

DAGVATTENUTREDNING för Västlänkens detaljplan STATION CENTRALEN i Göteborg

Malmö 2016-02-29

DAGVATTENUTREDNING för Västlänkens detaljplan STATION CENTRALEN i Göteborg

PM Dagvattenutredning

Datum	2016-02-29
Uppdragsnummer	1320018290
Utgåva/Status	Slutleverans

Viveka Lidström
Uppdragsledare

Sofia Westergren
Handläggare

Lena Sjögren
Granskare

Ramböll Sverige AB
Skeppsgatan 5
211 11 Malmö

Telefon 010-615 60 00
Fax

Unr 1320018290 Organisationsnummer 556133-0506

Sammanfattning

Detaljplanearbetet för Västlänkens Station Centralen pågår och i samband med det tas den här dagvattenutredningen fram. Syftet för detta PM är att klargöra planområdets tekniska avrinningsområden och beräkna vilka dimensionerande flöden och fördröjningsvolymmer respektive område kräver, samt att beskriva och beräkna förslag på dagvattenanläggningar utifrån fördröjning. Även dagvattnets föroreningsinnehåll samt anläggningarnas reningseffekt beräknas.

Avledningen av dagvattnet från ett instängt område i citybebyggelse ska enligt Svenskt Vattens publikation P90 dimensioneras för ett 10-årsregn med 10 minuters varaktighet. Klimatfaktor 1,2 ska användas, vilket ger en dimensionerande regnintensitet på 293 l/s,ha.

Krav på fördröjning motsvarande 10 mm per hårdgjord yta ger en erforderlig fördröjningsvolym för det västra avrinningsområdet på 162 m³ och motsvarande siffra för det östra avrinningsområdet är 128 m³. Dagvattenfördröjning föreslås ske i underjordiska stenkistor. De underjordiska fördröjningsmagasinen föreslås utformas som stenkistor, eftersom dessa har en renande effekt. Stenkistorna kräver totalt ca 3 gånger så mycket volym i anspråk som den volym dagvatten de ska rymma. Om anläggningarna är 1 m djupa krävs således underjordiska ytanspråk om 486 m² respektive 384 m².

Vid en jämförelse mot den tidigare dagvattenutredningen för planområdet noteras här en något lägre sammanvägd avrinningskoefficient; ett något lägre flöde och en något lägre fördröjningsvolym. Skillnaden beror i första hand på en skillnad i andelen gröna tak och att en yta, tidigare avsedd att vara torgyta, numer planlagd som park.

Föroreningsberäkningar har utförts i StormTac och reningseffekten har beräknats utifrån schablonsiffror. Vid val av stenkistor som fördröjningsanläggningar fås relativt god rening av dagvattnet, men förfosfor, koppar, zink och kvicksilver överskrider Göteborgs Stads riktvärden för dagvatten något.

Förslaget med stenkista innebär dock en betydande rening av dagvattnet från det planerade området.

Innehållsförteckning

1.	Inledning	1
1.1	Bakgrund och syfte	1
1.2	Bakgrund	1
2.	Förutsättningar	1
2.1	Underlag	1
2.2	Läget i staden	2
2.3	Förutsättningar för dagvattenhantering	2
2.4	Geologi och hydrologi	3
2.5	Planområdets föreslagna utformning	3
2.6	Befintliga ledningar	4
2.7	Trafikflöden	5
2.8	Västlänkens tunnel	6
3.	Förslag till dagvattenhantering	7
3.1	Avrinningsområden, flöden och fördröjningsvolym	7
3.1.1	Avrinningsområden	7
3.1.2	Flöden och fördröjning	7
3.1.3	Jämförelse med tidigare dagvattenutredning	8
3.2	Föreslagna dagvattenlösningar	9
3.2.1	Stenkistor	10
3.2.2	Alternativa lösningar	11
4.	Föroreningar	12
4.1	Föroreningsberäkningar, före rening	12
4.2	Rening av dagvatten, principer	13
4.3	Rening av dagvatten för principförslaget	15
5.	Investering, drift och skötsel	15

Bilagor

Bilaga 1	Ritning befintliga förhållanden
Bilaga 2	Dagvattenberäkningar
Bilaga 3	Ritning framtida förhållanden

1. Inledning

1.1 Bakgrund och syfte

Detaljplanearbetet för Station Centralen pågår och i samband med det har denna dagvattenutredning tagits fram. För tidigare planförslag har Norconsult gjort en dagvattenutredning. Nu har planen omarbetats, vilket innebär att det finns behov av en ny dagvattenutredning.

1.2 Bakgrund

Syftet med utredningen är att klargöra planområdets tekniska avrinningsområden, beräkna dimensionerande flöden och fördröjningsvolymerna för respektive avrinningsområde, samt att ta fram förslag på dagvattenanläggningar. En principlösning för dagvattenfördröjning samt föroreningsberäkningar ska tas fram.

2. Förutsättningar

2.1 Underlag

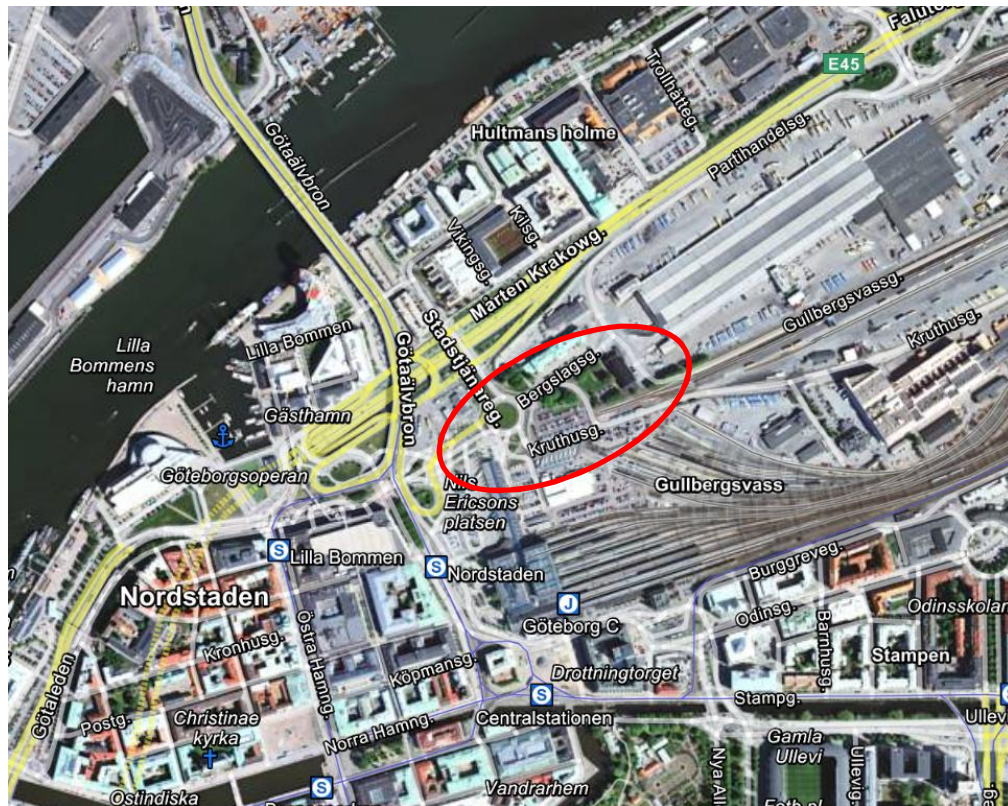
- Plankarta (Göteborgs Stad, dwg, daterad 2016-02-26)
- Plankarta (Göteborgs Stad, dwg, daterad 2016-02-10)
- Plankarta (Göteborgs Stad, dwg, daterad 2015-10-05)
- Utkast illustration (Göteborgs Stad, pdf, ej daterad)
- Ledningskarta (Kretslopp och Vatten, dwg, 2015-12-16)
- Tunnelsträckning (Göteborgs Stad, dwg, 2015-12-03)
- Planstrukturskiss (Göteborgs Stad, pdf, 2015-12-01)
- PM stationsområdena (Norconsult, pdf, daterad 2014-04-11)
 - Bilaga 1: Översikt
 - Bilaga 2: Station Centralen
 - Bilaga 5: Framtida Station Centralen
- Miljöförvaltningens riktlinjer och riktvärden för utsläpp av förorenat vatten till recipient och dagvatten (Göteborgs Stad, reviderad 2013)
- Detaljplan för västlänkens station Centralen – bedömd förekomst av markföroreningar och dess påverkan på detaljplanens genomförande (Sweco, daterad 2015-06-10)
- Trafikflöden (SBK, 2015-12-03)
- Rening av dagvatten, Stockholm vatten (uppdaterad 2015-04-16)
- StormTac databas (uppdaterad 2015-10-05)
- VISS (Vatteninformationssystem Sverige) åtgärdsdatabas
- Svenskt Vatten P90 (Dimensionering av allmänna avloppsledningar, 2004)

