

Uppdrag  
Bromsten

Uppdragsnummer  
241042

Handläggare  
Niklas Pettersson/Anders  
Bäärnhielm

Dokumentnummer  
1.1

Datum  
2015-11-02

Senast ändrad  
2016-01-29

Revision  
A

## Dagvattenrapport

**BROMSTENSTADEN**

**KV GUNHILD 4 & 7, KV GUNHILD 5 OCH KV GUSTAV 1**

**STOCKHOLM**

Projektengagemang

Box 471 46  
100 74

Årstaängsvägen 19C  
Stockholm

[www.projektengagemang.se](http://www.projektengagemang.se)

## SAMMANFATTNING

Bromstensstaden ligger i Spånga-Tensta stadsdelsområde i Stockholm stad. Förslaget till detaljplan för kv. Gustav 1, kv. Gunhild 4, kv. Gunhild 7 och kv. Gunhild 5 innebär omvandling från befintligt industriområde till stadsbebyggelse för ca 1000 lägenheter och lokaler i bottenvåningarna samt förskola.

Genom Bromstensstaden går Bällstaån, vilket är ett vattendrag som regelbundet översvämmas. Detta gör att nivåställning av byggnader och mark måste planeras med särskild hänsyn till dämningarnivåer i Bällstaån samt i ledningsnät. Dagvattenhanteringen på kvartersmark blir också påverkad då kapaciteten i kommunalt ledningsnät i området är begränsad.

Dagvattenhanteringen kan genomföras med lokala fördröjningsanläggningar. Beroende på läge föreslås underjordiska magasin respektive översvämningsskärar där vatten kan lagras ovan mark under kortare tid.

Förutsättningar för dagvattenutredning har varit höjdsättning och ledningsdragning i Systemhandling 2012-10-04 (WSP). Flera av föreslagna anslutningspunkter i rapporten förutsätter att systemhandlingen kompletteras med dagvattenledning.

Genom föreslagna åtgärder skapas förutsättningar att minska dagvattenutflödena från kvartersmark, och för rening av dagvattnet innan det når recipienten Bällstaån.

Området ligger på gammal industrimark, och markprovtagning har påvisat halter av tung-metaller och kolväten. Marksanering bedöms nödvändig vid lägen för magasin och ledningsschakter.

Föreslagen höjdsättning av bostadsnivå inom kvartersmark skyddar privatbostäder till viss del från översvämning. Genom att möjliggöra yttlig avledning från kvartersmark och allmän mark, minskas konsekvenserna av höga nivåer i Bällstaån.

### Kv. Gunhild 4 & 7:

Översvämningssanalysen visar att planområdet klarar sig utan lokala översvämningar vid 10-årsregn. Vid ett 100-års regn riskerar parkeringsyta samt del av innergårdar i kv. Gunhild 4 & 7 att bli översvämmade.

### Kv. Gunhild 5:

Översvämningssanalysen visar att planområdet klarar sig utan lokala översvämningar vid 10-årsregn, men vid 100-års regn riskerar parkering samt del av innergårdar bli översvämmade. Inom detta område kan företrädesvis lokaler som t.ex. cykelrum och tvättstugor placeras. Avledning från kvartersmark föreslås här.

1	Bakgrund och syfte	4
2	Recipient	4
3	Geologi	5
4	Geohydrologi	5
5	Befintlig situation	6
5.1	Avvattning	6
6	Framtida situation	8
6.1	Förutsättningar	8
6.2	Kv. Gunhild 4 & 7	9
6.3	Kv. Gustav 1:1	12
6.4	Kv. Gustav 1:2	15
6.5	Kv. Gustav 1:3	17
6.6	Kv. Gunhild 5	19
6.6.1	Allmänt	19
6.6.2	Gunhild 5:1	20
6.6.3	Gunhild 5:2	20
6.6.4	Gunhild 5:3	20
7	Föroreningar	26
7.1	Markföroreningar	26
7.2	Föroreningsberäkning	26
8	Diskussion	28
8.1	Flödesbegränsning	28
8.2	100-års regn	28
8.2.1	Översvämningsområde Gunhild 4 & 7 och de norra delarna av Skogsängsvägen	31
8.2.2	Översvämningsområde södra delarna av Skogängsvägen/Södra Ågatan	31
8.3	Kompletterande beräkning i hydraulikmodell med reviderad höjdsättning	33
8.4	Resultat för 100-årsregnet	34
8.5	Kommentarer till resultaten	36
8.5.1	Översvämningsområde Gunhild 4 & 7 och norra delen av Skogsängsvägen	36
8.5.2	Översvämningsområde södra delen av Skogängsvägen/Södra Ågatan	36
8.5.3	Sammanfattning av reviderad hydraulikmodell beräkning	37
9	Begreppsförklaring för dagvattenhantering	38
10	Referenser	39
11	Bilaga 1	40
11.1	Kort om urban hydraulik och hydrologi	40
11.2	Flödeskapacitet för olika avledningskonstruktioner	41

# 1 Bakgrund och syfte

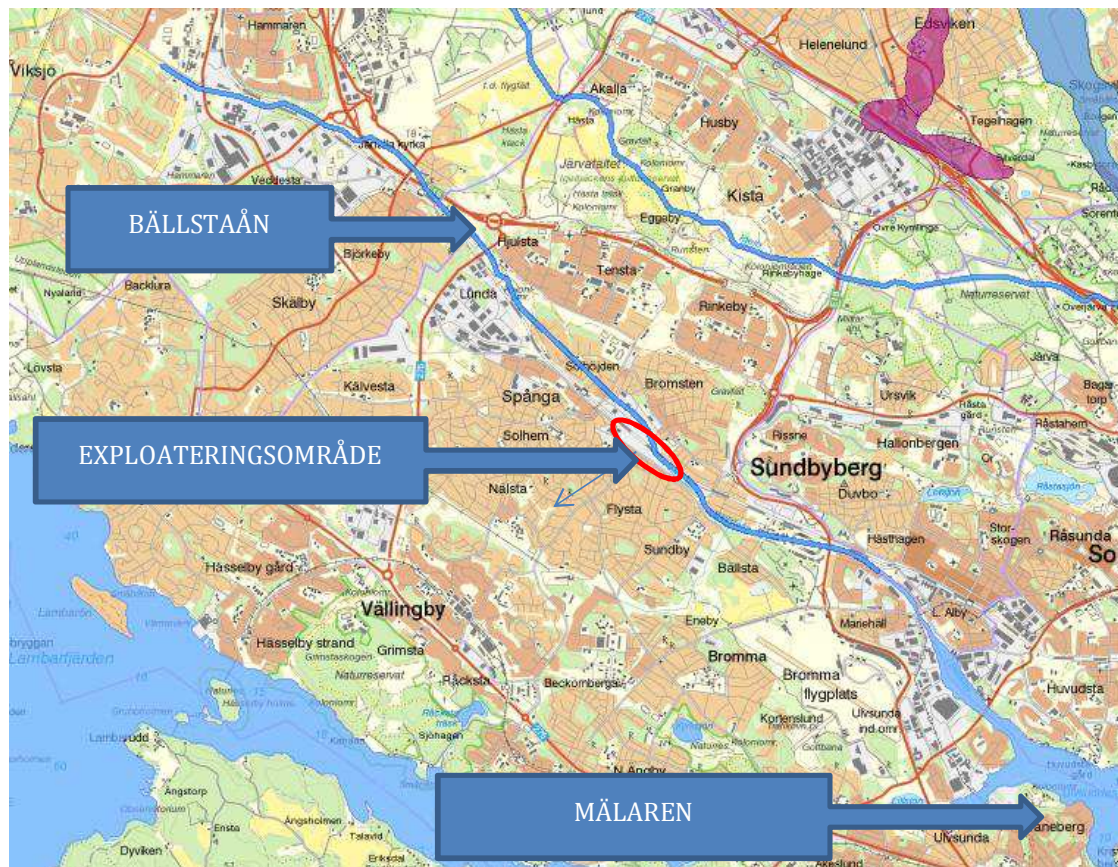
Bromstensstaden ligger i Spånga-Tensta stadsdelsområde i Stockholm stad. Förslaget till detaljplan för kv. Gustav 1, kv. Gunhild 4, kv. Gunhild 7 och kv. Gunhild 5 innebär omvandling från befintligt industriområde till stadsbebyggelse för ca 1000 lägenheter och lokaler i bottenvåningarna samt förskola.

Genom Bromstensstaden går Bällstaån, vilket är ett vattendrag som regelbundet översvämmas. Detta gör att nivåställning av byggnader och mark måste planeras med särskild hänsyn till dämningssnivaer i Bällstaån samt i ledningsnät. Dagvattenhanteringen på kvartersmark blir också påverkad då kapaciteten i kommunalt ledningsnät i området kommer vara begränsad.

Syftet med denna rapport är att beskriva konsekvensen av exploateringen på dagvattenssystem, identifiera krav samt beskriva en möjlig teknisk lösning som uppfyller kraven.

# 2 Recipient

Området ligger inom Mälarens avrinningsområde, dock inte inom vattenskyddsområdet för Östra Mälaren. Recipient för området är Bällstaån, vilken mynnar i Mälaren/ Bällstaviken, ca 4 km nedströms exploateringsområdet. Bällstaån är ett av Stockholm mest förorenade vattendrag och har problem med övergödning, miljögifter och förändrade habitat genom fysisk påverkan. Målsättningen är att Bällstaån senast 2021 ska uppnå god ekologisk status. De ämnen som särskilt måste minska är kvicksilver, benso(b)flouranten, benso(ghi)perylen, zink och ammoniak. Då syrefattiga miljöer också är ett problem i Bällstaån bör COD och BOD halter hållas till ett minimum (VISS).

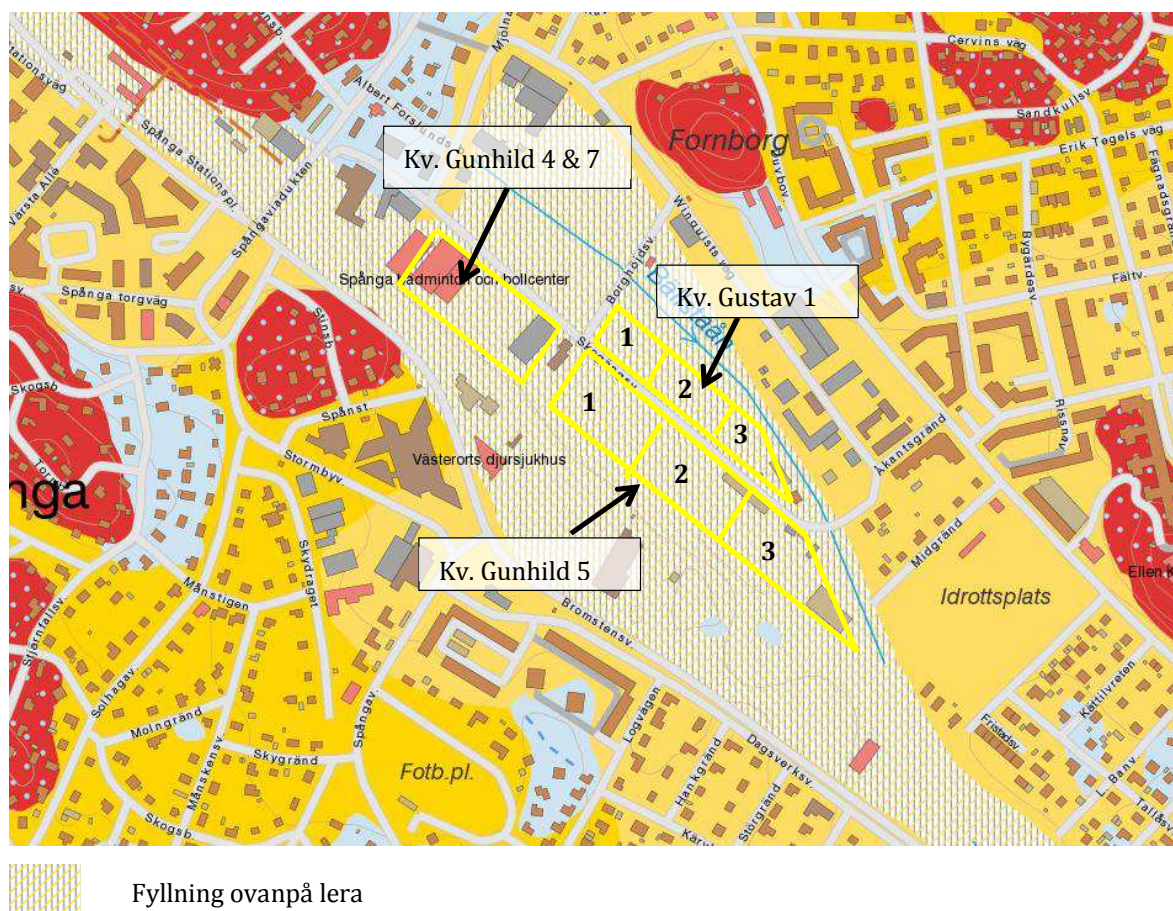


Figur 1. Översikt Bällstaån, VISS.



### 3 Geologi

Området består av fyllning ovanpå lermäktighet med varierande tjocklek.



**Figur 2** Jordartslager (SGU) med ungefärlig utbredning av exploateringsområdet.

### 4 Geohydrologi

Inom projektet har 6 grundvattenrör anlagts, nivån i grundvattenrören har vid tiden för rapporten ännu inte stabiliserat sig och nivåerna anses därför som preliminära.

Inom kvartersmarken för Gunhild 4 & 7 bedöms grundvattenytan ligga mellan +3,6 till +4,4, d.v.s. 1-1,5 m under befintlig markyta. Grundvattennivån stiger närmare spårområdet med marknivån. Fyllnadsnivå ovanför lerlagret är ca 1 m.

Inom kvartersmarken för Gustav 1 bedöms grundvattenytan ligga på ca +3,9, d.v.s. 0,7-0,5 m under befintlig markyta.

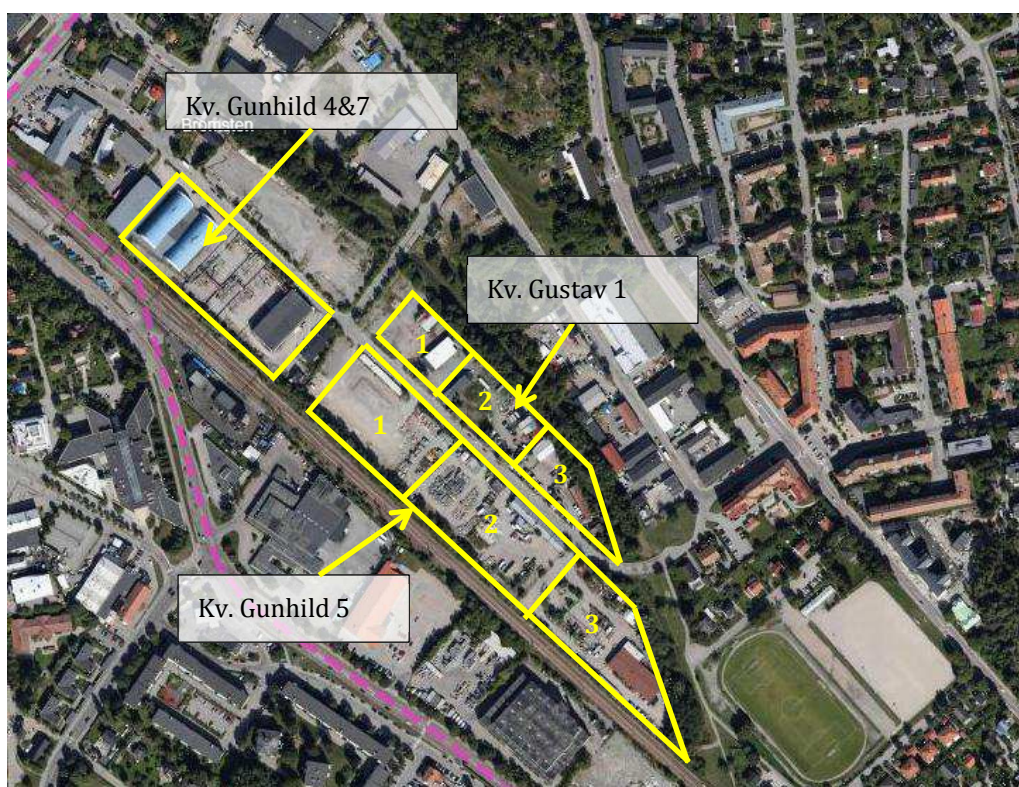
Inom kvartersmarken för Gunhild 7 bedöms grundvattenytan ligga på ca +3,9, d.v.s. 0,9-1,6 m under befintlig markyta.

