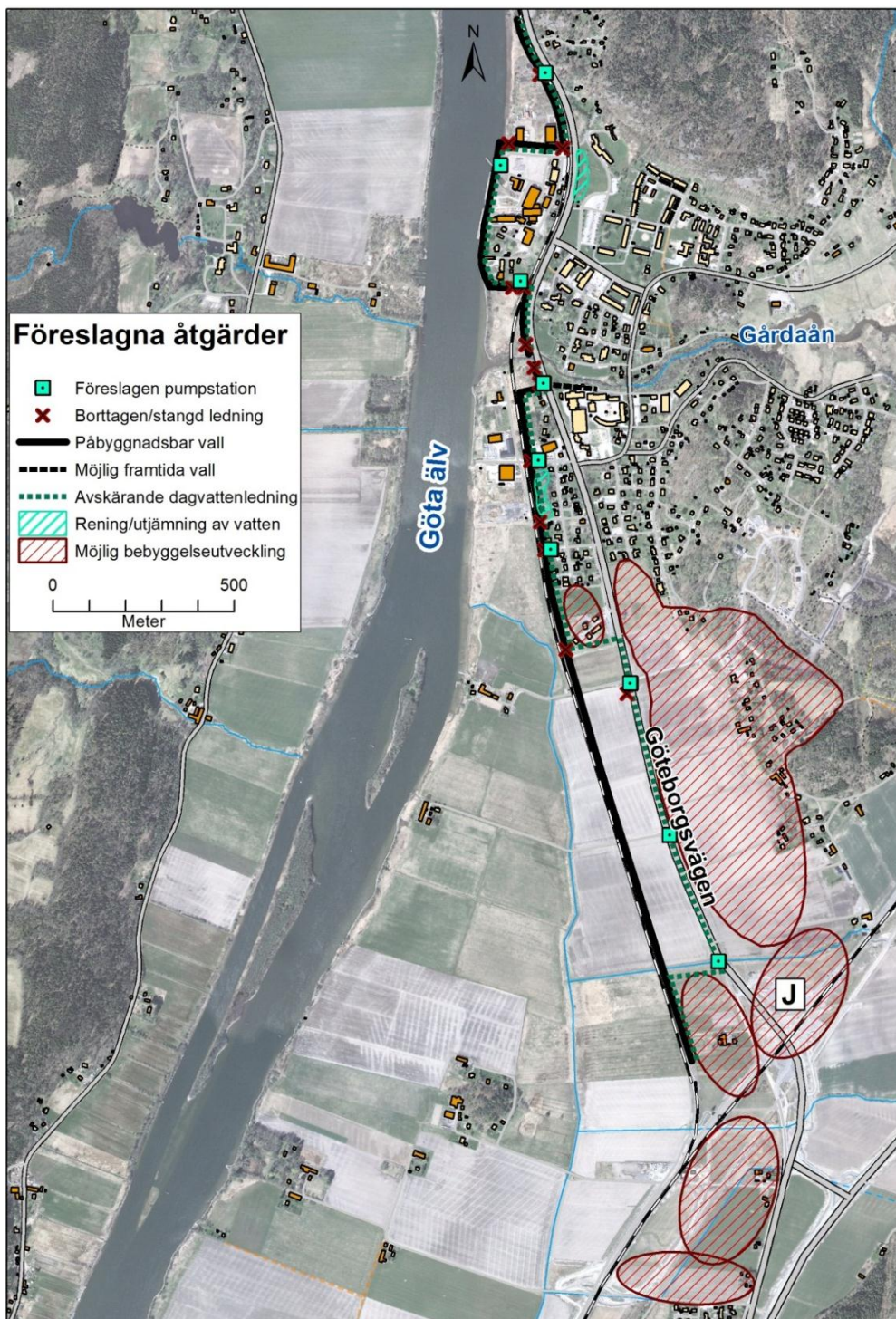
Ett antal befintliga dagvattenledningar stängs av eller förses med bakvattenstopp för att minimera risken att älvvatten tar sig innanför invallningarna vid höga vattenstånd, se röda kryssmarkeringar i figuren nedan. En avskärande dagvattenledning anläggs parallellt med invallningen för att samla in det dag- och ytvatten som genereras innanför invallningen. Vid utloppen anläggs pumpar som används vid höga vattenstånd. Vid normala älvnivåer har dagvattnet fritt utlopp via de föreslagna dagvattenpumpstationerna. Pumpstationerna förses med backventiler på utloppsledningen som stängs vid höga älvnivåer. Antalet utlopp reduceras för att minimera kostnader.

