

Göteborgs Stad

Dagvattenutredning Götaleden, komplettering

Malmö 2014-12-19

Dagvattenutredning Götaleden, komplettering

Datum	2014-12-19
Uppdragsnummer	1320010692
Utgåva/Status	

Lena Sjögren
Uppdragsledare

Johan Södergren
Handläggare

Patrik Gliveson
Granskare

Ramboll Sverige AB
Skeppsgatan 5
211 11 Malmö

Telefon 010-615 60 00
Fax 010-615 20 00
www.ramboll.se

Unr 1320010692 Organisationsnummer 556133-0506

Sammanfattning

Götaleden genom Gullbergsvass är planerad att byggas om och sänkas ned på en längre sträcka än idag. Samtidigt föreslås vägen skyddas mot översvämning med ett högvattenskydd på nivån +2,8, vilket är ca 1 m högre än mot nuvarande marknivå. Dagvattenhanteringen innanför högvattenskyddet kommer att vara Trafikverkets system med utlopp till Göta älv, via egna och via kommunens ledningar.

Marken består av fyllnadsmassor där de under fyllnadslagren består av muddermassor av lera och silt. Marken lämpar sig inte för infiltration. Idag avvattnas marken i Gullbergsvass dels till dagvattenledningar och dels till kombinerade ledningar. Recipienter är Göta älv och Ryaverket.

Nivåerna i Gullbergsvass varierar mellan +1,1 och +2,8. Från Gullbergsvass finns idag ingen naturlig avrinning till Göta älv då området är så flackt. Ytlig avrinning sker istället ske till dagvattensystemet och när det inte räcker till samlas vattnet i lokala lågpunkter. Till lågpunkterna rinner vatten på ytan från många mindre avrinningsområden där höjdskillnaden till intilliggande delavrinningsområde generellt är ca 2 dm. Avrinningsområdena förändras mycket lite eller inte alls utanför högvattenskyddet för Götaleden när den sänks då leden redan idag ligger något högre än omgivande mark på en lång sträcka.

Avrinningsområdenas volym har översiktligt beräknats och jämförts med de volymer dagvatten som alstras vid 10, 20, 50 och 100-årsregn. Vid ett 100-årsregn kommer ungefär en tredjedel av de anslutande markytorna vid Götaleden vara så översvämmade att vattnet inte kan rymmas inom respektive avrinningsområde. Det värst drabbade översvämningssområdet ligger vid logistikterminalens nordöstra hörn och kan påverka byggnaden.

Förslag för hur översvämningssproblematiken kan lösas är till exempel att dimensionera upp ledningsnätet så att översvämningssrisken minimeras, att anlägga magasin för vattnet, i markytan eller under marken, att ta ett helhetsgrepp för hela Gullbergsvass tas gällande markens nivåer. T ex kan marken lutas mot ett antal väl definierade lågstråk som kan ta emot eller leda bort översvämningssvattnet. Gaturummen kan också planeras och utformas för att tillfälligt kunna ta omhand översvämningssvattnet, t ex kan nedsänkta grönytor användas eller så kan delar av vissa gator få stå under vatten vid dessa tillfällen. Avtappning av översvämningssvattnet kommer att behöva ske via dagvattenbrunnarna till ledningsnätet.

Innehållsförteckning

1.	Inledning	1
1.1	Bakgrund och syfte	1
1.2	Uppdraget	1
2.	Förutsättningar och nuvarande förhållanden	1
2.1	Koordinat- och höjdsystem	1
2.2	Underlag och källor	1
2.3	Befintliga förhållanden	2
2.3.1	Planområdet idag	2
2.3.2	Topografi och markslag	3
2.3.3	Geologi, geotekniska förhållanden och hydrologi	3
2.3.4	Befintlig avvattnings	3
2.3.5	Befintliga ledningar	4
2.4	Nedsänkning av Götaleden	4
2.5	Övrigt	6
3.	Avrinningsanalys	6
3.1	Höjder i området	6
3.1.1	Befintliga Götaleden	6
3.1.2	Nivåer norr om Götaleden	7
3.1.3	Nivåer söder om Götaleden	7
3.2	Avrinningsområden och instängda områden	7
3.3	Flöden och vattenvolymer	10
3.4	Konsekvenser av flöden och vattenvolymer	11
4.	Förslag till åtgärder	12
4.1	Dagvattensystemet	12
4.2	Höjdsättning för framtiden	13
4.3	Gatornas utformning	14
4.4	Ytor för fördröjning, bortledning eller samling av dagvatten vid extremnederbörd	14

Bilagor

Bilaga 1 Avrinningsområdena vid Götaleden

Bilaga 2 Beräkningar

Bilaga 3 Gullbergsvass nivåskillnader

Dagvattenutredning

Detaljplan för omarbetning av Götaleden, komplettering

1. Inledning

1.1 Bakgrund och syfte

Götaleden genom Gullbergsvass är planerad att byggas om och sänkas ned på en längre sträcka än idag. Samtidigt föreslås vägen skyddas mot översvämning med ett högvattenskydd på nivån +2,8, vilket är ca 1 m högre än mot nuvarande marknivå.

I samband med detaljplanearbetet för Götaledens ombyggnad behöver risken för översvämning på intilliggande ytor utredas.

1.2 Uppdraget

Uppdraget är en komplettering av befintlig dagvattenutredning gjord för sänkning av väg E45 av Trafikverket. Kompletteringen gäller utredning av eventuella risker som Trafikverkets föreslagna skydd skapar för omkringliggande bebyggelse. Finns det risk att de nivåer som sätts av Trafikverket för att skydda nedsänkningen från översvämning kan skapa översvämning i befintliga instängda områden i närområdet? Skapas nya instängda områden i sänkningens omgivning? Kort beskrivet är uppdraget en granskning av de nivåer och barriärer som skapas av E45:ans nedsänkning samt dess högvattenskydd/barriär. Om utredningen visar att riskområden skapas på grund av sänkningen skall förslag på lösningar föreslås. Eventuella lösningsförslag skall vara grova, likt en systemhandling.

