

2015-03-27

Detaljplan för Gibraltarvallen

Dagvattenutredning



Göteborgs Stad
Kretslopp och vatten



Utveckling och projektavdelningen
Stadsbyggnadsenheten
Emma Nilsson Keskitalo

1. Sammanfattning

Då området idag omges av mycket träd och grönska är det viktigt att bevara detta, så att inte hårdgöringsgraden ökar. Dag- och dräneringsvatten skall i första hand tas om hand lokalt inom kvartersmark. Dagvattenanslutning kan efter erforderlig fördröjning och rening ske till allmänt kombinerat avloppsledningsnät i Gibraltargatan, Engdahlsgratan, Fridkullagatan och Wallenbergsgatan. Ledningssystemet i Gibraltargatan är redan idag hårt belastat med källaröversvämningar som följd, varför det är extra viktigt att fördröja innan anslutning. Dagvattnet ifrån trafikytor och parkeringsplatser bör genomgå enklare rening innan anslutning till ledningssystemet för avledning till reningsverket då eventuell bräddning ifrån Kodammarnas pumpstation kan komma att ske till Sävån.

För att inrymma erforderlig magasinsvolym om ca 1 150 m³ inom kvartersmark föreslås lokala lösningar inom respektive fastighet.

På de delområden där berg inte förekommer medger geotekniken troligtvis lokalt omhändertagande av dagvatten till ett djup av 1 meter. Magasinen måste utformas efter de geotekniska förutsättningarna.

Nya huskroppar föreslås förses med gröna tak och mellan huskroppar och utmed vägar föreslås så kallade regnträdgårdar eller biofilterdiken/makadamstråk anläggas för att fördröja dagvattnet och samtidigt uppnå en grönskande miljö i området. Alternativt kan magasin enbart för utjämning anläggas under mark i kombination med filterbrunnar för rening.

Höjdsättningen av området är mycket viktig och bör ägnas stor omsorg. Gator och fastigheter skall i möjligaste mån harmonisera med varandra. Tomtmark bör generellt höjdsättas till en högre nivå än anslutande gatumark för att en tillfredsställande avledning av yt- och dräneringsvatten samt spillvatten skall kunna erhållas.



Innehållsförteckning

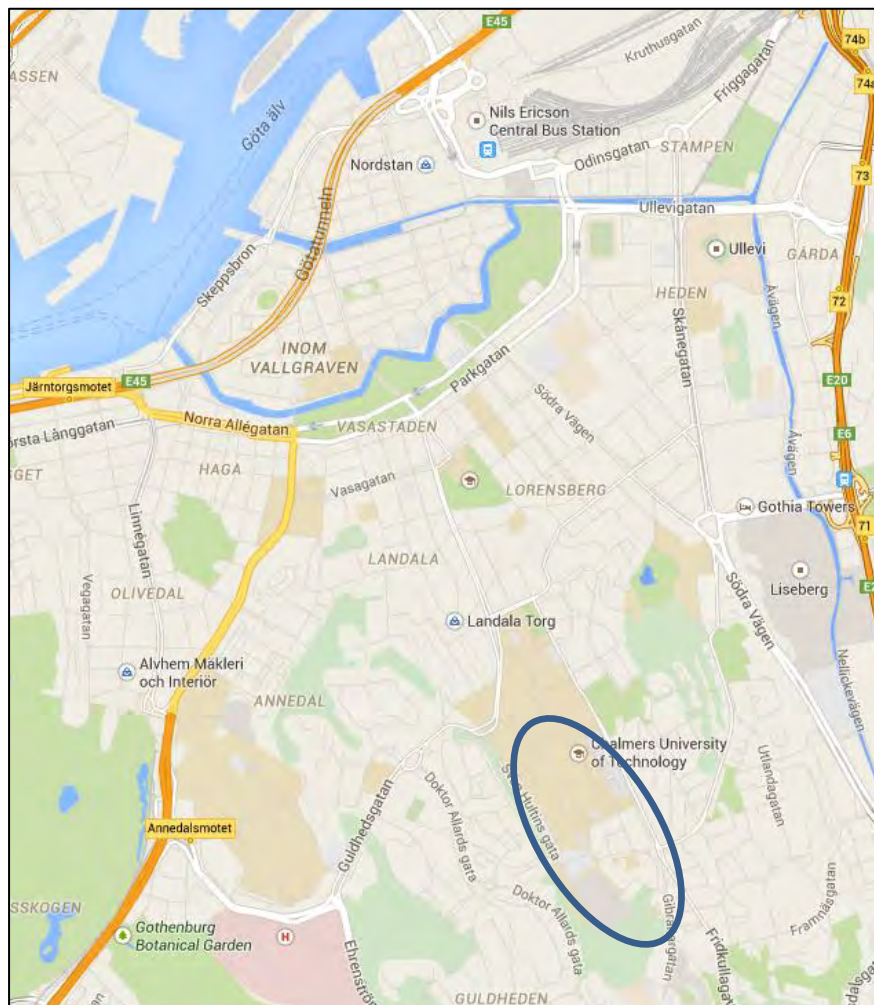
1. Sammanfattning.....	2
2. Uppdraget	4
2.1 Underlag	5
2.2. Geologiska och hydrogeologiska förhållanden	5
3. Befintliga förhållanden.....	6
3.3. Recipient.....	13
3.4. Befintliga dagvattenflöden	14
4. Framtida förhållanden	16
4.1. Framtida dagvattenflöden.....	16
4.2. Fördröjning av dagvatten.....	17
4.4. Framtida dagvattenhantering	18
5. Slutsats.....	26
5.1 Bilagor	26



2. UPPDRAGET

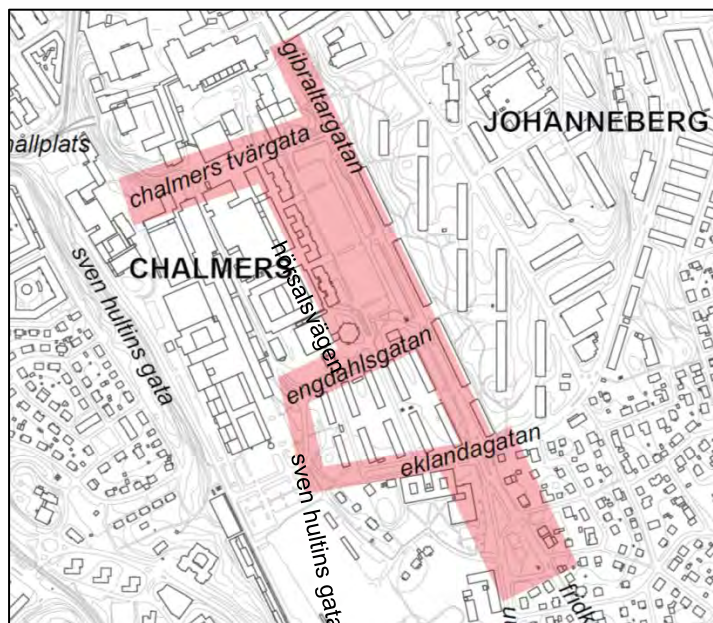
På uppdrag av Stadsbyggnadskontoret har Kretslopp och Vatten utarbetat föreliggande dagvattenutredning för detaljplan i området runt Gibraltarvallen i Göteborgs centrum, se figur 1.

Planområdet utgörs av ca 12 hektar och omfattas av verksamhet tillhörande Chalmers tekniska högskola samt annan blandad bebyggelse. Planens syfte är att möjliggöra verksamheter framförallt för Chalmers, genom att medge ca 75 000 kvm nya verksamheter, 150 lägenheter och ytterligare 200 studentbostäder. I planarbetet ingår även att utreda en förändrad trafikstruktur, samt en samlad hållplats för bussar.



Figur 1. Blå markering visar planområdets lokalisering

Planområdet består av Giblartargatan som sträcker sig i nordvästlig-sydöstlig riktning, se figur 2. I planområdet ingår även Chalmers tvärgata, Hörsalsvägen samt delar av Sven Hultins gata och Eklandagatan. I området ingår även parkeringsytor samt grönområden. Marknivåerna inom området varierar mellan ca 47 och 60 m.



Figur 2. Röd markering visar planområdet

2.1 Underlag

- Program för Chalmers Johanneberg, Mossen och Landala. Samrådshandling, oktober 2012, Göteborg stad, stadsbyggnadskontoret
- Digitalt kartunderlag och planförslag 2014
- Geoteknisk utredning 2014-12-19, Norconsult

2.2. Geologiska och hydrogeologiska förhållanden

Enligt geoteknisk utredning (Norconsult 2014-12-19) utgörs området vid den norradelen av Gibraltargatan överst av sand med mäktigheten ca 1 m. Därunder förekommer siltig lera med mäktighet på ca 1-7 m

Området vid Chalmers tvärgatan består överst av fyllning med mäktighet av ca 2 m, därunder förekommer siltig lera med mäktighet på ca 2-11 m.

Området som utgörs av den befintliga stora parkeringen mellan Gibraltargatan och Hörsalsvägen består överst av fyllning med mäktighet av ca 1-2 m och därunder förekommer grå och siltig lera med mäktighet på 2-8 m.

Området vid Elektrovägen/Engdahlsgatan, söder om kopparbunkern består av berg i dagen och berg nära dagen.

Gundvattenytan flukturerar under årets med den övre grundvattenytan bedöms dock under stora delar av året ligga ca 1-3 meter under befintlig markyta.



3. BEFINTLIGA FÖRHÅLLANDEN

En stor andel av dagvattnet från det aktuella området avleds idag till en befintlig kombinerad dag- och spillvattenledningen i Gibraltargatan. Inom fastigheten finns det ett internt dagvattenledningsnät som samlar upp vattnet innan anslutning till den kommunala kombinerade ledningen i Gibraltargatan.

Dagvatten från områdets västra del avleds till en dagvattenledning i Aschebergsgatan vilken sedan mynnar i kombinerat avloppssystem. Dagvattnet ifrån den sydvästra delen avleds till en kombinerad ledning med utjämningsmagasin i Sven Hultins gata. Söder om korsningen Eklandagata- Gibraltargatan avleds dagvattnet till en kombinerad dag- och spillvattenledning i Gibraltargatan. Den befintliga kombinerade ledningen i Gibraltargatan har redan nått sin fulla kapacitet, vilket ger till följd att många fastigheter utmed gatan drabbas av återkommande källaröversvämningar.

För att erhålla en så bra bild som möjligt av områdets befintliga dagvattenförhållanden har en översiktlig inventering i fält genomförts under 2014, se figur 3-18. Befintliga system för dagvattenhantering beskrivs nedan, samt illustreras i bilaga 1.

I början av Gibraltargatans östra sida finns en minder gräsbeklädd vall. Utmed dess östra omges gatan även av mindre restauranger, caféer och butiker, se figur 3.



Figur 3. Gibraltargatans östra sida. Foto Emma Nilsson Keskitalo

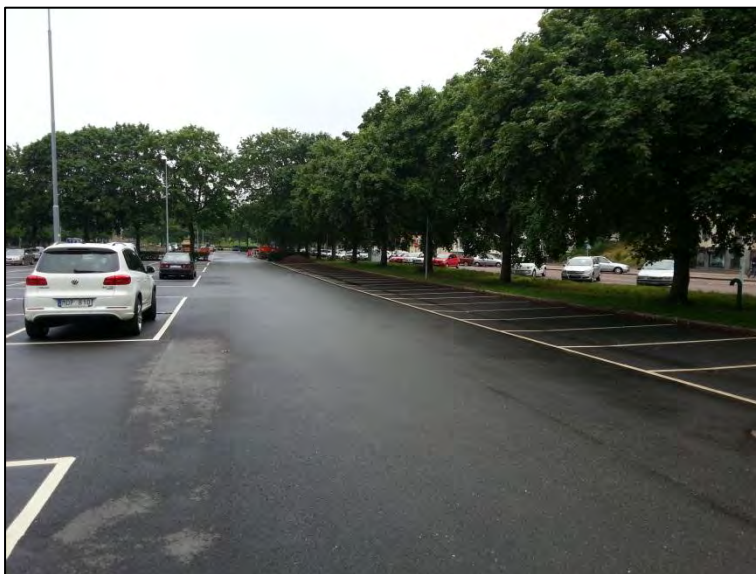
Gibraltargatans västra sida utgörs främst av parkeringsplatser och grönområden utmed vägen, se figur 4-7.



Figur 4. Grönområde väster om Gibraltargatan i planområdets norra del.
Foto Emma Nilsson Keskitalo



Figur 5. Bred hårdgjord parkeringsyta som sträcker sig längs med Gibraltargatans västra sida. *Foto Emma Nilsson Keskitalo*



Figur 6. Grönt stråk som avskiljer offentlig parkering längs gatan med Chalmers stora parkeringsyta. Foto Emma Nilsson Keskitalo



Figur 7. Gibraltar herrgård omgiven av grönområden, norr om stora parkeringsytan

Foto Emma Nilsson Keskitalo

Planområdet omfattar även Chalmers tvärgata som går i östlig riktning från Giblaltargatan i områdets norra del. I hörnet mellan Giblaltargatan och Chalmers tvärgata ligger Chalmers bibliotek på en höjd omgiven av grönområden, se figur 8-9.



Figur 8. Chalmers tvärgata som avslutas i en trappa vilken leder ner till Chalmers kårhus. Foto Emma Nilsson Keskitalo



Figur 9. Chalmers bibliotek. Foto Emma Nilsson Keskitalo

Parallellt, väster om Gibraltargatan ligger Hörsalsvägen vilken är placerad på en högre nivå än parkeringen öster ut. Gatan är till största del hårdgjord, se figur 10-11.



Figur 10. Östra sidan av Hörsalsvägen med Chalmers stora parkeringsplats nedanför.

Foto Emma Nilsson Keskitalo



Figur 11. Bild tagen från Hörsalsvägen mot parkeringen för att illustrera nivåskillnaden

Foto Emma Nilsson Keskitalo

Parallellt med Chalmers tvärgata sträcker sig Engdahlskatan vinkelrätt mot Högskolevägens slut. Söder om Engdahlskatan ligger ett bostadsområde med tio flervåningshus. Detta bostadsområde innefattas ej av planområdet, men vägytan omfattas, se figur 12.



Figur 12. Engdahlsgratan med bostadsområde på väster sida och sluttning upp mot kopparbunken på höger sida. Foto Emma Nilsson Keskitalo

Norr om Engdahlsgratan finns ett plant anlagt område med stigar och gräs, beläget på samma nivå som Chalmers kopparbunker, se figur 13.



Figur 13. Grönområde norr om Engdahlsgratan. Foto Emma Nilsson Keskitalo

Då Engdahlsgratan svänger söderut övergår den i Sven Hultins gata. I sluttningen öster om Sven Hultins gata finns en låglänt gräsyta, se figur 14.



Figur 14. Låglänt grönyta. Foto Emma Nilsson Keskitalo

Eklandagatan leder ut till Gibraltargatan. De två körfälten avdelas av ett brett grönområde, se figur 15.



Figur 15. Eklandagatan. Foto Emma Nilsson Keskitalo

Planområdes södra del innefattas av Gibraltargatan och till viss del Fridkullagatan. Mellan dessa finns grönområden och genomfartsvägar, se figur 16-17.



Figur 16. Gibraltargatan i förgrunden, grönområde och Fridkullagatan bakom.
Foto Emma Nilsson Keskitalo



Figur 17. Fridkullagatan med grönområde till vänster. *Foto Emma Nilsson Keskitalo*

3.3. Recipient

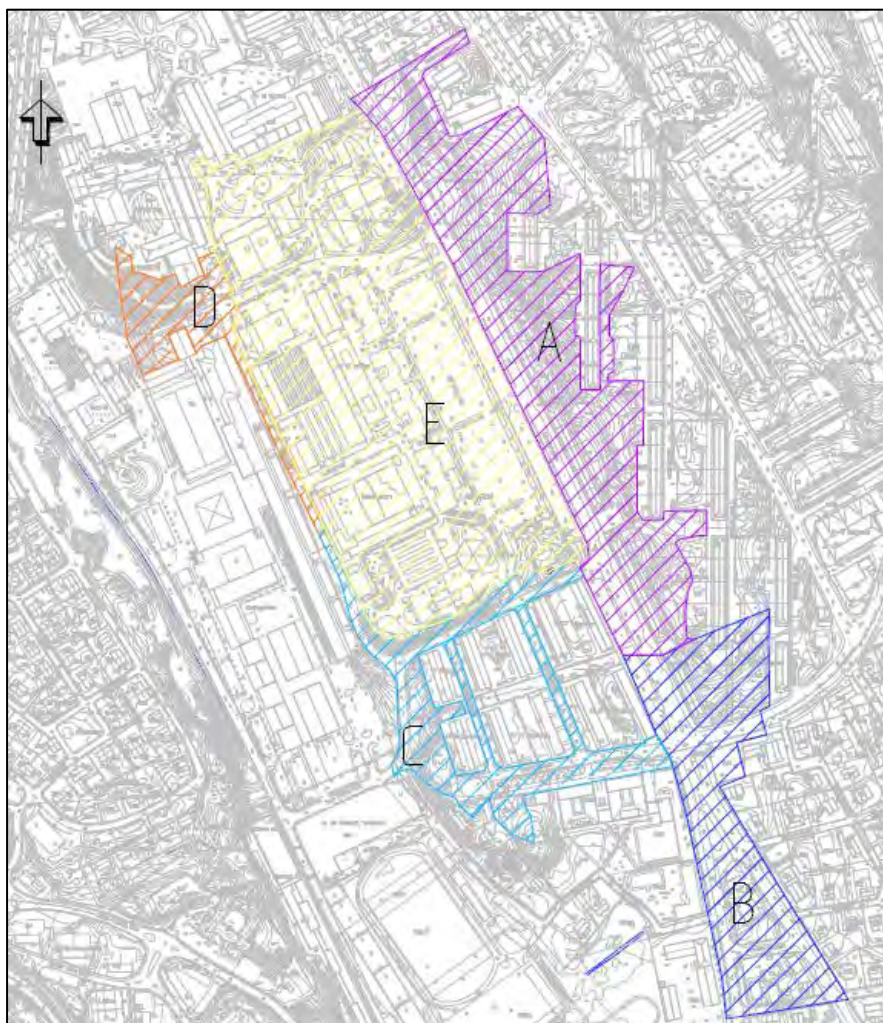
Idag avleds huvuddelen av dagvattnet från planområdet i kombinerade avloppsledningar mot Kodammarnas pumpstation. Vidare från pumpstationen pumpas vattnet mot Ryaverket se figur 18. Då flödena är extra höga vilket kan inträffa vid till exempel kraftig eller långvarig nederbörd är inte kapaciteten i ledningssystemet tillräckligt stor. Detta leder till att kombinerat vatten i nödfall pumpas ut i Säveån.



Figur 18. Översiktsbild, plan- och avrinningsområde

3.4. Befintliga dagvattenflöden

Området har delats in i fem avrinningsområden enligt figur 19 och bilaga 1.



Figur 19. *Avrinningsområden*

Beräkningar av flödet har i enlighet med dimensioneringsförutsättningar i Svenskt Vattens publikation P104 utförts för dimensionerande regn med återkomsttiden 10 år. Dimensionerande regnvaraktighet har bestämts till 10 minuter och regnintensiteten därmed till 228 l/s, ha. För befintliga flöden har klimatfaktorn satts till 1,0 dvs. ingen förändring.

I enlighet med Svenskt Vattens publikations P90 har avrinningskoefficienterna ansatts till 0,1 för ”gräsyta, park”, 0,4 för ”starkt lutande bergigt parkområde”, 0,7 för ”stensatt yta med grusfogar”, 0,8 för ”betong- och asfaltsyta” samt 0,9 för ”tak”. Med hjälp av dessa värden har genomsnittliga avrinningskoefficienter beräknats för de olika områdena, se tabell 1.