## 5 Befintlig situation

### 5.1 Avvattning

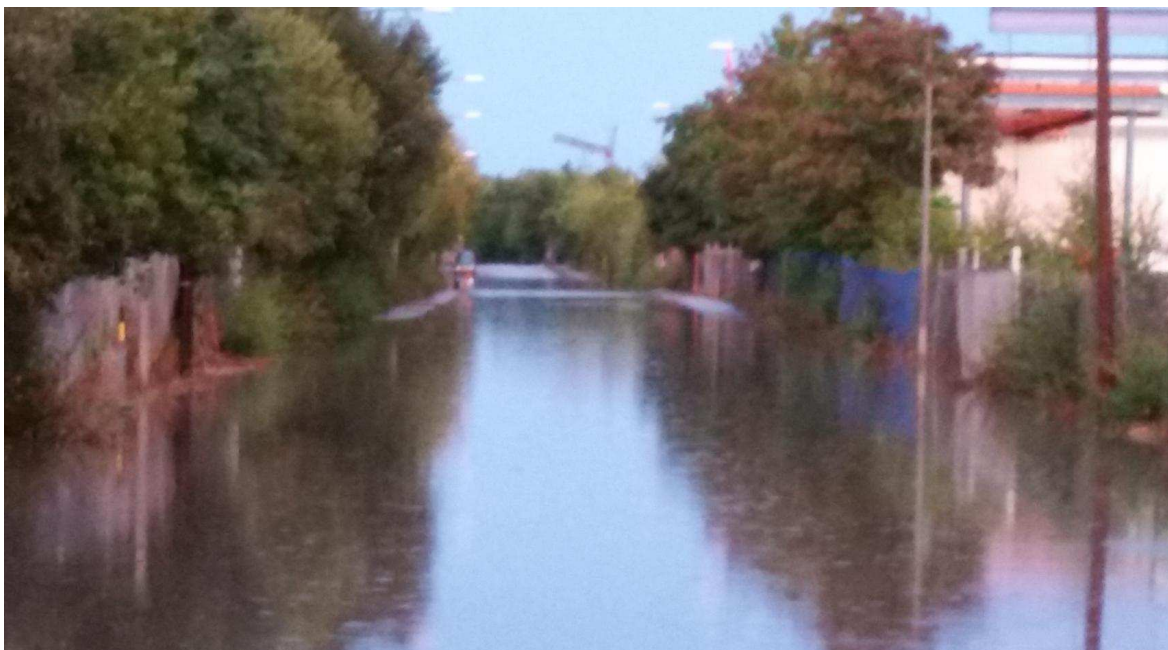
Området består av industriverksamhet med större delen hårdgjord yta. Då ytan avvattnas med ledningssystem bedöms rinntiden ligga inom 10 minuter. Avvattningen vid intensiva regn är dämnd pga. höga flöden i Bällstaån och översvämningar i området är en återkommande företeelse.

Den totala ytan i de tre kvarteren är ca 4,7 ha, motsvarande reducerad yta är 3,8 ha. Beräknat utflöde vid 10 års regn 10 minuter är 864 l/s fördelat på flera utlopp.



**Figur 3.** Utredningsområde, befintlig situation





**Figur 4.** Översvämning vid Skogängsvägen. Nederbördstillfället 2015-09-06 motsvarade ett regn med 13 års återkomsttid, (Svante Hedström).

**Tabell 1.** Flödesuppskattning befintlig situation.

Befintlig situation	Area	Red. faktor	Red. yta	Q (2år, 10min)	Q(10år, 10min)
	ha	-	ha	l/s	l/s
<u>Kv. Gunhild 4 &amp; 7</u>					
Grönyta	0,07	0,1	0,0	1	2
Takyta	0,71	0,9	0,6	85	145
Hårdgjord yta	0,71	0,8	0,6	102	129
<i>Delsumma Kv Gunhild</i>	<i>1,41</i>		<i>1,2</i>	<i>188</i>	<i>275</i>
<u>Kv Gustav 1</u>					
Grönyta	0,05	0,1	0,01	22	1
Takyta	0,33	0,9	0,28	45	63
Hårdgjord yta	0,85	0,8	0,68	124	156
<i>Delsumma Kv Gustav 1</i>	<i>1,07</i>		<i>0,83</i>	<i>165</i>	<i>190</i>
<u>Kv Gunhild 5</u>					
Grönyta	0,11	0,1	0,01	1	3
Takyta	0,96	0,9	0,79	134	179
Hårdgjord yta	1,80	0,8	1,44	261	328
<i>Delsumma Kv Gunhild 5</i>	<i>2,25</i>		<i>1,75</i>	<i>302</i>	<i>399</i>
<b>Totalsumma</b>	<b>4,72</b>		<b>3,8</b>	<b>656</b>	<b>864</b>





Punkt	Dimensionerande nivå 10-år	Dimensionerande nivå 100-år
Mjölmarstigen	+ 4,83 m	+ 5,23 m
Borghöjdsvägen	+ 4,63 m	+ 5,03 m
Skogsängsvägen	+ 4,33 m	+ 4,73 m

## 6.2 Kv. Gunhild 4 & 7

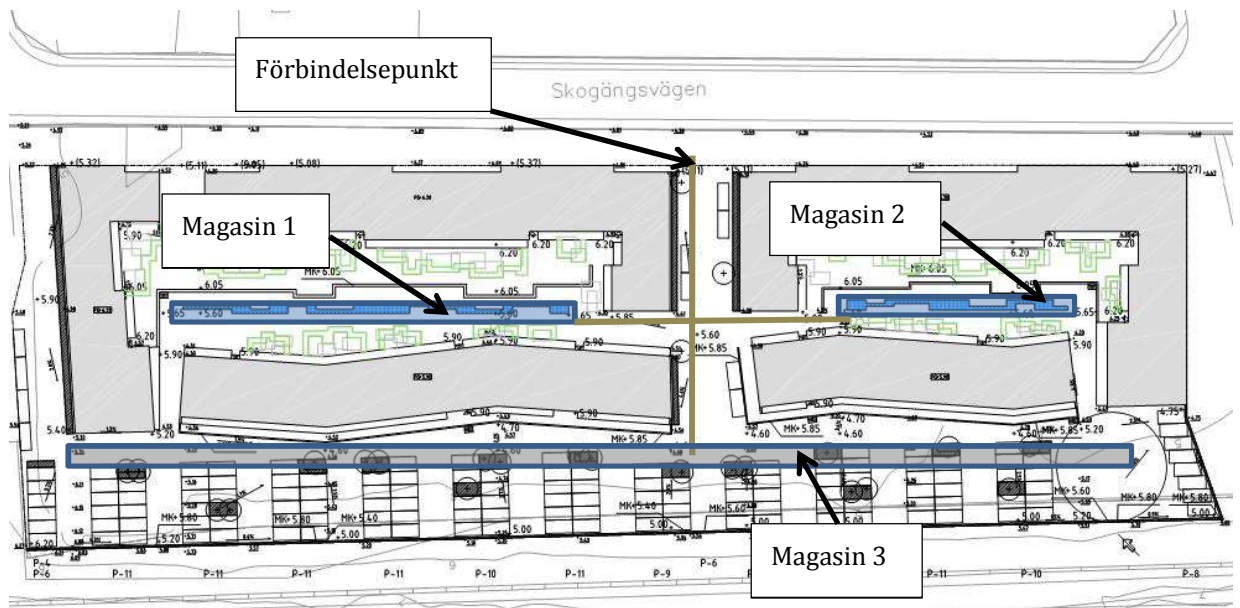
Lägsta bostadsnivå i kvarteret är +6,00 för byggnaden som ligger vid parkeringsytan. Mot Skogängsvägen är lägsta bostadsnivå + 6,20. Parkeringsytan mot spårområdet är instängt och kan översvämmas vid regn motsvarande 100 års återkomsttid (DHI).

Takvattnet leds in mot gården och samlas i ett fördröjningsmagasin per gårdsplan. Avvattnings- och takterrasser mot gatumark (Skogängsvägen) leds med stuprör ner mot mark och avslutas med utkastare. Som kompensationsåtgärd ökas kapaciteten av magasinet på innergården med motsvarande kapacitet.

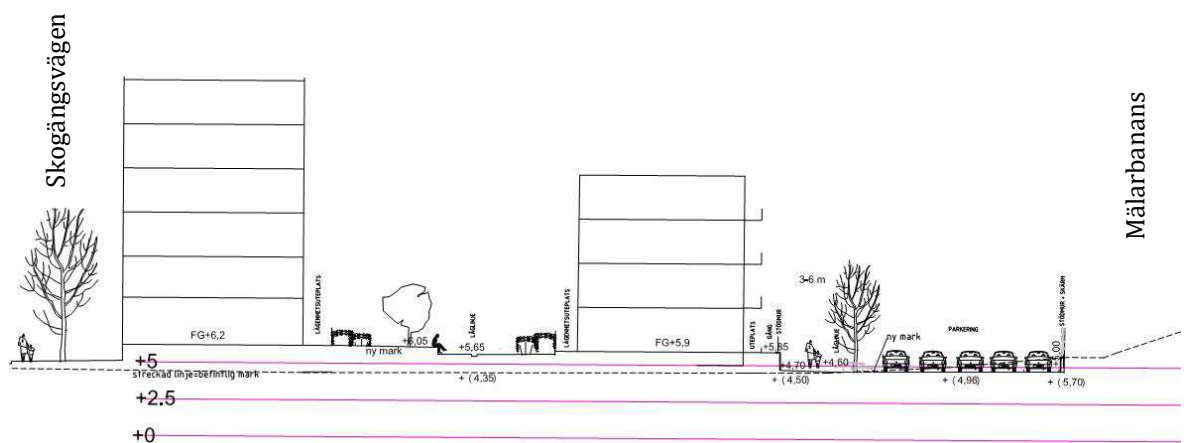
Gårdsplanen kommer vara till ca 90 % hårdgjord med en lågpunkt i mitten av gården på nivå ca +5,6. I anslutning till lågpunkten anläggs ett magasin per innergård. Magasinet kan utföras i form av ett rörmagasin vid förekomst av markföroreningar, alternativt kan ett perkolationsmagasin utföras bestående av makadam om förekomsten av markföroreningshalter är under angivna riktvärden. Bottenivån på magasinet anläggs över Bällstaåns dämningnivå på +4,2 (10 år). Grundvattennivån i området för framtida gårdsplan bedöms ligga på nivån +3,5.

Parkeringsytan kommer vara hårdgjord med trädplanteringar i skelettjord. Lågpunkten planeras i körbanan till ca +5,5. Under parkeringsytan anläggs ett fördröjningsmagasin. Magasinet kan utföras i form av ett rörmagasin vid förekomst av markföroreningar, alternativt kan ett perkolationsmagasin utföras bestående av makadam om förekomsten av markföroreningshalter är under angivna riktvärden.

Då grundvattennivån i området för framtida gårdsplan bedöms ligga på nivån +3,5 bör dräneringsnivån ej anläggas under nivå +3,6 för att undvika avsänkningar av grundvattnet i området.



Figur 7. Kv. Gunhild 4 & 7, Plan



Figur 8. Kv. Gunhild 4 & 7, Sektion

**Tabell 3.** Flödesuppskattning (inkl. klimatfaktor=1,2) för framtida situation utan fördröjningsåtgärder.

Kv. Gunhild 4&7	Area	Red. faktor	Red. yta	Q (2år, 10min)	Q (10år, 10min)
	ha	-	ha	l/s	l/s
Tak	0,28	0,9	0,25	41	69
Terrass	0,02	0,8	0,01	2	3
Innergård, hårdgjord	0,18	0,8	0,14	23	39
Innergård, grönyta	0,02	0,1	0,00	0	1
<i>Delsumma innergård 1</i>	<i>0,50</i>		<i>0,41</i>	<i>66</i>	<i>112</i>
Tak	0,21	0,9	0,19	31	53
Terrass	0,02	0,8	0,01	2	3
Innergård, hårdgjord	0,11	0,8	0,09	14	24
Innergård, grönyta	0,01	0,1	0,00	0	0
<i>Delsumma innergård 2</i>	<i>0,35</i>		<i>0,30</i>	<i>48</i>	<i>81</i>
Parkering	0,48	0,8	0,39	62	105
Kvartersgata	0,08	0,8	0,06	10	17
<i>Delsumma magasin parkering</i>	<i>0,56</i>		<i>0,45</i>	<i>72</i>	<i>122</i>
<b>Summa</b>	<b>1,41</b>		<b>1,15</b>	<b>186</b>	<b>316</b>

**Tabell 4.** Magasin 1, föreslagen fördröjningsåtgärd med krossmagasin under hårdgjord yta i innergård

Reducerad area	0,41	ha
Avtappning:	20	l/s,ha
Tillåtet utflöde:	8,2	l/s
Erfordelig magasinsvolym:	65	m <sup>3</sup>
Erfordelig magasinsvolym inkl klimatfaktor 1,2:	78	m <sup>3</sup>
Längd	65	m
Bredd	5,0	m
Djup	0,8	m
Porvolym	30	%
Volym	260	m <sup>3</sup>



**Tabell 5.** Magasin 2, föreslagen fördröjningsåtgärd med krossmagasin under hårdgjord yta i innergård

Reducerad area	0,30	Ha
Avtappning:	20	l/s,ha
Tillåtet utflöde:	5,9	l/s
Erfordelig magasinsvolym:	48	m <sup>3</sup>
Erfordelig magasinsvolym inkl klimatfaktor 1,2:	58	m <sup>3</sup>
Längd	48	m
Bredd	5,0	m
Djup	0,8	m
Porvolym	30	%
Volym	193	m <sup>3</sup>

**Tabell 6.** Magasin 3, föreslagen fördröjningsåtgärd med krossmagasin under hårdgjord yta

Reducerad area	0,45	ha
Avtappning:	20	l/s,ha
Tillåtet utflöde:	8,9	l/s
Erfordelig magasinsvolym:	72	m <sup>3</sup>
Erfordelig magasinsvolym inkl klimatfaktor 1,2:	86	m <sup>3</sup>
Längd	191	m
Bredd	5,0	m
Djup	0,3	m
Porvolym	30	%
Volym	287	m <sup>3</sup>

### 6.3 Kv. Gustav 1:1

Lägsta bostadsnivå är planerad till en nivå på +6,30. Entréer och lokaler i bottenplanet ligger som lägst på +5,20. I översvämninganalysen av intilliggande gator visas inte risk för översvämning vid 100-årsregn.