Utredningen utgår från att Göta älvs vattennivå inte är så hög att den i sig orsakar översvämning på markytan.

2. Förutsättningar och nuvarande förhållanden

2.1 Koordinat- och höjdsystem

Koordinat- och höjdsystem handlingen är utförd i SWEREF 99 12 00 med höjdsystem RH 2000.

2.2 Underlag och källor

Underlag som legat till grund till rapporten:

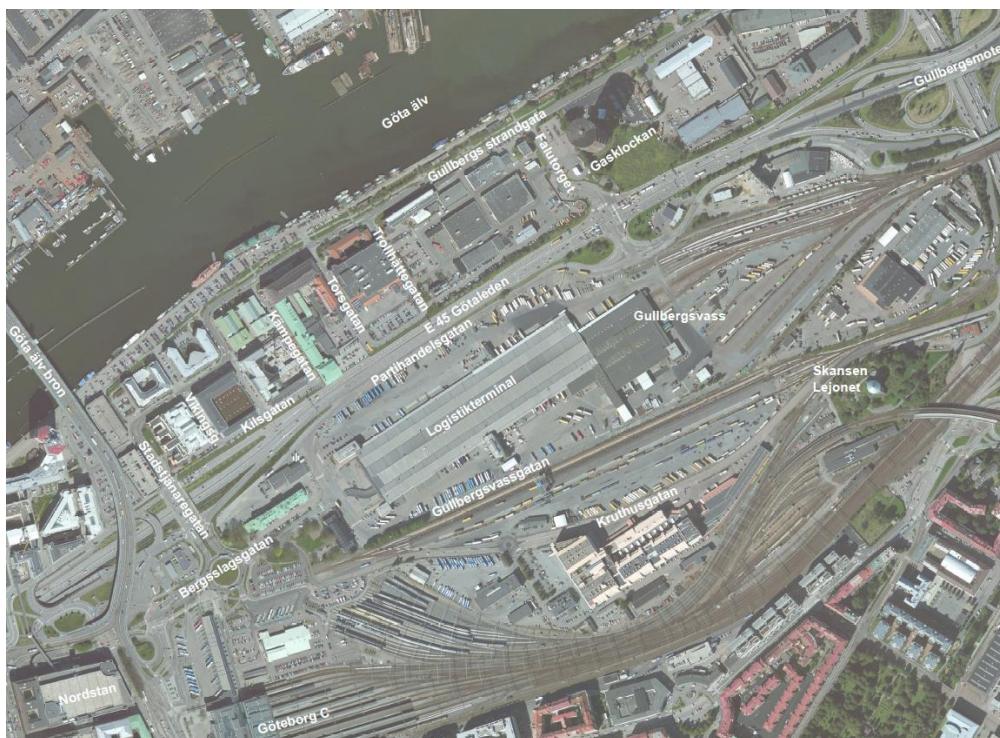
- Grundkarta från Göteborg Stad
- Modellfil för utbredningen av E45, T4000201_utformning_underlag_141014.dwg E45 delen Lilla Bommen – Marieholm granskningshandling 2014-03-03 Plan- och miljöbeskrivning
- E45 delen Lilla Bommen – Marieholm granskningshandling 2014-03-03 Dagvatten

- E45 delen Lilla Bommen – Marieholm granskningshandling 2014-03-03 Underlagsrapport geoteknik
- Höjddata (LAS-data) hämtat från Göteborgs hydromodell
- Befintliga dagvattenledningar Kretslopp och Vatten
- Förslag planerad omläggning av dagvatten, endast ledningssträckningar, Kretslopp och Vatten
- Detaljplan för omarbetning av Götaleden, Samrådshandling april 2014, Göteborgs stad
- Dagvattenutredning till detaljplan och ändring av detaljplaner för stationsområdena för Västlänken 2014-04-11, Norconsult
- Muntlig information från möten med Anna Samuelsson SBK och Josefine Trädgårdh Kretslopp och Vatten

2.3 Befintliga förhållanden

2.3.1 Planområdet idag

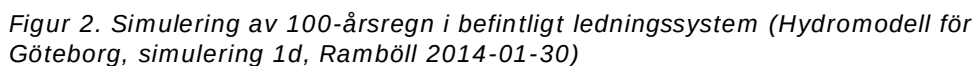
Götaleden ligger i stadsdelen Gullbergsvass i centrala Göteborg. Vägen skär genom området från nordost mot sydväst där den fortsätter ner i Götatunneln. I området runt Götaleden finns kontor nordväst om Götaleden och en logistikbyggnad precis söder om Götaleden. I resterande område finns verksamheter av olika slag. Utredningsområdet omfattar hela Gullbergsvass från Göta älv i norr till järnvägen i söder. Platser och gator visas i figur 1. Sänkningen av Götaleden påverkar inte hela detta område.



Figur 1. Platser och gator i området.

