RAPPORT

DAGVATTEN-PM GIBRALTARVALLEN

UPPRÄTTAD: 2016-05-20

Upprättad av	Granskad av	Godkänd av
Björn Andersson	Lars Nilsson	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.

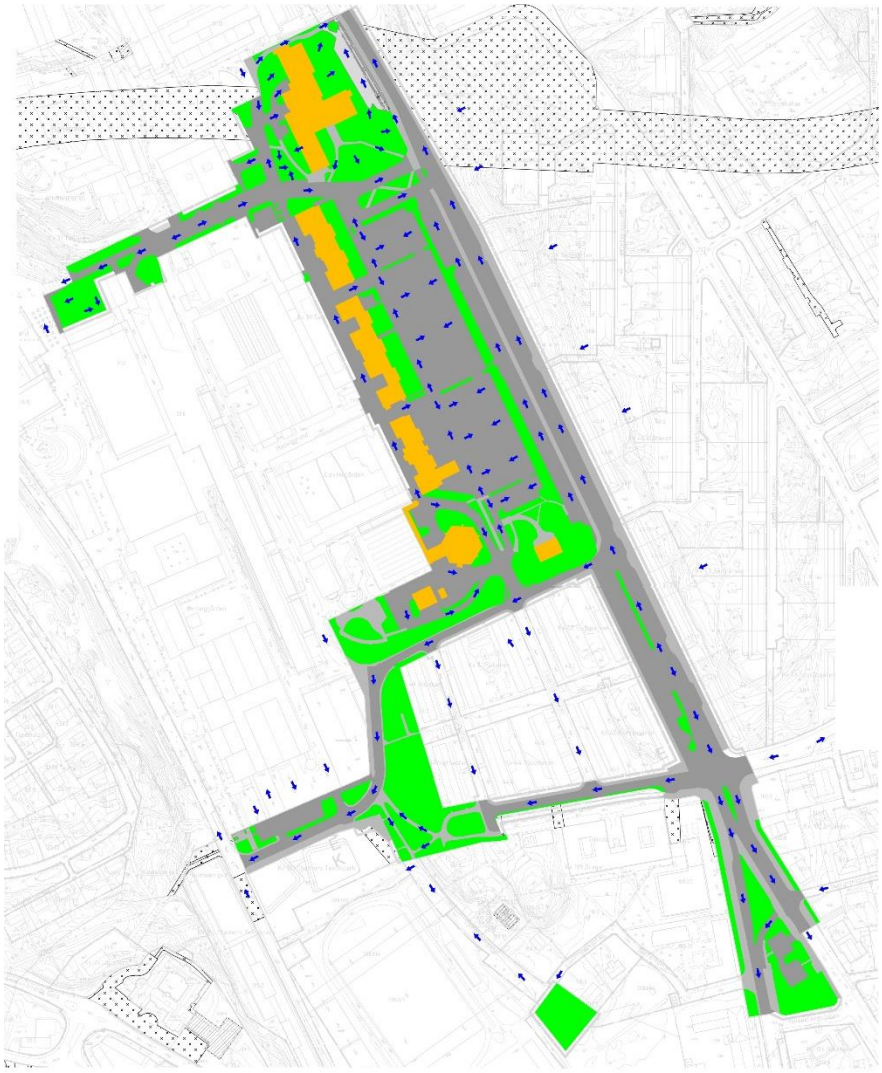
Ämne	**Enhet**	**Miljöförvaltningens Riktvärden**
P	µg/l	50
N	µg/l	1250
Pb	µg/l	14
Cu	µg/l	10
Zn	µg/l	30
Cd	µg/l	0,4
Cr	µg/l	15
Ni	µg/l	40
Hg	µg/l	0,05
SS	µg/l	25000
Olja	µg/l	1000
BaP	µg/l	0,05
Benz	µg/l	10
TBT	µg/l	0,001
As	µg/l	15
TOC	µg/l	12000
PCB 28	µg/l	0,014
PCB 52	µg/l	0,014
PCB 101	µg/l	0,014
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 Engdahlsgatans norra sida och kompletteringsbebyggelse utmed Chalmers Tvärgata. De kommunala gatorna Gibraltargatan, Engdahlsgatan, 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 Engdahlsgatan börjar området luta åt sydväst, även Engdahlsgatan 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, Engdahlsgatan, 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

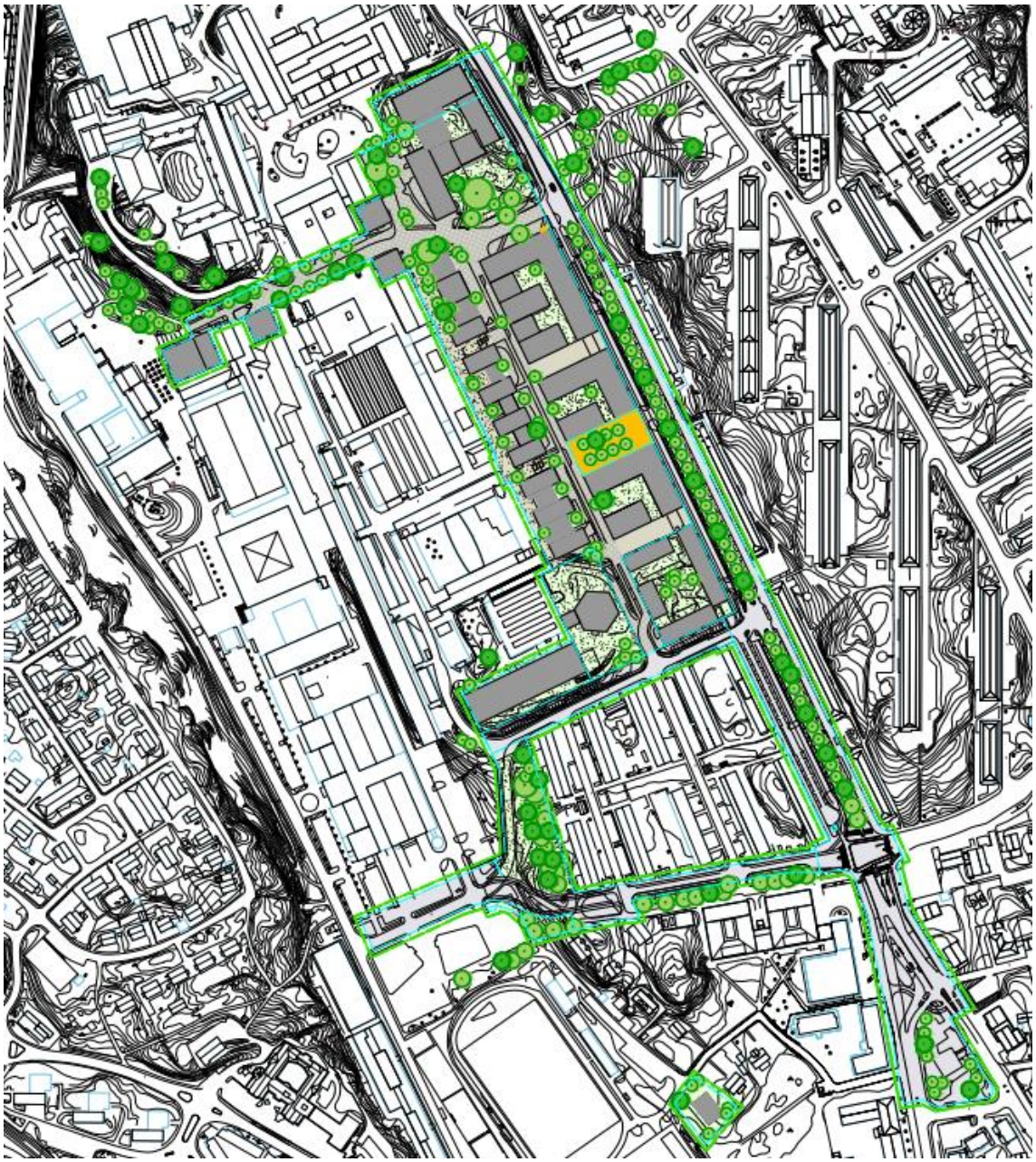
I normala fall leds vatten från området till Ryaverket där det genomgår rening innan det sedan släpps ut i havet. Vid större regn kan det dock brädda till Göta Älv. Göta Älv har prioriteringsklass 4 enligt Göteborgs Vattenplan.

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 Engdahlsgatan 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):

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

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).

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

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

Dimensionerande flöden såsom delområdens 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 Engdahlsgatan. 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
Engdahlsgatan	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
Parkeringar	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 magasinsvolym tas fram enligt ekvation (3) med villkoren att inga gröna tak används.

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

V: magasinvolym [m³]
A: summa hårdgjorda ytor [m²]

Andelen hårdgjorda ytor vid framtida förhållande är ca 4 hektar (tak och gator) vilket ger en magasinsvolym 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 980l/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 m²	Fördröjningsvolym, m³	Utflöde (l/s)
Kvartersmark	40000	400	320
Allmänplatsmark	31000	310	230
Totalt			**550**

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

Avrinningsområde	Area (hektar)	Fördröjningsvolym, m³	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**	**1740m³**	**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 magasineringskapacitet återhämtas fortare vid längre nederbördstillfällen. Förutom detta kan träd omhänderta 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 m^2 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 översvämningsytor.

