

2018-10-09

Dagvattenutredning



Projekt: Detaljplan för Verksamheter m.m. vid Volvo Lundby

Beställare: Sirpa Antti-Hilli, Eva-Marie Pålsson, Janna Bordier Stadsbyggnadskontoret

Projektledare: Milijana Popovic, UPS, Kretslopp och vatten

Handläggare: Emily Margossian, UPR, Kretslopp och vatten

Kvalitetsgranskare: Helena Frohm, UPR, Kretslopp och vatten



Göteborgs Stad
Kretslopp och vatten



Utveckling och projektavdelningen
Enheten för Regn, Rening, Recipient

Sammanfattning

På uppdrag av Stadsbyggnadskontoret i Göteborg har Kretslopp och vatten utrett dagvattensituationen för detaljplaneområdet Volvo Lundby. Planområdet är ca 40 ha stort och beläget på Hisingen, ca 2,5 km väster om Göteborgs centrumkärna.

Idag är det industri med inslag av kontor inom området. Efter exploatering kommer planområdet att förtätats med ytterligare byggnader för verksamheter i form av industri, kontor och centrumändamål samt underjordiska parkeringsgarage. Ytskikten utgörs i dagsläget och efter exploatering av främst tak och asfalterade parkeringar. Även en större park planeras på kvartersmark inom området. Inom planområdet förekommer förorenad mark. Dagvattenanläggningar ska tätas om risk för spridning av föreningar föreligger.

Kapaciteten i det allmänna ledningsnätet bedöms vara bristande, varvid en separat riskutredning med åtgärdsförslag behöver genomföras i senare skede. Orsaken till kapacitetsproblemen bedöms ej bero på planerade tillbyggnader utan beror på att befintligt nät är dimensionerat enligt tidigare dimensioneringsstandarder med en lägre säkerhet. Föreliggande utredning ger preliminära rekommendationer gällande möjliga kapacitetshöjande åtgärder på allmän plats. Det är av stor vikt att stadens krav om fördröjning motsvarande 10 mm/m² hårdgjord yta anläggs på hårdgjorda ytor för att inte öka belastningen på ledningsnätet. Vidare ska dagvattnet renas enligt Göteborgs stads reningskrav. De allmänna ytorna inom planområdet utgörs av gatumark. För Gropegårdsgatan föreslås dagvattnet initialt avvattnas till en torr damm. I ett senare skede när vägsektionen breddas med kollektivtrafikkörfält föreslås avvattning ske till biofilter/regnbäddar mellan ny GC-väg och körbana och efterföljande torr damm. I Prästvägen föreslås en ny dagvattenledning anläggas i GC-vägen och vidare västerut genom Institutsgatan, där ledningen kan fungera som ett rörmagasin i kombination med ett öppet dike för utjämning. Ny avfartsgata från Lundbyleden till Gropegårdsgatan föreslås avvattnas till svackdike respektive torr damm som utjämnar och renar.

På kvartersmarken föreslås avvattning ske till två dammar för rening och fördröjning samt som även hanterar skyfall. För att ej försämra situationen vid ett skyfall är det av vikt att minst en av dessa dammar anläggs. Skulle det råda platsbrist kan eventuellt en damm utgå till förmån för en eller flera andra mer platseffektiva fördröjningslösningar med likvärdig rening. I övrigt föreslås dagvattnet avledas till makadambäddar för rening och utjämning som även kan kombineras med dagvattenkassetter för att uppnå en mer utrymmeseffektiv fördröjning. Minsta yta för rening/infiltration genom makadam måste dock finnas tillgänglig för att erforderlig rening ska uppnås. Om man önskar minska erforderligt ytbehov för fördröjning och rening på marken kan även dagvattenlösningar anläggas i garage eller på tak i form av takträdgårdar. För att möjliggöra lösningar på tak är det viktigt att nockhöjden i detaljplanen medger detta.



Innehållsförteckning

1.	Projektbeskrivning.....	4
1.1	Syfte.....	6
1.2	Underlagsmaterial.....	6
2.	Förutsättningar.....	7
2.1	Miljökvalitetsnormer (MKN)	7
2.2	Riktvärden och reningskrav för dagvatten.....	7
2.3	Funktionskrav för dagvattensystem.....	8
2.4	Göteborgs stads fördröjningskrav.....	9
3.	Befintliga förhållanden.....	10
3.1	Geoteknik, grundvatten och markmiljö	11
	Spetspågen.....	12
	Pentaområdet	12
	Huvudområdet	12
	Sydligaste området (f.d. ESAB-området).....	13
3.2	Recipient och avrinningsområden	14
	Göta älv	15
	Kvillebäcken.....	15
3.3	Höga vattenstånd	16
3.4	Dikningsföretag	16
4.	Föroreningsbedömning.....	17
5.	Kapacitetsbedömning	18
6.	Föreslagen dagvattenhantering m.h.t. flödesutjämning och rening.....	27
6.1	Kvartersmark	28
6.2	Allmän platsmark.....	32
6.3	Resultat från föroreningsmodellering	39
6.4	Exploateringens påverkan på MKN för vatten	42
6.5	Funktion, drift och underhåll	43
6.6	Investerings- och driftkostnad	44
	Schablonsiffror investeringskostnader	44
	Driftskostnader	45
	Drift- och underhållskostnader för dagvattenanläggningar under mark	45
7.	Slutsatser	46
	Bilaga 1. Beräkning av föroreningsbelastning	48
	Bilaga 2. Föreslagen dagvattenhantering	52



1. Projektbeskrivning

På uppdrag av Stadsbyggnadskontoret i Göteborg har Kretslopp och vatten fått i uppdrag att utreda dagvattensituationen i samband med detaljplanearbete för Volvo Lundby. Planområdet är beläget på Hisingen, ca 2,5 km väster om Göteborgs centrumkärna, se *Figur 1*. Området avgränsas av Hjalmar Brantingsgatan i norr, Fyrväpplingsgatan i väster, Ramberget i öster och Lundbyleden i söder.



Figur 1. Planområdets placering markerat med rött (hämtat från planbeskrivningen daterad 2017-12-19, 2018-03-02)

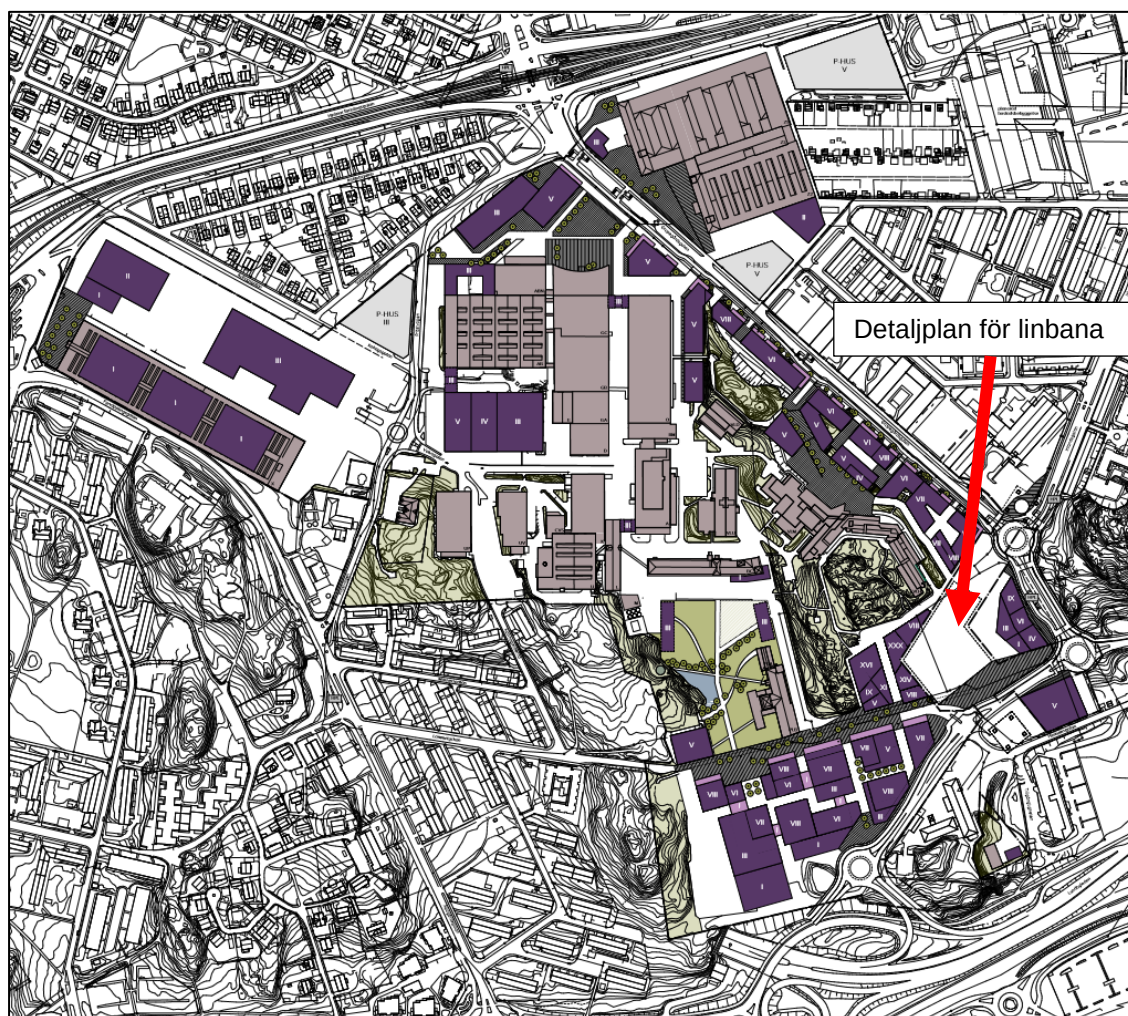
Planområdet omfattar cirka 40 hektar och marken ägs av AB Volvo till största delarna. Idag är det industri med inslag av kontor inom området. Efter exploatering kommer planområdet att förtätats med ytterligare byggnader för verksamheter i form av industri, kontor och centrumändamål. Även en större park planeras på kvartersmark inom området.

De allmänna ytorna inom planområdet utgörs av de större gatorna i området; Gropegårdsgatan i öster, Prästvågen i väster samt en ny planerad avfart från Lundbyleden i söder till Volvo. Det är inte klarlagt vilken del av avfarten i söder som kommer att bli Trafikverkets och vilken del som kommer att bli Trafikkontorets. För framtida dagvattenhantering studeras även Solskiftesgatan norr om planområdet, då en ny GC-väg planeras utmed denna, den är dock inte del av planområdet. Även utmed Prästvågen planeras en GC-väg byggas ut. Gropegårdsgatan kommer att breddas för att inrymma kollektivtrafikkörfält.

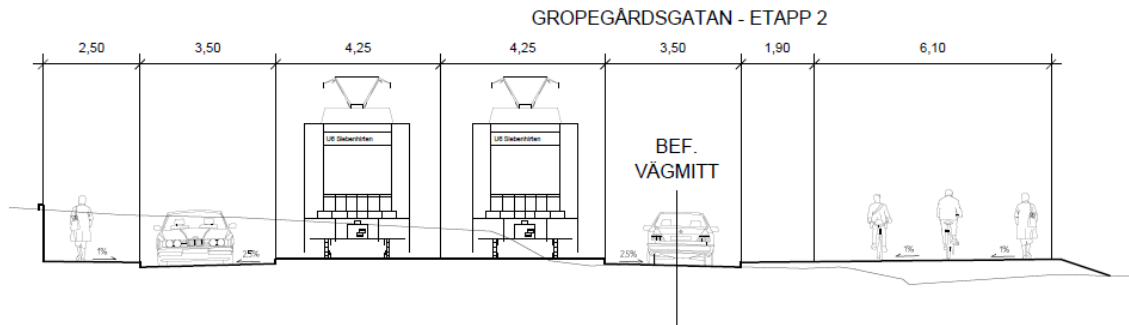


I *Figur 2* kan illustrationsritningen från samrådet ses. Denna har justerats något till granskningen men bedöms inte påverka föreslagen dagvattenhantering. I *Figur 3* kan även en tidig sektion för Gropegårdsgatan ses. Gropegårdsgatan byggs ut i etapper och i ett första steg kommer endast gatan breddas västerut med en GC-väg på omkring 6 m. Väster om GC-vägen planläggs ett vägreservat för framtida breddning av Gropegårdsgatan med ett kollektivtrafikstråk. GC-vägen förläggs då längre västerut och körytorna utökas. Total vägsektion kommer då att uppgå till ca 26 m.

I direkt anslutning till föreliggande detaljplan kommer en detaljplan för en linbanestation att upprättas. Detta innebär att Volvos byggnader kommer att kunna ses från ovan. AB Volvo ser positivt på kreativa och nytänkande lösningar för dagvattenhanteringen i området.



Figur 2. Illustrationsritning där mörklila byggnader motsvarar tillbyggnader och gråbruna är befintliga byggnader. Ljusgråa ytor motsvarar nya parkeringshus. I söder kan planerad avfart från Lundbyleden ses. I sydost planeras en ny linbanestation (2017-12-19)



Figur 3. Principsektion för framtida Gropegårdsgatan

1.1 Syfte

Syftet med utredningen är att ta fram förslag på hur dagvatten kan hanteras och samordnas med skyfallshanteringen inom planområdet på ett hållbart sätt. Det innebär att bl.a. fördröjning och rening av dagvatten studeras samt avledning av dagvatten och skyfall.

1.2 Underlagsmaterial

Till föreliggande utredning har följande material utgjort underlag:

- Geoteknisk utredning (WSP, 2017-05-10)
- Illustrationsritning daterad 2017-12-19
- Trafikförslag, daterat 2018-03-19
- Markmiljö, hanteringsrutin (Volvo, 2017-11-10)
- Planbeskrivning Detaljplan för Verksamheter m.m. vid Volvo Lundby (2017-12-19)
- Plankarta med bestämmelser
- Skyfallsutredning (DHI, 2017-10-16)
- Reningskrav för dagvatten (Kretslopp och vatten, 2017-03-02)



2. Förutsättningar

Ett flertal förutsättningar är styrande i arbetet med dagvattenfrågor inom och i anslutning till utredningsområdet. Dessa sammanställs i efterföljande stycken.

2.1 Miljökvalitetsnormer (MKN)

Europaparlamentet införde år 2000 ramdirektivet för vatten (2000/60/EC), även kallat Vattendirektivet, med målsättningen att uppnå vattenkvalitet av god status inom hela EU. För att uppnå god vattenstatus sätts kvalitetsmål i form av s.k. Miljökvalitetsnormer (MKN) för vattenförekomster. MKN uttrycker den ekologiska potential och kemiska kvalitet som ska ha uppnåtts vid en viss tidpunkt.

I Sverige har Vattenmyndigheterna, Länsstyrelserna samt Havs och vattenmyndigheten utarbetat MKN för de vattenförekomster som är definierade inom vattenförvaltningsarbetet.

Arbetet med vattenförvaltningen drivs i förvaltningscykler om sex år, vilket bl.a. innebär att en ny statusklassning genomförs vart sjätte år. Den första cykeln avslutades år 2009, den följande år 2015 och nästkommande cykel avslutas följaktligen år 2021.

2.2 Riktvärden och reningskrav för dagvatten

Dagvatten förorenas av bl.a. utsläpp från trafik, byggnadsmaterial och luftburna föroreningar. Dagvatten från parkeringsytor, industriområden och högtrafikerade vägar är särskilt förorenat.

För att minska dagvattnets påverkan på våra vattendrag har Miljöförvaltningen i Göteborg har tagit fram särskilda riktlinjer och riktvärden för utsläpp av förorenat vatten och dagvatten (2013). Dessa riktvärden uttrycks generellt som årsmedelhalter i form av föroreningsmängd per liter dagvatten. Som ett komplement till dessa riktlinjer har Göteborgs stad utarbetat vägledningen *Reningskrav för dagvatten* (2017-03-02) där bl.a. styrande målvärden och riktvärden anges beroende av recipientens känslighet.

I vägledningen ges en indikation på typ av rening som krävs baserat på recipientens känslighet samt ytan som avvattnas. I *Tabell 1* kan en matris för denna klassificering ses. Matrisen gäller för nybyggnation eller större ombyggnation.

Tabell 1. Matris för dagvattenrening. Blå celler markerar de fall som behöver anmälas till Miljöförvaltningen. Avstämt med Miljöförvaltningen 161027.

Recipient	Hårt belastad yta	Medelbelastad yta	Mindre belastad yta
Mycket känslig	Omfattande rening	Rening	Enklare rening
Känslig	Rening	Enklare rening	Fördröjning
Mindre känslig	Rening	Enklare rening	Fördröjning



2.3 Funktionskrav för dagvattensystem

Funktionskraven för nya dagvattensystem regleras i Svenskt vattens publikation P110 *Avledning av dag- drän- och spillvatten* (2016). I och med denna publikation ökar funktionskraven (säkerheten) i det allmänna dagvattensystemet jämfört med tidigare. Enligt P110 ska även tillkommande dagvattensystem (=förtätning av befintligt) ha samma funktionskrav som nya system vilket medför att tillkommande system behöver ta mer ytor i anspråk än tidigare. Dessutom måste planering ske för framtida klimatförändringar eftersom nederbörden och därmed belastningen på dagvattensystemen förväntas öka. Funktionskraven för dagvattensystem vid förtätning och/eller nybyggnation sammanfattas i *Tabell 2*.