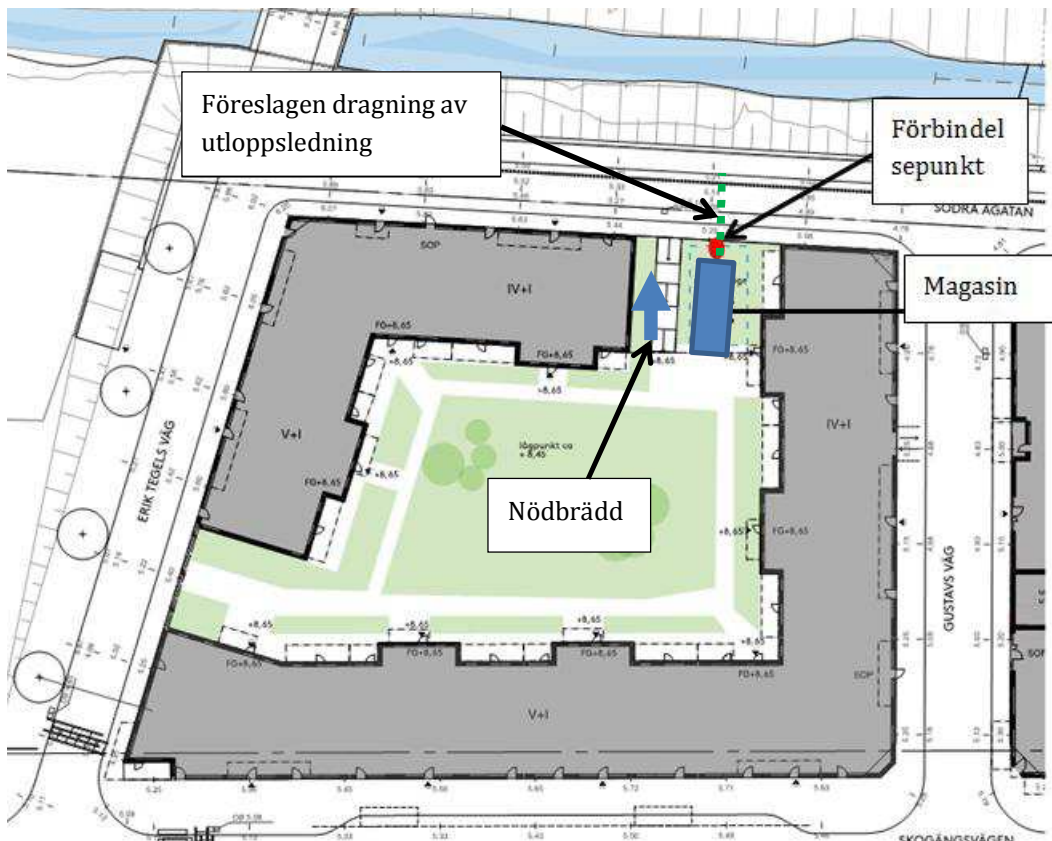
Takvattnet leds in mot gården och samlas i ett magasin för fördröjning. Avvattningsavtakterrasser mot gatemark leds med stuprör ner mot mark och avslutas med utkastare. Som kompensationsåtgärd ökas kapaciteten av magasinet på innergården med motsvarande kapacitet.

Under innergården kommer ett parkeringsgarage att anläggas i nivå med befintlig mark, ca +5,2. Ovanpå konstruktionen kommer en gårdsplan anläggas på en nivå på ca +8,9. Gårdsplanen kommer till ca 70 % vara belagd med växtjord och beräknas där ur avrinningssynpunkt som grönyta.

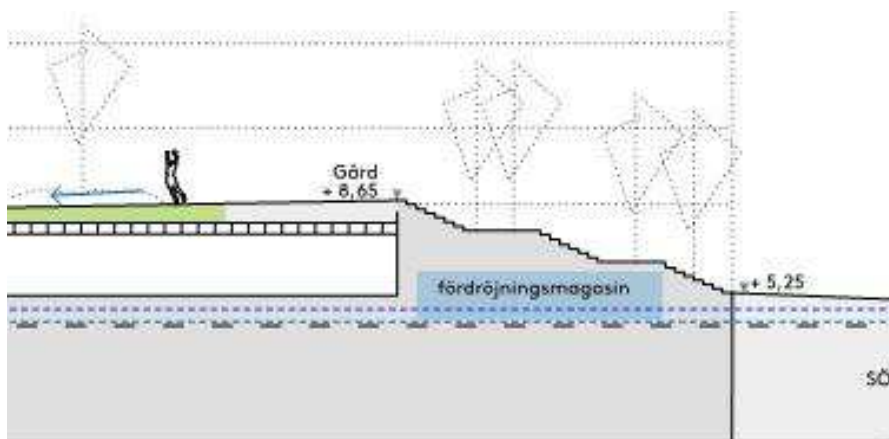
Magasinet kan utföras i form av täta rörmagasin eller dagvattenkassetter med tätskikt vid förbindelsepunkten enligt figur 5. Bottennivån på magasinet bör anläggas över Bällstaåns dämningnivå på +4,6 (100 år). Ett krav är att bottenytan inte ligger lägre än Bällstaåns dämningnivå vid 10 år; +4,2 m. Grundvattennivån i området bedöms till en nivå på ca +3,9.

Med ett utflöde begränsat till 5,5 l/s krävs en effektiv magasinsvolym på 45 m<sup>3</sup> för att uppfylla Stockholm vattens krav.

Vid projektering av servisanslutning i gatumark rekommenderas utlopp direkt till Bällstaån, dels för att minska belastning på det allmänna nätet, men även för att korta ned ledningslängden på dagvattennätet.



Figur 9. Kv. Gustav 1:1



Figur 10. Sektion över placering av fördröjningsmagasin i kv. Gustav 1:1

**Tabell 7.** Flödesuppskattning (inkl. klimatfaktor=1,2) för framtida situation utan fördröjningsåtgärder.

	Area (ha)	Red. faktor	Red. yta (ha)	Q (2år, 10min)	Q(10år, 10min)
<b>Tak</b>	0,23	0,9	0,21	33	57
<b>Terrass</b>	0,02	0,8	0,01	2	3
<b>Innergård, hårdgjord</b>	0,05	0,8	0,04	7	12
<b>Innergård, grönyta</b>	0,12	0,1	0,01	2	3
<b>Summa</b>	<b>0,42</b>		<b>0,28</b>	<b>44</b>	<b>75</b>

**Tabell 8.** Föreslagen fördröjningsåtgärd med kassettmagasin

Red. Yta (ha)	0,28	ha
Avtappning:	20	l/s,ha
Tillåtet utflöde:	5,5	l/s
Erfordelig magasinsvolym:	45	m <sup>3</sup>
Erfordelig magasinsvolym inkl klimatfaktor 1,2:	54	m <sup>3</sup>
Längd	9	m
Bredd	5	m
Djup	1,2	m
Porvolym	95	%
Volym	57	m <sup>3</sup>



## 6.4 Kv. Gustav 1:2

Lägsta bostadsnivå är planerad till en nivå på +6,30. Entréer och lokaler i bottenplanet ligger som lägst på +4,90 vid Skogängsvägen. Vid innergården är lägsta entrenivå är +5,20. I översvämningsanalysen av intilliggande gator visas risk för översvämning vid 100-årsregn i Skogängsvägen lägst liggande delar till nivå +5,6. De entréer som ligger i anslutning vid dessa partier riskerar därmed att översvämmas.

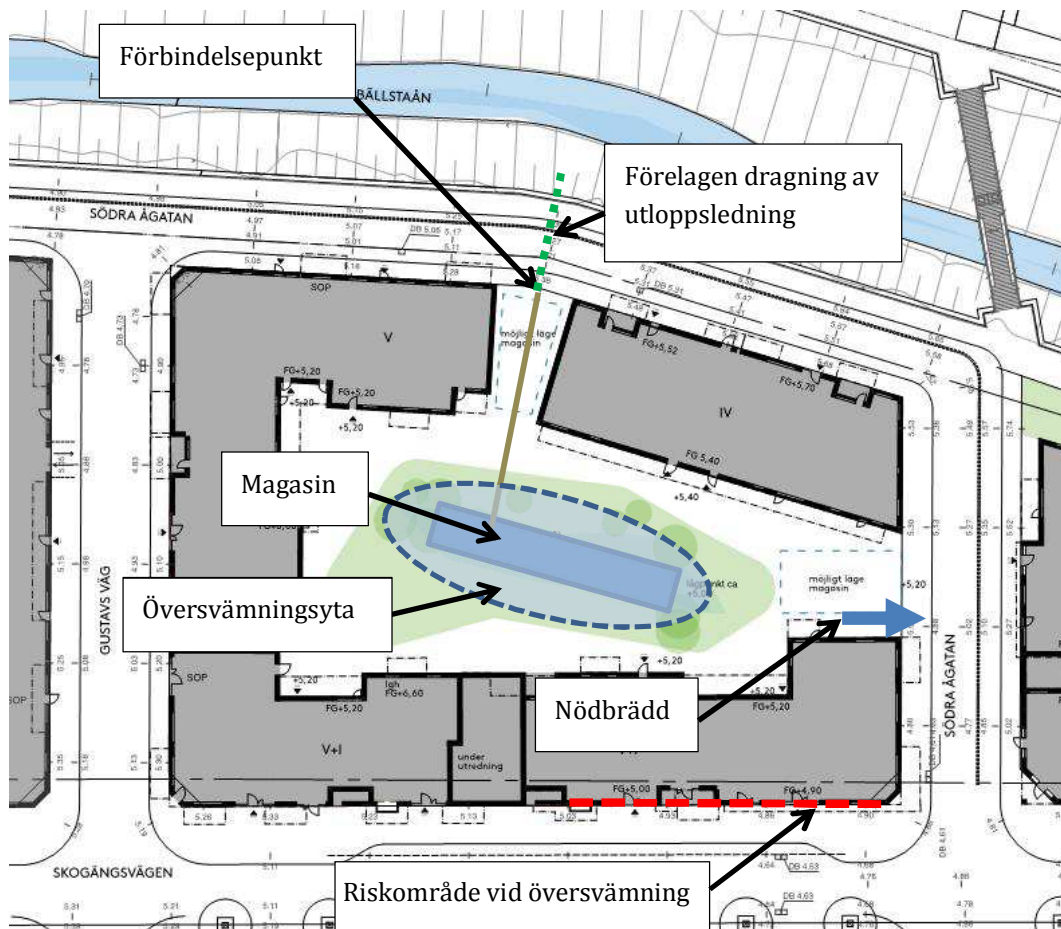
Ytan på Kv. Gustav 1:2 innergård planeras till en lägsta nivå på +5,00. I mitten av gården anläggs en grönyta med karaktär "regn-trädgård" i lågpunkterna. I området anläggs ett fördröjningsmagasin. Grönytan ska kunna tåla översvämnningar till en viss nivå, så kallad trög avrinning. Takvattnet leds in mot gården och mot grönytan på ytan i rännदार.

Det kan utföras som ett rörmagasin vid förekomst av markföroreningar. Alternativt kan ett fördröjningsmagasin utformat som ett perkolationsmagasin bestående av makadam utföras om förekomsten markföroreningshalter är under angivna riktvärden. Bottennivån på magasinet ska anläggas över Bällstaåns dämningnivå på +4,2 (10 år). Emellertid förutsätter det en översvämningsyta, vilket måste planeras i samråd med landskapsingenjör. I dagvattenutredningen föreslås därför ett magasin under mark, vilket inte är lika beroende av samordning. Båda alternativen bedöms som möjliga. Grundvattennivån i området bedöms till ca +3.9.

Med ett utflöde begränsat till 5,3 l/s krävs en effektiv magasinvolym på 43 m<sup>3</sup> för att uppfylla Stockholm vattens krav.

Avvattning av takterrasser mot gatumark leds med stuprör ner mot gatumark och avslutas med utkastare. Som kompensationsåtgärd ökas kapaciteten av magasinet på innergården med motsvarande kapacitet.

Vid projektering av servisanslutning i gatumark rekommenderas utlopp direkt till Bällstaån, dels för att minska belastning på det allmänna nätet, men även för att korta ledningslängd på dagvattennätet.



Figur 11. Kv. Gustav 1:2

Tabell 9. Flödesuppskattning (inkl. klimatfaktor=1,2) för framtida situation utan fördröjningsåtgärder.

	Area (ha)	Red. faktor	Red. yta (ha)	Q (2år, 10min)	Q (10år, 10min)
Tak	0,22	0,9	0,20	32	55
Terrass	0,02	0,8	0,01	2	3
Innergård, hårdgjord	0,06	0,8	0,05	8	13
Innergård, grönyta	0,09	0,1	0,01	1	2
<b>Summa</b>	<b>0,38</b>		<b>0,27</b>	<b>43</b>	<b>73</b>

**Tabell 10.** Föreslagen fördröjningsåtgärd med kassettmagasin

Red. Yta (ha)	0,27	ha
Avtappning:	20	l/s,ha
Tillåtet utflöde:	5,3	l/s
Erfordelig magasinsvolym:	43	m <sup>3</sup>
Erfordelig magasinsvolym inkl klimatfaktor 1,2:	52	m <sup>3</sup>
Längd	43	m
Bredd	2	m
Djup	0,6	m
Porvolym	95	%
Volym	55	m <sup>3</sup>

## 6.5 Kv. Gustav 1:3

Lägsta bostadsnivå i kvarteret är +6,30.

Ytan på Kv. Gustav 1:3 innergård planeras till en lägsta nivå på +5,00. Mot slänten från gång och cykelvägen anläggs en grönyta med karaktär "regn-trädgård". I området anläggs ett fördröjningsmagasin. Grönytan ska kunna tåla översvämningar till en viss nivå, så kallad trög avrinning. Takvattnet leds in mot gården och grönytan med dess rännalar.

Det kan utföras som ett rörmagasin vid förekomst av markföroreningar. Alternativt kan ett fördröjningsmagasin utformat som ett perkolationsmagasin bestående av makadam utföras om förekomsten markföroreningshalter är under angivna riktvärden. Bottennivån på magasinet ska anläggas över Bällstaåns dämningnivå på +4,2 (10 år). Med ett utflöde begränsat till 3,1 l/s krävs en effektiv magasinsvolym på 45 m<sup>3</sup> för att uppfylla Stockholm vattens krav. Grundvattennivån i området bedöms till ca +3.9.

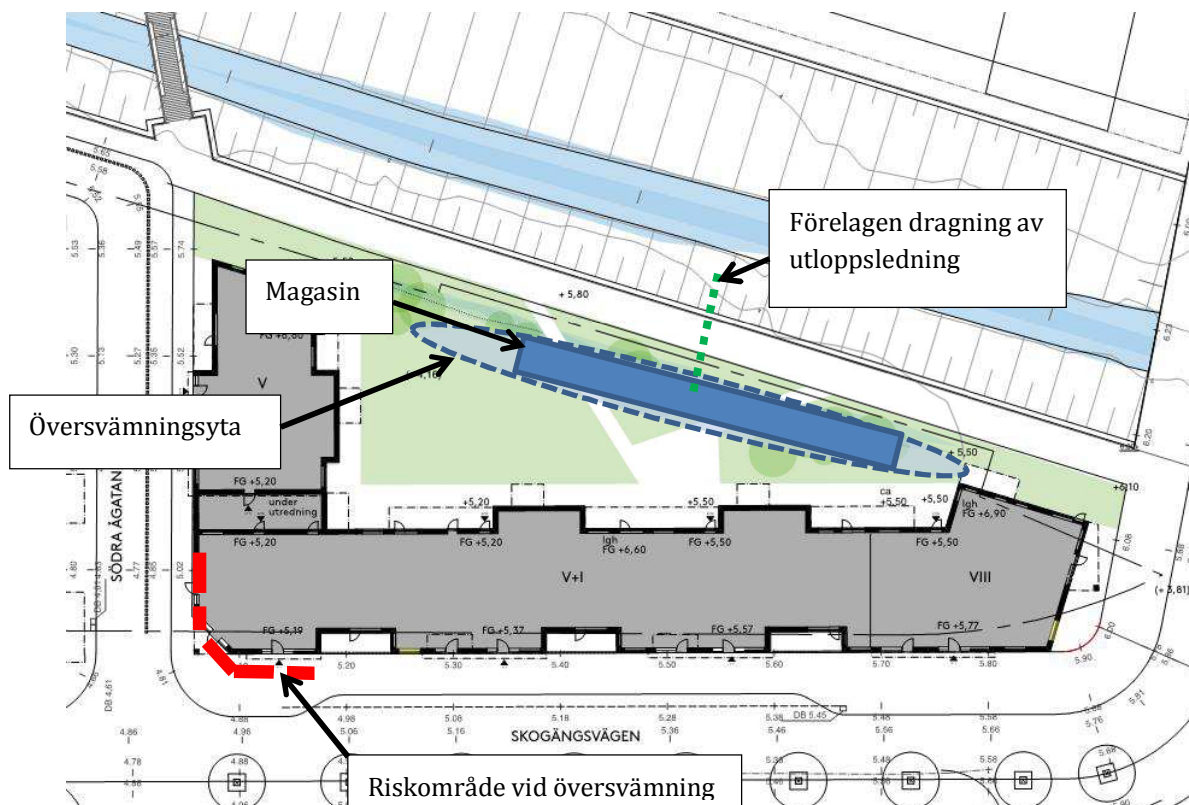
Avvattning av takterrasser mot gatumark leds med stuprör ner mot gatumark och avslutas med utkastare. Som kompensationsåtgärd ökas kapaciteten av magasinet på innergården med motsvarande kapacitet.