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 översvämningsyta vid extremregn. Om det görs med t.ex. trappsteg ned till ett djup av 30cm under omgivande mark kan ca 400m^3 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.

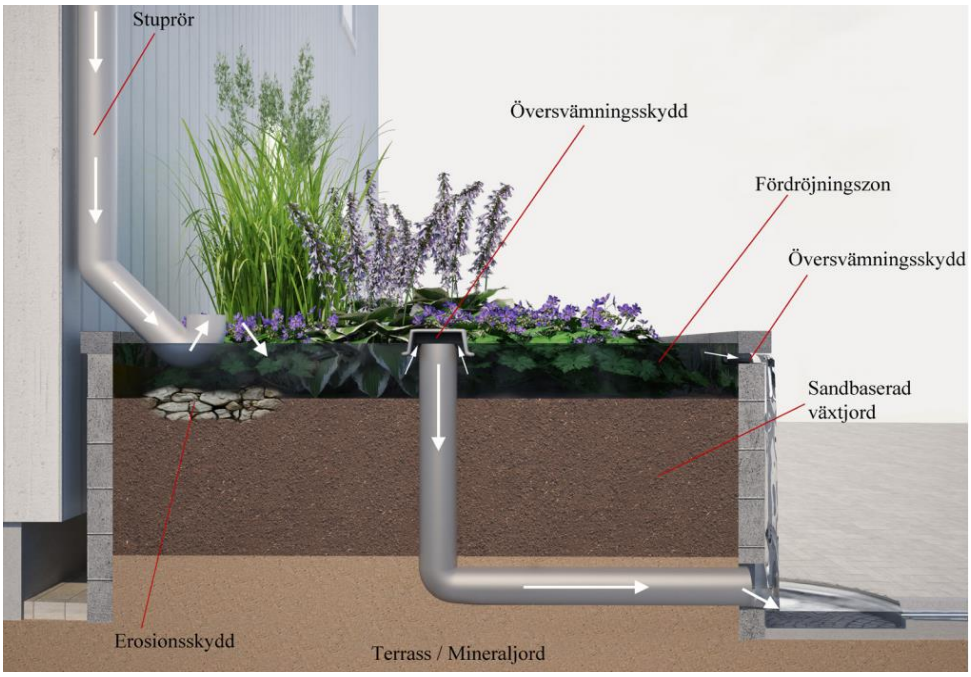
Kvartersmark
Längs med hus och gator på kvartersmark föreslås det att växtbäddar anläggs som rening och fördröjning av vatten från dessa ytor. Placering på bilaga 1 är enbart ett exempel. Storlek och placering av växtbäddar är helt valfri. Enda kravet är att rätt mängd dagvatten leds till varje bädd. Det kan även anläggas underjordiska magasin av t.ex. dagvattenkassetter på de platser det inte passar med växtbädd. Varje m^3 i underjordiskt magasin minskar mängden växtbäddar som behövs med ca 3m^2 (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 förses 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 magasinen 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 förses 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 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 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 magasineringskapacitet 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 påverkar 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 bruninsatts och filter. Fördelen med brunnsfilter är att man kan få god reningsförmåga på vägdagvatten utan att behöva göra några egentliga ingrepp i själva vägkroppen.

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 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 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 vattenspegel 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 förses 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 magasinerar 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 höjdled. 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 Engdahlsgatan

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	ug/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	á-Pris	Belopp
Växtbädd				
Jordlager, brunn, kantsten, geotextil, växter	*m²*	*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	á-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	*m²*	*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 anläggnings-kostnaderna. 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/m^2 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	á-Pris
Växtbädd (enl figur 5.)		
Drift och underhåll	*m²*	*80*
Filterbrunn		
Drift och underhåll	*st*	*350*

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.

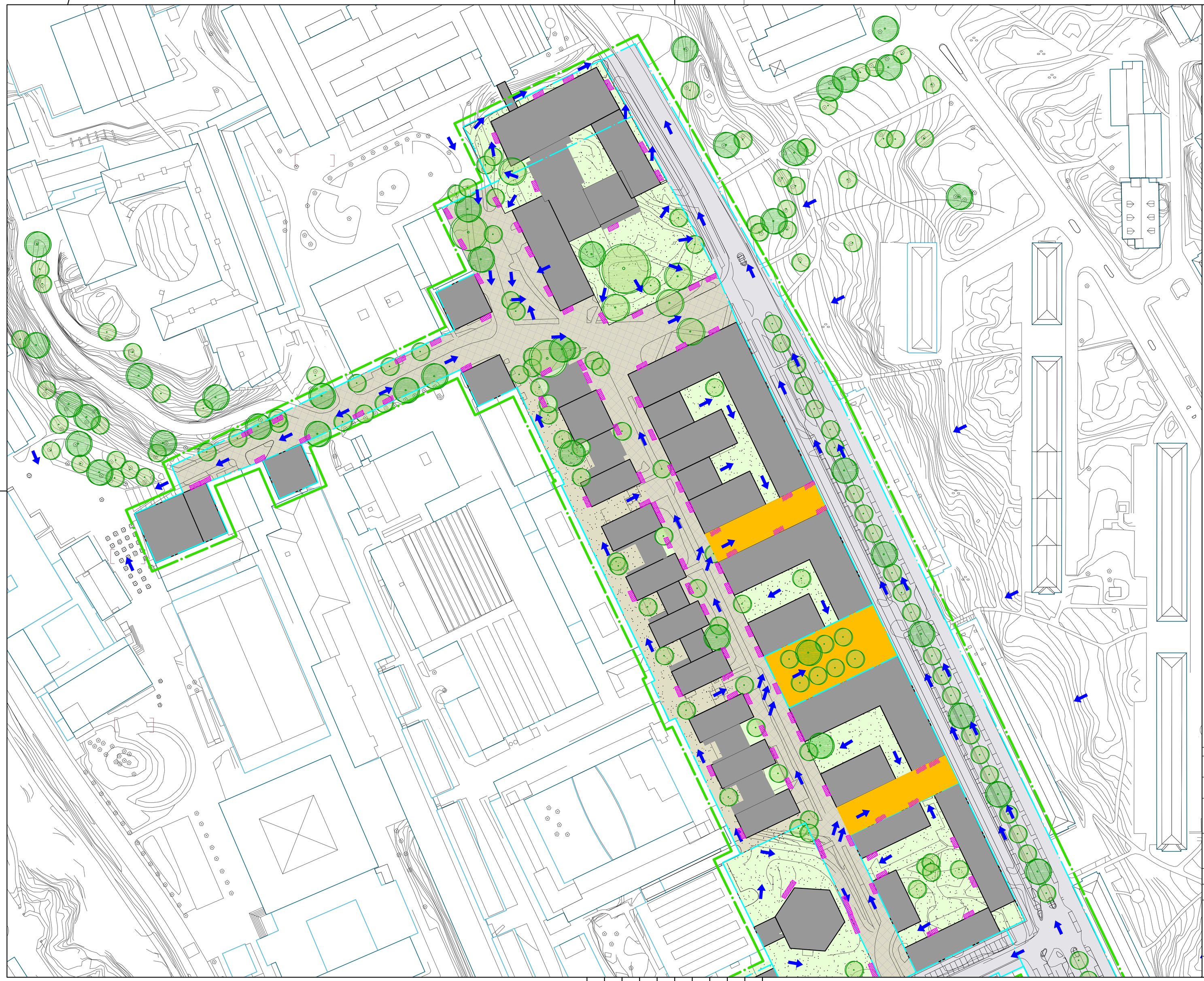
Förutsättningar för fullständigt LOD inom planområdet är dock begränsade på grund av de geografiska och de geologiska förhållandena. Det finns inget naturligt vattendrag ut ur området och möjligheterna till infiltration är begränsade. Dagvatten föreslås därför att till största delen renas och fördröjas 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 ÖVERSVÄMNINGSYTA
HÅRDGJORD YTA, TAK

ANMÄRKNINGAR

ALLA 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.SIGMACIVIL.SE, INFO@SIGMACIVIL.SE

