



DAGVATTENUTREDNING SMÖRGATAN

GÖTEBORGS STAD STADSBYGGNADSKONTORET

UPPRÄTTAD: 2016-09-13

Upprättad av

Björn Andersson, Philipp
Lorber

Granskad av

Lars Nilsson

Godkänd av

Oguz Acikgöz

Innehållsförteckning

Innehållsförteckning	2
1 Sammanfattning	4
2 Inledning	4
2.1 Syfte	4
2.2 Underlag.....	4
3 Befintliga förhållanden	5
3.1 Områdesbeskrivning	5
3.2 Geoteknik.....	6
3.3 Befintligt Va-system	7
4 Framtida förhållanden.....	7
4.1 Planförslag	7
4.2 Dimensionering	8
4.2.1 Förutsättningar till dagvattenhantering.....	8
4.2.2 Beräkning av dimensionerande parametrar	9
4.2.3 Beräkning av erforderligt behov av fördröjning	10
4.2.4 Vid extrema regntillfällen.....	11
4.3 Förslag till utformning.....	13
4.3.1 Allmänna åtgärder.....	14
4.3.2 Alternativ 1, växtbäddar	15
4.3.3 Alternativ 2, växtbäddar + makadamlager	23
4.3.4 Alternativ 3, växtbäddar + dagvattenkassetter med filterbrunnar.....	30
4.3.5 Lackarebäcksfjället.....	35
4.3.6 Höjdsättning	36
4.4 Renings- och fördröjningsmetoder	36
4.4.1 Makadamlager	36
4.4.2 Dagvattenkassetter	36
4.4.3 Jordskelettsanläggning med trädplantering	37
4.4.4 Växtbäddar.....	37
5 Investeringskostnad	39
6 Föroreningar	39
7 Slutsats	40

Bilagor

Bilaga 1	Beräkningar för framtagande av respektive alternativ
Bilaga 2	Beräkningar investeringskostnad
Bilaga 3	Lackarebäcksfjället
Bilaga 4	Beräkningar Föroreningshalter
Bilaga 5	Förslag utformning Alternativ 1
Bilaga 6	Förslag utformning Alternativ 2
Bilaga 7	Förslag utformning Alternativ 3

1 Sammanfattning

I samband med detaljplanarbetet för bostäder vid Smörgatan i stadsdelen Kallebäck, Göteborg, har Sigma Civil AB fått i uppdrag av Göteborgs stad att göra en dagvattenutredning för området. Lokalt omhändertagande av dagvatten (LOD) ska eftersträvas.

I denna utredning föreslås att dagvatten i planområdet fördröjs nära källan med hjälp av fördröjning via växtbäddar, makadamlager, dagvattenkassetter och skelettjordar.

Utredningen visar att ett fullständigt lokalt omhändertagande av dagvatten inte är möjligt. Dock kan en omfattande fördröjning samt infiltration av dagvattnet realiseras inom planområdet, så att de vattenmängder som leds vidare till det allmänna dagvattensystemet minimeras.

Vid detaljprojektering är det viktigt att marken utformas och höjdsätts så att planerad bebyggelse inte riskerar att utsättas för översvämning. Detta säkerställs genom att hålla avstånd mellan lägsta golvnivå i byggnaderna och marknivån i respektive avloppsförbindelsepunkt och genom att undvika instängda ytor i området.

2 Inledning

2.1 Syfte

I stadsdelen Kallebäck i Göteborg planeras nybyggnad av ca 1500 nya bostäder på Smörgatan. Syftet med uppdraget är att utreda förutsättningar för lokalt omhändertagande av dagvatten genom fördröjning och infiltration samt att se över behovet av rening av dagvatten och eventuella tekniska skyddsåtgärder som kan behöva vidtas i samband med planerad exploatering. Ambitionen är att minimera anläggandet av nya ledningssystem och istället nyttja lokalt omhändertagande av dagvattnet. Detta för att minimera ingreppen i befintlig miljö och framtida driftkostnader.

2.2 Underlag

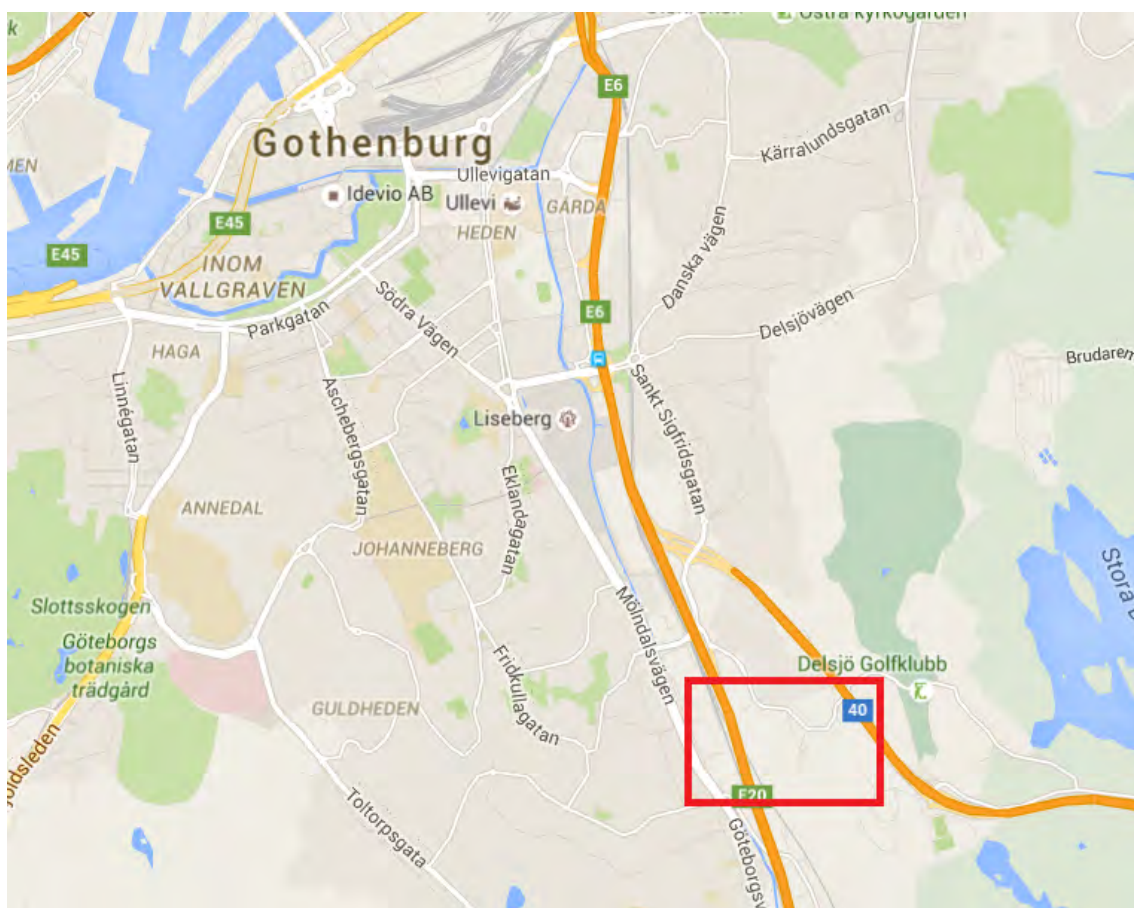
I arbetet med utredningen har följande underlag använts:

- Samlings- och grundkarta (dwg)
- Karta med befintliga VA-ledningar
- Preliminär detaljplan (Koncept och illustrationsritning, PDF)
- Publikation P110, Svenskt Vatten 2016.
- Publikation P104, Svenskt Vatten 2011.
- Publikation P105, Svenskt Vatten 2011.

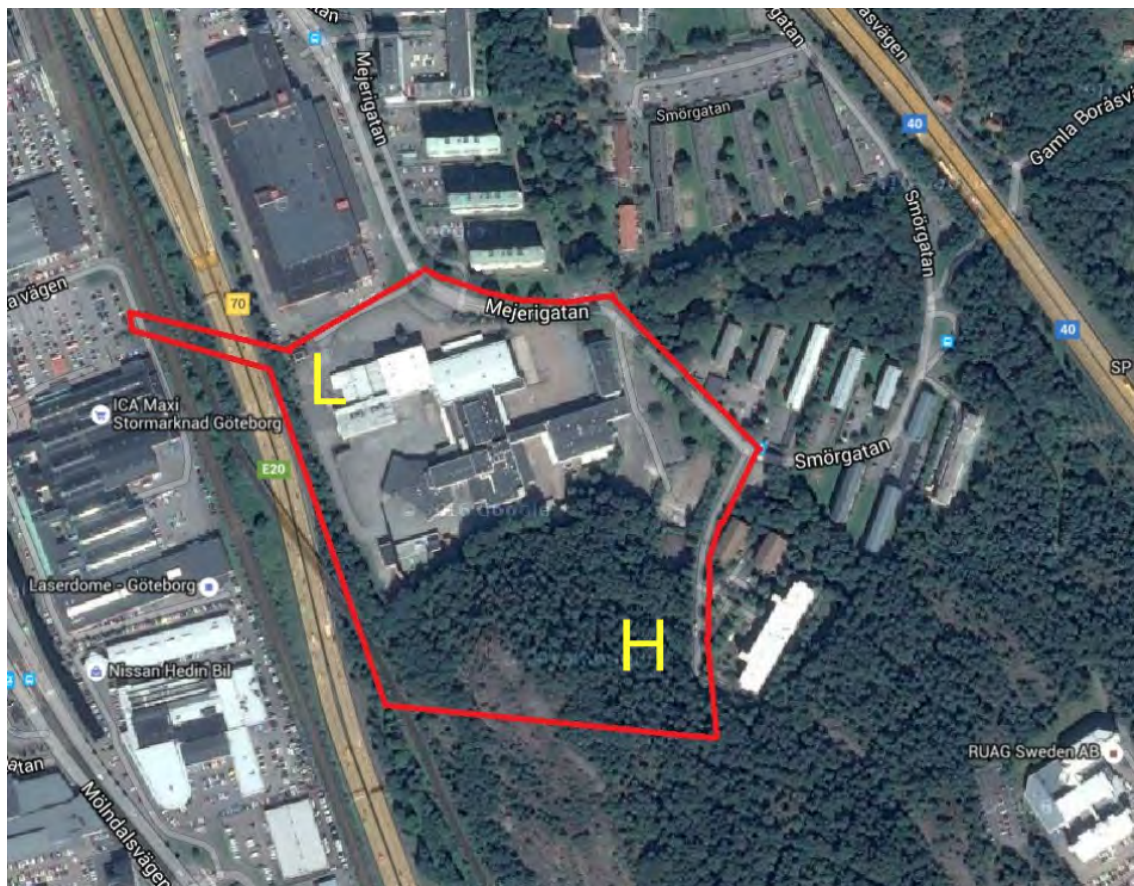
3 Befintliga förhållanden

3.1 Områdesbeskrivning

Planområdet är ca 12 ha stort och beläget i stadsdelen Kallebäck i södra Göteborg, samma område där Arla mejeri tidigare låg. Området ligger i anslutning till E6:an samt Västkustbanan och Kust till kustbanan. Området avgränsas av kommungränsen mot Mölndal i söder och Mejeri-/Smörgatan i norr. I närheten ligger även Riksväg 40, se Figur 1 och 2. Området utgörs i nuläget huvudsakligen av ett industriområde med befintliga industribyggnader och asfalterade ytor. Den södra delen av området utgörs av naturmark och berg i dagen som tillhör det så kallade Lackarebäcksfjället. Marknivån är mycket varierande, +82 möh i söder och +10 möh i nordväst. Hörnet i nordväst är hela områdets lågpunkt. Hela den asfalterade ytan sluttar i nuläget mot detta hörn. I nuläget avrinner tillskottsvatten från området öster om Mejerigatan och från naturområdet i söder mot hörnet i nordväst.