Vid projektering av servisanslutning i gatumark rekommenderas utlopp direkt till Bällstaån, dels för att minska belastning på det allmänna nätet, men även för att korta ledningslängd på dagvattennätet.

Dagvatten från innergården kommer ej kunna avledas på ytan och innergården kategoriseras som instängt område. Det innebär att utloppsledningarna är extra känsliga för t ex igensättning. Hänsyn till det ska tas i projekteringen. En lösning är att ha dubbla utlopp, vars funktion är oberoende av varandra.

Lägsta bostadsnivå är planerad till en nivå av +6,30. Entréer och lokaler i bottenplanet ligger som lägst +5,50 mot innergården. De entréer som ligger i anslutning vid dessa partier riskerar därmed att sättas under vatten om vattennivån på innergården stiger över denna nivå.





Figur 12. Kv. Gustav 1:3

Tabell 11. Flödesuppskattning (inkl. klimatfaktor=1,2) för framtida situation utan fördröjningsåtgärder.

	Area (ha)	Red. faktor	Red. yta (ha)	Q (2år, 10min)	Q(10år, 10min)
Tak	0,13	0,9	0,12	19	32
Terrass	0,02	0,8	0,01	2	3
Innergård, hårdgjord	0,02	0,8	0,02	3	5
Innergård, grönyta	0,09	0,1	0,01	1	3
<b>Summa</b>	<b>0,26</b>		<b>0,16</b>	<b>25</b>	<b>43</b>

Tabell 12. Förelagen fördröjningsåtgärd med krossmagasin i grönyta.

Red. Yta (ha)	0,16	ha
Avtappning:	20	l/s,ha
Tillåtet utflöde:	3,1	l/s
Erfordelig magasinsvolym:	25	m <sup>3</sup>
Erfordelig magasinsvolym inkl klimatfaktor 1,2:	30	m <sup>3</sup>
Längd	42	m
Bredd	6	m
Djup	0,4	m
Porvolym	30	%
Volym	100	m <sup>3</sup>

## 6.6 Kv. Gunhild 5

### 6.6.1 Allmänt

Området ligger mellan Skogängsvägen och Mälarbanans spårrområde från i syd. Innergårdarna består till större del av grönyta med en lågpunkt/svacka i mitten. Under lågzonen anläggs en översvämningsyta. Översvämningsytan planeras som en "regn-trädgård" med fuktälskande växter. Alternativt kan magasin anläggas som ytor täckta med kross material.

Taken lutar in mot innergården och utloppet från stuprören leds på ytan med rännदार mot lågpunkten i mitten av gården.

Parkeringsytan kommer bestå av hårdgjord yta, med trädplanteringar. Parallellt med huskropparna under parkeringsytan anläggs ett rörmagasin vid förekomst av markföroreningar. Alternativt kan ett fördröjningsmagasin utformat som ett perkolationsmagasin bestående av makadam utföras om förekomsten markföroreningshalter är under angivna riktvärden..

I korsningen Skogängsvägen/Gustavsväg finns ett område som är instängt och där dämningnivå i ledningsnätet kan överstiga markytan vid regn större än 10 år. Entréer som ligger under en nivå kring +5,2 riskerar att översvämmas vid 100-årsregn.

För att minska påverkan vid stora regn där ledningsnätet överlastas har ytan höjdsatts så att gatudagvattnet kan brädda ut genom innergårdarna, se figur 12.



**Figur 13.** Exempel på ytlig dagvattenavledning från Augustenborg, Malmö som kan tillämpas i Kv. Gunhild 5.

### 6.6.2 Gunhild 5:1

Lägsta bostadsnivå i kvarteret är +6,30.

Den planerade markytan på parkeringen är satt på en nivå som varierar mellan +5,60 till +5,45. Då botten på magasinet bör ligga över dämningnivån för 10 år + 4,20, blir tillgängligt magasinsutrymme ca 0,5 m, med en täckning för hårdgjord yta på 0,4 m. Grundvattennivån i området ligger på +3,90.

Innergårdens hårdgjorda yta är planerad för en nivå på +5,15 till +5,60. Grönområde utformas som ett beväxt flackt dike i nivå +4,90 till +4,75 med lutning mot Bällstaån. Bräddfunktion säkras med anslutning med ledningar till Gunhild 5:2.

Bräddfunktion säkras med anslutning med ledningar till intilliggande magasin.

Vid läget för förbindelsepunkt 1 saknas ledningar Systemhandlingen. Föreslagen lösning är en tillkommande servisledning i Gustavs väg mot Bällstaån.

### 6.6.3 Gunhild 5:2

Lägsta bostadsnivå i kvarteret är +6,30.

Den planerade markytan på parkeringen är satt på en nivå som varierar mellan +5,55 till +5,15. Då botten på magasinet bör ligga över dämningnivån för 10 år + 4,20, blir tillgängligt magasinsutrymme ca 0,5 m, med en täckning för hårdgjord yta på 0,4 m. Grundvatten ligger i området på +3,90. Bräddfunktion säkras med anslutning med ledningar till intilliggande magasin.

Innergårdens hårdgjorda yta är planerad för en nivå på +5,05 till +5,60. Grönområde utformas som ett beväxt flackt dike i nivå +4,75 till +4,58 med lutning mot Bällstaån. Magasinet kan utformas som ett Q-bicmagasin i nivå med dikesbotten. Bräddledning från Gunhild 5:1 ansluts. Bräddfunktion säkras med anslutning med ledningar till Gunhild 5:3.

Vid läget för förbindelsepunkt 2 ansluts till dagvattenledning i Skoghöjdsvägen föreslagen i systemhandling.

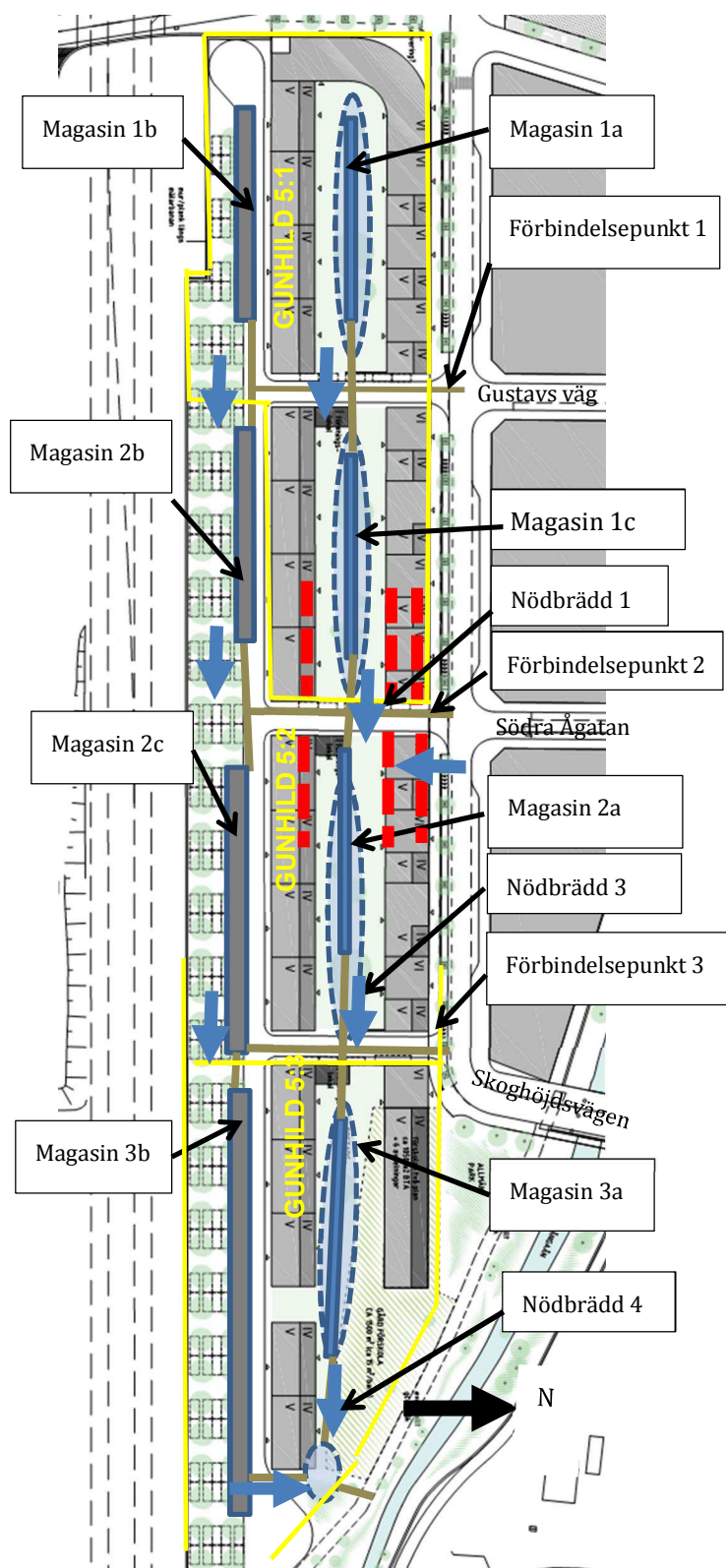
### 6.6.4 Gunhild 5:3

Lägsta bostadsnivå i kvarteret är +6,30.

Den planerade markytan på parkeringen varierar mellan +5,30 till +4,60. Då botten på magasinet bör ligga över dämningnivån för 10 år + 4,20, blir tillgängligt magasinsutrymme ca 0,3 m, med en täckning för hårdgjord yta på 0,4 m. Grundvattennivån i området ligger på +3,90. Bräddfunktion säkras med utlopp till Bällstaån.

Innergårdens hårdgjorda yta är planerad för en nivå på +5,05 – +5,27. Grönområde utformas som ett beväxt flackt dike i nivå +4,30 till +4,10 med lutning mot Bällstaån. Magasinet kan utformas som ett kassetmagasin i nivå med dikesbotten. Bräddledning från Gunhild 5:1 ansluts. Bräddledning från Gunhild 5:3 ansluts.

Vid läget för förbindelsepunkt 1 saknas ledningar Systemhandlingen. Föreslagen lösning är en servisledning i Gustavsväg mot Bällstaån.



Figur 14. Kv. Gunhild 5, avvattningsplan

#### Kv. Gunhild 5

Syftet med det föreslagna systemet är att låta de olika fördröjningsanläggningarna vara anslutna tillvarandra med bräddledningar. Därmed minskas risken för instängda områden och kapaciteten i magasinerna utnyttjas bättre.

Bräddutlopp 4 till Ballstaån, längst i öster, gör att systemet klarar att leda ut vatten i nivå med markytan, även om ledningssystemet i Skoghöjdvägen står dämt.

Det är framförallt ett skydd mot översvämningssonen vid förbindelsepunkt 2.

#### Avrinningsområde Gunhild 5:1

Magasin 1 b= 41 m<sup>3</sup>

Magasin 1a=35 m<sup>3</sup>

Magasin 1c=29 m<sup>3</sup>

Förbindelsepunkt 1

Q<sub>dim,ored</sub>=120 l/s, Q<sub>dim,red</sub>=13 l/s

#### Avrinningsområde Gunhild 5:2

Magasin 2 a= 30 m<sup>3</sup>

Magasin 2 b=25 m<sup>3</sup>

Magasin 2 c=29 m<sup>3</sup>

Förbindelsepunkt 2

Q<sub>dim,ored</sub>=148 l/s, Q<sub>dim,ored</sub>=11 l/s

#### Avrinningsområde Gunhild 5:3

Magasin 3 a= 27 m<sup>3</sup>

Magasin 3b=45 m<sup>3</sup>

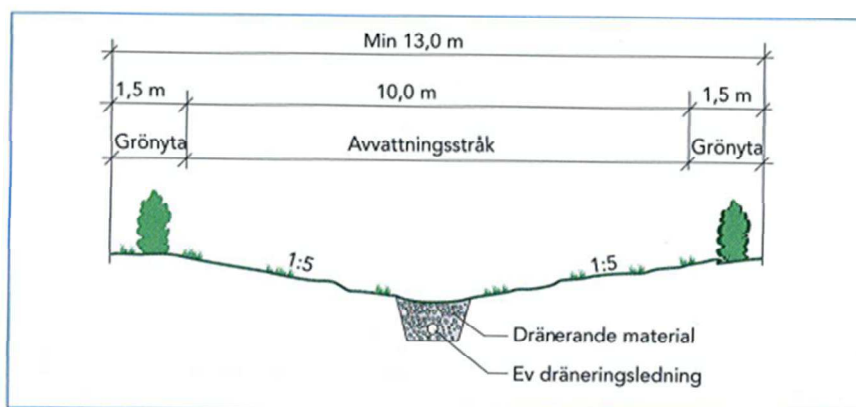
Förbindelsepunkt 3

Q<sub>dim,ored</sub>=150 l/s, Q<sub>dim,ored</sub>=11 l/s



**Tabell 13.** Gunhild 5:1. Flödesuppskattning (inkl. klimatfaktor=1,2) för framtida situation utan fördröjningsåtgärder.

	Area (ha)	Red. faktor	Red. yta (ha)	Q (2år, 10min)	Q(10år, 10min)
Tak	0,23	0,9	0,20	33	56
Innergård, hårdgjord	0,06	0,8	0,05	8	13
Innergård, grönyta	0,07	0,1	0,01	1	2
<i>Delsumma magasin innergård 1a</i>	<i>0,35</i>		<i>0,26</i>	<i>42</i>	<i>71</i>
Tak	0,18	0,9	0,16	26	44
Innergård, hårdgjord	0,07	0,8	0,05	8	14
Innergård, grönyta	0,08	0,1	0,01	1	2
<i>Delsumma magasin innergård 1 c</i>	<i>0,32</i>		<i>0,22</i>	<i>35</i>	<i>60</i>
Parkering	0,19	0,8	0,15	24	41
Kvartersgata	0,04	0,8	0,03	5	8
<i>Delsumma magasin parkering 1b</i>	<i>0,22</i>		<i>0,18</i>	<i>29</i>	<i>49</i>
<b>Summa</b>	<b>0,58</b>		<b>0,44</b>	<b>70</b>	<b>120</b>



**Figur 15.** Principsektion för ett brett avvattningsstråk med hög flödeskapacitet som kan appliceras på Gunhild 5, (P105, Svenskt Vatten).