Tabell 1. Befintliga dagvattenflöden

Delområde	Area [ha]	Avrinningskoefficient	Befintligt flöde [l/s]
A	4,9	0,3	351
B	2,8	0,6	369
C	3,1	0,7	454
D	0,8	0,3	53
E	8,9	0,7	1449
Totalt	20,5	0,57	2676

4. FRAMTIDA FÖRHÅLLANDEN

I enlighet med vattenplanen ”Vatten - så klart” och ”Dagvatten inom planlagda områden, VA-verket Göteborg 2001” klassificeras recipienten Säveån som klass 2 och då området är halvcentralt faller det inom klass 2. Detta innebär enligt vattenplanen att dagvattnet ifrån området skall genomgå ”enklare behandling”, dvs eftersträva LOD, fördröjning, översilning, eller avledning i öppet dike där så är möjligt och lämpligt. Föroreningarna ifrån området härrör till stor del från trafikytor, varför det är viktigt att dagvatten ifrån vägar och parkeringsytor i enlighet med vattenplanen renas innan utsläpp till recipient.

Dag- och dräneringsvatten skall i första hand tas om hand lokalt inom kvartersmark. Dagvattenanslutning kan efter erforderlig fördröjning och rening ske till allmänt kombinerat avloppsledningsnät i Gibraltargatan, Engdahlsgratan, Fridkullagatan och Wallenbergsgatan. Ledningssystemet i Gibraltargatan är redan idag hårt belastat med källaröversvämningar som följd, varför det är extra viktigt att fördröja innan anslutning. Dagvattnet ifrån trafikytor och parkeringsplatser bör genomgå enkla rening innan anslutning till ledningssystemet, då eventuell bräddning ifrån Kodammarnas pumpstation kan komma att ske till Säveån.

Då området exploateras och den befintliga parkeringsytan vid Gibraltargatan ersätts av huskroppar samt grönstråk kommer dagvattnet flödet enligt det nuvarande planförslaget troligtvis att bibehållas eller tom minska. De befintliga träden utmed Gibraltargatan utgör emellertid en mycket viktig funktion i att bromsa upp och fördröja dagvattnet utmed gatan. Om träden försvinner är det därför viktigt att ersätta med annan grönska för att undvika att frekvensen av flödestopparna ökar. Parkeringsplatser med uppställda fordon är som tidigare nämnts en källa till föroreningar varför troligtvis även utläppet till dagvattnet kommer att minska vid byggnation av bostäder på parkeringsytan.

4.1. Framtida dagvattenflöden

Vid framtida flödesberäkningen har klimatifaktorn 1,2 använts enligt Svenskt Vattens publikation P104. Vidare har beräkningar genomförts för regn med återkomsttiden 10 år och regnets varaktighet har ansatts till 10 minuter, vilket bedöms vara dimensionerande rinntid efter exploatering i området. Regnintensiteten för valt regn uppgår till ca 274 l/s, ha.



I enlighet med Svenskt Vattens publikations P90 har avrinningskoefficienterna ansatts till 0,1 för ”gräsyta, park, 0,4 för ”starkt lutande bergigt parkområde”, 0,7 för ”stensatt yta med grusfogar”, 0,8 för ”betong- och asfaltsyta” samt 0,9 för ”tak”. Med hjälp av dessa värden har genomsnittliga avrinningskoefficienter beräknats för de olika områdena. Resultatet redovisas i tabell 2.

Tabell 2. Förväntade dagvattenflöden efter exploatering

Delområde	Area [ha]	Avrinningskoefficient	Framtida flöde [l/s]
A	4,9	0,3	422
B	2,8	0,6	442
C	3,1	0,7	544
D	0,8	0,3	64
E	8,9	0,7	1678
Totalt	20,5	0,56	3151

I samband med planerad exploatering förväntas således det totala dagvattenflödet öka med ca 475 l/s från dagens 2 676 l/s, till ett totalt flöde om ca 3 151 l/s vid ett 10-årsregn.

4.2. Fördröjning av dagvatten

För att minska belastningen på det kombinerade dag- och spillvattenledningssystemet erfordras lokal fördröjning av dagvattnet från planområdet. I enlighet med Kretslopp och vattens riktlinjer skall fördröjningsvolymen motsvarande 10 mm nederbörd från de anslutna hårdgjorda ytorna inom planområdet fördröjas inom fastighetsgräns före avledning till ledningssystem eller recipient.

Det är viktigt att dagvattnet fördröjs för att inte förvärra de befintliga översvämningsproblemen i området. I planområdet som helhet erfordras en total magasinsvolym om ca 1 152 m³. fördelat på respektive delområde enligt tabell 3.

Tabell 3. Erforderliga magasinsvolym i respektive delområde

Delområde	Erforderlig magasins volym [m ³]
A	154
B	162
C	199
D	23
E	613
Totalt	1 152



4.4. Framtida dagvattenhantering

För att inrymma erforderlig magasinvolym om ca 1 152 m³ inom kvartersmark föreslås lokala lösningar inom respektive fastighet, se bilaga 2 och 3.

Geotekniken i området (Norconsult 2014-12-19) visar att marken i stora delar av området överst utgörs av sand eller fyllning 1-2 meter och därunder siltig lera. Vissa områden utgörs emellertid av berg i dagen. Grundvattenytan bedöms under stora delar av året ligga ca 1-3 meter under befintlig markyta. Geotekniken medger således, på dem områdena där berg inte förekommer troligtvis lokalt omhändertagande av dagvatten till ett djup av 1 meter. Magasinen måste utformas efter de geotekniska förutsättningarna.

Då området idag omges av mycket träd och grönska är det viktigt att bevara detta, så att inte hårdgöringsgraden ökar. Nya huskroppar föreslås förses med gröna tak och mellan huskroppar och utmed vägar föreslås så kallade regnträdgårdar eller biofilterdiken/makadamstråk anläggas för att fördröja dagvattnet och samtidigt uppnå en grönskande miljö i området. Alternativt kan magasin enbart för utjämning anläggas under mark i kombination med filterbrunnar för rening. Efter erforderlig fördröjning och rening kan dagvattnet anslutas till befintligt kombinerat dag- och spillvattenledningssystem.

Förslag till system för dagvattenhantering inom planområdet presenteras i bilaga 2-3.

Gröna tak

För att minska avrinningen av dagvatten från takytor kan byggnader förses med s.k. gröna tak, se figur 20.

Vegetationsklädda takytor minskar den totala avrinningen jämfört med konventionella, hårdgjorda tak. Tunna gröna tak, med t.ex. sedum, kan minska den totala avrunna mängden på årsbasis med ca 50 %. Gröna tak med djupare vegetationsskikt magasinerar enligt Svenskt Vattens publikation P105 i medeltal 75 % av årsavrinningen. Dessutom kan gröna tak magasinera upp till 10 mm nederbörd vid enskilda regntillfällen. Förutom detta har sedum till skillnad från vanligt gräs den speciella egenskapen att det klarar längre torrperioder utan att torka ut.



Figur 20. Bostadshus med gröna tak. Källa: Vegtech

Förutsättningar för att tekniken skall kunna utnyttjas är att taket inte har alltför brant lutning. Takkonstruktionen skall vara dimensionerad för den extra last som det gröna taket innebär. Lasten är dock inte större än att den motsvarar ett vanligt tegeltak.

Vidare kan gröna tak ha en ljud- och värmeisolerande verkan, vilket kan bidra till en bättre inomhusmiljö samt reducera hushållens energibehov för uppvärmning. Gröna tak kräver dock skötsel i form av gödsling m.m. för att bibehålla sin funktion och karaktär.

Regnträdgård (raingarden)

En regnträdgård, utgörs av växtbäddar med underliggande infiltrationsmaterial som lokalt utjämnar och även renar dagvatten, se figur 21. De anläggs normalt så att dagvattnet ifrån närliggande hårdgjorda ytor kan magasineras och infiltreras effektivt inom ca ett dygn efter nederbördstillfället. Bara under korta perioder i samband med kraftiga regn kommer det att vara någon synlig vattenyta. Genom att välja regnträdgårdar som utjämnings- och reningsanläggning bidrar vi även till att uppfylla stadens grönstrategi.



Figur 21. Regnträdgård i körbana i Lidevagn, Danmark.
Foto Emma Nilsson Keskitalo

Regngårdar byggs upp med en väl-dränerad bädd med växter som klarar perioder av både torka och höga vattennivåer, anpassade till klimatet i den region där den anläggs. Växtbädden underlagras lämpligen av ett väl-dränerat lager av exempelvis makadam, där flödesutjämnningen till stor del äger rum. I botten av varje regngård föreslås en dräneringsledning anläggas, för avtappning av utjämnat dagvattenflöde till ledningsnät avsett för dagvatten. Genom att välja lämplig dimension på utloppsledningen kan avtappningen från respektive regngård regleras. I figur 22 redovisas en principiell sektion av en regngård.



Figur 22. Exempel på uppbyggnad av en regngård

För att säkerställa den långsiktiga funktionen krävs skötsel. Utformningen av anläggningen kan anpassas så att skötseln underlättas. Vid utformning av anläggningen bör till exempel inlopp, kantstöd, försedimentering beaktas med avseende på erosionsskador, snöröjning etc. Anläggningen kräver skötsel ca 2 gånger per år. Under skötseltillfällena sker rensning från ogräs, skräp och sediment.



Beskärning och nyplantering kan också förekomma. För vissa anläggningar fordras bevattning de första två åren för att säkerställa en god etablering. Större och sammanhängande anläggningar torde vara lättare och billigare att sköta.

Genom examensarbetet ”Pollutant removal efficiencies and flow detention of infiltration trenches, Nilsson&Stigsson 2012:140” har det visat på god reningseffektivitet i makadam. Resultaten visar på att reningsgraden kan uppgå till omkring 80 % för suspenderad substans, omkring 50 % för kväve, 70 – 80 % för zink, bly, koppar och krom samt 50 – 60 % för kadmium och nickel.

Enligt forskningsresultat vid Luleå tekniska universitet har det visat sig att biofiltrering av dagvatten i en regnträdgård har förmågan att rena dagvatten och smältvatten effektivt även i kalla temperaturer. Resultaten visar att sediment, fosfor och tungmetaller renas effektivt även i kalla temperaturer. Även lösta metaller renas oftast tillfredsställande.

Regnträdgården föreslås byggas upp enligt tabell 4 och kan då fördröja en magasinsvolym om ca 0,20 m³/m².

Tabell 4. Beräknad magasinsvolym per kvadratmeter vid angivet djup

Lager	Effektiv porositet [%]	Djup [m]	Volym [m ³ /m ²]
Översvämningssyta	80	0.2	0.16
Växtbädd	30	0.3	0.09
Dränerande lager	26	0.4	0.11
Total magasinsvolym per m ² vid angivet djup		0.9	0,20

Biofilterdiken

Biofilterdiken, se figur 23 kan beskrivas som grunda diken med svag lutning, vilka används för att samla upp, leda, rena och infiltrera dagvatten. Biofilterdike är ett samlingsnamn för alla typer av diken som uppfyller dessa krav och således kan tex svackdiket räknas som en typ av biodike. Reningen av dagvattnet är en central del av biodikets roll, vilken sker genom sedimentering, filtrering och växtupptag av föroreningar. Effektiviteten styrs av bland annat vattnets hastighet och uppehållstid i biodiket, vegetationens täthet och art samt jordens infiltrationsförmåga. Biofilterdiken erfordrar viss årlig skötsel, omgrävning kan komma att erfordras. Uppbyggnaden kan vara den samma som för en regnträdgård.

Längs gator i området föreslås så kallade biodiken anläggas, var utrymme i gaturummet kan tillskapas för rening och utjämning av dagvatten, se bilaga 2 och 3. Där utrymme inte finns ovan mark kan istället makadsamstråk anläggas under marken.



Figur 23. *Biofilterdike mellan körbana och GC-bana i Ensjö, Norge.
Foto Emma Nilsson Keskitalo*



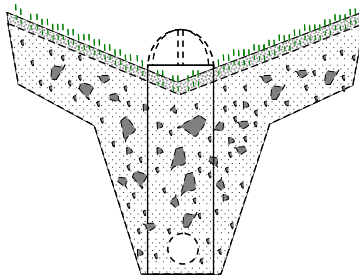
Makadamstråk

Den fria volymen, d.v.s. magasinerings- eller utjämningsvolymen, i magasinet utgörs av porvolymen i fyllningsmassorna, vanligtvis ca 30 % för makadam. Vid användning av sk. dagvattenkassetter erhålls en betydligt större porvolym, ca 96 % och därmed ett kompaktare magasin.

Makadamstråk har en god renande och fördröjande förmåga, se under regnträdgård för reningseffekt. Nackdelen med makadamdiken är att de normalt behöver grävas om efter ca tio till femton år, eftersom den hydrauliska kapaciteten kan avta.

Längs vägar och parkeringsytor i området föreslås makadamstråk under mark för utjämnning och rening av vägdagvatten var det inte ges utrymme för biofilterdiken. Makadamstråken kan antingen anläggas utmed vägen i ett grönstråk alternativt under asfalt. Stråken kan med fördel även utgöras av tidigare nämnda biofilterdiken utmed vägen. Utformningen av makadamstråken kan således varieras.

Fördröjningsmagasin anläggs generellt så ytligt som möjligt och ovan högsta grundvattnenyta. För planområdet, där möjligheterna för infiltration är minimal, föreslås makadamdike med dräneringsledning i botten, se figur 24. Utflöde från makadamdikena sker antingen genom att vattnet från magasinet perkolerar ut i omgivande marklager, eller genom en kontrollerad avtappning via ett speciellt anlagt dräneringssystem.



Figur 24. Skiss över makadamstråk med dräneringsledning samt kupolsil

Trädplantering

Då området idag omgärdas av mycket träd är det viktigt att återskapa detta genom nya trädplanteringar eller annan grönska.

Dagvatten kan effektivt omhändertas med hjälp av träd, vars kronor fångar upp och avdunstar nederbörd samtidigt som rotsystemen suger vatten ur marken, se figur 25. Varje trädkrona kan magasinera omkring 10 mm nederbörd över den yta som kronan upptar. Att rotsystemen suger åt sig vatten från kringliggande mark leder dessutom till att markens magasineringskapacitet återhämtas fortare vid längre nederbördstillfällen. Dessutom kan träd omhänderta mindre mängder föroreningar, exempelvis från vägdagvatten.

För att öka förutsättningarna för utjämnning av dagvatten och skapa bättre förutsättningar för trädens rotsystem att utvecklas, föreslås träd planteras i s.k. skelettjord.



Skelettjord består vanligen av fukthållande anläggnings- eller planteringsjord som förstärks med grov makadam, lecablock eller liknande för att kunna komprimeras.

På eventuella platser där träd och ledningar riskerar komma i konflikt, och rötter kan orsaka problem i form av rotinträngning, föreslås en skyddsskärm av packad samkross anläggas mellan växtbädden och ledningsgraven.



Figur 25. Exempel på trädplantering i Norra hamnen i Helsingborg. Foto Emma Nilsson Keskitalo

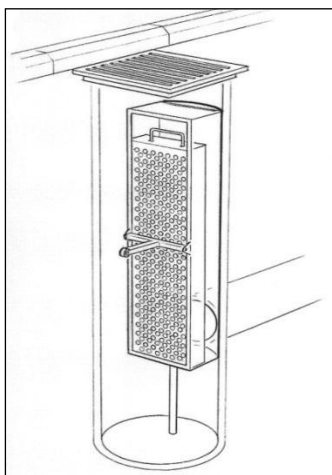
Brunnsfilter för rening av dagvatten

För de trafikytor där möjlighet till makadamstråk inte är möjligt kan ett bra alternativ för rening av dagvatten från hårdgjorda ytor med låg trafikintensitet, t.ex. parkeringsytor rännstensbrunnar förses med brunnsfilter, se figur 26. I brunnsfilter omhändertas olja, tungmetaller och partiklar från dagvattnet på ett effektivt sätt.

De filter som finns på marknaden består vanligtvis av två delar. En del som renar dagvattnet, d.v.s. filtret som utgörs av en absorbent som binder föroreningar, samt en del som består av filtrets behållare (filterinsatsen), vars konstruktion har en avgörande betydelse för om filtrets sätter igen sig eller ej. Vid val av filter bör reningskapacitet, hydraulisk kapacitet och driftaspekter beaktas. Reningskapaciteten bör uppgå till minst 60-70 % för metaller och ännu högre för olja.

Brunnsfilter kräver regelbunden tillsyn och filtermaterialet måste bytas ut med jämna mellanrum för att inte mättas och på så vis mista sin funktion.

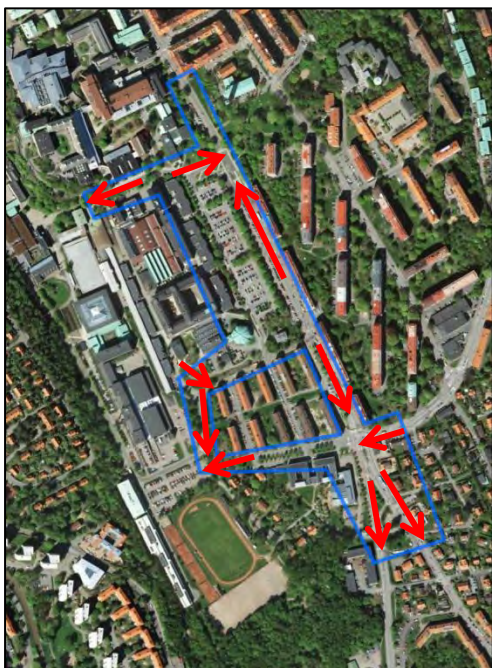
Metoden är fördelaktig då höga vattennivåer riskerar att stiga upp i dagvattensystemet, då filterbrunnar inte är lika utrymmeskrävande som t.ex. oljeavskiljare.



Figur 26. Principskiss filterförsedd rännstensbrunn. Källa: Flexiclean

Höjdsättning

Inom området varierar marknivåerna mellan ca 47 och 60 m. Markytor och vägar inom området bedöms idag luta enligt figur 27.



Figur 27. Lutning på vägar och ytor inom planområde

Mellan huskropparna kan lokala lågpunkter i framtiden komma att skapas, var vattnet eventuellt kan bli instängt. Höjdsättningen av området är därför mycket viktig och bör ägnas stor omsorg. Gator och fastigheter skall i möjligaste mån harmonisera med varandra.



Tomtmark bör generellt höjdsättas till en högre nivå än anslutande gatumark för att en tillfredsställande avledning av yt- och dräneringsvatten samt spillvatten skall kunna erhållas.

Plankartan skall kompletteras med en bestämmelse som anger att lägsta höjd på färdigt golv, för att anslutning med självfall skall tillåtas, skall vara 0,3 meter över marknivå i förbindelsepunkt med hänsyn till risk för uppdämning i allmänt dag- och spillvattensystem. Det föreslås även att marken ges ordentlig lutning ut från de nya byggnaderna i den mån det är möjligt.

5. SLUTSATS

Då området exploateras och den befintliga parkeringsytan vid Gibraltargatan ersätts av huskroppar samt grönstråk kommer dagvattnen flödet enligt det nuvarande planförslaget troligtvis att bibehållas eller tom minska. De befintliga träden utmed Gibraltargatan utgör emellertid en mycket viktig funktion i att bromsa upp och fördröja dagvattnet utmed gatan. Om träden försvinner är det därför viktigt att ersätta med annan grönska för att undvika att frekvensen av flödestoppar ökar. Parkeringsplatser med uppställda fordon är som tidigare nämnts en källa till föroreningar varför troligtvis även utläppet till dagvattnet kommer att minska vid byggnation på parkeringsytan.

