

2017-12-01

Dagvatten-PM



Projekt: Detaljplan för bostäder med särskild service vid Pärt-Antons gata

Beställare:

Beställarens representant:

Handläggare:

Stadsbyggnadskontoret

Felicia Klasson

Linn Wahlgren



Göteborgs Stad
Kretslopp och vatten

Utveckling och projektavdelningen
Enheten för Regn, Rening och Recipient



Sammanfattning

Denna dagvatten- och skyfallsutredning har tagits fram för att utvärdera dagvatten- och skyfallsrelaterade frågor i samband med detaljplanearbetet för bostäder med särskild service vid Pärt-Antons gata. Planen omfattar byggnation av ett enplanshus innehållande sex lägenheter samt gemensamhets- och personalutrymmen på fastigheten Älvsborg 855:470.

En helhetslösning förespråkas med dagvattenlösningar som både uppfyller fördröjningskraven (10 mm/m^2 hårdgjord yta) och avleder skyfall. Vid ett skyfall blir vatten stående inom större delen av planområdet. Vattendjupet blir som störst vid den nuvarande parkeringen i områdets nordöstra del. Om inga åtgärder vidtas finns stor risk för översvämning vid skyfall, såväl inom planområdet som på närliggande fastigheter. För att klimatsäkra området och garantera framkomlighet ska därför höjdsättningen av fastigheten och gatan anpassas för att vattnet fritt ska kunna rinna vidare längs Pärt-Antons gata åt öster. För fördröjning av dagvatten föreslås att ett dike och ett underjordiskt magasin anläggs inom fastigheten. Dessutom rekommenderas sedumtak som ett sätt att minska avrinningen och dessutom bidra med ekologiska värden. Enligt de förutsättningar och förslaget som presenteras i denna utredning behöver $6,5 \text{ m}^3$ vatten fördröjas inom fastigheten.

Föroreningsberäkningar visar att halterna av vissa av de undersökta ämnena ökar efter exploatering. Med enklare rening uppnås kraven som Göteborgs stad ställer på dagvattenkvalitet, och föroreningsmängderna som släpps ut per år minskar eller förblir desamma som före exploateringen. Detta innebär att planen inte försämrar möjligheterna att uppnå miljökvalitetsnormerna för vatten.

Detaljplanen påverkar inte något markavvattningsföretag.



Innehållsförteckning

1.	Projektbeskrivning.....	4
1.1	Syfte och huvuddrag	4
1.2	Områdesbeskrivning	4
2.	Förutsättningar.....	5
2.1	Geoteknik och markmiljö	8
2.2	Recipient och avrinningsområde	9
2.3	Fördröjningskrav.....	10
2.4	Reningskrav	10
3.	Hydraulik.....	11
3.1	Dimensionerande flöden.....	11
3.2	Kapacitet dagvattenledningssystemet.....	12
4.	Klimatanpassning	12
4.1	Skyfall.....	12
5.	Förslag dagvatten- och skyfallshantering.....	14
5.1	Kvartersmark	14
5.2	Allmän platsmark.....	16
	Trafikförslag.....	16
5.3	Funktion, drift, underhåll och kostnader.....	17
	Makadamdike	17
	Fördröjningsmagasin	18
	Sedumtak	18
6.	Dagvattenkvalitet.....	19
6.1	Resultat från föroreningsmodellering.....	19
6.2	Miljökvalitetsnormer	20
6.3	Dikningsföretag	20
7.	Referenser.....	21
Bilaga 1.	Tabeller från avrinnings- och föroreningsmodellering.....	22
Bilaga 2.	Diagram från flödesmodellering.....	25
Bilaga 3.	Länkar och övrig information	26



1. Projektbeskrivning

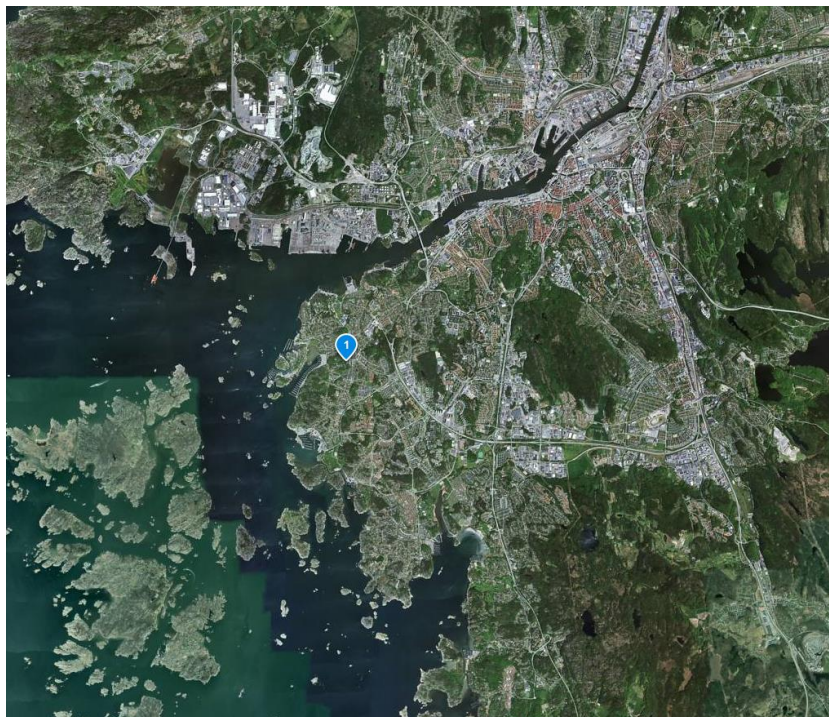
1.1 Syfte och huvuddrag

På uppdrag av Stadsbyggnadskontoret har Kretslopp och vatten tagit fram detta PM för dagvatten för aktuell detaljplan för bostäder med särskild service vid Pärt Antons gata. Syftet med utredningen är att ta fram planeringsförutsättningar för utbyggnad vad gäller dagvattenrelaterade frågor. På grund av det tidiga skedet i planprocessen är inte fastighetens utformning fastställd, vilket innebär att denna utredning bygger på antaganden.

Detaljplanens syfte är att möjliggöra uppförande av ett boende med särskild service i ett plan, innehållande sex lägenheter. I anslutning till byggnaden planeras en uteplats samt några enstaka parkeringsplatser.

1.2 Områdesbeskrivning

Planområdet utgör en del av fastigheten Älvsborg 855:470 inom stadsdelen Älvsborg i Göteborg, se Figur 1. Platsen ligger ca 7 km från Göteborgs stadskärna.