**Tabell 14.** Föreslagen fördröjningsåtgärd för Magasin 1a (Innergård) med kassetmagasin

Red. Yta (ha)	0,26	ha
Avtappning:	20	l/s,ha
Tillåtet utflöde:	5,2	l/s
Erfordelig magasinvolym:	41	m <sup>3</sup>
Erfordelig magasinvolym inkl klimatfaktor 1,2:	49	m <sup>3</sup>
Längd	55	m
Bredd	1,5	m
Djup	0,6	m
Porvolym	95	%
Volym	52	m <sup>3</sup>

**Tabell 15.** Föreslagen fördröjningsåtgärd för Magasin 1c (Innergård) med kassetmagasin

Red. Yta (ha)	0,22	ha
Avtappning:	20	l/s,ha
Tillåtet utflöde:	4,4	l/s
Erfordelig magasinsvolym:	35	m <sup>3</sup>
Erfordelig magasinsvolym inkl klimatfaktor 1,2:	42	m <sup>3</sup>
Längd	70	m
Bredd	1,0	m
Djup	0,6	m
Porvolym	95	%
Volym	44	m <sup>3</sup>

**Tabell 16.** Föreslagen fördröjningsåtgärd med krossmagasin i parkeringsyta, Magasin 1 b

Red. Yta (ha)	0,18	ha
Avtappning:	20	l/s,ha
Tillåtet utflöde:	3,6	l/s
Erfordelig magasinsvolym:	29	m <sup>3</sup>
Erfordelig magasinsvolym inkl klimatfaktor 1,2:	35	m <sup>3</sup>
Längd	77	m
Bredd	5	m
Djup	0,3	m
Porvolym	30	%
Volym	117	m <sup>3</sup>

**Tabell 17.** Gunhild 5:2 Flödesuppskattning (inkl. klimatfaktor=1,2) för framtida situation utan fördröjningsåtgärder.

	Area (ha)	Red. faktor	Red. yta (ha)	Q (2år, 10min)	Q(10år, 10min)
Tak	0,18	0,9	0,16	26	44
Innergård, hårdgjord	0,06	0,8	0,05	8	13
Innergård, grönyta	0,07	0,1	0,01	1	2
<i>Delsumma magasin 2a</i>	<i>0,30</i>		<i>0,21</i>	<i>35</i>	<i>59</i>
Parkering	0,19	0,8	0,15	24	41
Kvartersgata	0,02	0,8	0,01	2	4
<i>Delsumma magasin 2b</i>	<i>0,20</i>		<i>0,16</i>	<i>26</i>	<i>45</i>
Parkering	0,19	0,8	0,15	24	41
Kvartersgata	0,02	0,8	0,01	2	4
<i>Delsumma parkering 2c</i>	<i>0,20</i>		<i>0,16</i>	<i>26</i>	<i>45</i>
<b>Summa</b>	<b>0,71</b>		<b>0,54</b>	<b>87</b>	<b>148</b>

**Tabell 18.** Föreslagen fördröjningsåtgärd för Magasin 2a (Innergård) med kassetmagasin

Reducerad area	0,2	ha
Avtappning:	20,0	l/s,ha
Tillåtet utflöde:	4,3	l/s
Erfordelig magasinsvolym:	33,0	m <sup>3</sup>
Erfordelig magasinsvolym inkl klimatfaktor 1,2:	40	m <sup>3</sup>
Längd	53,0	m
Bredd	1,0	m
Djup	0,6	m
Porvolym	95	%
Volym	42	m <sup>3</sup>

**Tabell 19.** Föreslagen fördröjningsåtgärd med krossmagasin i parkeringsyta, Magasin 2b.

Reducerad area	0,16	ha
Avtappning:	20	l/s,ha
Tillåtet utflöde:	3,3	l/s
Erfordelig magasinsvolym:	25	m <sup>3</sup>
Erfordelig magasinsvolym inkl klimatfaktor 1,2:	30	m <sup>3</sup>
Längd	67	m
Bredd	5,0	m
Djup	0,3	m
Porvolym	30	%
Volym	100	m <sup>3</sup>

**Tabell 20.** Föreslagen fördröjningsåtgärd med krossmagasin i parkeringsyta, Magasin 2c.

Reducerad area	0,16	ha
Avtappning:	20	l/s,ha
Tillåtet utflöde:	3,3	l/s
Erfordelig magasinsvolym:	29	m <sup>3</sup>
Erfordelig magasinsvolym inkl klimatfaktor 1,2:	35	m <sup>3</sup>
Längd	78	m
Bredd	5	m
Djup	0,3	m
Porvolym	30	%
Volym	117	m <sup>3</sup>

**Tabell 21.** Gunhild 5:3. Flödesuppskattning (inkl. klimatfaktor=1,2) för framtida situation utan fördröjningsåtgärder.

	Area (ha)	Red. faktor	Red. yta (ha)	Q (2år, 10min)	Q(10år, 10min)
Tak	0,19	0,9	0,17	27	46
Innergård, hårdgjord	0,08	0,8	0,07	11	18
Innergård, grönyta	0,34	0,1	0,03	5	9
<i>Delsumma magasin 3a</i>	<i>0,60</i>		<i>0,27</i>	<i>43</i>	<i>73</i>
Parkering	0,32	0,8	0,25	41	70
Kvartersgata	0,03	0,8	0,03	4	8
<i>Delsumma magasin 3b</i>	<i>0,35</i>		<i>0,28</i>	<i>45</i>	<i>77</i>
<b>Summa</b>	<b>0,96</b>		<b>0,55</b>	<b>88</b>	<b>150</b>

**Tabell 22.** Föreslagen fördröjningsåtgärd för magasin 3a med krossmagasin i innergård

Reducerad area	0,27	ha
Avtappning:	20,0	l/s,ha
Tillåtet utflöde:	5,4	l/s
Erfordelig magasinvolym:	27	m <sup>3</sup>
Erfordelig magasinvolym inkl klimatfaktor 1,2:	32	m <sup>3</sup>
Längd	105	m
Bredd	2	m
Djup	0,5	m
Porvolym	30	%
Volym	107	m <sup>3</sup>

**Tabell 23.** Föreslagen fördröjningsåtgärd för magasin 3b med krossmagasin i parkeringsyta

Reducerad area	0,28	ha
Avtappning:	20,0	l/s,ha
Tillåtet utflöde:	5,6	l/s
Erfordelig magasinvolym:	45	m <sup>3</sup>
Erfordelig magasinvolym inkl klimatfaktor 1,2:	54	
Längd	120	m
Bredd	5	m
Djup	0,3	m
Porvolym	30	%
Volym	180	m <sup>3</sup>

## 7 Föroreningar

Recipient för området är Bällstaån, vilken mynnar i Mälaren, Bällstaviken ca 4 km nedströms. Bällstaån är ett förorenat vattendrag med problem med övergödning, miljögifter och förändrade habitat genom fysisk påverkan.

Målsättningen är att Bällstaån senast 2021 ska uppnå god ekologisk status.

De ämnen som särskilt måste minska från ytvattnet är kvicksilver, benso(b)flouranten, benso(ghi)perylene, zink och ammoniak. Då syrefattiga miljöer också är ett problem i Bällstaån bör COD och BOD halter hållas till ett minimum (VISS).

### 7.1 Markföroreningar

#### Kv. Gunhild 5 och Gustav 1

För Kv. Gunhild 5 och Gustav 1 påvisas från 25 av 26 provpunkter i markprovtagning förhöjda värden av föroreningar. Flera av de ämnen som hittats i fyllnadslagret och strax under bör ej ledas ut i Bällstaån. Vid risk för utlakning av markföroreningar från befintlig mark till recipient bör ett slutet rörmagasin med efterpolering användas som fördröjningsmagasin. "Reningsmetod avgörs av plats-tillgång samt åtgärdens förväntade effekt i förhållande till kostnader för anläggning och drift", enligt Stockholms Stads dagvattenpolicy.

Alternativt bör jordmassor <1,5 m från magasin och ledningar vara sanerade om ett perkolationsmagasin bestående av makadam anläggs. Kring magasin bör tät geotextilduk anläggas.

#### Kv. Gunhild 4

För kv. Gunhild 4 har den miljötekniska markundersökningen omfattat jordprovtagning i tjugo provpunkter i framförallt fyllnadsmaterialet på Gunhild 4 och 7. Inga förhöjda halter jämfört med de generella riktvärdena för MKM har. Dock har halter över de generella riktvärdena för KM detekterats i 6 av proverna. Det är framförallt alifater C16-C35 som överskrids. Provtagning föranleder inte att sanering i området ska vidtas.

### 7.2 Föroreningsberäkning

Föroreningshalten i dagvattnet bedöms minska när industriverksamheten försvinner. Efter reningsåtgärd i rörmagasin med efterföljande polering med tillgänglig avskiljning/filterteknik bedöms den sammanvägda utloppshalten för kv. Gunhild 4&7, kv. Gunhild 5 och Gustav 1 understiga kravgränserna. Från de enskilda magasinerna kan dock vissa ämnen som bly och kadmium vara över gränsvärdet från parkeringsytor.



**Tabell 24.** Bedömd föroreningsbelastning för kv. Gunhild 4&7, kv. Gunhild 5 och kv. Gustav 1.  
Schablonhalter från typyta och reningsåtgärd från StormTac, v. 2015-06

	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	Hg	SS	oil	PAH1 6	BaP
	ug/l	mg/ l	ug/l	ug/l	ug/l	ug/l	ug/l	ug/l	ug/l	mg/ l	ug/l	ug/l	ug/l
Yta/verksamhet													
Industriyta (befintlig 5,0 ha)	300	1,8	30,0	45	270	1,5	14,0	16,0	0,070	100	2500	1,00	0,150
Flerbostadsyta (framtida 3,7 ha)	300	1,6	15,0	30,0	100	0,70	12,0	9,0	0,025	70	700	0,60	0,050
Parkeringsyta (framtida 1,4 ha)	100	1,1	30,0	40	140	0,45	15,0	4,0	0,050	140	800	3,50	0,060
Sammanvägd utloppshalt utan åtgärder	246	1,5	19,0	32,7	111	0,63	12,8	7,7	0,032	89	727	1,38	0,05
Skillnad på grund av ändring av ytverksamhet	-18%	-19%	-37%	-27%	-59%	-58%	-9%	-52%	-55%	-11%	-71%	38%	-65%
Växtdike (Regnträdgård), schablonvärde reningseffekt	60%	25%	80%	60%	90%	80%	25%	75%	50%	85%	60%	85%	85%
Utlöppshalt flerbostadsyta efter rening i växtdike	120	1,2	3,0	12,0	10,0	0,14	9,0	2,3	0,013	11	280	0,09	0,008
Makadamfyllt magasin, schablonvärde reningseffekt	50%	40%	70%	35%	40%	65%	50%	80%	35%	75%	80%	70%	70%
Utlöppshalt parkering efter rening i makadamlager	50	0,7	9,0	26,0	84	0,16	7,5	0,8	0,03	35	160	1,05	0,018
<b>Sammanvägd utloppshalt efter åtgärder</b>	<b>101</b>	<b>1,1</b>	<b>4,6</b>	<b>15,8</b>	<b>30</b>	<b>0,14</b>	<b>8,6</b>	<b>1,9</b>	<b>0,02</b>	<b>17</b>	<b>248</b>	<b>0,35</b>	<b>0,010</b>
Skillnad mot befintlig situation efter åtgärder	-66%	-41%	-85%	-65%	-89%	-90%	-39%	-88%	-74%	-83%	-90%	-65%	-93%
Krav Stockholm Vatten, avloppsnät			50	200	200	200	0	0	0		5000	0	0
Krav RTK, 1M direktutsläpp ytvatten (förslag 2009)	160	2	8	18	75	0,4	10	15	0,03	40	400		0,03
Krav Stockholm Stad, MKM Prioriterade ämnen ytvatten			7,2			0,15*		20	0,05				
Krav MKM Grundvatten	50	1,25	14	10	30	0,4	15	40	0,05		1000		

Röd färg= överstiger MKN ytvatten, orange färg=överstiger andra krav som RTK eller MKN grundvatten

\* Halkkraven på kadmium är beroende av karbonathalten i recipienten. För att halkkravet ska kunna passeras utan ytterligare reningsåtgärd krävs klass 4, dvs lägsta halt i recipienten 100-200 CaCO<sub>3</sub> mg/l. I området planeras omfattande arbeten med kalkcementpelare för stabilisering av mark. Det kommer innebära att karbonatläckaget från området kommer vara hög. Det bedöms därför att kravgränsen för klass 4 kan användas i området. Även blyföroreningar är beroende av pH och binds i sediment vid högt pH.

## 8 Diskussion

### 8.1 Flödesbegränsning

Gängse praxis vid val av fördröjningsåtgärder är att framtida utflöde ska vara mindre eller lika med befintligt utflöde. Efter föreslagna fördröjningsåtgärder reduktion minskar flödet från 864 l/s till 72 l/s, d.v.s. till mindre än 10 % av befintligt flöde. Det är extraordinära åtgärder för fördröjning i ett översvänningsdrabbat område.

Då ledningssystemet även i framtiden kommer vara dämt vid många regntillfällen, d.v.s. under Bällstaåns nivå, har ledningsägaren Stockholm Vatten svårt att öka ledningssystemets kapacitet utan pumpning. En ökad ledningsdimension påverkar inte kapaciteten särskilt mycket om systemet står dämt under vatten.

**Tabell 25.** Flöden för befintlig och framtida situation

		Befintlig situation		Framtida situation		
					Innan fördröjning	Efter fördröjning
	Area	Red. yta	Q (10år, 10min)	Red. yta	Q (10år, 10min) inkl. klimatfaktor	Q (10år, 10min) inkl. klimatfaktor
	ha	ha	l/s	ha	l/s	l/s
Kv Gunhild 4	1,4	1,2	275	1,2	316	23
Kv Gustav 1	1,1	0,8	190	0,7	191	14
Kv Gunhild 5	2,2	1,8	399	1,5	418	35
<b>Summa</b>	<b>4,7</b>	<b>3,8</b>	<b>864</b>	<b>3,4</b>	<b>925</b>	<b>72</b>

### 8.2 100-års regn

Vid större regn än dimensionerande 10 års återkomsttid kommer ledningssystem och fördröjningsåtgärder vara underdimensionerade, och dagvattnet kan börja ledas på markytan till lågpunkter och till Bällstaån.

DHI har hydrauliskt modellerat dagvatten för kvartersmark med föreslagna höjder och lösningar samt höjdsättning på gatemark från systemhandling 2014-10-04. I figur 16 nedan visas två översvänningszoner som skapas på fastighetsmark vid en dagvattenmodellering utförd 2015-10-01. I översvänningsområde 1, beräknas vattenytan nå upp till +5,60 till +5,80 med ett vattendjup upp till 1,1 m. I översvänningsområde 2 beräknas ytan nå upp till +5,20 med ett vattendjup på 0,5 m.