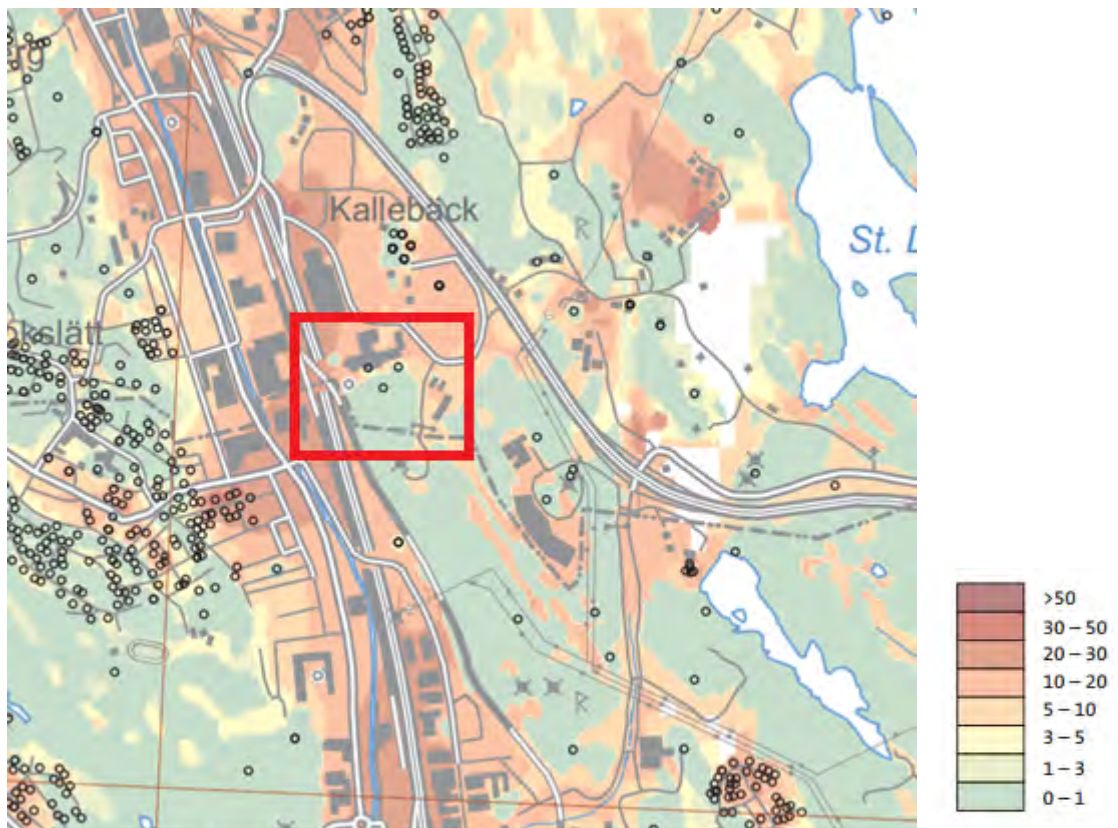
Figur 1: Översiktskarta (källa: www.google.se)



Figur 2: Utredningsområdets ungefärliga placering med höjdpunkt och lågpunkt (källa: www.google.se)

3.2 Geoteknik

Planområdets jorddjup varierar enligt jorrdjupskartan från Sveriges Geologiska Undersökning, SGU, mellan 0 och 20 m, se Figur 3. Enligt undersökningar gjorda av Sweco 2015 varierar jordmäktigheten mellan 0 till 20 m med ökad jordmäktighet mot nordost. Jorden utgörs i de södra delarna av en mindre jordmäktighet av friktionsjord som med ökad jordmäktighet överlagras av lera. Leran är lös och av kvicklerarakteraktär, d.v.s. känslig för störningar. På grund av att området består av lera och berg i dagen anses infiltrationsmöjligheterna begränsade. Området begränsas ytterligare på grund av brist på naturliga utströmningsmöjligheter.



Figur 3: Urklipp från jorddjupskartan (Källa: www.sgu.se)

3.3 Befintligt Va-system

Planområdet avvattnas i nuläget via befintligt ledningsnät i Smörgatan och Mejerigatan. Därifrån avleds dagvattnet till utloppet i Mölndalsåsen ca 380 meter i sydvästlig riktning.

4 Framtida förhållanden

4.1 Planförslag

Planförslaget avser nyproduktion av ca 1500 nya bostäder samt adekvat social service i form av förskola, äldreboende med mera, se Figur 4. Detaljplanen ingår i BoStad2021 som innebär att kommunen och näringslivet tillsammans ska ha planlagt och färdigställt 7000 nya bostäder utöver normalproduktion till Göteborgs 400-års jubileum 2021. Av planens 1500 bostäder ska ca 600 stå klara till jubiléet.

Planområdet innefattar både kvartersmark och allmän platsmark. Den allmänna platsmarken utgörs enbart av hårdgjorda ytor. Några mindre vägar tillhör dock kvartersmark.



Figur 4: Illustration av planförslag (källa: Samrådshandlingen)

4.2 Dimensionering

4.2.1 Förutsättningar till dagvattenhantering

Förutsättningarna för dagvattenhantering är framtagna med hjälp av:

- Kretslopp och Vattens principer för dagvattenhantering
- P110 Avledning av dag-, drän- och spillvatten
- P104 Nederbördsdata vid dimensionering och analys av avloppssystem
- P105 Hållbar dag- och dränvattenhantering
- Krav enligt avrop

Svenskt Vatten Publikation P104 rekommenderar att en säkerhetsfaktor för korttidsnederbörd används. För dimensionering ansåts en faktor av 1,2 för att ta hänsyn till framtida klimatförändringar och ökade regnmängder.

Dessutom förutsätts följande i den här utredningen:

- Kretslopp och Vattens krav är att den effektiva volymen dagvattenfördröjning inom kvartersmark ska motsvara minst 10 mm nederbörd per ansluten hårdgjord kvadratmeter.

- Ingreppet på befintlig dagvattenavrinning inom fastigheten ska minimeras, det vill säga bibehållande av naturliga avrinningsområden och naturlig reningsförmåga hos vegetation och sediment där det är möjligt och lämpligt
- Olika typer av öppna lösningar vid dagvattenhantering bör utnyttjas i första hand
- Den vattensjuka bokskogen har vid platsbesök bedömts att inte påverka någon bebyggelse, men vid stora regn kan vatten rinna längs vägen från Mejerigatan mot planområdets nordvästra hörn.

Mölnålsån har prioriteringsklass 3 enligt Göteborgs vattenplan. Dagvattnen från planområdet har klass 2. Matrisen över behandlingsbehov enligt åtgärdsplan anger "enklare behandling" vilket exemplifieras med lokalt omhändertagande av dagvatten (LOD), fördröjning, utjämningsmagasin, översilning eller avledning i öppet dike där det är möjligt och lämpligt.

4.2.2 Beräkning av dimensionerande parametrar

Beräkningar av dimensionerande regn sker enligt Svenskt Vattens publikation P104 och Dahlströms ekvation (1) nedan:

$$i = 190 \sqrt[3]{A} \frac{\ln(tr)}{tr^{0,98}} + 2 \quad (1)$$

i: regnintensitet [l/s*ha]
tr: regnvaraktighet [min]
A: återkomsttid [mån]

Beräkningen utförs för en koncentrationstid av 10 min och en återkomsttid av 10 år. Ekvationen ger en dimensionerande regnintensitet på 228 l/s per hektar. Det dimensionerande dagvattenflödet Q_{dim} beräknas enligt ekvation (2).

$$Q_{dim} = A * \varphi * i * k \quad (2)$$

Q_{dim} : dimensionerande flöde [l/s]
A: avrinningsområdets area [ha]
 φ : avrinningskoefficient
i: regnintensitet [l/s*ha]
k: klimatkoefficient 1,2

Dimensionerande flöden, delområdets storlek och avrinningskoefficienter redovisas i tabell 1 och 2. Avrinningskoefficienter för områdets olika avrinningsytor har valts enligt Svenskt Vatten Publikation P110. För att kunna bedöma flödets förväntade förändring utförs beräkningar för både befintlig och planerad markanvändning inklusive klimatkoefficient för framtida klimatförändringar.

Tabell 1: Dagvattenflöden för planområdet innan exploatering

Ytor	A [ha]	φ	A_{red} [ha]	k	i [l/s*ha]	Q_{dim} [l/s]
Kvartersmark						
Asfalt	5,13	0,8	4,10	1	228	935
Naturmark	4,4	0,3	1,32	1	228	301
Tak	2,01	0,9	1,81	1	228	412
Allmän platsmark						
Asfalt	0,66	0,8	0,52	1	228	120
Totalt	12,19					1768

Tabell 2: Förväntade flöden för planområdet efter exploatering

Ytor	A [ha]	φ	A_{red} [ha]	k	i [l/s*ha]	Q_{dim} [l/s]
Kvartersmark						
Tak	2,75	0,9	2,48	1,2	228	677
Grönyta	1,59	0,1	0,16	1,2	228	44
Asfalt	0,51	0,8	0,41	1,2	228	111
Naturmark	3,95	0,3	1,19	1,2	228	324
Allmän platsmark						
Asfalt	3,40	0,8	2,72	1,2	228	744
Totalt	12,20					1900

Beräkningen visar att dagvattenflödet i dagsläget ligger på ca 1770 l/s. Kommande exploatering innebär att stora delar av de områden som i nuläget är asfalterade istället kommer bli gräsytor och bör därmed bidra till ett lägre dagvattenflöde. Dimensionerande dagvattenflöde efter exploatering ligger på ca 1900 l/s, en ökning med 7 %. Befintligt flöde hade varit ca 2120 l/s medräknat klimatfaktor, d.v.s. att exploateringen hade minskat det totala flödet med ca 10 %.

4.2.3 Beräkning av erforderligt behov av fördröjning

Kravet på dagvattenfördröjning är att 10 mm regn per m² hårdgjord yta ska kunna fördröjas inom kvartersmark. Erforderligt behov av magasinvolym tas fram enligt ekvation (3) med villkoren att inga gröna tak används.

$$V = A_{hård} * 0,01 \text{ m} \quad (3)$$

V: magasinvolym [m³]

A: summa hårdgjorda ytor [m²]

Andelen hårdgjorda ytor inom kvartersmark vid framtida förhållande är ca 3,25 ha (tak och gator), den reducerade arean uppgår till 2,88 ha vilket ger en magasinvolym på ca 288 m³.

Anläggning av ett enda magasin i planområdet anses dock inte lämpligt med avseende på utformningskrav.

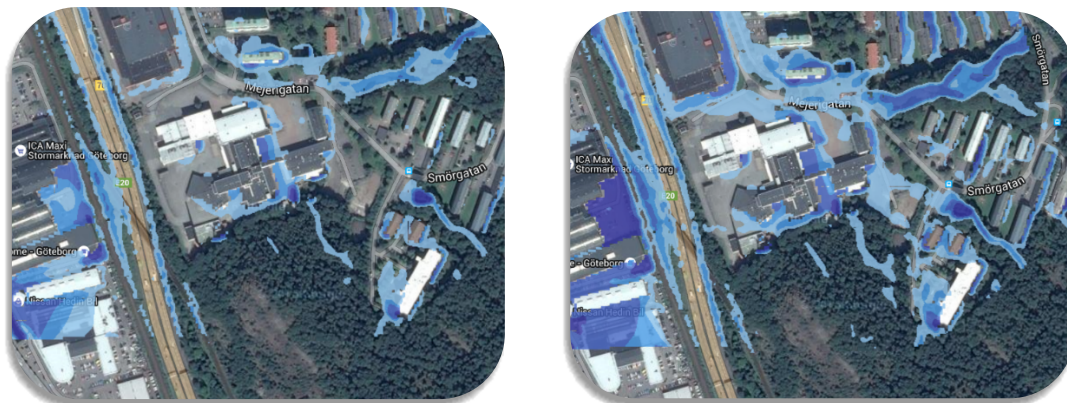
4.2.4 Vid extrema regntillfällen

En skyfallsmodellering har utförts av Göteborg Stad för att studera översvämningar för stadens utbyggnadsområden. Ett extremt regn innebär alltid en risk att lågpunkter och inestängda områden översvämmas. Vid extrema regntillfällen, dvs. korta och intensiva regn eller långa regn med låg intensitet, kommer dagvattenledningarna inte att kunna avleda allt vatten med en gång. Den totala dagvattenvolymen genererad vid olika typer av nederbörd redovisas i Tabell 4 nedan.

Tabell 4: Dagvattenvolym vid olika extrema regntillfällen

	korta intensiva regntillfällen			långa regn med låg intensitet
återkomsttid	25 år	50 år	100 år	100 år
varaktighet	10 min	10 min	10 min	6 h
dagvattenvolym	1260 m ³	1580 m ³	1990 m ³	5740 m ³

Det är svårt att avgöra hur mycket extrema regn kommer att påverka området efter exploatering eftersom topografin kommer att se annorlunda ut. Men enligt skyfallsmodellen på Göteborgs Stads hemsida finns risk för vattendjup mellan 0,3-0,5 meter vid ett 100 års regn där den centrala gångfartsgatan ska placeras. Detta bör dock inte vara ett problem efter exploatering då vattenvolymen beror på att det dämmer mot befintliga hus.