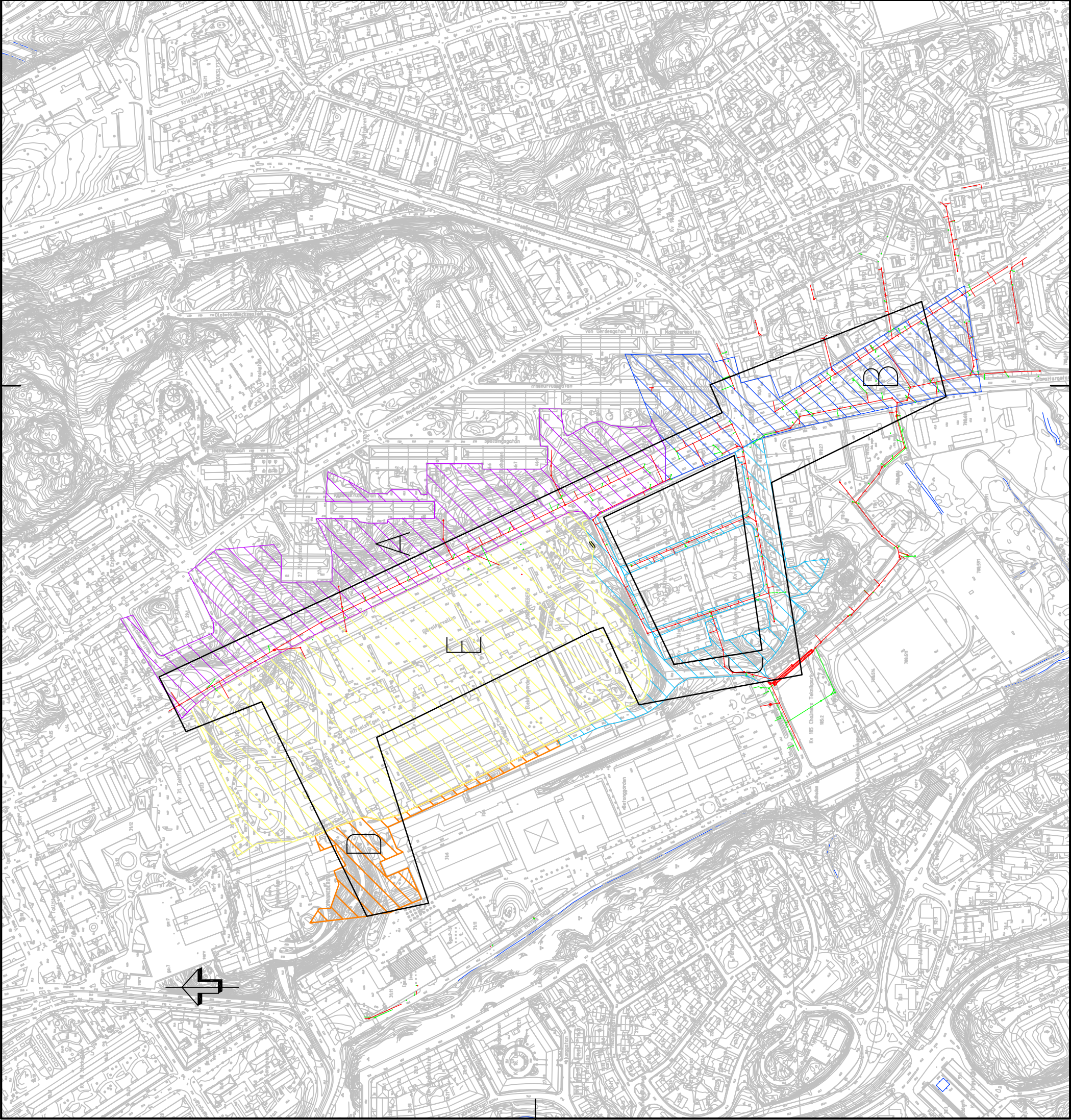
I det fall dagvattnet ifrån trafik- och parkeringsytor inte kan avledas via biofilterdike, makadamstråk, regnträdgård eller liknande för rening och utjämning av dagvatten bör rännstensbrunnarna förses med filterinsats som alternativ rening av vägdagvattnet.

Genom att anordna föreslagna dagvattenlösningar bedöms renings- och utjämningsbehovet uppfyllas. Recipienten Säveån bedöms därmed inte påverkas negativt, vid eventuell bräddning från pumpstationen dit.

5.1 Bilagor

1. Befintligt ledningssystem och avrinningsområden
2. Föreslagen dagvattenhantering
3. Föreslagen dagvattenhantering

- Beteckningar
- Områdesgräns
- Befintlig dagvattenledning
- Befintlig kombinerad avloppsledning
- Avrinningsområde A
- Avrinningsområde B
- Avrinningsområde C
- Avrinningsområde D
- Avrinningsområde E
- Avrinningsriktning



Beteckningar

Planområdesgräns

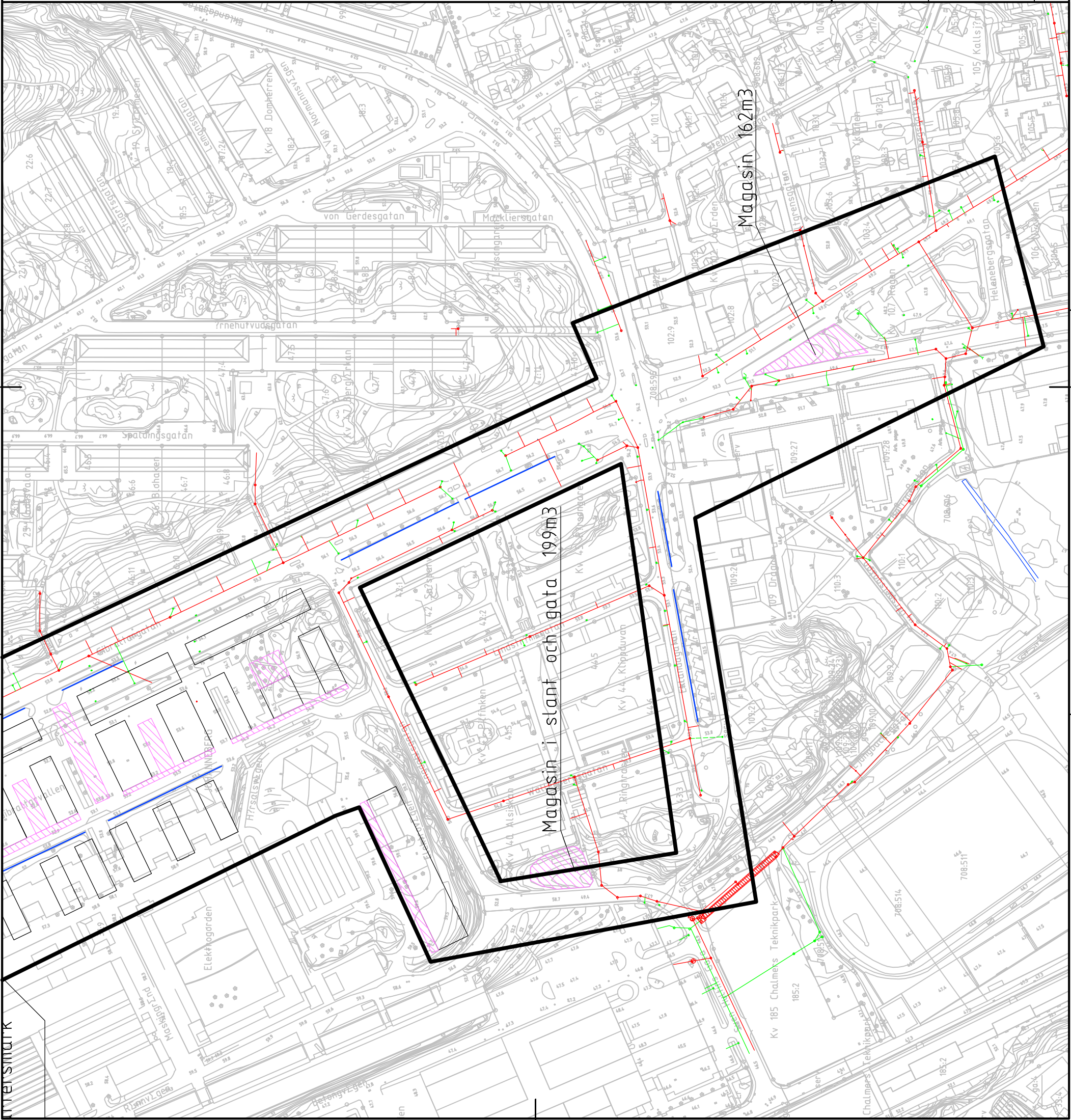
Befintlig dagvattenledning

Befintlig kombinerad avloppsledning

Föreslaget biofilterdike eller makadamstråk

Föreslaget utjämningsmagasin typ regnträdgård eller liknande.

Planerad exploatering



RAPPORT

DAGVATTEN-PM GIBRALTARVALLEN

UPPRÄTTAD: 2016-05-20

Upprättad av

Björn Andersson

Granskad av

Lars Nilsson

Godkänd av

Oguz Acikgöz

Innehållsförteckning

Sammanfattning	3
1 Inledning	3
1.1 Syfte	3
1.2 Underlag	3
2 Befintliga förhållanden	5
2.1 Områdesbeskrivning	5
2.2 Geoteknik	6
2.3 Befintliga ledningar	6
2.4 Recipient	6
3 Framtida förhållanden	6
3.1 Planförslag	6
4 Komplettering av tidigare utredning	8
4.1 Ändrade förutsättningar	8
4.2 Förutsättningar till dagvattenhantering	8
4.3 Förslag till utformning	12
4.4 Renings- och fördröjningsmetoder	16
5 Föroreningsbelastning	20
6 Investeringskostnad	26
7 Drift- och underhållskostnad	27
8 Slutsats	28

Bilaga 1 Systemlösningar

Bilaga 2 Växtbäddsuppbyggnad

Bilaga 3 Befintliga kommunala dag- och spillvattenledningar

Bilaga 4 Befintligt VA på Chalmers

Bilaga 5 Typritning skelettjordsuppbyggnad Stockholm Stad

Sammanfattning

I samband med detaljplanarbetet för Chalmers expansion vid Gibraltarvallen inom stadsdelen Johanneberg och Krokslätt, Göteborg, har Sigma Civil AB fått i uppdrag att göra ett dagvatten-PM för området. Lokalt omhändertagande av dagvatten (LOD) ska eftersträvas.

I denna utredning föreslås att dagvattnet från planområdets nyanlagda ytor fördröjs så nära källan som möjligt. Förslaget baseras till största delen på fördröjning och rening i växtbäddar för kvartersmark samt rening i filterbrunnar för allmän platsmark.

Utredningen visar att ett fullständigt lokalt omhändertagande av dagvatten är svårt att realisera. Dock kan en omfattande fördröjning och viss infiltration av dagvattnet möjliggöras inom planområdet så att flödet av dagvatten som leds vidare till det allmänna avloppssystemet minskas betydligt.

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 förbindelsepunkt.

1 Inledning

1.1 Syfte

I stadsdelen Johanneberg och Krokslätt i Göteborg planeras för en expansion av Chalmers med ca 150 lägenheter, 240 till 880 student- och forskarbostäder samt 100 000 kvm verksamhetsyta. 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 öppna lösningar och LOD (lokalt omhändertagande av dagvatten). Detta för att minimera ingreppen i befintlig miljö och framtida driftskostnader.

1.2 Underlag

I arbetet med utredningen har följande underlag använts:

- Grundkarta (dwg).
- Karta med befintliga VA-ledningar (dwg, PDF).
- Illustrationsritning, (dwg, PDF).
- Publikation P110, Svenskt Vatten 2016.
- Publikation P104, Svenskt Vatten 2011.
- Publikation P105, Svenskt Vatten 2011.

1.2.1 Riktvärden gällande dagvattenutsläpp enligt Göteborgs stads Miljöförvaltning

I tabell 1 nedan redovisas Miljöförvaltningens riktvärden för dagvattnet vid utsläpp till recipient.

Tabell 1: Miljöförvaltningens riktvärden.

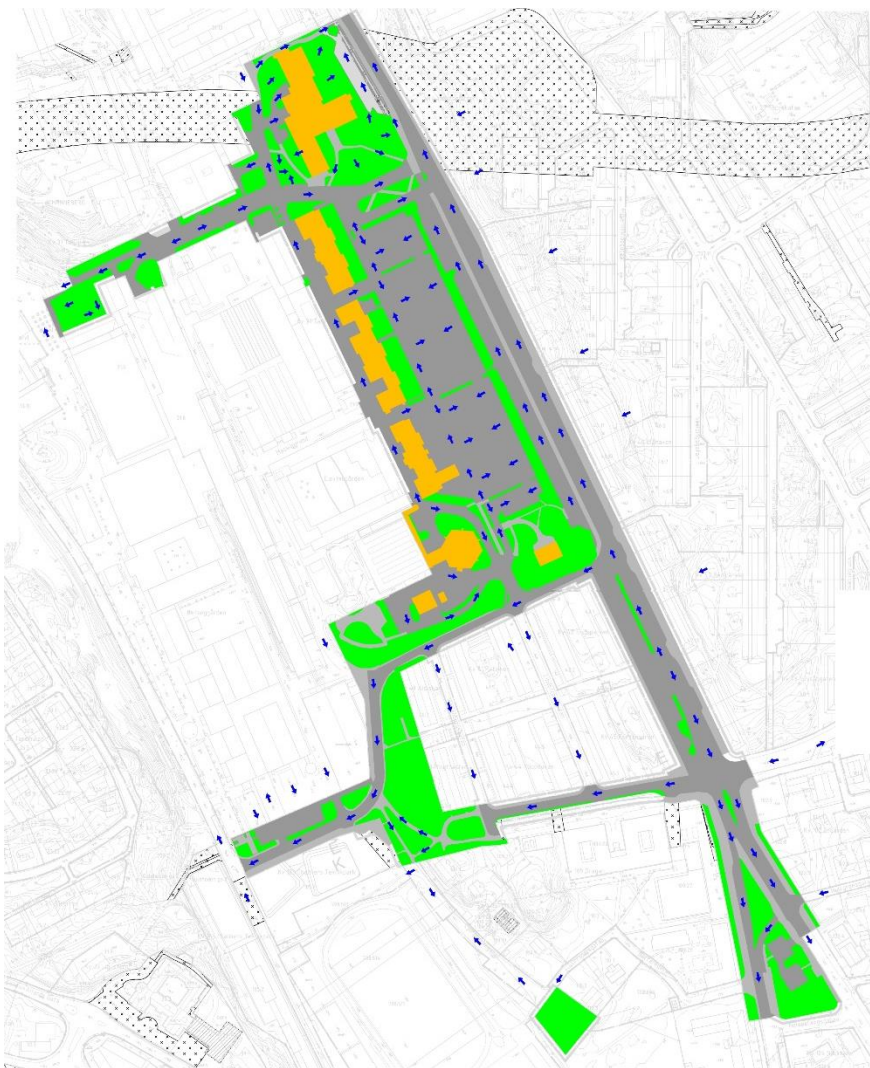
Ämne	Enhet	Miljöförvaltningens Riktvärden
P	µg/l	50
N	µg/l	1250
Pb	µg/l	14
Cu	µg/l	10
Zn	µg/l	30
Cd	µg/l	0,4
Cr	µg/l	15
Ni	µg/l	40
Hg	µg/l	0,05
SS	µg/l	25000
Olja	µg/l	1000
BaP	µg/l	0,05
Benz	µg/l	10
TBT	µg/l	0,001
As	µg/l	15
TOC	µg/l	12000
PCB 28	µg/l	0,014
PCB 52	µg/l	0,014
PCB 101	µg/l	0,014
PCB 118	µg/l	0,014
PCB 138	µg/l	0,014
PCB 153	µg/l	0,014
PCB 180	µg/l	0,014

2 Befintliga förhållanden

2.1 Områdesbeskrivning

Området som är aktuellt för dagvatten-PM:et är ca 10 ha stort och beläget vid Gibraltargatan, inom stadsdelen Johanneberg och Krokslätt. Planområdet omfattar den så kallade "Gibraltarvallen", byggnation längs med Engdahls gatans norra sida och kompletteringsbebyggelse utmed Chalmers Tvärgata. De kommunala gatorna Gibraltargatan, Engdahls gatan, Eklandagatan och Sven Hultins gata samt en parkyta vid Sven Hultins backe. I området ingår även tomtmark för flytt av Gibraltar herrgård samt grönområden och parkeringsytor. Inom området varierar marknivåerna mellan ca 47 och 60 m. Generellt lutar området åt nordöst. Strax söder om Engdahls gatan börjar området luta åt sydväst, även Engdahls gatan lutar åt sydväst. Chalmers tvärgata lutar västerut väster om Skeppsgränden, och österut öster om Skeppsgränden.

Det finns inget naturligt vattendrag i området. Kartan nedan redovisar lutningsförhållande (blåa pilar) som togs fram genom ett platsbesök i området.



Figur 1: Avrinnings och lutningsförhållanden innan exploatering.

2.2 Geoteknik

Stora delar av området består av ytligt berg eller berg i dagen. Jorddjupen är generellt små och varierar mellan berg i dagen och 13 meter. På återstående område består marken av sand eller fyllnadsmassor med en mäktighet på 1-2 m som överlagrar en siltig lera med en mäktighet på 1-11m. Den övre grundvattenytan bedöms ligga på ca 1-3m under befintlig markyta stora delar av året. Geoteknikundersökningen är utförd av Norconsult AB.

2.3 Befintliga ledningar

Inom fastigheten finns idag ett eget system som samlar upp dagvatten innan det ansluts till en kombinerad dag- och spillvattenledning i Gibraltargatan som går norrut. Söder om korsningen Eklanda-Gibraltargatan avleds dagvatten till en kombinerad ledning i Gibraltargatan som går söderut. Ledningen i Gibraltargatan har redan nått sin fulla kapacitet vilket lett till återkommande källaröversvämningar för många fastigheter längs med gatan. Dagvatten i de södra och sydvästra delarna avleds till en kombinerad ledning med utjämningsmagasin i Sven Hultins gata.

Kombinerade ledningar finns förlagda i Gibraltargatan, Engdahls gatan, Fridkullagatan och Wallenbergsgatan. Anslutning av fastigheter inom planområdet bedöms kunna ske till det befintliga ledningsnätet. Vid ombyggnad av gatorna enligt planförslaget behöver VA-ledningar beaktas. Där nya byggnader anläggs ovanpå befintligt internt VA bör VA-ledningarna flyttas. Se bilaga 3 för befintliga kommunala dag- och spillvattenledningar, befintliga kommunala vattenledningar redovisas inte, samt bilaga 4 för fastighetens VA.

2.4 Recipient

I normala fall leds vatten från området till Ryaverket där det genomgår rening innan det sedan släpps ut i havet. Vid större regn kan det dock bräddas till Göta Älv. Göta Älv har prioriteringsklass 4 enligt Göteborgs Vattenplan.

3 Framtida förhållanden

3.1 Planförslag

Planförslaget avser en expansion av Chalmers med bebyggelse vid Gibraltarvallen samt utveckling av omkringliggande stråk och platser. Det planeras för ca 150 lägenheter, 240 till 880 student- och forskarbostäder samt 100 000 kvm verksamhetsyta. Då planen inte är helt fastställd kan detta ändras inför granskningsskedet. Med planförslaget breddas tillåten användning av området där byggnader för utbildning, kontor, service och bostäder medges. Högre bebyggelse än vid gällande detaljplan tillåts.

Planförslaget omfattar även ombyggnader av stadens gator och kommer medföra en ändrad trafikföring där Eklandagatan förlängs till Sven Hultins gata och Engdahls gatan blir en återvändsgata. En ny och samlad hållplats för alla busslinjer anläggs söder om Eklandagatan. Se figur 2 för planförslag.