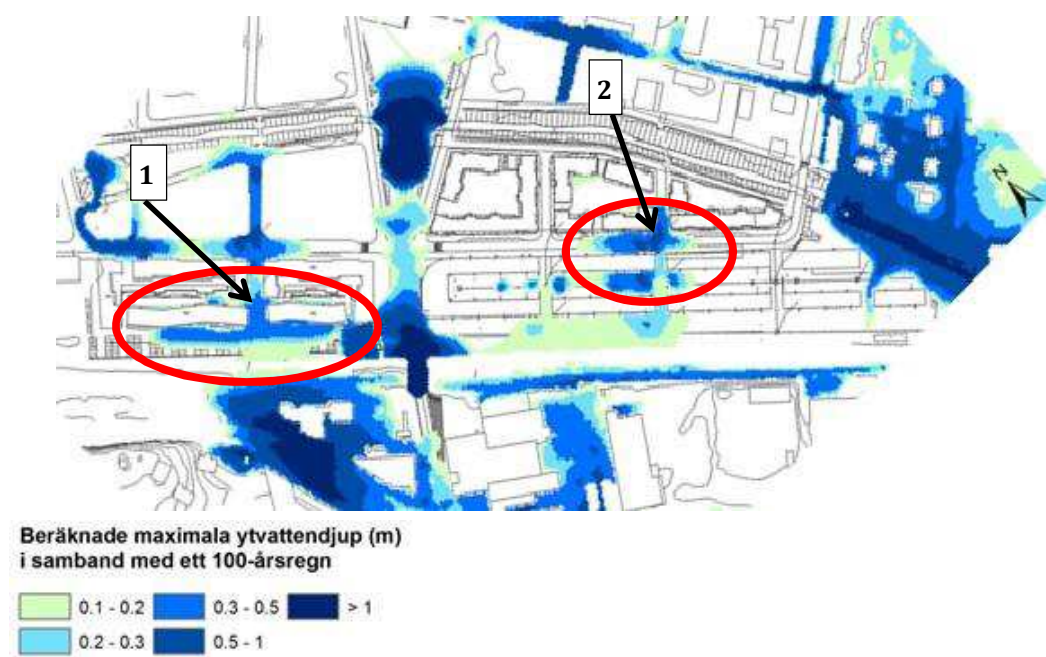
Ytterligare en dagvattenmodellering är utförd 2015-10-26 och visas i figur 17 nedan, ett antal parametrar har förändrats från tidigare utförd dagvattenmodellering;

- parkering i Kv Gunhild har höjts ca 0,9 m
- planerat dagvattennät och fördröjningsmagasin med flödesreglerat utlopp är inlagt i modellen

I översvänningsområde 1, beräknas vattenytan nå upp till +5,80 till +6,00 med ett vattendjup upp till 0,5 m. I översvänningsområde 2 beräknas vattenytan nå upp till +5,20 med ett vattendjup på 0,5 m.

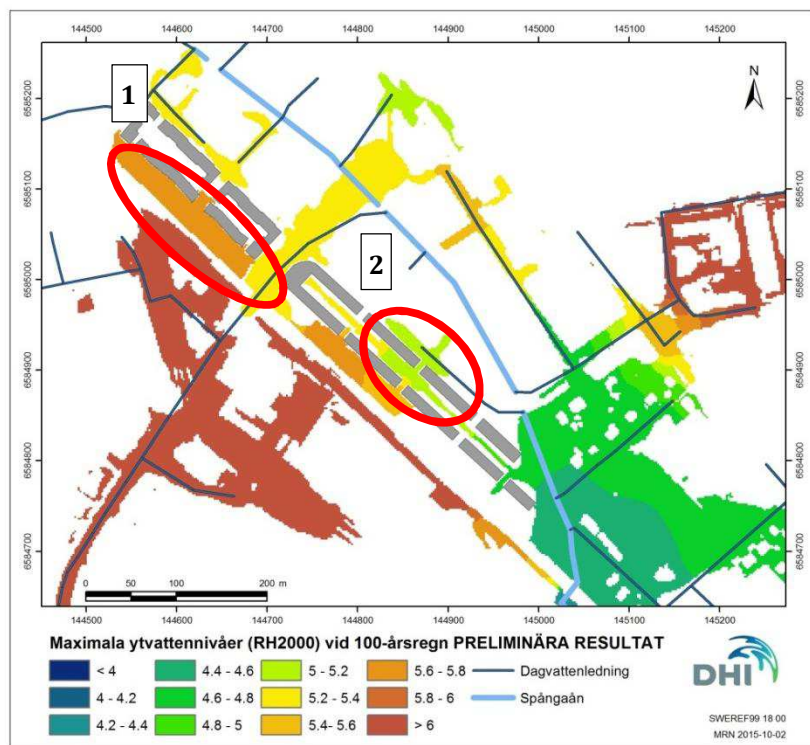


**Figur 16.** Modellering 100-årsregn (DHI, 2015-10-01). Vattendjup i förhållande till planerad marknivå.

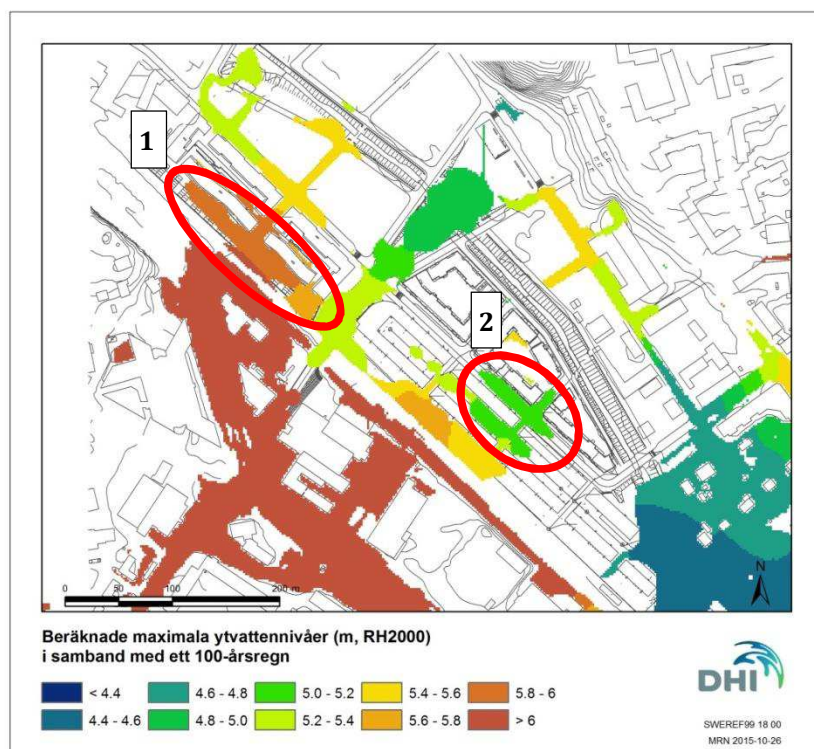


**Figur 17A.** Modellering 100-årsregn (DHI, 2015-10-26). Vattendjup i förhållande till planerad marknivå.

Figur 18 och 19 visar beräknad högsta vattennivå vid 100-års regn vid modelleringar utförda 2015-10-01 och 2015-10-26. Samma förändringar i parametrar som ovan.



**Figur 18.** Modellering 100-årsregn (DHI, 2015-10-01). Maximal ytvattennivå.



**Figur 19.** Modellering 100-årsregn (DHI, 2015-10-26). Maximal ytvattennivå



### 8.2.1 Översvämningsområde Gunhild 4 & 7 och de norra delarna av Skogsängsvägen

Dagvattenmodellering utförd 2015-10-01 visar att parkeringsytan är översvämmad i område 1. Vattennivån i parkeringsytan kan i vissa delar uppgå till ca 1,0 m djup, till ca +5,6. Fordon parkerade i området bedöms skadas vid vattendjup > 0,3 m. Inga entréer berörs då de ligger ovanför +5,90.

Den dagvattenmodellering som är utförd 2015-10-26 med ändrade parametrar i höjdsättning och dagvattensystem visar fortfarande att parkeringsytan är översvämmad i översvämningsområde 1 men dock inte lika mycket. Vattendjupet på parkeringsytan kan i vissa delar uppgå till ca 0,5 m djup, vattennivån kan uppgå till ca +6,0. Fordon parkerade i området bedöms skadas vid vattendjup > 0,3 m. De södra entréerna på den västra och östra innegårdarna kommer beröras av översvämningen då entrénivåerna ligger på +5,98.

Det är en nackdel att området är instängt, men fastighetens läge erbjuder inte bräddningsmöjligheter på ytan till anslutande mark. Alternativet att brädda till G/C-tunneln sydöst om fastigheten accepteras inte av Stockholm stad.

Parkeringsytan är samtidigt den yta där minsta skadan uppstår. Det går att flytta bilar från området om vattennivån börjar stiga, men det går inte att flytta lägenheter. SMHI kan stå till tjänst med varningssystem, och parkeringsytan kan förses med information. En utökning av volymen på fördröjningsmagasinet i parkeringsytan från idag på ca 90 m<sup>3</sup> till 4-5 gånger större volym skulle kunna ha en viss effekt på ytvattenavrinningen.

En ytterligare dagvattenmodellering kan eventuellt ge en uppskattning på ytvattenförekomsten på parkeringsytan.

### 8.2.2 Översvämningsområde södra delarna av Skogängsvägen/Södra Ågatan

Översvämningsområde 2 är korsningen Södra Ågatan och Södra Skogängsvägen, där vattendjupet kan uppgå till ca 0,3 m djup och till en höjdnivå på ca + 5,2. Detta gäller båda modelleringarna, den ena utförd 2015-10-01, den andra 2015-10-26.

Entréer (7 st) och därmed lokaler i nivå med gatuplanet som ligger i nivå mellan 4,90 och +5,20 i området kan därmed översvämmas. Om hänsyn ska tas till utformning och tillgänglighetsanpassning är det är svårt att höja tröskelnivåer. Översvämningsrisken kvarstår därför.

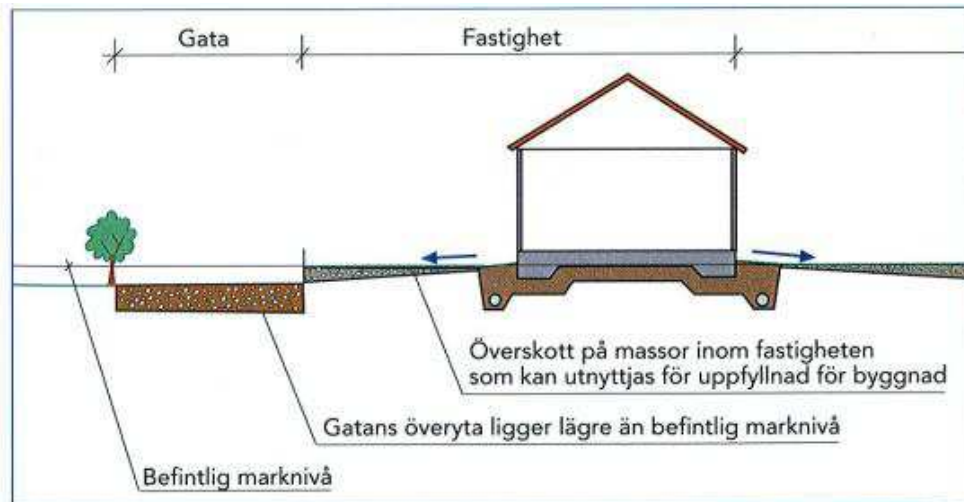
Det instängda gatuområdet kommer ledas in på kvartersmark och via innergård ledas ut till Bällstaån. Planeringstekniskt är det en återvändsgränd att leda dagvatten från allmän mark över och i genom kvartersmark, se figur 18 nedan om gemensam höjdsättning av fastighet och gata.

Detta påtalas också i Stockholm Stads dagvattenstrategi:

*"Vid nybyggnation, samt så långt som möjligt vid åtgärder i den befintliga miljön, ska sekundära avrinningsvägar identifieras. Plats ska ges för dagvattnet genom höjdsättning av mark och placering av byggnader och infrastruktur".*

Södra Ågatans höjdsättning bör ses över så att avledning kan ske till Bällstaån. Ett provisoriskt kanalflöde i Södra Ågatan kan generera ett max på ca 2,5 m<sup>3</sup>/s vid stora regn. Tvärsnittarea för S Ågatan, 7 m bred, 0,12 m hög, en lutning på 2,5%, se bilaga 1 om urban hydrologi och hydraulik.





**Figur 20.** Exempel på gemensam höjdsättning av fastighet och gata där gatans överyta har förlagts lägre än befintlig marknivå (P105, Svenskt Vatten).

I området bör verksamheter med lager, eller anläggningar med dyrbar inredning undvikas. Istället kan cykelrum eller tvättstugor med fördel placeras här.

### 8.3 Kompletterande beräkning i hydraulikmodell med reviderad höjdsättning

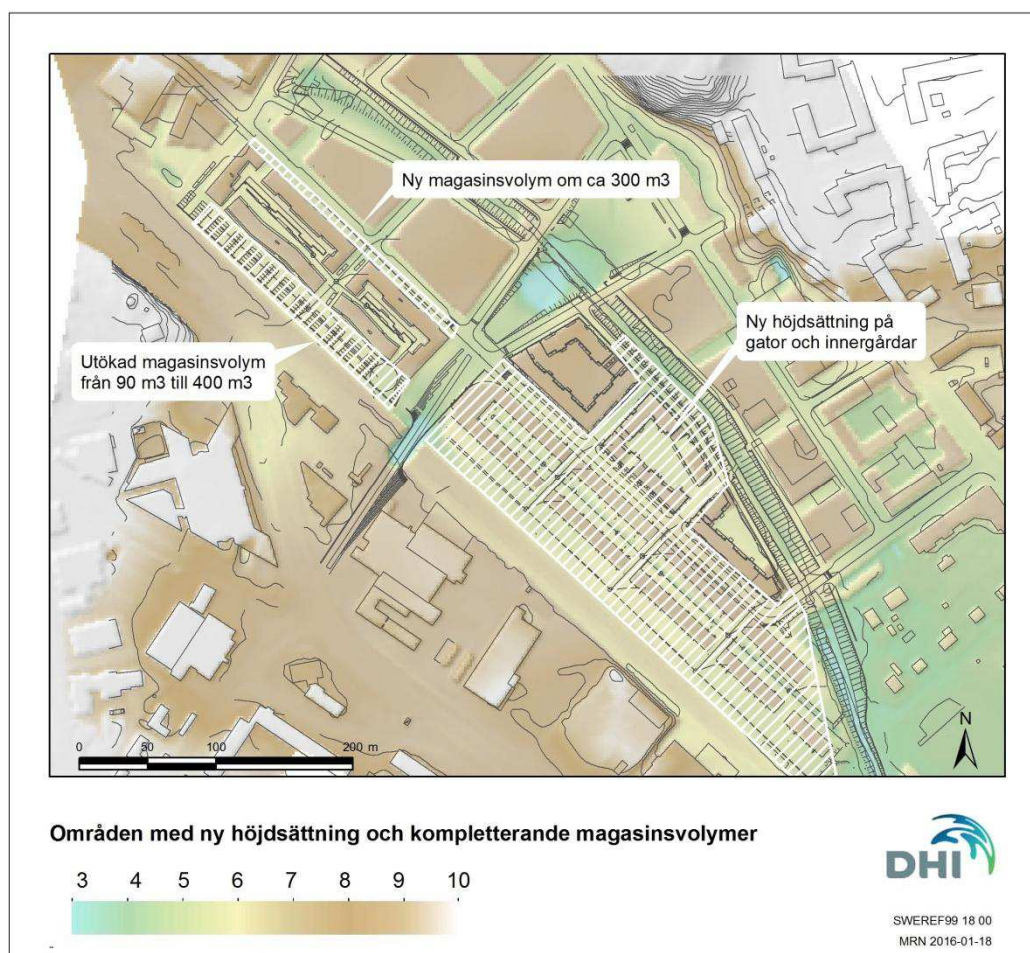
Med anledning av resultaten i förra beräkningen i hydraulikmodellen beslöts det att en revidering av höjdsättning inom området skulle utföras.

- En ny lutning för södra delen Skogängsvägen samt anslutande tvärgator har förändrats, så att dessa lutar mot ån eller mot parkdelen i centrala Bromstensstaden.
- Utökade magasinsvolym i norra delen, 400 m<sup>3</sup> istället för 90 m<sup>3</sup> under parkering samt nya magasinsvolym omfattande ca 300 m<sup>3</sup> längs med Skogsängsvägen.

I figur 10 nedan visas de områden som fått reviderad höjdsättning samt var de utökade magasinsvolymerna placerats.

Slänterna ner mot Spångaån har lagts till i höjdmodellen för att säkerställa att dagvatten har möjlighet att rinna ner i ån längs hela sträckan. Enligt uppgift från DHI baserades höjderna längs med ån endast på interpolerade värden från gatuhöjder.