Figur 1. Orienteringskarta som visar planens lokalisering i staden.



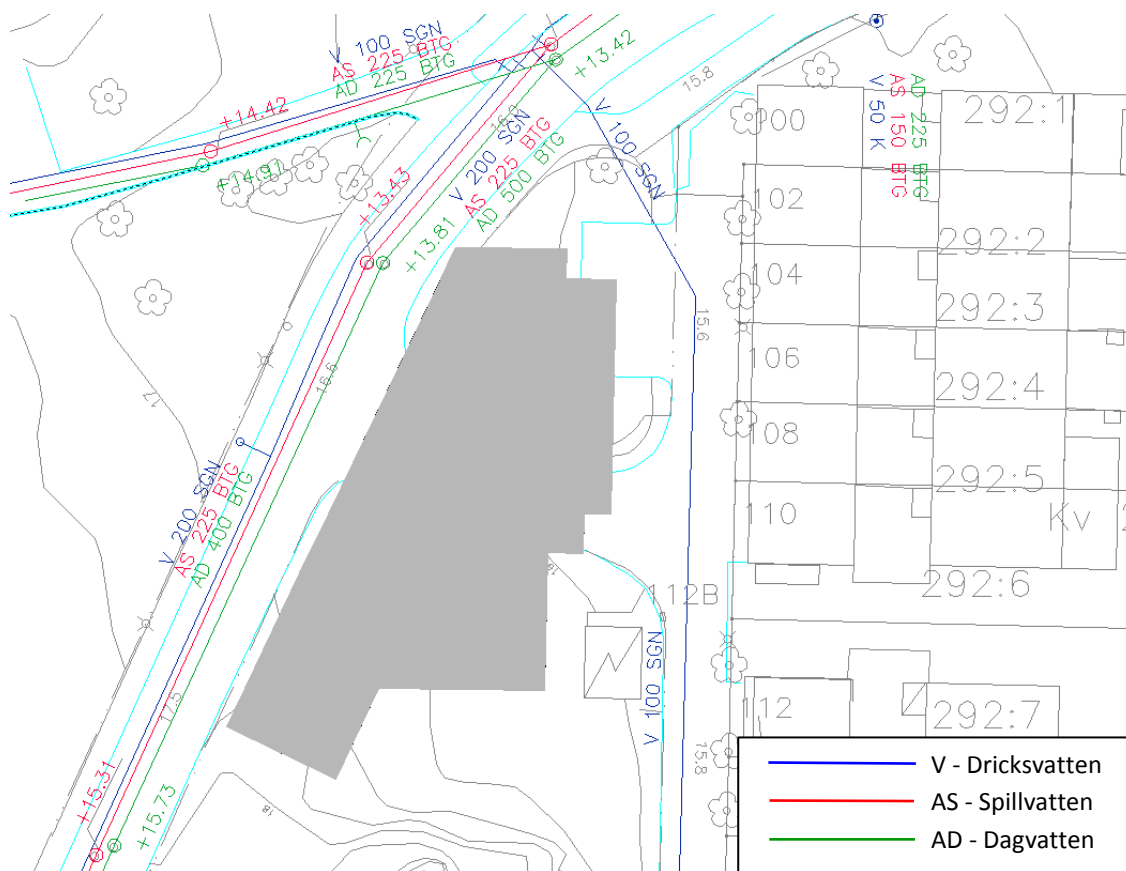
Planområdet med preliminär gräns visas i Figur 2. Idag består området i huvudsak av gräsytor och en gata som utgör nuvarande in- och utfart till det intilliggande radhusområdet. I den sydöstra änden finns en transformatorstation. Planområdet omfattar ca 1500 m² varav drygt 600 m² kommer att upptas av den nya byggnaden.



Figur 2. Ortofoto över befintlig bebyggelse i området. Röd streckad linje markerar preliminär plangräns.