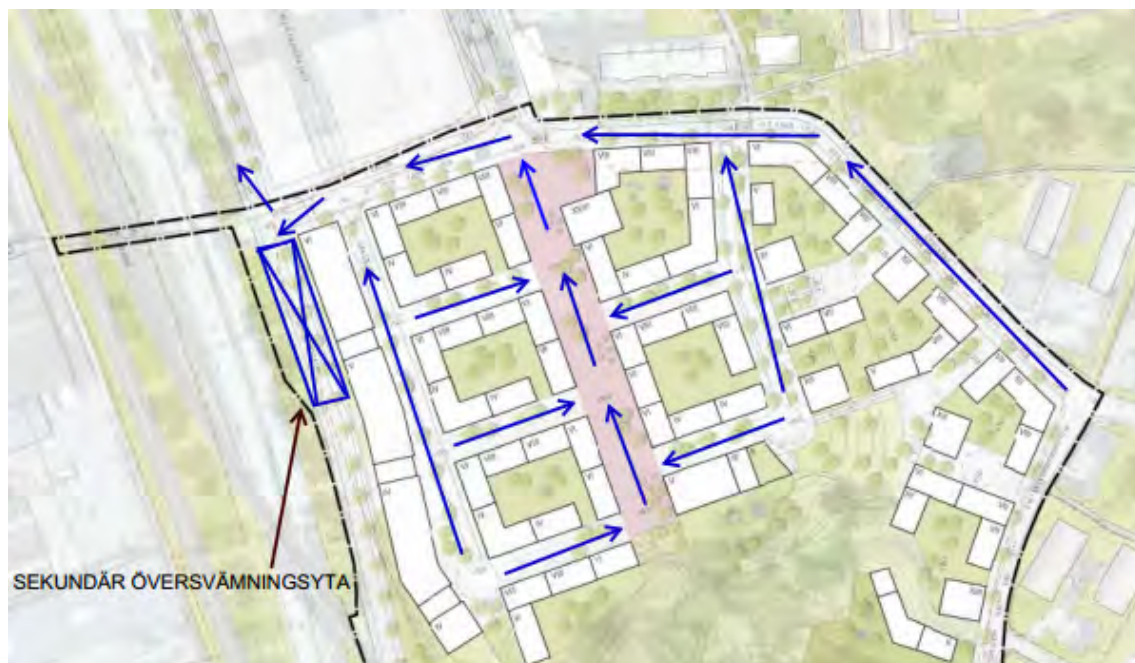


Figur 5: Resultat av skyfallsmodellering, 100- respektive 500-årsregn

Gångfartsgatan föreslås därför vara nedsänkt med trappsteg ned mot gatan och luta mot Mejerigatan där vattnet leds vidare till befintligt vägdike. Mejerigatan och den nya vägen till E6 ska vara försedd med kantsten som förhindrar tillskottsvatten från närliggande område. De öppna bostadsgårdarna ska vara höjdsatta med lågpunkt vid ingång/utgång så vatten lätt kan avrinna från bostäderna till gångstråket. Den planerade vägen väster om bostäderna ska fungera som sekundär och tillfällig översvämningssyta.

Intilliggande gator höjdsätts så regnvattnet leds till den nedsänkta gångfartsgatan, till exempel genom användning av markrännor. I området där vattnet överstiger 1 meters djup vid 100-års

regn är i nuläget en grop som förväntas försvinna efter exploatering då byggnader är placerade där.



Figur 6: Planerade avrinningsvägar

4.3 Förslag till utformning

I den här utredningen tas särskild hänsyn till lokalt omhändertagande av dagvatten. Det innebär att dagvatten i möjligaste mån omhändertas inom planområdet. Där ett fullständigt omhändertagande inte är möjligt på tomtmark föreslås fördröjningsåtgärder innan avledning till det allmänna va-nätet.

För att underlätta beskrivningen av de olika utformningarna har byggnaderna numrerats, se Figur 6. T1-4 innefattar de asfalterande ytorna mellan huskropparna som enligt plankartan tillhör kvartersmark.



Figur 7: Redigerad bild av Illustrationsritningen (källa: samrådshandlingen)

För att uppnå kravet om att 10 mm regn per hårdgjord kvadratmeter ska fördröjas inom kvartersmark samt att prioritera fördröjning nära källan har separata lösningar tagits fram för varje enskilt delområde inom kvartersmark, det vill säga varje husnummer 1-14 och asfaltsytor T1-T4. Det finns dock ett antal allmänna åtgärder som gäller för hela planområdet.

Mängd dagvatten från Lackarebäcksfjället samt hanteringsmetoder för detta redovisas i kapitel 4.3.5 samt Bilaga 3.

4.3.1 Allmänna åtgärder

- Dagvatten från allmän platsmark tas om hand i skelettjordar placerade utmed områdets tre stora alléer. Dagvatten leds till dessa via brunnar alternativt öppna rännalar. Skelettjordarna ska dimensioneras för dagvatten från allén och från Lackarebäcksfjället, se kapitel 4.3.5.
- Innergården till delområde nr 6 bör vara öppen så dagvatten kan ledas bort från gården. Ett andra alternativ är att innergården är höjdsatt med lågpunkten i mitten så centrala delen fungerar som uppsamlingsplats i form av en damm.
- Där det inte är möjligt att leda dagvatten till skelettjordar placeras filterbrunnar längs med gatan. Det gäller främst den befintliga gatan, Smörgatan.
- Avskärande diken längs med tomtgränserna runt delområdena i anslutning till Lackarebäcksfjället. Dessa diken leder dagvatten till skelettjordarna.
- För att ta hand om dagvatten från bilvägen runt planområdets ytterkanter föreslås växtbäddar alternativt trädplantering längs med vägen.
- Dagvatten från asfaltytorna mellan hus 10, 11 och 12 fördröjs via nedsänkta växtbäddar i gatan.
- Underliggande dräneringslager på innergårdarna ska slutta mot öppningar för att undvika stående vatten i instängda ytor.
- Samtliga växtbäddar som planeras i anslutning till källare eller garage bör byggas täta och även höjas upp vid behov.
- Varje växtbädd förses med ett översvämningsskydd där dagvatten vid behov kan ledas vidare till det allmänna ledningsnätet, se Figur 7.



Figur 8: Exempel på utformning av växtbädd med översvämningsskydd (Källa: Movium faktablad)

4.3.2 Alternativ 1, växtbäddar

Delområde 1: Växtbäddar anläggs på husets västra sida, på den kvartersmark som enligt plankartan planeras att asfalteras. På den östra sidan finns enligt plankartan ingen kvartersmark mellan byggnad och allmän platsmark, dagvatten från takets östra halva planeras därför att släppas direkt i ledningsnätet alternativt ledas till skelettjord i gatan. För att undvika att behöva släppa dagvatten till allmän platsmark rekommenderas taket på byggnaden i delområde 1 vara ett pulpettak med lutning mot väst.



Figur 9: Exempel på placering av växtbäddar, dräneringsledningar och avrinningsvägar på delområde 1. Fastigheternas fördröjningskrav och växtbäddarnas utrymmesbehov redovisas på varje fastighet (för krav på mängd växtbäddar se Bilaga 1 och för föreslagen utformning se Bilaga 5)

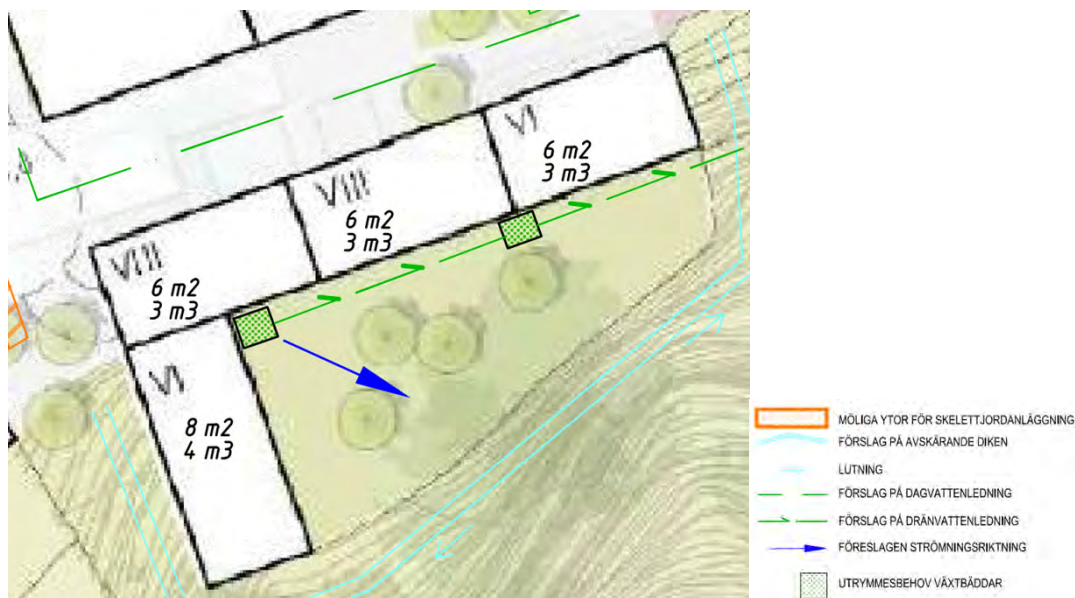
Delområde 2-4: Växtbäddar placeras på insidan av byggnaderna där det enligt plankartan finns kvartersmark och leds sedan till dagvattenätet genom dräneringsledningar.

Delområde T1-T2: Anläggning av nedsänkta växtbäddar i gatan, se Figur 19.



Figur 10: Exempel på placering av växtbäddar, dräneringsledningar och avrinningsvägar på delområde 2-4 och T1, T2. Fastigheternas fördröjningskrav och växtbäddarnas utrymmesbehov redovisas på varje fastighet (för krav på mängd växtbäddar se Bilaga 1 och för föreslagen utformning se Bilaga 5)

Delområde 5: Planeras på samma sätt som 2-4. Växtbäddar på husets norra och södra sida.



Figur 11: Exempel på placering av växtbäddar, dräneringsledningar och avrinningsvägar på delområde 5. Fastigheternas fördröjningskrav och växtbäddarnas utrymmesbehov redovisas på varje fastighet (för krav på mängd växtbäddar se Bilaga 1 och för föreslagen utformning se Bilaga 5)

Delområde 6: Växtbäddar placeras på byggnadernas insida enligt samma förutsättningar som 2-4. Innergården bör vara öppen så dagvatten kan ledas ut från gården genom dräneringsledning.

Delområde T3: Anläggning av nedsänkta växtbäddar i gatan, se Figur 19.



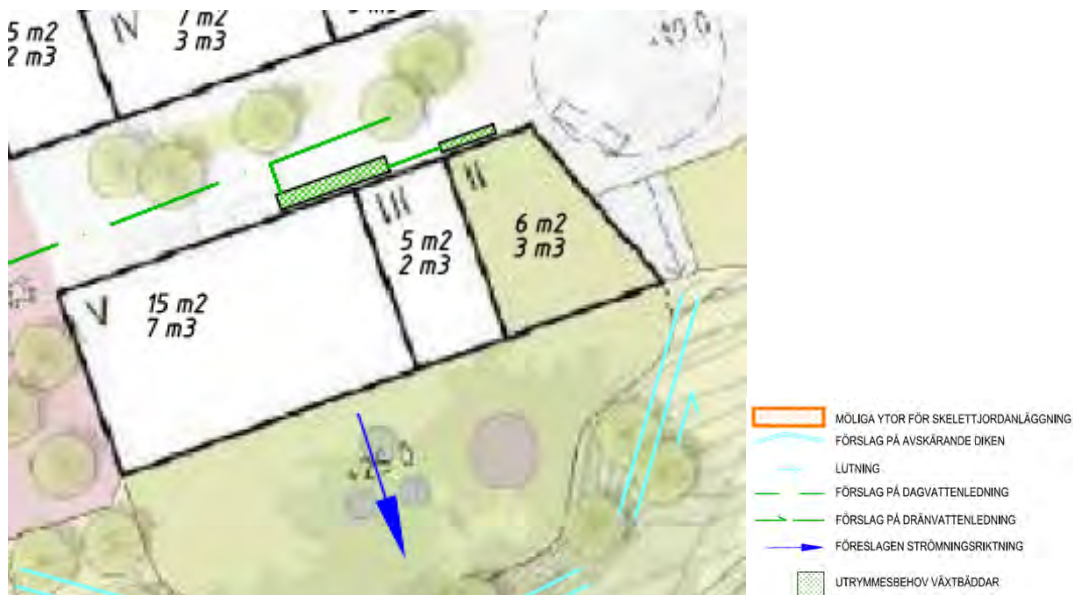
Figur 12: Exempel på placering av växtbäddar, dräneringsledningar och avrinningsvägar på delområde 6 och T3. Fastigheternas fördröjningskrav och växtbäddarnas utrymmesbehov redovisas på varje fastighet (för krav på mängd växtbäddar se Bilaga 1 och för föreslagen utformning se Bilaga 5)

Delområde 7: Identisk lösning med 2-4.