Figur 2: Illustration av planförslag

4 Komplettering av tidigare utredning

4.1 Ändrade förutsättningar

En tidigare dagvattenutredning har utförts på området. Denna verkar dock ha utgått från ett något annorlunda planområde och tar hänsyn till väldigt stora ytor utanför detta. Området som utretts har justerats då det innefattar ca 10 hektar utöver planområdet. Det är orimligt att fastighetsägarna ska behöva ta hänsyn till och fördröja vatten som inte genereras på området som berörs av planen. Därför har fördröjningsvolymerna justerats ner i förhållande till tidigare utredning.

De flöden som tidigare utredning har kommit fram till verkar stämma överens med nuvarande utrednings flöden, justerat för ändrad totalyta.

4.2 Förutsättningar till dagvattenhantering

Förutsättningarna för dagvattenhantering är framtagna med hjälp av:

- P110 Dimensionering av allmänna avloppsledningar
- P104 Nederbördsdata vid dimensionering och analys av avloppssystem,
- P105 Hållbar dag- och dränvattenhantering.

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

Dessutom förutsätts följande i den här utredningen:

- ingreppet på befintlig dagvattenavrinning inom fastigheten ska minimeras, dvs. bibehållande av naturliga avrinningsområden och naturlig reningsförmåga hos vegetation och sediment där det är möjligt och lämpligt.
- olika typer av öppna lösningar (t.ex. befintliga diken) vid dagvattenhantering bör utnyttjas i första hand

Göta Älv har prioriteringsklass 4 enligt Göteborgs Vattenplan. Dagvattnet 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 så är möjligt och lämpligt. Då stora delar av föroreningarna inom området härrör från trafikytor är det viktigt att dagvatten från dessa genomgår någon form av rening. Enligt miljöförvaltningen krävs rening via oljeavskiljare i parkeringsgarage med fler än fem bilar samt där fordon varaktigt ställs upp.

4.2.1 Beräkning av dimensionerande regnintensitet

Beräkningar av dimensionerande regn sker enligt Svenskt Vatten publikation P104 med hjälp av Dalström-ekvationen nedan (1):

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

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

Återkomsttiden sätts till 10 år (citybebyggelse, P105). Beräkningar utförs för både korta och långa regn och ger en regnintensitet vid 10-minuters-koncentrationstid på 228 l/s per ha. En 30-minuters-koncentrationstid ger en regnintensitet på 116 l/s per ha. För uppföljande beräkningar av dagvattenåtgärder väljs en dimensionerande regnintensitet av 228 l/s per ha, då rinntiden uppskattats till 10 minuter.

4.2.2 Beräkning av dimensionerande flöden

Det dimensionerande dagvattenflödet Q_{dim} beräknas i 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: klimattfaktor (sätts till 1,2)

Dimensionerande flöden såsom delområdets storlek och avrinningskoefficienter redovisas i tabell 2 och 3. Avrinningskoefficienter har valts enligt Svenskt Vatten Publikation P110. För bedömning av flödesändringar utförs beräkningar för både befintligt och planerat markförhållande. Antagandet att endast minsta mängden yta (30 %) blir planterad på de ytor som har detta som krav i detaljplanen har gjorts. Dagvattenflödet som genereras på området vid nederbörd har därför alla möjligheter att bli mindre än den befintliga beroende på slutgiltig utformning.

Tabell 2: Dagvattenflöden för planområdet innan exploatering

Typ av yta	A (ha)	ϕ	A red (ha)	i (l/s*ha)	Q_{dim} (l/s)
Grönyta	2,62	0,10	0,262	228	71,6
Hårdgjord yta (tak)	0,78	0,9	0,7	228	192
Hårdgjord yta (väg/parkering)	4,90	0,8	3,92	228	1071
Hårdgjord yta (väg/stensättning)	1,13	0,77	0,87	228	238
Blandyta	0,11	0,5	0,057	228	16
Totalt	9,55		5,75		1573

Tabell 3: Förväntade flöden för planområdet efter exploatering

Delyta	A (ha)	ϕ	A red (ha)	i (l/s*ha)	Q_{dim} (l/s)
Grönyta	2,38	0,10	0,238	228	65
Hårdgjord yta (tak)	2,30	0,9	2,068	228	566
Hårdgjord yta (väg/parkering)	4,88	0,8	3,824	228	1068
Totalt	9,55		6,13		1698

Beräkningen visar att dagvattenflödet i dagsläget ligger på ca 1570 l/s. Efter exploateringen förväntas flödet att ligga på ca 1700 l/s. Det innebär att flödet ökat med 8 %.

4.2.3 Dimensionerande flöden för delområden

Planområdet har delats in i allmän platsmark och kvartersmark enligt detaljplanen för nedanstående redovisningar av flöden. Vid ombyggnationen finns det möjlighet att koppla om ytor från Chalmers som tidigare gått till Gibraltargatan att istället gå i ledningar till Engdahlsgratan. Kretslopp och vatten bör utreda om denna möjlighet är gynnsam för avloppssystemet som helhet och inte enbart förflyttar ett problem från en belastad ledning till en annan.

Tabell 4: Förväntade flöden för allmän platsmark efter exploatering

Delyta	A (ha)	ϕ	A red (ha)	i (l/s*ha)	Q _{dim} (l/s)
Grönyta	1,042	0,10	0,104	228	28
Engdahlsgratan	0,168	0,80	0,134	228	37
Eklandagatan	0,216	0,80	0,172	228	47
Sven Hultins gata	0,072	0,80	0,057	228	16
Fridkullagatan	0,14	0,80	0,11	228	31
Gibraltargatan	0,708	0,80	0,566	228	155
Parkerings	0,329	0,80	0,263	228	72
Trottoarer	1,517	0,80	1,214	228	332
Totalt	4,19		2,62		718

Tabell 5: Förväntade flöden för kvartersmark efter exploatering.

Delyta	A (ha)	ϕ	A red (ha)	i (l/s*ha)	Q _{dim} (l/s)
Grönyta	1,334	0,10	0,133	228	36
Hårdgjord yta (tak)	2,297	0,90	2,067	228	566
Hårdgjord yta (trottoar/väg)	1,732	0,80	1,386	228	379
Totalt	5,36		3,59		981

4.2.4 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 vid framtida förhållande är ca 4 hektar (tak och gator) vilket ger en magasinvolym på ca 400 m³. För allmän platsmark motsvarar detta en fördröjningsvolym på ca 310m³.

Målsättningen i dagvattenstrategin är att om möjligt ta hand om dagvattnet lokalt alternativt fördröja det för att minimera belastningen på befintligt dagvattensystem. Nedan redovisas den fördröjningsvolym som krävs och vilket flöde det resulterar i, inräknat klimatfaktor på 1.2 för 10-årsregn. Som ett exempel visas även den fördröjningsvolym som hade krävts för att minska ner flödet till det som motsvarar naturmark (avrinningsfaktor 0.1). Tabell 6 nedan särredovisar fördröjningsbehovet för kvartersmark och allmän platsmark. Tabell 7 redovisar hur stor fördröjningsvolym som krävs för att det planerade området ska få samma avtappningsflöde som motsvarande yta naturmark har. Som det framgår av tabell 6 minskar avrinningen för kvartersmark från ca 980 l/s till 320 l/s när magasin i storlek med vad Kretslopp och vatten förespråkar anläggs. Detta medför att totalavrinningen från området minskar till ca 1000 l/s. När den minskade avrinningen för allmän platsmark räknas med minskar totalavrinningen till 550 l/s.

Tabell 6: Erforderligt fördröjningsbehov samt den avtappning det resulterar i.

Avrinningsområde	Hårdgjord yta m ²	Fördröjningsvolym, m ³	Utflöde (l/s)
Kvartersmark	40000	400	320
Allmänplatsmark	31000	310	230
Totalt			550

Tabell 7: Erforderligt fördröjningsbehov vid avtappning motsvarande 27 l/s*hektar.

Avrinningsområde	Area (hektar)	Fördröjningsvolym, m ³	Utflöde (l/s)
Kvartersmark	5,36	636	145
Allmänplatsmark	4,19	452	113
Totalt			258

4.2.5 Vid extrema regntillfällen – sekundära avrinningsvägar

Ett extremt regn innebär alltid en risk att lågpunkter och innestängda 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. Sekundära avrinningsvägar kommer att uppstå. Den totala dagvattenvolymen genererad vid olika typer av nederbörd visas i tabellen nedan.

Tabell 8: 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
Flöde	2300 l/s	2890 l/s	3640 l/s	292 l/s
Dagvattenvolym, ca.	1380 m³	1740 m³	2190 m³	6300 m³

Utredningen visar att i dessa scenarion kommer vattnet att tvingas rinna av på ytan utmed de planerade gatorna. Det finns några instängda områden på Chalmers dit vatten kommer söka sig vid större regn. Ett av dessa är nedanför Olgas Trappor i den västra änden av Chalmers Tvärgata. Strax väster om biblioteket är det i dagsläget ett något instängt område, dock är avrinningsytan dit tämligen liten. Vid ombyggnation kan marken få en lutning bort från fastighet och mot Hörsalsvägen för att lösa problemet. Området vid Sven Hultins gata löper en viss risk vid stora regn, då lutning och vägar leder vattnet dit. Stora delar av det regn som faller över Chalmers kommer söka sig ut mot de nuvarande parkeringarna eller Gibraltargatan och därefter följa denna norrut. Området nordöst om Gibraltargatan kan bidra med avrinning in på detaljplaneområdet, men Gibraltargatan anses vara avskärande då detaljplaneområdet lutar mot denna. Detaljplanen anses inte öka översvämningsriskerna vid Olgas Trappor eller vid Sven Hultins gata.

Avsaknad av ett naturligt vattendrag i området ökar risken för att dagvatten blir stående när dagvattennätet är överbelastat.

4.3 Förslag till utformning

I den här utredningen tas särskild hänsyn till lokalt omhändertagande av dagvattnet med öppna gröna lösningar. Det innebär att dagvattnet i möjligaste mån ska tas omhand inom planområdet. Om ett fullständigt omhändertagande inte är möjligt på tomtmark föreslås fördröjningsåtgärder innan avledning till det allmänna va-nätet sker.

Enligt Kretslopp och vattens principer vid dagvattenhantering skall dessutom beaktas att;

- ingrepp på befintlig dagvattenavrinning inom fastigheten ska minimeras, dvs. bibehållande av naturliga avrinningsområden och naturlig reningsförmåga hos vegetation och sediment där det är möjligt och lämpligt.
- fördröjning ska ske så nära källan som möjligt,
- olika typer av öppna lösningar (t.ex. befintliga diken) vid dagvattenhantering bör utnyttjas i första hand

För utvecklingen av systemlösning delades planområdet upp i kvartersmark och allmänplatsmark. Då önskemål framkommit om att inga former av magasin eller skelettjordsanläggning får förekomma i lokal och huvudgator minskar mängden möjliga fördröjnings och reningslösningar för vägdagvattnet, dock tas ett exempel med växtbäddar med.

Övergripande åtgärder:

För att kunna minska andelen hårdgjorda ytor och tillkommande dagvattenflöde kan ytterligare åtgärder väljas som t.ex. anläggning av:

- genomsläpplig beläggning på parkeringsytan t.ex. gräs- eller grusförsedda rasterstenar
- öppna lösningar för att synliggöra vatten och skapa trivsel i kvarteret
- gröna tak på lämpliga takytor t.ex. miljöhus, förråd och cykelförråd

En annan åtgärd kan vara att försöka spara så många träd som det går då 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 omhändertar mindre mängder föroreningar.

Dessa åtgärder tillgodoräknas dock inte i dimensioneringen utan ses som ökning av säkerhetsmarginalen vid större regntillfällen än dimensionerade. Markerad yta, bilaga 1 för växtbäddar förutsätter utformning liknande den som kan ses i bilaga 2. Ett annat djup eller uppbyggnad kan både öka och minska ytbehovet för växtbäddarna.

Höjdsättningen:

För att säkerställa god avrinning och minskad risk för uppdämning av dag- och dräneringsvatten bör lägsta golvnivå i planerade byggnader sättas med hänsyn till lutning av intilliggande mark så att lokala lågpunkter, i vilka dagvatten kan ansamlas, i möjligaste mån undviks. Ny bebyggelse ska ha en höjdskillnad på minst 0,3 m mellan lägsta golvnivå och gatunivå vid förbindelsepunkt för dagvatten. Vid höjdsättning bör man även ha i åtanke att gårdarna höjdsätts på ett sådant sätt att vatten som samlas där inte blir stillastående, utan att det kan rinna ut från gårdarna vid större regn. Då det idag finns problematik med källaröversvämningar längs med Gibraltargatan bör källare undvikas. Torg och öppna ytor mellan fastigheter kan med fördel vara nedsänkta för att vatten ska samlas där vid skyfall istället för på platser där det kan skada bebyggelse eller dylikt.



Figur 3: Lutningsförslag efter exploatering

Utveckling av tidigare förslag:

Bilaga 1: R-51-1-001,002

Kvartersmark

Längs med hus och gator på kvartersmark föreslås det att växtbäddar anläggs som rening och fördröjning av vatten från dessa ytor. Om enbart detta används som fördröjningsalternativ kommer det krävas ca 1150 m² växtbäddar fördelat över hela området. Placering på bilaga 1 är enbart ett exempel. Storlek och placering av växtbäddar är helt valfri. Enda kravet är att rätt mängd dagvatten leds till varje bädd. Eventuellt kan det läggas ett längre stråk växtbäddar längs med Gibraltarvallen som även har en transporterande funktion, där vattnet kan gå i dagvattenrännor på de platser där det ska korsa gångbanan. Gröna tak kan anläggas för minskade krav på fördröjningsvolymen. Avrinning från tak bör anläggas mot utsidan av byggnader för att minska risken att vatten blir stående på de något instängda gårdarna. Vid biblioteket ser det ut som att ett helt instängt område skapas av en tillbyggnad, vilket gör det extra viktigt att avrinningen går mot utsidan på byggnaden i det fallet. Öppna ytor mellan huskroppar kan med fördel göras något nedsänkta som planerade översvämningssytor.

Delar av Chalmersområdet kan kopplas om till ledning i Engdahlsgatan vid ombyggnationen om vidare utredning av Kretslopp och Vatten visar att det är gynnsamt för avloppssystemet som helhet.

Allmänplatsmark

Att sätta ner en insatts med brunnsfilter i befintliga/nya dagvattenbrunnar kan på ett enkelt sätt minska mängden föroreningar i dagvattnet från väg- och parkeringsytor. Nackdelen blir ett ökat underhållsbehov på brunnarna. Parkeringsytor längs med vägarna föreslås ha genomsläppliga ytor istället för vanlig asfalt. Magasin i parkområdet stryks. Eventuella avsmalningar av vägen för övergångställen kan med fördel göras med nedsänkta växtbäddar som antingen dränerar till va-nätet eller marken beroende på markens beskaffenhet.

Planerade träd längs med vägen kan ha nedsänkt kantsten för att tillåta vägdagvatten rinna in på planteringen, exempel på nedsänkt kantsten ses i figur 5.

Det planerade torgets yta kan vara nedsänkt och ha områden runtomkring lutandes mot sig, som en planerad översvämningssyta vid extremregn. Om det görs med t.ex. trappsteg ned till ett djup av 30cm under omgivande mark kan ca 400m³ vatten fördröjas på ett säkert sätt vid extremregn.

Nytt förslag:

Bilaga 1: R-51-1-011,012

Rekommendationer om avvattning från tak och instängda ytor från förslaget ovan kvarstår.

Kvartersmark

Längs med hus och gator på kvartersmark föreslås det att växtbäddar anläggs som rening och fördröjning av vatten från dessa ytor. Placering på bilaga 1 är enbart ett exempel. Storlek och placering av växtbäddar är helt valfri. Enda kravet är att rätt mängd dagvatten leds till varje bädd. Det kan även anläggas underjordiska magasin av t.ex. dagvattenkassetter på de platser det inte passar med växtbädd. Varje m³ i underjordiskt magasin minskar mängden växtbäddar som behövs med ca 3m² (fördröjningsmässigt). Bra platser att anlägga magasin är t.ex. mellan de planerade husen under de öppna ytorna. Eventuellt bör det anläggas ett mindre magasin med filter efter fördröjningsmagasinet för att få ökad rening på det vatten som inte passerar någon växtbädd innan det går in i fördröjningsmagasin. Detta skulle i så fall ge en ökad reningsgrad då det är två renande lösningar i följd.

Höjdskillnaden mellan Hörsalsvägen och Gibraltarvallen skulle kunna utnyttjas genom att de nya taken rinner av till samma "plats" mellan byggnaderna där det sedan bredvid trapporna kan

anläggas någon form av vattenspel med viss fördröjning innan vattnet leds vidare till en växtbädd/magasin.

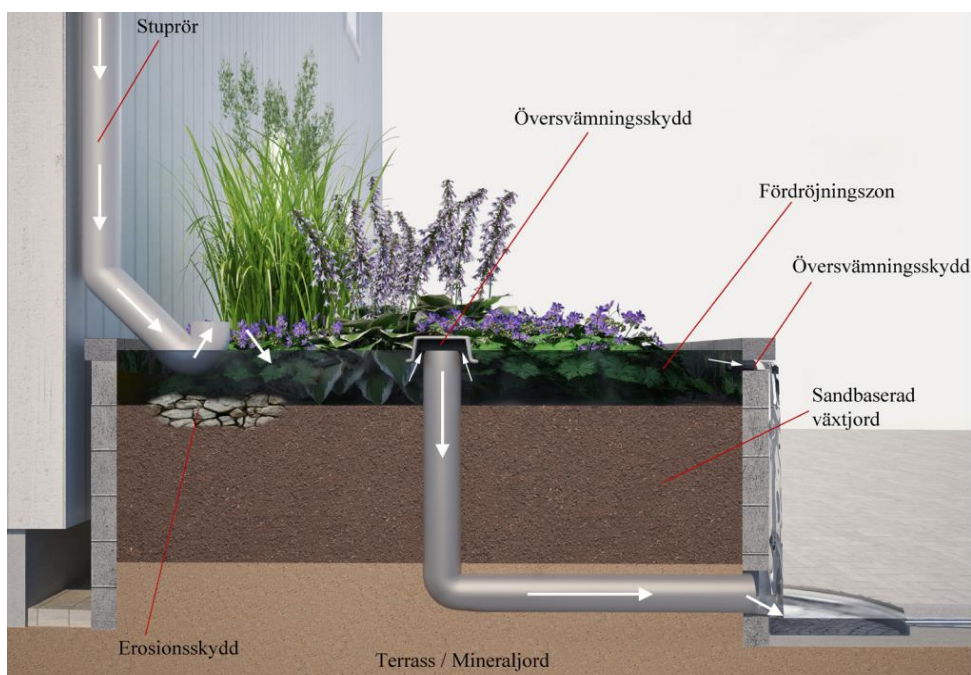
De träd som planteras längs med gatorna kan planteras i så kallad skelettjord, vilket ger en viss fördröjningsvolym samt gör det lättare för träd att etablera sig i en hårdgjord miljö. Se bilaga 5 för uppbyggnad.

Det finns även tillräckliga ytor att anlägga större magasin än vad som krävs för exploateringen och då även fördröja vatten från övriga områden av Chalmers som inte ingår i planområdet.

Allmänplatsmark

Rekommendationen om torg och parkeringsytor kvarstår.

Befintliga fastigheter längs med Gibraltargatan bör ses över. Då takavvattningen i dagsläget släpps rakt ut på Gibraltargatan och belastar ett redan tungt belastat va-system. Om trottoar och vägbana ska läggas om kan det vara lämpligt att anlägga växtbäddar i trottoaren för en grönare miljö och för att ge viss fördröjning på takvattnet. Ett exempel på en upphöjd växtbädd kan ses i figur 4.