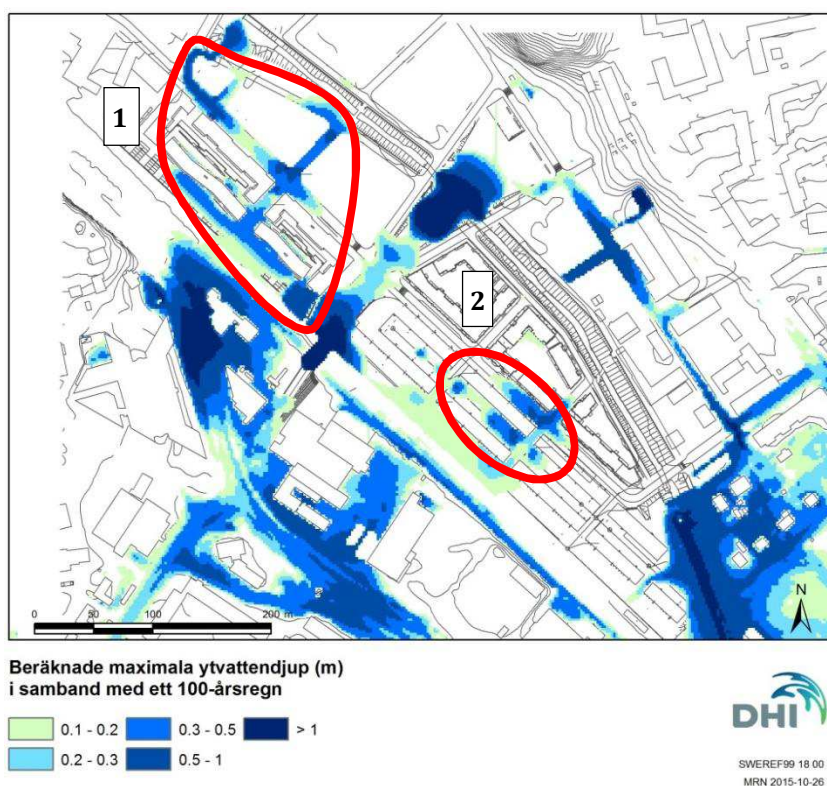
Med dessa förändringar inlagda har en extra beräkning gjorts för 100-årsregnet för att utvärdera effekterna på översvämningssituationen i området. Resultaten redovisas nedan, citat DHI.



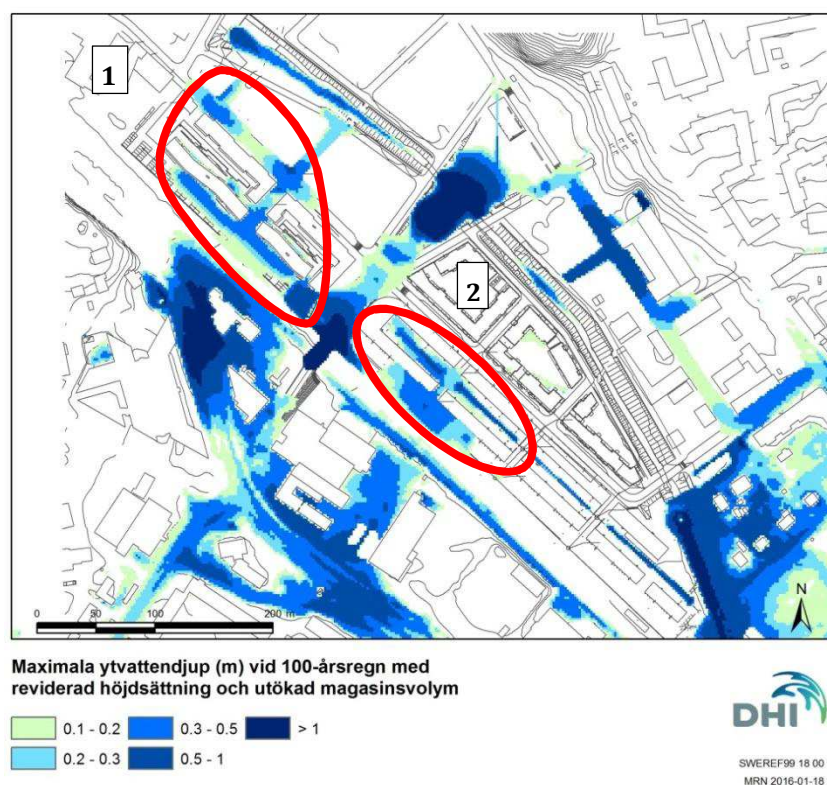
**Figur 21.** Områden med ny höjdsättning och kompletterande magasinsvolym. Färgskalan visar höjder i den reviderade höjdmodellen (m RH2000)

## 8.4 Resultat för 100-årsregnet

Figur 22 och Figur 23 visar beräknade maximala ytvattendjup och maximala ytvattennivåer för 100-årsregnet när beräkningsmodellen reviderats enligt beskrivningen i 8.3, citat DHI.

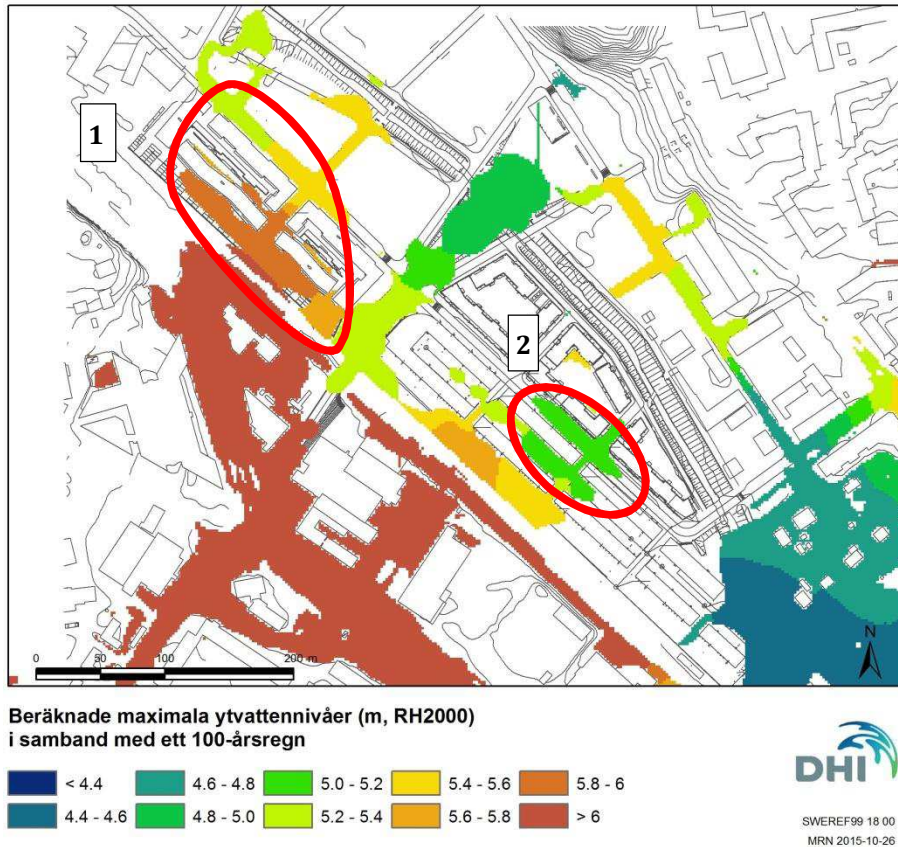


**Figur 22.** Beräknade maximala ytvattendjup vid 100-årsregn (DHI, 2015-10-26).

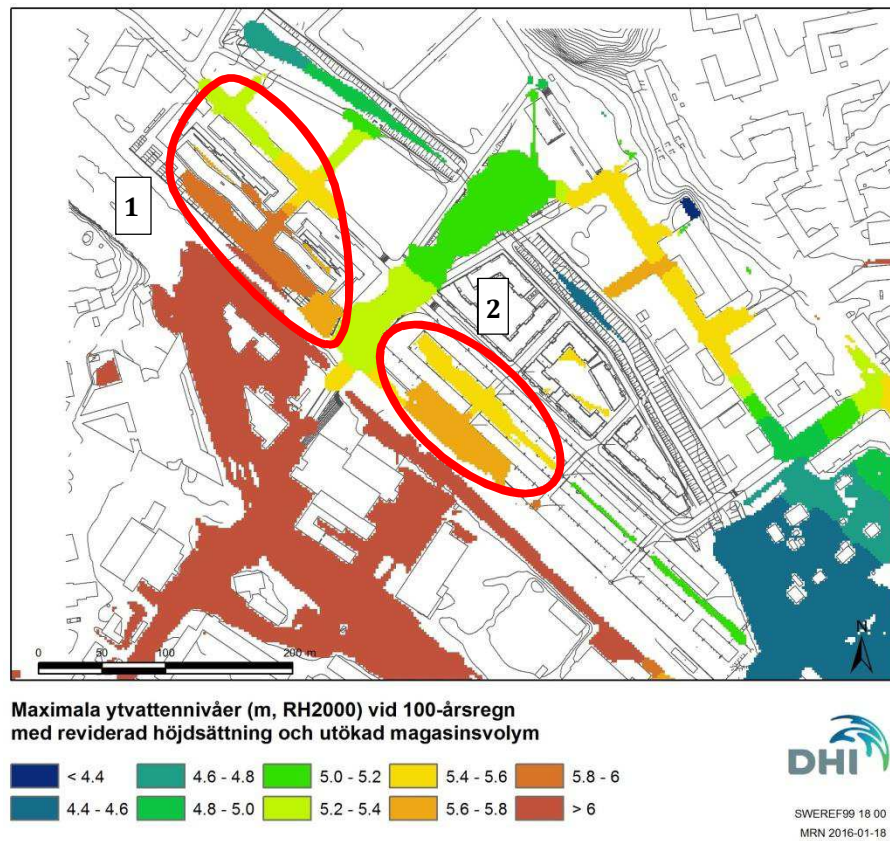


**Figur 23.** Beräknade maximala ytvattendjup vid 100-årsregn med reviderad model, (DHI, 2016-01-18).





**Figur 24** Beräknade maximala ytvattennivåer vid 100-årsregn (DHI, 2015-10-26).



**Figur 25.** Beräknade maximala ytvattennivåer vid 100-årsregn med reviderad model, (DHI, 2016-01-18).

## 8.5 Kommentarer till resultaten

### 8.5.1 Översvämningsområde Gunhild 4 & 7 och norra delen av Skogängsvägen

"I de norra delarna av Skogängsvägen kan en viss förbättring, även om långt ifrån all ytöversvämnings har eliminerats. Den totala extra magasinvolymen här är ca 600 m<sup>3</sup>, och en jämförelse med tidigare beräkningsresultat visar att den totala översvämningsvolymen i området minskat med ca 800 m<sup>3</sup>, från 2 600 m<sup>3</sup> till 1 800 m<sup>3</sup>. Detta beror, förutom på den utökade magasinvolymen, sannolikt på en förbättrad ytavrinning mot ån i samband med att höjdsättningen reviderats för hela området"

"I de norra delarna av Skogängsvägen syns också en viss förbättring, även om långt ifrån all ytöversvämnings har eliminerats. Den totala extra magasinvolymen här är ca 600 m<sup>3</sup>, och en jämförelse med tidigare beräkningsresultat visar att den totala översvämningsvolymen i området minskat med ca 900 m<sup>3</sup>, från 2 600 m<sup>3</sup> till 1 700 m<sup>3</sup>. Detta beror, förutom på den utökade magasinvolymen, på en förbättrad ytavrinning mot ån i samband med att höjdsättningen reviderats för hela området och specifikt i korsningen med Toragatan som visas i figur 21, citat av Maria Roldin, DHI.

*Kommentar till citat:* inom översvämningsområde 1 ses en viss förbättring i de ökade magasinvolymerna samt höjdsättningens påverkan av omnämna gator och markytor enligt citat från Maria Roldin.

Den förändring av gatuutformning med ett enkelsidigt tvärfall av Toragatan med försänkt kantsten på slutet intill Spångaån torde också gynna en bättre ytavrinning från den lågpunkt i korsningen Toragatan/ Skogängsvägen som ändrats sedan förra hydraulikmodelleringen. En viss uppdämning kommer dock att ske på Toragatan då höjdpuckeln på mitten av gatan fortfarande är kvar av olika orsaker, dess omfattning (magnitud) är svår att sätta om i sammanhanget.

De södra entréerna på den västra och östra innegårdarna kommer beröras av översvämnings då entrénivåerna ligger på +5,98. Dessa entrénivåer bör höjas 0,10-0,20 m eftersom ingen förändring av vattennivåerna har skett mellan den nya och den gamla hydraulikmodelleringen, se figur 24 och 25.

### 8.5.2 Översvämningsområde södra delen av Skogängsvägen/Södra Ågatan

"Den nya höjdsättningen och de utökade magasinvolymerna har åtminstone delvis fått den önskade effekten. I södra delarna av Skogängsvägen har översvämningsarna försvunnit helt, dock syns en viss ökning av översvämningsnivåer och utbredning på innergårdar och parkering, framförallt i delarna närmast parken. Detta orsakas av att en ny lågpunkt har skapats här i samband med att gatunivåerna i Skogängsvägen höjts upp. Längst norrut på parkeringen finns en vändzon som har en relativt hög nivå (+5,9 m), vilket leder till att parkeringsområdet blir delvis instängt och vattnet har begränsade möjligheter att rinna ut tytleds. Att sänka vändzonens nivå skulle sannolikt kunna förbättra situationen här", citat av Maria Roldin, DHI.

*Kommentar till citat:* inom översvämningsområde 2 ses även här en viss förbättring som Maria Roldin omnämner. Den norra innergårdens entréer kommer beröras av översvämnings då entrénivåerna ligger på +5,30 och 100-årsregnets vattennivåer ligger mellan +5,60-5,80. Dessa bör höjas för att undvika framtida översvämningsnivåer.

Den ansamling av dagvatten som skapats av den nya höjdpunkten på parkeringsområdet bör ses över, se figur 24 och 25. En eventuell sänkning av vändzonens nivå på +5,90 som Maria Roldin föreslår, där vi instämmer, kan vara en lösning. Dock bör man ha kännedom om det är tillåtet att släppa dagvatten till granntomten, både praktiskt och juridiskt. I annat fall bör höjdsättningen regleras på ett sånt sätt att dagvattnet rinner syd öster ut mot Spångaån, om detta är möjligt.



### 8.5.3 Sammanfattning av reviderad hydraulikmodell beräkning

”Sammanfattningsvis kan sägas att den nya höjdsättningen och de extra magasinshöjderna har haft effekt och lett till minskade översvämningsvolymerna på Skogängsvägen, men att det i den norra delen av Skogängsvägen inte är tillräckligt för att eliminera översvämnarna helt, och att det i den södra delen har uppstått en ny delvis instängd lågpunkt. Detta visar att det är svårt att helt eliminera översvämnarna vid ett 100-årsregn när ytavrinningen ut från området är begränsad trots stora fördröjningsvolymerna. För att ytterligare öka möjligheterna till ytavrinning kan fler gator ges lutning mot områden där översvämnarna kan tillåtas ske, till exempel mot parkdelen.”, citat av Maria Roldin, DHI. Vi instämmer i ovan angiven citerad text av Maria Roldin.

Försäkringsbolagen engagerar sig mer och mer i det som berör hydraulisk/hydrologisk klimatpåverkan i urban miljö. Vid nybyggnation bör byggherren vara medveten om detta, vilket vi förutsätter. En konsekvens av utsatt hydrauliskt/hydrologiskt läge kan innebära förhöjda försäkringspremier.