- 2.3.2 Topografi och markslag
Marken i Gullbergsvass är till största delen flack med undantag vid Skansen Lejonet i öster. Nivåerna på den flacka delen varierar mellan +1,1 och +2,8. Marken är till största delen hårdgjord och byggnaderna i området har generellt stora takytor. Vidare analys av befintliga nivåer görs under kapitel 3 Avrinninganalys.
- 2.3.3 Geologi, geotekniska förhållanden och hydrologi
Marken består av fyllnadsmassor där de under fyllnadslagren består av muddermassor av lera och silt. Under fyllnadsmaterialet är det lera. Grundvatten har enligt Underlagsrapport geoteknik för E45 Lilla Bommen – Marieholm, påträffats på nivåer mellan -0,9 och +0,6 utmed planerad E45s utbredning. Enligt Underlagsrapport markföroreningar för E45 Lilla Bommen – Marieholm rekommenderas provtagning av massor i samband med schakt för nedsänkning av E45:an. Marken lämpar sig därför inte för infiltration.
- 2.3.4 Befintlig avvattnings
Idag avvattnas marken i Gullbergsvass dels till dagvattenledningar och dels till kombinerade ledningar. Recipienter är Göta älv och Ryaverket. Avvattningen sker via dagvattenbrunnar till ledningsnäten. I och med att området är så flackt avvattnas flera av gatorna med så kallat konstfall vilket skapar många lokala lågpunkter vid dagvattenbrunnarna. Höjdskillnaden mellan hög- och lågpunkterna i ett konstfall är ca 8 cm. Götaledens avvattnings ansluts till kommunens dagvattensystem fram till Gullbergsmotet.

I samband med projektet *Hydromodell för Göteborg* har befintligt ledningsnät och befintlig markyta simulerats för ett 100-årsregn, vid vattennivå i Göta älv på +0,15. Resultatet gällande översvämmade ytor visas i figur 2.



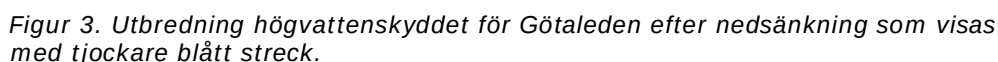
Se vidare under kapitlet 3 Avrinningsanalys.

Befintliga ledningar

2.4

Nedsänkning av Götaleden

4 av 17



Nedsänkningen för E45:an dimensioneras för ett 20-årsregn med 10 minuters varaktighet samt med en klimatkfaktor om 20 % vilket ger en regnintensitet på 344 l/s, ha. resterande del inom vägområdet dimensioneras för ett 10-årsregn med 10 minuters varaktighet samt med en klimatkfaktor om 20 % vilket ger en regnintensitet på 275 l/s, ha. På grund av nedsänkningen kommer kommunens VA-ledningar att behöva byggas om och förläggas i nya och förändrade stråk.

Eventuellt finns planer på att överdäcka vägen vilket kommer att göra att E45:an istället kan betraktas som att den ligger i en tunnel. Dagvattenhanteringen ovanpå överdäckningen kommer dock fortfarande påverka Trafikverkets anläggning.

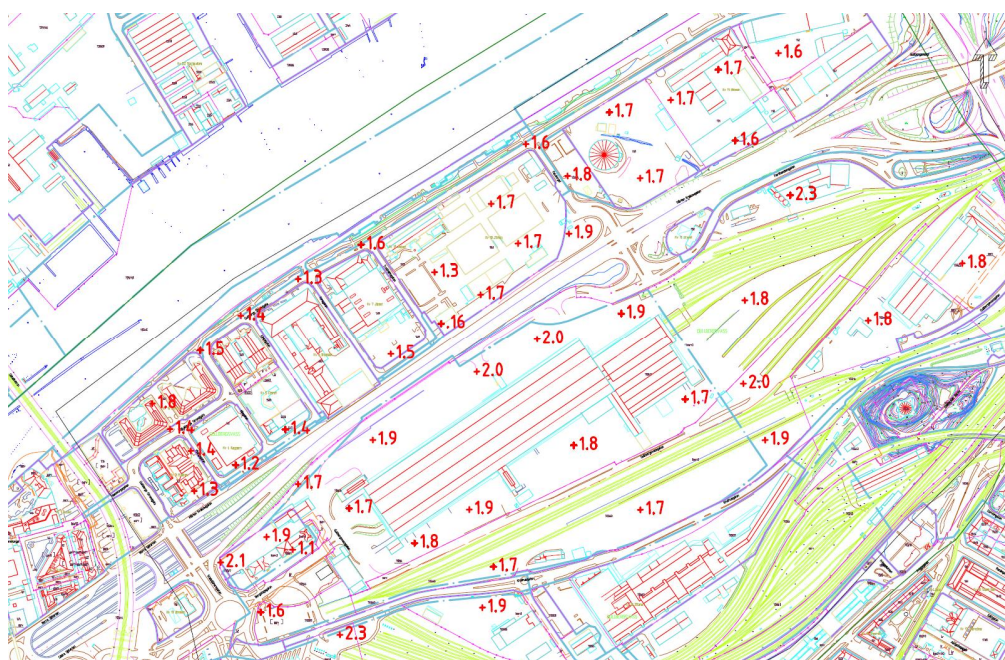
2.5 Övrigt

Förutom sänkningen av Götaleden pågår många andra förstudier och planarbeten inom området. Dessa projekt kommer också att påverka områdets struktur och även områdets marknivåer. Omfattningen av dessa förändringar är i detta skede inte känt.

3. Avrinningsanalys

3.1 Höjder i området

I figur 5 visas översiktligt vilka marknivåer som finns i området idag. Nedan beskrivs marknivåerna i de olika delarna av området. Gatunamn och platser visas i figur 1.



Figur 5. Översiktlig sammanställning av höjder i området.

3.1.1 Befintliga Götaleden

När ramperna i Gullbergsmotet anslutit mot Götaleden ligger Götaleden på +2,8. Därifrån och fram till i höjd med Torsgatan ligger Götaleden några dm högre än omgivande mark och lutar svagt från +2,8 i öster mot +1,7 i väster. Från Torsgatan till i höjd med Kilsgatan ligger gatan mer i nivå med omgivande mark,

mellan +1,7 och +1,3 för att sedan börja luta ner mot tunnelmynningen och ligga betydligt lägre än omgivande mark.