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

DAGVATTEN-PM

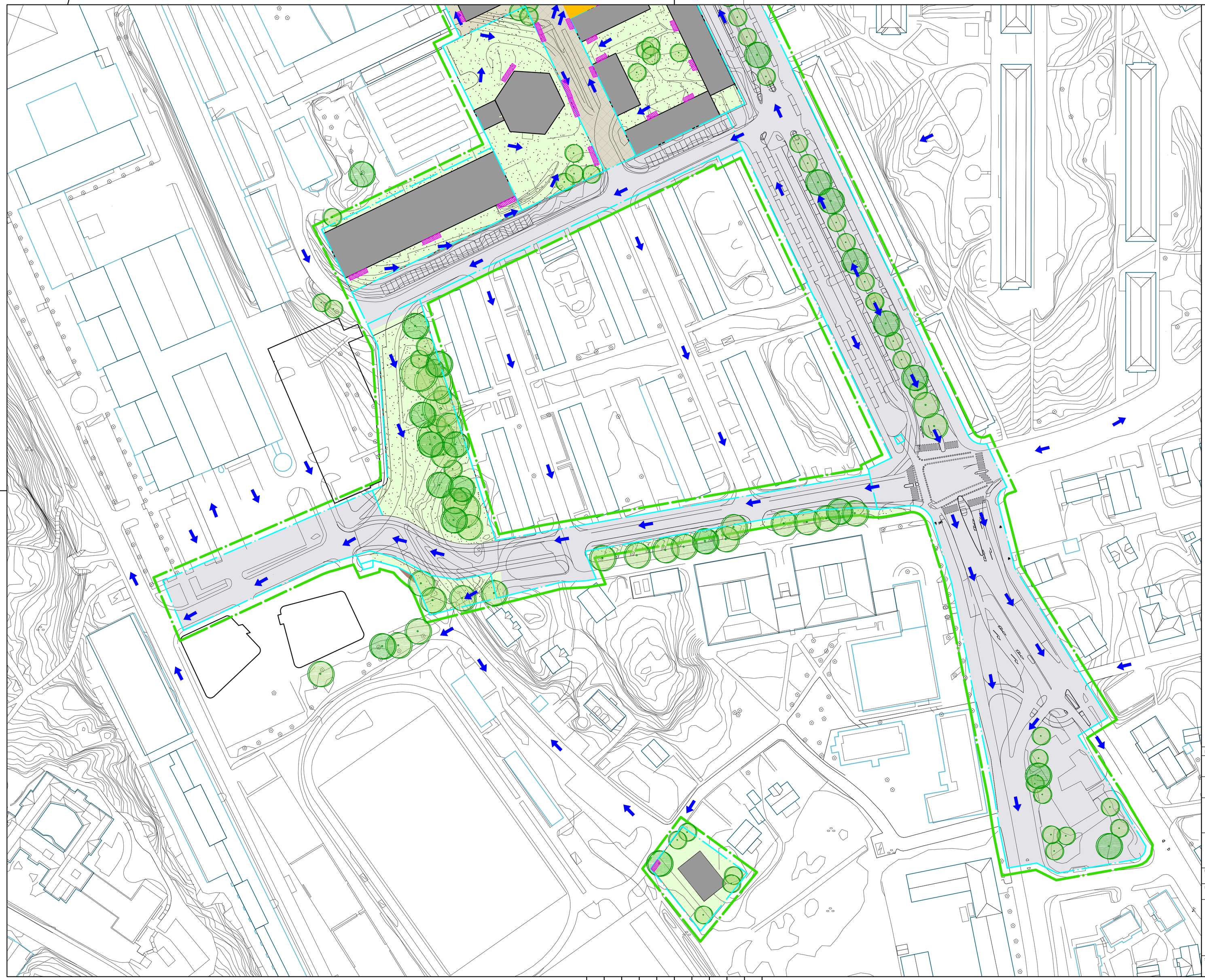
GIBRALTARVALLEN

PLAN, VA-TEKNIK

FÖRSLAG PÅ SYSTEMLÖSNING

SKALA	NUMMER	BET
A1 1:800	R-51-1-001	

Ritning: O:\Ceprojekt\95103\05 Teknik\R\Ritfel\R-51-1-001.dwg Skapad av: Björn Andersson 2016 5 19 14:27



FÖRKLARINGAR

- VÄXTBÄDD KVARTERSMARK
- PLANERAD ÖVERSVÄMNINGSYTA
- HÅRDGJORD YTA, TAK

ANMÄRKNINGAR

ALLA 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.SIGMACIVIL.SE, INFO@SIGMACIVIL.SE

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

DAGVATTEN-PM

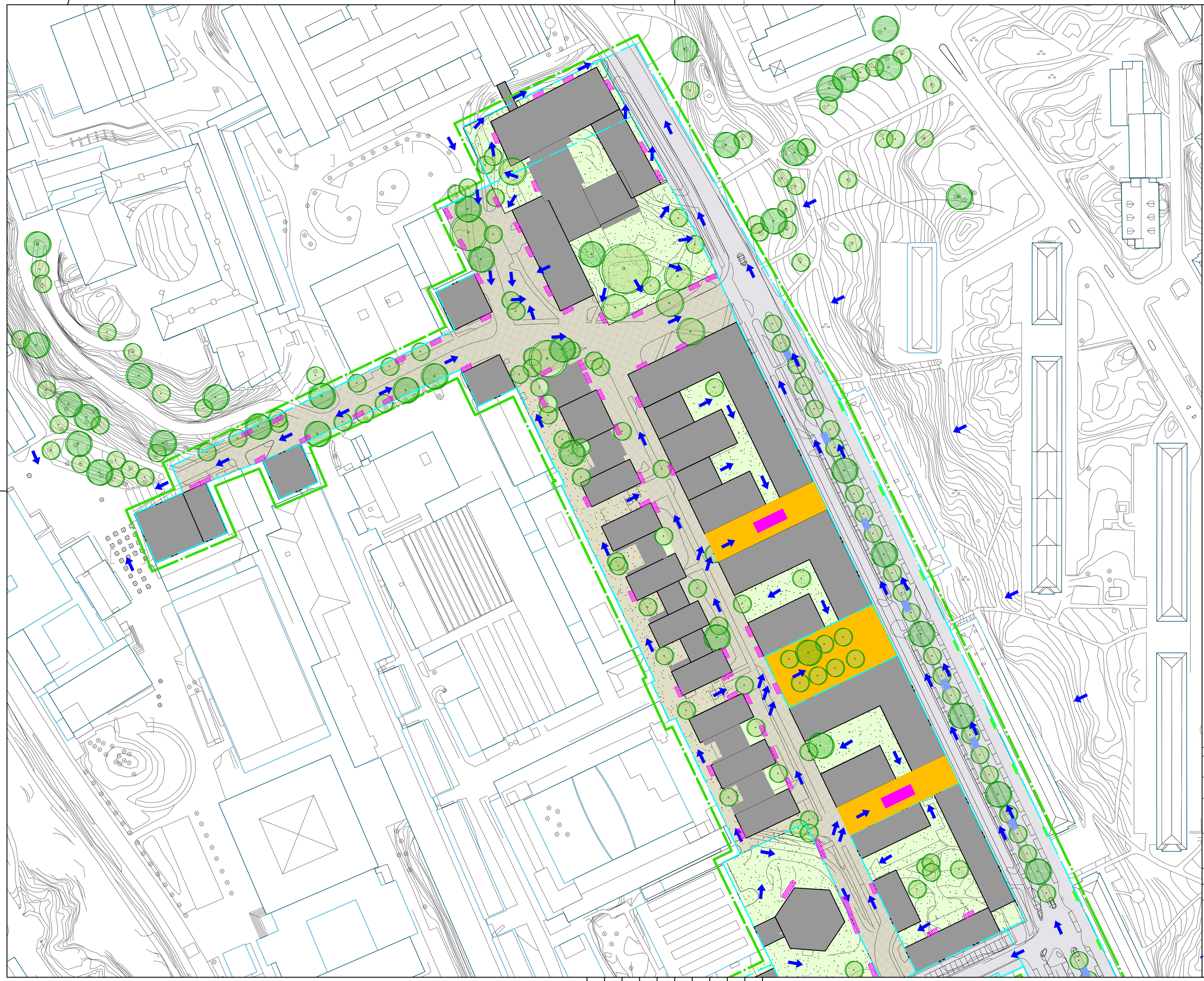
GIBRALTARVALLEN

PLAN, VA-TEKNIK

FÖRSLAG PÅ SYSTEMLÖSNING

SKALA	NUMMER	BET
A1 1:800	R-51-1-002	

Ritning: D:\Text\projekt\95703\05 Teknik\R-Ritningar\R-51-1-002.dwg Skapad av: Bjorn Andersson 2016 5 19 14:12



FÖRKLARINGAR

- VÄXTBÄDD KVARTERSMARK
- PLANERAD ÖVERSVÄMNINGSYTA
- VÄXTBÄDD ALLMÄNPLATS MARK
- VÄXTBÄDD BEF. FASTIGHETER
- HÅRDGJORD 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.SIGMACIVIL.SE, INFO@SIGMACIVIL.SE