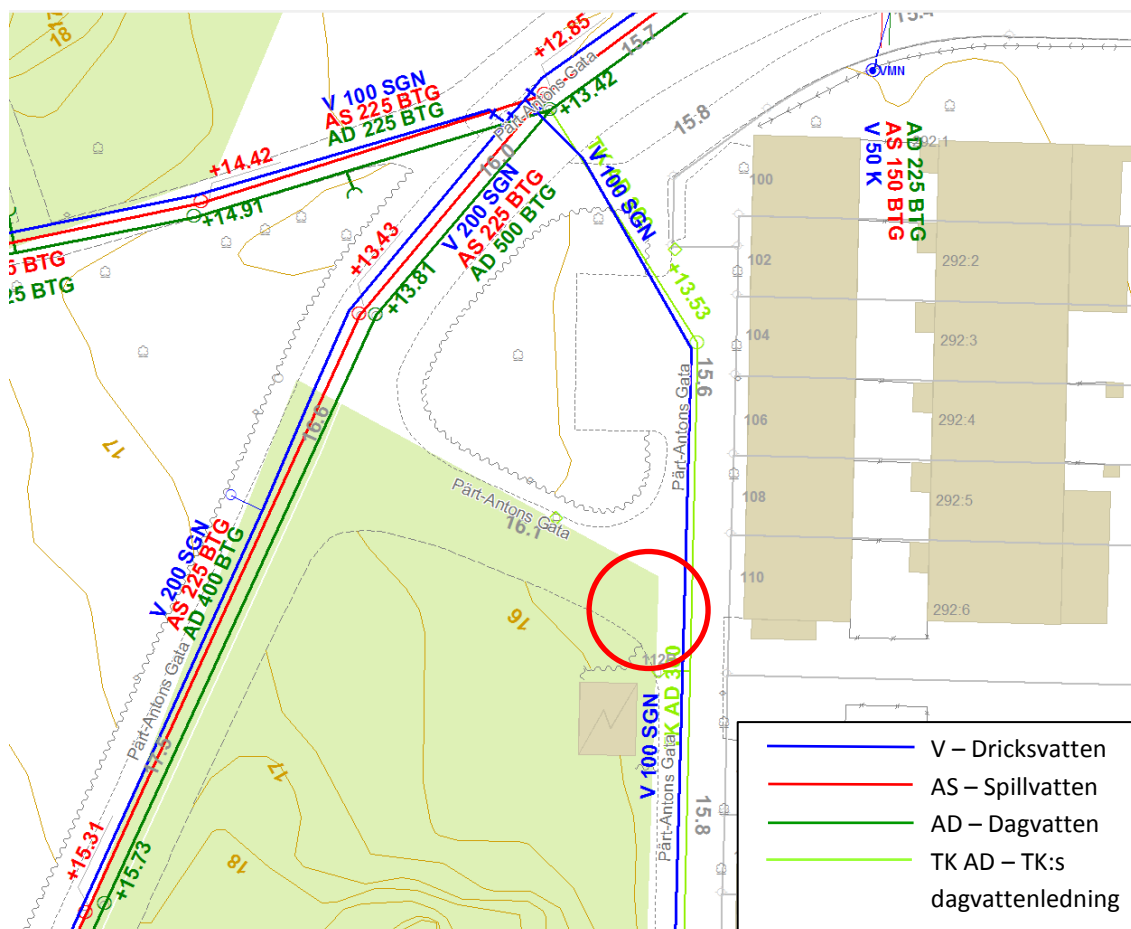
2. Förutsättningar

Ledningskarta med föreslagen byggnad visas i Figur 3. Området är väl försörjt med kommunala VA-ledningar. I Pärt-Antons gata väster och norr om området finns ledningar för dricksvatten, spillvatten och dagvatten och goda möjligheter till anslutning med självfall. Området har idag ingen formell anslutning till dessa ledningar, utan avvattas genom infiltration och genom rännstensbrunnar i omgivande gator.



Figur 3. Ledningsnätet för vatten och avlopp runt planområdet. Föreslagen byggnad markerad i grått.

För att skapa en bild av området utfördes en översiktlig inventering i augusti 2017. Översikten i Figur 4 visar var fotona är tagna. Figur 4 ger också en tydligare bild av ledningsnätet och visar höjdkurvorna som kan ge en uppfattning om hur området sluttar. Direkt söder om planområdet ligger en trädbevuxen bergknalle. Denna del har därför större nivåskillnader än övriga området, som har en svag lutning mot nordost. Höjderna varierar från +18 m i sydväst till +15,6 m i nordost vid den befintliga parkeringen som utgör områdets lågpunkt.



Figur 4. Översiktlig orienteringskarta. Röd cirkel visar var bilderna i Figur 5 och 6 är tagna.



Figur 5. Vy mot väst resp. nordväst. Transformatorstation till vänster.



Figur 6. *Vy mot nordöst.*



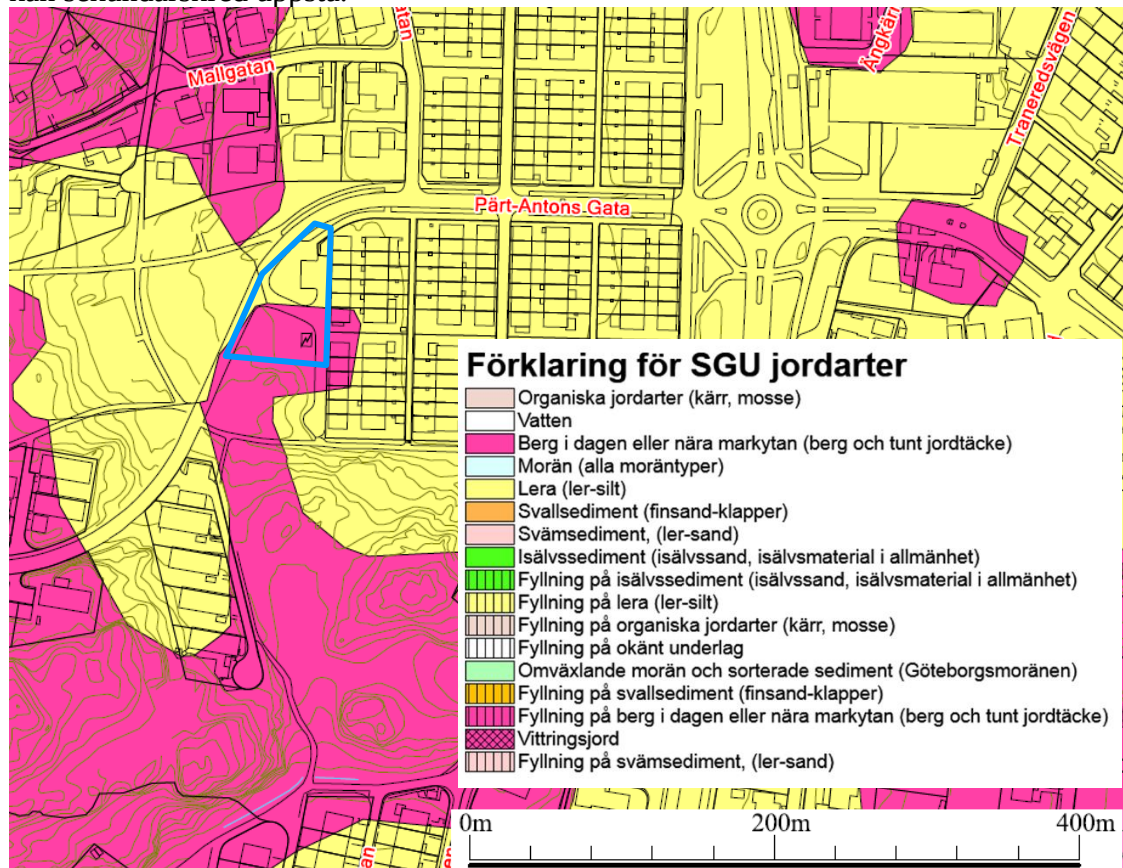
Figur 7. *Vy mot norr från tidigare inventeringstillfälle. Bild tagen från vändplatsen sydöst om planområdet.*

2.1 Geoteknik och markmiljö

Marken inom planområdet består i huvudsak av lera (ler-silt) och berg nära markytan. Möjligheterna till infiltration är därför begränsade. Utdrag ur jordartskartan (se Figur 8) visar ungefärlig utbredning av de olika jordarterna.



Marken i den södra delen är stabil och klassas som fastmark (stabilitetszon 3). Den leriga marken i den norra delen av området ligger enligt Infovisaren inom stabilitetszon 2. Där kan sekundärskred uppstå.