3.1.2 Nivåer norr om Götaleden

Tvärgatorna som ansluter till Gullbergs Strandgatan ligger på +1,1 - +1,4 och är antingen i princip plana eller har en lutning på max 1 % mot älven.

Kvarteretsmarken ligger på +1,5 - +1,9 där mindre lokala lågområden finns.

Gullbergs Strandgata ligger i nordöst på +1,8 - +1,9 för att sedan ända fram till Torsgatan ligga på +1,5. Väster om Torsgatan ligger Gullbergs Strandgata några decimeter lägre än kajområdet.

3.1.3 Nivåer söder om Götaleden

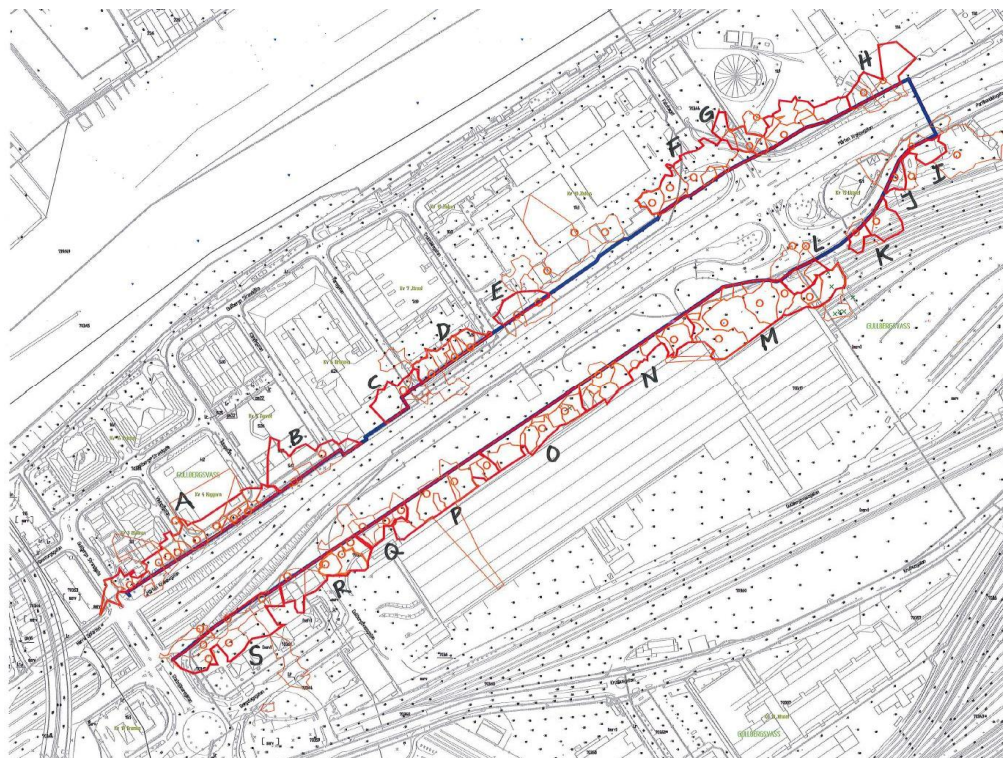
Partihandelsgatans anslutning mot Götaleden ligger på +1,9 - +2,1. Spårområdet söder om anslutningen, mot logistikterminalen ligger på +1,7 - +1,9. Marknivån mellan logistikterminalen och Partihandelsgatan varierar mellan +1,8 och +2,2.

Kvarteret mellan Stadstjänaregatan, Bergslagsgatan och Gullbergsvassgatan ligger som lägst på +1,6 och som högst på +2,0. Marken söder om byggnaden på fastigheten samt Bergslagsgatan och Gullbergsvassgatan ligger lägre, på +1,1. Söder om logistik terminalen och fram till Kruthusgatan varierar marknivån mellan +1,7 och +2,0.

3.2 Avrinningsområden och instängda områden

Från Gullbergsvass finns idag ingen naturlig avrinning till Göta älv då området är så flackt. Inte ens gatorna eller marken närmast kajen lutar ut mot älven, med undantag för mycket små ytor precis vid kajkanten. Ytlig avrinning måste istället ske till dagvattensystemet och när det inte räcker till samlas vattnet i lokala lågpunkter.

Utifrån en analys av befintliga markhöjder i hela Gullbergsvass har lågpunkter identifierats. Till lågpunkterna rinner vatten på ytan från ett avrinningsområde som också ringats in. Linjen för högvattenskyddet för Götaleden har sedan lagts till, se figur 6, samt bilaga 1. Flera mindre delavrinningsområden har identifierats men i och med att höjdskillnaden till intilliggande delavrinningsområde ibland varit ca 1 dm eller mindre har dessa områden lagts ihop till större områden som sannolikt kommer att översvämmas som en gemensam yta vid kraftig nederbörd.



Figur 6. Analys av lågpunktsområden där föreslaget högvattenskydd visas som blå linje. Röda linjer visar avrinningsområden och orangea linjer visar mindre avrinningsområden innan Götaledens högvattenskydd anläggs. Orange ring visar den lokala lågpunkten i delavrinningsområdet. Bilden visas också som bilaga 1.

Samtliga markerade avrinningsområden finns redan idag och förändras mycket lite eller inte alls om befintlig marknivå behålls utanför högvattenskyddet för Götaleden, vilket är en förutsättning i detta skede. Befintliga Götaleden ligger idag något högre än omgivande mark och är redan en låg barriär som på några ställen ger instängda områden.