Placering av pumpar som redovisas i nedanstående figur är endast konceptförslag. Exakta placeringar kan komma att ändras.

Baserat på förutsättningarna i området har säkerhetsnivån för invallning mot översvämning föreslagits till 3,0.m för framtida exploateringsområden.

Kostnaden för föreslagna åtgärder beräknas till ca **100 miljoner kronor**. Kostnadsberäkningen bygger på faktiska kostnader för genomförda invallningar med "Berlinspont" och anpassning av dagvattensystemet längs Ågatan i Mölndal.





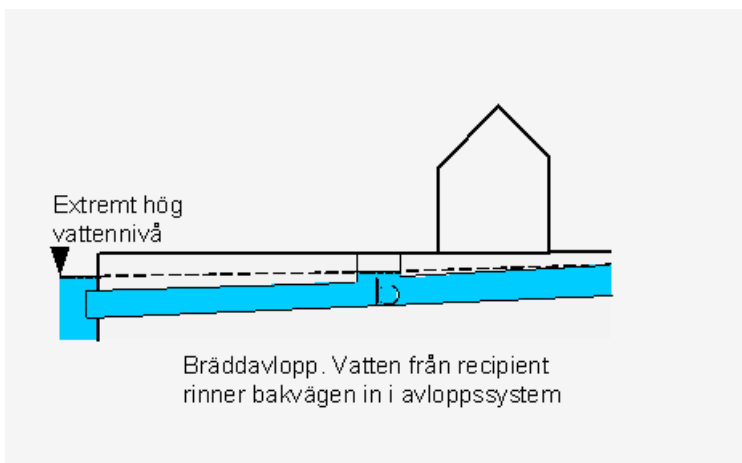
**Figur 1.** Förslag på förebyggande åtgärder som minskar risken för översvämningar av befintlig bebyggelse och planerad exploatering.

Exempel på hur invallningar kan utformas presenteras i Figur 2.

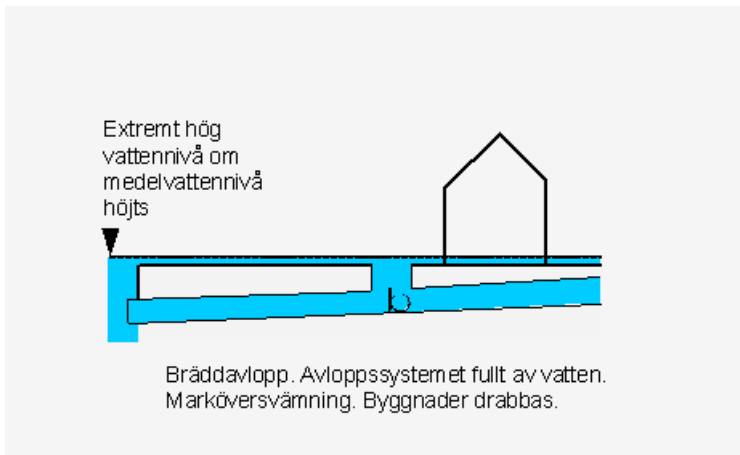


**Figur 2** Exempel på invallningar.

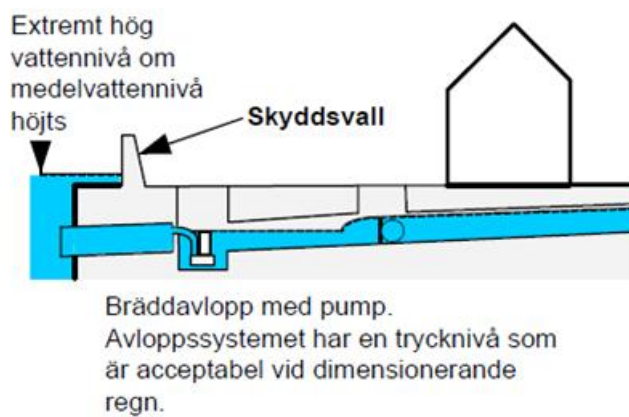
Exempel på hur avloppssystemet påverkas av höga vattenstånd, med och utan skyddsåtgärder, presenteras i Figur 3, Figur 4 och Figur 5.



**Figur 3** Påverkan på ledningssystem vid extremt hög vattennivå



**Figur 4.** Påverkan på ledningssystem och byggnader vid extremt hög vattennivå om medelvattennivån höjts.



**Figur 5.** Åtgärder mot hög vattennivå.