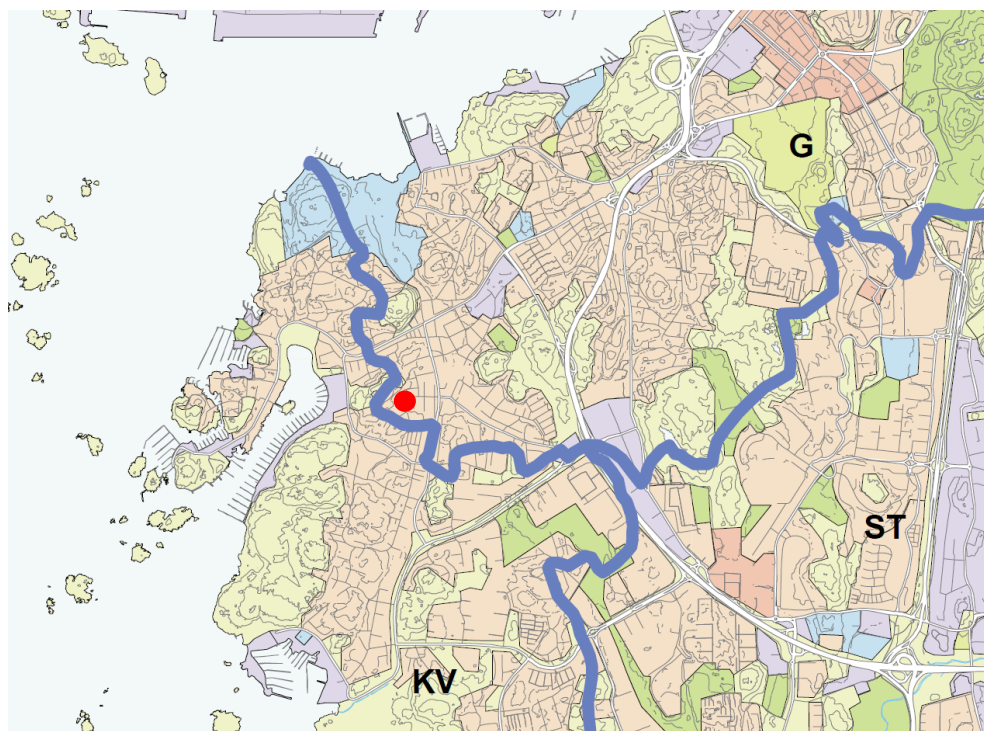
Figur 8. Utdrag ur jordartskartan med planområdet markerat med blå linje.

Enligt Infovisarens karta över förorenade områden finns inga kända markföroreningar inom eller nära planområdet.

2.2 Recipient och avrinningsområde

Planområdet ligger inom avrinningsområdet för Göta älv. Avrinningsområdets utbredning framgår av Figur 9.

Recipienten klassas som mindre känslig enligt dokumentet Reningskrav för dagvatten. Det innebär att Miljöförvaltningens målvärden för föroreningshalter i dagvattnet ska uppnås.



Figur 9. Karta över avrinningsområde. Röd prick markerar planområdet.
(Bildkälla: Stadsbyggnadskontoret, VA-verket, Göteborg, 2002)

2.3 Fördröjningskrav

Göteborgs stad ställer krav på att 10 mm dagvatten per kvadratmeter hårdgjord yta ska fördröjas. En uppskattning av vilken volym det motsvarar med nuvarande planförslag redovisas i kapitel 5.

2.4 Reningskrav

Eftersom planområdet är litet, omfattar byggnation av endast sex bostäder och ligger i ett område som domineras av villor och grönområden, är det en *mindre belastad yta* vad gäller de avvattande ytornas föroreningsbelastning. Tillsammans med en mindre känslig recipient visar matrisen i Tabell 1 att fördröjning är tillräckligt även som reningsmetod.

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

För att utvärdera förändring i föroreningsbelastning på grund av exploatering, har en föroreningsmodellering före och efter exploatering genomförts. Resultatet visar att enklare rening är nödvändig för att inte föroreningsbelastningen ska öka i samband med



exploatering. Resultatet från föroreningsmodelleringen redovisas i avsnitt 6 samt i sin helhet i Bilaga 1.

3. Hydraulik

3.1 Dimensionerande flöden

För beräkning av befintligt dagvattenflöde har regn med återkomsttiden 10 år valts, eftersom det är dimensionerande för trycklinje i marknivå för ett område med gles bostadsbebyggelse, enligt Svenskt Vattens P110. Dimensionerande regnvaraktighet är 10 min. Räknat med rationella metoden blir regnintensiteten därmed 228 l/s • ha.

Den reducerade arean beräknades genom att multiplicera arean för varje delområde med avrinningskoefficienten för det delområdet. De uppskattade delområdena, avrinningskoefficienter samt motsvarande reducerad area visas i Tabell 2 nedan.

Tabell 2. Beräkning av reducerad area, före och efter exploatering.

Delområde	Area före [m ²]	Area efter [m ²]	Avrinningskoefficient	Reducerad area före [m ²]	Reducerad area efter [m ²]
Väg	550	250*	0,8	440	200*
Parkering	75	75	0,8	60	60
Tak	25	675**	0,9	23	608**
Grönytor	850	300	0,1	85	30
Marksten	-	200	0,7	-	140
Totalt	1500	1500		608	1036
Delområde	Area före [m ²]	Area efter [m ²]	Avrinningskoefficient	Reducerad area före [m ²]	Reducerad area efter [m ²]
Allmän plats	1500	275		608	221
Kvartersmark	0	1225		0	815

*Allmän platsmark och därmed inte inkluderat i beräkningen av erforderlig fördröjning inom fastigheten (se avsnitt 5).

**Varav 25 m² (23 m² reducerad area) är transformatorstationen, d.v.s. allmän platsmark.

Det dimensionerande flödet beräknades enligt ekvation 1 nedan. Före exploatering används klimatfaktor 1 och efter exploatering 1,25 (enligt P110) för att kompensera för förhöjda regnintensiteter på grund av klimatförändringar.

$$Q_{\text{dim}} \left[\frac{\text{l}}{\text{s}} \right] = \text{regnintensitet} \left[\frac{\text{l}}{\text{s}} \cdot \text{ha} \right] \cdot \text{reducerad area} [\text{ha}] \cdot \text{klimatfaktor} \quad (1)$$

Dimensionerande flöde för planområdet före exploatering blir enligt ekvation ovan 14 l/s.



Dimensionerande flöde för planområdet efter exploatering blir enligt ekvation ovan 30 l/s vilket innebär att flödet ökar med ca 16 l/s jämfört med befintligt flöde. Drygt en tredjedel av denna ökning beror på klimatfaktorn, men den största bidragande orsaken är ökningen av andelen hårdgjord yta.

3.2 Kapacitet dagvattenledningssystemet

En enkel modellering av befintlig kapacitet i ledningssystemet har utförts i datorprogrammet Mike Urban, och den visar att det inte bör vara några problem att ansluta ytterligare ca 0,1 ha reducerad area, vilket planens genomförande innebär, till det allmänna dagvattensystemet. Modelleringen baserades på ett regn med 10 års statistisk återkomsttid i nuvarande klimat. Ett diagram över resultatet redovisas i Bilaga 2.