- Svenskt Vatten P104 (Nederbördsdata vid dimensionering och analys av avloppssystem, 2011)
- Å-prislista markarbeten (Norconsult, 2012)
- Gestaltungsprogram 'Olskrokens planskildhet och Västlänken' (Trafikverket, online, 2014-12-01) – Station Centralen

2.2

Läget i staden

Planområdet är beläget norr om Göteborgs Centralstation och Nils Ericsonterminalen. Det begränsas i norr och väster av Bergslagsgatan, i öster av Gullbergsvassgatan och i söder av stationsområdet (Figur 1).



Figur 1. Planområdets läge i staden (Eniro).

2.3

Förutsättningar för dagvattenhantering

- Avledningen av dagvattnet från ett instängt område i citybebyggelse ska enligt Svenskt Vattens publikation P90 dimensioneras för ett 10-årsregn med 10 minuters varaktighet. Klimatfaktor 1,2 ska användas.
- *Kretslopp och Vatten* önskar ett trögt dagvattensystem och ställer därför krav på att motsvarande 10 mm regn per m² hårdgjord yta ska fördröjas inom planområdet.
- Koordinat- och höjdsystem: SWEREF99/RH200
- Miljöförvaltningens utökade krav på dagvattenutredningar i detaljplanearbetet; som bland annat innebär att trafikrörelser med

relaterade föroreningar, dagvattenanläggningars reningseffekter, kostnader för anläggning och drift/skötsel samt recipientpåverkan ska redovisas.

- Dagvattnet leds idag norrut via Gullbergsvassområdet till Göta älv. Enligt dagvattenplanen bedöms aktuell del av recipienten vara klass 4, vilket innebär att enklare rening/rening krävs.
- Markytan inom planområdet lutar mot nordöst
- Befintliga träd inom parkområdet ska skyddas
- Stadsmässig lösning efterfrågas

2.4 Geologi och hydrologi

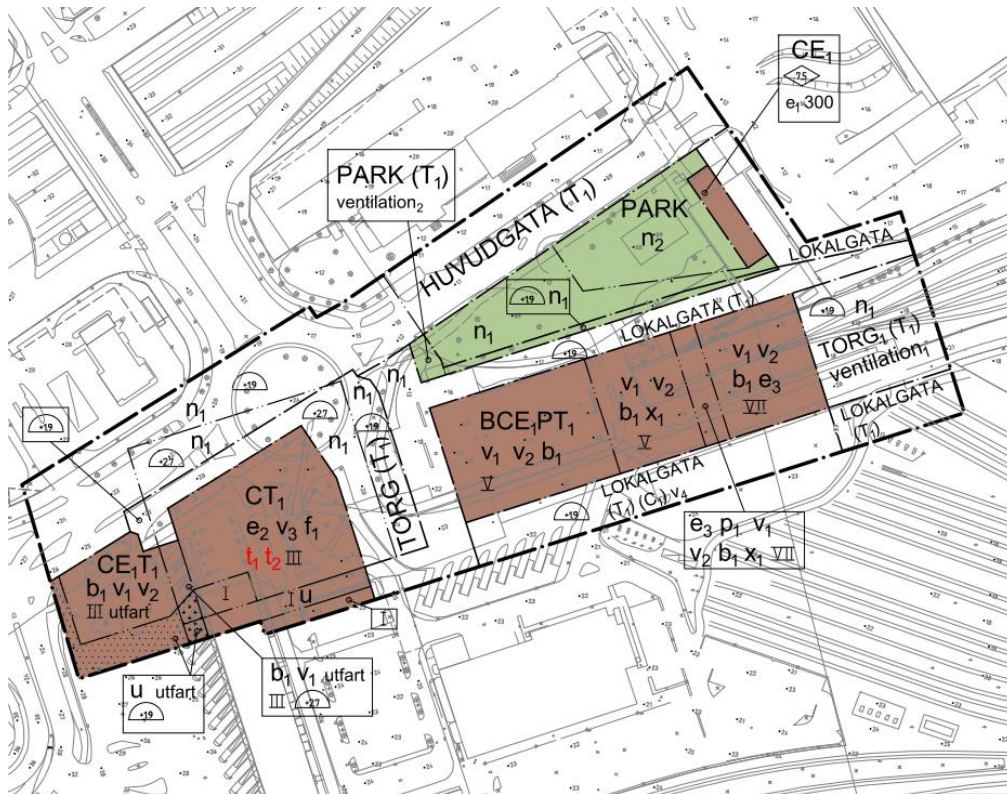
Jordlagerföljden inom planområdet utgörs av några meter fyllnadsmaterial underlagrat av lera. Fyllnadsmaterialet utgörs i sin tur av sand, grus, lera och sten/tegel.

Mätningar har visat att grundvattennivån ligger på +0,5 till +1,5 m.

Grundvattennivån påverkas, på grund av sin närhet till Göta älv, av vattennivån där.

2.5 Planområdets föreslagna utformning

Området kring västlänkens station Centralen kommer även i framtiden att nyttjas för busstrafik, stationsbyggnad, cykel- och gångtrafik, kontor, service och handel, Figur 2. Uppdaterad plankarta från 2015-10-05 skiljer sig något från tidigare planförslag från 2014-03-30. Det är främst en ökad andel gröna tak som utgör skillnaden samt att ett hårdgjort torg i planområdets nordöstra del ersatts med en park. Planområdet har även utökats något i det sydöstra hörnet.