Figur 4: Upphöjd växtbädd (Movium Fakta #2 2015).

Denna kräver inte att några ledningar läggs i vägkroppen. Vill man undvika infiltration eller minska risken för läckage mot huskroppen kan en tät duk läggas längs med hela eller bitar av växtbädden.

Vägdagvattnet längs med Gibraltargatan föreslås avledas till nedsänkta växtbäddar i den nya mittremsan, se figur 5. Detta skulle medföra både en ökad fördröjning och rening av vägdagvattnet. Nedsänkta växtbäddar kan med fördel anläggas där vägen ska smalnas av i samband med t.ex. övergångsställen. Övriga gator bör med kunna förse med växtbäddar i t.ex. övergången mellan väg och gång/cykelbana då dessa överlag är väldigt breda.



Figur 5: Nedsänkt växtbädd (Björn Andersson, Sigma Civil)

4.4 Renings- och fördröjningsmetoder

4.4.1 Fördröjningsmagasin

Där öppna fördröjningslösningar inte är tillämpbara på grund av markförhållanden rekommenderas anläggning av underjordiska fördröjningsmagasin t.ex. dagvattenkassetter. Dagvattenkassetter har en hålrumsvolym upp till ca 95 % vilket innebär ett betydligt mindre volymbehov 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. Sediment och föroreningar sedimenterar och lägger sig på botten. Därför måste magasinerna rensas med jämna mellanrum, ca en gång per år men starkt beroende av mängden sediment i dagvattnet som når magasinet. Kassetterna kan användas för avledning av dagvatten från tak och hårdgjorda ytor. De bör förse med bräddanslutning för indikation på framtida igensättning. En geotextilduk placeras runt kassetterna för att hålla bort smuts och jord från magasinet. Underhåll varierar beroende på val av produkt och utformning, magasin med inspektions- och spolningsmöjlighet rekommenderas.

4.4.2 Skelettjordsanläggning med trädplantering

Skelettjordar 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 rotningstrymme 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 i sin tur måste kopplas till närmaste anslutningspunkt. Se bilaga 5 för uppbyggnad.

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 omhänderta mindre mängder föroreningar.



Figur 6: Makadamlager och utplacering av trädgallerram, foton: Björn Embrén, Anders Ohlsson Sjöberg

4.4.3 Brunnsfilter

Brunnsfilter kan användas i rännstensbrunnar, även befintliga sådana. Brunnsfilter kan omhänderta t.ex. olja, tungmetaller och partiklar. Ett brunnsfilter består vanligtvis av två delar, en filterdel som renar vattnet, samt en behållare för filterdelen. Vilken typ av behållare och filter som används har stor påverkan på reningseffekt och vilket underhåll som krävs. Med jämna mellanrum behöver brunnsfiltret bytas ut, då det mister sin funktion när det har blivit mättat. Vid måttligt förorenat dagvatten bör det räcka med ett byte/år, men fler byten medför oftast bättre rening. Detta varierar med typ av brunnsfilter och filter. Fördelen med brunnsfilter är att man kan få god reningsförmåga på vägdagvatten utan att behöva göra några egentliga ingrepp i själva väggroppen.

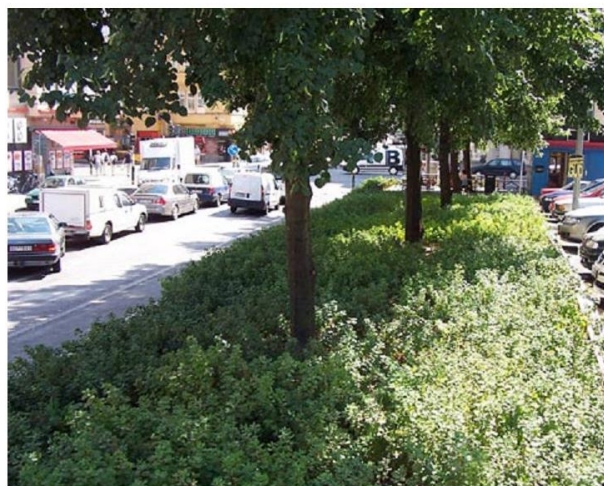
4.4.4 Växtbäddar

Växtbäddar används för att infiltrera dagvatten från närliggande ytor som vägar och parkeringar. Det ställs krav på att växterna ska klara perioder av både torka och höga vattennivåer då växtbädden inte har någon permanent vattenspiegel. 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 naturområdet. De bör dock inte placeras direkt över några ledningsstråk.

Växtbäddar byggs upp så att i stort sett allt dagvatten kan magasineras och infiltreras effektivt inom ett dygn efter nederbördstillfället. Växtbädden har endast en synlig vattenspiegel i samband med kraftiga regn. 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 7: Nedsänkt växtbädd med inlopp genom nedsänkt kantsten. (sigmacivil.se)



Figur 8: Växtbädd med trädplantering i anslutning till parkering, foto: Björn Embrén

4.4.5 Gröna tak

För att minska avrinningen av dagvatten från takytor kan byggnader försees med s.k. gröna tak. Vegetationsklädda takytor minskar den totala avrinningen jämfört med konventionella, hårdgjorda tak. Tunna gröna tak, med t ex sedum, kan minska den totala avrunna mängden på årsbasis med ca 50 %. Gröna tak med djupare vegetationsskikt magasineras enligt Svenskt Vattens publikation P105 i medeltal 75 % av årsavrinningen. Dessutom ökas initialförlusten vid varje regntillfälle med ca 6-10 mm beroende på vald tjocklek och lutning på taket. Detta innebär att även kraftiga regn kan utjämnas under den första avrinningstiden



Figur 9: Gröna tak (www.optigreen.com)

4.4.6 Öppna lösningar i tät bebyggelse

Öppna rännor kan ge fördröjning då vattenytan tillåts variera i höjdd. Utflödet, till exempel ett konventionellt ledningssystem eller fördröjningsanläggning, regleras förslagsvis med vattentrappor eller vattenspel. De öppna dagvattenanläggningarna skapar ett mervärde för friluftslivet i kvarteret och ger därmed ett rekreativt värde. Öppna dagvattenanläggningar kan dessutom användas för att sprida kunskap om vatten till barn vilket ger ett pedagogiskt värde. Exempel på lokala, öppna elementen redovisas i figuren nedan.



Figur 10: Exempel på dagvattenelement (th: Wikimedia Commons, Jorchr. tv: flowforms.se)

5 Föroreningsbelastning

För att få en uppfattning om den föroreningsbelastningen har dagvattnets teoretiska föroreningsinnehåll räknats fram före och efter planerad utbyggnad. StormTac har använts för att göra beräkningarna. Beräkningarna baseras även på årsnederbörden som ha satts till 850 mm. Avrinningskoefficienterna har valts enligt Svenskt vatten p110.

De totala mängderna föroreningar minskar efter utbyggnad både på kvartersmark och på allmänplatsmark. Vissa ämnen ser ut att öka på någon gata och samtidigt minska på en annan gata. Det beror på ökning eller minskning av trafikmängd på respektive gata.

Nedanstående reningsgrader är baserade på växtbäddar, se bilaga 3 för uppbyggnad, för kvartersmark och filterbrunnar samt växtbäddar för allmän platsmark. För att öka reningsgraderna kan växtbäddarna kompletteras med olika lösningar, separata eller i följd, t.ex. dike, växtbädd och översilningsytor, magasin innan vattnet kopplas på det befintliga nätet. Filterberäkningarna är baserade på "standardtyp" filter i StormTac och att filtret byts ut regelbundet. Slutgiltig rening i filterbrunnar beror på val av filter och den framtida driften, att filtren byts efter den tid som är rekommenderat.

Om det verkar som att reningsgraderna skiljer sig åt vid filtren på gator beror detta på att vissa gator får både ändrad trafikmängd och utformning, vilket gör att föroreningarna ökar/minskar på dessa gator. Se tabell 10-11 för kvartersmark, tabell 12-13 för allmänt platsmark samt tabell 14-18 för separata gator. Då viss avrinning även kommer uppehålla sig i magasin senare i systemet kommer reningen på detta dagvatten antagligen att öka något tack vare sedimentering i magasinen.

Efter exploatering och byggda reningsåtgärder kommer dagvattnets föroreningsinnehåll att minska jämfört med det befintliga föroreningsinnehållet. Den totala mängden föroreningar som släpps ut kommer även denna att minska. Detta medför att MKN följs, då statusen i mottagande vatten bör förbättras av minskade mängder föroreningar.

Tabell 9: Resultat föroreningsmängder kvartersmark

Ämne	Enhet	Mängd befintligt	Mängd renad planerad
P	kg/år	3,7	1,8
N	kg/år	51	46
Pb	kg/år	0,4	0,021
Cu	kg/år	0,74	0,18
Zn	kg/år	2,2	0,24
Cd	g/år	13	3,3
Cr	g/år	260	100
Ni	g/år	110	39
Hg	g/år	1,3	0,62
SS	kg/år	2300	357
Olja	kg/år	15	4,5
BaP	g/år	0,84	0,068
Benz	g/år	38	32
TBT	g/år	0,06	0,035
As	g/år	100	30
TOC	kg/år	500	240
PCB 28	g/år	0,63	0,39
PCB 52	g/år	0,88	0,54

PCB 101	g/år	0,29	0,18
PCB 118	g/år	0,29	0,18
PCB 138	g/år	0,062	0,038
PCB 153	g/år	0,058	0,035
PCB 180	g/år	0,061	0,037

Tabell 10: Resultat föroreningskoncentrationer för kvartersmark.

Ämne	Enhet	Före exploatering	Efter exploatering och rening i växtbädd	Riktvärde Miljöförvaltningen
P	µg/l	100	50	50
N	µg/l	1500	1300	1250
Pb	µg/l	12	0,58	14
Cu	µg/l	22	4,9	10
Zn	µg/l	65	6,5	30
Cd	µg/l	0,37	0,09	0,4
Cr	µg/l	7,6	2,8	15
Ni	µg/l	3,3	1,1	40
Hg	µg/l	0,037	0,017	0,05
SS	µg/l	67000	9800	25000
Olja	µg/l	450	120	1000
BaP	µg/l	0,025	0,0019	0,05
Benz	µg/l	1,1	0,88	10
TBT	µg/l	0,0018	0,00095	0,001
As	µg/l	3,0	0,83	15
TOC	µg/l	14000	6600	12000
PCB 28	µg/l	0,018	0,011	0,014
PCB 52	µg/l	0,026	0,015	0,014
PCB 101	µg/l	0,0083	0,0048	0,014
PCB 118	µg/l	0,0084	0,0049	0,014
PCB 138	µg/l	0,0018	0,001	0,014
PCB 153	µg/l	0,0017	0,00097	0,014
PCB 180	µg/l	0,0018	0,001	0,014

Tabell 11: Resultat föroreningsmängder allmänplatsmark

Ämne	Enhet	Mängd befintligt	Mängd efter exploatering renad i filter	Mängd efter exploatering renad i växtbädd
P	kg/år	3,4	2,3	1,7
N	kg/år	48	52	35
Pb	kg/år	0,3	0,072	0,04
Cu	kg/år	0,74	0,35	0,25
Zn	kg/år	2,3	0,76	0,38
Cd	g/år	7,9	434	1,3
Cr	g/år	240	86	120

Ni	g/år	120	53	32
Hg	g/år	1,6	1,4	0,94
SS	kg/år	1800	1024	366
Olja	kg/år	18	12	7,8
BaP	g/år	0,61	0,1	0,085
Benz	g/år	68	42	46
TBT	g/år	0,044	0,021	0,023
As	g/år	72	46	21
TOC	kg/år	480	191	264
PCB 28	g/år	0,52	0,041	0,28
PCB 52	g/år	0,72	4	0,39
PCB 101	g/år	0,23	0,49	0,13
PCB 118	g/år	0,24	1,6	0,13
PCB 138	g/år	0,051	0,15	0,028
PCB 153	g/år	0,047	0,069	0,026
PCB 180	g/år	0,050	0,083	0,027

Tabell 12: Resultat föroreningskoncentrationer för allmänplatsmark.

Ämne	Enhet	Före exploatering	Efter exploatering och rening i filter	Efter exploatering och rening i växtbädd	Riktvärde Miljöförvaltningen
P	µg/l	130	85	63	50
N	µg/l	1800	1900	1300	1250
Pb	µg/l	11	2,7	1,5	14
Cu	µg/l	28	13	9,3	10
Zn	µg/l	86	28	14	30
Cd	µg/l	0,3	0,16	0,049	0,4
Cr	µg/l	9,1	3,2	4,4	15
Ni	µg/l	4,5	2	1,2	40
Hg	µg/l	0,061	0,051	0,035	0,05
SS	µg/l	69000	38000	14000	25000
Olja	µg/l	670	440	290	1000
BaP	µg/l	0,023	0,0037	0,0031	0,05
Benz	µg/l	2,6	1,5	1,7	10
TBT	µg/l	0,0016	0,00079	0,00086	0,001
As	µg/l	2,7	1,7	0,76	15
TOC	µg/l	18000	7000	9700	12000
PCB 28	µg/l	0,019	0,0015	0,01	0,014
PCB 52	µg/l	0,027	0,15	0,014	0,014
PCB 101	µg/l	0,0088	0,018	0,0047	0,014
PCB 118	µg/l	0,0089	0,057	0,0047	0,014
PCB 138	µg/l	0,0019	0,0055	0,001	0,014
PCB 153	µg/l	0,0018	0,0026	0,00094	0,014
PCB 180	µg/l	0,0019	0,0031	0,001	0,014

Tabell 13: Resultat föroreningskoncentrationer Gibraltargatan

Ämne	Enhet	Före exploatering	Efter exploatering och rening i filter	Efter exploatering och rening i växtbädd	Riktvärde Miljöförvaltningen
P	µg/l	150	96	71	50
N	µg/l	2400	2400	1600	1250
Pb	µg/l	7,7	3,1	1,7	14
Cu	µg/l	30	16	12	10
Zn	µg/l	110	49	25	30
Cd	µg/l	0,29	0,17	0,052	0,4
Cr	µg/l	9,3	4	5,5	15
Ni	µg/l	6,3	2,9	1,8	40
Hg	µg/l	0,075	0,060	0,041	0,05
SS	µg/l	72000	64000	23000	25000
Olja	µg/l	730	500	330	1000
BaP	µg/l	0,015	0,004	0,0033	0,05
Benz	µg/l	3,7	1,9	2,0	10
TBT	µg/l	0,0016	0,00078	0,00085	0,001
As	µg/l	2,6	1,6	0,71	15
TOC	µg/l	20000	8000	11000	12000
PCB 28	µg/l	0,021	0,0017	0,011	0,014
PCB 52	µg/l	0,029	0,16	0,016	0,014
PCB 101	µg/l	0,0094	0,020	0,0051	0,014
PCB 118	µg/l	0,0094	0,062	0,0052	0,014
PCB 138	µg/l	0,0020	0,0059	0,0011	0,014
PCB 153	µg/l	0,0019	0,0028	0,001	0,014
PCB 180	µg/l	0,0020	0,0034	0,0011	0,014

Tabell 14: Resultat föroreningskoncentrationer Engdahlgatan

Ämne	Enhet	Före exploatering	Efter exploatering och rening i filter	Efter exploatering och rening i växtbädd	Riktvärde Miljöförvaltningen
P	µg/l	140	84	62	50
N	µg/l	2400	2400	1600	1250
Pb	µg/l	5	1,3	0,73	14
Cu	µg/l	25	12	8,3	10
Zn	µg/l	65	19	9,5	30
Cd	µg/l	0,27	0,15	0,046	0,4
Cr	µg/l	8	3,1	4,3	15
Ni	µg/l	5	2,0	1,2	40
Hg	µg/l	0,076	0,06	0,041	0,05
SS	µg/l	66000	54000	19000	25000

Olja	µg/l	730	490	320	1000
BaP	µg/l	0,012	0,0027	0,0022	0,05
Benz	µg/l	3,8	1,9	2,0	10
TBT	µg/l	0,0016	0,00078	0,00085	0,001
As	µg/l	2,5	1,6	0,71	15
TOC	µg/l	20000	7600	11000	12000
PCB 28	µg/l	0,021	0,0017	0,011	0,014
PCB 52	µg/l	0,029	0,16	0,016	0,014
PCB 101	µg/l	0,0095	0,020	0,0051	0,014
PCB 118	µg/l	0,0096	0,062	0,0052	0,014
PCB 138	µg/l	0,0020	0,0059	0,0011	0,014
PCB 153	µg/l	0,0019	0,0028	0,001	0,014
PCB 180	µg/l	0,0020	0,0034	0,0011	0,014

Tabell 15: Resultat föroreningskoncentrationer Eklandagatan

Ämne	Enhet	Före exploatering	Efter exploatering och rening i filter	Efter exploatering och rening i växtbädd	Riktvärde Miljöförvaltningen
P	µg/l	140	90	67	50
N	µg/l	2400	2400	1600	1250
Pb	µg/l	4,1	2,3	1,3	14
Cu	µg/l	23	14	10	10
Zn	µg/l	53	35	18	30
Cd	µg/l	0,26	0,16	0,049	0,4
Cr	µg/l	7,6	3,6	5,0	15
Ni	µg/l	4,7	2,5	1,5	40
Hg	µg/l	0,075	0,06	0,041	0,05
SS	µg/l	63000	60000	21000	25000
Olja	µg/l	720	490	320	1000
BaP	µg/l	0,011	0,0034	0,0028	0,05
Benz	µg/l	3,7	1,9	2,0	10
TBT	µg/l	0,0016	0,00078	0,00085	0,001
As	µg/l	2,6	1,6	0,71	15
TOC	µg/l	20000	7800	11000	12000
PCB 28	µg/l	0,021	0,0017	0,011	0,014
PCB 52	µg/l	0,029	0,16	0,016	0,014
PCB 101	µg/l	0,0094	0,020	0,0051	0,014
PCB 118	µg/l	0,0094	0,062	0,0052	0,014
PCB 138	µg/l	0,0020	0,0059	0,0011	0,014
PCB 153	µg/l	0,0019	0,0028	0,001	0,014
PCB 180	µg/l	0,0020	0,0034	0,0011	0,014

Tabell 16: Resultat föroreningskoncentrationer Sven Hultins gata

Ämne	Enhet	Före exploatering	Efter exploatering och rening i filter	Efter exploatering och rening i växtbädd	Riktvärde Miljöförvaltningen
P	µg/l	140	90	67	50
N	µg/l	2400	2400	1600	1250
Pb	µg/l	5,7	2,3	1,3	14
Cu	µg/l	26	14	10	10
Zn	µg/l	77	35	18	30
Cd	µg/l	0,27	0,16	0,049	0,4
Cr	µg/l	8,3	3,6	5,0	15
Ni	µg/l	5,4	2,5	1,5	40
Hg	µg/l	0,075	0,06	0,041	0,05
SS	µg/l	67000	60000	21000	25000
Olja	µg/l	720	490	320	1000
BaP	µg/l	0,013	0,0034	0,0028	0,05
Benz	µg/l	3,7	1,9	2,0	10
TBT	µg/l	0,0016	0,00078	0,00085	0,001
As	µg/l	2,6	1,6	0,71	15
TOC	µg/l	20000	7800	11000	12000
PCB 28	µg/l	0,021	0,0017	0,011	0,014
PCB 52	µg/l	0,029	0,16	0,016	0,014
PCB 101	µg/l	0,0094	0,020	0,0051	0,014
PCB 118	µg/l	0,0094	0,062	0,0052	0,014
PCB 138	µg/l	0,0019	0,0059	0,0011	0,014
PCB 153	µg/l	0,0020	0,0028	0,001	0,014
PCB 180	µg/l	0,0020	0,0034	0,0011	0,014

Tabell 17: Resultat föroreningskoncentrationer Fridkullagatan

Ämne	Enhet	Före exploatering	Efter exploatering och rening i filter	Efter exploatering och rening i växtbädd	Riktvärde Miljöförvaltningen
P	µg/l	150	96	71	50
N	µg/l	2400	2400	1600	1250
Pb	µg/l	7,7	3,1	1,7	14
Cu	µg/l	30	16	12	10
Zn	µg/l	110	49	25	30
Cd	µg/l	0,29	0,17	0,0052	0,4
Cr	µg/l	9,3	4	5,5	15
Ni	µg/l	6,3	2,9	1,8	40
Hg	µg/l	0,075	0,06	0,041	0,05
SS	µg/l	72000	64000	23000	25000
Oil	µg/l	730	500	330	1000
BaP	µg/l	0,015	0,0040	0,0033	0,05
Benz	µg/l	3,7	1,9	2,0	10
TBT	µg/l	0,0016	0,00078	0,00085	0,001
As	µg/l	2,6	1,6	0,71	15
TOC	µg/l	20000	8000	11000	12000
PCB 28	µg/l	0,021	0,0017	0,011	0,014
PCB 52	µg/l	0,029	0,16	0,016	0,014
PCB 101	µg/l	0,0094	0,020	0,0051	0,014
PCB 118	µg/l	0,0094	0,062	0,0052	0,014
PCB 138	µg/l	0,0020	0,0059	0,0011	0,014
PCB 153	µg/l	0,0019	0,0028	0,001	0,014
PCB 180	µg/l	0,0020	0,0034	0,0011	0,014

6 Investeringskostnad

Med utgångspunkt från systemlösningen och erfarenheter från tidigare likvärdiga projekt har investeringskostnader bedömts. Kostnaderna tolkas som mycket grova uppskattningar i detta tidiga skede. Detaljutformning av området och val av metoder och material påverkar dem slutgiltiga kostnaderna. Särskild hänsyn bör tas till eventuell bergschakt, som inte är medräknat i denna kostnadsberäkning. Omfattningen är osäker då djupet till berg är okänt i vissa delar av området. I kostnadsberäkningen antas att dagvattenflödet minskas till den nivå som krävs av Kretslopp och vattens magasineringskrav. Dagvattenledningar är exkluderade i kostnadsberäkningen. Kostnaderna för växtbäddarna beror starkt på material/växtval och utformning. Generellt bör dock större areal/växtbädd minska priset.