Tabell 2. Minimikrav för återkomsttider för regn vid dimensionering av nya dagvattensystem enligt P110 (Svenskt vatten, 2016), med markerat dimensioneringskrav för planområdet.

	VA-huvudmannens ansvar		Kommunens ansvar
	Återkomsttid för regn vid fylld ledning	Återkomsttid för trycklinje i marknivå	Återkomsttid för marköversvämning med skador på byggnader
Nya duplikatsystem			
Gles bostadsbebyggelse	2 år	10 år	>100 år
Tät bostadsbebyggelse	5 år	20 år	>100 år
Centrum- och affärsområden	10 år	30 år	>100 år

För aktuellt planområde som bedöms motsvara ett *centrum- och affärsområde* ska således dagvattensystemen kunna avleda ett regn med 30 års återkomsttid utan att marköversvämning sker (trycklinjen i dagvattensystemet stiger till marknivå). Vidare ska ledningar kunna avleda ett regn med 10 års återkomsttid utan att kapaciteten i ledningen överskrids, d.v.s. utan att det dämmer bakåt i systemet.

Om uppdimensionering, för att uppfylla kraven enligt P110, bedöms bli för omfattande för dagvattensystem som ligger nedströms det förtätade områden och nedströms tillkommande system är Kretslopp och vattens bedömning att funktionskraven enligt den tidigare publikationen P90 *Dimensionering av allmänna avloppsledningar* (2004) ska vara uppfyllda.



I Tabell 3 kan funktionskraven enligt P90 ses.

Tabell 3. Återkomsttider för regn vid dimensionering av avloppssystem enligt P90 (Svenskt vatten, 2004), med markerat dimensioneringskrav nedströms planområdet.

Typ av område	Dimensionering för fylld ledning		Återkomsttid för trycklinje i	
	Dagvatten- ledning	Kombinerad ledning	Marknivå för dagvatten- ledning****	Källarnivå för kombinerad ledning
Ej instängt* område utanför citybebyggelse	1 år	5 år	10 år	10 år
Ej instängt* område inom citybebyggelse	2 år	5 år	10 år	10 år
Instängt område utanför citybebyggelse	5 år	10 år	10*** år	10** år
Instängt område inom citybebyggelse	10 år	10 år	10*** år	10** år

* Ett område varifrån dagvattnet ytleddes kan avledas med självfall.
** När dimensionerande återkomsttid för fylld ledning är 10 år blir återkomsttiden för trycklinje i källargolvsnivå större än 10 år.
*** När dimensionerande återkomsttid för fylld ledning är 5-10 år kommer återkomsttiden för uppdämning till marknivå att bli längre än 10 år. Kravet är dock att återkomsttiden ska vara minst 10 år.
**** Marknivådimensionering förutsätter att eventuellt självfallsanslutna dränvattenledningar är belägna högre än marknivån i förbindelsepunkten eller att husgrunden tål kortvarig uppdämning.

Ledningarna inom planområdet ska klara av att avleda ett 30-årsregn innan marköversvämning sker (inkl. klimatfaktor om 1,25). Dimensioneringskravet för fylld ledning är samma i P90 och P110, d.v.s. ledningen ska klara av att avleda ett regn med 10 års återkomsttid utan att dämning sker. Ledningar nedströms planområdet ska klara av att avleda åtminstone ett 10-årsregn utan att marköversvämning sker, enligt P90.

2.4 Göteborgs stads fördröjningskrav

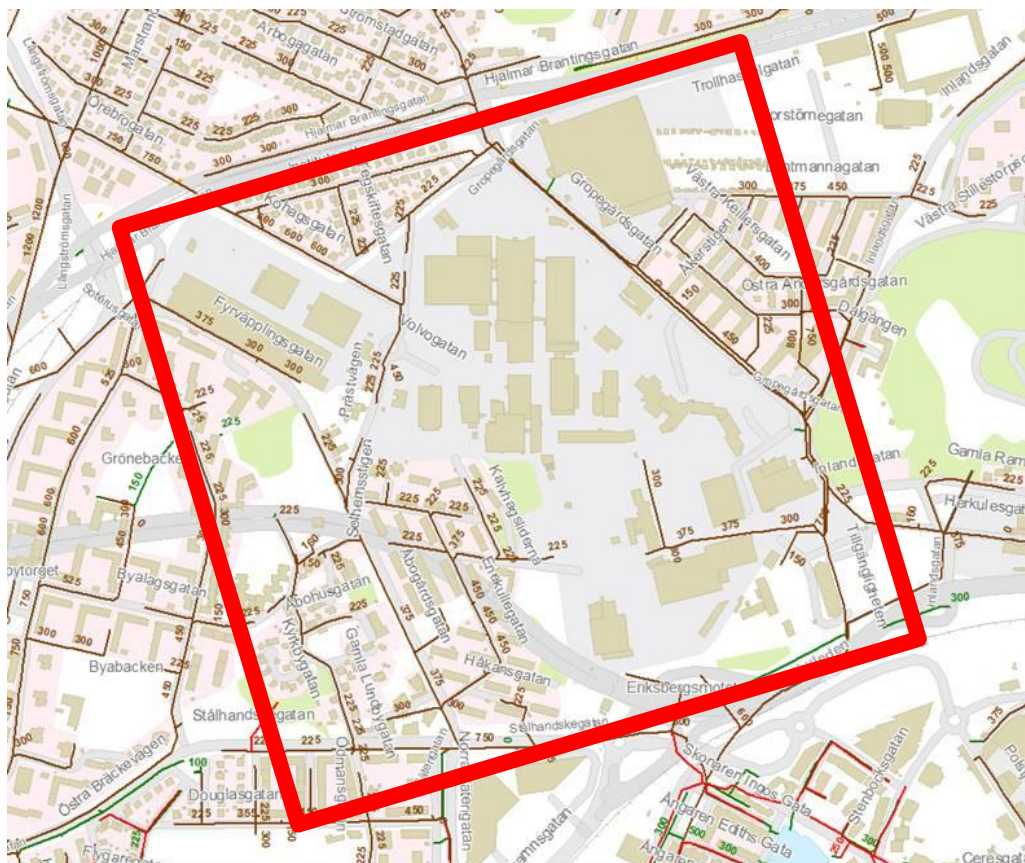
Göteborgs stad ställer krav på att dagvatten från hårdgjorda ytor ska fördröjas motsvarande 10 mm dagvatten per kvadratmeter reducerad yta.

3. Befintliga förhållanden

En översiktlig inventering i fält utfördes 2018-02-22. Vid platsbesöket var det minusgrader och föregående dagar hade det snöat. Inga märkvärda vattenansamlingar noterades vid platsbesöket.

Planområdet är till största delen hårdgjort med öppna asfalterade parkeringsytor, uppställningsytor, kontorsbyggnader, bensinstation, parkeringshus och parkeringsdäck, verkstad, tvätthall, restaurang och mindre naturmarksytor som till stor del utgörs av berg i dagen. Området är delvis kuperat, med nivåer som varierar mellan ca +7 m i söder och +37 m i den sydvästra delen.

I *Figur 4* kan det allmänna dag- och spillvattennätet i anslutning till planområdet ses. Området omges av kombinerade ledningar (som avleder både dag- och spillvatten). På kvartersmarken är dagvattensystemet både kombinerat och till viss del separerat. Främst i nyare delar är det separerat. I samband med framtida ombyggnader uppges att separata ledningar för spill- och dagvatten planeras på kvartersmark i det södra området.



Figur 4. Befintligt kombinerat dagvattennät i anslutning till planområdet



Figur 5. Bild tagen mot norr i den södra delen av planområdet mot huvudbyggnaden för Volvo Trucks. På dessa ytor planeras nya byggnader och en park

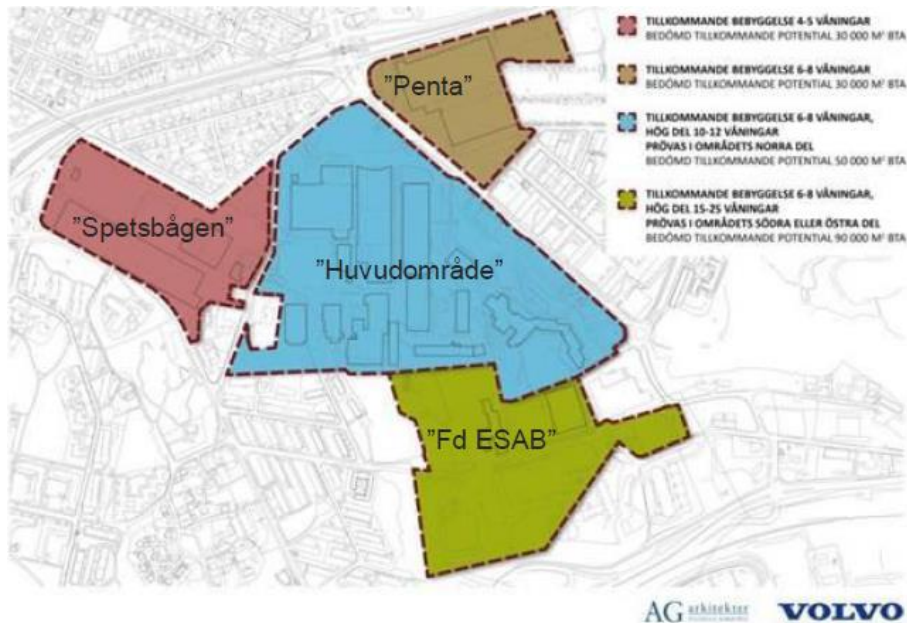
3.1 Geoteknik, grundvatten och markmiljö

I följande avsnitt sammanfattas information av betydelse för framtida dagvattenhantering från *Volvo Campus Lundby - Geoteknisk utredning för detaljplan, PM Geoteknik* (2016-15-16, rev. C 2017-05-10) samt från *Hanteringsrutin markarbeten inom AB Volvos verksamhetsområde i Lundby, Göteborg* (2017-11-13).

Den generella jordlagerföljden inom området är fyllnadsmassor ovan lera som vilar på friktionsjord ovan berg. Det finns ett undre grundvattenmagasin i friktionslagret ovan berg samt ett ytligare.

Inom AB Volvos verksamhetsområde uppträder ställvis föroreningar av olika slag i både jord och grundvatten. I fyllnadsmaterial kan höga halter av metaller, oljor, BTEX samt PAH'er påträffas. För dessa ämnen har halter över *Avfall Sveriges* rekommenderade haltgränser för farligt avfall (FA) påträffats i fyllnadsmaterial i olika delar av området. Vidare har höga halter av klorerade alifater/vinylklorid uppmätts, främst i det djupare grundvattnet ovan berg. Det förekommer dock stora variationer i markens föroreningsgrad inom planområdet, från rent till områden med lokalt höga halter.

I *Figur 6* kan en indelning i olika delområden ses, baserat på geologiska variationer.



Figur 6. Indelning m.h.t. geologi (hämtat från Geoteknisk utredning för detaljplan, PM Geoteknik, WSP, 2016-15-16, rev. C 2017-05-10. Källa: AB Volvo)

Spetsbågen

Fyllningens mäktighet uppgår till ca 1 m. Lerans mäktighet varierar mellan 2-3 m i den sydvästra delen av området och 15-20 m inom större delen av området. Fast botten har uppmätts på ca 20 m djup.

Grundvattennivån ligger ca 1,5 m under befintlig marknivå. Dock uppges trycknivån i det undre magasinet ligga ca 0,5 m under markytan. Detta innebär att om lerlagret punkteras kommer grundvattennivån att ställa sig 0,5 m under markytan.

Pentaområdet

Närmast markytan utgörs jordlagren av silt och torrskorpelera till 3-4 m. Under torrskorpan varierar lerans mäktighet mellan 18-26 m. Fast botten har generellt påträffats på ca 20-30 m djup, men i nordost på endast ett fåtal meters djup (ca 3 m).

Grundvattennivån i det övre magasinet har uppmätts till ca 1,3 m under befintlig marknivå.

Huvudområdet

Detta område karaktäriseras av mycket varierande markförhållanden. Både berg i dagen förekommer, såväl som uppmätt fast botten på ca 25 m djup (i områdets norra hörn, vid korsningen Gropegårdsgatan-Solskiftesgatan). Fyllningens mäktighet varierar mellan



omkring 1-1,5 m (ställvis 2-3 m). Fyllningen uppges bestå av krossmaterial, byggnadsrester såsom tegel och finkornigare jordar såsom lera och silt.

Grundvattennivån i det övre och undre magasinet (under lerlagret) har observerats variera mellan 1-2 m under markytan i norr, respektive 1,5-3,5 m i de södra delarna.

Sydligaste området (f.d. ESAB-området)

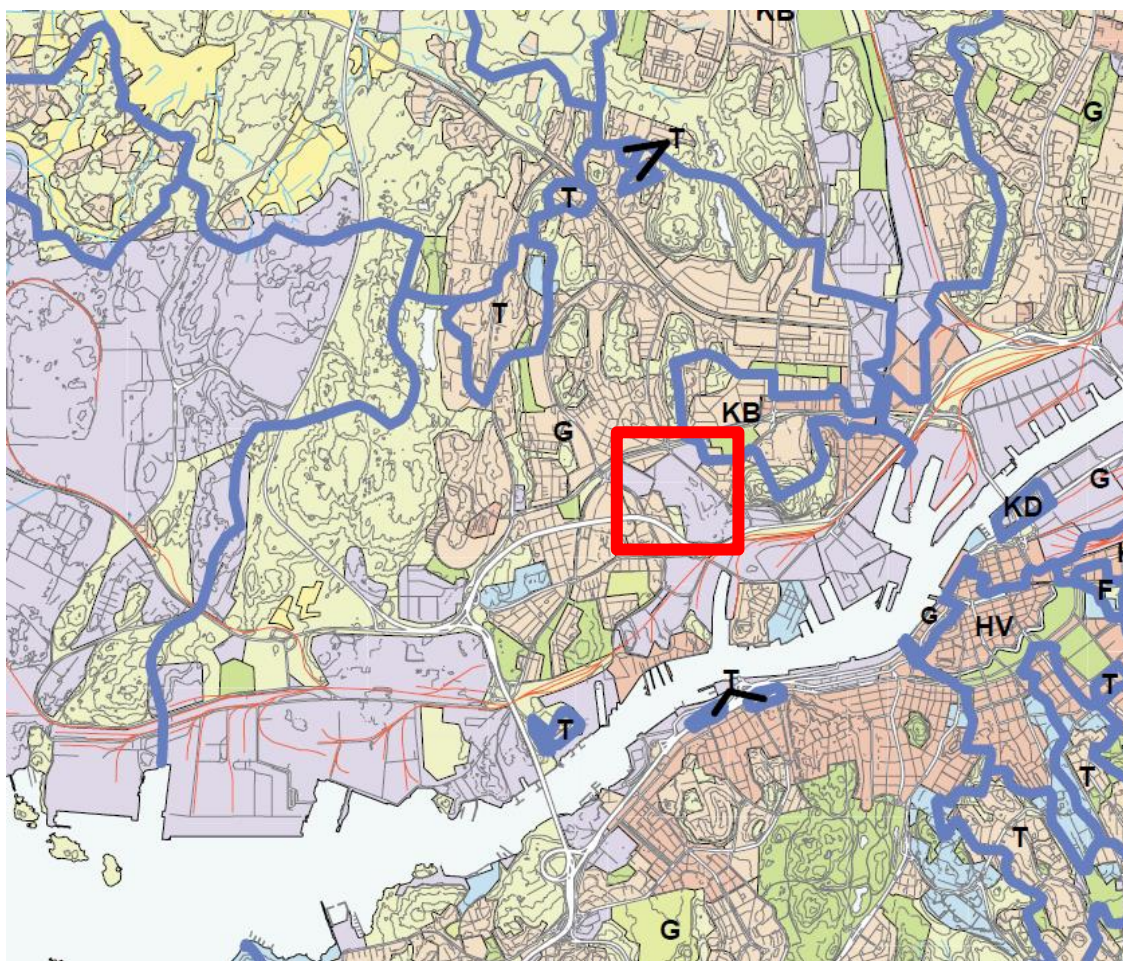
Inom detta område förekommer bergspartier i ytterkanterna och jorddjup omkring 20 m centralt i dalgångarna. Även här utgörs jordlagerföljden av fyllning (1-1,5 m i norr samt 3-8 m i söder) på lera som vilar på friktionsjord på berg. Djupet till fast botten varierar mellan ca 6-20 m.

Grundvattennivån i den norra delen av området uppmättes år 1989 till 1-1,8 m under marknivå, med sjunkande nivå åt söder. Lundbytunneln är belägen söder om området och invigdes år 1998, d.v.s. efter att grundvattenmätningarna genomfördes. Tunnelns eventuella inverkan på grundvattennivån i området uppges ej ha utretts inom ramen för föreliggande detaljplan.



3.2 Recipient och avrinningsområden

Planområdet avvattnas till kombinerade ledningar som vid kraftiga regn bräddar till Göta älv (nedströms intaget till vattenverket). Det nordöstra hörnet av planområdet, som idag utgörs av en parkering, avrinner till ett kombinerat nät som vid kraftiga regn bräddar till Kvillebäcken. De aktuella avrinningsområdenas utbredning framgår av *Figur 7*. Eftersom hela planområdet avvattnas till kombinerade ledningar för spillvatten och dagvatten avleds dagvattnet från planområdet i normalfallet till avloppsreningsverket, d.v.s. recipienterna påverkas endast då bräddning sker.