Enligt gestaltungsprogrammet för station Centralen kommer området att genomgå en kraftig omvandling. Från att tidigare ha varit ett område som präglats starkt av mycket och tung trafik ska nu fokus istället läggas på gröna stråk, biologisk mångfald och anpassning till cykel- och gångtrafik. Ljus, materialval och detaljkänsla ska bidra till att skapa ett stadsrum där människor känner sig trygga och välkomna.

2.6 Befintliga ledningar

Inom planområdet finns en planerad omläggning av befintliga ledningar på grund av Västlänkens sträckning. De befintliga dagvattenledningar som är möjliga vid anslutning är, enligt Kretslopp och Vatten, en betongledning $\varnothing 600$ mm i Stadstjänaregatan, med vattengång -1,13 m (ca 3-3,5 m under marknivå) samt en betongledning $\varnothing 1000$ mm i Gullbergsvassgatan, med okänd vattengång (Figur 3).



Figur 3. Befintliga dagvattenledningar (allmänna och privata); utsnitt ur bilaga till PM stationsområdena 2014-04-11 (Norconsult). Observera att planområdet ändrats något. Möjliga anslutningspunkter till befintligt dagvattennät är markerade med rött.

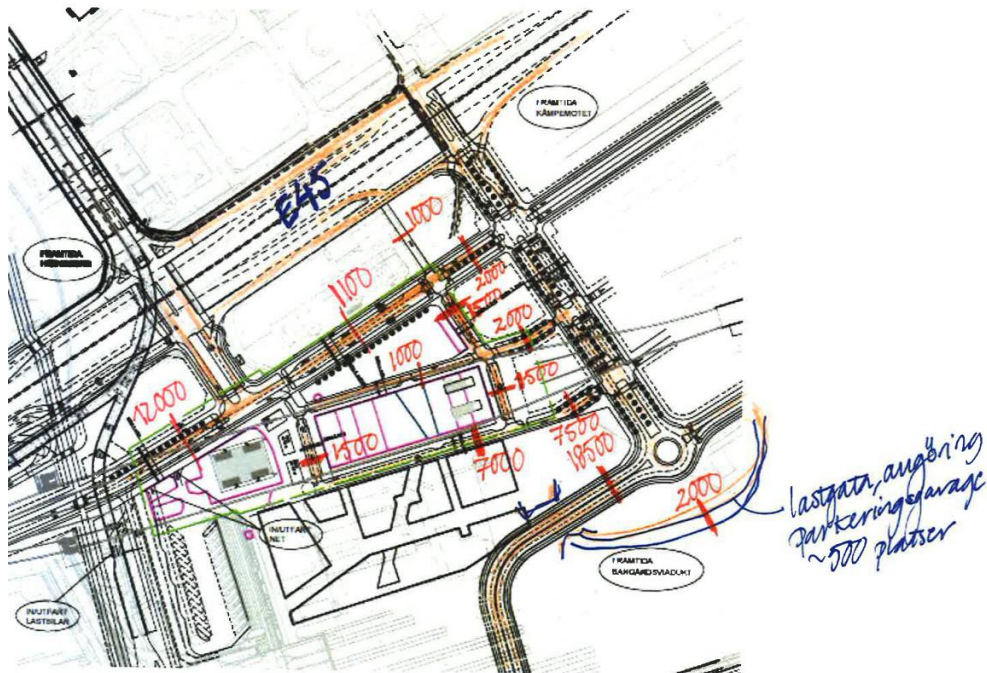
Det förekommer även vatten- och spillvattensystem samt andra typer av ledningar, så som fjärrvärme, el- och telekablar inom området. I det fortsatta planarbetet är det viktigt att dessa ledningar kartläggs eftersom de kan utgöra hinder för dagvattenlösningarna.

2.7

Trafikflöden

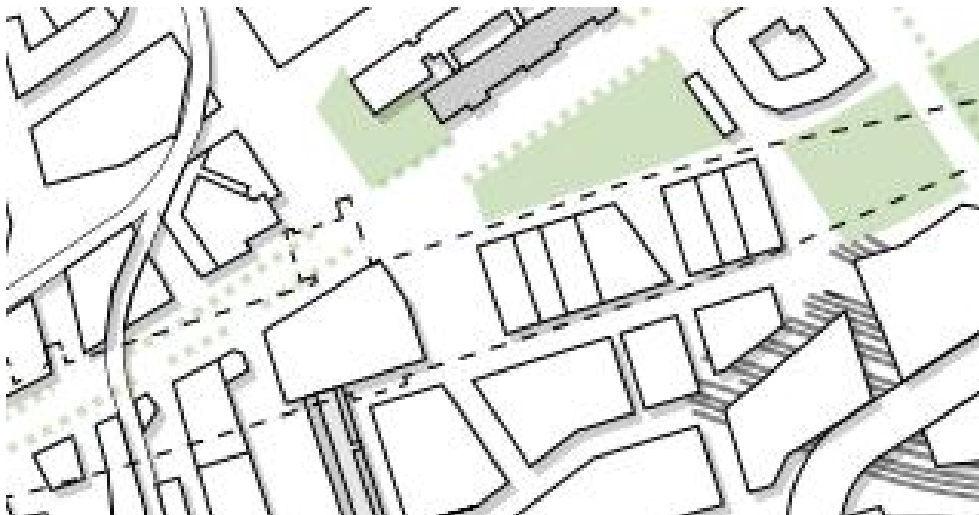
Bergslagsgatan har en ÅDT (årsmedelvardagsdygnstrafik) på 12000 från väster fram till korsningen med Stadsjärnaregatan (Figur 4). Därefter åt öster ligger ÅDT på 1100. Längs planområdets östra gräns beräknas ÅDT vara 1500; längs planområdets södra gräns 7000 och inom planområdet 1000-1500.

Dagvatten från samtliga körbara ytor kommer att behöva renas. Utan rening av gatudagvattnet kommer inte Miljöförvaltningens krav om utsläppshalter att kunna nås.



2.8 Västlänkens tunnel

Under station Centralen passerar västlänken i öst-västlig riktning, se streckad linje i Figur 5. Jordtäcket mellan tågtunnel och marknivå vid station Centralen varierar från ca 2,5 m i väst till 2,1 m i de centrala delarna, och ca 1,7 m i de östliga delarna. Allra längst i öst sänks taket (stationsrum övergår till tunneldel) och jordtäcket blir 3-3,3 m djupt.