4. Klimatanpassning

4.1 Skyfall

Resultat av Göteborgs stads skyfallsmodell visas i Figur 10. Modellen visar på ytlig avrinning vid regn med 100 års återkomsttid. Ur skyfallsperspektiv är platsen inte lämpad för exploatering utan att åtgärder vidtas eftersom större delen av området översvämmas. I den nordöstra delen, vid den tänkta in- och utfarten, kan vattendjupet bli upp till 0,5 m. I övriga delar är djupet 0,1–0,3 m. Detta innebär att en relativt stor mängd vatten fördröjs inom planområdet vid händelse av skyfall. Exploatering innebär att denna fördröjningsvolym försvinner och att vattnet då kommer att rinna vidare med risk för nedströms påverkan. På grund av att planen är liten till utbredningen bedöms dock denna negativa påverkan vara liten ur ett helhetsperspektiv. Däremot är det extra viktigt att höjdsätta området och byggnaden på ett korrekt sätt så att framkomlighet upprätthålls, och inte minst så att inte situationen förvärras för befintlig bebyggelse. Redan idag finns en risk att radhusen öster om planområdet översvämmas vid skyfall, och denna situation får därför inte bli värre. Fria vattenvägar ska skapas och instängda områden undvikas. Hänsyn måste tas till vattnets naturliga flödesvägar. Bland annat måste höjdsättningen av gatan justeras så att vattnet kan rinna vidare på Pärt-Antons gata åt nordöst. Figur 11 ger en bild av hur vattnet flödar i området och längs gatan.



Figur 10. Vattendjup vid klimatanpassat 100-årsregn. Utdrag ur skyfallsmodellen. Planområdet markerat med röd linje.



Figur 11. Ytvattenflöde vid klimatanpassat 100-årsregn. Utdrag ur skyfallsmodellen. Planområdet markerat med röd linje.

För att garantera framkomlighet ska höjderna planeras så att max 0,2 m vatten kan bli stående på gator och stråk fram till byggnadsentréer vid ett klimatanpassat 100-årsregn. Detta innebär bland annat att lågpunkten vid den nuvarande parkeringen behöver byggas bort så att fall säkerställs längs hela lokalgatan. Se Figur 4 för en tydligare bild av gathöjderna, och avsnitt 6.2 för ytterligare kommentarer angående skyfallsvägar och nuvarande trafikförslag. En marginal på 0,2 m ska hållas mellan stående vatten och underkant golvbjälklag och andra vitala delar som är nödvändiga för byggnadens funktion. Detta gäller både den nya byggnaden och den befintliga transformatorstationen, som även den måste skyddas mot påverkan vid skyfall. Planens genomförande får inte innebära att mer vatten avrinner mot, eller blir stående vid, transformatorstationen. Med hänsyn till risk



för uppdämning i det allmänna spill- och dagvattensystemet gäller även att färdigt golv på den nya byggnaden ska vara minst 0,3 m över marknivån i förbindelsepunkten.

5. Förslag dagvatten- och skyfallshantering

En reducerad yta om 820 m² innebär att 8,5 m³ dagvatten behöver fördröjas inom den blivande fastigheten.

Som tidigare nämnts ska dagvattnet fördröjas och genomgå enklare rening. Öppna dagvattenlösningar är att föredra som fördröjningsmetod då systemet blir mer robust och rening av dagvattnet sker via infiltration i anläggningen.

Nedan redovisas en sammanfattning av förslagna dagvattenlösningar, följt av mer utförliga beskrivningar av respektive anläggningars funktioner och fördröjningsvolymer.

5.1 Kvartersmark

Föreslagen lösning för fördröjning av dagvatten är ett dike samt underjordiskt fördröjningsmagasin. Lösningarna tar upp ca 20 respektive 4 m² och placeras längs fastighetsgränsen åt söder (dike) och i den norra änden av fastigheten (magasin), se Figur 12. Magasinet kan även placeras söder om byggnaden. Oberoende av placering ska takvattnet ledas till och fördröjas i magasinet innan det släpps till det allmänna ledningsnätet. Utöver detta föreslås att den nya byggnaden förses med ett sedumtak, vilket skulle bidra med positiva effekter både när det gäller biologisk mångfald och dagvattenhantering. I förslaget har hänsyn tagits till den naturmarksavrinning som sker från intilliggande bergknalle ned mot fastigheten och som måste avledas för att inte påverka planerad byggnad, samt den platsbrist som råder då en stor del av planområdet kommer att upptas av byggrätt.

En reducerad yta om 620 m² innebär att 6,5 m³ dagvatten behöver fördröjas inom fastigheten. En kort sammanfattning av föreslagna dagvattenlösningar och möjliga fördröjningsvolymer redovisas i Tabell 4.



Tabell 4. Dagvattenlösningar och deras fördröjningsvolym.