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

DAGVATTEN-PM

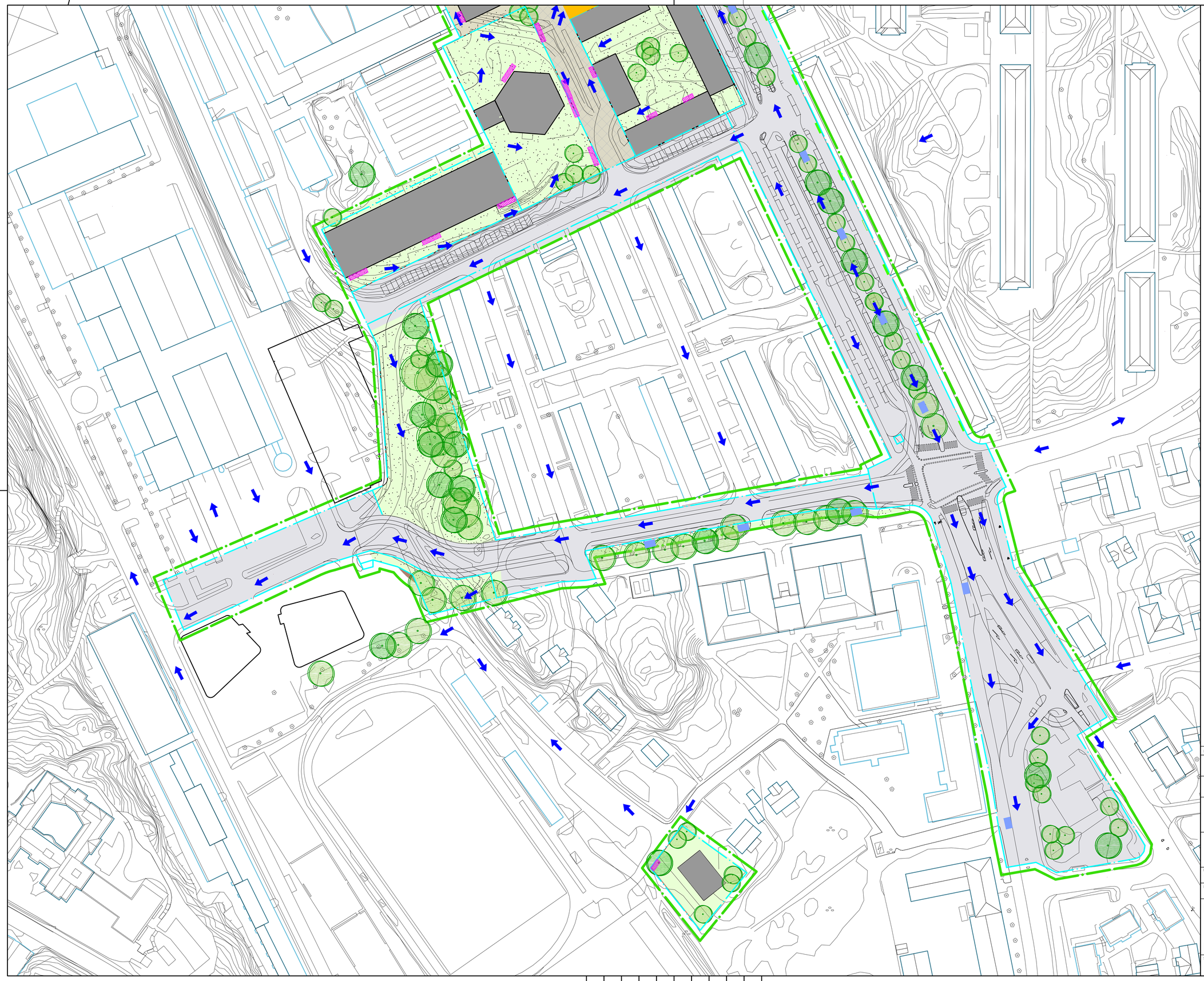
GIBRALTARVALLEN

PLAN, VA-TEKNIK

FÖRSLAG PÅ SYSTEMLÖSNING

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

Ritning: O:\Ceprojekt\95703\05 Teknik\R\Ritfiler\R-51-1-011.dwg Skapad av: Bjorn Andersson 2016 5 19 14:34



FÖRKLARINGAR

- VÄXTBÄDD KVARTERSMARK
- PLANERAD ÖVERSVÄMNINGSYTA
- VÄXTBÄDD ALLMÄNPLATS MARK
- VÄXTBÄDD BEF. FASTIGHETER
- HÅRDGJORD 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.SIGMACIVIL.SE, INFO@SIGMACIVIL.SE

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

DAGVATTEN-PM

GIBRALTARVALLEN

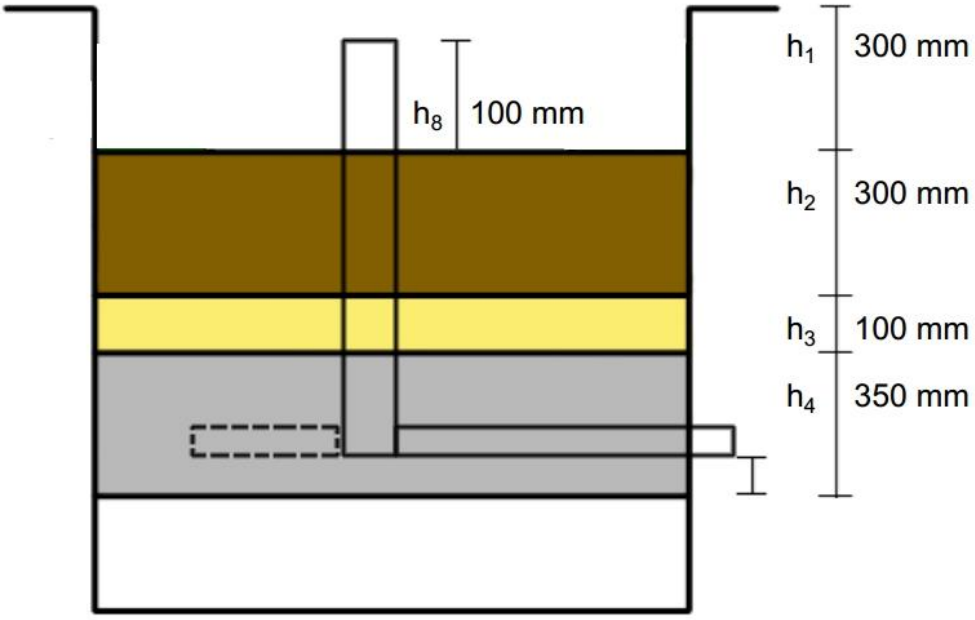
PLAN, VA-TEKNIK

FÖRSLAG PÅ SYSTEMLÖSNING

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

Ritning: D:\Vesprojekt\95103105 Teknik\R\Ritningar\R-51-1-012.dwg Skapad av: Bjorn Andersson 2016 5 19 14:40

Bilaga 2 Växtbäddsuppbyggnad



växtbädd

Tjocklek, tom yta	h1	300	mm
Tjocklek, växtbädd	h2	300	mm
Tjocklek, grov sand	h3	100	mm
Tjocklek, makadam	h4	350	mm
Avstånd vattengång bräddbrunn till den övre bräddens yta	h8	100	mm
Porandel, växtbädd	n2	0.3	
Porandel, makadam	n4	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: SWEREF 99 12 00
HÖJD: RH 2000