Rapportförfattarna

/Niklas Pettersson och Anders Bäärnhielm

VA-ingenjörer (Civil och M Sc)

## 9 Begreppsförklaring för dagvattenhantering

**Avrinningsområde:** det landområde, inklusive sjöar, som avvattnas via samma vattendrag.

**Avrinningskoefficient ( $\phi$ ):** ett mått på den maximala andelen av ett avrinningsområde som kan bidra till avrinningen. Den beror förutom på exploateringsgrad och hårdgörningsgrad på områdets lutning samt regnintensiteten, ju större lutning och ju högre intensitet, desto större avrinningskoefficient.

**Avrinning/infiltrationsstråk:** Stråk inom ett bebyggt område där vatten tillåts rinna på ytan i samband med regn eller snösmältning

**Bräddutlopp:** Anordnat utlopp från fördröjningsmagasin då mer vatten än magasinet är dimensionerat frö tillförs. Bräddutlopp ingår även i kombinerade avloppssystem.

**Dagvatten:** regn-, smält-, och dräneringsvatten som rinner från byggnader, gator, parkeringsplatser och liknande hårdgjorda ytor via diken eller ledningar till vattendrag, sjöar eller reningsverk.

**Dagvattenbrunn:** en brunn avsedd att samla upp dagvatten från gator och diken. Benämns i dagligt tal även för rännstensbrunn.

**Dränering:** Avvattnings av mark genom avledning av vatten i den omättade zonen och grundvatten i rörledning, dike eller dräneringsskikt.

**Dränvatten:** Vatten som avleds genom dränering.

**Fördröjningsmagasin:** Magasin för tillfällig fördröjning av avrinnande dagvatten.

**Infiltration:** Inträngning av vätska i poröst eller sprickigt material, t.ex. vatten inträngning i jord eller berg.

**Instängt område:** Område varifrån dagvatten ytledes inte kan avledas med självfall.

**Lågpunkt:** Ett lågt liggande område där regnvatten inte kan rinna vidare på gatuytan utan måste via dagvattenbrunnar i gatan ner till en dagvattenledning eller till en kombinerad ledning.

**Perkolation:** Långsam rörelse (hos vatten) genom marklager av poröst material under markytan.

**Skål-/svackdike:** Ett grund dike som medger avrinning men som även kan tillåta infiltration av dagvatten.

**Trycklinje:** Trycklinjen förbinder nivåer till vilka en fri vattenyta kan stiga. Ett exempel är en ledning med trycklinjen ovanför hjässan på ledningen som innebär att vattnet i en anslutande ledning kan stiga till den nivå som motsvarar trycklinjens nivå.

**Vattendelare:** Topografiskt betingad gräns mellan två avrinningsområden.

**Återkomsttid:** Tidsintervall (i medeltal, sett över en längre tidsperiod) mellan regn- eller avrinningstillfällen för viss given intensitet och varaktighet.

## 10 Referenser

PM Geoteknik 4 och 7, Bromstensstaden, Spånga 2015-10-07. Iterio.

PM Geoteknik Gunhild 5 och Gustav 1 , 2015-10-07. Iterio.

Kompletterande miljöteknisk markundersökning Gunhild 5 och Gustav 1 , Spånga 2015-10-07. Iterio.

Översiktlig miljöteknisk markundersökning Gunhild 4 och 7, Spånga 2015-10-07, Iterio

Miljökvalitetsnormer för vatten. Stockholm stad. 2011.

Dagvattenstrategi, Stockholm Stad, 2015-03-09

P90 och P105, Svenskt vatten.

Rapport bromstensstaden – kV Tora Hantering av dagvatten och översvämningsrisker. 2015-02-06 rev 2015-04-30. WSP.

VISS, [www.viss.lansstyrelsen.se](http://www.viss.lansstyrelsen.se)

StormTac, grunddata, v. 2015-06.

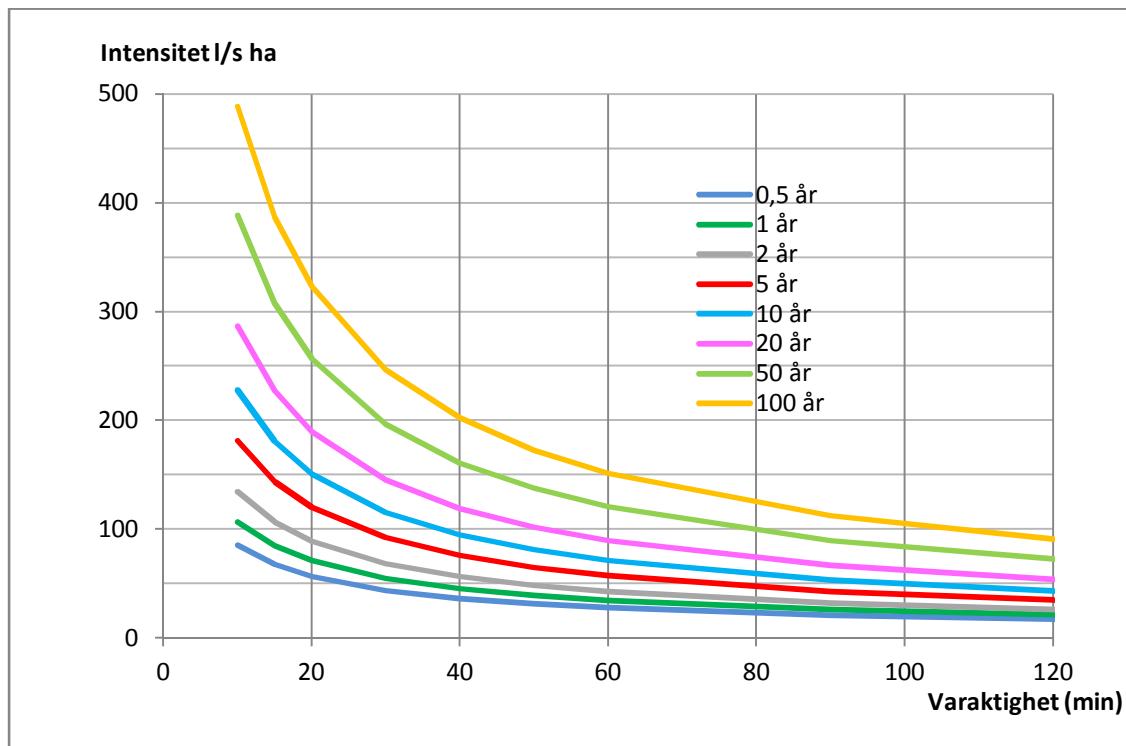
Citat av Maria Roldin ur "Översvämningsutredning Bromstensstaden", Ph D, Vatten- och miljöteknologi, DHI Sverige AB, 2016-01-28.

## 11 Bilaga 1

### 11.1 Kort om urban hydraulik och hydrologi

Hydrauliska och hydrologiska kunskaper är en förutsättning för att erhålla rätt dimensioneringsförutsättningar och säkra dagvattenlösningar. I denna bilaga ges en kort introduktion i syfte att underlätta förståelsen för grundläggande principer avseende nederbörd och dagvattenflöden.

Regnintensitet för urbana tillämpningar brukar uttryckas i  $l/s \cdot ha$ . Regnstatistiken bearbetas så att man kan se hur ofta ett visst regn statistiskt sett återkommer. Detta uttrycks i termen återkomsttid, exempelvis 1, 2, 5, 10, 20, 50 och 100 år. Den tid regnet pågår kallas för varaktighet. Ju kortare varaktighet är, desto högre regnintensitet erhålls för samma återkomsttid. Dessa parametrar utför grunden för s.k. intensitets-varaktighetsdiagram. I figur 20 nedan visas ett exempel på intensitets-varaktighetskurvor för olika återkomsttider.

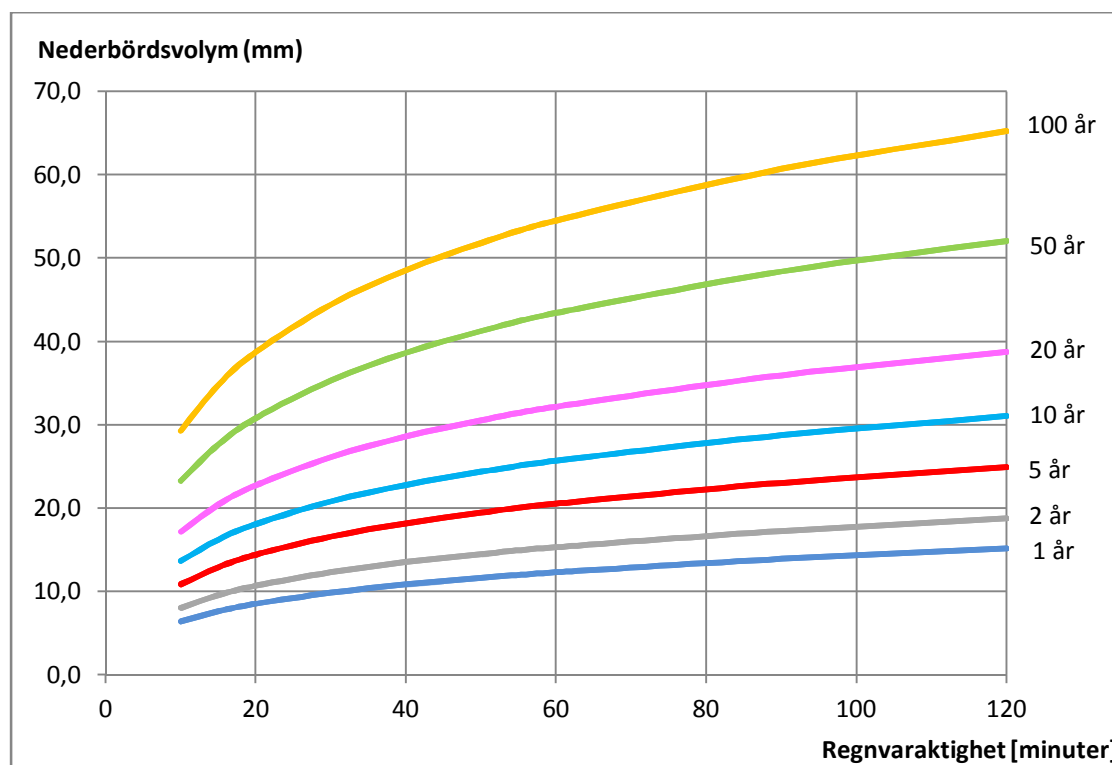


**Figur 26.** Intensitets-varaktighetskurvor för återkomsttider 0,5 år till 20 år (Dahlström, 2010)

Den höga regnintensiteten erhålls normalt om man väljer en varaktighet som motsvarar tiden som det tar för en regndroppe att transporteras från den längst bort belägna punkten fram till den anläggning eller det rör som skall dimensioneras, även kallad koncentrationstid. Således kommer korta varaktigheter att väljas för dimensionering av mindre avrinningsytor jämfört med ett större avrinningsområde.

Man bör också tänka igenom om det finns kritiska kombinationer av nederbördsrelaterade parametrar som sammantaget kan bli en 100-års situation utan att själva regnet är ett "100-års regn". Här avses exempelvis extremt högt vattenstånd i närliggande vattendrag, sjö eller hav i kombination med kraftiga regn eller kraftig snösmältning.

I figur 22 kan man avläsa den nederbördsvolym som regn med återkomsttider från 1 år till 100 år ger upphov till. Här kan man avläsa att ett 60 minuters 1-årsregn ger 12 mm medan 10 års-regn ger 26 mm. **1 mm = 1 l/m<sup>2</sup> eller 10 m<sup>3</sup>/ha.**



**Figur 27.** Nederbördsvolym som funktion av regnvaraktighet och återkomsttid. Återkomsttider 1 år till 100 år (Dahlström, 2010)

Genom att tänka robusta dagvattenlösningar och maximalt utnyttja alla lokala förhållanden har vi större möjligheter att hantera den något svårbedömda 100-års situationen.

## 11.2 Flödeskapacitet för olika avledningskonstruktioner

Det kan vara nyttigt att ha en viss känsla för flödeskapacitet vid olika konstruktioner för avledning, exempelvis nedgrävda rörledningar och olika typer av ytliga vattenvägar.

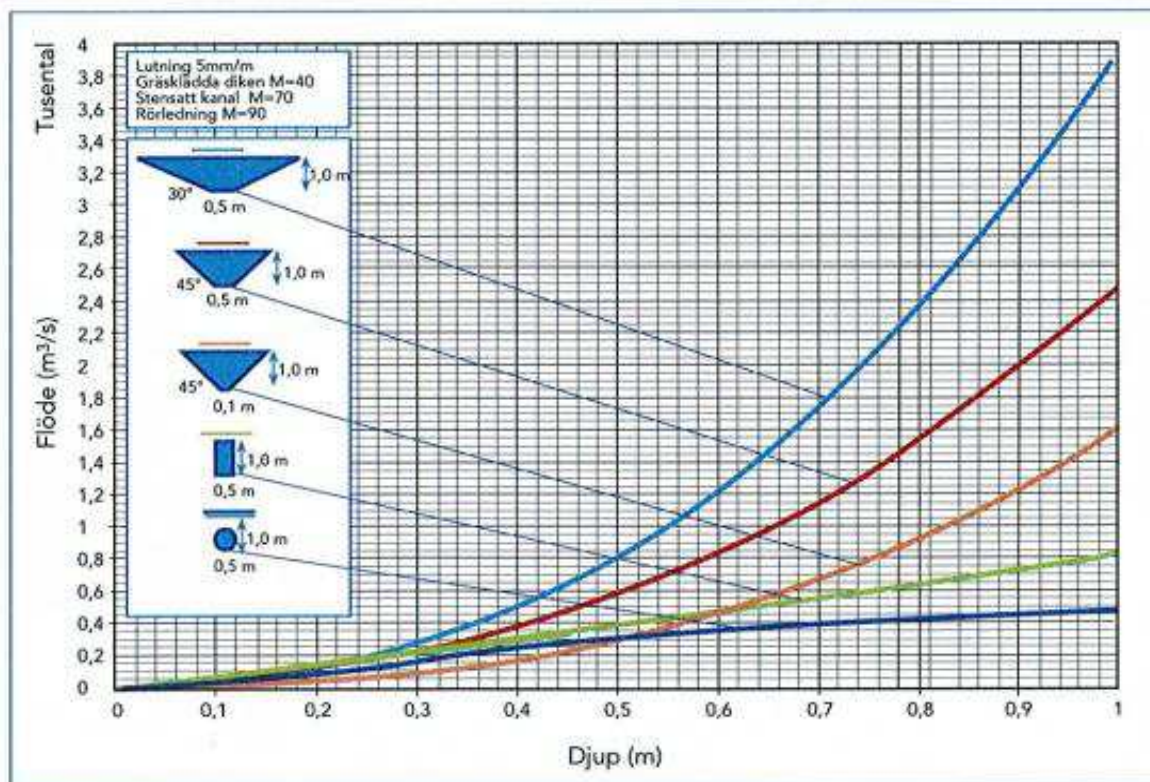
I figur 22 visas med ett enkelt exempel, vilket flöde som kan avledas vid olika utformningar, med i övrigt jämförbara förhållanden, såsom lutning och dimension.

I figur 22 är den maximala nivån 1,0 m, vilket för de öppna tvärsnitten innebär ett vattendjup på 1,0 m medan det för rörtvärsnittet innebär ett vattendjup lika med 0,5 m och en tryckhöjd på ytterligare 0,5 m, se nedan.

Huvudorsaken till de stora skillnaderna i kapacitet mellan öppna och slutna tvärsnitt, är att tvärsnittsarean ökar kraftigt vid ökat vattendjup ju flackare slänterna är.

Denna text i Bilaga 1 är citerad från Publikation 105, 2011, Svenskt Vatten.





**Figur 28.** Kapacitet för olika öppna tvärsnitt jämfört med ett rörtvärsnitt, (P105, 2011, Svenskt Vatten)