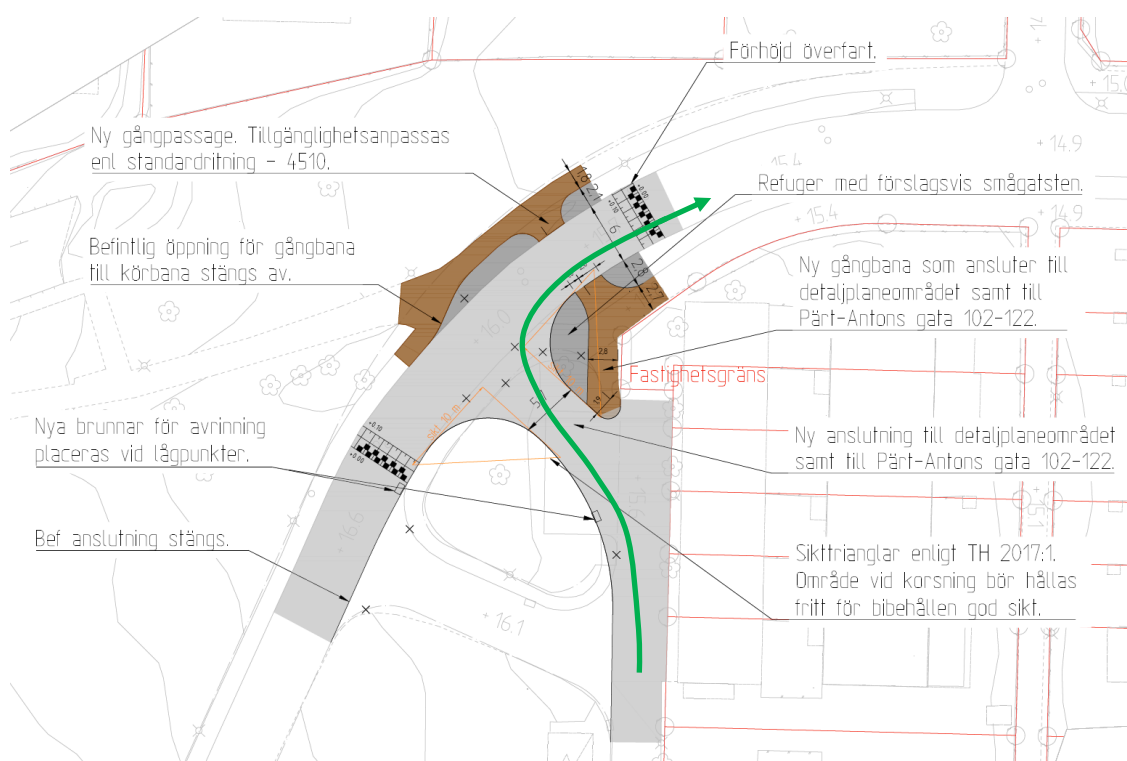
Dagvattenlösning	Fördröjning
Makadamdike (l×b×d×porositet)	3 m ³ (26×0,75×0,5×0,3)
Underjordiskt magasin (l×b×h)	3,5 m ³ (2,5×1,4×1)

5.2 Allmän platsmark

Gällande den allmänna platsmarken ska fokus vara skyfallshantering och att förhindra ökad avrinning mot närliggande radhusområde. Skyfallssituationen och föreslagna åtgärder har beskrivits mer ingående i avsnitt 4.

Trafikförslag

Figur 13 nedan illustrerar nuvarande trafikförslag. Bilden visar den nya anslutningen till området, föreslagna nya dagvattenbrunnar samt förhöjda överfarter. För att trafikförslaget ska fungera tillsammans med skyfallsåtgärderna beskrivna i avsnitt 4, krävs att höjderna justeras så att fall uppnås längs hela avrinningsvägen, markerad i grönt. De hastighetssänkande åtgärderna måste planeras på ett sådant sätt att konstruktionerna inte hindrar vattenflödet. Eventuella förhöjda överfarter får inte hindra avrinningen och på så vis skapa nya instängda områden och förvärra situationen uppströms, utan ska konstrueras på ett sådant sätt att vattnet kan rinna förbi eller över dem.



Figur 13. Trafikförslag. Grön linje markerar avrinningsväg vid skyfall.

5.3 Funktion, drift, underhåll och kostnader

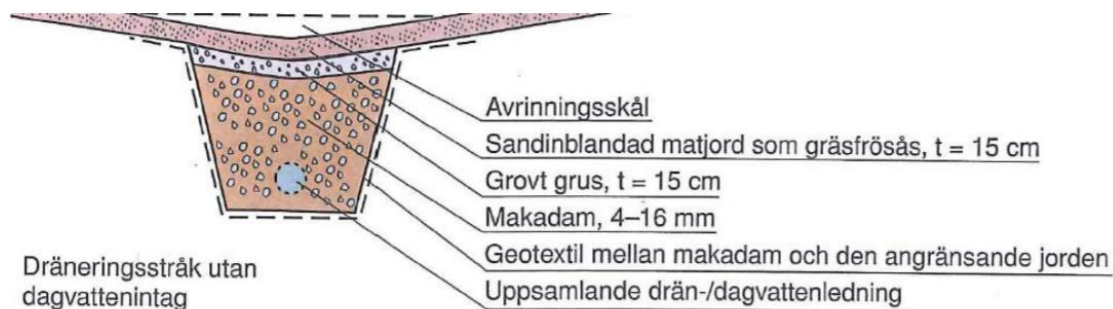
Makadamdike

Ett makadamdike, även kallat infiltrationsdike eller krossdike (se Figur 14 och 15), är ett schakt i marken som täcks av geotextil och som sedan fylls med makadam. Duken är till för att hindra finare fraktioner från omgivande material att ta sig in i magasinet och orsaka igensättning. Diket kan gestaltas på flera sätt—antingen lämnas krossmaterialet som det är eller täcks det med en yta av gräs eller annat genomsläppligt material. Anläggningen kan utformas för infiltration där omgivande mark tillåter det, eller förses med en dräneringsledning i botten. Möjlighet till bräddning kan behövas för större regn. Rening sker främst genom sedimentation och fastläggning.

Kostnaden är låg i förhållande till nyttan – ca 1000–2500 kr/m². Makadamdiken kräver en måttlig skötselinsats, främst genom spolning av dräneringsrör och rensning av brunnar. Igensättning sker på sikt och materialet behöver bytas ut efter ca 25 år.



Figur 14. Exempel på makadamdike som täckts med växter och gräs.

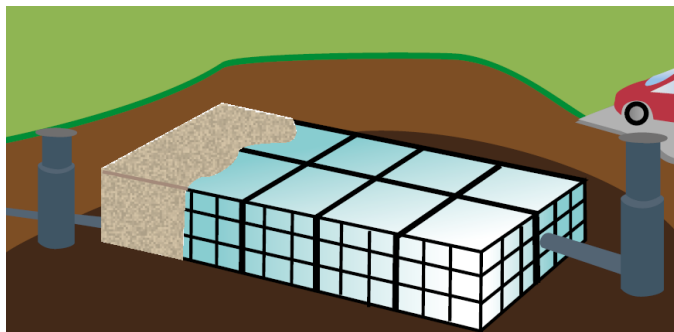


Figur 15. Tvärsnitt av makadamdike med dräneringsledning i botten. Bildkälla: Svenskt Vatten P105.

Fördröjningsmagasin

Fördröjningsmagasin eller avsättningsmagasin (se Figur 16) är en underjordisk anläggning som kan utformas på olika sätt, exempelvis med rör i stora dimensioner eller prefabricerade plastkassetter. För den aktuella planen rekommenderas kassettmagasin då det är en platseffektiv (upp till 95% effektiv volym) och relativt billig lösning. Viktigt är att det byggs inspektionsbrunnar och spolbrunnar för att underlätta driften av anläggningen. För att uppnå önskad fördröjningseffekt ska utloppet vara strypt, och för rening förses anläggningen med filter. Kassettmagasin kan byggas exempelvis under parkeringar, men är inte lämpliga att placeras under byggnader.