BET	ANT	ÄNDRINGEN AVSER	DATUM	SIGN

Göteborgs Stad
Kretslopp och vatten

SIGMA Civil
WWW.SIGMACIVIL.SE, INFO@SIGMACIVIL.SE

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

DAGVATTEN-PM

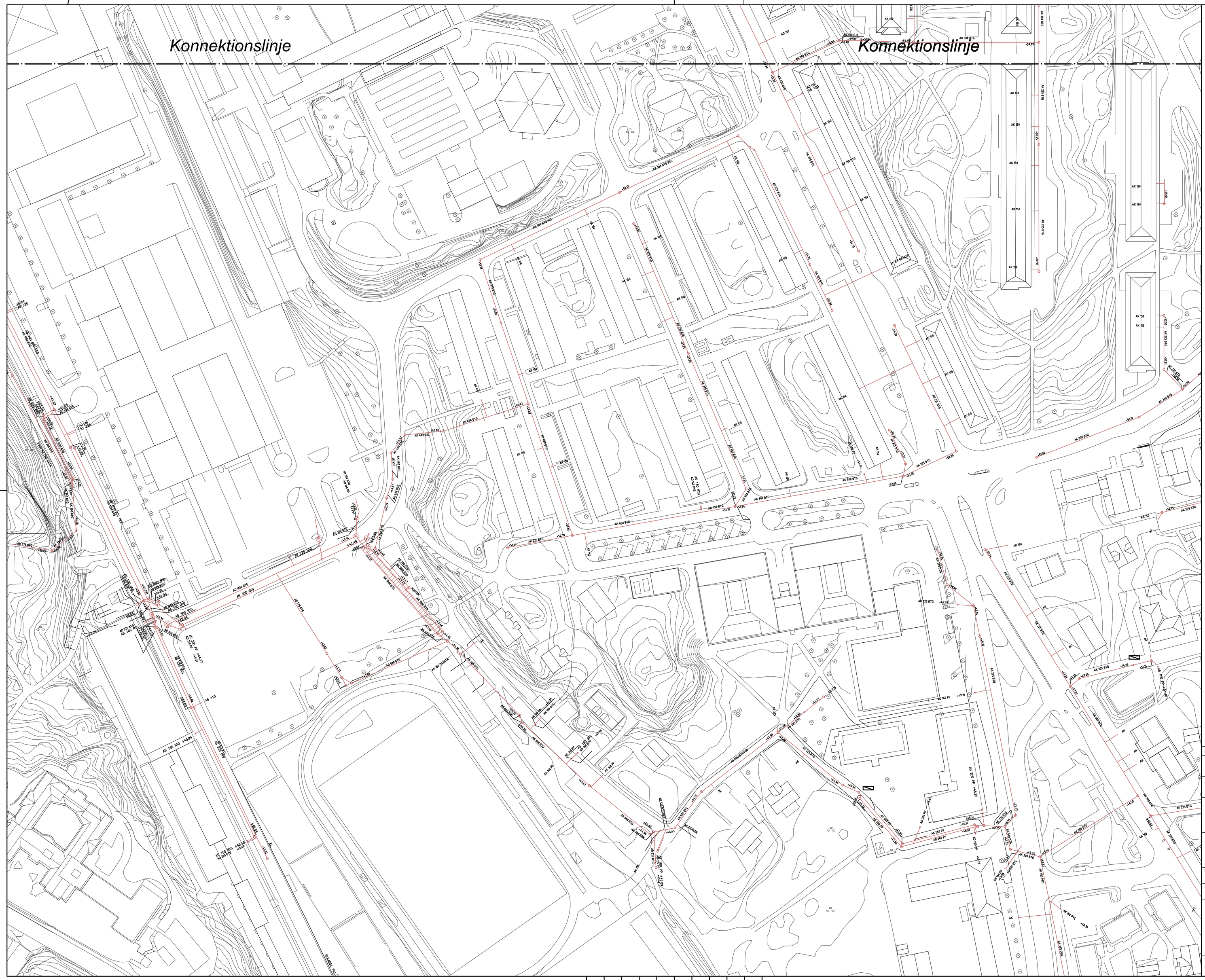
GIBRALTARVALLEN

PLAN, VA-TEKNIK

BEFINTLIGT VA, DAG/SPILL

SKALA	NUMMER	BET
A1 1:800	R-51-1-003	

Ritning: D:\teamproject\95703\05 Teknik\R\Ritfiler\R-51-1-003 Avg Skapad av Bjorn Andersson 2016-5-19 13:4:8



FÖRKLARINGAR

BEFINTLIG DAG-,SPILLVATTEN ELLER KOMBINER LEDNING

ANMÄRKNINGAR

KOORDINATSYSTEM

PLAN: SWEREF 99 12 00
HÖJD: RH 2000

BET	ANT	ÄNDRINGEN AVSER	DATUM	SIGN

Göteborgs Stad
Kretslopp och vatten

SIGMA Civil
WWW.SIGMACIVIL.SE, INFO@SIGMACIVIL.SE

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

DAGVATTEN-PM

GIBRALTARVALLEN
PLAN, VA-TEKNIK

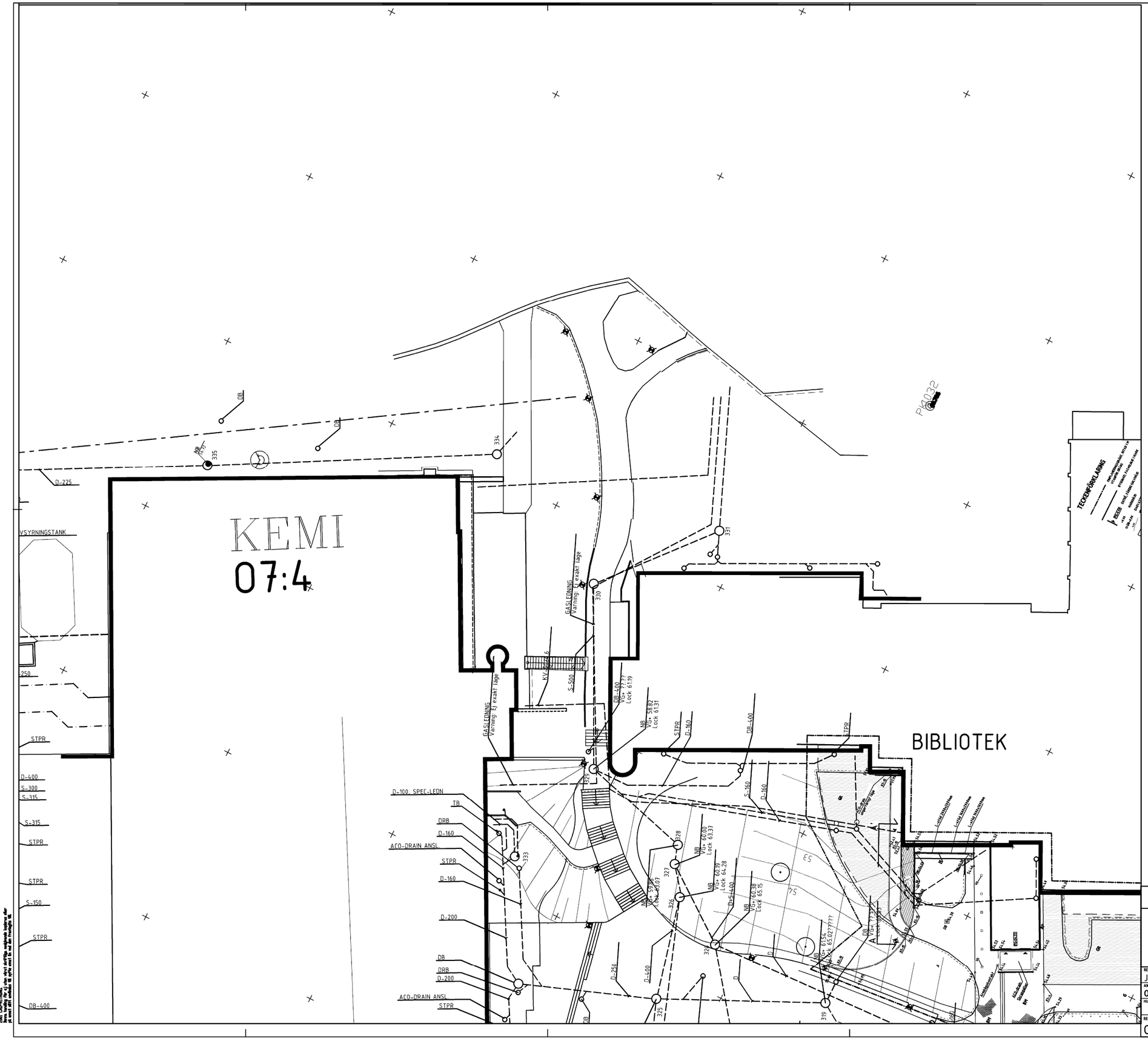
BEFINTLIGT VA, DAG/SPILL

SKALA	NUMMER	BET
A1 1:800	R-51-1-004	

Ritning: D:\Vestprojekt\95703\05 Teknik\R\Ritfjät\R-51-1-004.dwg Skapad av: Bjorn Andersson 2016 5 19 13:50

Bilaga 4 Befintligt VA på Chalmers

Del 2
Del 3
Del 4
Del 5
Del 6



FÖRKLARINGAR

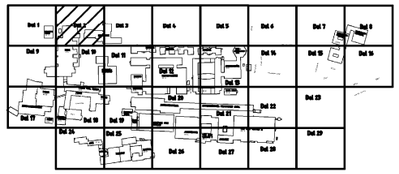
DB Dagvattenbrunnar
DBR Dränvattenbrunnar
KXX Numrerade brunnar är Nedstigningsbrunnar
STPR Stuprör
S Spillvatten
D Dagvatten
KV Kallvatten
TL Tryckluft
G Gasledning
KB Köldbärarledning