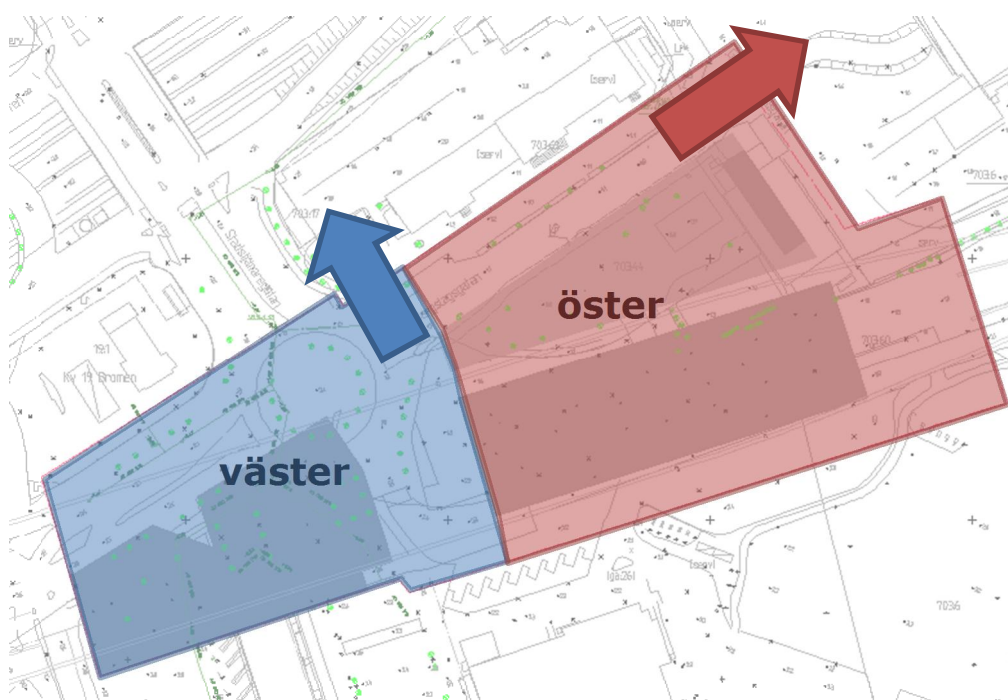
3. Förslag till dagvattenhantering

3.1 Avrinningsområden, flöden och fördröjningsvolym

3.1.1 Avrinningsområden

Tekniska avrinningsområden i området bygger dels på den ytliga avrinningen och dels på hur dagvattensystemet är uppbyggt. Dessa avrinningsområden skiljer sig från det naturliga avrinningsområdet just på grund av dagvattensystemets inverkan. Planområdet kan delas in i två tekniska avrinningsområden: västra och östra (Figur 6). Det västra avrinningsområdet omfattar 1,59 ha och det östra 2,60 ha.

Anslutning till det befintliga dagvattennätet kan ske i två punkter: en vid korsningen Bergslagsgatan-Stadstjänaregatan och en vid Gullbergsvassgatan/Partihandelsgatan.



Figur 6. Station Centralen delas in i två tekniska delavrinningsområden, det västra och det östra. Anslutning till befintligt ledningsnät enligt pilarna.

3.1.2 Flöden och fördröjning

För beräkningar av dimensionerande regnintensitet (i_A) har Dahlströms (1979) ekvation använts. Enligt P90 ska instängt område inom citybebyggelse dimensioneras för ett 10-årsregn med 10 minuters varaktighet. Detta ger en dimensionerande regnintensitet på 244 l/s, ha. Med 20% säkerhetstillägg för

framtida klimatförändringar blir den dimensionerande regnintensiteten istället 293 l/s,ha. För fullständiga beräkningar, se Bilaga 2.

För beräkningar av dimensionerande vattenföringar (Q_{dim}) har rationella metoden använts. Tabell 1 nedan visar uppkomna flöden inom planområdet före samt efter planerad ombyggnad. Vid beräkningar av avrinning före ombyggnad klassificerades hela området som *Slutet byggnadssätt, ingen vegetation* med avrinningskoefficient 0,7. Vid beräkningar av avrinning efter ombyggnad användes specifika avrinningskoefficienter för olika typer av ytor. Den sammanvägda avrinningskoefficienten efter ombyggnad är 0,69. Ökningen i flöde beror i första hand på att en klimatsfaktor 1,2 inkluderats i beräkningarna av framtida förhållanden.

Krav på fördröjning motsvarande 10 mm per hårdgjord yta ger en erforderlig fördröjningsvolym för det västra avrinningsområdet på 162 m³ och för det östra 128 m³ (Tabell 1).

Tabell 1. Flöde för respektive avrinningsområde vid 10-årsregn samt erforderliga fördröjningsvolym.

Avrinningsområde	Area (ha)	A _{red} (ha)	Flöde före exploit. (l/s)	Flöde efter exploit.* (l/s)	Fördröjn. volym (m ³)
Öster	2,60	1,62	444	475	162
Väster	1,59	1,28	272	376	128
TOTALT	4,2	2,9	716	847	289

*Inkl klimatsfaktor

Flöde ut ur magasinen föreslås sättas till 20 l/s*ha vilket motsvarar intensiteten vid ett lågintensivt regn och kan anses vara ett rimligt antagande i stadsmiljö.

3.1.3

Jämförelse med tidigare dagvattenutredning

En jämförelse av beräknade flöden och fördröjningsvolym har gjorts med de värden som tagits fram av Norconsult (2014-04-11). Av Tabell 2 framgår värden beräknade i denna utredning och, inom parantes, Norconsults värden.

Tabell 2. Jämförelse mot Norconsults beräkningar av avrinningsområden, flöden och fördröjningsvolym. Norconsults värden inom parantes.

Avrinningsområde	Area (ha)	A _{red} (ha)	Avrinn. koeff.	Flöde efter exploit.* (l/s)	Fördröjn. volym (m ³)
Väg /gata	1,58 (1,72)	1,26 (1,4)	0,8	371 (377)	126 (138)
Torg	0,29 (0,76)	0,23 (0,6)	0,8	68 (166)	23 (61)
Park	0,50 (0,11)	0,05 (0,01)	0,1	14 (3)	5 (1)
Tak och övrig kvartersmark	1,82 (1,37)	1,34 (1,2)	0,9/0,6**	393 (338)	134 (123)
TOTALT	4,2 (4,0)	2,9 (3,2)	0,69 (0,81)	847 (884)	289 (323)

*Inkl klimatsfaktor, **Gröna tak

Vid en jämförelse med Norconsults dagvattenutredning för planområdet kan i denna utredning en något lägre sammanvägd avrinningskoefficient noteras likväl som ett något lägre flöde och en något mindre fördröjningsvolym. Skillnaden beror i första hand på en skillnad i andelen gröna tak och att en yta, tidigare avsedd att vara torgyta, numer är planlagd som park.

3.2

Föreslagna dagvattenlösningar

Utifrån den givna förutsättningen att inte ha öppen dagvattenfördröjning inom parken (i närheten av befintliga träd) föreslås underjordiska magasin, som placeras i avrinningsområdenas lågpunkter. Figur 7 visar en principskiss för placering av underjordiska magasin. Underjordiska magasin kan utformas som rörmagasin, kassetmagasin eller stenkistor.



Figur 7. Principskiss fördröjning inom planområdet. Fördröjningsanläggningarna visas i svartskrafferat. Se även Bilaga 3.

Ytlig avledning av dagvatten till fördröjningsmagasinen föreslås, men nivåskillnaderna inom området tillåter även ledningsförlagd avledning. Gatorna föreslås avvattnas med hjälp av rännstensbrunnar alternativt i strängar av stenkross. Dagvatten från del av området som ligger ovanför tunneln föreslås ledas ytligt i rännor. Dagvatten från den södra/sydöstra delen av det östra avrinningsområdet föreslås ledas via parken till fördröjningsmagasinet i nordöstra hörnet och erbjuder således gestaltningsmöjligheter. Hänsyn till träden i parken ska tas genom ytlig avledning på betryggande avstånd från dessa.