Figur 13: Exempel på placering av växtbäddar, dräneringsledningar och avrinningsvägar på delområde 7. Fastigheternas fördröjningskrav och växtbäddarnas utrymmesbehov redovisas på varje fastighet (för krav på mängd växtbäddar se Bilaga 1 och för föreslagen utformning se Bilaga 5)

Delområde 8: Växtbäddar placeras på husens norra sida.

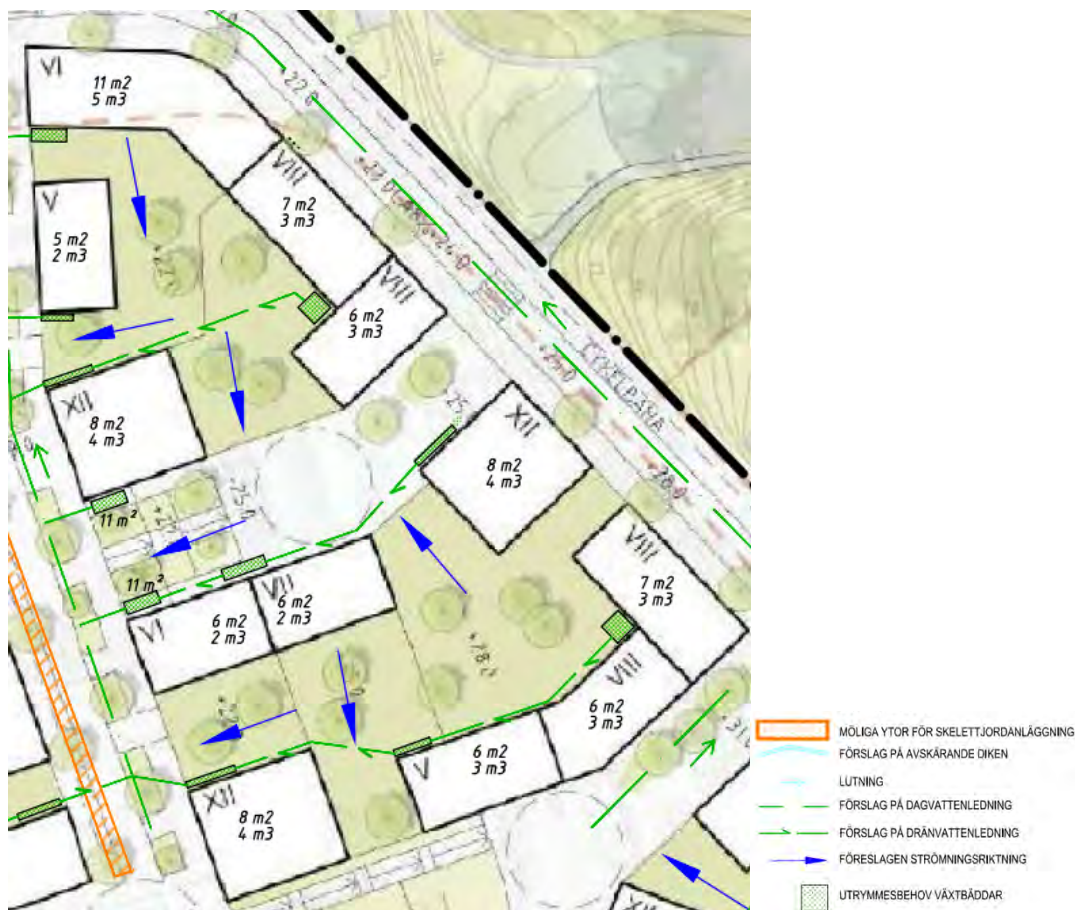


Figur 14: Exempel på placering av växtbäddar, dräneringsledningar och avrinningsvägar på delområde 8. Fastigheternas fördröjningskrav och växtbäddarnas utrymmesbehov redovisas på varje fastighet (för krav på mängd växtbäddar se Bilaga 1 och för föreslagen utformning se Bilaga 5)

Delområde 9-10: Så stor del som möjligt av dagvatten från hela taket leds till växtbäddar på kvartersmarken inom respektive delområde. Vid behov finns även delområde T4, placerat mitt i

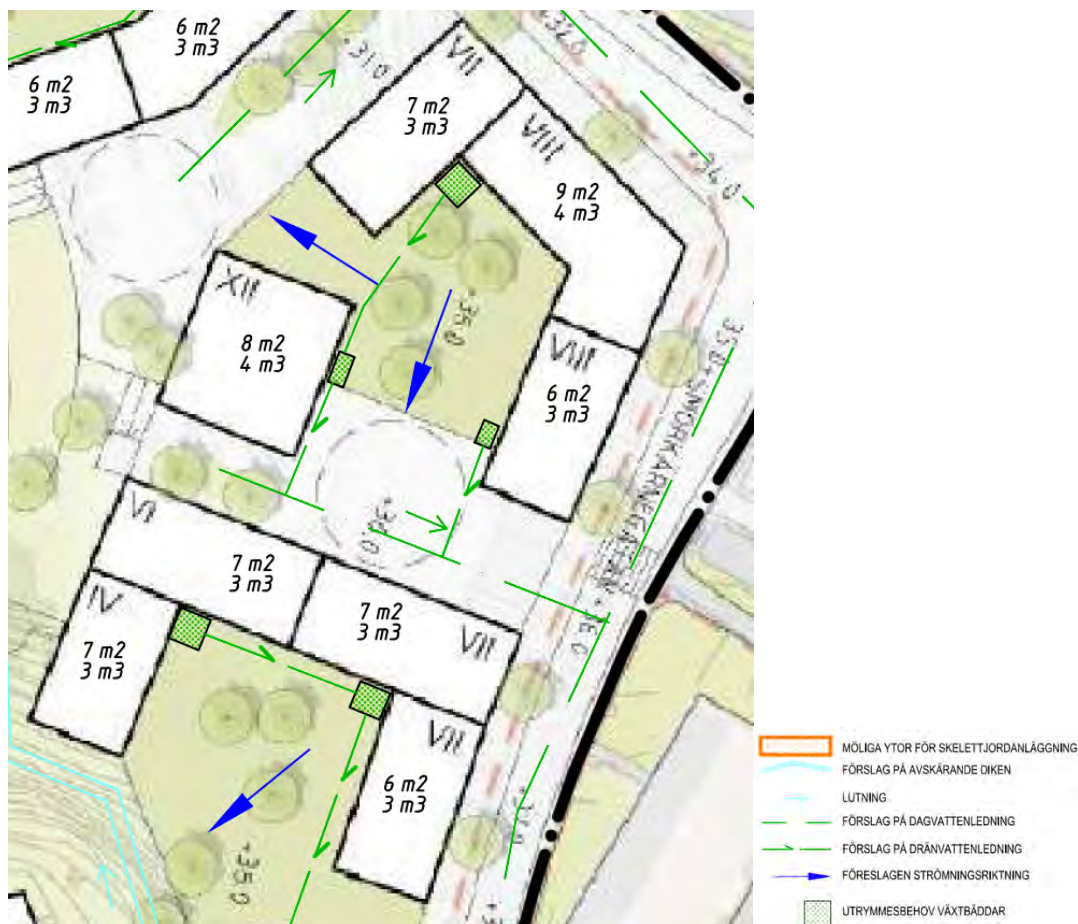
mellan, vilket kapacitet skulle kunna överdimensioneras för att möjliggöra omhändertagande av dagvatten från delområde 9 och 10.

Delområde T4: Växtbäddar vid på båda sidor av trappan, förslagsvis i ett antal olika höjder som anpassar sig efter trappans höjdförändringar. Dagvatten leds till dessa via öppna rännilar i gatan.



Figur 15: Exempel på placering av växtbäddar, dräneringsledningar och avrinningsvägar på delområde 9-10 och T4. Fastigheternas fördröjningskrav och växtbäddarnas utrymmesbehov redovisas på varje fastighet (för krav på mängd växtbäddar se Bilaga 1 och för föreslagen utformning se Bilaga 5)

Delområde 11-12: Så stor del som möjligt av dagvatten leds till växtbäddar på gården. Resterande vatten kan vid behov ledas via öppna utkastare och rännalar i gatan till växtbäddar eller trädplanteringar, se Figur 20.



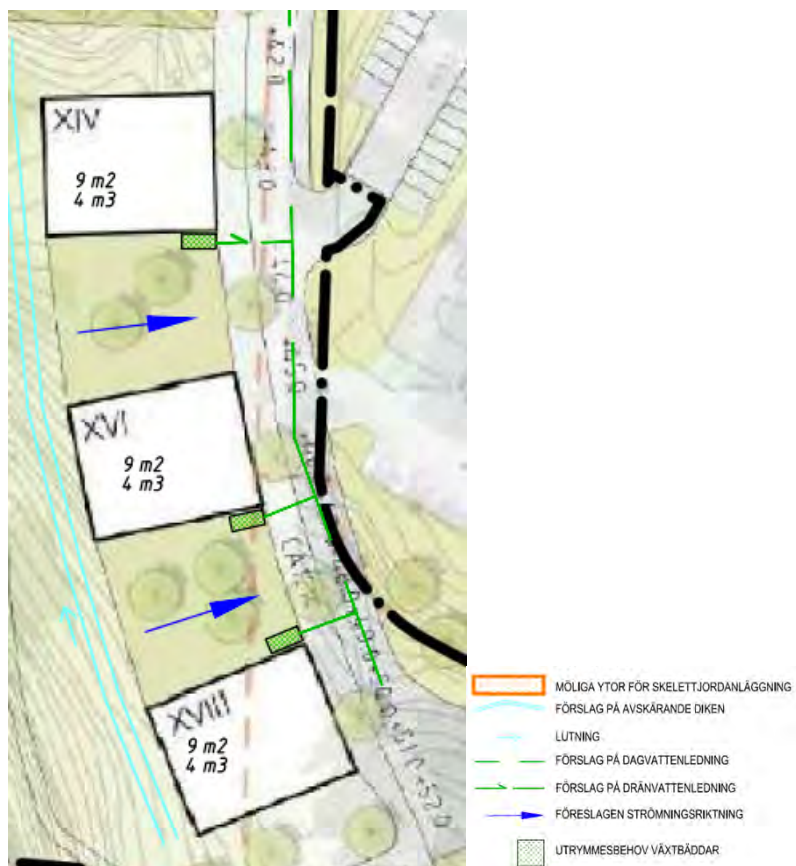
Figur 16: Exempel på placering av växtbäddar, dräneringsledningar och avrinningsvägar på delområde 11-12. Fastigheternas fördröjningskrav och växtbäddarnas utrymmesbehov redovisas på varje fastighet (för krav på mängd växtbäddar se Bilaga 1 och för föreslagen utformning se Bilaga 5)

Delområde 13: Då det i detta delområde planeras en förskola föreslås öppna lösningar att använda i utbildande syfte. Öppna utkastare där vatten leds till växtbäddar via rännalar, se Figur 21. Dagvatten från taket som inte kan ledas till gården släpps via öppna utkastare på den del av berget som tillhör kvartersmarken och leds därmed till avskärande dike runt delområde 12.



Figur 17: Exempel på placering av växtbäddar, dräneringsledningar och avrinningsvägar på delområde 13. Fastigheternas fördröjningskrav och växtbäddarnas utrymmesbehov redovisas på varje fastighet (för krav på mängd växtbäddar se Bilaga 1 och för föreslagen utformning se Bilaga 5)

Delområde 14: Dagvatten från taken leds till växtbäddar placerade på kvartersmark.