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
Kenth Henriksson AB

Senaste revidering utförd:
08-02-02

OBSERVERA:
+HÖJDER FÖR YTTRE VA ÄR ANGIVNA I HÖJDSYSTEM GH88



ORIENTERINGSFIGUR

N

BET	ANT	ÄNDRINGEN AVSER	DATUM	SIGN

RELATIONSHANDLING

LOKALISERINGSFIGUR

AKADEMISKA HUS

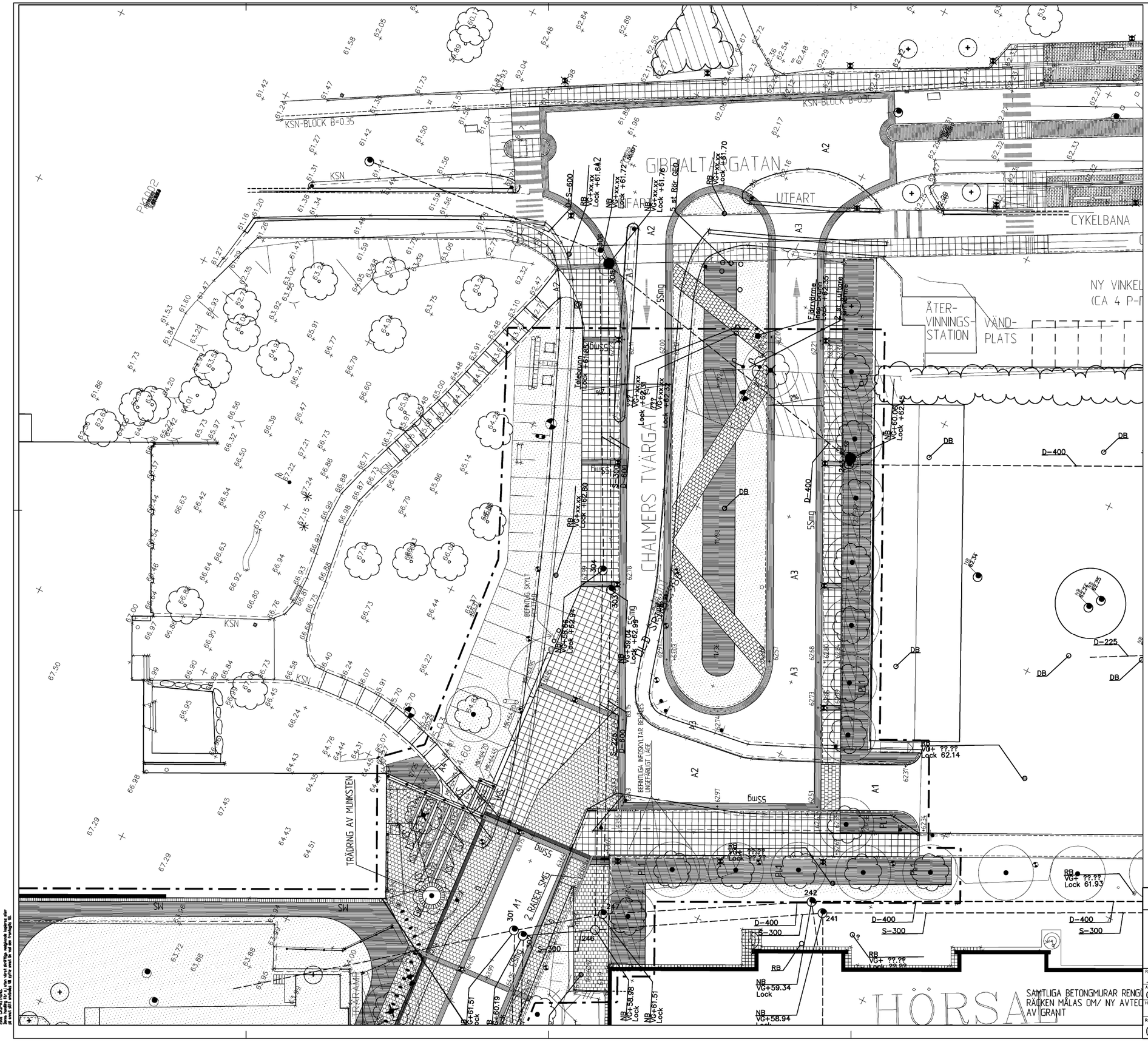
AKADEMISKA HUS VÄST AB
www.akademiskahus.se

UPPDRAG NR	RITAD AV H.A	HANDLÄGGARE H.ANDERSSON
ANSVARIG H.ANDERSSON		
KONSULT H.ANDERSSON ING-BYRÅ HB		
DATUM 2008-02-02	REV./REL. DATUM 2016-02-04	

REGISTERFASTIGHET: JOHANNEBERG 31:9
ANLÄGGNINGSNR: 00007031
HUSDEL | PLAND | ANSV. PART: V
REGISTRERINGSNUMMER: 00007:031/4-00059

TF22 YTTRE VA, VÄRME, KYLA, TRYCKLUFT
RENVATTEN, KULVERT
DEL AV PLAN
DEL 2

FORMAT	SKALA	NUMMER	BET
A1	1:200	V53:2	



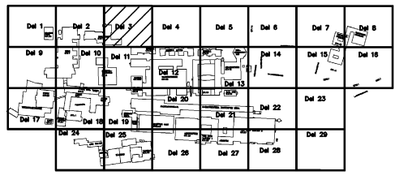
FÖRKLARINGAR

DB Dagvattenbrunnar
DBR Dränvattenbrunnar
XXX Numrerade brunnar är Nedstigningsbrunnar
STPR Stuprör
S Spillvatten
D Dagvatten
KV Kallvatten
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
Kenth Henriksson AB

Senaste revidering utförd:
08-02-02



ORIENTERINGSFIGUR

N

BET	ANT	ÄNDRINGEN AVSER	DATUM	SIGN

RELATIONSHANDLING

LOKALISERINGSFIGUR

AKADEMISKA HUS

AKADEMISKA HUS VÄST AB
www.akademiskahus.se

UPPDRAG NR	RITAD AV H.A	HANDLÄGGARE H.ANDERSSON
ANSVARIG H.ANDERSSON		
KONSULT H.ANDERSSON ING-BYRÅ HB		
DATUM 2008-02-02	REV./REL. DATUM	

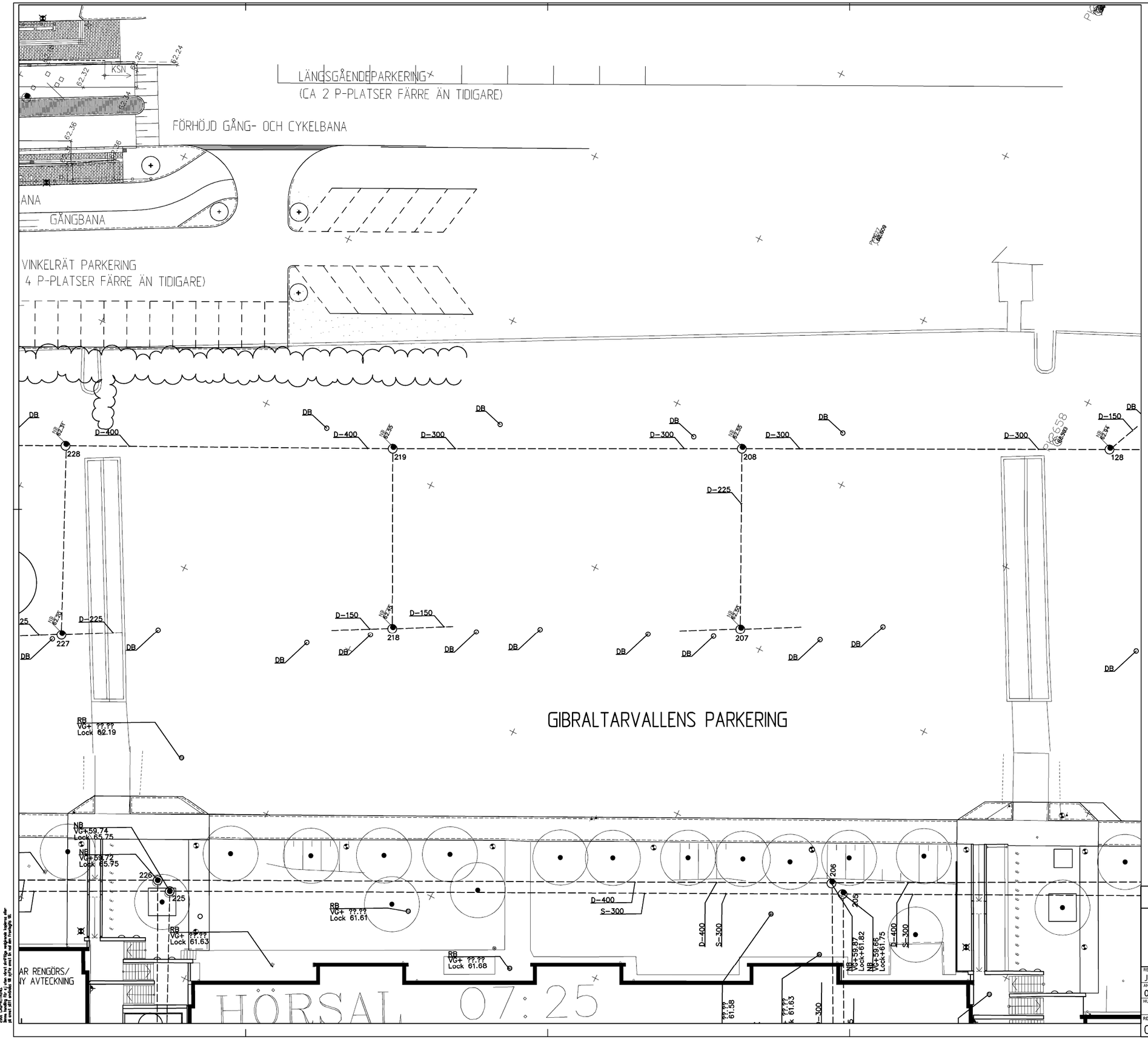
REGISTERFASTIGHET: JOHANNEBERG 31:9
ANLÄGGNINGSNR: 00007031
HUSDEL | PLANID | ANSV. PART: V

TF23 YTTRE VA, VÄRME, KYLA, TRYCKLUFT
RENVATTEN, KULVERT
DEL AV PLAN
DEL 3

REGISTRERINGSNUMMER: 00007:031/4-00060

FORMAT	SKALA	NUMMER	BET
A1	1:200	V53:3	

DWG CAD-RITNING
Skala (mm) (Pt-1) utan längd skattliga avgränsa kopiera eller på annat sätt underlätta att nyttja enast till det den framlagts till.