Fördröjningsmagasin kräver underhåll i form av inspektion och eventuell spolning någon gång per år, för att undvika igensättning.



Figur 16. Skiss av fördröjningsmagasin under gräsmatta och parkering.

Sedumtak

Sedumtak eller gröna tak (se Figur 17) ger, förutom minskad dagvattenavrinning, mer värden vad gäller luftrening, bullerreducering och ökad potential för biodiversitet. Detta gäller framför allt om växterna på taket ges varierande habitat med t.ex. högar av löst substrat och en blandning av sedum och olika typer av örter. Därför önskas tak med svag lutning, generellt mindre än 10°, så att mer spännande miljöer och varierande habitat kan skapas jämfört med de mer monotona sedumtaken.

Sedumtak har liten eller ingen effekt när det gäller fördröjning av kraftiga regn men kan, beroende på substratets tjocklek, i varierande utsträckning reducera avrinningen vid lättare regn.

Anläggningskostnaden ligger generellt runt 500–1000 kr/m² och skötselinsatsen är relativt liten. Konventionella sedumtak kräver gödsling en gång per år, och vid behov kan vissa partier behöva bytas ut.



Figur 17. Exempel på grönt tak.

6. Dagvattenkvalitet

6.1 Resultat från föroreningsmodellering

Tabell 4 visar att halterna av vissa av de undersökta föroreningstyperna ökar efter exploatering, och kadmium (Cd) och TBT överskrider målvärdena. De totala utsläppsmängderna av de flesta ämnen ökar, se Bilaga 1. Detta gör att enklare rening av dagvattnet är nödvändigt. Om dagvattnet från kvarteretsmark renas genom filter uppnås alla målvärden och de totala föroreningsmängderna som släpps ut per år minskar eller förblir oförändrade.

Tabell 4. Föroreningshalter (dagvatten+basflöde) före och efter exploatering

Föroreningshalter i µg/l, hela planområdet inkluderat.

Jämförelse mot målvärde där fetstilt text visar överskridelse av målvärde.

	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	Hg	SS	Oil	BaP	Benz	TBT	As	TOC
										mg/l						mg/l
Före exploatering	120	1800	4.5	17	36	0.23	5.5	3.8	0.048	50	490	0.0096	2.5	0.0016	3.1	14
Efter exploatering	93	1800	3.8	12	34	0.50	4.4	4.1	0.022	33	210	0.011	0.93	0.0018	3.1	12
Efter rening i filter	63	1663	1.4	7.5	15	0.17	2.4	2.4	0.018	18	207	0.0059	0.79	0.00092	2.2	7.1
Målvärde	150	2500	14	22	60	0.40	15	40	0.050	60	1000	0.050	10	0.0010	15	20

Uppskattningen av föroreningshalterna efter rening baseras på reningseffekterna av ett i sammanhanget avancerat filtersystem som kräver frekvent skötsel. I samband med projektering får beräkningarna justeras och avvägningar får göras om huruvida ett sådant



filter är samhällsekonomiskt lönsamt i den aktuella planen, eller om exempelvis ett brunnfilter kan anses ha tillräcklig reningseffekt.

6.2 Miljökvalitetsnormer

Recipienten är klassad enligt miljökvalitetsnormer. Göta älv (Säveåns inflöde till mynningen vid Älvsborgsbron) har problem med miljögifter, förändrade habitat genom fysisk påverkan, främmande arter och flödesförändringar. Vid den senaste klassningen hade denna del av Göta älv ej god kemisk status och otillfredsställande ekologisk status.

Med avseende på miljökvalitetsnormerna görs bedömningen att om föreslagna åtgärder eller åtgärder med likvärdig reningseffekt utförs, kommer planen inte att påverka statusen för Göta älv negativt. Denna bedömning grundar sig i att både föroreningshalterna och -mängderna efter enklare rening är lägre eller desamma som före exploateringen.

6.3 Dikningsföretag

Dagvattnet från planområdet påverkar inte något dikningsföretag.



7. Referenser

Underlag som används vid framställandet av detta dagvatten-PM är:

- Förstudie, tillhandahållen av Stadsbyggnadskontoret.
- Kartor från kartverket Solen
- Infovisaren
- Dokumentet ”Reningskrav för dagvatten” – Kretslopp och vatten och Miljöförvaltningen, 2016-11-07
- Svenskt Vattens publikationer P105 och P110
- Vatten i staden – vattenigoteborg.se
- Trafikförslag (koncept, 2017-10-13), Trafikkontoret



Bilaga 1. Tabeller från avrinnings- och föroreningsmodellering

Avrinning före exploatering

Indata

Nederbörd		840	mm/år
Avrinningsområde	A	0.15	ha
Rinnsträcka	s	50	m
Återkomsttid	N	10	år
Klimatfaktor	f_c	1.00	

Delavrinningsområde

	Vol.avr.koeff.	Avrinningsområde	Reducerat avrinningsområde
		ha	ha
Väg 1 (asfalt)	0.80	0.055	0.044
Parkering (asfalt)	0.80	0.0075	0.006
Takyta	0.90	0.0025	0.0023
Gräsyta	0.10	0.085	0.0085
Totalt		0.15	0.0608

Utdata

Basflöde, årsmedel	Q_b	0.0074	l/s
Dagvattenflöde, årsmedel	Q_r	0.016	l/s
Tot. avrinning, årsmedel	Q_{tot}	0.024	l/s
Basflöde, årsmedel	Q_b	230	m ³ /år
Dagvattenflöde, årsmedel	Q_r	510	m ³ /år
Tot. avrinning, årsmedel	Q_{tot}	740	m ³ /år
Medelavrinning	Q_m	0.18	l/s
Dim. flöde	Q_{dim}	180	l/s
Dim. varaktighet vid Q_{dim}	t_r	10	min
Rinnhastighet	v	0.40	m/s



Avrinning efter exploatering

Indata

Nederbörd		840	mm/år
Avrinningsområde	A	0.15	ha
Rinnsträcka	s	50	m
Återkomsttid	N	10	år
Klimatfaktor	f_c	1.25	

Delavrinningsområde

	Vol.avr.koeff.	Avrinningsområde	Reducerat avrinningsområde
		ha	ha
Väg 1 (asfalt)	0.80	0.025	0.02
Parkering	0.80	0.0075	0.006
Takyta	0.90	0.068	0.061
Marksten med fogar	0.70	0.020	0.014
Gräsyta	0.10	0.030	0.003
Totalt	0.61	0.094	0.104