Lågpunktsområdena har volymberäknats för att kunna jämföras med de vattenvolymer som kan bildas vid regn av olika återkomsttid. Resultatet visas i tabell 1. Höjden dH i tabellen avser generellt höjdskillnaden mellan lägsta punkten i avrinningsområdet och den lägsta punkten på avrinningsområdets ytterkant, dvs. det djup vattensamlingen kan uppnå innan vattnet börjar rinna in i intilliggande avrinningsområde. I beräkningarna har, på grund av att ytan för avrinningsområdet är skålformad och för att kunna förenkla volymberäkningen, halva dH och halva ytans area använts för att visa ungefärliga volymer inom avrinningsområdena.

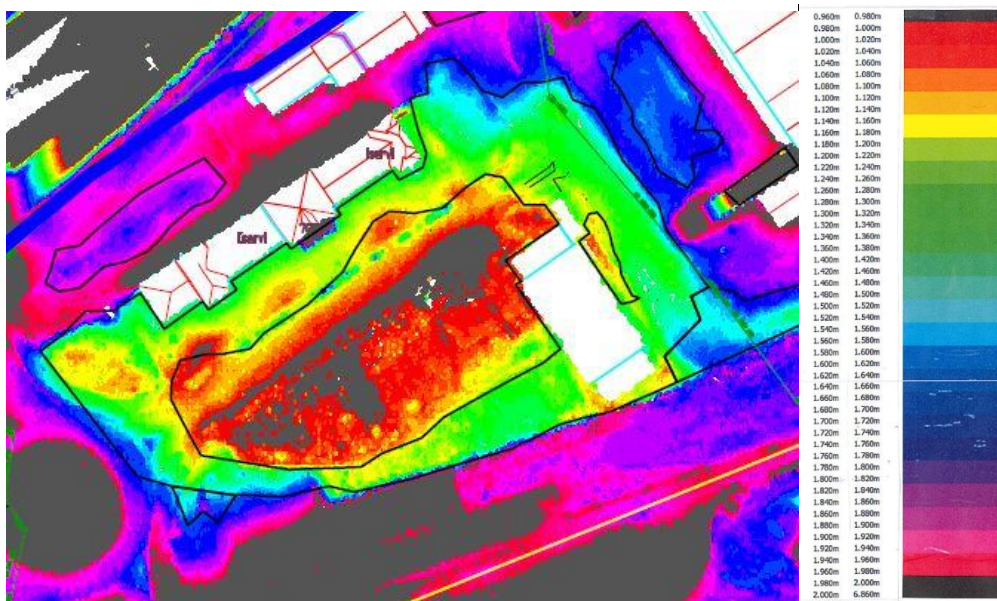
Avrinningsområdena är många och relativt små på grund av att markytan är så flack. I många fall är lågpunkten en dagvattenbrunn.

Tabell 1 Lågpunktsområdenas ungefärliga djup från lägsta punkten till vattnet "tippas över kanten" och volym.

Område	Avrinningsyta (m ²)	dH (m)	Magasinsvolym på marken (m ³)
A	4450	0,2	223
B	2490	0,2	125
C	1340	0,2	67
D	1640	0,2	82
E	1030	0,2	52
F	3860	0,2	193
G	3650	0,2	183
H	2090	0,2	105
I	680	0,2	34
J	440	0,2	22
K	1030	0,2	52
L	390	0,2	19
M	930	0,2	46
N	3460	0,2	173
O	3260	0,2	163
P	3460	0,2	173
Q	840	0,2	42
R	2900	0,2	145
S	4000	0,2	200

Lågpunkten G påverkas inte av Götaledens ombyggnad men är ändå intressant då den lägsta punkten finns där en transformatorstation idag är placerad.

I bilaga 3 visas hela området och flera lokala lågpunkter. Dessa påverkas eller påverkar ombyggnaden av Götaleden. Lågpunkterna finns inne på de befintliga fastigheterna och i gatunätet. En del av dessa lågpunktsområden bör särskilt uppmärksammas t ex området på och runt Bergslagsgatan i områdets sydvästra del. Bergslagsgatan ligger på nivån +1 som längst och i figur 7 illustreras nivåerna på och intill gatan. Ytan är även översvämmad för 100-årsflödet i befintligt ledningsnät enligt simuleringen i Hydromodellen, se figur 2.



Figur 7. Höjdanalys över Bergslagsgatan och intilliggande fastigheter. I väster ses rondellen där gatan möter Stadstjänaregatan och i öster ses logistikbyggnaden. Nivåerna illustreras med färgfält med 2 cm intervall. I mitten av området, innanför den inre begränsningslinjen, visar den svarta markeringen marknivå +0,96-+0,98 eller lägre. Utanför området, utanför den yttre begränsningslinjen, visar den svarta markeringen +2,0 eller högre.

3.3

Flöden och vattenvolymer

Dimensionerande regn för 10 och 20-årsregnen är hämtade från rapporten *E45 delen Lilla Bommen – Marieholm*. Valet av att dimensionera för 10 och 20-årsregnen hänvisas till VVMB310 (Trafikverkets Hydraulisk dimensionering) som i sin tur hänvisar till Svenskt vatten P90. Var regnintensiteten är hämtad från framgår inte, men utan klimatfaktorn stämmer intensiteten med de regnintensiteter som framgår av *Svenskt Vatten P104 Nederbördsdata vid dimensionering och analys av avloppssystem*, tabell 8.3. Därför är även regnintensiteten för 50 och 100-årsregnen också hämtade därifrån. Tabell 2 visar regnintensiteterna med klimatfaktor inräknad.