Fördröjningskravet är 10 mm per m² hårdgjord yta, vilket motsvarar ca ett 10 minuters 2-årsregn i det aktuella området. Eftersom det dimensionerande 10-årsregnet leds ner i fördröjningsmagasinen, som inte rymmer mer än volymen för ett ca ett 10-minuters 2-årsregn, måste de förses med bräddningsmöjlighet som kan brädda flöde större än ett 10 minuters 2-årsregn till befintlig ledning. Ledningen vara dimensionerad för att klara av minst ca 320 l/s.

Vid det västra fördröjningsmagasinet är marknivån ca +1,0 och magasinet har en utloppshöjd på ca 1,8 meters djup, vilket motsvarar en vattengång (VG) på -0,8. Möjlig anslutningspunkt till befintligt ledningsnät ligger 60-65 m bort och har en VG på -1,13.

Vid östra fördröjningsmagasinet är marknivån ca +1,0 och magasinet har en utloppshöjd på ca 1,8 meters djup, det vill säga VG -0,8. Exakt anslutningsplats, och därmed anslutningshöjd, är ej känd.

Med tanke på höga grundvattennivåer i området, mellan +0,5 till +1,5, bör fördröjningsmagasinen göras täta. Det bör även noteras att nivåerna i de givna anslutningspunkterna ligger under såväl grundvattennivån som Göta älvs nivå. Under förutsättning att befintligt nät fungerar tillfredställande bör föreslagen dagvattenlösning inte förändra situationen gällande dämning.

Tunneln kommer inte i konflikt med de fördröjningslösningar som presenteras i denna utredning, då dessa är placerade norr om tunneldragningen.

De underjordiska fördröjningsmagasinen föreslås utformas som stenkistor, eftersom dessa har en renande effekt. För att fördröja 162 m³ respektive 128 m³ dagvatten i stenkistor krävs två anläggningar som är 486 m³ respektive 384 m³. Om anläggningarna är 1 m djupa (vilket befintliga höjder ger utrymme för) krävs således underjordiska ytanspråk om 486 m² respektive 384 m².

3.2.1

Stenkistor

Stenkistor är i princip ett schakt i marken som täcks in av en geotextilduk och fylls med ett grovt krossmaterial (makadam). Duken ska förhindra smuts och finare fraktioner från omgivande material att ta sig in i magasinet och orsaka igensättning. Dagvatten fördröjs sedan i hålrumsvolymen mellan stenarna. Porositeten för makadam är ca 30 %, vilken i praktiken innebär att magasinet måste vara ca tre gånger större än den volym det ska rymma. Avtappning sker antingen via infiltration/perkolation till omgivande mark eller via en dränerande ledning med reglerat/strypt utloppsflöde som läggs i botten av magasinet, Figur 8.



Figur 8. Skiss över stenkista av typen dikesmagasin (Svenskt Vatten P104).

Grundvattenytans nivå bör vara under magasinets botten, annars kan inte hela volymen utnyttjas till magasinering. Alternativet är att göra magasinerna täta. Det är även viktigt att de omkringliggande fastigheterna inventeras nog så att de inte skadas om det skulle komma så mycket nederbörd att infiltrationsanläggningen inte kan klara flödet utan att vatten blir stående och rinner av längs marken.

Fördelar med stenkistor är att de är stadsmässiga, yteffektiva och går att kombinera med många typer av ytor. Man kan dessutom ha ett kontrollerat in- och utflöde. Nackdelar med stenkistor är att det kan bli problematiskt med anslutningsnivåer, att de är känsliga för stigande grundvatten, att de utgör en underjordisk barriär samt riskerar att sättas igen på sikt.

3.2.2

Alternativa lösningar

En stenkista kan ersättas av till exempel kassettmagasin eller rörmagasin, som är mycket mer volymeffektivt. Dessa alternativ erbjuder dock ingen rening av dagvattnet.

Rörmagasin

Rörmagasin är underjordiska fördröjningsmagasin av plast- eller betongrör, som normalt dimensioneras för dimensionerande regn. Rörmagasinens hålrumsvolym är 100%. Magasinen ska dimensioneras för aktuell last och, vid täta magasin och hög grundvattennivå, även för lyftkrafter. För att undvika igensättning bör magasinerna utrustas med sandfång och vara spolbara.

Kassettmagasin

Kassettmagasin är magasin byggda av plastmoduler som utgör ett skelett. Runt kassetterna placeras en geotextilduk som hindrar smuts och jord från att tränga in i magasinet och reducera fördröjningsvolymen. Dagvattenkassetter dimensioneras normalt för dimensionerande regn och hålrumsvolym är 95 %, vilket innebär att man sparar mer än 2/3 av ytbehovet jämfört med en stenkista.

4. Föroreningar

Regnvatten och takvatten bedöms ofta vara rent, d.v.s. fritt från föroreningar. Likt Tabell 3 visar kan dock föroreningshalterna, på grund av atmosfärisk deposition eller ytskikt på tak, vara så höga att Göteborgs Stads riktvärden överskrids.

Tabell 3. Föroreningshalter i regnvatten och dagvatten samt Göteborgs Stads riktvärden (data från StormTac).

Ämne	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	Hg	SS	olja
Atmosfärisk deposition, årsmedel-konc. (µg/l)	32	1800	1,4	2,3	8,5	0,09	0,42	0,60	0,017	0	0
Takyta, årsmedel-konc. (µg/l)	170	900	2,0	15	150	0,80	4,0	4,5	0,004	27000	0
Gröna tak, årsmedel-konc. (µg/l)	340	2700	0,8	30	35	0,07	3,0	3,0	0,006	19000	0
Riktvärden (µg/l)	50	1250	14	10	30	0,4	15	40	0,05	25000	1000

4.1 Föroreningsberäkningar, före rening

Föroreningsberäkningar har utförts med dagvattenmodellen StormTac. I modellen anges avrinningsområdets, eller delavrinningsområdets, olika markanvändning för vilka schablonvärden på dagvattenföroreningarnas årsmedelkoncentrationer finns angivna. Samtliga gator har klassificerats efter ÅDT. Reningseffekten från olika anläggningar baseras på StormTacs sammanställning av forskning inom området och kan därför ibland uttryckas med ett spann.

Den västra delen av planområdet utgörs, efter ombyggnad, av vägar med olika ÅDT, tak, gröna tak och torgyta. I Tabell 4 presenteras föroreningshalter före rening från planområdets västra del. Dessa jämförs med Göteborgs Stads riktvärden.

Tabell 4. Föroreningshalter i planområdets västra del före rening (µg/L) jämfört med Göteborgs Stads riktvärden samt beräknad årsbelastning före rening (kg/år). Feta siffror indikerar att beräknad halt överskrider riktvärdena.

Ämne	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	Hg	SS	olja
Beräknad årsmedel-konc. (µg/l)	170	2000	21	57	160	0,36	6,4	4,0	0,98	47000	380
Riktvärden (µg/l)	50	1250	14	10	30	0,4	15	40	0,05	25000	1000
Beräknad årsbelastn. (kg/år)	1,9	24	0,24	0,65	1,8	0,004	0,072	0,045	0,011	530	4,3

Föroreningsberäkningarna indikerar att halten total-fosfor (P), kväve (N), bly (Pb), koppar (Cu), zink (Zn), kvicksilver (Hg) och suspenderat material (SS) överskrider Göteborg Stads riktvärden. Observera att halterna gäller före rening och fördröjning.