Figur 18: Exempel på placering av växtbäddar, dräneringsledningar och avrinningsvägar på delområde 14. Fastigheternas fördröjningskrav och växtbäddarnas utrymmesbehov redovisas på varje fastighet (för krav på mängd växtbäddar se Bilaga 1 och för föreslagen utformning se Bilaga 5)



Figur 19: T.v. Nedsänkt växtbädd i gata. Källa: Trafikkontoret Stockholms stad

Figur 20: Överst t.h. exempel på utformning av rännalar. Källa: Uppsala vatten

Figur 21: Nederst t.h. exempel på utformning av rännalar. Källa: Uppsala vatten

Fördelar växtbäddar	Nackdelar växtbäddar
Minskar flödesbelastningen på ledningsnätet	Skötselkrävande
Estetiskt tilltalande	Risk för igensättning vid bristande underhåll
Kan bidra till biologisk mångfald	Svårt att kontrollera och mäta reningseffekt
Håller dagvatten ytligt	Utrymmeskrävande
Bidrar till rening av dagvatten	

4.3.3 Alternativ 2, växtbäddar + makadamlager

Som ett andra alternativ kan lösningen med växtbäddar på innergården kombineras med ett underliggande makadamlager. Alternativet innebär att hälften av växtbäddarna på innergården (det vill säga ca en fjärdedel av varje delområdes totala mängd) ersätts med ett ca 30 cm tjockt makadamlager under delar av innergårdens gräsyta. Denna lösning är applicerbar på delområde 2-14. Dagvattnet kan ledas direkt från taken till detta lager men för bättre reningseffekt rekommenderas ledning via växtbäddarna. Makadamlagret ska läggas med lutning mot innergårdarnas öppning alternativt bort från hörn för att vid kraftigt regn undvika stående vatten på instängda ytor.

För krav på mängd växtbäddar och makadam se Bilaga 1 och för föreslagen utformning se Bilaga 6.

Delområde 1 fördröjs via växtbäddar enl. alternativ 1, se Figur 9.
Delområde 2-4, T1-T2:



Figur 22: Exempel på placering av växtbäddar, makadamlager, dräneringsledningar och avrinningsvägar. Fastigheternas fördröjningskrav och växtbäddarnas utrymmesbehov redovisas på varje fastighet (För krav på mängd växtbäddar och makadam se Bilaga 1 och för föreslagen utformning se Bilaga 6)

Delområde 5:



Figur 23: Exempel på placering av växtbäddar, makadamlager, dräneringsledningar och avrinningsvägar. Fastigheternas fördröjningskrav och växtbäddarnas utrymmesbehov redovisas på varje fastighet (För krav på mängd växtbäddar och makadam se Bilaga 1 och för föreslagen utformning se Bilaga 6)

Delområde 6 och T3:



Figur 24: Exempel på placering av växtbäddar, makadamlager, dräneringsledningar och avrinningsvägar. Fastigheternas fördröjningskrav och växtbäddarnas utrymmesbehov redovisas på varje fastighet (För krav på mängd växtbäddar och makadam se Bilaga 1 och för föreslagen utformning se Bilaga 6)

Delområde 7:



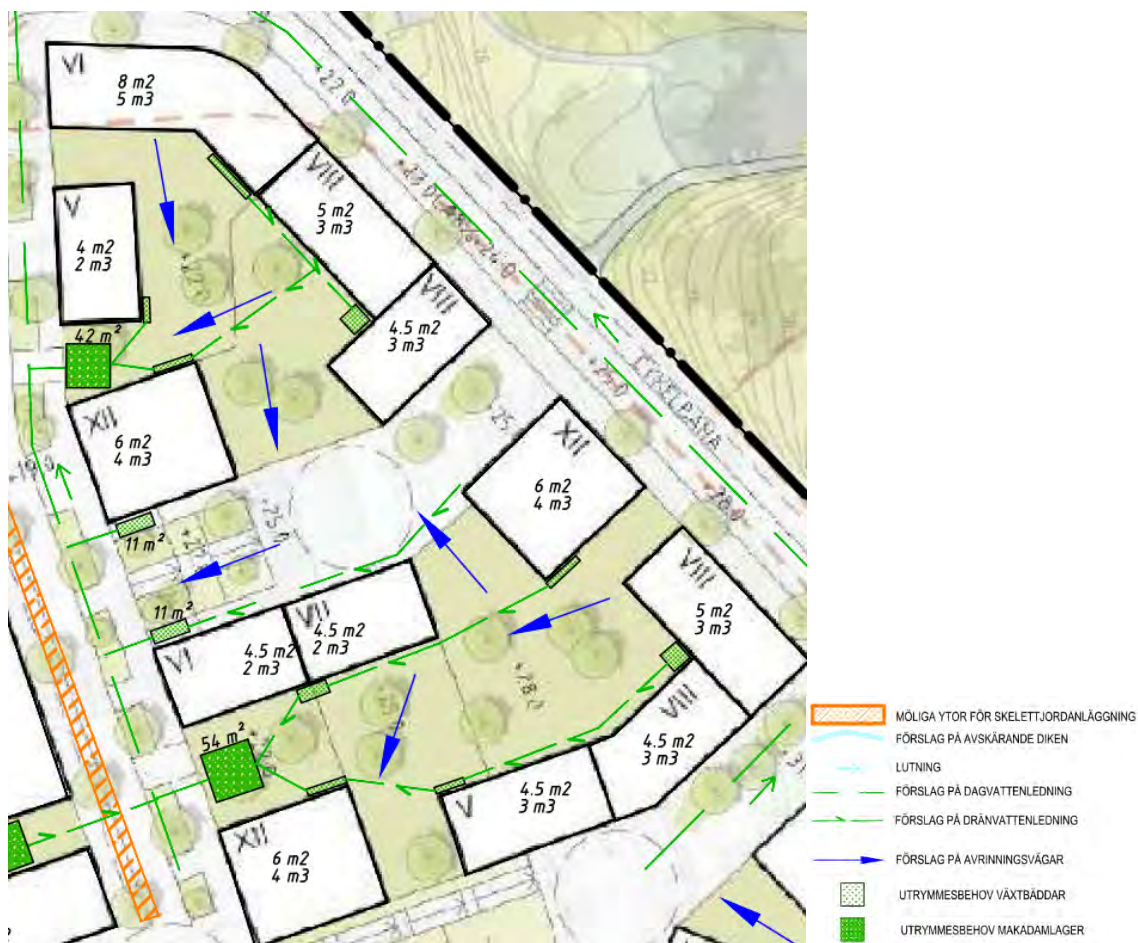
Figur 25: Exempel på placering av växtbäddar, makadamlager, dräneringsledningar och avrinningsvägar. Fastigheternas fördröjningskrav och växtbäddarnas utrymmesbehov redovisas på varje fastighet (För krav på mängd växtbäddar och makadam se Bilaga 1 och för föreslagen utformning se Bilaga 6)

Delområde 8:



Figur 26: Exempel på placering av växtbäddar, makadamlager, dräneringsledningar och avrinningsvägar. Fastigheternas fördröjningskrav och växtbäddarnas utrymmesbehov redovisas på varje fastighet (För krav på mängd växtbäddar och makadam se Bilaga 1 och för föreslagen utformning se Bilaga 6)

Delområde 9-10, T3:



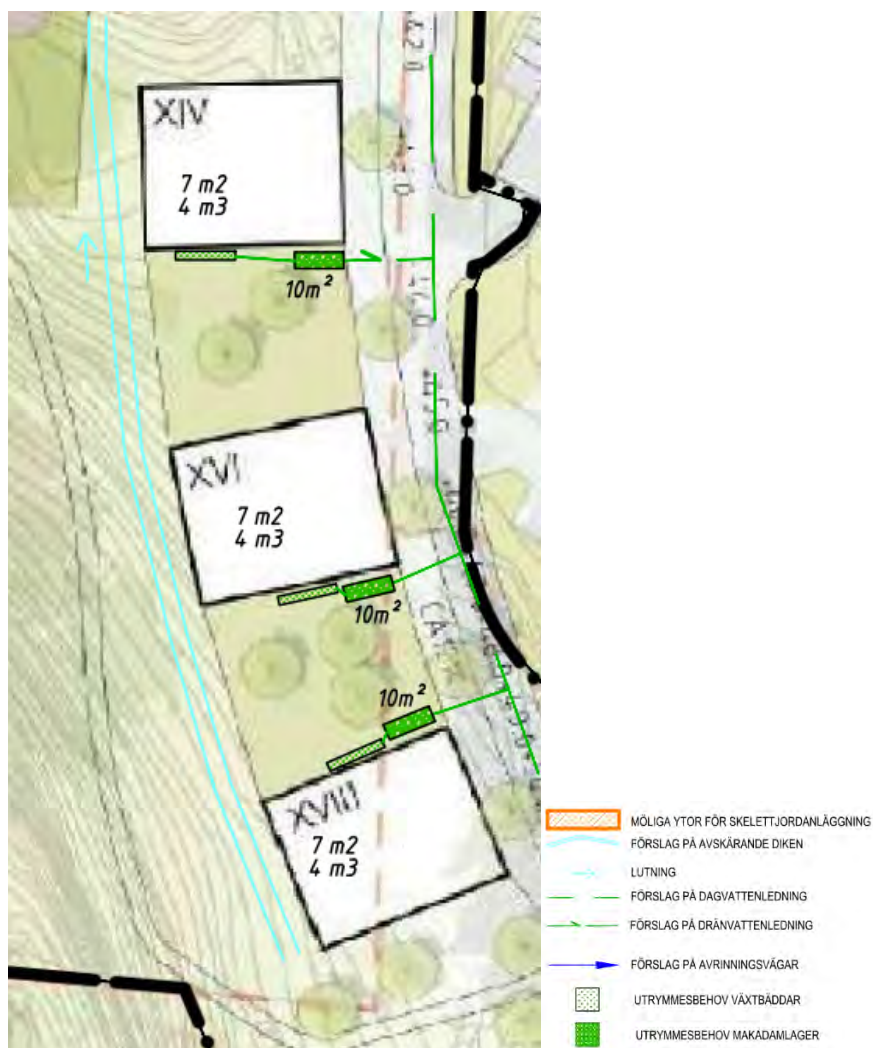
Figur 27: Exempel på placering av växtbäddar, makadamlager, dräneringsledningar och avrinningsvägar. Fastigheternas fördröjningskrav och växtbäddarnas utrymmesbehov redovisas på varje fastighet (För krav på mängd växtbäddar och makadam se Bilaga 1 och för föreslagen utformning se Bilaga 6)

Delområde 11-13:



Figur 28: Exempel på placering av växtbäddar, makadamlager, dräneringsledningar och avrinningsvägar. Fastigheternas fördröjningskrav och växtbäddarnas utrymmesbehov redovisas på varje fastighet (För krav på mängd växtbäddar och makadam se Bilaga 1 och för föreslagen utformning se Bilaga 6)

Delområde 14:



Figur 29: Exempel på placering av växtbäddar, makadamlager, dräneringsledningar och avrinningsvägar. Fastigheternas fördröjningskrav och växtbäddarnas utrymmesbehov redovisas på varje fastighet (För krav på mängd växtbäddar och makadam se Bilaga 1 och för föreslagen utformning se Bilaga 6)

Fördelar makadamlager

Minskar flödesbelastningen på ledningsnätet
Bidrar till rening av dagvatten
Håller dagvatten ytligt

Nackdelar makadamlager

Något skötselkrävande
Risk för igensättning vid bristande underhåll
Svårt att kontrollera och mäta reningseffekt
Utrymmeskrävande
Risk för utspolning av föroreningar vid kraftiga regn

4.3.4 Alternativ 3, växtbäddar + dagvattenkassetter med filterbrunnar

I ett tredje alternativ föreslås att allt dagvatten i delområde 2-14 fördröjs i dagvattenkassetter under markytan. På grund av underliggande garage och källare har maxhöjd på kassetterna satts till 0,4 meter för att totalhöjden av över- och underbyggnad ej ska överskrida 0,8 meter. Totalt är det planerat för 10 st anläggningar med dagvattenkassetter och för att uppnå förbättrad rening i dessa föreslås en filterbrunn till varje anläggning innan avledning till ledningsnätet. Takvatten leds via stuprör till ledningar som leder vattnet till kassetterna.

Delområde 1 fördröjs via växtbäddar enl. alternativ 1.
Delområde 2, 3 och T1 fördröjs i kassett placerad i T1.
Delområde 4 och T2 fördröjs i kassett placerad i T2.
Delområde 6, 7 och T3 fördröjs i kassett på T3.
Delområde 9, 10 och T4 fördröjs i kassett placerad i T4.
Delområde 5, 8, och 11-14 fördröjas i kassett i respektives egen gård.

Delområde 2, 3, T1:



Figur 30: Exempel på placering av kassetter. För krav på dagvattenkassetter se Bilaga 1 och för föreslagen utformning se Bilaga 7.