Figur 7. Karta över avrinningsområden. Rött område markerar planområdets ungefärliga utbredning. Planområdet är beläget i Göta älvs (G) avrinningsområde samt till viss del i Kvillebäckens avrinningsområde. (Bildkälla: Stadsbyggnadskontoret, VA-verket, Göteborg, 2002)



Göta älv

Dagvattnet bräddar till den del av Göta älv som i VISS benämns *Göta älv- Säveåns inflöde till mynningen vid Älvsborgsbron* (WA68736339 / SE640423-126995)

Recipienten berörs av MKN enligt Vattendirektivet och enligt Förordning (2001:554) om MKN för fisk- och musselvatten (fiskvatten). Kvalitetskraven är *God ekologisk potential* till år 2027 och *God kemisk ytvattenstatus* (undantaget tributyltenn-föreningar (TBT), bromerad difenyleter samt kvicksilver och kvicksilverföreningar).

Enligt den senaste statusklassningen är den ekologiska potentialen för vattendraget *otillfredsställande* (VISS, 2018) och den kemiska ytvattenstatusen klassas som *uppnår ej god* (även utan överallt överskridande ämnen).

Motiveringen till den ekologiska statusen grundar sig i hydromorfologiska förändringar genom fysisk påverkan.

Sveriges vattendrag har generellt för höga halter av kvicksilver och bromerade difenyletrar (PBDE). Halterna av kvicksilver och PBDE bedöms överskrida gränsvärdet i fisk i samtliga vattenförekomster i Sverige och beror av atmosfärisk deposition vars ursprung är långväga, globala atmosfäriska utsläpp från tung industri och förbränning av stenkolk. I Sverige har en stor mängd av det nedfallande atmosfäriska kvicksilvret under lång tid ackumulerats i skogsmarkens humuslager, varifrån det kontinuerligt sker läckage till ytvattnet med påföljande ackumulering i vattenlevande organismer och fisk. För de två parametrarna kvicksilver och PBDE finns ett undantag i form av mindre strängt krav, men försämringar får inte ske.

Generellt uppges miljöproblemen för vattendraget utgöras av påverkan från miljögifter och en betydande påverkanskälla uppges vara punktkällor i form av förorenade områden. Den kemiska statusen uppges vara god med avseende på industriella föreningar (undantaget PBDE) och bekämpningsmedel.

Statusen avseende näringsämnen är *god* och för förurning är statusen *hög*.

Kvillebäcken

Delar av dagvattnet bräddar vid kraftiga regn till Kvillebäcken (WA95875860 / SE640781-127057). Recipienten berörs av MKN enligt Vattendirektivet och omfattas av kvalitetskraven *God ekologisk status* till år 2027 och *God kemisk ytvattenstatus* (undantaget bromerad difenyleter samt kvicksilver och kvicksilverföreningar). Den kemiska statusen är inte kopplad till något årtal utan ska ha god kemisk status idag. Recipienten har idag *måttlig ekologisk status* och *uppnår ej god kemisk status* (VISS, 2018). Motiveringen till den ekologiska statusen grundar sig i hydromorfologiska förändringar genom fysisk påverkan. Stora delar av strandzonen har försvunnit eftersom



den har bebyggelse. Stränderna saknar därför många naturliga livsmiljöer för fiskar, smådjur och växter.

Motiveringen till kemisk status grundar sig i att det har saknats data för bedömning. Vidare är övergödning och miljögifter kända miljöproblem för recipienten.

3.3 Höga vattenstånd

Planområdet ligger ej i direkt anslutning till hav eller vattendrag och bedöms således ej riskera översvämning av höga vattenstånd.

3.4 Dikningsföretag

Dagvattnet från planområdet avleds ej i normalfallet till något dikningsföretag. Dock sker bräddning till Kvillebäcken som är ett dikningsföretag. Det är inte lagligt att öka flödet till dikningsföretag utan att ansöka om dispens.



4. Föroreningsbedömning

Dagvattnet från planområdet avrinner idag till kombinerade system, vilket motsvarar en *mindre känslig recipient* enligt Göteborgs stads recipientklassning. Den största delen av planområdet befinner sig inom Göta älvs avrinningsområde, nedströms intaget till vattenverket, vilket innebär att bräddning sker till denna recipient då ledningsnätets kapacitet överskrids, d.v.s. dagvattnet renas normalt sett i reningsverket innan det når Göta älv. Göta älv, nedströms intaget, motsvarar även det en *mindre känslig recipient* och således gäller samma reningskrav oavsett om det kombinerade systemet separeras eller behålls kombinerat. Dock uppnår inte Göta älv idag gällande MKN, varvid dagvattnet ska renas i möjligaste mån.

Det nordostligaste hörnet av planområdet befinner sig inom Kvillebäckens avrinningsområde och utgörs idag av en parkeringsyta. Kvillebäcken klassas som en *känslig recipient*. Dock avrinner dagvattnet till kombinerade ledningar även här, således sker endast bräddning till Kvillebäcken vid kraftigare flöden.

Planområdet är till största del ett kontors- och industriområde, dock utgörs ytorna främst av tak och större parkeringsytor samt parkområden. Det förekommer även tung trafik i området. Området bedöms motsvara en *medelbelastad yta* på gränsen till *hårt belastad yta* till följd av den tunga trafiken. Detta ger ett behov av *rening* eller *enklare rening*. *Rening* uppnås då dagvattnet avleds genom krossdike, biofilter/regnbäddar, magasin med filter, typ EcoVault eller liknande. *Enklare rening* motsvarar rening i t.ex. öppet dike, brunnfilter, torra dammar och olika typer av magasin med väl dimensionerade sandfång.

Trafiken på Gropegårdsgatan förväntas i framtiden kunna stiga från dagens ÅDT om 4000 till 10 000 (med ett halvt utbyggt mellan-scenario om ÅDT ca 6000). För avfarten från Lundbyleden prognosticeras framtida ÅDT uppgå till 15 000. Både Gropegårdsgatan och avfarten bedöms i framtiden således motsvara *hårt belastade ytor* och avrinnande vägvatten ska genomgå *rening*. I mellan-scenariot bedöms Gropegårdsgatan motsvara en *medelbelastad yta* och avrinnande vägvatten ska genomgå *enklare rening*.

För Prästvågen och Solskiftesgatan uppgår dagens ÅDT till ca 3000, vilket motsvarar en *medelbelastad yta*. Utmed Prästvågen och Solskiftesgatan planeras befintlig gångväg breddas. Avvattning sker till kombinerade ledningar och således är recipienten *mindre känslig*. Detta ger preliminärt ett behov av *enklare rening*.

Samtliga dessa tidiga bedömningar av reningsbehov har beaktats vid val av lämplig dagvattenhantering. Dock är det resultatet av en föroreningsmodellering som avgör vilken typ av reningsanläggning som slutligen ger erforderlig rening. I kapitel 6. *Föreslagen dagvattenhantering m.h.t. flödesutjämning och rening* presenteras föreslagen dagvattenhantering samt resultatet från föroreningsmodelleringen.



5. Kapacitetsbedömning

För att bedöma planerad exploaterings påverkan på befintliga dagvattensystem studeras befintliga och framtida dagvattenflöden från området. Beräknade flöden sätts i relation till kapaciteten i befintligt dagvattensystem.

Kapaciteten på privata ledningar inom kvartersmark studeras ej inom ramen för denna utredning. Fastighetsägaren ansvarar själv för att kontrollera kapaciteten på dennes nät. Erhållet privat ledningsunderlag är ej helt komplett med vattengångsnivåer och kopplingar mellan samtliga brunnar på kvartersmark, vilket försvårat möjligheterna att avgöra vilka ytor som avvattnas till vilka brunnar. I dessa fall antas avrinningsriktning utifrån befintliga marknivåer.

För uppskattning av kapaciteten i det befintliga dagvattensystemet har modellering genomförts.

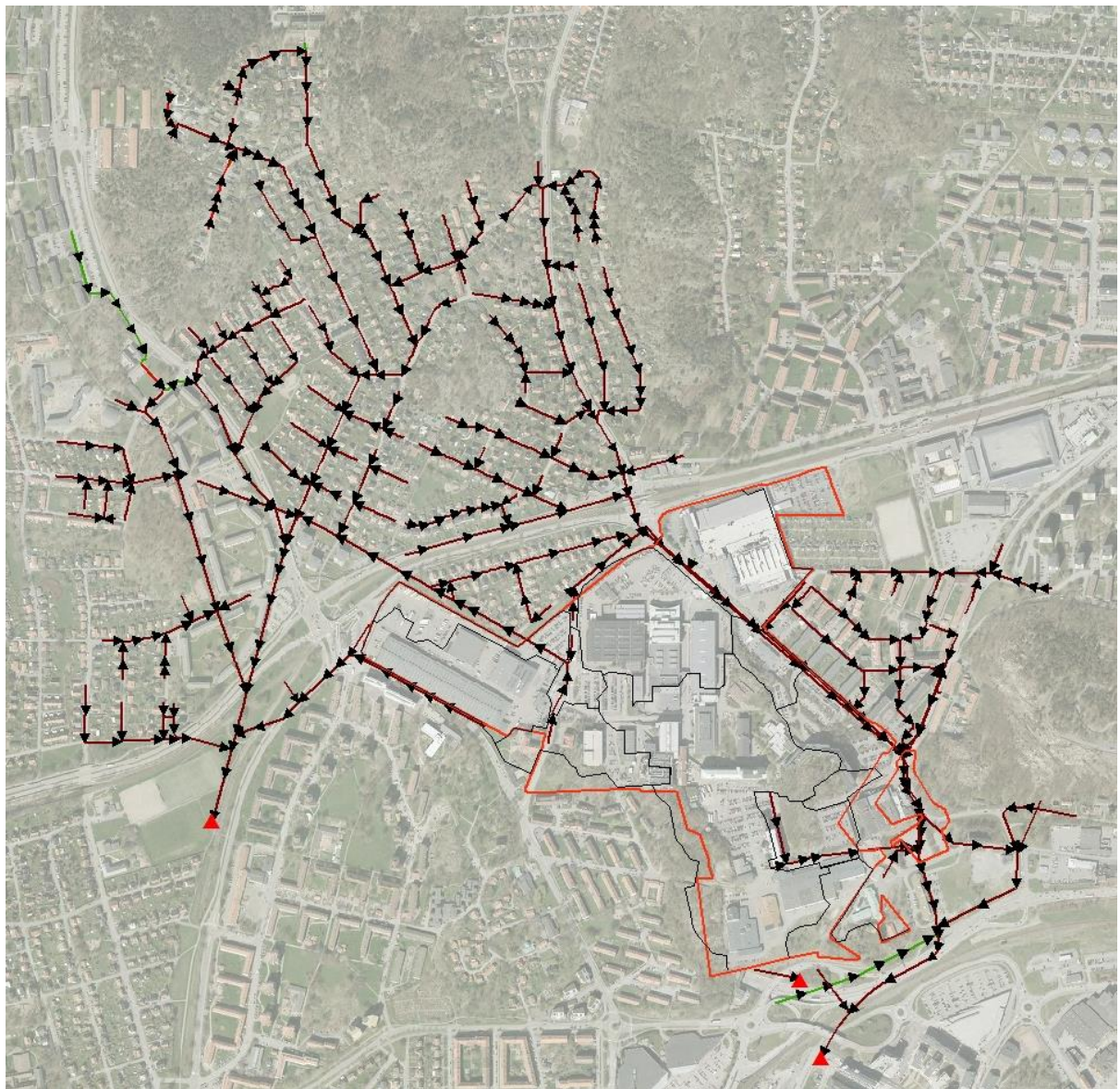
Eftersom dagvattnet avleds till kombinerade ledningar är både framtida dagvattenflöde och spillvattenflöden av intresse för att bedöma kapaciteten i befintligt nät.

Planförslaget medför att spillvattenflödet till kommunens kombinerade system kommer att öka. Enligt uppgift från AB Volvo planeras ingen ny särskilt vattenkrävande (och därmed spillvattengenererande) verksamhet. Volvo Bussars tvätthall planeras att flytta från Arendal till Lundby som en del av Campus Lundby. Dock kommer spillvattnet att recirkuleras och renas internt, varvid spillvattenflödet till det allmänna nätet inte kommer att öka till följd av denna utbyggnad.

Nya verkstäder planeras i de västra delarna av planområdet samt i söder. Totalt tillkommer ca 5 500 anställda för att tillgodose AB Volvos behov. Där det planeras centrumverksamhet uppskattas ca 100 personer arbeta i affärslokalerna. Större restaurangverksamheter kommer troligen att vara belägna vid den planerade Campusparken, vid Ekeströmgatan samt vid linbanestationen i söder. Enligt uppgift uppskattas preliminärt ca 100 personer arbeta i framtida restauranger.

Sammantaget bedöms det tillkommande spillvattenflödet vara litet i förhållande till det dimensionerande dagvattenflödet.

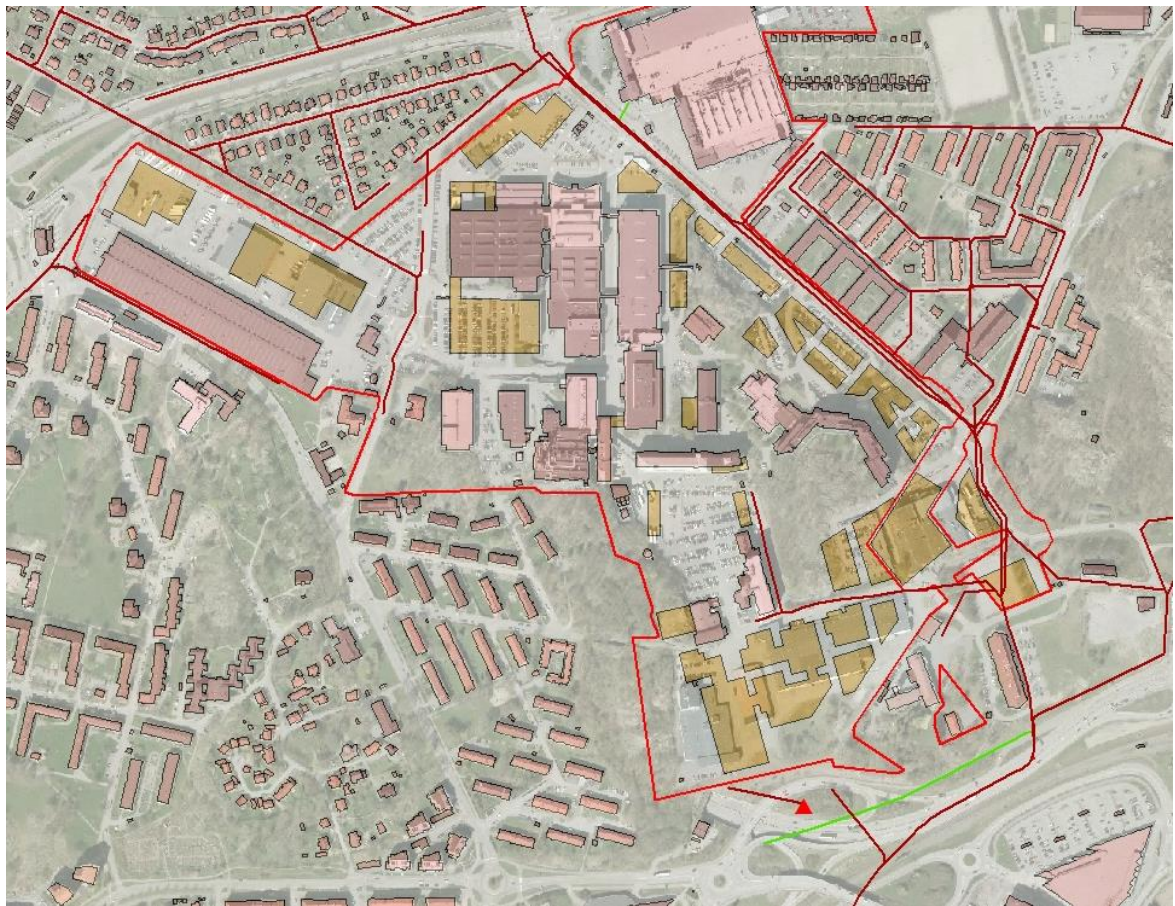
En hydraulisk modellering har gjorts för att utreda ledningsnätets befintliga kapacitet och bedöma effekten av förändrat dagvattenflöde från förändrad markanvändning inom planen och ökad spillvattenbelastning. *Figur 8* nedan visar modellen av ledningsnätet.



Figur 8 Hydraulisk modell av ledningsnät uppströms och i anslutning till planområdet

Bilden visar att planområdet (ramas in av röda linjer) ansluter till ett kombinerat ledningsnät vars upptagningsområde fortsätter uppströms anslutningspunkterna. Avrinningsområdet fördelas via två ledningsgrenar som i praktiken är oberoende även om de tekniskt sett är ihopkopplade. Planområdet ansluter till både östra och västra grenen.