Tabell 2. Dimensionerande regn och tillhörande regnintensitet inkl klimatfaktor

Dimensionerande regn	Regnintensitet l/s, ha
10-årsregn, 10 min, 20 % klimatfaktor	274
20-årsregn, 10 min, 20 % klimatfaktor	344
50-årsregn, 10 min, 20 % klimatfaktor	466
100-årsregn, 10 min, 20 % klimatfaktor	587

Ledningsdimensionering utgår normalt från ett regn med varaktighet på 10 minuter. 10 minuter är en ungefärlig rinntid i ett medelstort ledningssystem. Ett regn med längre varaktighet ger med samma återkomstid en lägre intensitet. T.ex. är regnintensiteten för ett 50 års, 10 min regn utan klimatfaktor 388 l/s, ha

medan 50-års, 30 min regn 197 l/s, ha. En lägre intensitet ger ett mindre flöde som ska ledas ner i dagvattenbrunnarna. I detta fall, där ytavrinningen studeras är det därför i första hand intressant att titta på de kortare men intensiva regnen. Samma förutsättningar gäller vid dimensionering av ledningssystemet. Vid dimensionering av fördröjningsmagasin är det istället de regn som ger störst vattenvolym under gällande förhållanden som blir dimensionerande vilket oftast är regnen med längre varaktighet och lägre intensitet.

Beräkningar av flöden är gjorda utifrån *Svenskt Vatten P90, Dimensionering av allmänna avloppsledningar*. Avrinningskoefficient 0,8 har använts för beräkning vid 10 och 20-årsregnen och avrinningskoefficient 1,0 har använts vid beräkning av 50 och 100-årsregnen då marken förutsätts mättad och ingen avdunstning förväntas ske. Resultatet av flödes- och vattenvolymberäkningarna visas i tabell 2. I bilaga 2 visas samtliga beräkningar av dagvattenflöden, vattenvolymer och magasinsvolymer i sin helhet.

Tabell 3. Flöden och vattenvolymer

Om-råde	Flöde (l/s)				Vattenvolym vid 10 min regn (m ³)			
	10 år	20 år	50 år	100 år	10 år	20 år	50 år	100 år
A	98	122	207	261	59	73	124	157
B	29	37	62	79	18	22	37	47
C	36	45	76	96	22	27	46	58
D	23	28	48	60	14	17	29	36
E	85	106	180	227	51	64	108	136
F	80	100	170	214	48	60	102	129
G	46	58	97	123	27	35	58	74
H	15	19	32	40	9	11	19	24
I	10	12	21	26	6	7	12	15
J	23	28	48	60	14	17	29	36
K	9	11	18	23	5	6	11	14
L	20	26	43	55	12	15	26	33
M	76	95	161	203	46	57	97	122
N	71	90	152	191	43	54	91	115
O	18	23	39	49	11	14	23	30
P	64	80	135	170	38	48	81	102
Q	88	110	186	235	53	66	112	141
R	64	80	135	170	38	48	81	102
S	88	110	186	235	53	66	112	141

3.4

Konsekvenser av flöden och vattenvolymer

För att veta om respektive lågpunktsområde kan rymma vattnet vid de olika regnen har volymerna jämförts och konsekvenserna beskrivits. Ett 10 minuters 10-årsregn kan rymmas i samtliga avrinningsområden förutom Q. Här saknas ca 7 m³ magasinvolym. Vid 100-årsregnet rymms inte vattenvolymer i områdena E, J,

L, M, Q. Som mest saknas ca 70 m³ i M. Avrinningsområden Q och M ligger vid logistikterminalen som kan påverkas av översvämningen.

Om fokus enbart är på ytavrinning kommer dagvattenbrunnarnas kapacitet vara begränsande för bortledning av vatten. Kapaciteten beror på brunnsbetäckningens storlek, vilket vattentryck som finns ovanifrån i översvämningssytan och på vilken ledningsdimension det är på utloppsledningen. Enligt Uponor har en dagvattenbrunn av standardtyp, med rännstensbetäckning en kapacitet på 28 l/s. För att leda bort 28 l/s behövs en utloppsledning med dimension 200 mm och med lutning ca 1 %.

Om man beaktar hela Gullbergsvass och förutsätter att t ex ett 10-årsregn kan tappas av genom det befintliga ledningssystemet vid ett 100-årsregn behöver ca 2000 m³ vatten kunna hanteras norr om Götaleden och motsvarande ca 6000 m³ söder om Götaleden fram till banområdet. Om det är ett 2-årsregn som istället kan tappas av blir motsvarande 100-årsvolymer 5000 m³ respektive 13000 m³.

I kapitel 4 beskrivs hur man skulle kunna utforma dagvattenhanteringen så att vattnet vid exempelvis ett 100-årsregn kan tas omhand.

4. Förslag till åtgärder

Vilka åtgärder man beslutar sig för att genomföra för att minska eller helt undvika översvämning beror på hur mycket förändringar som kan göras på befintlig mark eller befintliga avvattningsystem. Det beror också på vilken säkerhet planeringen ska utgå från. Öppen dagvattenhantering syns vilket gör att ett helhetsgrepp om utformning och gestaltning också krävs.

Nedan följer ett resonemang om tänkbara åtgärder där utgångspunkten är att det framtida vattenflödet inte rymms i dagvattensystemet.

4.1 Dagvattensystemet

Om man vill undvika eller minimera ytliga vattensamlingar kan dagvattenbrunnar placeras tätare och dagvattensystemet dimensioneras för ett kraftigare regn än t.ex. ett 10-årsregn (vilket är det dimensionerande regnet enligt Svenskt Vatten *P90- instängt område inom citybebyggelse*). Att dimensionera dagvattensystemet för ett 50- eller ett 100-årsregn är inte ekonomisk hållbart då systemet skulle utnyttjas i sin helhet väldigt sällan. Vad som skulle motivera dimensionering efter så pass kraftiga regn är att mycket samhällsviktiga funktioner, med hög risk för störning vid översvämning, skulle kunna påverkas. I Gullbergsvass finns idag inga så känsliga funktioner.