Delområde 4, T2:



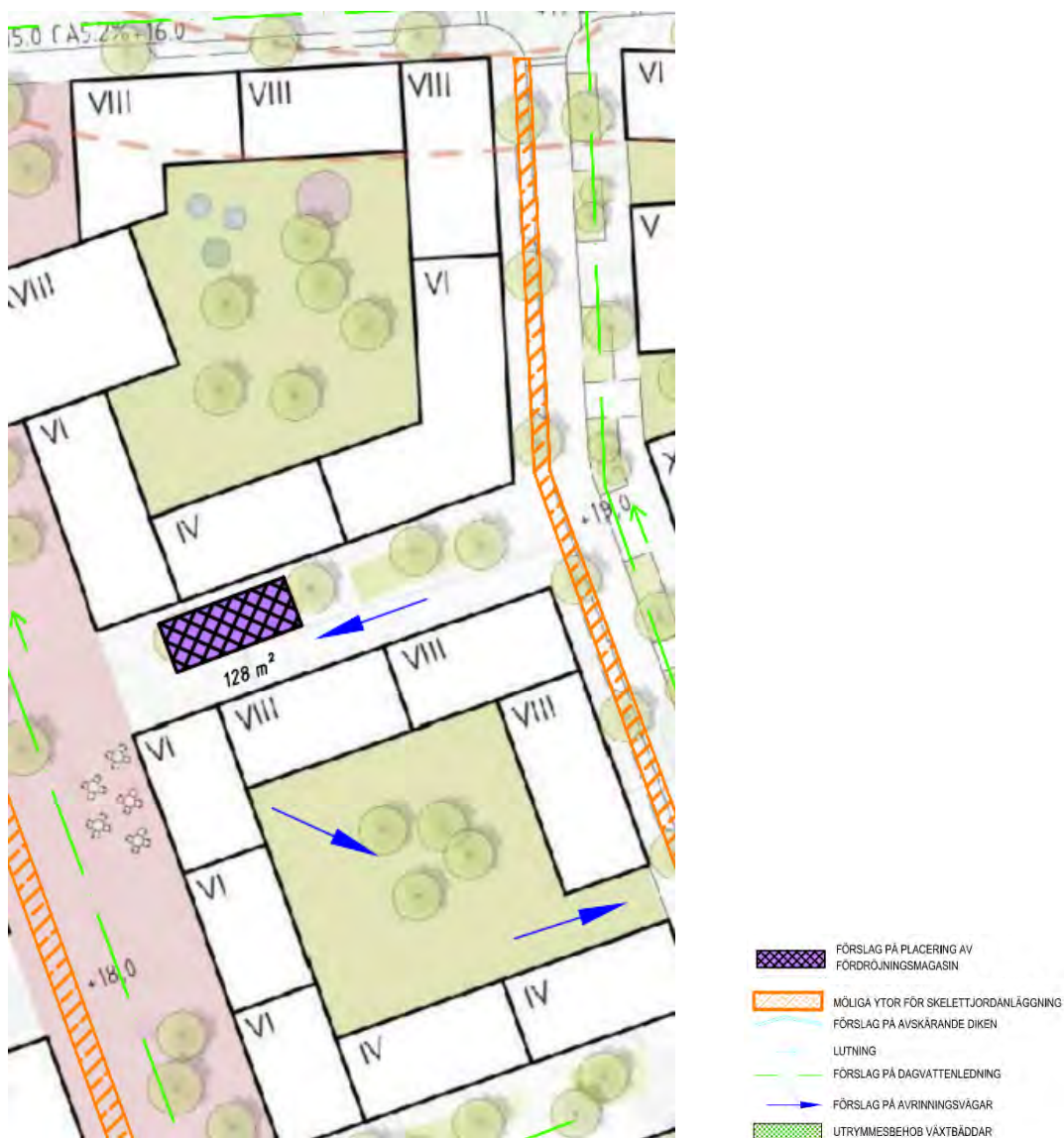
Figur 31: Exempel på placering av kassetter. För krav på dagvattenkassetter se Bilaga 1 och för föreslagen utformning se Bilaga 7.

Delområde 5:



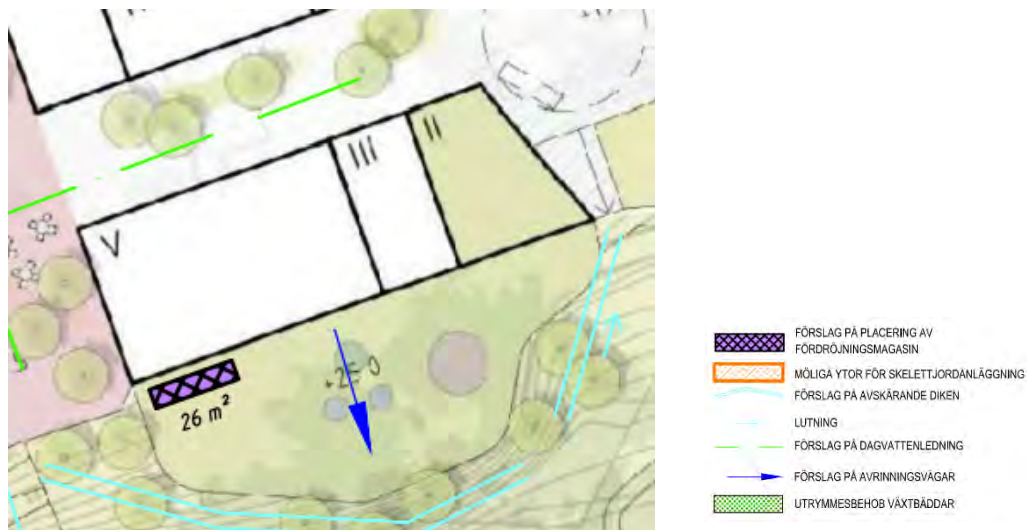
Figur 32: Exempel på placering av kassetter. För krav på dagvattenkassetter se Bilaga 1 och för föreslagen utformning se Bilaga 7.

Delområde 6, 7:



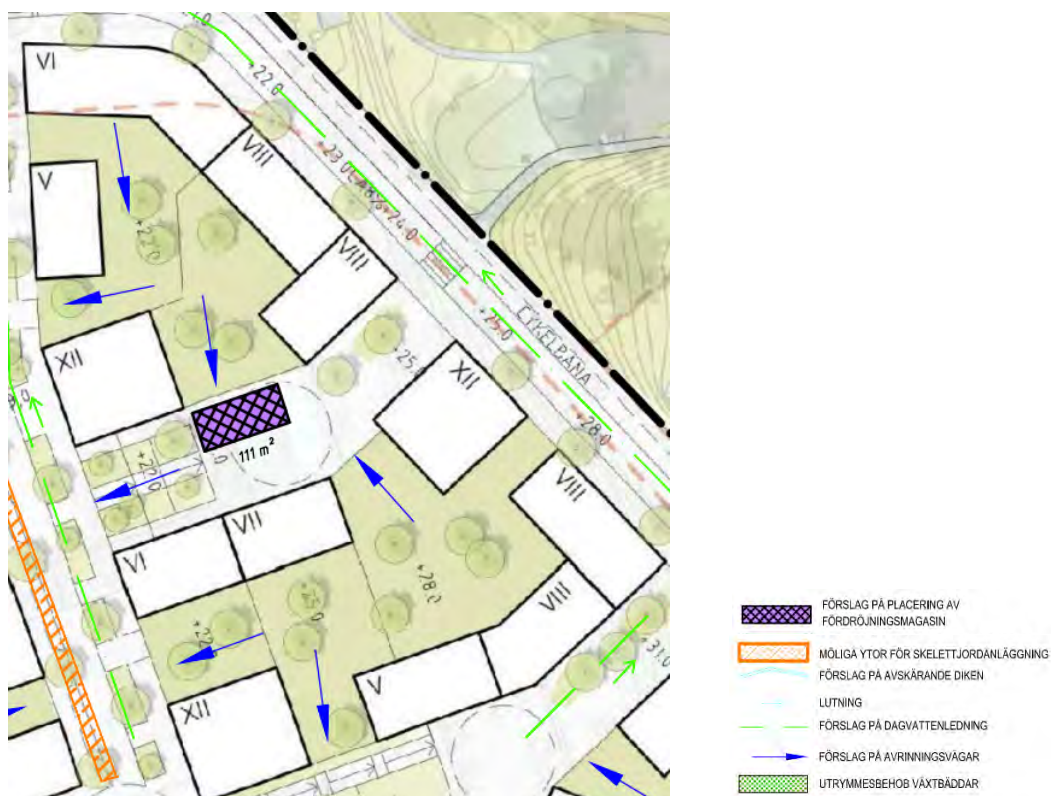
Figur 33: Exempel på placering av kassetter. För krav på dagvattenkassetter se Bilaga 1 och för föreslagen utformning se Bilaga 7.

Delområde 8:



Figur 34: Exempel på placering av kassetter. För krav på dagvattenkassetter se Bilaga 1 och för föreslagen utformning se Bilaga 7.

Delområde 9-10, T3:



Figur 35: Exempel på placering av kassetter. För krav på dagvattenkassetter se Bilaga 1 och för föreslagen utformning se Bilaga 7.

Delområde 11-13:



Figur 36: Exempel på placering av kassetter. För krav på dagvattenkassetter se Bilaga 1 och för föreslagen utformning se Bilaga 7.

Delområde 14:



Figur 37: Exempel på placering av kassetter. För krav på dagvattenkassetter se Bilaga 1 och för föreslagen utformning se Bilaga 7.

Fördelar dagvattenkassetter	Nackdelar dagvattenkassetter
Undviker flödestoppar, jämnare flöde ut	Svårt att kontrollera och mäta reningseffekt
Bidrar till rening av dagvatten	Bidrar inte till estetiskt mervärde
Förhållandevis lätta att sköta	Hög investeringskostnad
Tar liten markyta i anspråk	

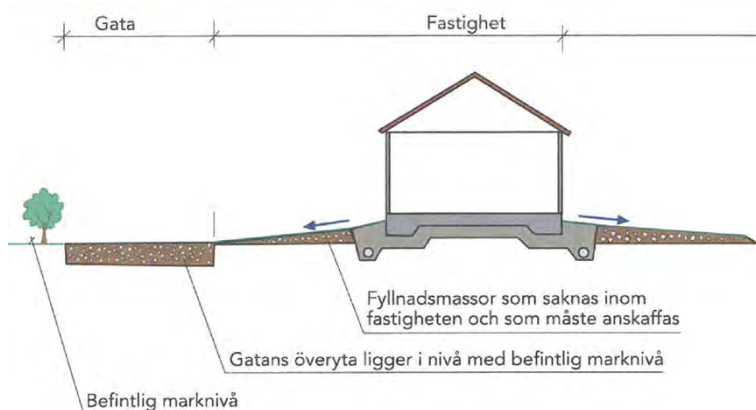
4.3.5 Lackarebäcksfjället

Bergets västra sida lutar brant mot väster och dagvatten från denna del planeras att tas om hand på samma sätt som i nuläget då det rinner ner i befintligt dike längs med E6:an. Resterande dagvatten har avrinning mot kommande exploatering och bör avledas från hus och tomter via avskärande diken, förslagsvis makadamfyllda. Dikena leder förslagsvis vattnet vidare till skelettjordarna placerade i alléerna.

Beräkningar visar att ett 10 min långt 50 års regn skulle ge en total dagvattenvolym på ca 190 m³ vilket betyder att det skulle räcka med ca 200 m skelettjord enligt föreslagen utformning, se Bilaga 3, för att omhänderta allt dagvatten. Det är alltså möjligt att i stor utsträckning säkerställa exploateringsområdet mot avrinning från berget. Beräkningar på 2 och 5 års regn, som är vanligare minskar behovet av skelettjord. För beräkningar och resultat för övriga regn se Bilaga 3.

4.3.6 Höjdsättning

För att säkerställa god avrinning och minskad risk för uppdämning av dag- och dräneringsvatten bör bebyggelse ligga på en högre nivå än omkringliggande mark. För att hindra yt- eller dagvatten att rinna in mot en byggnad måste marken ges en ordentlig lutning ut från byggnaden (minst 1:20 på första 3 m) för att undvika stående vatten längs byggnaden. Marken bör höjdsättas på ett sådant sätt att lokala lågpunkter som kan skapa olägenheter eller dämning mot byggnad undviks. Gator och öppna ytor bör användas för avledning och översvåmningsytor vid stora regn. Lägsta golvnivå ska vara högre än gatunivån vid förbindelsepunkt för dagvatten för att en tillfredsställande avledning av dag- och dräneringsvatten ska kunna erhållas, se principskiss nedan. Ny bebyggelse som planeras bör ha en höjdskillnad på minst 0,3 m mellan lägsta golvnivå och gatunivå vid förbindelsepunkt för dagvatten.