Tabell 18: Kostnadsberäkning för rening av avrinning från allmänplatsmark samt rening och fördröjning av avrinning från kvartersmark.

Utvecklat förslag	Enhet	Mängd	å-Pris	Belopp
Växtbädd				
Jordlager, brunn, kantsten, geotextil, växter	m ²	1150	1600	1 840 000
Filterbrunn	st	35	5500	192 500
Antaget att filtret sätts i befintliga brunnar				
TOTAL				2 030 000

Tabell 19: Kostnadsberäkning för rening och fördröjning av avrinning från både allmänplatsmark och kvartersmark.

Nytt förslag (obs även fördröjning av vägdagvatten)	Enhet	Mängd	å-Pris	Belopp
Underjordiskt magasin				
Dagvattenkassetter t.ex. Wavin aqua cell 200l inkl. schakt, brunn, geotextil, kringfyllning	st	750	800	600 000
Växtbädd				
Jordlager, brunn, kantsten, geotextil, växter	m ²	1640	1600	2 624 000
TOTAL				3 220 000

7 Drift- och underhållskostnad

För att bibehålla anläggningarnas infiltrations-, fördröjnings- och reningskapacitet krävs regelbundet underhåll. Kostnaden för underhåll uppskattas till 5-8 % av anläggningskostnaderna. En bedömning görs för varje enskilt fall och kostnaderna varierar från år till år. Till exempel kräver nyanlagda anläggningar utökad skötsel de första åren när t.ex. växter och botten i diken ska etableras. Växtbäddar och trädplantering kräver regelbunden bevattning, gödsling och trädvård. Det rekommenderas att vegetationen på något sätt skördas för att få bort de näringsämnen som tagits upp. En växtbädd i stil med den som visas i figur 5 kostar ca 80kr/m² och år i drift och underhåll. Filter kommer antagligen behöva bytas årligen, eventuellt oftare beroende på hur förorenat dagvattnet är och vilken reningsgrad man eftersträvar. Förväntad kostnad är ca 350kr per filterbyte och brunn, inräknat filter och arbetstid. Driftkostnad för växtbäddar beror mycket på väder och val av växter, växter som kräver mycket underhåll ökar kostnaden. Där marken blir mättad med föroreningar och sediment tappar den lite av sin renings- och fördröjningseffekt. Därför kan växtbäddar kräva omgrävning efter några år för att behålla full renings- och fördröjningskapacitet.

Tabell 20: Kostnadsexempel för underhåll

Typ av rening/fördröjning	Enhet	å-Pris
Växtbädd (enl figur 5.)		
<i>Drift och underhåll</i>	<i>m²</i>	<i>80</i>
Filterbrunn		
<i>Drift och underhåll</i>	<i>st</i>	<i>350</i>

8 Slutsats

Då planområdet till största delen redan består av hårdgjorda ytor kommer dagvattenflödet inte att öka nämnvärt vid en utbyggnad enligt planförslaget. Beroende på slutgiltig utformning av området kan det till och med minska efter exploateringen, detta utan att några fördröjningsåtgärder utförs. Detta beror på att det i dagvattenutredningen antagits att endast minimikravet på 30 % grönyta från detaljplanen följs. Det finns också plats att fördröja dagvatten från delar av Chalmers som ligger utanför planområdet, detta kräver dock större magasin än vad som är angivet i denna utredning.

Med föreslagna fördröjningsåtgärder kommer dagvattenflödet att minska till ca 40 % av det nuvarande flödet.

Förutsättningar för fullständigt LOD inom planområdet är dock begränsade på grund av de geografiska och de geologiska förhållandena. Det finns inget naturligt vattendrag ut ur området och möjligheterna till infiltration är begränsade. Dagvatten föreslås därför att till största delen renas och fördröjas inom området och därefter avledas till det befintliga va-nätet. Mängden föroreningar som går ut från området och till recipient kommer minska markant efter exploatering. Detta medför att MKN för recipienten följs, och dess status bör förbättras något jämfört med dagsläget.

Investeringskostnaderna ligger på ca 2-3,2 Mkr beroende på valda alternativ. Kostnader omfattar anläggning av växtbäddar, magasin och filterinsatser i brunnar.

Bilaga 1 Systemlösning

Systemlösning utvecklat förslag R-51-1-001
Systemlösning utvecklat förslag R-51-1-002

Systemlösning nytt förslag R-51-1-011
Systemlösning nytt förslag R-51-1-012



FÖRKLARINGAR

- VÄXTBÄDD KVARTERSMARK
- PLANERAD ÖVERSÄNNINGSYTÅ
- HÅRDJORD YTÅ, TAK

ANMÄRKNINGAR

ALLA VÄXTBÄDDAR GER BÅDE FÖRÖRNING OCH
RENING AV DAGVATTNET

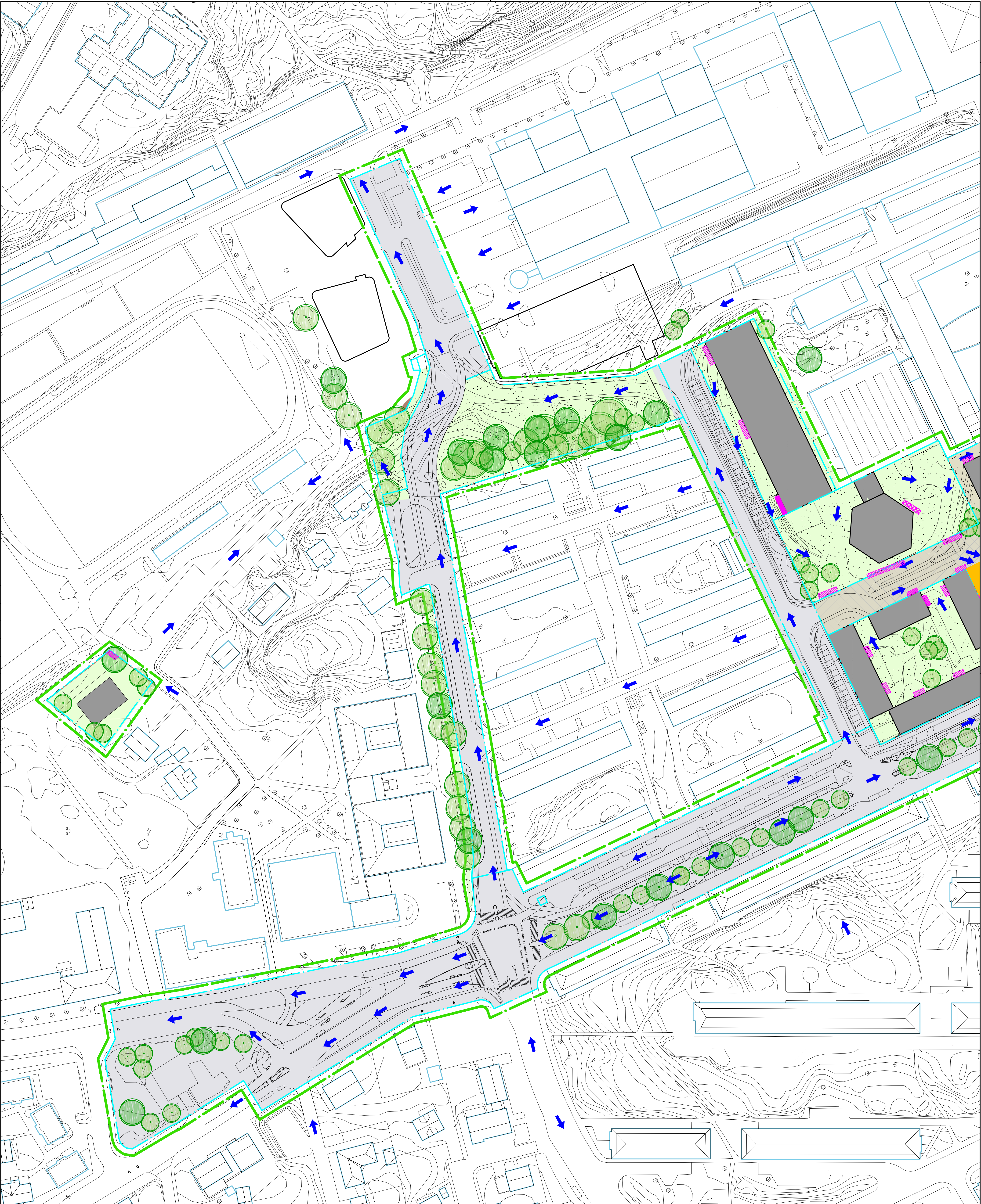
KOORDINATSYSTEM

PLAN SWEREF 99 12 00
HÖJD RH 2000

BET	AVT	ANMÄRKNING	ÅRSER	DRUM	SON
-----	-----	------------	-------	------	-----



PROJEKT 93703	PROJEKT 93703	PROJEKT 93703
DATA 2016-05-20	DATA 2016-05-20	DATA 2016-05-20
GIBRALTARVÄLLEN	GIBRALTARVÄLLEN	GIBRALTARVÄLLEN
PLAN, VA-TEKNIK	PLAN, VA-TEKNIK	PLAN, VA-TEKNIK
FÖRSLAG PÅ SYSTEMLÖSNING	FÖRSLAG PÅ SYSTEMLÖSNING	FÖRSLAG PÅ SYSTEMLÖSNING
SKALA A1 1:800	SKALA A1 1:800	SKALA A1 1:800
NUMMER R-51-1-001	NUMMER R-51-1-001	NUMMER R-51-1-001



FÖRKLARINGAR

- VÄXTBÄDD KVARTERSMARK
- PLANERAD ÖVERSÄNNINGSYTÅ
- HÅRDISJORD YTÅ, TAK

ANMÄRKNINGAR

ALLA VÄXTBÄDDAR GER BÅDE FÖRÖRNING OCH
RENING AV DAGVATTNET

KOORDINATSYSTEM

PLAN SWEREF 99 12 00

HÖJD RH 2000



WWW.SIGMA.SE/ANSGRANSKING

PROJEKT
95703

2016-05-20

DAGVATTEN-PM

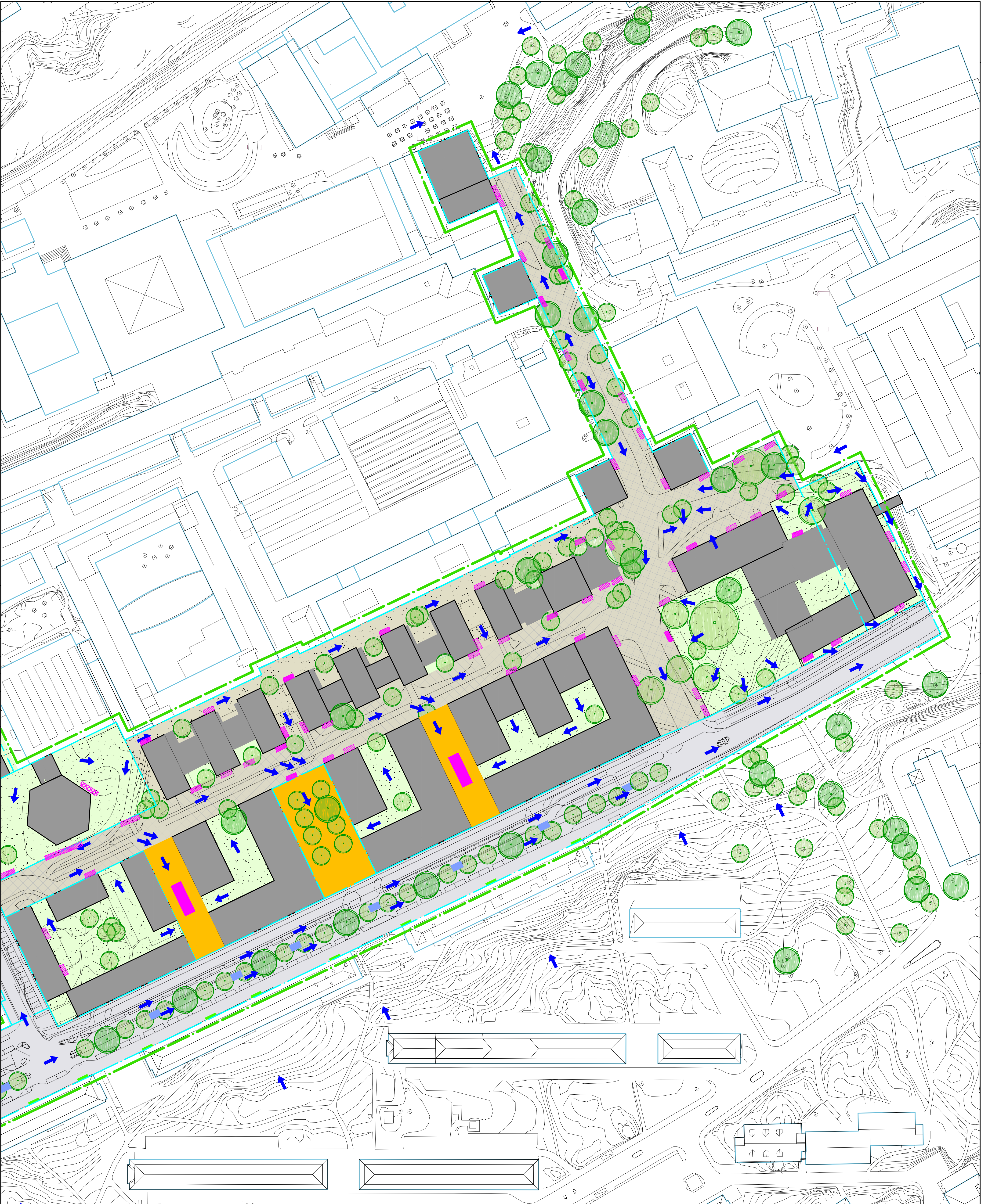
GIBRALTARVÄLLEN

PLAN, VA-TEKNIK

FÖRSLAG PÅ SYSTEMLÖSNING

SKALA
A1 1:800

R-51-1-002



FÖRKLARINGAR

- VÄXTBÄDD KVARTERSMARK
- PLANERAD ÖVERSVÄMMNINGSTJA
- VÄXTBÄDD ALLMÄNLIG MARK
- VÄXTBÄDD BEF. FASTIGHETER
- HÄRIGGJORD YTA, TAK
- UNDERGRIPSKT MAGASIN KVARTERSMARK

ANMÄRKNINGAR

VÄXTBÄDDAR GER BÅDE FÖRÖPPNING OCH RENGING AV DAGVATTNET

KOORDINATSYSTEM

PLAN SWEREF 99 12 00
HÖJD RH 2000

BET	ANV	ANMÄRKNING	ÅRSER	DRÖJNING	SKÖT
-----	-----	------------	-------	----------	------



WWW.SIGMA.CIVIL

PROJEKT
99103
B.A
ANMÄRKNING
2016-05-20
0602 AZIKGÖZ

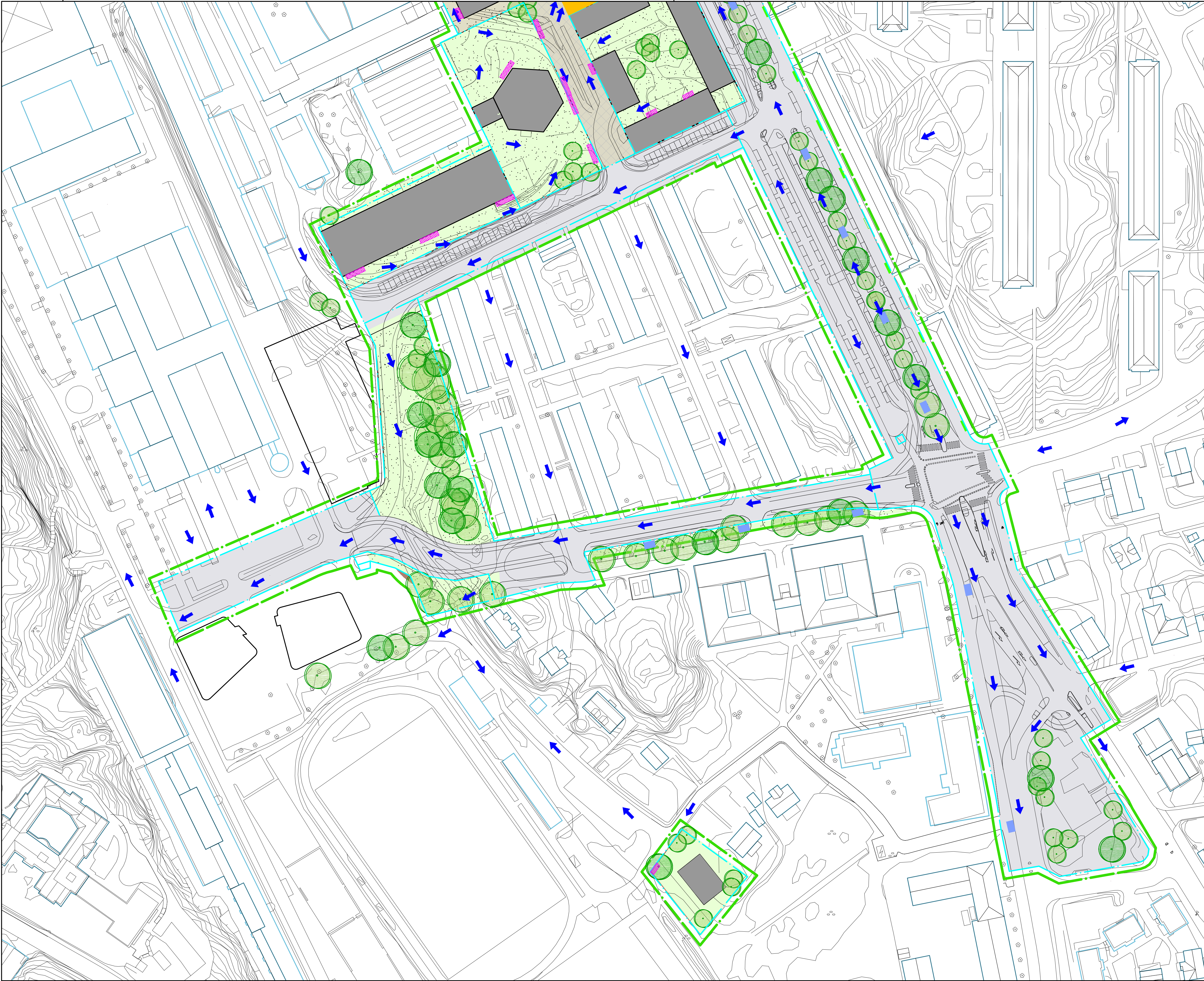
DAGVATTEN-PM

GIBRALTARVÄNEN

PLAN, VA-TEKNIK

FÖRSLAG PÅ SYSTEMLÖSNING

SKALA
A1 1:800
R-51-1-011



FÖRKLARINGAR

- VÄXTBÄDD KVARTERSMARK
- PLANERAD ÖVERSVÄMNINGSYTA
- VÄXTBÄDD ALLMÄNPLATS MARK
- VÄXTBÄDD BEF. FASTIGHETER
- HÄRDGJORD YTA, TAK
- UNDERJORDISKT MAGASIN KVARTERSMARK