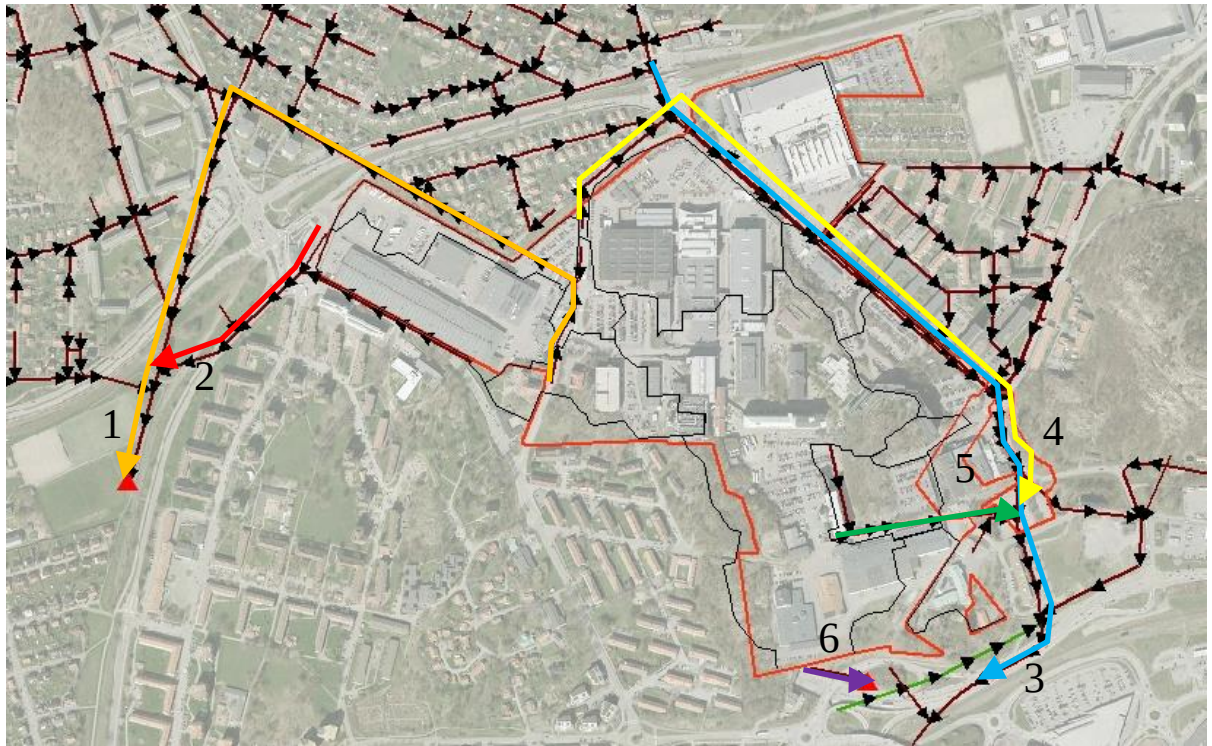
I planen föreslås en del nya byggnader. Alla dessa byggnader anläggs på redan asfalterade ytor vilket medför en relativt liten ökning av avrinningen.



Figur 9 Illustration där befintliga byggnader är rosa och framtida byggnader är gula, enligt planförslag (2018-03-28)

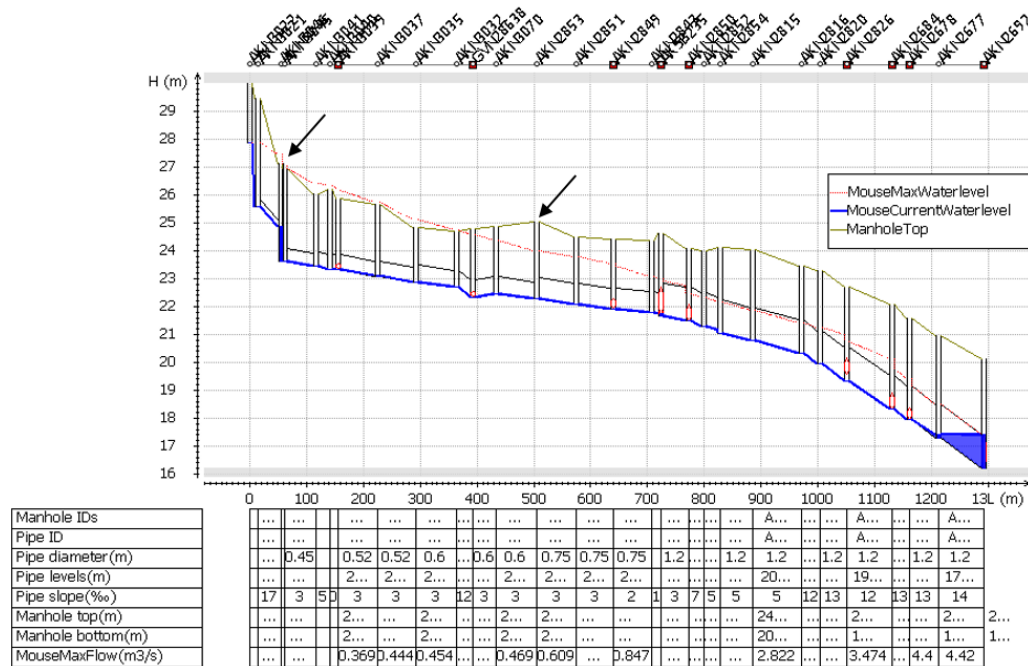
Modellen är bruten i punkter där nedströms vattennivå bedöms kunna förutsättas (nivå med ledningshjässan vid 10-årsregn och i nivå med mark vid 30-årsregn). Nedströms den östra delen av systemet separeras den kombinerade ledningen i en strypt spillvattenledning och en dagvattenledning. Innan separeringen ansluter inga fastigheter. Ökat flöde i ledningen har marginell påverkan på översvämningsrisken på fastigheter anslutna på spillvattenledningen vilket motiverar valet att inte undersöka den.

I *Figur 10* visas en bild av ledningsnätet kring planområdet. Pilarna i orange, röd, blå, gul, grön och lila färg visar sträckningar längs vilka tryckprofiler redovisas. Profiler anges även med siffror 1-6. Observera att profil 3 och 4 visar två ledningsstråk som delvis löper parallellt.



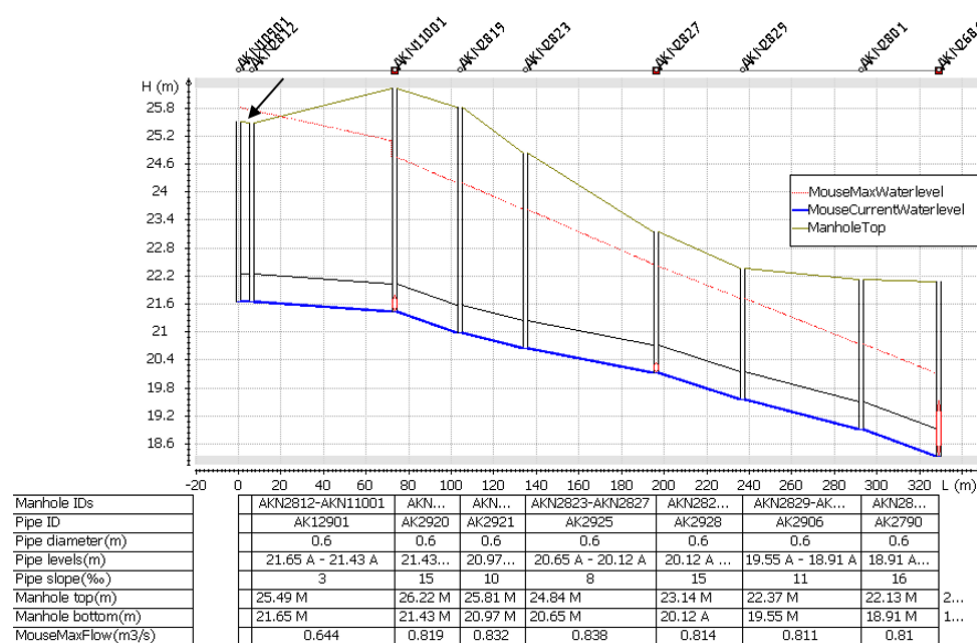
Figur 10 Ledningsnät kring fastighet och profilsträckningar

Bilderna nedan visar högsta vattennivån längs profil 1-6 vid ett 10-årsregn (utan klimatfaktor). De svarta pilarna visar var det interna ledningsnätet på Volvos fastighet ansluter till allmänna ledningsnätet.



Figur 11 Profil 1 (orange) vid 10-årsregn

Trycket stiger över marknivå uppströms anslutningspunkterna vid 10-årsregnet.

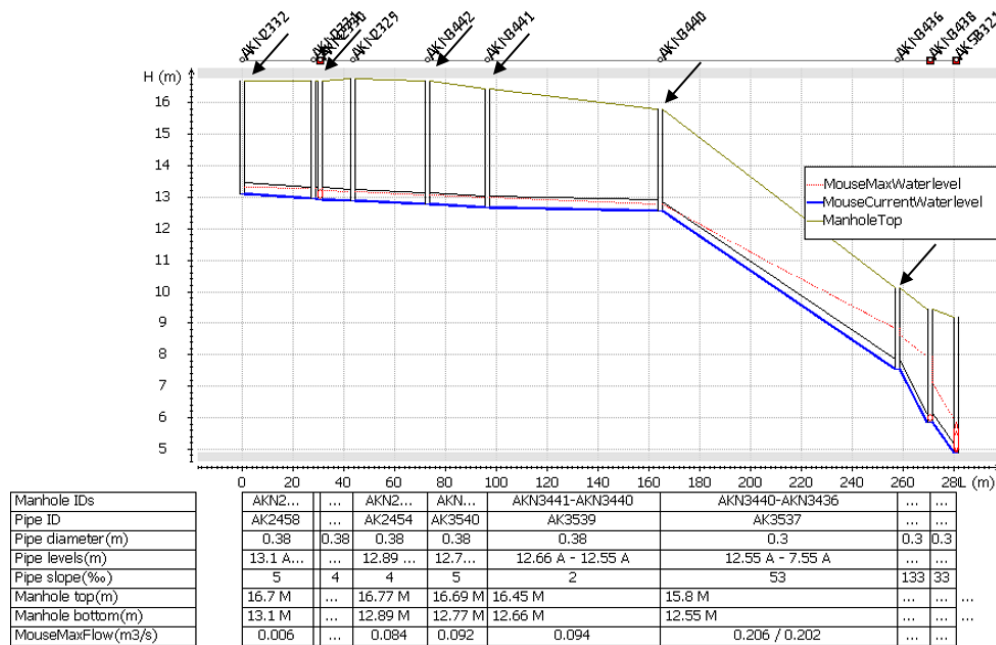


Figur 12 Profil 2 (röd) vid 10-årsregn

Trycket stiger över marknivå vid anslutningspunkten vid 10-årsregnet.

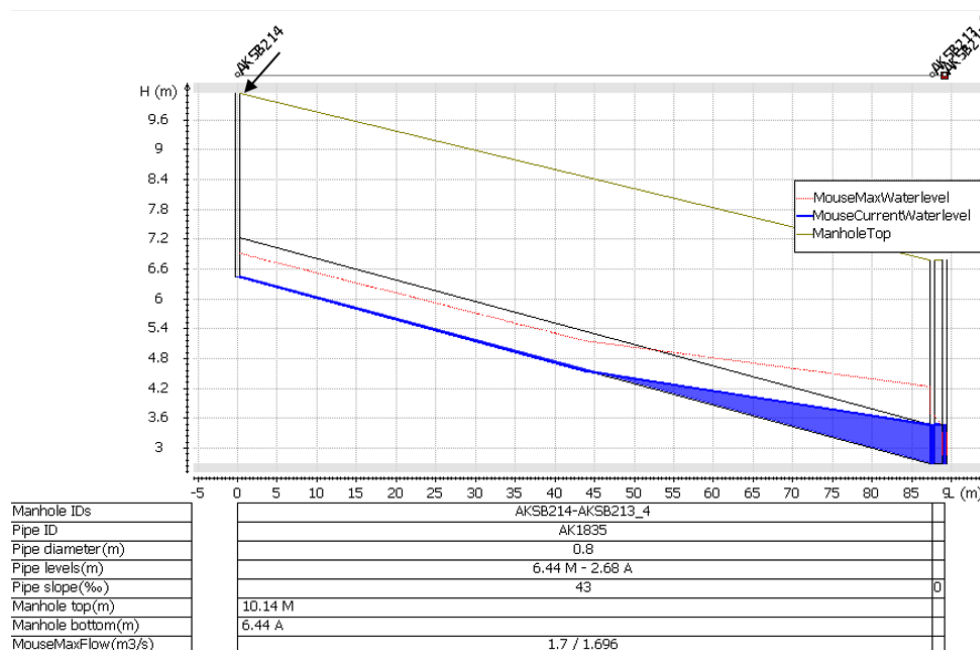


Fastighetens dagvatten ansluter inte till ledningssträckan men i profil 4 kan ses att trycket stiger över marknivå längs sträckan. Ledningen är därmed inte en lämplig framtida anslutningspunkt.



Figur 15 Profil 5 (grön) vid 10-årsregn

Trycket stiger inte över marknivå vid anslutningspunkterna vid 10-årsregnet.

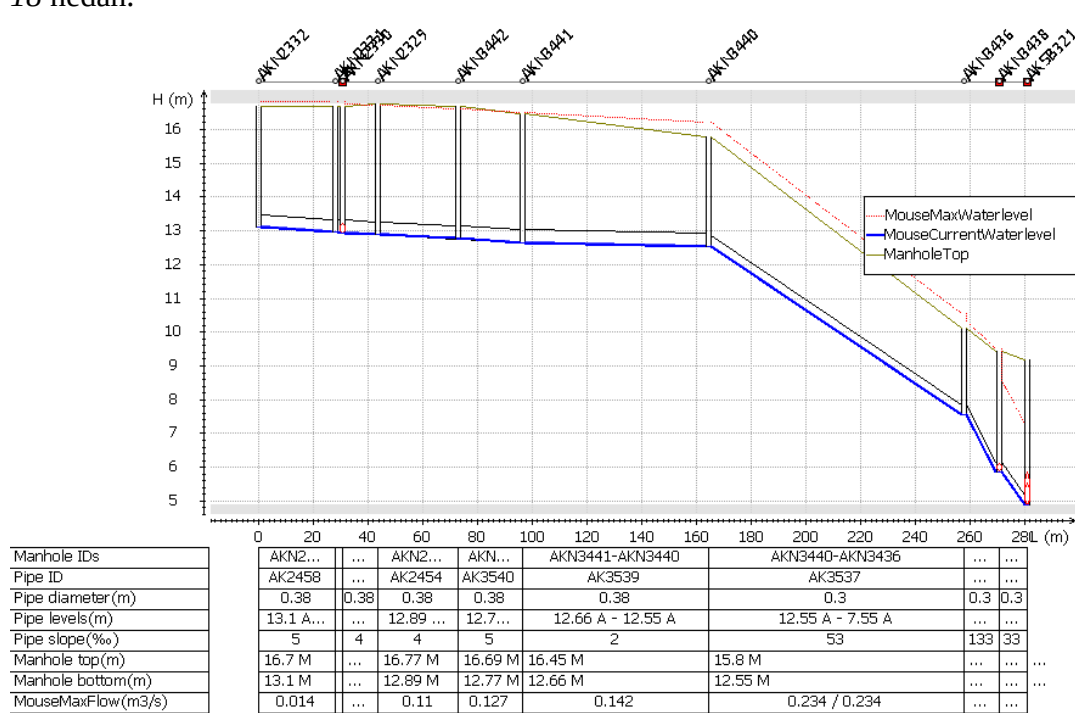


Figur 16 Profil 6 (lila) vid 10-årsregn

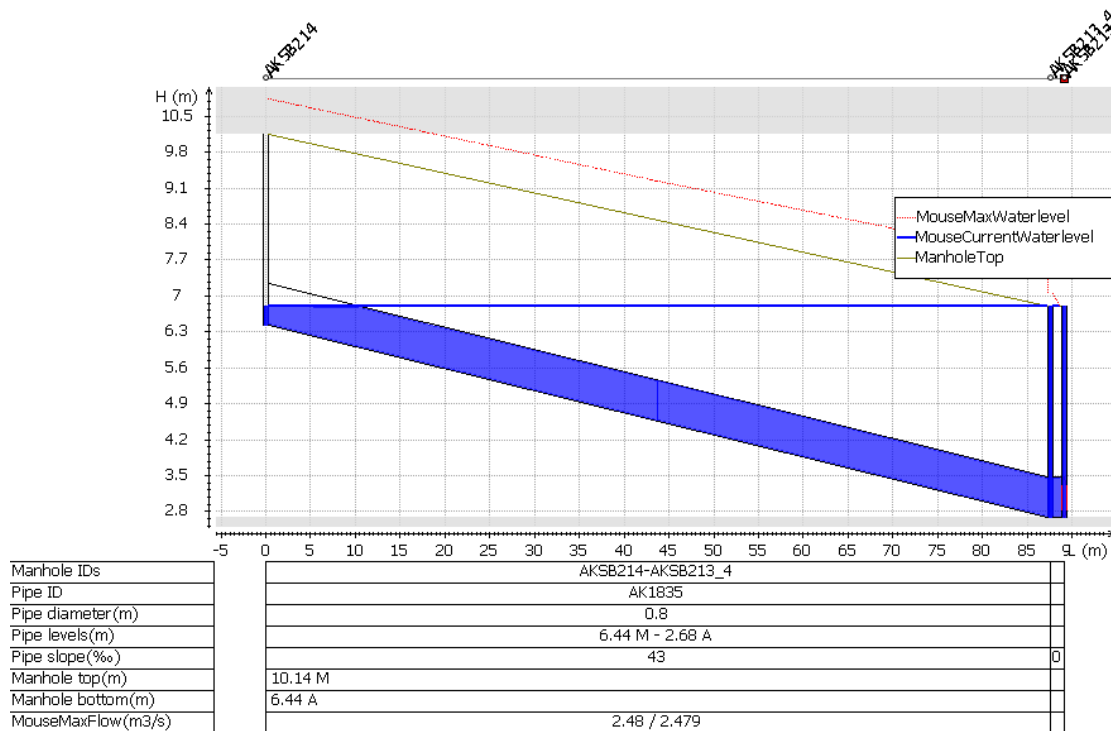


Trycket stiger inte över ledningshjässan i anslutningspunkten vid 10-årsregn. Enligt rådande krav i P90 ska trycknivån i kombinerade ledningssystem inte stiga över anslutande källargolv vid 10-årsregn. Delar av anslutande ledningsnät klarar dessa krav (se profil 5-6). Andra ledningssträckor klarar inte dagens krav (se profil 1-4). För nya byggnader ska trycknivån i anslutningspunkten bedömas efter de nya kraven i P110 vilket innebär för detta område att trycknivån inte får stiga över marknivån i anslutningspunkten vid ett 30-årsregn. Ledningssträckor där nivån uppström stiger över marknivån redan vid 10-årsregn (se profil 1-4) klarar naturligtvis inte detta krav. Vid simulering av ett 30-årsregn förutsätts att brunnen nedströms analysområdet är fylld till marknivå.