Den östra delen av planområdet utgörs, efter ombyggnad, av vägar med olika ÅDT, gröna tak, torgyta och park. I Tabell 5 presenteras föroreningshalter före rening från planområdets östra del. Dessa jämförs med Göteborgs Stads riktvärden.

Tabell 5. Föroreningshalter i planområdets östra del före rening (µg/L) jämfört med Göteborgs Stads riktvärden samt beräknad årsbelastning före rening (kg/år). Feta siffror indikerar att beräknad halt överskrider riktvärdena.

Ämne	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	Hg	SS	olja
Beräknad årsmedel-konc. (µg/l)	160	2200	2,8	160	40	0,17	4,7	3,2	0,043	34000	390
Riktvärden (µg/l)	50	1250	14	10	30	0,4	15	40	0,05	25000	1000
Beräknad årsbelastn. (kg/år)	2,5	35	0,046	2,5	0,65	0,003	0,008	0,005	0,001	550	6,3

Föroreningsberäkningar för planområdets östra del indikerar att halten total-fosfor (P), kväve (N), koppar (Cu), zink (Zn) och suspenderat material (SS) överskrider Göteborg Stads riktvärden. Observera att halterna gäller före rening och fördröjning.

4.2

Rening av dagvatten, principer

Majoriteten av de studerade ämnena är partikelbundna. I och med de höga halterna av suspenderat material (SS) bör införandet av ett trögt system, som tillåter sedimentation, bidra starkt till att förbättra vattenkvaliteten med avseende på flertalet studerade ämnen. Reningseffekten för olika typer av

dagvattenlösningar är dock svår att fastslå. Programvaran StormTac, som beräknar halter av föroreningar i dagvatten, erbjuder ännu inte ett verktyg som visar reningseffekten av olika dagvattenlösningar. StormTac har däremot redan nu en databas som innehåller en sammanställning av forskning inom området. Även VISS presenterar i sin databas funktion och reningseffekt för olika dagvattenlösningar. Liknande information finns sammanställd i Stockholm Vattens rapport *Rening av dagvatten*.

Tabell 6 visar reningseffekten hos gröna tak och makadamdiken/stenkistor. Motsvarande data för kassetmagasin saknas.

Tabell 6. Reningseffekt för olika dagvattenanläggningar. Data från StormTacs sammanställning av forskningsrapporter inom området (makadamdike/stenkista, regnträdgård och gröna tak).

	Reningseffekt (%)										
	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	Hg	SS	olja
Gröna tak	-100	-200	60	0	75	90	25	35	-35	30	0
Makadamdike / - stenkista	60	50	75	80	85	60	70	55	45	90	90

Värt att notera är den negativa rening av fosfor, kväve och kvicksilver som gröna tak bidrar med. Det beror på att gröna tak kräver tillförsel av växtnäring, vilket kan ha negativ inverkan på recipienten.

Gröna tak har dock andra fördelar. På årsbasis reducerar de avrinningen med ca 50 % och anläggandet av gröna tak har även andra miljövinster så som rening av luft. Man har beräknat att 10 m² torktåliga gröna tak tar upp samma mängd koldioxid som ett träd. Takvegetation med blandade sedum- och mossarter håller dessutom bladmassa året runt och är därför en aktiv partikelrenare även på vintern när föroreningsbelastningen är som högst.

Reningen i stenkistor/makadamdiken bygger på sedimentation och fastläggning i infiltrationsmaterialet. Reningseffekten är ca 65 % för näringsämnen och 90 % för suspenderat material (Rening av dagvatten). Av det senare följer att även reningsgraden för partikulärt bundna föroreningar är hög. Enligt StormTacs databas ligger reningseffekten för metaller på 60-85 %. Vidare visar den sammanvägda siffran att stenkistor fångar olja effektivt (90 %).

Viss rening sker i den sandfångsbrunn som föregår magasinet. Enligt VISS fångar sandfångsbrunnar effektivt partiklar större 254 mikrometer, medan reningen av lösta föroreningar är mycket låg. Data för kväve- och fosforreduktion är svårt att hitta. Reningseffekten för en sandfångsbrunn kan eventuellt förbättras genom komplement av filterinsats i brunnen.

Stenkistor ger en hög dokumenterad reningseffekt och bör därför, där det är möjligt, väljas framför kassetmagasin.

4.3

Rening av dagvatten för principförslaget

Tabell 7 och 8 visar schablonmässig rening i makadamdike/stenkista för den västra respektive östra delen av planområdet.

Tabell 7. Reningseffekt för stenkista/makadamdike i planområdets västra del.

Ämne	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	Hg	SS	olja
Beräknad årsmedel-konc. (µg/l)	170	2000	21	57	160	0,36	6,4	4,0	0,98	47000	380
Riktvärden (µg/l)	50	1250	14	10	30	0,4	15	40	0,05	25000	1000
Reduktion (%)	65	65	60-85	60-85	60-85	60-85	60-85	60-85	60-85	90	90
Konc. efter rening (µg/l)	60	700	3-8	9-23	24-64	0,05-0,14	1,0-2,6	0,6-1,6	0,1-0,4	4700	38

Tabell 8. Reningseffekt för stenkista/makadamdike i planområdets östra del.

Ämne	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	Hg	SS	olja
Beräknad årsmedel-konc. (µg/l)	160	2200	2,8	160	40	0,17	4,7	3,2	0,043	34000	390
Riktvärden (µg/l)	50	1250	14	10	30	0,4	15	40	0,05	25000	1000
Reduktion (%)	65	65	60-85	60-85	60-85	60-85	60-85	60-85	60-85	90	90
Konc. efter rening (µg/l)	56	770	0,4-1,1	24-64	6-16	0,03-0,07	0,7-1,9	0,5-1,3	0,006-0,02	3400	39

Även efter rening överstiger halterna för fosfor, koppar, zink och kvicksilver riktvärdena i det västra avrinningsområdet; medan endast fosfor och koppar överstiger riktvärdena i det östra avrinningsområdet.

Förslaget med stenkista innebär dock en betydande rening av dagvattnet från det planerade området.

5. Investering, drift och skötsel

Investeringskostnaden för en stenkista kan variera mycket. Nedan presenteras kostnader baserade på å-prislista markarbeten 2012 Norconsult, tidigare erfarenheter från liknande projekt samt insamlad kostnadsinformation från olika

VA-produktleverantörer och entreprenörer. Tabell 9 visar en grov uppskattning av investeringskostnaden för föreslagna stenkistor.

Tabell 9. Uppskattning av investeringskostnader för stenkistor.