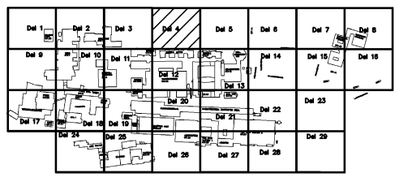
FÖRKLARINGAR

DB Dagvattenbrunnar
DBR Dränvattenbrunnar
XX Numrerade brunnar är Nedstigningsbrunnar
STPR Stuprör
S Spillvatten
D Dagvatten
KV Kallvatten
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
Kenth Henriksson AB

Senaste revidering utförd:
08-02-02



ORIENTERINGSFIGUR

N

BET	ANT	ÄNDRINGEN AVSER	DATUM	SIGN

RELATIONSHANDLING

LOKALISERINGSFIGUR

AKADEMISKA HUS

AKADEMISKA HUS VÄST AB
www.akademiskahus.se

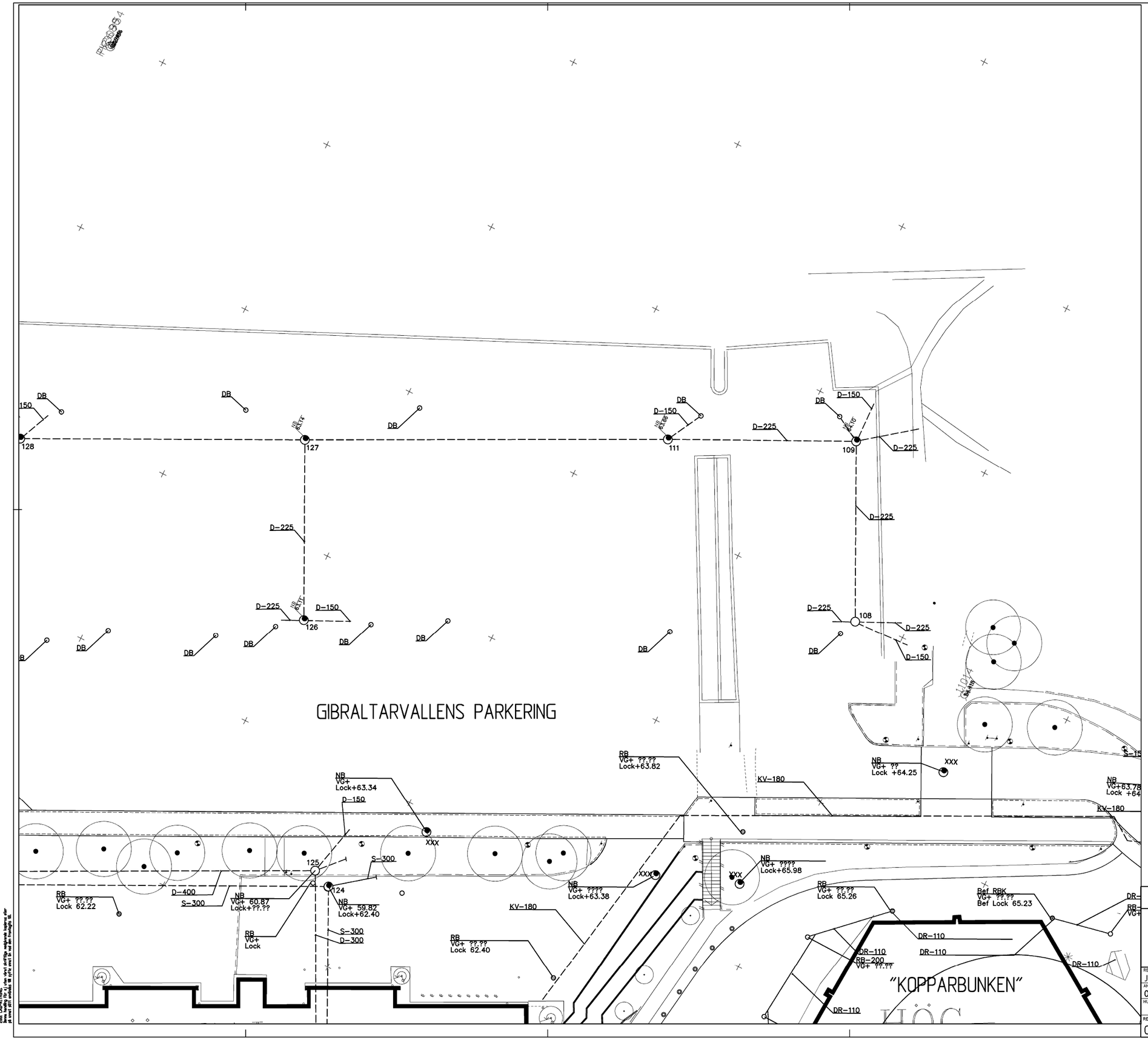
UPPDRAG NR	RITAD AV H.A.	HANDLÄGGARE H.ANDERSSON
ANSVARIG H.ANDERSSON		
KONSULT H.ANDERSSON ING-BYRÅ HB		
DATUM 2008-02-02	REV./REL. DATUM	

REGISTERFASTIGHET
JOHANNEBERG 31:9
ANLÄGGNINGSNR
00007031
HUSDEL | PLANID | ANSV. PART V

TF24 YTTRE VA, VÄRME, KYLA, TRYCKLUFT
RENVATTEN, KULVERT
DEL AV PLAN
DEL 4

REGISTRERINGSNUMMER	FORMAT	SKALA	NUMMER	BET
00007:031/4-00061	A1	1:200	V53:4	

2006 COPYRIGHT
Detta verk är upphovsrättsligt skyddat. Ingen del av det, varken text eller bild, får kopiera, vidarebefordra eller på annat sätt utnyttjas utan upphovsmannens skriftliga medgivande.



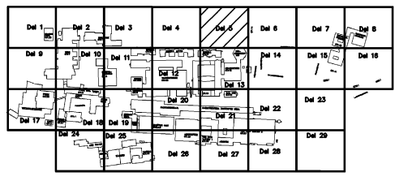
FÖRKLARINGAR

DB Dagvattenbrunnar
DBR Dränvattenbrunnar
XXX Numrerade brunnar är Nedstigningsbrunnar
STPR Stuprör
S Spillvatten
D Dagvatten
KV Kallvatten
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 Kenth Henriksson AB

Senaste revidering utförd: 08-02-02



ORIENTERINGSFIGUR

N

BET	ANT	ÄNDRINGEN AVSER	DATUM	SIGN

RELATIONSHANDLING

LOKALISERINGSFIGUR

AKADEMISKA HUS

AKADEMISKA HUS VÄST AB
www.akademiskahus.se

UPPDRAG NR	RITAD AV H.A.	HANDLÄGGARE H.ANDERSSON
ANSVARIG H.ANDERSSON		
KONSULT H.ANDERSSON ING-BYRÅ HB		
DATUM 2008-02-02	REV./REL. DATUM	