Vid 30-årsregn stiger nivån i ledningarna längs profil 5 och 6 enligt *Figur 17* och *Figur 18* nedan.



Figur 17 Profil 5 (grön) vid 30-årsregn



Figur 18 Profil 6 (lila) vid 30-årsregn

Tryckprofilerna vid 30-årsregn visar att trycknivån ligger över marknivån i anslutningspunkter.

Sammanfattningsvis betyder analysen ovan att ledningsnätet inte klarar kraven enligt P110 vid fastigheternas anslutningspunkter. Eftersom det sker en något större avrinning från takytor jämfört med asfalterade ytor kommer den ökande takytan i planen att orsaka mer avrinning och således förstärker planen redan befintliga problem. Dagvattnet ska fördröjas motsvarande 10 mm/m² hårdgjord yta (på befintliga och nya ytor) vilket bedöms vara av stor vikt för att planförslaget inte ska medföra en ökning av dagvattenflödet till ledningsnätet som redan är ansträngt.

För att klara dimensioneringskraven vid fastigheterna enligt P110 krävs ökad avledningskapacitet nedströms anslutningspunkterna. Möjligheten till en separering ner till Sannegårdshamnen bör undersökas och nya ledningar som tillsammans kan hantera framtida dag- och spillvattenflöde.

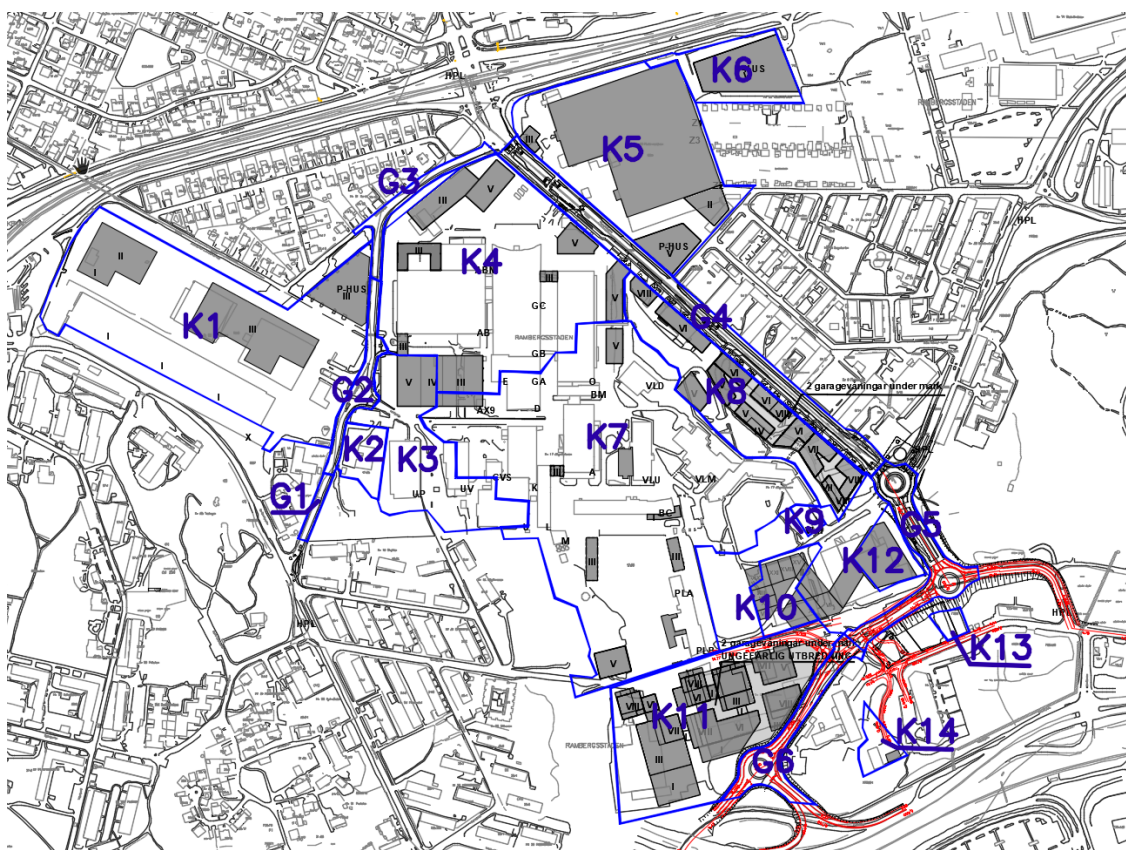


6. Föreslagen dagvattenhantering m.h.t. flödesutjämning och rening

I följande del ges förslag till dagvattenhantering samt förslag på hur det i vissa fall kan samordnas med skyfallshanteringen. Allmän plats och kvartersmark presenteras separat.

Där dagvattenanläggningar planeras ska en separat markundersökning klargöra föroreningsituationen för att utvärdera risken för att markföroreningar sprids. Om dagvattenanläggningar anläggs i förorenad mark där det finns risk att markföroreningar sprids ska anläggningen tätas. Om risk för spridning inte föreligger, kan med fördel möjlighet till lokal infiltration studeras.

En indelning i olika delområden har gjorts, delvis utifrån befintliga avrinningsområden, men även utefter föreslagen metod för dagvattenhantering. Dessa delområden kan ses i *Figur 19* nedan. I bilaga 2 illustreras erforderligt ytbehov för föreslagna dagvattenlösningar. Placeringen är dock schematisk och bör studeras mer ingående vid detaljprojekteringen.



Figur 19. Indelning delområden för framtida dagvattenhantering. Nya byggnader är gråskrafferade.



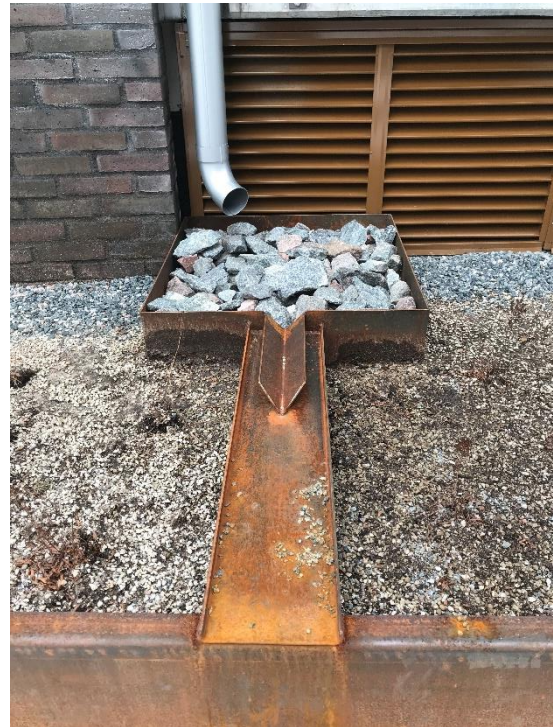
6.1 Kvartersmark

På kvartersmarken föreslås avvattning ske till regnbäddar med makadam/krossmaterial (se *Figur 21*) och dammar (*Figur 20*) anläggas, för utjämning och rening av dagvatten.

I planerat parkområdet i område K7 samt i område K11 föreslås dagvattendammar anläggas. Dessa dammar ska även utformas med hänsyn till magasinering av skyfall för att inte försämma för områden nedströms, eftersom planerade utbyggnader medför att befintlig sänka i söder fylls igen. Dammar bör vid behov utföras täta om det vid detaljprojekteringen konstateras att dammkonstruktioner som tillåter infiltration medför en risk för ökad föroreningsspridning.



Figur 20. Förslag till utformning av parkområde med dagvattendamm i område K7. Exempel från Tanner Spring Portland, USA (Bildkälla: Göteborg när det regnar, 2016)



Figur 21. Förslag till avvattningslösning för tillkommande och befintliga takytor. Stuprör som avvattnas till regnbädd med krossmaterial. Exempel från Norra Djurgårdsstaden (2018)

I *Tabell 4* presenteras ytbehov och erforderliga utjämningsvolymmer och förslag till typ av magasin. I bilaga 2 kan resulterande utbredning och delområdenas utbredning ses. Placeringen är schematisk och behöver studeras vid detaljprojekteringen. För makadambäddarna antas mäktigheten uppgå till 1 m och i samtliga fall är fördröjningskravet (10 mm/m^2 reducerad yta) dimensionerande för ytbehovet. Detta innebär att makadambäddar kan kombineras med alternativa fördröjningsmetoder som är mer utrymmeseffektiva, dock alltid i kombination med makadam eftersom minsta yta m.h.t. rening (infiltration) fortfarande måste vara uppfylld. Således skulle fördröjningsmagasin t.ex. kunna utformas med kassetter ovan ett makadamlager. I föroreningsmodelleringen påverkas reningseffekten främst av storleken på ytan som finns tillgänglig för infiltration, således kan makadamlagrets mäktighet minskas utan att påverka reningseffekten nämnvärt.

För alternativa dagvattenlösningar på kvartersmark hänvisas till dokumentet "Göteborg när det regnar. En exempel- och inspirationsbok för god dagvattenhantering" på stadens hemsida, där det finns bilder och beskrivningar för olika typlösningar. Vid val av alternativa dagvattenlösningar är det viktigt att kunna påvisa att stadens reningskrav uppfylls. I *Tabell 4* ges förslag på dagvattenhantering.



Tabell 4. Erforderliga volymer och ytor för dagvattenhantering på kvartersmark per delområde

Delområde	Red. yta [ha]	Föreslaget magasin	Erforderlig volym (10 mm/m ² red. yta) [m ³]	Minsta yta m.h.t. rening	Illustrerat ytbehov [m ²]	Kommentar
K1 (Spetsbågen)	4,61	Makadam	461	1%	1538	
K2 (Hembygdsgården)	0,13	Makadam	13	1%	44	
K3 (västra)	1,37	Makadam	137	1%	457	
K4 (norra 17:55)	4,51	Makadam	451	1%	1502	
K5 (västra 66:4)	3,22	Makadam	322	1%	1074	
K6 (östra 66:4) <i>Magasin dimensioneras för max 25 l/s till privat AD-ledning</i>	0,67	Makadam	121 (volym m.h.t. flödeskrav)	1%	403	
K7 (centrala 17:55+ Ö)	5,96	Damm	596	70 m ² /(ha red. yta)	1000	Funktion även som skyfalls-damm
K8 (östra 733:31)	1,53	Makadam	153	1%	511	
K9 (norra linbanan)	0,06	Makadam	6	1%	22	
K10 (västra linbanan)	0,49	Makadam	49	1%	164	
K11 (södra 17:55)	2,84	Damm	284	70 m ² /(ha red. yta)	500	Ev. funktion även som skyfalls-damm
K12 (östra linbanan)	0,36	Makadam	36	1%	119	
K13 (södra linbanan)	0,08	Makadam	8	1%	30	
K14 (RDTJ)	0,12	Makadam	12	1%	39	

I område K7 och K11 föreslås dammar för rening och utjämning av dagvatten samt magasinering av skyfall. Inom område K7 och K11 ska åtminstone 1300 m³ finnas tillgängligt för magasinering av skyfall. Hur volymen fördelas mellan områdena är flexibelt eftersom ett tillräckligt stort flöde passerar ytledes i anslutning till dammen inom område K7 vid skyfall för att endast denna ska kunna inrymma erforderlig skyfallsvolym. Ytor och volymer för föreslagna dammar i bilaga 2 är framtagna utifrån normal fördröjning och rening. När bättre kännedom finns om planerade marknivåer bör det studeras mer i detalj hur stor del av skyfallet som kan magasineras i område K7 respektive K11. Beräknat ytbehov för föreslagna dammar förutsätter nedtrappning (enligt



Figur 20) från omgivande marknivå, motsvarande en ”slänt” om 1:1. Om en flackare släntlutning önskas kommer större ytor att behöva tas i anspråk.

Område K6 avvattnas idag till ett makadamdike i områdets norra delar och ansluter sedan till ledning i Hjalmar Brantingsgatan. Enligt uppgift i VASS är tillåtet maxflöde ut från makadamdiket 25 l/s, varvid detta flöde fortsatt ska gälla även efter planerad utbyggnad. Magasinsvolymen i *Tabell 4* är framtagen med detta utflöde som förutsättning för område K6.

Räddningstjänstens fastighet Rambergsstaden 17:47 ska enligt planförslaget kunna utökas åt öster (område K14). På den tillkommande ytan är marknivåerna på samma höjd som befintlig servislednings vattengång. Det innebär att dagvattnet från denna yta kommer att behöva pumpas till befintlig servis, förutsatt att befintliga marknivåer inom område K14 behålls.

I delområde K8 och K11 planeras underjordiska garage i upp till två våningar under mark, se bilaga 2. För att ej riskera avsänkning av grundvattennivåerna i området ska dessa utföras i vattentät betong, d.v.s. utan dränering. Vidare kommer utgående ledning från garagens golvbrunnar att behöva förses med backventil och pumpning kommer att behöva ske till anslutningspunkt på spillvattennätet. Golvbrunnar i garage ska enligt Gryaabs riktlinjer även ansluta till oljeavskiljare innan anslutning sker till det allmänna spillvattennätet. För mer information hänvisas till *Bilaga 1* i *Gryaabs riktlinjer för olje- och slamavskiljare*.

Ovan garagen planeras byggnader, vilket medför att utrymmet för dagvattenhantering på mark här är begränsat. Dagvattnet från ytorna ovan parkeringsgaragen föreslås avledas så ytligt som möjligt i rännalar och kanaler till någon form av fördröjningslösning som även har en renande funktion.

Där tillgängligt utrymme för fördröjning och rening på marken är begränsat kan en del utjämning och rening även ske i de underjordiska garagen i exempelvis en tank med efterföljande filter eller med dagvattenlösningar på tak i form av takträdgårdar. För att erhålla fördröjning på tak åsyftas ej tunna sedumtak (som endast bedöms ge en något lägre avrinningskoefficient än ett traditionellt tak) utan snarare djupare gröna tak eller grustak. Exempelvis kan takträdgårdar med buskar behöva en växtbädd med en mäktighet på ca 0,5 m. Takträdgårdar med träd kan kräva mäktigheter omkring 1 m. För att möjliggöra detta är det således viktigt att nockhöjden i detaljplanen medger en sådan lösning.

Dagvattenhantering med växter på bjälklag kräver rotsäkra tätskikt för att skydda det underliggande bjälklaget. Ovan tätskiktet bör ett dräneringslager anläggas, vilket kan transportera bort överskottsvatten från konstruktionen. Bjälklaget bör anläggas med fall, så att vatten kan transporteras bort med självfall och inte riskerar bli stående i lågpunkter.



6.2 Allmän platsmark

De allmänna ytorna inom planområdet utgörs av gatumark. Framtagna dagvattenförslag är utarbetade med hänsyn till reningsaspekter och med utgångspunkten att begränsa belastningen på befintliga kombinerade system. Detaljer kring lämpliga lösningar för att hantera kapacitetsproblemen behöver dock utredas och modelleras på en större skala i ett senare skede utifrån kostnadseffektivitet och risk. För lokalisering av delområden G1-G6 hänvisas till *Figur 19*.

Gropegårdsgatan, G4 etapp 1 och 2

I och med att Gropegårdsgatan planeras byggas ut i olika skeden och det är oklart när vägsektionen kan vara fullt utbyggd, erfordras en kostnadseffektiv dagvattenlösning. Det är även av vikt att en renande dagvattenlösning anläggs då gatan planeras bli högtrafikerad. Dessutom råder det kapacitetsbrist i ledningsnätet, varvid ytliga lösningar som ger en trögare dagvattenavrinning och rening är att föredra.

I första etappen skulle den befintliga trädraden öster om körbanan kunna nyttjas för gatuavvattnings genom att kantstenen tas bort och grönytan fördjupas ca 0,6 m samt slänter om ca 1:2. För att detta ska vara möjligt krävs dock att befintliga träd tas bort. Dessutom krävs att den hårdgjorda ytan lutar mot diket så att dagvattnet kan avrinna ytledes dit. Då det i vissa delar förekommer rännstensbrunnar på båda sidor av gatan krävs att vissa ytskikt justeras.