Figur 38: Principskiss på gemensam höjdsättning av fastighet och gata (källa: Svenskt Vatten, P105)

4.4 Renings- och fördröjningsmetoder

4.4.1 Makadamlager

Ett mycket hållbart och effektivt sätt att hantera ytvatten är att tillämpa infiltration och fördröjning så nära källan som möjligt. Nackdelen med makadamlager är att de normalt behöver grävas om efter ca tio till femton år, då det finns en risk att porvolymen sätts igen och den hydrauliska kapaciteten avtar.

4.4.2 Dagvattenkassetter

Där markförhållandena inte passar för öppna fördröjningslösningar rekommenderas anläggningar av underjordiska fördröjningsmagasin t.ex. dagvattenkassetter. De har en hålrumsvolym upp till ca 95 % vilket innebär att en avsevärd del av ytbehovet sparas jämfört med en anläggning av makadammagasin. Kassetterna finns i olika utseenden och storlekar beroende på leverantör. Volymen fylls upp genom ett strypt utlopp och töms långsamt under en längre tid. Magasinen måste rensas med jämna mellanrum. Kassetterna kan användas för avledning av dagvatten från tak och hårdgjorda ytor. De bör förses med bräddanslutning för indikation på framtida igensättning. En geotextilduk placeras runt kassetterna för att hålla bort smuts och jord från magasinet.

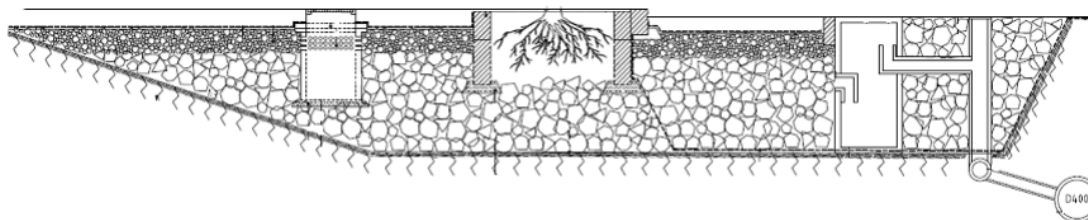


Figur 39: Dagvattenkassetter (www.rehau.com)

4.4.3 Jordskelettsanläggning med trädplantering

Skelettjord har utvecklats för att träd ska kunna utvecklas till trivselskapande element i hårdgjord miljö. Skelettjord är en volym av grov ensartad makadam (100-150 mm) som innehåller ca 25-30 % hålrum fyllda med luft samt fuktighets- och näringshållande växtjord. Konstruktionen måste utföras så att den både garanterar ett bra rotningsutrymme och samtidigt uppfyller de krav som ställs på bärighet för tung trafik. För att klara av regntillfällen större än dimensionerande regnintensitet måste anläggning förses med dräneringsledning i botten för att avleda överskottsvattnet. Dräneringsledningen måste i sin tur kopplas till närmaste anslutningspunkt.

Trädplantering längs med gator medför flera fördelar med avseende på dagvattenhantering. Varje trädkrona kan magasinera omkring 10 mm nederbörd över den yta som kronan upptar. Rotsystemen suger dessutom åt sig vatten från kringliggande mark vilket leder till att markens magasineringsskapacitet återhämtas fortare vid längre nederbördstillfällen. Förutom detta kan träd och skelettjord omhänderta mindre mängder föroreningar.



Figur 40: Principsektion av en skelettjord. Källa: Uppsala vatten

4.4.4 Växtbäddar

Växtbäddar används ofta för att infiltrera dagvatten från närliggande ytor som vägar och parkeringar. Det finns olika typer av växtbäddar, täta och genomsläppliga som dessutom kan vara upphöjda eller nedsänkta. Täta växtbäddar används främst vid förekomst av markföroreningar för att hindra vattnet från att perkolera vidare till grundvattnet eller för att skydda byggnader mot fuktskador.

Det ställs krav på att växterna ska klara perioder av både torka och höga vattennivåer då växtbädden inte har någon permanent vattenspegel. Med en välkomponerad vegetationsmix fås växtbäddar som fyller en teknisk funktion med fördröjning och rening men också ett vackert inslag i gatumiljön eller i anslutning till parken. Den bör dock ej placeras direkt över ledningsstråk.

Växtbäddar byggs upp så att i stort sett allt dagvatten ska kunna magasineras och infiltreras effektivt inom ett dygn efter nederbördstillfället. Bara under korta perioder i samband med kraftiga regn kommer en växtbädd att ha någon synlig vattenyta. Då bädden är planterad med växter medför detta att den dessutom har en mycket större förmåga att avdunsta vatten än exempelvis en steril infiltrationsbädd av makadam.



Figur 41: Nedsänkt växtbädd med inlopp genom nedsänkt kantsten.



Figur 42: Upphöjd resp. nedsänkt regnbädd. Källa: Movium faktablad 2015.

5 Investeringstkostnad

Med utgångspunkt från systemlösningen och erfarenheter från tidigare likvärdiga projekt har investeringskostnader bedömts. Kostnaderna ska ses som mycket grova uppskattningar i detta tidiga skede och i uppskattningarna har ingen hänsyn tagits till kostnad av nya ledningar. Detaljutformning av området och val av metoder påverkar dem slutgiltiga kostnaderna. Nedan visas uppskattat totalpris för respektive alternativ, för utförligare beräkningstabell se Bilaga 2.

Alternativ 1, växtbäddar	1 062 400 kr
Alternativ 2, växtbäddar + makadamlager	978 400 kr
Alternativ 3, växtbäddar + dagvattenkassetter	1 400 200 kr

6 Föroreningar

Föroreningsberäkningar har utförts för planområdet enligt recipientmodelleringsverktyget StormTac (version 2016-04). För beräkningar har årsnederbörden 850 mm/år antagits. Beräkningarna visar föroreningshalt före exploatering, efter exploatering utan åtgärd och därefter förväntad halt efter exploatering för samtliga tre alternativ, det vill säga hanteringsmetoderna dagvattenkassetter med filterbrunn, makadamlager och växtbäddar.

Observera att framtagna värden endast är uppskattningar då det råder brist på antal studier gjorda inom området samt svårigheterna som finns med att mäta reningseffekt. Hur stor den faktiska reningseffekten blir beror på varje enskild reningsanläggnings utformning och förutsättningarna på platsen. Föroreningshalterna varierar även med årstiderna.

Recipienten Mölndalsån har höga halter kvicksilver och problem med övergödning som orsakas av fosfor och kväve.

Före exploatering: I befintligt skick uppnås 9 av 23 stycken av miljöförvaltningens riktvärden. Här tas inte hänsyn till eventuell befintlig rening och föroreningsberäkningar har gjorts efter industrimark med hustak och asfalterade ytor.

Efter exploatering utan åtgärd: Efter exploatering uppnås 16 av 23 stycken av miljöförvaltningens riktvärden. Här tar vi inte hänsyn till eventuell befintlig rening. Den förbättrade föroreningshanteringen beror på utökade grönytor som redovisas i illustrationsritningen.

Efter exploatering med åtgärd:

Alternativ 1: Mängden kvicksilver i dagvattnet minskar från 0,066 µg/l till 0,0062 µg/l som är inom miljöförvaltningens riktvärden. Även utsläppen av fosfor och kväve är godkänd. Halterna av TBT och PCB 52 är för höga.

Alternativ 2: Kombinationen av växtbäddar och makadamlager gör att utsläppen av kvicksilver minskar till 0,0046 µg/l som med god marginal är under riktvärdet. Även reningen av fosfor och kväve är godkänd. Detta är ur reningssynpunkt det bästa alternativet.

Alternativ 3: Dagvattenkassetter med filterbrunn minskar utsläppen av kvicksilver till 0,0059 µg/l som är under riktvärdet. Reningen av fosfor är godkänd fast utsläppet av kväve för högt. Utöver kväve är dessa halter för höga; PCB 52, PCB 101, PCB 118. Detta är ur reningssynpunkt det sämsta alternativet.

Enligt beräkningar uppnås miljöförvaltningens riktvärden endast för alternativ 2 men samtliga alternativ resulterar i mindre föroreningar i dagvattnet efter jämfört med innan exploatering.

Även utan rening minskar föroreningarna jämfört med tidigare. Recipienten kommer därför påverkas mindre av föroreningar efter exploatering och dagvattenhantering enligt nämnda alternativ. MKN kan därför anses följas och recipientens status förbättras. För fullständiga beräkningsresultat se Bilaga 4.

7 Slutsats

I stadsdelen Kallebäck i Göteborg planeras nybyggnad av ca 1500 nya bostäder på Smörgatan. Planerade byggnationer med inräknad klimatfaktor innebär en ökning av dagvattenflödet på ca 7 % som endast beror på klimatfaktorn. Förutsättningar för fullständigt LOD är begränsat på grund av att vissa tak/husväggar gränsar direkt mot allmän platsmark. De begränsande geografiska och geologiska förhållandena som att det till exempel inte finns något naturligt vattendrag ut ur området och att möjligheterna till infiltration är begränsade påverkar även de möjligheterna för fullständigt LOD. Dagvatten föreslås därför att till största delen renas och fördröjas inom området och därefter avledas till det befintliga va-nätet.

Då stora delar av Lackarebäcksfjället består av antingen berg i dagen eller mycket små jorddjup föreslås dagvatten i vissa fall att fördröjas på allmän platsmark. Fördröjning inom planområdet föreslås ske i växtbäddar, makadamlager, dagvattenkassetter respektive skelettjordar. Samtliga lösningar är kapabla att ta upp dagvattenmängden enligt Göteborg Stads fördröjningskrav.

Vad gäller mängden föroreningar som går ut från området och till recipient förväntas inga försämringar då området efter exploatering inte längre kommer användas som industriområde. Detta medför att MKN för recipienten följs, och dess status bör förbättras jämfört med dagsläget. Föroreningsberäkningarna visar att samtliga alternativ bidrar till mindre förorenat dagvatten och därmed mindre påverkan på recipienten. Alternativ 2 uppnår enligt beräkningar alla miljöförvaltningens riktvärden.

Investeringskostnader för föreslagna systemlösningar varierar mellan 978 400 kr och 1 400 200 kr.

BILAGA 1: Beräkningsresultat Alternativ 1,2 och 3

ALTERNATIV 1, växtbäddar

Fördröjningszon 0,2 m

Växtjord 0,3 m, porositet 30 %

Minerlajord 0,2 m, porositet 30 %

Makadam 0,3 m, porositet 30 %

Total kapacitet: 0,44 m³/m²

Delområde	Volym vatten [m ³]	Växtbäddar [m ²]
1	43	97
2	22	49
3	22	49
4	22	49
5	12	27
6	27	60
7	22	50
8	12	25
9	16	37
10	21	48
11	13	30
12	15	35
13	7	15
14	12	27
T1	7	15
T2	7	15
T3	6	14
T4	10	22

BILAGA 1: Beräkningsresultat Alternativ 1,2 och 3

ALTERNATIV 2, växtbäddar + makadamlager

Fördröjningszon 0,2 m

Makadamlager

Växtjord 0,3 m, porositet 30 %

höjd 0,3 m, porositet 30 %

Minerlajord 0,2 m, porositet 30 %

Makadam 0,3 m, porositet 30 %

Total kapacitet: 0,44 m³/m²

Total kapacitet: 0,09 m³/m²

Delområde	Volym vatten [m ³]	Växtbäddar [m ²]	Makadamlager [m ²]
1	43	97	
2	22	37	58
3	22	37	60
4	22	37	60
5	12	20	32
6	27	45	69
7	22	38	56
8	12	19	29
9	16	28	42
10	21	36	54
11	13	23	35
12	15	26	38
13	7	11	17
14	12	20	31
T1	7	15	
T2	7	15	
T3	6	14	
T4	10	22	

BILAGA 1: Beräkningsresultat Alternativ 1,2 och 3

ALTERNATIV 3, växtbäddar + dagvattenkassetter

Fördröjningszon 0,2 m dagvattenkassetter a 200 liter

Växtjord 0,3 m, porositet 30 % höjd 0,4 m

Minerlajord 0,2 m, porositet 30 % bredd 0,5 m

Makadam 0,3 m, porositet 30 % Längd 1,0 m

Total kapacitet: 0,44 m³/m² Total kapacitet: 0,4 m³/m²

Delområde	Volym vatten [m ³]	Växtbäddar [m ²]	Dagvattenkassetter [m ²]
1	43	97	
2	22		52
3	22		54
4	22		54
5	12		28
6	27		62
7	22		51
8	12		26
9	16		38
10	21		49
11	13		32
12	15		34
13	7		15
14	12		28
T1	7		17
T2	7		17
T3	6		15
T4	10		24