Typ	Antal	å-kostnad	Totalt	Anmärkning
Jordschakt	Ca 846 m ³	160	135400	För magasin
Fyllning (makadam)	Ca 846 m ³	105	89000	
Fiberduk	Ca 1856 m ²	15	27800	För magasin
Brunn m sandf.	2 st	80000	16000	Innan magasin
Dräneringsledningar	Ca 200 m	30	6000	
Reglerbrunn	2 st	25000	50000	Efter magasin
Totalt	Från SEK 320 000 SEK			

Generellt är drift- och underhållsinsatsen måttlig för makadamfyllda magasin, men stenkistor är svåra att rensa och behöver därför föregås av sandfångsbrunnar eller filter. Dessa måste tömmas/bytas regelbundet för att fungera tillfredställande. Även dräneringsrör i anläggningen bör genomspolas regelbundet. Att sopa gatorna regelbundet hjälper också till att minska mängden partiklarna som vid regn sköljs med dagvattnet ner till magasinet och minskar på så vis risken för igensättning.

Livslängden för en stenkista uppskattas till några årtionden, men i och med att det är igensättningsrisken som är den största avgörande faktorn ökar livslängden om anläggningen sköts regelbundet. Reinvesteringskostnaden för en stenkista är investeringskostnaden plus ca 1060 kr/m² (inkl rivning och återställning av gata).

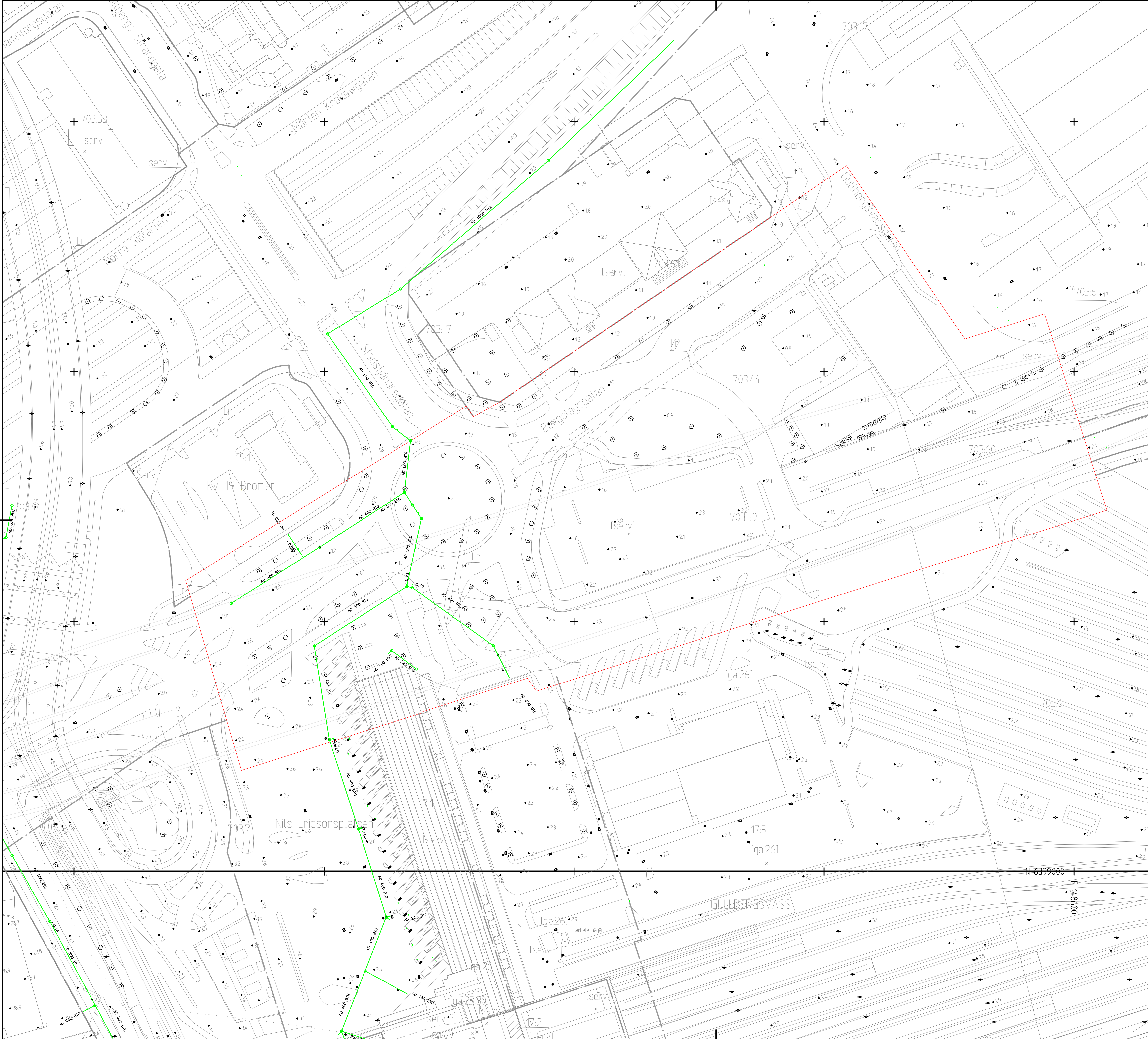
Tillgänglighet för drift och underhåll är också viktigt. I starkt trafikerade gator eller kollektivtrafikstråk måste föreslagna underjordiska anläggningar vara placerade så att driftsfordon kan stå vid sidan om. I Tabell 10 anges en uppskattning av driftbehov och driftkostnader för stenkistor.

Tabell 10. Sammanställning av driftbehov och driftkostnad.

Slamsugning dagvattenbrunn ingår i kostnad för rensning/slamsugning av dränsystem	4 ggr/år
Rensning/slamsugning dränsystem i stenkistor	1 ggr/år ca 8000 kr/år

Kontinuerligt underhåll med slamsugning minskar också risken för att intensiva regn ska skölja ut sedimenterade föroreningar ur anläggningen.

XREF: ...MODELL\0000201 2009-08-17 08:3
...MODELL\0000001 2009-08-17 08:16
...MODELL\0000702 2009-06-16 07:16



FÖRKLARINGSTEXT

	PLANOMRÅDESGRÄNS
	FRAMTIDA TUNNELSTRÄCKNING
	BEFINTLIG TRÄD
	BEFINTLIG DAGENVATTENLEDNING

KOORDINATSYST
- XXX

REV	ANT	ÄNDRINGEN AVSER	GODK	DATUM	VV DATUM	VV DIARIENUMMER
GRANSKNINGSUNDERLAG						
STATION CENTRALEN, GBG						
UPPRÄTTAD AV Ramboll Sverige AB SKEPPSGATAN 5 211 19 MALMÖ TEL: 010-615 54 00 FAX: 010 615 20 00						
UPPRÄGSAUSVÄRDE V.LIDSTRÖM		UPPRÄGNUMMER 1320018290		PLAN BEFINTLIGA FÖRHÅLLANDEN DAGVATTEN		
KONSTR S. WESTERGREN	GRANSK L. SJÖGREN	KONSTRUKTIONSNR	FORMAT A1	SKALA 1:750	RITNINGSNR	
MALMÖ 2016-02-29		OBJEKT NR	BILAGA 1			REV

Bilaga 2

Dimensionerande regnintensitet

Vid beräkning av dimensionerande regnintensitet används följande formel:

$$i(t_r, Z) = 2,78(a + Zb)c$$

där $i(t_r, Z)$ är regnintensiteten för valfri ort i Sverige (l/s,ha), Z är en regional parameter – 26 för Göteborg, t_r är regnets varaktighet (minuter), a, b, c är parametrar beroende av återkomsttiden T (månader) och t_r .