En alternativ lösning, som förespråkas i detta skede, är att en ny uppsamlande lösning för rening anläggs längre nedströms. För att detta ska vara möjligt krävs att en ny dagvattenledning anläggs i Gropegårdsgatan vartill samtliga befintliga rännstensbrunnar föreslås anslutas. Denna lösning är fördelaktig då den avlastar befintligt kombinerat ledningsnät i Gropegårdsgatan. Förslagsvis anläggs en torr damm med en central dikesfåra i planområdets nedströmsände. Föreslagen placering framgår av bilaga 2 och exempel på utformning av en torr damm framgår av *Figur 22*. Det bör noteras att tillgänglig yta i anslutning till delområde K13 kommer att påverkas av hur framtida gata höjdsätts inom delområde G5; huruvida höjdskillnaden söderut kommer att upptas av en slänt eller stödmur. Dagvattenhanteringen har utgått från ett alternativ med slänt eftersom det begränsar möjlig placering av dagvattendammen. I senare skede behöver dammens utformning studeras mer i detalj med hänsyn till befintliga ledningar och omgivande marknivåer. Möjligheten att eventuellt utnyttja slänten till dagvattenhantering föreslås också studeras i senare skede.

Eventuellt skulle även kvartersmarksytor utmed Gropegårdsgatan kunna anslutas till ny föreslagen dagvattenledning för att avlasta befintligt kombinerat ledningsnät ytterligare. Detta förutsätter dock att separerade ledningar för dagvatten och spillvatten anläggs på kvartersmarken. En nackdel med att även ansluta kvartersmarksytor är att detta dagvatten ska renas på kvartersmarken. Genom att blanda förorenat gatudagvatten med renat kvartersmarksdagvatten erhålls en utspädning av föroreningarna och en försämrad



reningseffekt i föreslagen nedströmslösning. En högre föroreningskoncentration i inkommande dagvatten ger nämligen en effektivare rening. Reningseffekten får dock i senare skede vägas mot risken för kapacitetsbrist avseende flöde.

Marken där den torra dammen föreslås är i nuläget kvartersmark. För att säkerställa tillgång till dammen och underlätta drift och underhåll, ska ytan som dammen tar i anspråk planläggas som allmän plats.

Till den torra dammen skulle även ytor inom framtida linbaneområde (Västra Rambergets stationsområde samt gatuytor i anslutning till Torn E och D) kunna anslutas, se bilaga 2. Detta är dock en annan detaljplan och det krävs att tillräcklig yta för dagvattenhantering avsätts inom respektive detaljplan. En eventuell sammanslagning av framtida dammar bör studeras i senare skede. I detta skede antas gatumarken inom delområde G4 och G5 avvattnas till den torra dammen, d.v.s. inga kvartersmarksytor.



Figur 22. Möjlig utformning av en torr damm med en central dikesfåra för avledning av lägre dagvattenflöden (Foto: Joakim Pramsten, hämtat från Stockholm vatten och avfall)

I en framtida fullt utbyggd vägsektion (etapp 2) planeras ett ca 1,9 m brett utrymme som benämns möbleringszon mellan GC-väg i öster och körbana. Här föreslås att någon form av regnbäddslösning anläggs. I detta skede föreslås biofilter/regnbäddsmoduler placeras i denna zon. En modul är ca 1,2 m bred och bedöms kunna hantera ca 10 mm per 350 m² yta, vilket ger ett behov om ca 115 m totalt. För att uppnå tillräcklig rening måste dagvattnet kunna avrinna ytledes till modulen. En exempelmodul är 2,6 m lång varvid ett utrymme om 1,5 m x 2,6 m (bredd x längd) föreslås avsättas ca var 13-14:e meter (350 m² / 26 m vägsektion). De kan även specialtillverkas efter behov och således göras

Det är viktigt att tillse att det finns möjlighet för större partiklar att sedimentera innan dagvattnet leds in i regnbädden för att på så vis minska risken för tidig igensättning och öka dess livslängd. Förslagsvis kan dagvattnet avledas till en rännstensbrunn med sidoutflöde varifrån dagvattnet rinner in i ett s.k. spridningskar (sedimenteringslåda), se *Figur 24*. Här sker sedimentering av grövre sediment. När vattennivån stiger i karet bräddar vattnet över kanten och infiltrerar ner i regnbädden där finare partiklar och föroreningar avskiljs. Utbredningen för denna lösning skulle uppgå till 1,44 m inräknat en 1,2 m bred regnbäddsmodul samt kantstöd på var sida regnbädden om 12 cm och skulle således inrymmas i planerad möbleringszon. Kantstöden skulle även kunna ersättas eller kompletteras med någon form av mindre räcke för att förbättra trafiksäkerheten ytterligare. Istället för att avvattnings sker till en brunn skulle även kantstöd kunna anläggas med jämna släpp för att möjliggöra för vägen att avvattnas in i regnbädden. Vid en sådan lösning skulle försedimentering kunna ske på samma sätt som i *Figur 24*.

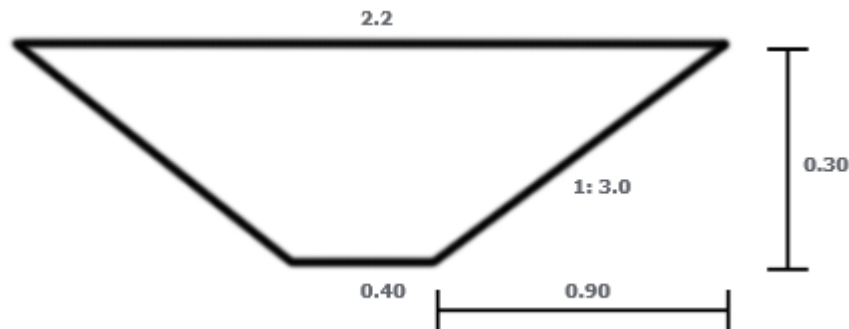


***Figur 24.** Dagvattenbrunn med sidoutflöde samt efterföljande spridningskar och regnbädd (foto: Pekuma AB)*

Övriga gatuytor, G1-G3 samt G5-G6

Delområde G5 föreslås avvattnas till samma torra damm som beskrevs för Gropegårdsgatan (område G4).

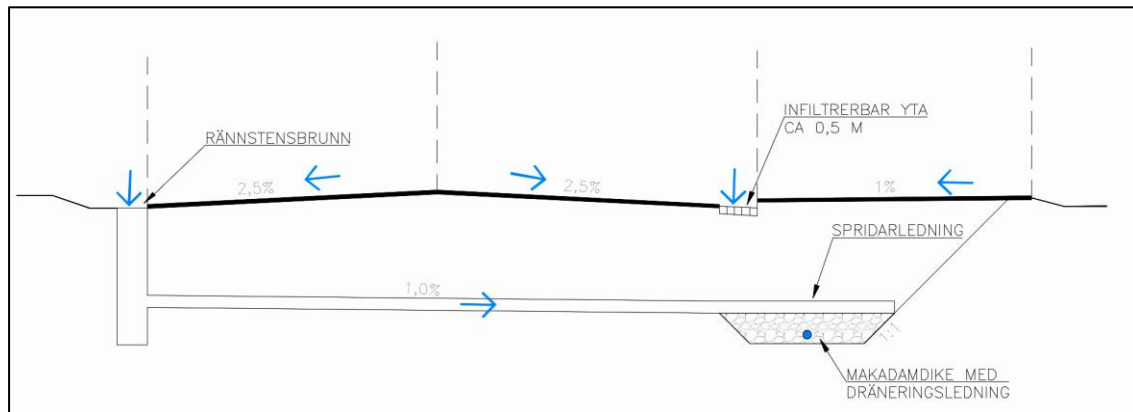
För ny avfartsgata från Lundbyleden till Gropegårdsgatan (delområde G6) föreslås ett ca 2,2 m brett svackdike för rening av vägdagvatten mellan körbana och GC-väg, se Figur 25. Dikets dimensioner är framtagna med hänsyn till att 30-årsflödet om ca 180 l/s ska kunna avledas. Det är viktigt att höjdsättning av framtida gator medger ytlig avrinning till diket. Skulle vägdagvattnet behöva passera en ledning för att ta sig till diket skulle diket behöva göras djupare än föreslagna 30 cm.



Figur 25. Föreslagen typsektion för svackdike utmed gatan inom delområde G6. Då diket är grunt är det viktigt att ytorna lutar mot diket för att möjliggöra ytlig avvattning, d.v.s. inte via ledning.

En möjlig lösning för att hantera kapacitetsproblemen i kombinerat nät utmed Institutsgränd är att i Prästvägen anlägga en ny dagvattenledning i GC-vägen och vidare västerut genom Institutsgränd, där ledningen kan fungera som ett rörmagasin, se bilaga 2. För att minska erforderlig storlek på rörmagasinet föreslås att det kombineras med ett öppet dike i grönytan strax sydväst om Institutsgränd. Rörmagasinet kan då bräddas till diket när kapaciteten överskrids. Dikets sträckning och utbredning måste anpassas till de bevarandevärda träden som finns inom grönområdet. Lösningen förutsätter att en ny dagvattenledning anläggs i Prästvägen utmed befintlig kombinerad ledning då det ej är önskvärt att spillvatten avleds till ett utjämningsmagasin, vare sig ytligt eller underjordiskt. En grov uppskattning av ledningsdimension har gjorts baserat på uppskattad kapacitet i nedströms ledning i Hjalmar Brantingsgatan och under förutsättning att område K1, K2, K3 samt G2 avleds genom ledningen. Detta ger en preliminär dimension om 1400 mm. Det bör noteras att dimensionen är högst preliminär och behöver studeras vidare i en fortsatt risk- och åtgärdsutredning i senare skede, lämpligen med föregående flödesmätning och modellering. Dock är det i detta skede av vikt att en sådan utbyggnad möjliggörs genom att u-område finns inom Volvos fastighet vid Spetsbågen. Ett u-områdes utbredning ska vara åtminstone 3 m från ytterkant ledning på vardera sida ledningen. I bilaga 2 framgår dagvattenledningens föreslagna preliminära sträckning.

Med detta förslag anläggs ingen rening för delområde G1-G3. För att erhålla rening av dagvattnet från område G1-G3 har även ett alternativ studerats där dagvattnet avleds till en långsgående makadamremsa mellan ny GC-väg och befintlig körbana, samt ett makadamdike under GC-banan. Detta alternativ förespråkas dock inte i detta fall. Eftersom gatorna i dagsläget avvattas till rännstensbrunnar på vardera sida gatan erfordras makadamdike under GC-vägen för att åstadkomma rening av dagvattnet från motsatt sida körbanan. I Figur 26 presenteras en typsektion för hur det skulle kunna se ut.



Figur 26. Principsektion makadamdike under GC-bana samt infiltrerbar makadamremsa mellan GC-väg och körbana

En nackdel med denna lösning är att makadamdiken kan sätta igen efter 15-30 år, varvid gatan kommer att behöva grävas upp och makadamen bytas ut, trots att gatans livslängd ej är nådd. Fördelen är att rening av område G1-G3 erhålls. Genom att anlägga makadamdiken i gatusektionen erhålls endast rening och utjämning av vägens avrinning. Fördelen med att istället anlägga en ny dagvattenledning och rörmagasin vid Institutsgatan är att ytterligare utjämning av dagvattnet skulle kunna erhållas för att på så vis sträva efter att uppnå dimensioneringskraven på dagvattennätet enligt P110. Att utjämna så stora flöden som möjligt bedöms vara en stor fördel med tanke på att dagvattnet avleds till kombinerade ledningar där bräddning sker när ledningskapaciteten överskrids.

För att komma till stånd med kapacitetsproblemen i det befintliga dagvattennätet kan ytterligare åtgärder krävas i tillägg till föreslagen fördröjning på kvarter och allmän plats. För att klarlägga lämpliga kapacitetshöjande ombyggnader behövs en mer omfattande riskutredning i senare skede, då dessa är på en mer strategisk nivå. Orsaken till kapacitetsproblemen bedöms dock ej bero på planerade tillbyggnader utan beror på att befintligt nät är dimensionerat enligt tidigare dimensioneringsstandarder med en lägre säkerhet. Kapacitetsproblemen i Gropegårdsgatan beror även på stora anslutande flöden uppströms planområdet.



Sammanställning

I *Tabell 5* presenteras föreslagna magasin samt ytbehov och föreslagen fördröjning. I bilaga 2 illustreras lösningarna.

Tabell 5. Föreslagna dagvattenlösningar och ytbehov på allmän plats

Föreslagen lösning	Anslutna ytor	Fördröjning	Minsta yta m.h.t. rening	Utformning
Rörmagasin i kombination med öppet dike vid Institutsgatan	G2 samt kvartersmark	Dimensioneras m.h.t. kapaciteten i nätet	-	Erforderliga dimensioner modelleras i senare skede. Mycket överslagsmässigt föreslås en ca 330 m lång ledning om 1400 mm, samt ett öppet dike om ca 200 m vartill bräddning kan ske
Torr damm på befintlig parkeringsyta väster om delområde K13 (anläggs i etapp 1)	G4, G5	Volymen bör om möjligt dimensioneras m.h.t. kapaciteten i nätet. Åtminstone 10 mm/m ² hårdgjord yta ska fördröjas	3 %, bottenyta ca 270 m ² Högvattenyta ca 650 m ²	Slänter: 1:5 Djup: ca 1 m (varierar beroende på omgivande marknivå)
Biofilter/regnbädd vid Gropegårdsgatan (anläggs i etapp 2)	G4	Åtminstone 10 mm/m ² hårdgjord yta ska fördröjas: 117 m ³	1%, ca 140 m ²	Biofilter/ regnbäddsmodul ca 45 st. á 1,2 x 2,6 m ² , ca 115 m
Öppet svackdike utmed ny avfart från Lundbyleden	G6	Åtminstone 10 mm/m ² hårdgjord yta ska fördröjas och diket ska dimensioneras för att kunna avleda 30-årsflödet. Öppet dike ger en trögare dagvattenavrinning och därmed en naturlig fördröjning.	10%, ca 440 m ²	Slänter: 1:3 Djup: 0,3 m Total bredd: 2,2 m Dikeslängd ca 200 m Förutsätter ytlig avrinning från vägytan.



Föreslagna dagvattenlösningar för avvattning av gator som ligger i den direkta vägmiljön och som endast hanterar vägavrinning ansvarar förvaltningen Trafikkontoret för. Lösningar utanför trafikområdet och större nedströms lösningar ansvarar Kretslopp och vatten för. Detta gäller både byggnation samt drift och underhåll.

6.3 Resultat från föroreningsmodellering

Vid föroreningsberäkningen nyttjas modelleringsverktyget StormTac som tillhandahåller schablonhalter för olika typer av markanvändningar (se bilaga 1 för mer information). För kvartersmarken inom planområdet har schablonhalter för följande markanvändningar nyttjats i beräkningen:

- Takyta
- Parkeringsyta
- Parkmark

I modelleringsverktyget finns även schablonhalter för industrimark, men då halterna i praktiken kan variera inom vida gränser beroende på typ av industriverksamhet har istället ovan nämnda markanvändningar nyttjats då de bedöms ge ett mer realistiskt resultat för aktuell situation.

De allmänna ytorna inom planområdet utgörs endast av gatumark där schablonhalterna beror av trafikintensiteten. För ny gatumark tas främst befintliga parkeringsytor i anspråk men även till viss del smalare grönstråk. För de allmänna ytorna inom planområdet har schablonhalter för följande markanvändningar nyttjats i beräkningen:

- GC-väg
- Väg (beroende av ÅDT)
- Parkmark
- Parkering

I *Tabell 6* och *Tabell 8* presenteras beräknade föroreningshalter före och efter exploatering, samt halter efter föreslagen fördröjnings-/reningsmetod. I *Tabell 7* och *Tabell 9* presenteras föroreningsmängder före och efter exploatering, samt mängder efter föreslagen fördröjnings-/reningsmetod.

För delområde K6 sker idag rening av dagvatten i ett makadamdike. Då det är oklart hur stort detta dike är och därmed vilken reningseffekt som erhålls, tas ej hänsyn till reningen vid beräkning av dagens föroreningshalter. Således är föroreningshalterna före exploatering i realiteten sannolikt något lägre än vad som presenteras i *Tabell 6*.

Efter att dagvattnet från kvartersmarken genomgått rening i föreslagna makadambäddar och dammar uppnås alla riktvärden/målvärden utom TBT. Denna halt uppges dock ha



låg säkerhet. Jämfört med befintlig föroreningshalt minskar halten TBT. För halter och mängder uppdelat på delområden per fastighet, se bilaga 1.

Tabell 6. Föroreningshalter från kvartersmarken (dagvatten+basflöde) efter rening. Jämförelse mot riktvärde/målvärde där gråmarkerade celler visar överskridande av riktvärde/målvärde. För P, N, Cu, Zn, SS och TOC jämförs halterna med målvärden istället för riktvärden, eftersom recipienten ej är mycket känslig.