ANMÄRKNINGAR

VÄXTBÄDDAR GER BÅDE FÖRDRÖJNING OCH RENING AV DAGVATTNET

KOORDINATSYSTEM

PLAN: SWEREF 99 12 00
HÖJD: RH 2000

BET	ANT	ÄNDRINGEN	AVSER	DATUM	SIGN
-----	-----	-----------	-------	-------	------

Göteborgs Stad
Kretslopp och vatten

SIGMA
Civil

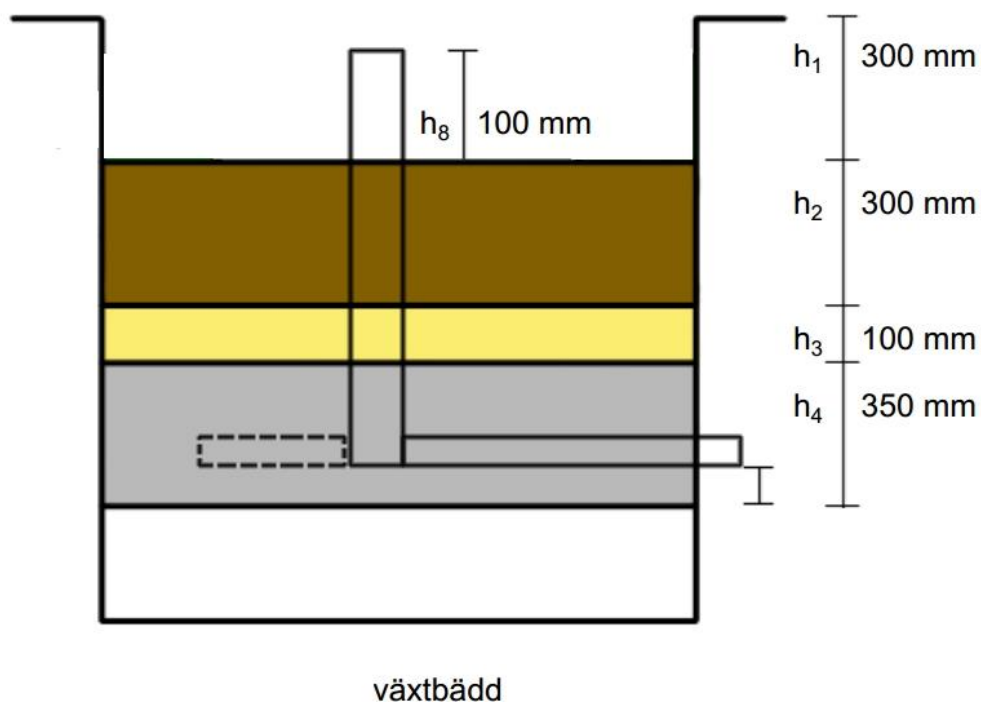
WWW.SIGMA.CIVIL.SE, INFO@SIGMA.CIVIL.SE

UPPDRAG NR 95703	RITAD/KONSTRUERAD AV B.A	GRANSKAD AV OGUZ AZIKGÖZ
DATUM 2016-05-20	ANSVARIG OGUZ AZIKGÖZ	

DAGVATTEN-PM
GIBALTARVALLEN
PLAN, VA-TEKNIK
FÖRSLAG PÅ SYSTEMLÖSNING

SKALA A1:1:800	NUMMER R-51-1-012	BET
-------------------	----------------------	-----

Bilaga 2 Växtbäddsuppbyggnad



Tjocklek, tom yta	h_1	300	mm
Tjocklek, växtbädd	h_2	300	mm
Tjocklek, grov sand	h_3	100	mm
Tjocklek, makadam	h_4	350	mm
Avstånd vattengång bräddbrunn till den övre bräddens yta	h_8	100	mm
Porandel, växtbädd	n_2	0.3	
Porandel, makadam	n_4	0.3	

Bilaga 3 Befintliga kommunala dag- och spillvattenledningar

Befintliga kommunala vattenledningar redovisas inte

Befintligt kommunalt VA R-51-1-003

Befintligt kommunalt VA R-51-1-004

FÖRKLARINGAR

BEFINTLIG DAG-SPILLVATTEN ELLER KOMBINER
LEDNING

ANMÄRKNINGAR

KOORDINATSYSTEM

PLAN: SVREF 99 12 00
HÖJD: RH 2000

BET	ANT	ANMÄRKNING	ÅRSER	DATA	SKALA
-----	-----	------------	-------	------	-------



Sigma
CTV11

WWW.SIGMA.SE, INFO@SIGMA.SE

PROJEKT 99103	BYGGNAD B A	ANLÄGG 0602 AZIKGÖZ	DRÖMMA 0602 AZIKGÖZ
------------------	----------------	------------------------	------------------------

2016-05-20

DAGVATTEN-PM

GIBBAL TÄRVÄLLEN

PLAN, VA-TEKNIK

BEFINTLIGT VA, DAG/SPILL

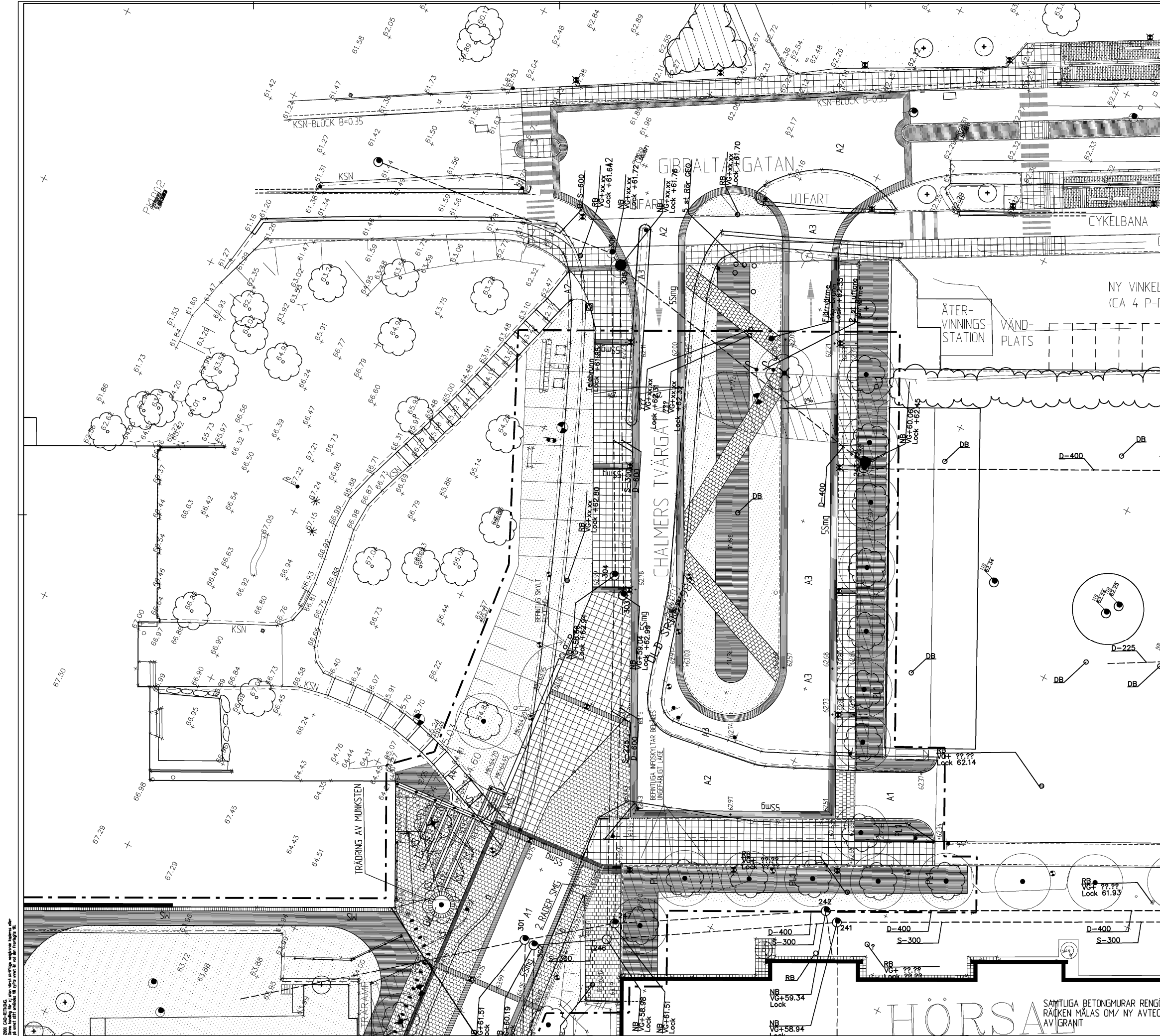
SKALA
A1 1:800

NUMER
R-51-1-003

BET

Bilaga 4 Befintligt VA på Chalmers

Del 2
Del 3
Del 4
Del 5
Del 6

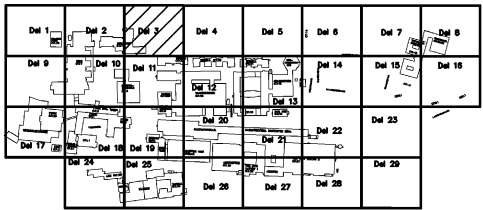


- FÖRKLARINGAR**
- DB Dagvattenbrunnar
 - DBR Dränvattenbrunnar
 - XXX Numrerade brunnar är Nedstigningsbrunnar
 - STPR Stuprör
 - S Spillvatten
 - D Dagvatten
 - KV Källvatten
 - TL Tryckluft
 - G Gasledning
 - KB Köldbärarledning

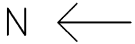
Underlaget till dessa ritningar är hämtat
dels från befintliga planritningar samt
från uppmätningar på plats.
För exakt placering skall kontroll-
mätningar göras.

Ursprungsritningar är upprättade av:
Landskaps- & markkonsult
Kentth Henriksson AB

Senaste revidering utförd:
08-02-02



ORIENTERINGSFIGUR



BET	ANT	ÄNDRINGEN AVSER	DATUM	SIGN
-----	-----	-----------------	-------	------

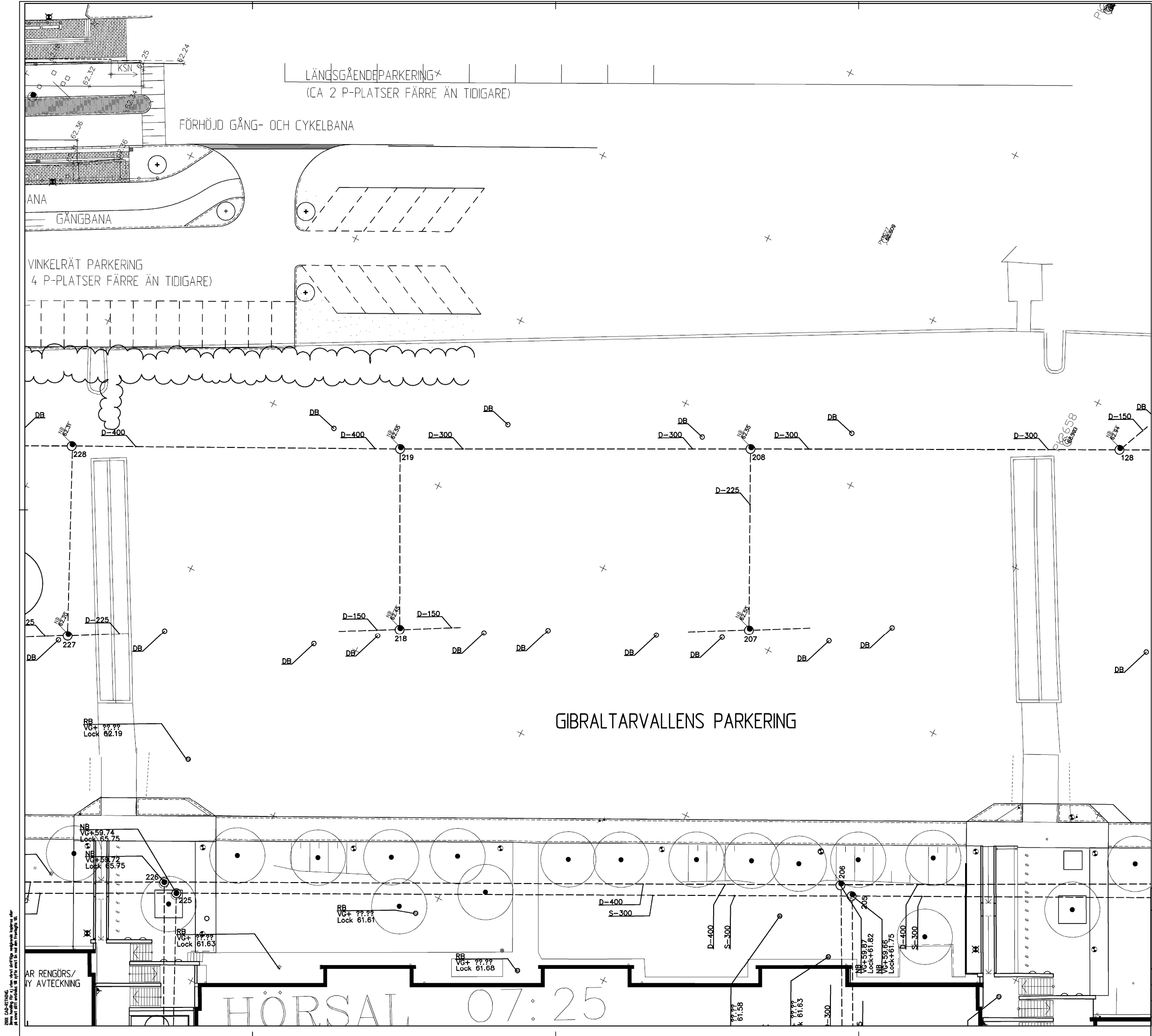
RELATIONSHANDLING

LOKALISERINGSFIGUR



AKADEMISKA HUS

UPPDRAG NR	RITAD AV	HANDLIGGARE
ANSVARIG	H.A.	H.A.
ANLÄGGNINGEN	H.A.	
KONSULT	H.A.	
DATUM	2008-02-02	REV./REL. DATUM
TF23 YTTE VA, VÄRME, KYLA, TRYCKLUFT	RENOVATION, KULVERT	
DEL AV PLAN	DEL 3	
REGISTERASTIGHET	JOHANNEBERG 31:9	
ANLÄGGNINGEN	00007031	
REGISTERINGSNUMMER	00007:031/4-00060	
FORMAT	SKALA	NUMMER
A1	1:200	V53:3

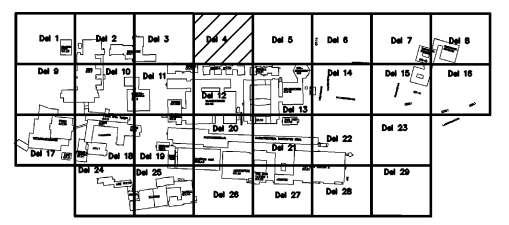


FÖRKLARINGAR
DB Dagvattenbrunnar
DBR Dränvattenbrunnar
XX Numererade brunnar är Nedstigningsbrunnar
STPR Stuprör
S Spillvatten
D Dagvatten
KV Kallvatten
TL Tryckluft
G Gasledning
KB Kåldärrledning

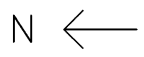
Underlaget till dessa ritningar är hämtat
dels från befintliga planritningar samt
från uppmätningar på plats.
För exakt placering skall kontroll-
mätningar göras.