Enligt P90 ska instängd område inom citybebyggelse dimensioneras för ett 10-årsregn med 10 minuters varaktighet. Det ger en regnintensitet på 244 l/s, ha. En klimatfaktor på 20% ger istället en regnintensitet på 293 l/s, ha.

Dimensionerande flöden

Dimensionerande flöde $q_{d, dim}$ (l/s), ges av

$$q_{d, dim} = A\phi i_A$$

där A är avrinningsområdets area (ha), ϕ avrinningskoefficienten, i_A dimensionerande regnintensitet (l/s, ha).

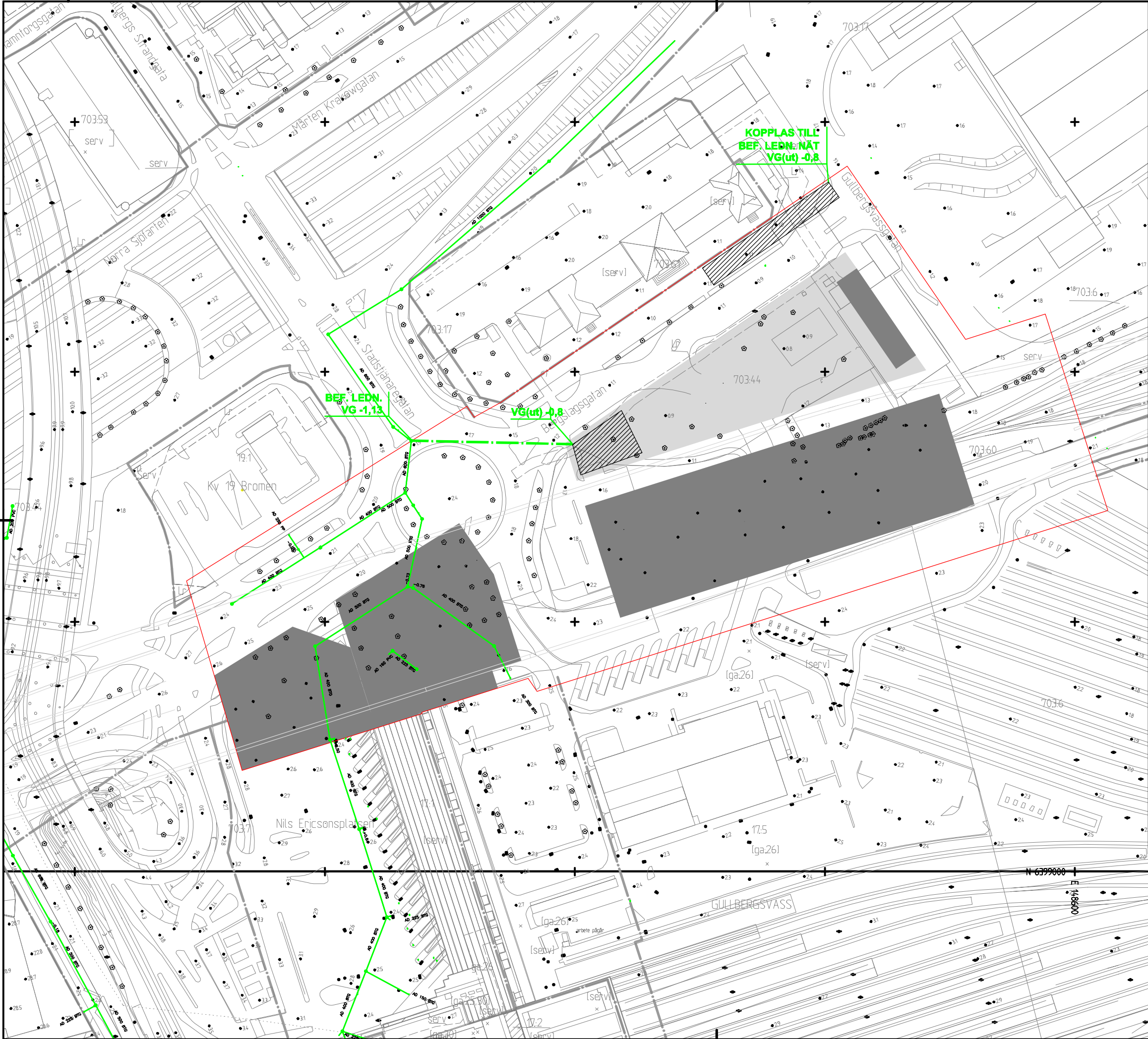
Befintliga och framtida förhållanden redovisas i tabell 2:1-2 nedan.

Tabell 2:1. Befintliga förhållanden för 10 minuters 10-årsregn och 10 minuters 100-årsregn (exkl. klimatfaktor 1,2).

Område	Area (ha)	Avrinn. koeff.	Reducerad area (ha)	Flöde 10-årsregn (l/s,ha)	Avrinning (l/s)	Flöde 100-årsregn (l/s,ha)	Avrinning (l/s)	10 mm fördröjn. (m ³)
Slutet byggnadssätt, ingen vegetation	4,19	0,7	2,93	244	715	563	1649	---

Tabell 2:2. Framtida förhållanden för 10 minuters 10-årsregn och 10 minuters 100-årsregn (inkl. klimatfaktor 1,2).

Område	Area (ha)	Avrinn. koeff.	Reducerad area (ha)	Flöde 10-årsregn (l/s,ha)	Avrinning (l/s)	Flöde 100-årsregn (l/s,ha)	Avrinning (l/s)	10 mm fördröjn. (m ³)
Väg/gata	1,58	0,8	1,26	293	371	675	854	126
Torg	0,29	0,8	0,23		68		156	23
Park	0,50	0,1	0,05		15		34	5
Grönt tak	0,98	0,6	0,59		172		396	59
Tak och övrig kvartersmark	0,84	0,9	0,75		221		509	75
TOTALT	4,19	(0,69)	2,89		847		1950	289



FÖRKLARINGSTEXT

- PLANOMRÅDESGRÄNS
- FRAMTIDA TUNNELSTRÄCKNING
- BEFINTLIG TRÄD
- BEFINTLIG DAGENVATTENLEDNING
- NY DAGENVATTENLEDNING
- FÖRDRÖJNINGSVOLYM

KOORDINATSYSTEM:
- XXX

HÖJDSYSTEM:
- XXX

REV	ANT	ÄNDRINGEN AVSER	ODK	DATUM	VV DATUM	VV DIARENUMMER
GRANSKNINGSUNDERLAG						
STATION CENTRALEN, GBG						
UPPRÄTTAD AV Ramboll Sverige AB SKEPPSGATAN 5 211 19 MALMÖ TEL: 010-615 54 00 FAX: 010 615 20 00			RAMBOLL			
UPPRÄGGSANSVARIG V.LIDSTRÖM			UPPRÄGGSNUMMER 1320018290			
KONSTR. S. WESTERGREN			GRANSK. L. SJÖGREN		KONSTRUKTIONSR	FORMAT A1
MÄLMÖ 2016-02-29			OBJEKT NR		SKALA 1:750	REVISION BILAGA 3

REF: .\MODELL\00000001 2009-08-17 08:13
..MODELL\00000001 2009-08-17 08:16
..MODELL\00000001 2009-08-16 07:16