	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	Hg	SS	Olja	BaP	Bensen	TBT	As	TOC
	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l
Före exploatering	88	1200	16	24	84	0.52	9.2	9.3	0.028	82000	420	0.034	0.27	0.0019	2.9	14000
Efter exploatering	88	1200	14	21	75	0.56	8.3	8.6	0.024	73000	350	0.030	0.25	0.0019	2.9	13000
Efter rening	74	842	5.8	9.0	29	0.23	2.2	3.1	0.017	31780	110	0.015	0.14	0.0011**	1.7	10521
Riktvärde/ målvärde	150*	2500*	14	22*	60*	0.40	15	40	0.050	60000*	1000	0.050	10	0.0010	15	20000*
*Målvärde ** Halt som efter rening med låg säkerhet överskrider riktvärde/målvärde																

Tabell 7. Föroreningsmängder från kvartersmarken kg/år.

	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	Hg	SS	Olja	BaP	Bensen	TBT	As	TOC
	kg/år	kg/år	kg/år	kg/år	kg/år	kg/år	kg/år	kg/år	kg/år	kg/år	kg/år	kg/år	kg/år	kg/år	kg/år	kg/år
Före exploatering	21	290	3.8	5.6	20	0.12	2.2	2.2	0.0066	19000	98	0.0080	0.064	0.00045	0.67	3300
Efter exploatering	22	300	3.5	5.2	18	0.14	2.1	2.1	0.0059	18000	86	0.0075	0.061	0.00047	0.71	3200
Efter rening	18	207	1.4	2.2	7.0	0.057	0.54	0.77	0.0042	7825	27	0.0038	0.035	0.00028	0.41	2590



- Delområde G1 och G3 avvattnas direkt till ledningar utan föregående rening
- Område G2 avvattnas till ny dagvattenledning och efterföljande rörmagasin (ingen rening)
- Område G4 avvattnas i etapp 1 direkt till torr damm. I etapp 2, då vi får en ökad trafik på Gropegårdsgatan, sker avvattning till både regnbäddar och samma torra damm som dimensionerats i etapp 1. Förutsatt att regnbäddar (eller dylikt) anläggs i etapp 2, kommer dammens ytbehov för etapp 1 att bli dimensionerande
- Område G5 avvattnas till torr damm
- Område G6 avvattnas till ett långsgående svackdike.

[illegible]



Tabell 9. Föroreningsmängder från allmänna ytor kg/år.

	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	Hg	SS	Olja	BaP	Bensen	TBT	As	TOC
	kg/år	kg/år	kg/år	kg/år	kg/år	kg/år	kg/år	kg/år	kg/år	kg/år	kg/år	kg/år	kg/år	kg/år	kg/år	kg/år
Före exploatering etapp 1	2.3	39	0.19	0.50	1.4	0.0059	0.17	0.13	0.0011	1300	13	0.00038	0.043	0.000034	0.060	360
Efter exploatering etapp 1	3.3	53	0.20	0.74	2.5	0.0073	0.22	0.15	0.0016	1300	18	0.00036	0.060	0.000039	0.066	500
Efter exploatering etapp 1 – med rening	2.0	32	0.083	0.37	1.00	0.0035	0.10	0.071	0.0010	578	5.9	0.00017	0.030	0.000019	0.031	240
Före exploatering etapp 2	2.5	42	0.25	0.59	1.7	0.0069	0.20	0.16	0.0012	1600	15	0.00051	0.043	0.000039	0.066	400
Efter exploatering etapp 2	3.7	58	0.23	0.85	3.0	0.0082	0.25	0.17	0.0018	1500	20	0.00042	0.067	0.000043	0.072	550
Efter exploatering etapp 2 – med rening	2.2	34	0.10	0.39	1.0	0.0040	0.11	0.083	0.0011	663	6.0	0.00017	0.032	0.000019	0.030	250

Efter att dagvattnet från de allmänna ytorna passerat föreslagna dagvattenanläggningar uppnås för både etapp 1 och etapp 2 alla riktvärden/målvärden utom för kvicksilver, se **Tabell 8**. Värdet för beräknad kvicksilverhalt har dock låg säkerhet. Med hänsyn till osäkerheter i indata samt att föroreningsmängderna efter exploatering beräknas minska (se **Tabell 9**) bedöms föreslagen rening som erforderlig.

6.4 Exploaterings påverkan på MKN för vatten

Föreslagna anläggningar för utjämning av dagvatten kommer att minska flödesbelastningen på det kombinerade nätet vilket i sin tur minskar risken för bräddning av orenat spillvatten till aktuella recipienter, vilket således bör förbättra möjligheterna för recipienterna att uppnå MKN.



6.5 Funktion, drift och underhåll

Före makadammagasin och kassetmagasin ska det alltid finnas en brunn med sandfång då detta ökar magasinets livslängd genom att minska risken för tidig igensättning med partiklar. Vidare ska alltid sandfånget vara tillgängligt för driftfordon.

För diken och biofilter ska slänterna inte vara för branta och det ska finnas möjlighet att komma åt eventuella brunnar med större fordon såsom spolbil. Även in- och utloppsanordningar ska vara lättillgängliga. Vidare ska slänter samt in- och utloppsanordningar erosionssäkras. Det ska även finnas en bräddbrunn för flöden som överstiger det flöde som anläggningen är dimensionerad för. Innan dagvatten avleds in i ett biofilter är det av vikt att grövre partiklar kan sedimentera för att på så vis öka biofiltrets livslängd.

För dammar bör det finnas en arbetsväg runt så att hela dammens omkrets är tillgänglig vid drift och skötsel.

Mer information om föreslagna dagvattenlösningar hittas i "Göteborg när det regnar En exempel- och inspirationsbok för god dagvattenhantering" på stadens hemsida.



6.6 Investering- och driftkostnad

Schablonkostnader för investering och drift sammanställs nedan. Dessa är dock schabloner från år 2014/15 (till viss del 2016) och inrymmer stora osäkerheter.

Schablonsiffror investeringskostnader

Typ av anläggning	Kostnad	Kommentar
Öppna dagvattenlösningar		
Regnrabatt/biofilter	2 500 – 4 000 kr/m ²	4-5 % av avrinningsytan.
Fördröjningsdamm	500 - 1000 kr/m ²	Permanent vattenyta
Torr damm	1 500 – 3 000 kr/m ³	
Makadamdike	1 000 – 2 500 kr/m	Gäller 1 meter brett och 0,5 meter djupt.
Svackdike	600 – 800 kr/m	Gäller 4 meter brett svackdike.
Dagvattenanläggningar under mark		
Magasin dagvattenkassetter		
tätt magasin	5 500 – 6 000 kr/m ³	
Makadammagasin, tätt magasin	1 500 – 2 000 kr/m ³	
Dagvattenledning	10 000 – 15 000 kr/m	Beror på markförhållanden och ledningsdimension

Beräknade investeringskostnader allmän plats

Dagvattenlösningar allmän plats	Kostnad
Ny dagvattenledning i Prästvågen till rörmagasin (ca 150 m)	1,5 – 2,3 Mkr (beroende på markförhållanden)
Rörmagasin (ca 330 m) och öppet dike (ca 200 m) utmed Institutsgatan	160 000 kr för svackdike ca 5 Mkr för rörmagasin
Ny dagvattenledning (ca 900 m) och omkoppling av rännstensbrunnar i Gropegårdsgatan	10 – 14 Mkr (beroende på markförhållanden)
Torr damm	0,7 – 1,5 Mkr
Regnbäddsmoduler delområde G4	1,6 Mkr
Svackdike delområde G6 (ca 200 m)	160 000 kr
SUMMA	ca 20-25 Mkr



Driftskostnader

Att upprätta en driftsplan och säkerställa medel för årlig drift och underhåll av dagvattenanläggningar är av yttersta vikt. Erfarenheter från uteblivet underhåll visar på låg funktionalitet och risk för att anläggningar som byggts kan komma att utgöra en koncentrerad källa till föroreningar.

Drift- och underhållskostnader för öppna dagvattenanläggningar

Drift- och underhållskostnader för öppna dagvattenanläggningar varierar stort beroende på de lokala förutsättningarna och vilken typ av anläggning som byggts. Sannolikt ligger den årliga drift- och underhållskostnaden runt 5 – 15 procent av anläggningens investeringskostnad. Skötseln kan handla om allt från att klippa gräs en eller två gånger om året till årlig skörd av vattenväxter, sedimentborttagning i dammar, slamsugning av fördröjningsmagasin, eller byte av filter. För att skydda recipient kan en damm ha försetts med filterlösningar, vilka kräver återkommande skötsel under året.

Drift- och underhållskostnader för dagvattenanläggningar under mark

Drift- och underhållskostnader för dagvattenanläggningar under mark varierar beroende på de lokala förutsättningarna. Uppskattad livslängd för ett makadammagasin ligger sannolikt inom intervallet 15 – 30 år, beroende på egenskaperna hos dagvattnet som belastar magasinet, samt hur stort flödet är. När magasinet är igensatt av partiklar måste makadam och geotextilduk bytas ut. Det betyder i princip en ny investeringskostnad. Har magasinet förlagts under en parkering eller parkområde påverkas då hela ytan. Inspektion av magasinet är i princip omöjligt.



7. Slutsatser

De allmänna ytorna inom planområdet utgörs av gatumark. För Gropegårdsgatan föreslås i ett första skede avvattning ske till ny dagvattenledning och efterföljande torr damm. Marken där den torra dammen föreslås är i nuläget kvartersmark. För att säkerställa tillgång till dammen och underlätta drift och underhåll, ska ytan som dammen tar i anspråk planläggas som allmän plats. När vägsektionen är fullt utbyggd med kollektivtrafikkörfält och trafiken ökat ytterligare föreslås avvattning ske till ca 1,5 m breda biofilter/regnbäddar mellan GC-väg och körbana, samt efterföljande torr damm. I Prästvågen föreslås en ny dagvattenledning anläggas i GC-vågen och vidare västerut genom Institutgatan, där ledningen kan fungera som ett rörmagasin. Ett dike föreslås anläggas i grönytan utmed Institutgatan vartill dagvatten från rörmagasinet kan bräddas i de fall ledningsnätets kapacitet överskrids. Diket måste anpassas efter bevarandevärda träd i grönytan.

Ny avfartsgata från Lundbyleden till Gropegårdsgatan föreslås avvattnas till ett svackdike respektive tidigare omnämnda torra damm.

På kvartersmarken föreslås avvattning ske till två dammar för rening och fördröjning samt som även hanterar skyfall. För att ej försämra situationen vid ett skyfall är det av vikt att minst en av dessa dammar anläggs. Skulle det råda platsbrist kan eventuellt en damm utgå till förmån för en eller flera andra mer platseffektiva fördröjningslösningar med likvärdig rening. I övrigt föreslås dagvattnet avledas till makadambäddar för rening och utjämning som även kan kombineras med dagvattenkassetter för att uppnå en mer utrymmeseffektiv fördröjning. Minsta yta för rening/infiltration genom makadam behöver dock finnas tillgänglig för att erforderlig rening ska uppnås. Om man önskar minska erforderligt ytbehov för fördröjning och rening på marken kan även dagvattenlösningar på tak anläggas i form av takträdgårdar. För att möjliggöra sådana lösningar är det viktigt attnockhöjden i detaljplanen medger detta. Exempelvis kan takträdgårdar med buskar behöva ha en växtbädd med en mäktighet på ca 0,5 m. Vill man anlägga takträdgårdar med träd krävs åtminstone mäktigheter om 1 m.

Inom planområdet förekommer ställvis förorenad mark. Om det vid detaljprojekteringen konstateras att det finns risk att markföroreningar urlakas där dagvattenanläggningar planeras, ska anläggningen tätas för att minska risken för spridning till det allmänna dagvattennätet och omkringliggande mark.

Kapaciteten i det allmänna ledningsnätet bedöms vara bristande. Orsaken till kapacitetsproblemen bedöms ej bero på planerade tillbyggnader utan beror på att befintligt nät är dimensionerat enligt tidigare dimensioneringsstandarder med en lägre säkerhet. Det är av stor vikt att fördröjning motsvarande minst 10 mm/m² hårdgjord yta anläggs på hårdgjorda ytor för att begränsa belastningen på ledningsnätet.



Framtagna dagvattenförslag på allmän plats är utarbetade med hänsyn till reningsaspekter och med utgångspunkten att begränsa belastningen på befintliga kombinerade system. Detaljer kring lösningar för att hantera kapacitetsproblemen avseende flöde behöver utredas och modelleras på en större skala i ett senare skede utifrån kostnadseffektivitet och risk, företrädesvis även med föregående flödesmätning. Med föreslagna dagvattenlösningar bedöms dock förbättring ske jämfört med befintlig situation.

Underjordiska parkeringsgarage i upp till två våningar under mark planeras i söder och utmed Gropegårdsgatan. För att ej riskera avsänkning av grundvattennivåerna i området ska dessa utföras i vattentät betong, d.v.s. utan dränering. Vidare kommer utgående ledning från garagens golvbrunnar att behöva passera oljeavskiljare och förses med backventil för att sedan via pumpning ansluta till spillvattennätet. För mer information kring när oljeavskiljare erfordras hänvisas till *Bilaga 1 i Gryaabs riktlinjer för olje- och slamavskiljare*.



Bilaga 1. Beräkning av föroreningsbelastning

För att beräkna **dagvattenföroreningar** används dagvatten- och recipientmodellen StormTac Web (Larm, 2000 och www.stormtac.com). StormTac är en statisk modell framtagen för att modellera dagvattenflöden, årlig föroreningsbelastning, avskiljning av föroreningar, samlad påverkan på recipient samt för dimensionering av dagvattenreningsanläggningar. Modellen består av fem delmodeller; avrinning, föroreningstransport, recipient, dagvattenrening samt utjämning och flödestransport.

För att avgöra dagvattnets föroreningspåverkan studeras ofta schablonhalter och totalmängder. För att beräkna dagvattnets halter och mängder av näringsämnen och föroreningar utnyttjar modellen schablonhalter som varierar beroende på typ av markanvändning. Schablonhalterna baseras på mätvärden från långvarig (oftast flera år, ibland flera månader) flödesproportionell provtagning, och uppdateras kontinuerligt. Det bör noteras att tillgängliga indata till modellen motsvarar årsmedelhalter och således motsvarar även utdata från en föroreningsmodellering årsmedelhalter och inte momentana maxhalter. Orsaken till att man tittar på årsmedelvärden snarare än maxvärden beror på att det momentana föroreningsinnehållet i dagvatten är mycket svårt att bedöma då det beror av en mängd olika faktorer såsom regnintensitet, torrperioder mellan regn, olika stor erosion i olika diken och ledningar m.m.

Användningen av schablonhalter för beräkning av dagvattnets föroreningstransport i form av årliga medelhalter är en vedertagen metod. Det är svårt att statistiskt beräkna och kortfattat redovisa osäkerheter eftersom spridningen i mätdata är olika för varje ämne och markanvändning. Dock bör noteras att halterna är schabloner och att dagvattnets verkliga föroreningsinnehåll kan variera inom vida gränser beroende på områdets faktiska utformning. T.ex. finns i modelleringsverktyget schablonhalter för flerfamiljshusområden vilka inkluderar parkeringsytor, gator, takytor, grönytor etc. Den verkliga föroreningshalten i dagvattnet från ett område av denna typ påverkas i realiteten av storleken på de ytor som faktiskt kommer att förekomma, hur dessa ytor sköts samt på framtida trafikintensitet. Detta är viktigt att notera när modelleringen görs i ett tidigt skede då markanvändningen sällan är helt fastställd.

Med indata i form av markanvändningsarealer och årsmedelnederbörd kan StormTac-modellen beräkna de mängder av föroreningar som transporteras av dagvatten. Med hänsyn till osäkerheterna i indata vid föroreningsmodellering bör alltid aktuella föroreningskällor i utrett område noteras för att utvärdera rimligheten i resultaten. Genom att identifiera källorna kan även eventuella åtgärdsförslag optimeras.

Nederbördsvolymen som nyttjas i StormTac-beräkningen uppgår till 837 mm/år och är ett uppskattat medelvärde från perioden 1961–1990 som antas gälla även i nuläget som indata till belastningsvärdena (mängderna). Detta värde har beräknats utgöra verklig nederbörd i Göteborg, efter mätförluster (korrigeringsfaktor 1,1) enligt SMHI (2016). Uppmätt nederbörd var 761 mm för perioden 1961–1990.



KVARTERSMARK, FÖRE EXPLOATERING

Föroreningsmängder (dagvatten+basflöde) utan rening

Föroreningsmängder (kg/år).