BILAGA 2: Investeringskostnad Alternativ 1,2 och 3

ALTERNATIV 1

Delområde	Mängd [m2]	a pris [kr/m2]	Pris [kr]
	Växtbädd		
1	97	1600	155 200
2-14	501	1600	801 600
T1-T4	66	1600	105 600
			1 062 400

ALTERNATIV 2

Delområde	Mängd [m2]	a pris [kr/m2]	Pris [kr]
	Växtbädd		
1	97	1600	155 200
2-14	376	1600	601 600
T1-T4	66	1600	105 600
	Makadamlager		
1			
2-14	580	200	116 000
T1-T4			
			978 400

ALTERNATIV 3

Delområde	Mängd [m2]	a pris [kr/m2]	Pris [kr]
	Växtbädd		
1	97	1600	155 200
2-14			
T1-T4			
	Dagvattenkassett		
1			
2-14	522	2000	1 044 000
T1-T4	73	2000	146 000
	Filterbrunn [st]	a pris [st]	
2-14	10	5500	55 000
			1 400 200

BILAGA 3: Lackarebäcksfjället

Skelettjord

Växtjord m. skelett 0,7 m, porositet 30 %

Mineraljord m. skelett 0,4 m, porositet 30 %

Bredd 3 m

Kapacitet 0,99 m³/m², avrinningskoefficient 0,3

Regn	Flöde [l/s*ha]	Volym [m ³]	Skelettjord [m]
2 års regn			
10 min	134	67	68
5års regn			
10 min	181	90	91
10års regn			
10 min	228	113	114
50 års regn			
10 min	388	193	195

BILAGA 4: RESULTAT FRÅN FÖRORENINGSBERÄKNINGAR

Resultat föroreningsberäkningar

Föroreningshalter utan rening innan eploatering								
µg/l	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni
Beräkning	280	1800	27	42	250	1,4	13	15
Riktvärde	50	1250	14	10	30	0,4	15	40
µg/l	Hg	SS	Oil	BaP	Benz	TBT	As	TOC
Beräkning	0,066	92000	2300	0,14	0,24	0,27	4	22000
Riktvärde	0,05	25000	1000	0,05	10	0,001	15	12000
µg/l	PCB 28	PCB 52	PCB 101	PCB 118	PCB 138	PCB 153	PCB 180	
Beräkning	0,021	0,029	0,0094	0,0094	0,002	0,0019	0,002	
Riktvärde	0,014	0,014	0,014	0,014	0,014	0,014	0,014	

Föroreningsmängder utan rening innan exploatering								
kg/år	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni
Beräkning	16	100	1,5	2,3	14	0,076	0,72	0,85
kg/år	Hg	SS	Oil	BaP	Benz	TBT	As	TOC
Beräkning	0,0037	5200	130	0,0077	0,014	0,015	0,22	1200
kg/år	PCB 28	PCB 52	PCB 101	PCB 118	PCB 138	PCB 153	PCB 180	
Beräkning	0,0012	0,0016	0,00052	0,00053	0,00011	0,0001	0,00011	

Föroreningshalter utan rening efter exploatering								
µg/l	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni
Beräkning	82	1600	2,8	8,8	25	0,54	3,2	3,3
Riktvärde	50	1250	14	10	30	0,4	15	40
µg/l	Hg	SS	Oil	BaP	Benz	TBT	As	TOC
Beräkning	0,011	24000	71	0,007	0,31	0,0019	3,3	8900
Riktvärde	0,05	25000	1000	0,05	10	0,001	15	12000
µg/l	PCB 28	PCB 52	PCB 101	PCB 118	PCB 138	PCB 153	PCB 180	
Beräkning	0,019	0,027	0,0087	0,0089	0,0019	0,0018	0,0019	
Riktvärde	0,014	0,014	0,014	0,014	0,014	0,014	0,014	

Föroreningsmängder utan rening efter exploatering								
kg/år	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni
Beräkning	2,9	56	0,098	0,31	0,87	0,019	0,11	0,12
kg/år	Hg	SS	Oil	BaP	Benz	TBT	As	TOC
Beräkning	0,00038	820	2,5	0,00025	0,011	0,000066	0,12	310
kg/år	PCB 28	PCB 52	PCB 101	PCB 118	PCB 138	PCB 153	PCB 180	
Beräkning	0,00068	0,00064	0,00031	0,00031	0,000066	0,000061	0,000065	

Föreningshalter efter rening i växtbäddar, Alternativ 1								
µg/l	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni
Beräkning	42	1100	0,63	4	6,5	0,1	2	0,91
Riktvärde	50	1250	14	10	30	0,4	15	40
µg/l	Hg	SS	Oil	BaP	Benz	TBT	As	TOC
Beräkning	0,0062	8600	34	0,0017	0,18	0,0011	0,96	5200
Riktvärde	0,05	25000	1000	0,05	10	0,001	15	12000
µg/l	PCB 28	PCB 52	PCB 101	PCB 118	PCB 138	PCB 153	PCB 180	
Beräkning	0,011	0,016	0,0051	0,0051	0,0011	0,001	0,0011	
Riktvärde	0,014	0,014	0,014	0,014	0,014	0,014	0,014	

Föreningsmängder efter rening i växtbäddar, Alternativ 1								
kg/år	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni
Beräkning	1,5	40	0,022	0,14	0,23	0,035	0,07	0,068
kg/år	Hg	SS	Oil	BaP	Benz	TBT	As	TOC
Beräkning	0,00022	301	1,2	0,000058	0,0063	0,00038	0,033	181
kg/år	PCB 28	PCB 52	PCB 101	PCB 118	PCB 138	PCB 153	PCB 180	
Beräkning	0,00039	0,00055	0,00018	0,00018	0,000038	0,000036	0,000038	

Föreningshalter efter rening i växtbäddar och makadam, Alternativ 2								
µg/l	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni
Beräkning	37	820	0,16	1,3	2,4	0,048	0,69	0,46
Riktvärde	50	1250	14	10	30	0,4	15	40
µg/l	Hg	SS	Oil	BaP	Benz	TBT	As	TOC
Beräkning	0,0046	2200	13	0,001	0,14	0,00086	0,5	4100
Riktvärde	0,05	25000	1000	0,05	10	0,001	15	12000
µg/l	PCB 28	PCB 52	PCB 101	PCB 118	PCB 138	PCB 153	PCB 180	
Beräkning	0,009	0,012	0,004	0,0041	0,00088	0,00081	0,00086	
Riktvärde	0,014	0,014	0,014	0,014	0,014	0,014	0,014	

Föreningsmängder efter rening i växtbäddar och makadam, Alternativ 2								
kg/år	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni
Beräkning	1,3	29	0,0057	0,045	0,085	0,0017	0,024	0,016
kg/år	Hg	SS	Oil	BaP	Benz	TBT	As	TOC
Beräkning	0,00016	77	0,47	0,000036	0,005	0,00003	0,017	144
kg/år	PCB 28	PCB 52	PCB 101	PCB 118	PCB 138	PCB 153	PCB 180	
Beräkning	0,00031	0,00044	0,00014	0,00014	0,000031	0,000028	0,00003	

Föroreningshalter efter rening i dagvattenkassetter med filterbrunn, Alternativ 3								
µg/l	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni
Beräkning	42	1500	0,46	2,8	5,7	0,14	0,96	1,5
Riktvärde	50	1250	14	10	30	0,4	15	40
µg/l	Hg	SS	Oil	BaP	Benz	TBT	As	TOC
Beräkning	0,0059	2400	11	0,0019	0,12	0,00075	2,1	3500
Riktvärde	0,05	25000	1000	0,05	10	0,001	15	12000
µg/l	PCB 28	PCB 52	PCB 101	PCB 118	PCB 138	PCB 153	PCB 180	
Beräkning	0,0016	0,15	0,018	0,059	0,0056	0,0026	0,0031	
Riktvärde	0,014	0,014	0,014	0,014	0,014	0,014	0,014	

Föroreningsmängder efter rening i dagvattenkassetter med filterbrunn, Alternativ 3								
kg/år	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni
Beräkning	1,5	51	0,016	0,98	0,2	0,0048	0,034	0,052
kg/år	Hg	SS	Oil	BaP	Benz	TBT	As	TOC
Beräkning	0,00021	82	0,37	0,000066	0,0043	0,000026	0,074	123
kg/år	PCB 28	PCB 52	PCB 101	PCB 118	PCB 138	PCB 153	PCB 180	
Beräkning	0,000054	0,0053	0,00065	0,0021	0,0002	0,000091	0,00011	



10 0 50 100m
Skala 1 :1000

Illustration av: Nyréns

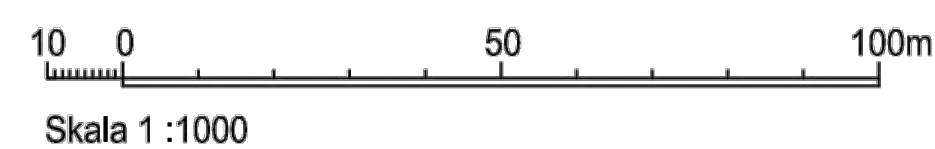
FÖRKLARINGAR

- MÖLIGA YTOR FÖR SKELETTJORDANLÄGGNING
- FÖRSLAG PÅ AVSKÄRANDE DIKEN
- LUTNING
- FÖRSLAG PÅ DAGVATTENLEDNING
- FÖRSLAG PÅ DRÄNVATTENLEDNING
- FÖRSLAGEN STRÖMNINGSDIREKTION
- UTRYMMESBEHOV VÄXTBÄDDAR

KARTUNDERLAG FRÅN SAMRÅDSHANDLING -
DETALJPLAN FÖR BOSTÄDER OCH
VERKSAMHETER VID SMÖRGATAN,
STADSBYGGNADSKONTORET GÖTEBORG

KVADRATMETER OCH KUBIKETER VISAR VARJE
ENSKILD FASTIGHETS UTRYMMESBEHOV OCH
FÖRDRÖJNINGSVOLYM FÖR VÄXTBÄDDAR

BET	ANT	ÄNDRINGEN AVSER	DATUM	SIGN
 SIGMA Civil www.sigmacivil.se, info@sigmacivil.se				
LÖPORD NR	95180	RTAD / KONSTRUERAD AV	HANDLÖSARE	
		P. LORBER	P. LORBER	
DATUM	ANSVARIG			
2016-09-13 OGUZ ACIKGÖZ				
SMÖRGATAN				
DAGVATTENUTREDNING				
FÖRSLAG PÅ UTFORMNING – ALTERNATIV 1				
SKALA	NUMMER		BET	
A1 1:1000	R-51-1-001			



SKALA	NUMMER	BET
A1 1:1000	R-51-1-002	

XREFS:
..\\Model\\VR-51-P-003.dwg
0:\\Projekt\\95180\\05 Teknik\\VR\\Model\\VR-51-P-003_ny.dwg
Ritning: 0:\\Projekt\\95180\\05 Teknik\\VR\\Model\\VR-51-P-003.dwg Skapad av: Peter Wigeborn Plottad: 2016-09-13 15:55:12, SigmaHelskåla.ctb



Illustration av: Nyréns

FÖRKLARINGAR

- FÖRSLAG PÅ PLACERING AV FÖRDRÖJNINGSMAGASIN
- MÖJIGA YTOR FÖR SKELETTJORDANLÄGGNING
- FÖRSLAG PÅ AVSKÄRANDE DIKEN
- LUTNING
- FÖRSLAG PÅ DAGVATTENLEDNING
- FÖRSLAG PÅ AVRINNINGSVÄGAR
- UTRYMMESBEHOV VÄXTBÄDDAR

KARTUNDERLAG FRÅN SAMRÅDSHANDLING - DETALJPLAN FÖR BOSTÄDER OCH VERKSAMHETER VID SMÖRGATAN, STADSBYGGNADSKONTORET GÖTEBORG

BET	ANT	ÄNDRINGEN	AVSER	DATUM	SIGN
 Sigma Civil WWW.SIGMA-CIVIL.SE INFO@SIGMA-CIVIL.SE					
UPPGIFTS NR 95180		RITAD / KONSTRUERAD AV P. LORBER		HANDLÖSARE P. LORBER	
DATUM 2016-09-13		ANSVARIG OGUZ ACIKGÖZ			
SMÖRGATAN					
DAGVATTENUTREDNING					
FÖRSLAG PÅ UTFORMNING - ALTERNATIV 3					
SKALA A1 1:1000		NUMMER R-51-1-003			BET