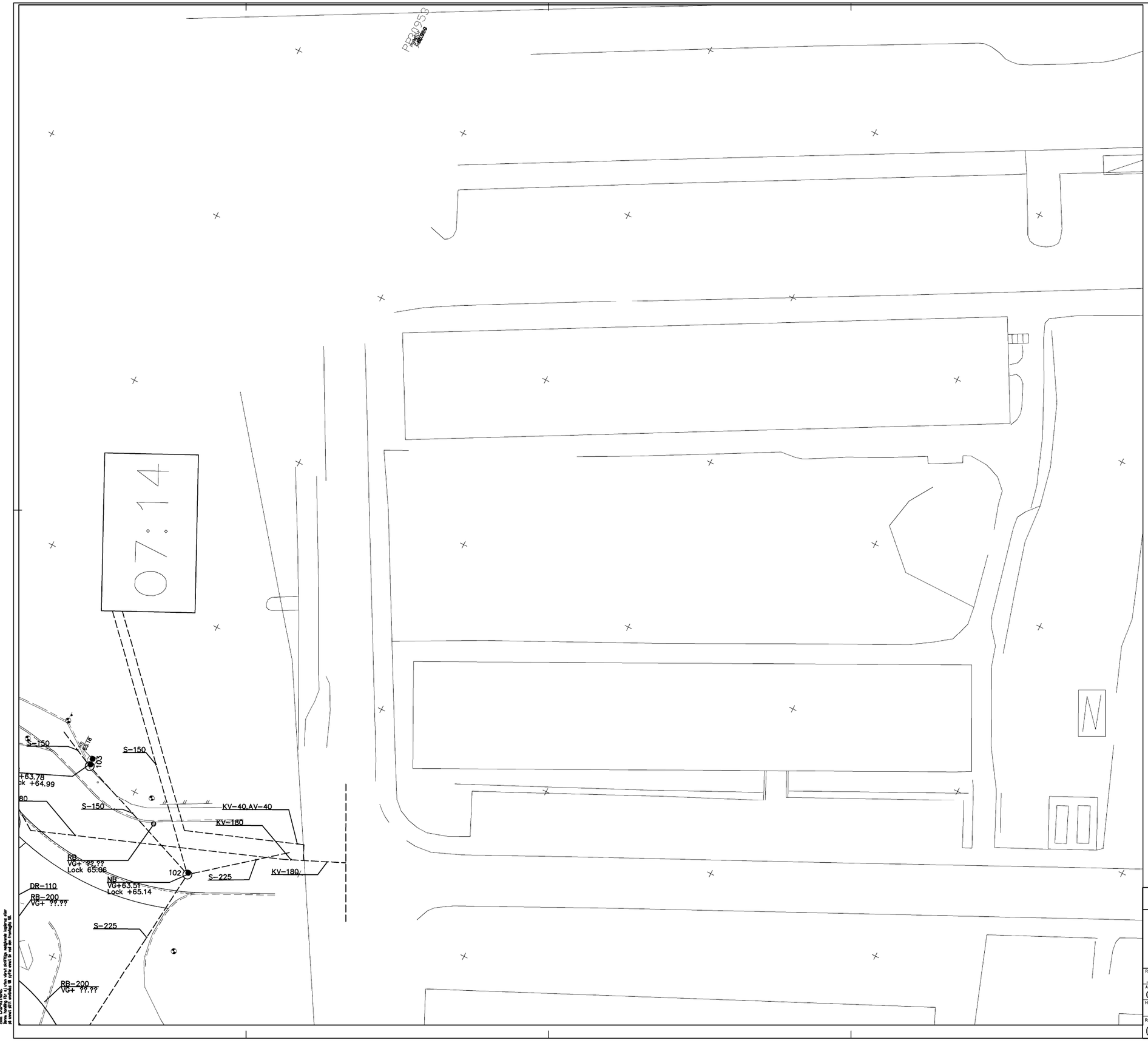
REGISTERFASTIGHET: JOHANNEBERG 31:9
ANLÄGGNINGSNR: 00007031
HUSDEL | PLANID | ANSV. PART: V

TF25 YTTRE VA, VÄRME, KYLA, TRYCKLUFT
RENVATTEN, KULVERT
DEL AV PLAN
DEL 5

REGISTRERINGSNUMMER: 00007:031/4-00062

FORMAT	SKALA	NUMMER	BET
A1	1:200	V53:5	

2005 CAD-BETECKNING
Denna handling tillhör Akademiska Hus AB och får inte utan tillstånd av oss av annan utnyttjas eller på annat sätt användas till syfte som vi inte den tillåtit till.



DWG CAD-RITNING
Dessa handlingar (ritningar) utan vitord skriftliga anslutande tagbrev eller på annat sätt godkända av ägarna eller de som de ägarna använt till att utarbeta dem.

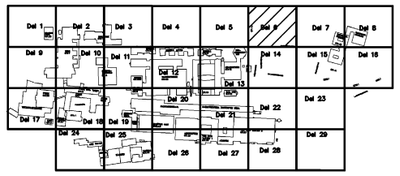
FÖRKLARINGAR

DB Dagvattenbrunnar
DBR Dränvattenbrunnar
XXX Numrerade brunnar är Nedstigningsbrunnar
STPR Stuprör
S Spillvatten
D Dagvatten
KV Kallvatten
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
Kenth Henriksson AB

Senaste revidering utförd:
08-02-02



ORIENTERINGSFIGUR

N

BET	ANT	ÄNDRINGEN AVSER	DATUM	SIGN

RELATIONSHANDLING

LOKALISERINGSFIGUR

AKADEMISKA HUS

AKADEMISKA HUS VÄST AB
www.akademiskahus.se

UPPDRAG NR	RITAD AV H.A.	HANDLÄGGARE H.ANDERSSON
ANSVARIG H.ANDERSSON		
KONSULT H.ANDERSSON ING-BYRÅ HB		
DATUM 2008-02-02	REV./REL. DATUM	

REGISTERFASTIGHET
JOHANNEBERG 31:9

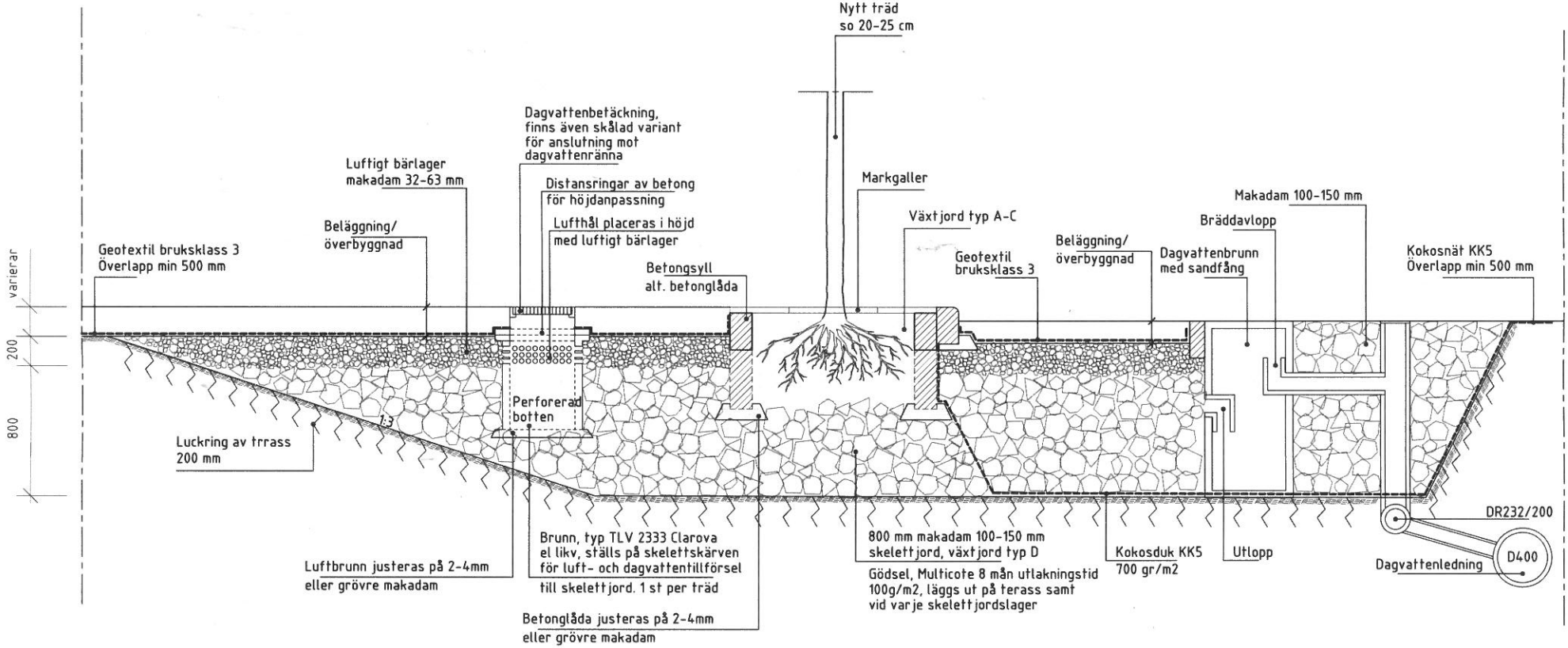
ANLÄGGNINGSNR
00007031

HUSDEL	PLANID	ANSV. PART
		V

TF26 YTTRE VA, VÄRME, KYLA, TRYCKLUFT
RENVATTEN, KULVERT
DEL AV PLAN
DEL 6

REGISTRERINGSNUMMER	FORMAT	SKALA	NUMMER	BET
00007:031/4-00063	A1	1:200	V53:6	

Bilaga 5 Typritning skelettjordsuppbyggnad Stockholm Stad



LOD - TRÄD I HÅRDGJORD YTA MED SKELETTJORD

Principsektion

SKALA 1:20 (A2), 1:40 (A4)

ANMÄRKNING

Alla mått i mm om ej annat anges

ANMÄRKNING

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

Status TH-TYPRITNING	Datum 2009-002-23	Godkänd B.EMBRÉN	
TRAFIKKONTORET Box 8311, 104 20 Stockholm, Tel 08-508 27 200			
LOD - TRÄD I HÅRDGJORD YTA MED SKELETTJORD SEKTION			
Skala 1:20(A2)/1:40(A4)	Ritningsnr THVB006	Foto	Reg.