#	Kommentar	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	Hg	SS	Oil	BaP	Benz	TBT	As	TOC
A1	K1 (Spetsbågen)	3.8	52	0.80	1.1	4.0	0.022	0.44	0.45	0.0014	4000	21	0.0017	0.0091	0.000081	0.12	640
A2	K2 (Hembygdsgården)	0.13	2.0	0.021	0.032	0.11	0.00064	0.011	0.012	0.000040	110	0.56	0.000041	0.00093	0.0000030	0.0056	19
A3	K3 (västra 17:55)	1.2	16	0.27	0.38	1.3	0.0059	0.14	0.14	0.00047	1300	7.1	0.00055	0.0035	0.000024	0.036	200
A4	K4 (norra 17:55)	3.5	49	0.62	0.92	3.2	0.022	0.36	0.37	0.0010	3200	16	0.0013	0.0088	0.000077	0.11	550
A5	K5 (västra 66:4)	2.5	34	0.29	0.48	1.7	0.018	0.20	0.21	0.00048	1600	6.7	0.00067	0.0061	0.000055	0.084	330
A6	K6 (Östra 66:4)	0.58	8.1	0.17	0.23	0.80	0.0025	0.084	0.084	0.00029	790	4.5	0.00034	0.0017	0.000012	0.017	110
A7	K7 (centrala 17:55+byggnad i öster)	5.0	71	0.90	1.3	4.6	0.028	0.50	0.51	0.0016	4500	23	0.0019	0.020	0.00011	0.17	770
A8	K8 (östra 733:31)	0.93	14	0.21	0.29	1.0	0.0040	0.11	0.11	0.00038	1000	5.6	0.00041	0.0051	0.000020	0.034	160
A9	K9 (norr om linbanan)	0.050	0.70	0.0051	0.0087	0.031	0.00037	0.0036	0.0038	0.0000085	29	0.11	0.000012	0.00014	0.0000011	0.0018	6.4
A10	K10 (väster om linbanan)	0.30	4.2	0.079	0.11	0.38	0.0012	0.040	0.040	0.00014	370	2.1	0.00016	0.0013	0.0000062	0.0096	55
A11	K11 (södra 17:55)	2.1	29	0.37	0.55	1.9	0.013	0.21	0.22	0.00064	1900	9.5	0.00079	0.0062	0.000045	0.068	320
A12	K12 (öster om linbanan)	0.26	3.5	0.031	0.050	0.18	0.0018	0.020	0.021	0.000052	170	0.73	0.000071	0.00070	0.0000056	0.0087	35
A13	K13 (söder om linbanan)	0.18	2.5	0.049	0.067	0.24	0.00075	0.025	0.025	0.000086	230	1.3	0.000098	0.00061	0.0000037	0.0053	34
A14	K14 (Räddningstj)	0.11	1.6	0.022	0.031	0.11	0.00052	0.012	0.012	0.000039	110	0.58	0.000043	0.00055	0.0000023	0.0039	17
	Total	21	290	3.8	5.6	20	0.12	2.2	2.2	0.0066	19000	98	0.0080	0.064	0.00045	0.67	3300

Föroreningshalter (dagvatten+basflöde) utan rening

Föroreningshalter (ug/l). Jämförelse mot riktvärde där gråmarkerade celler visar överskridelse av riktvärde

#	Kommentar	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	Hg	SS	Oil	BaP	Benz	TBT	As	TOC
A1	K1 (Spetsbågen)	90	1200	19	27	96	0.52	10	11	0.032	94000	490	0.040	0.22	0.0019	2.7	15000
A2	K2 (Hembygdsgården)	78	1200	12	19	63	0.38	6.7	6.9	0.023	62000	330	0.024	0.54	0.0017	3.3	11000
A3	K3 (västra 17:55)	90	1200	21	29	100	0.46	11	11	0.036	100000	550	0.043	0.27	0.0019	2.8	16000
A4	K4 (norra 17:55)	89	1200	16	23	81	0.56	9.0	9.2	0.026	79000	390	0.033	0.22	0.0019	2.8	14000
A5	K5 (västra 66:4)	87	1200	10	17	59	0.63	6.9	7.2	0.017	57000	230	0.024	0.21	0.0019	2.9	12000
A6	K6 (Östra 66:4)	91	1300	26	36	130	0.39	13	13	0.045	120000	700	0.052	0.27	0.0019	2.6	18000
A7	K7 (centrala 17:55+byggnad i öster)	86	1200	15	23	79	0.48	8.6	8.8	0.027	77000	400	0.032	0.33	0.0019	3.0	13000
A8	K8 (östra 733:31)	83	1200	18	26	90	0.36	9.5	9.6	0.034	90000	500	0.036	0.46	0.0018	3.0	14000
A9	K9 (norr om linbanan)	86	1200	8.8	15	53	0.63	6.2	6.5	0.015	50000	200	0.021	0.24	0.0019	3.0	11000
A10	K10 (väster om linbanan)	87	1200	23	32	110	0.36	12	12	0.041	110000	630	0.046	0.38	0.0018	2.8	16000
A11	K11 (södra 17:55)	88	1200	16	23	81	0.53	8.9	9.1	0.027	80000	400	0.033	0.26	0.0019	2.9	14000
A12	K12 (öster om linbanan)	87	1200	11	17	60	0.61	6.9	7.2	0.018	58000	250	0.024	0.24	0.0019	3.0	12000
A13	K13 (söder om linbanan)	90	1300	25	34	120	0.38	13	13	0.044	120000	680	0.050	0.31	0.0019	2.7	17000
A14	K14 (Räddningstj)	83	1200	17	24	84	0.40	8.9	9.0	0.030	83000	450	0.034	0.43	0.0018	3.0	13000
	Total	88	1200	16	24	84	0.52	9.2	9.3	0.028	82000	420	0.034	0.27	0.0019	2.9	14000
	Riktvärde	150	2500	14	22	60	0.40	15	40	0.050	60000	1000	0.050	10	0.0010	15	20000

Notera att halterna i tabellerna jämförs med målvärden och inte riktvärden för P, N, Cu, Zn, SS och TOC eftersom dagvattnet ej leds till en känslig recipient.



KVARTERSMARK, EFTER EXPLOATERING

Föroreningsmängder (dagvatten+basflöde) utan rening

Föroreningsmängder (kg/år).

#	Kommentar	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	Hg	SS	Oil	BaP	Benz	TBT	As	TOC
A1	K1 (Spetsbågen)	3.8	52	0.73	1.1	3.8	0.023	0.41	0.42	0.0012	3700	19	0.0016	0.0090	0.000082	0.12	610
A2	K2 (Hembygdsgården)	0.13	2.0	0.021	0.032	0.11	0.00064	0.011	0.012	0.000040	110	0.56	0.000041	0.00093	0.0000030	0.0056	19
A3	K3 (västra 17:55)	1.2	16	0.22	0.32	1.1	0.0067	0.12	0.13	0.00038	1100	5.7	0.00046	0.0034	0.000025	0.037	180
A4	K4 (norra 17:55)	3.6	50	0.50	0.78	2.8	0.025	0.31	0.33	0.00083	2700	12	0.0011	0.0084	0.000080	0.12	510
A5	K5 (västra 66:4)	2.6	35	0.28	0.46	1.7	0.019	0.19	0.20	0.00046	1600	6.2	0.00066	0.0058	0.000057	0.086	340
A6	K6 (Östra 66:4)	0.58	8.1	0.17	0.23	0.80	0.0025	0.084	0.084	0.00029	790	4.5	0.00034	0.0017	0.000012	0.017	110
A7	K7 (centrala 17:55+byggnad i öster)	5.1	72	0.85	1.3	4.5	0.030	0.49	0.50	0.0015	4400	22	0.0018	0.019	0.00011	0.18	770
A8	K8 (östra 733:31)	1.3	18	0.20	0.30	1.1	0.0081	0.12	0.12	0.00034	1000	5.0	0.00043	0.0039	0.000028	0.043	190
A9	K9 (norr om linbanan)	0.050	0.70	0.0051	0.0087	0.031	0.00037	0.0036	0.0038	0.0000085	29	0.11	0.000012	0.00014	0.0000011	0.0018	6.4
A10	K10 (väster om linbanan)	0.39	5.4	0.044	0.073	0.26	0.0029	0.030	0.032	0.000072	250	0.99	0.00010	0.00090	0.0000087	0.013	52
A11	K11 (södra 17:55)	2.3	32	0.39	0.58	2.0	0.015	0.23	0.23	0.00065	2000	9.5	0.00083	0.0054	0.000050	0.073	350
A12	K12 (öster om linbanan)	0.28	3.9	0.023	0.042	0.15	0.0022	0.018	0.020	0.000036	140	0.45	0.000058	0.00063	0.0000063	0.0097	34
A13	K13 (söder om linbanan)	0.21	2.8	0.022	0.037	0.13	0.0015	0.016	0.016	0.000036	130	0.50	0.000053	0.00047	0.0000046	0.0069	27
A14	K14 (Räddningstj)	0.11	1.6	0.020	0.029	0.10	0.00055	0.011	0.011	0.000036	99	0.53	0.000040	0.00055	0.0000023	0.0040	17
	Total	22	300	3.5	5.2	18	0.14	2.1	2.1	0.0059	18000	86	0.0075	0.061	0.00047	0.71	3200

Föroreningshalter (dagvatten+basflöde) utan rening

Föroreningshalter (ug/l). Jämförelse mot riktvärde där gråmarkerade celler visar överskridelse av riktvärde

#	Kommentar	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	Hg	SS	Oil	BaP	Benz	TBT	As	TOC
A1	K1 (Spetsbågen)	90	1200	17	25	89	0.55	9.7	9.9	0.029	87000	440	0.037	0.21	0.0019	2.8	14000
A2	K2 (Hembygdsgården)	78	1200	12	19	63	0.38	6.7	6.9	0.023	62000	330	0.024	0.54	0.0017	3.3	11000
A3	K3 (västra 17:55)	88	1200	17	25	86	0.52	9.4	9.6	0.029	85000	430	0.035	0.26	0.0019	2.8	14000
A4	K4 (norra 17:55)	88	1200	12	19	67	0.61	7.6	7.9	0.020	65000	290	0.027	0.20	0.0019	2.9	12000
A5	K5 (västra 66:4)	87	1200	9.6	16	57	0.65	6.6	7.0	0.016	54000	210	0.022	0.20	0.0019	2.9	11000
A6	K6 (Östra 66:4)	91	1300	26	36	130	0.39	13	13	0.045	120000	700	0.052	0.27	0.0019	2.6	18000
A7	K7 (centrala 17:55+byggnad i öster)	86	1200	14	21	75	0.51	8.2	8.4	0.025	73000	370	0.030	0.32	0.0019	3.0	13000
A8	K8 (östra 733:31)	87	1200	14	21	73	0.55	8.1	8.3	0.023	71000	340	0.029	0.27	0.0019	2.9	13000
A9	K9 (norr om linbanan)	86	1200	8.8	15	53	0.63	6.2	6.5	0.015	50000	200	0.021	0.24	0.0019	3.0	11000
A10	K10 (väster om linbanan)	88	1200	9.9	16	58	0.65	6.7	7.1	0.016	55000	220	0.023	0.20	0.0019	2.9	12000
A11	K11 (södra 17:55)	89	1200	15	22	79	0.58	8.7	9.0	0.025	76000	370	0.032	0.21	0.0019	2.8	14000
A12	K12 (öster om linbanan)	87	1200	7.0	13	46	0.69	5.6	6.0	0.011	43000	140	0.018	0.19	0.0019	3.0	10000
A13	K13 (söder om linbanan)	87	1200	9.5	16	56	0.65	6.6	6.9	0.015	53000	210	0.022	0.20	0.0019	2.9	11000
A14	K14 (Räddningstj)	83	1200	15	22	77	0.42	8.3	8.5	0.028	77000	410	0.031	0.42	0.0018	3.1	13000
	Total	88	1200	14	21	75	0.56	8.3	8.6	0.024	73000	350	0.030	0.25	0.0019	2.9	13000
	Riktvärde	150	2500	14	22	60	0.40	15	40	0.050	60000	1000	0.050	10	0.0010	15	20000

Notera att halterna i tabellerna jämförs med målvärden och inte riktvärden för P, N, Cu, Zn, SS och TOC eftersom dagvattnet ej leds till en känslig recipient.



Summa belastning kg/år efter rening

#	Kommentar	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	Hg	SS	Oil	BaP	Benz	TBT	As	TOC
A1	K1 (Spetsbågen)	3.8	34	0.32	0.38	1.4	0.0079	0.10	0.12	0.00093	1800	5.6	0.00093	0.0063	0.000057	0.071	430
A2	K2 (Hembygdsgården)	0.13	1.3	0.0094	0.012	0.040	0.00023	0.0033	0.0039	0.000030	55	0.17	0.000025	0.00065	0.0000021	0.0033	13
A3	K3 (västra 17:55)	1.2	11	0.096	0.11	0.41	0.0023	0.030	0.037	0.00028	550	1.7	0.00028	0.0024	0.000017	0.022	130
A4	K4 (norra 17:55)	3.6	33	0.23	0.30	1.0	0.0086	0.085	0.10	0.00062	1400	4.1	0.00067	0.0059	0.000056	0.071	360
A5	K5 (västra 66:4)	2.6	23	0.13	0.19	0.62	0.0064	0.055	0.067	0.00034	850	2.9	0.00039	0.0041	0.000040	0.052	230
A6	K6 (Östra 66:4)	0.58	5.3	0.069	0.072	0.28	0.00090	0.018	0.023	0.00022	370	1.4	0.00020	0.0012	0.0000085	0.010	80
A7	K7 (centrala 17:55+byggnad i öster)	2.5	53	0.24	0.59	1.5	0.015	0.099	0.21	0.00091	1000	6.0	0.00046	0.0066	0.000039	0.090	770
A8	K8 (östra 733:31)	1.3	12	0.090	0.11	0.39	0.0028	0.031	0.038	0.00026	530	1.5	0.00026	0.0027	0.000020	0.026	130
A9	K9 (norr om linbanan)	0.050	0.46	0.0024	0.0036	0.012	0.00012	0.0011	0.0013	0.0000064	16	0.058	0.0000072	0.000100	0.00000078	0.0011	4.5
A10	K10 (väster om linbanan)	0.39	3.6	0.021	0.029	0.098	0.00098	0.0086	0.010	0.000054	130	0.45	0.000062	0.00063	0.0000061	0.0079	36
A11	K11 (södra 17:55)	1.5	26	0.19	0.36	1.1	0.0098	0.100	0.14	0.00047	920	2.6	0.00040	0.0030	0.000027	0.048	350
A12	K12 (öster om linbanan)	0.28	2.6	0.011	0.018	0.057	0.00075	0.0055	0.0067	0.000027	78	0.33	0.000035	0.00044	0.0000044	0.0058	24
A13	K13 (söder om linbanan)	0.21	1.9	0.010	0.015	0.050	0.00052	0.0045	0.0054	0.000027	68	0.24	0.000032	0.00033	0.0000032	0.0042	19
A14	K14 (Räddningstj)	0.11	1.0	0.0087	0.011	0.037	0.00019	0.0028	0.0034	0.000027	50	0.16	0.000024	0.00038	0.0000016	0.0024	12
	Total	18	207	1.4	2.2	7.0	0.057	0.54	0.77	0.0042	7825	27	0.0038	0.035	0.00028	0.41	2590

Summa föroreningshalt ug/l efter rening

#	Kommentar	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	Hg	SS	Oil	BaP	Benz	TBT	As	TOC
A1	K1 (Spetsbågen)	90	810	7.5	8.9	32	0.19	2.4	2.9	0.022	43000	130	0.022	0.15	0.0014	1.7	10000
A2	K2 (Hembygdsgården)	78	780	5.5	7.2	23	0.13	1.9	2.3	0.018	33000	100	0.014	0.38	0.0012	2.0	7800
A3	K3 (västra 17:55)	88	810	7.4	8.8	31	0.18	2.3	2.9	0.022	42000	130	0.021	0.18	0.0013	1.7	9900
A4	K4 (norra 17:55)	88	800	5.5	7.3	25	0.21	2.1	2.5	0.015	34000	100	0.016	0.14	0.0014	1.7	8700
A5	K5 (västra 66:4)	87	790	4.5	6.4	21	0.22	1.9	2.3	0.012	29000	100	0.013	0.14	0.0014	1.8	8000
A6	K6 (Östra 66:4)	90	830	11	11	44	0.14	2.8	3.5	0.034	57000	210	0.031	0.19	0.0013	1.6	12000
A7	K7 (centrala 17:55+byggnad i öster)	42	880	3.9	9.9	26	0.25	1.7	3.5	0.015	17000	100	0.0076	0.11	0.00065	1.5	13000
A8	K8 (östra 733:31)	87	800	6.1	7.8	27	0.19	2.1	2.6	0.018	36000	100	0.018	0.19	0.0013	1.8	9000
A9	K9 (norr om linbanan)	86	790	4.1	6.1	20	0.21	1.8	2.2	0.011	27000	100	0.012	0.17	0.0013	1.8	7700
A10	K10 (väster om linbanan)	88	790	4.6	6.5	22	0.22	1.9	2.3	0.012	29000	100	0.014	0.14	0.0014	1.8	8100
A11	K11 (södra 17:55)	58	990	7.4	14	43	0.38	3.8	5.3	0.018	35000	100	0.015	0.11	0.0011	1.9	14000
A12	K12 (öster om linbanan)	87	790	3.4	5.5	18	0.23	1.7	2.1	0.0082	24000	100	0.011	0.14	0.0014	1.8	7300
A13	K13 (söder om linbanan)	87	790	4.4	6.4	21	0.22	1.9	2.3	0.012	29000	100	0.013	0.14	0.0014	1.8	8000
A14	K14 (Räddningstj)	83	790	6.8	8.2	28	0.15	2.2	2.6	0.021	39000	120	0.019	0.30	0.0013	1.8	9000
	Total	74	842	5.8	9.0	29	0.23	2.2	3.1	0.017	31780	110	0.015	0.14	0.0011	1.7	10521
	Riktvärde	150	2500	14	22	60	0.40	15	40	0.050	60000	1000	0.050	10	0.0010	15	20000

Notera att halterna i tabellerna jämförs med målvärden och inte riktvärden för P, N, Cu, Zn, SS och TOC eftersom dagvattnet ej leds till en känslig recipient.



Bilaga 2. Föreslagen dagvattenhantering