Det också möjligt att fördröja toppflödena i fördröjningsmagasin innan avledning till dagvattensystemet. För att kunna göra det så att översvämning inte orsakas

måste avledningen från ytan dimensioneras för det kraftiga flödet, alternativt att lågpunkter tillåts översvämmas tillfälligt.

Fördröjningsmagasinet kan sedan utformas som ett öppet eller ett underjordiskt magasin. I Gullbergsvass är infiltration inte ett alternativ för bortledning av större flöden så ett utlopp till dagvattensystemet krävs.

Ett öppet fördröjningsmagasin är att föredra då det är volymeffektivt jämfört med ett underjordiskt magasin som ibland fylls med t ex krossmaterial, och har inbyggd marginal för ännu större vattenmängder än de dimensionerade då fördröjningsvolymen normalt sätt inte planeras ända upp i omgivande marknivå.

Ett underjordiskt fördröjningsmagasin måste anläggas på ett visst djup för att markytan ovanför ska vara körbar och för att inkommande ledningar till magasinet ska kunna anslutas med självfall. Till skillnad från det öppna systemet har det heller ingen inbyggd marginal om det inte samtidigt ligger i en lågpunkt som får översvämmas. På särskilda platser, där stor risk för översvämning föreligger, men där avrinningsområdet inte är så stort och inte ger så stora vattenvolymer att hantera kan ett underjordiskt magasin vara ett alternativ. Exempel på underjordiskt magasin är kassetmagasin och rörmagasin. Fördröjningsmagasin i form av krossfyllning är inte ett alternativ i detta uppdrag då det är översvämningens volymer som ska fördröjas. Krossfyllning med porvolym ca 30 % är inte volymeffektiv och tar mycket plats i förhållande till den vattenvolym det kan rymma.

För fördröjning av större vattenvolymer kommer fördröjningsmagasinen troligen behöva spridas ut där det behövs, eller ganska nära området där det behövs, på grund av att det är så små nivåskillnader i området som gör det svårt att lägga ledningar med självfall längre sträckor. Skulle man ändå vilja leda vattnet en längre sträcka för att kunna göra ett större fördröjningsmagasin kan pumpning komma att behövas innan magasinet eller för magasinets utlopp.

Magasinet kan utformas som en damm, våtmark, eller kanal om det är större volymer som ska hanteras och som rain-garden, infiltrationsdike eller svackdike om det är mindre volymer som ska hanteras. Vilket lämpligast behöver studeras i samråd med de som utformar och gestaltar området.

4.2

Höjdsättning för framtiden

Markytan innehåller, i och med att den är så flack, många lokala lågpunkter där vattnet kan samlas. Vill man helt undvika dessa lågpunkter måste ytan luta jämnt till den punkt eller det stråk man kan ta omhand vattnet utan att en vattensamling ger upphov till skada på byggnader o dyl. Att modellera marken för jämnare lutning är ett stort ingrepp som kan vara möjlig att genomföra endast om hela eller stora delar området planeras om. Ett exempel på hur en sådan modellering skulle kunna se ut är att ytan norr om Götaleden, från högvattenskyddet till Göta älv, får luta svagt mot älven. Det är ca 200 m från högvattenskyddet mot älven

vilket ger en höjdskillnad på 1 m om marken lutas med 0,5 %. På södra sidan av högvattenskyddet skulle ett eller flera lägre stråk kunna skapas som ett eller flera veck mellan Götaleden och bangården. De lägre stråken behöver planeras och utformas så att de kan ha flera användningsområden då de under större delen av tiden inte kommer att vara varken vattenfyllda eller ens fuktiga. För området söder om Götaleden behövs en yta på nästa 2 ha som översvämningssyta för 100-årsregnet om vattnet inte tillåts stiga mer än ca 0,5 m på ytan.

Höjdsättningen kan också användas i mindre skala, se kapitel 4.3 Gatornas utformning.

4.3 Gatornas utformning

I en översvämningssituation är det främst byggnader och vissa konstruktioner som behöver skyddas. För att förhindra skador på dessa måste marken luta från byggnaderna mot t.ex. gatorna. Det är så avvattningen ser ut i staden idag. Frågan är sedan om man kan tillåta att vattnet får samlas på gatorna eller om man vill kunna leda bort vattnet därifrån.

Det finns olika sätt att hantera översvämningssvatten som ska tas om hand i gaturummet. Ett sätt är att bestämma vilka gator som det kan tillåtas vattensamling på. Övriga gator måste då lutas mot den eller de gatorna för att avrinningen ska fungera. Vattensamlingsgatan måste utformas så att en viss volym vatten kan bli stående utan att det tippar över kanten till t.ex. garagedfarter.

Ett annat sätt är att utforma gatusektionen så att vattnet kan samlas i ena körfältet, i ett lägre grönstråk eller i ett dike eller kanal. Även här måste gatan utformas så att en viss volym vatten kan bli stående utan att det tippar över kanten till platser som kan ta skada.

Bortledning eller avtappning av vattnet sker i båda fallen till dagvattensystemet.