Ursprungsritningar är upprättade av:
Landskaps- & markkonsult
Kentth Henriksson AB

Senaste revidering utförd:
08-02-02

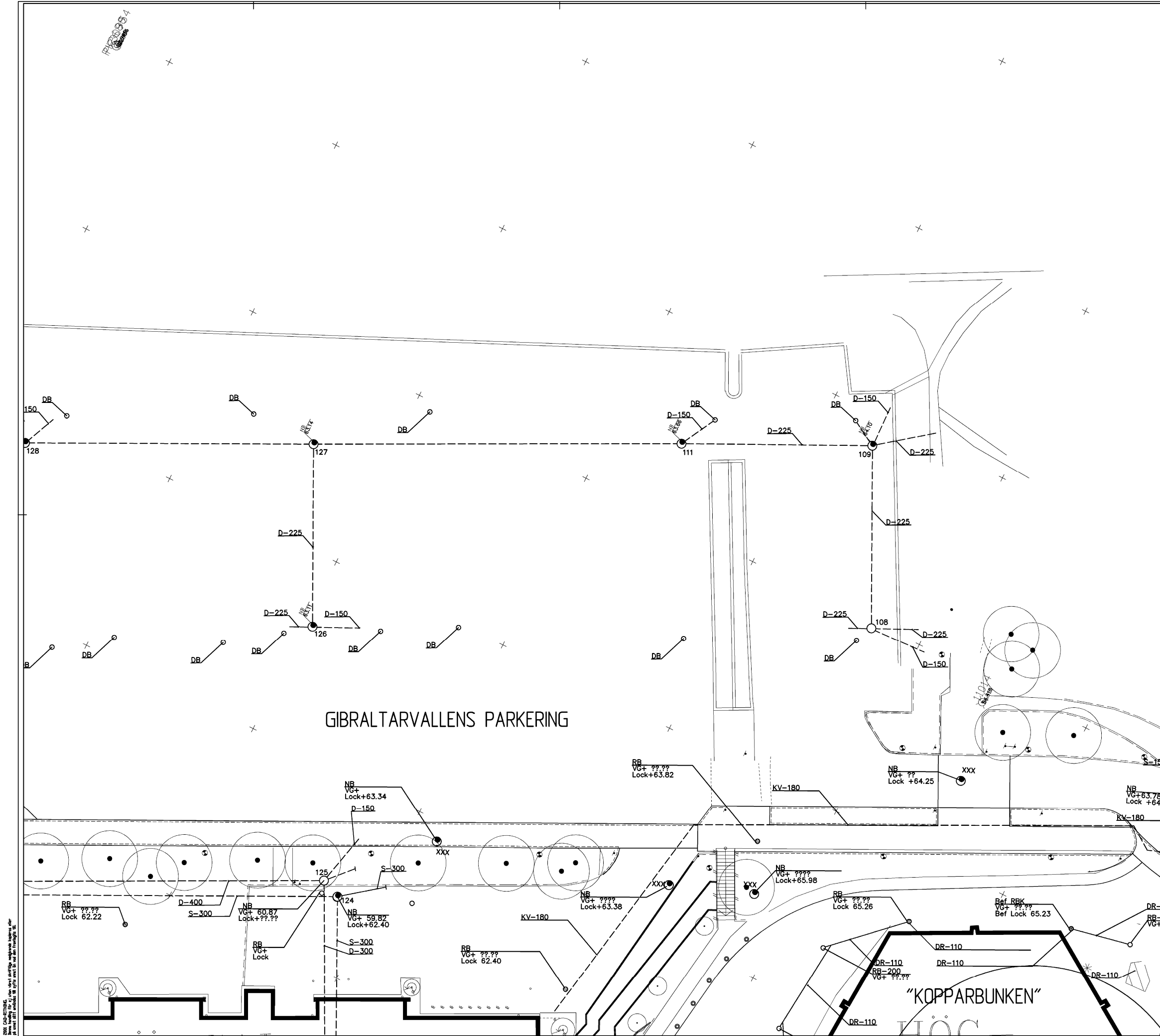


ORIENTERINGSFIGUR



BET	ANT	ÄNDRINGEN	AVSER	DATUM	SIGN
RELATIONSHANDLING					
LOKALISERINGSFIGUR					
AKADEMISKA HUS					

UPPDRAG NR	RIKAD AV	HANDLIGGARE
ANSVARIG	H.A.	H.A.
KONSULT	H.A.	
AKADEMISKA HUS VÄST AB www.akademiskahus.se		
REGISTERFÄSTIGHET	JOHANNEBERG 31:9	
ANLÄGGNINGEN	00007031	
HUSDEL	PLANED	ANSV. PART
REGISTRERINGNUMMER	PLANED	V
FORMAT	SKALA	NUMMER
A1	1:200	V53:4
BET		

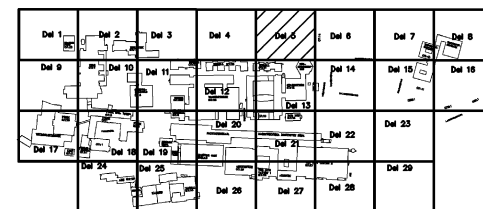


- FÖRKLARINGAR**
- DB Dagvattenbrunnar
 - DBR Dränvattenbrunnar
 - XXX Numrerade brunnar är Nedstigningsbrunnar
 - STPR Stuprör
 - S Spillvatten
 - D Dagvatten
 - KV Källvatten
 - TL Tryckluft
 - G Gasledning
 - KB Köldbärarledning

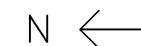
Underlaget till dessa ritningar är hämtat dels från befintliga planritningar samt från uppmätningar på plats. För exakt placering skall kontrollmätningar göras.

Ursprungsritningar är upprättade av:
Landskaps- & markkonsult
Kentth Henriksson AB

Senaste revidering utförd:
08-02-02



ORIENTERINGSFIGUR



BET	ANT	ÄNDRINGEN	AVSER	DATUM	SIGN
RELATIONSHANDLING					
LOKALISERINGSFIGUR					
AKADEMISKA HUS					

AKADEMISKA HUS VÄST AB www.akademiskahus.se	UPPDRAG NR	1104	RITAD AV	H.A.	HANDLÖGGARE	H.A.
	ANSVARIG	H.A.				
	KONSULT	H.A.				
	DATUM	2008-02-02	REV./REL. DATUM			
REGISTERFÄSTIGHET	JOHANNEBERG 31:9					TF25 YTTRE VA, VÄRME, KYLA, TRYCKLUFT
ANLÄGGNINGENS NR	00007031					RENVATTEN, KULVERT
HUSDEL	PLANED	ANSV. PART	V			DEL AV PLAN
REGISTRERINGNUMMER	00007:031/4-00062					DEL 5
FORMAT	SKALA	NUMMER	BET			
A1	1:200	V53:5				

DB	Dagvattenbrunnar
DBR	Dränvattenbrunnar
XXX	Nummerade brunnar är Nedstigningsbrunnar
STPR	Stuprör
S	Spillvatten
D	Dagvatten
KV	Källvatten
TL	Tryckluft
G	Gasledning
KB	Köldbärarledning

Ursprungsritningar är upprättade av:
Landskaps- & markkonsult
Kenth Henriksson AB

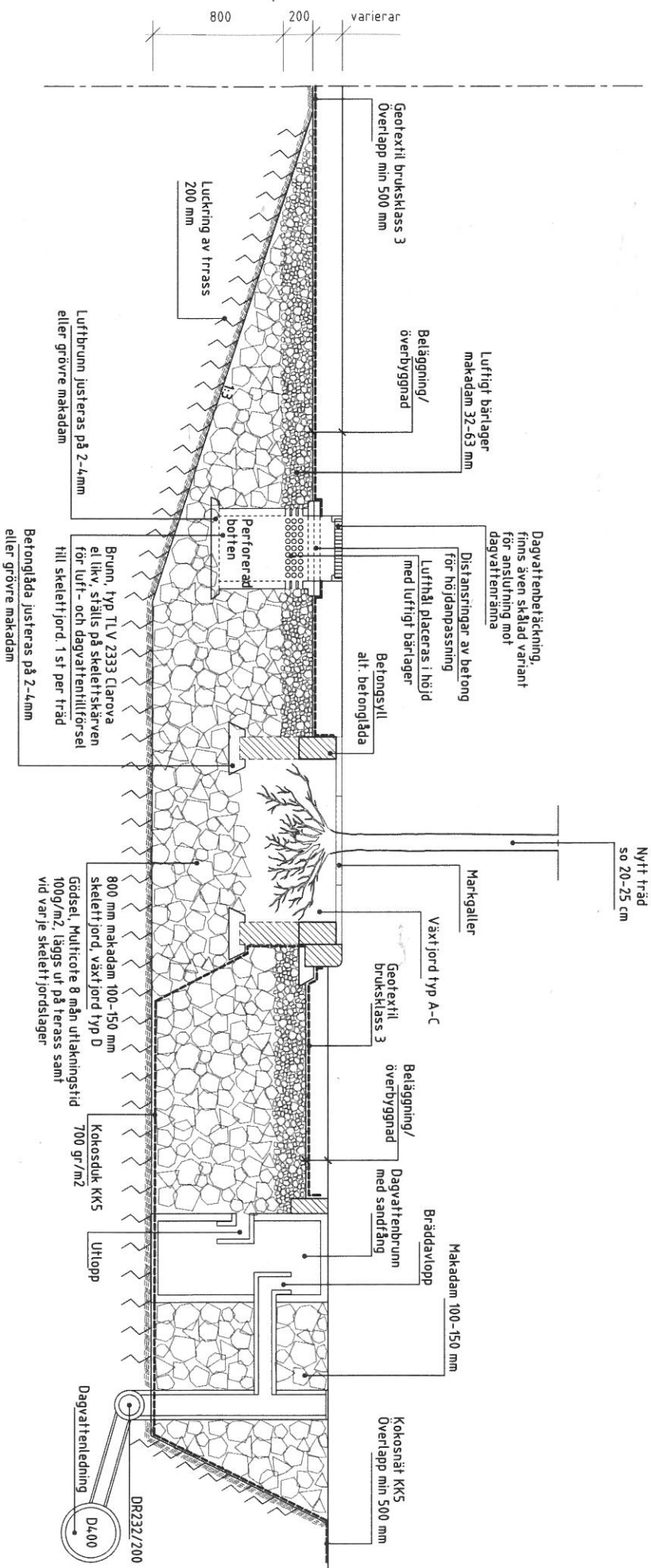
N ←

RELATIONSHANDLING



AKADEMISKA HUS VÄST AB www.akademiskahus.se		UPPDRAG NR		RITAD AV		HANDELSGÅRARE	
		ANSVARIG		H.A.		H.ANDERSSON	
		KONSULT					
		H.ANDERSSON ING-BYRÅ HB					
REGISTRERSTÄMPEL		DATUM		REV./REL. DATUM			
JOHANNEBERG 31:9		2008-02-02					
KALKYLLINGSIDOR		TF26 YTTRE VA, VÄRME, KYLA, TRYCKLUFT					
00007031		RENVATTEN, KULVERT					
RUSSEL		PLAND		ANSV. PART		DEL AV PLAN	
		V				DEL 6	
REGISTRERINGSNUMMER		FORMAT		SKALA		NUMMER	
00007:031/4-00063		A1		1:200		V53:6	
						BET	

Bilaga 5 Typritning skelettjordsuppbyggnad Stockholm Stad



LOD - TRÄD I HÅRDGJORD YTA MED SKELETTJORD
Principsektion
SKALA 1:20 (A2), 1:40 (A4)

ANMÄRKNING
Markutrustning som markgaller, stamskydd, trädstöd
anpassas specifikt efter projekt.
Samkross skall ej användas i skelettjordsprofilen,
som t ex vid finjustering av luftbrunn el betonggläda.

ANMÄRKNING
Alla mått i mm om ej annat anges

Status	Beslut	2009-02-23
TH-TYPRITNING	Godkänd	B. EMBRETT
TRAFIKKONTORET		
Box 8311, 104 20 Stockholm, Tel 08-508 27 200		

LOD - TRÄD I HÅRDGJORD YTA
MED SKELETTJORD

SEKTION	Ritningsnr	Foto	Rev
120(A2)/140(A4)	THVB006		

2017-11-24

Gibraltarvallen

Dagvattenrening för Kopparbunken

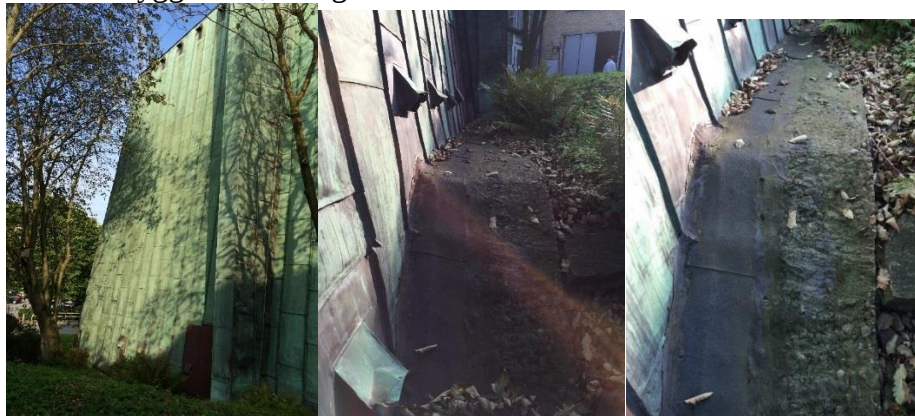


Göteborgs Stad
Kretslopp och vatten



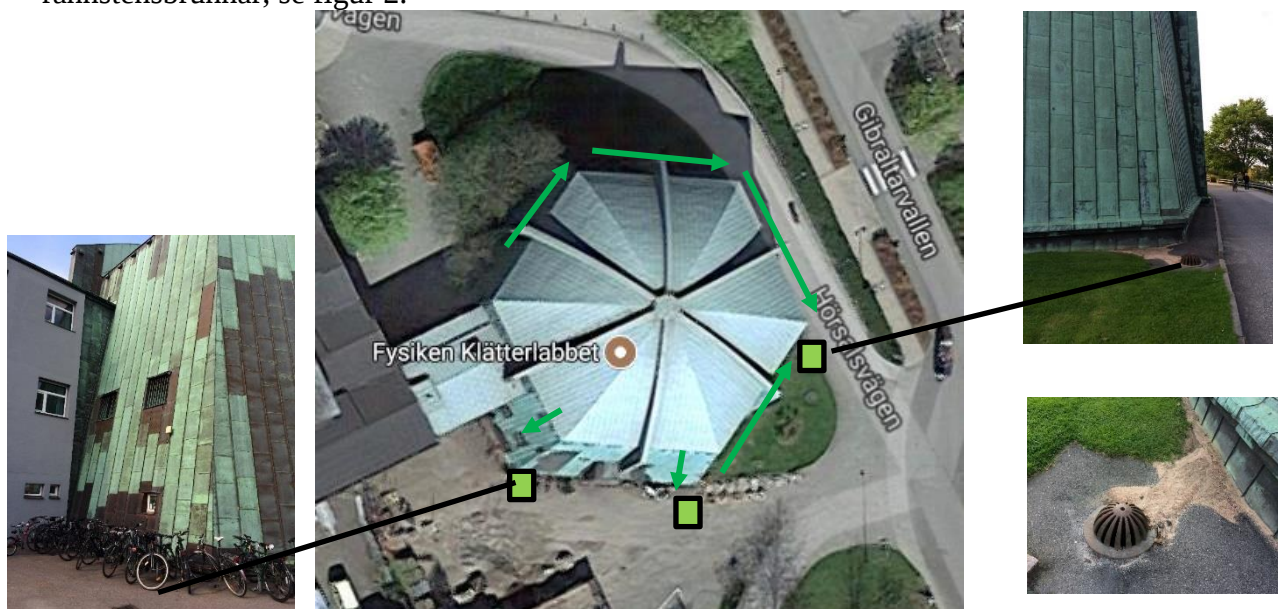
1. Inventering och befintlig avvattning

Regnvattnet från kopparbunken rinner av byggnaden genom utkastare placerade högst upp och längst ned längs sidorna, se figur 1. Ytan direkt under utkastarna på norra sidan har blivit grönaktiga av koppar vilket tyder på att kopparsnål följer med dagvattnet då det rinner av byggnaden, se figur 1.



Figur 1 Bilden till vänster och i mitten visar utkastarna från taket. Bilden till höger visar att marken fått en grönaktig färg av koppar som runnit med dagvattnet.

Dagvattnet från de norra och östra sidorna infiltrerar till dränering. Det som inte infiltreras rinner längs med byggnaden söderut till närmaste rännstensbrunn, se figur 2. På södra sidan om kopparbunken är ytorna hårdgjorda och vattnet rinner direkt till rännstensbrunnar, se figur 2.



Figur 2. Figuren i mitten visar hur dagvattnet avrinner från kopparbunken, gröna pilar visar flödesvägar, gröna rutor visar ungefärlig placering av rännstensbrunnar. Bilderna till vänster och höger visar hur det ser ut kring brunnarna.



2. Rening av dagvattnet

Koppartak är känt för att bidra till höga halter av metaller i dagvatten. Det råder en osäkerhet kring exakt hur höga halter det kan vara. Även modellen StormTac, som vanligen används för beräkning av föroreningskoncentrationer, bygger enbart på en mätning vilket gör resultatet osäkert. En jämförelse mellan modellens värden och litteraturstudier visar dock att storleksordningen är rimlig (LaBarre 2016, Pennington 2008). Pennington (2008) beskrev att äldre tak avger något mindre koppar än nya tak men även de gamla gav ifrån sig stora mängder koppar (500–4000 µg/l). Eftersom modelleringen är osäker redovisas inga halter i denna rapport utan tabell 1 visar enbart vilka ämnen som enligt modelleringen överstiger målvärdena. Utan någon rening överstigs målvärlden för fosfor, bly, koppar, zink, kadmium och kvicksilver. Även om osäkerheten är stor visar alla källorna på att halterna för koppar är högt över målvärdena vilket innebär att en rening är nödvändig.

Tabell 1. Föroreningshalter (dagvatten+basflöde) utan rening

Föroreningshalter jämförelse mot målvärde där gråmarkerade celler visar överskridelse av målvärde.

	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	Hg	SS	Olja	BaP
Utan rening												

En modellering har genomförts för de olika reningsmetoderna brunnsfilter och regnrabatt. Båda uppvisar relativt goda resultat där samtliga halter sjunker men några metaller ligger fortfarande högt över riktvärdena. Underlaget i modellen är för litet för att kunna säga om metoderna är tillräckliga i detta fallet.

Den typ av filter som idag rekommenderas för rening av metaller installeras i en vanlig brunn och som är utformade så att partiklar i dagvattnet sedimenterar innan vattnet pressas vidare genom ett filter. Filtermaterialet kan bytas ut och olika typer av material kan användas och anpassas till vad som ska renas.

3. Praktiska frågor kring dagvattenlösningarna

Två olika förslag på rening har studerats i detta PM. Att inte fler förslag tas upp beror på de praktiska förutsättningarna. Anläggningar som ger högre reningseffekter är exempelvis dammar och stora avsättningsmagasin, men de är inte realistiska att bygga i denna typ av miljö eller för en enskild byggnad.

3.1. Regnträdgård

På den södra sidan om kopparbunken finns en liten grönyta med blommor som skulle kunna göras om till en regnträdgård. Denna yta är tillräckligt stor för att utgöra 5% av den reducerade arean vilket är lämpligt för att utgöra en regnrabatts storlek. För att uppnå bättre effekt skulle ytan på regnrabatten kunna ökas. Eftersom osäkerheten i modellen är relativt stor har ingen tid lagts på att optimera reduktionen och exakt uppnå målvärdena



i detta skede. Att bygga en regnrabatt innebär en relativt stor investeringskostnad samt underhåll av personal som är insatt i hur en regnrabatt fungerar. Det är dock en möjlighet att skapa en multifunktionell yta så att den grönyta som finns idag får ytterligare en funktion utöver att vara vacker.



Figur 3. Kopparbunken och planteringsyta.

3.2.Filter i brunn

Filter kräver ett visst underhåll i form av byte av filtermaterial, slamsugning mm. Att installera brunnfilter i trafikerade miljöer eller områden där det finns många brunnar riskerar drift och underhåll därför att bli dyrt. I detta fall skulle filter behöva placeras max i tre brunnar, eventuellt räcker det att ha i en uppsamlande brunn, vilket innebär att det skulle kunna vara den tekniskt enklaste lösningen. Ytorna där brunnarna är placerade är inte så trafikerade utan byte av filtren bör kunna utföras utan större arbetsmiljörisker. Förslaget är att använda denna lösning men att under projekteringen studera bästa möjliga teknik eftersom det händer mycket snabbt inom detta området.

4. Anmälan av dagvattenanläggning

Dagvattenanläggningar som hanterar vatten från koppartak är anmälningspliktiga. Då slutgiltig lösning projekteras ska fastighetsägaren skicka en anmälan till miljöförvaltningen, blankett finns att hämta på Göteborg stads hemsida. Anmälan ska ske senast 6 veckor innan byggnation påbörjas.



5. Slutsats och rekommendationer

Dagvattnet från kopparbunken har idag mycket höga halter av koppar zink och andra metaller. Någon typ av rening måste genomföras och i detta PM föreslås filterlösning. Ytterligare underlag bör tas fram i samband med projekteringen för att klargöra om dessa alternativ är fullgoda eller om det finns nya bättre lösningar eftersom utvecklingen går snabbt inom detta området.

Dagvattenanläggningen ska anmälas till miljöförvaltningen senast 6 veckor innan byggnation detta ansvarar fastighetsägaren för.



Referenser

LaBarre, William J., et al. "Attenuation of copper in runoff from copper roofing materials by two stormwater control measures." *Water research* 88 (2016): 207-215.

Pennington, Sarah L., and Jenny G. Webster-Brown. "Stormwater runoff quality from copper roofing, Auckland, New Zealand." *New Zealand journal of marine and freshwater research* 42.1 (2008): 99-108.