Utdata

Basflöde, årsmedel	Q_b	0.0046	l/s
Dagvattenflöde, årsmedel	Q_r	0.028	l/s
Tot. avrinning, årsmedel	Q_{tot}	0.032	l/s
Basflöde, årsmedel	Q_b	150	m ³ /år
Dagvattenflöde, årsmedel	Q_r	870	m ³ /år
Tot. avrinning, årsmedel	Q_{tot}	1000	m ³ /år
Medelavrinning	Q_m	0.31	l/s
Dim. flöde	Q_{dim}	29	l/s
Dim. varaktighet vid Q_{dim}	t_r	10	min
Rinnhastighet	v	0.40	m/s



Föroreningshalter (dagvatten+basflöde)

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

	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	Hg	SS	Oil	BaP	Benz	TBT	As	TOC
	ug/l	ug/l	ug/l	ug/l	ug/l	ug/l	ug/l	ug/l	ug/l	ug/l	ug/l	ug/l	ug/l	ug/l	ug/l	ug/l
Före exploatering	120	1800	4.5	17	36	0.23	5.5	3.8	0.048	50000	490	0.0096	2.5	0.0016	3.1	14000
Efter exploatering	93	1800	3.8	12	34	0.50	4.4	4.1	0.022	33000	210	0.011	0.93	0.0018	3.1	12000
Efter rening i filter*	63	1663	1.4	7.5	15	0.17	2.4	2.4	0.018	17613	207	0.0059	0.79	0.00092	2.2	7018
Målvärde	150	2500	14	22	60	0.40	15	40	0.050	60000	1000	0.050	10	0.0010	15	20000

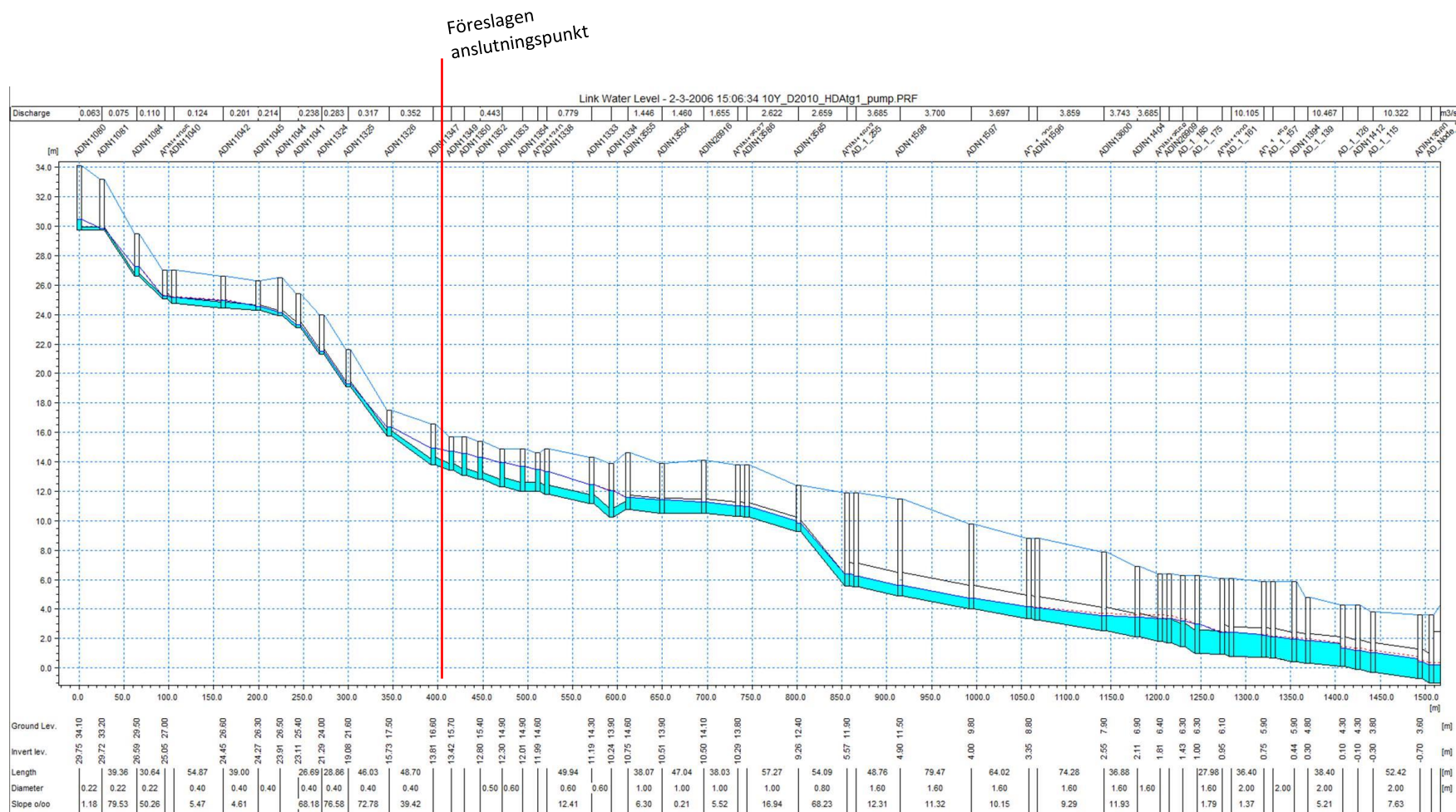
Föroreningsmängder (dagvatten+basflöde)

	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	Hg	SS	Oil	BaP	Benz	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	0.091	1.3	0.0034	0.013	0.027	0.00017	0.0041	0.0028	0.000036	37	0.36	0.0000071	0.0018	0.0000012	0.0023	10
Efter exploatering	0.094	1.8	0.0039	0.012	0.034	0.00051	0.0045	0.0041	0.000022	34	0.21	0.000011	0.00095	0.0000019	0.0031	12
Efter rening i filter*	0.064	1.7	0.0014	0.0076	0.015	0.00017	0.0025	0.0024	0.000019	18	0.21	0.0000060	0.00080	0.00000094	0.0022	7.1

*Mindre underjordiskt avsättningsmagasin med normalt frekvent utbytt filter



Bilaga 2. Diagram från flödesmodellering





Bilaga 3. Länkar och övrig information

Mer information om gröna tak hittas exempelvis via följande hemsidor:

- <https://livingroofs.org/storm-water-run-off/>
- <https://www.smhi.se/klimat/klimatanpassa-samhallet/exempel-pa-klimatanpassning/grona-tak-fordjupning-1.116956>