4.4 Ytor för fördröjning, bortledning eller samling av dagvatten vid extremnederbörd

Gatorna i hela området är fritt analyserade utifrån befintliga förhållanden gällande höjd och utformning idag och med syfte att identifiera lämplighet för bortledning eller samling av dagvatten vid extrem nederbörd. Störningskänslighet gällande trafikering är inte utredd. I samtliga gator förutsätts att det finns tekniska försörjningssystem som påverkas vid en eventuell ombyggnad av gatorna. Exakt hur de påverkas och vilka åtgärder som behöver vidtas har heller inte utretts i detta skede. Generellt är det lite enklare att sänka en gata än höja den om man har mycket portar, garagedfarter eller lastkajer vid byggnaderna längs gatan. Gatornas läge visas i figur 1.

Norr om Götaleden

Kilsgatan, Vikingagatan och Gullbergs Strandagatan. Kilsgatan ligger först parallellt med Götaleden (nivå +1,2- +1,5) och svänger sedan 90° mot Gullbergs

Trollhättegatan. Skulle kunna leda översvämningstvatten norrut bl a från avrinningsområde E. Gatan lutar, likt Kämpingegatan och Torsgatan, från Götaleden på +1,6, svagt norrut där halva gatan, den norra delen, ligger på +1,3. Anslutningen med Gullbergsvassgatan ligger på +1,3. I söder ligger gatan längs med Götaleden och kommer efter ombyggnad av Götaleden försvinna. Trollhättegatan är bomberad och har lågpunkt i östra och västra kanterna med kantsten på båda sidorna. För att kunna leda översvämningstvatten mot Gullbergsvassgatan behöver Gullbergsvassgatan sänkas.

Falutorget. Gatan har en grund lokal lågpunkt mitt emellan Götaleden och Gullbergsvassgatan. För att vattnet idag ska rinna vidare norrut måste vattnet stiga ca 1 dm i lågpunkten. Om lågpunkten byggs bort skulle gatan kunna leda vatten från området norr om Götaleden mot Gullbergsvassgatan.

Gullbergsvassgatan längs med kajen. Gatan ligger på -1,3 - +1,7 och längs med gatan lutar tomtmark från byggnaderna mot gatan. Det finns inga portar mot gatan med undantag för en nedfart längst i väster där gatan svänger söderut. Längs norra kanten finns grönremsa där träden står glest. Innan för grönremsan finns en gång- och cykelväg och innanför den grönremsa igen finns antingen en stor parkeringsyta som lutar från kajkanten mot Gullbergsvassgatan (södra delen) eller kajyta som lutar ut mot älven (norra delen). Med en sänkning av Gullbergsvassgatan på mellan 0,1 - 0,5 m till t ex +1,0 kan de gator som ansluter vinklerätt avrinna mot Gullbergsvassgatan. Om vattenytan tillåts stiga 0,3 m kommer på den ca 1 km långa gatan kunna rymma 2700 m³. Delar av Kämpingegatan kommer dock också att vattenfyllas då.

Fördröjningsmagasin vid Gasklockan. Det finns inte några självklara befintliga ytor som skulle kunna användas till öppna fördröjningsmagasin. Ytan sydöst om gasklockan är den enda grönytan som är tillräckligt stor för ett magasin som skulle kunna fördröja en större volym. Ett magasin skulle kunna vara ca 3400 m² vilket ger en fördröjningsvolym på 1700 m³ om vattnet tillåts fluktuera 0,5 m. Avrinningsområden F-H kräver ca 230 m³. På grund av att området är så platt kan vattnet inte ledas med självfall så långa sträckor till magasinet. Med självfall så lång sträcka blir magasinet väldigt djupt, kräver mer släntyta samt att utloppet måste pumpas. I marken finns föroreningar.

Söder om Götaleden

Partihandelsgatan. Gatan försvinner norr om logistikbyggnaden när Götaleden byggs. Hur ytan mellan logistikbyggnaden och högvattenskyddet kommer att kunna användas när högvattenskyddet är byggt är okänt. Med ett eller flera underjordiska magasin kan ytan fortfarande användas som köryta eller parkering samtidigt som den skyddas mot översvämning. Ca 500 m³ vatten alstras vid ett 10 minuters 100-årsregn på från markytan (avrinningsområden L-Q). Under förutsättning att ett 10 minuters 10-årsregn kan tappas och att endast vattnet från ytorna fördröjs, i t ex ett rörmagasin, behövs ett 520 m långt 500 mm rör. Om magasinet istället anläggs som ett kassett magasin med nivåskillnad 0,5 m mellan in- och utlopp behöver magasinets area vara ca 580 m². I öster, där högvattenskyddet möter befintliga Götaledens nivå skulle ett underjordiskt fördröjningsmagasin kunna anläggas för att hantera 100-årsregnet från avrinningsområdena I och J. Med avtappning motsvarande 10 minuters 10-årsregn behövs en fördröjningsvolym på ca 30 m³. Ett kassettmagasin med nivåskillnad 0,5 mellan inlopp och utlopp ger en yta kräver en yta på ca 60 m². Avrinningsområdet K ligger inne på bangården och skulle ev också kunna anläggas som underjordiskt magasin.

Bergslagsgatan. Bergslagsgatan fungerar redan idag som en översvämningsyta och kan magasinera ca 3700 m³ vatten om vattnet tillåts stiga 30-40 cm på hela ytan. Problemet är byggnaderna som ligger intill Gullbergsvassgatan som då drabbas av översvämningen och som behöver skyddas. Hit rinner avrinningsområden S-R.

Gullbergsvassgatan. Gullbergsvassgatan som ligger inne på logistikfastigheten ligger lägre än omgivande mark och fungerar därför som översvämningsyta. Ca 1300 m³ vatten kan samlas på gatan om vattnet kan tillåtas stiga ca 30 cm.

Kruthusgatan. Gatan ligger högre än området på bangårdarna på bägge sidorna av gatan. Ytan söder om Kruthusgatan påverkas inte av högvattenskyddet för Götaleden.