

PM Dagvattenutredning

Göteborgs Stad

Dagvattenutredning i samband med detaljplanearbete för bostäder m m vid Karl Gustavsgatan

Göteborg 2016-01-20

Dagvattenutredning i samband med detaljplanearbete för bostäder m m vid Karl Gustavsgatan

Datum	2016-01-20
Uppdragsnummer	1320017601
Utgåva/Status	Slutleverans

Sara Eng
Uppdragsledare

Sara Eng
Handläggare

Lena Sjögren
Granskare

Rambøll Sverige AB
Box 5343, Vädursgatan 6
402 27 Göteborg

Telefon 010-615 60 00
Fax
www.ramboll.se

Unr 1320017601 Organisationsnummer 556133-0506

Sammanfattning

En ny detaljplan skall upprättas för bostäder m m vid Karl Gustavsgatan i Landala, Göteborg. Detaljplanens syfte är att möjliggöra en förtätning av området. Ett nytt punkthus (15-17 våningar) ska byggas på innergården och befintligt bostadshus ska byggas till ut mot Föreningsgatan (8-10 våningar) samt att två våningar ska byggas till ovanpå befintligt bostadshus. Denna dagvattenutrednings mål är att klarlägga förutsättningarna för dagvattenhantering inom planområdet med hänsyn till planerad byggnation.

Enligt uppdragets riktlinjer skall dag- och dräneringsvatten i första hand tas om hand lokalt inom kvartersmark genom infiltration och i andra hand fördröjas i stenmagasin och vid behov avledas till allmän dagvattenledning. Dimensionerande fördröjningsvolym är 10 mm/m² hårdgjord yta enligt Göteborg Stads krav. I arbetet ingår också att ta fram en kalkyl på investerings-, drift- och underhållskostnader för föreslagna åtgärder.

En beräkning på ett 5 års regn med 10 minuters varaktighet ger ett flöde ut från området på 85 l/s ut från området innan exploatering. Efter exploatering ger samma beräkning 115 l/s ut från området. Detta innebär alltså att den förändrade markanvändningen ger en ökning på 30 l/s på flödet ut från området efter exploatering. Beräkningar för innergårdens dagvatten visar att 28 m³ behöver fördröjas enligt Göteborg stads krav innan det släpps på vidare till Kretslopp och Vattens ledningar.

Ett förslag på hur dagvattenhanteringen kan ske efter exploatering har tagits fram och redovisas i bilaga 3. Förslaget innebär dagvattnet från innergården samlas upp med dagvattenrännor och makadamdiken och leds sedan vidare till ett fördröjningsmagasin innan det släpps vidare ut på dagvattenledningar som ansluts till utsläppsbrunnen mot Kretslopp- och vattens dagvattensystem.

Föroreningsberäkningar för dagvattnet i området har utförts med hjälp av dagvattenmodellen StormTac. Generellt gäller att med de lösningar som föreslås i denna rapport anses en god dagvattenkvalitet i området nås.

Vid extrem nederbörd, så kallade 100 års regn, utsätts dagvattensystemet för stora påfrestningar. En sådan mängd vatten är ej aktuell att försöka fördröja inom området. Det finns dock goda förutsättningar för att vattnet även vid extrem nederbörd kan rinna ut från planområdet och inte orsaka skador på byggnader.

Dagvattenlösningarna framtagna här är också bara att se som en systemhandling och vidare detaljprojektering behövs för att se exakt hur dagvattenhantering ska utformas. Med föreslagna åtgärder förväntas en bra dagvattenhantering kunna ske för planområdet utefter de förutsättningar som finns och ges i och med en förtätning av området.

Innehållsförteckning

1.	Inledning	1
1.1	Bakgrund och syfte	1
1.2	Uppdraget	1
2.	Förutsättningar	1
2.1	Riktlinjer för dagvattenhantering	1
2.2	Förutsättningar för beräkningar	2
2.3	Underlag och källor	2
2.4	Koordinat- och höjdsystem	2
3.	Befintliga förhållanden	3
3.1	Planområdet idag	3
3.1.1	Befintliga ledningar och avrinningsområde	5
3.2	Beräknade flöden för befintligt område	6
4.	Planområdets föreslagna utformning	7
5.	Föreslagen dagvattenhantering	9
5.1	Struktur/princip för dagvattenhantering	9
5.2	Beräknade flöden efter exploatering	10
5.3	Fördröjningsbehov av flöden efter exploatering	10
5.4	Föroreningsberäkningar	11
5.5	Höjder	12
5.6	Teknisk utformning och lösningar för dagvattenhantering	13
5.6.1	Dagvattenhantering på kvartersmark	14
5.6.2	Dränering	16
5.7	Konsekvenser av extrem nederbörd	16
5.8	Föreslagna åtgärders påverkan på föroreningar	17
6.	Investeringskostnader	18
7.	Drift- och underhållsaspekter	19
8.	Slutsatser	20
9.	Fortsatt arbete	20

Bilagor

Bilaga 1	Befintliga förhållanden, ritning, skala 1:400/1:800 (A1/A3)
Bilaga 2	Beräkningar
Bilaga 3	Föreslagna dagvattenlösningar, ritning, skala 1:400/1:800 (A1/A3)
Bilaga 4	Information om dagvattenlösningar

Dagvattenutredning i samband med detaljplanearbete för bostäder m m vid Karl Gustavsgatan

1. Inledning

1.1 Bakgrund och syfte

En ny detaljplan skall upprättas för bostäder m m vid Karl Gustavsgatan i Landala, Göteborg. Detaljplanens syfte är att möjliggöra en förtätning av området. Ett nytt punkthus (15-17 våningar) ska byggas på innergården och befintligt bostadshus ska byggas till ut mot Föreningsgatan (8-10 våningar) samt att två våningar ska byggas till ovanpå befintligt bostadshus. Syftet med dagvattenutredningen är att utreda förutsättningarna för lokalt omhändertagande av dagvatten, samt rening och fördröjning av dagvatten samt eventuellt tekniska skyddsåtgärder som kan behöva vidtas.

1.2 Uppdraget

Rambøll Sverige AB har fått i uppdrag av stadsbyggnadskontoret i Göteborgs Stad att utföra en dagvattenutredning för att klarlägga förutsättningarna för dagvattenhantering inom planområdet med hänsyn till planerad byggnation. Utredningen ska innefatta flödesberäkningar, en översiktlig analys över befintliga och nya avrinningsområden, en systemlösning för ny dagvattenhantering och en översikt över föroreningsinnehåll i dagvattnet samt vad de föreslagna lösningarna skulle kunna ge för reningseffekt för dagvattnet.

2. Förutsättningar

2.1 Riktlinjer för dagvattenhantering

Enligt uppdragets riktlinjer skall dag- och dräneringsvatten i första hand tas om hand lokalt inom kvartersmark genom infiltration och i andra hand fördröjas i stenmagasin och vid behov avledas till allmän dagvattenledning. Dimensionerande fördröjningsvolym är 10 mm/m² hårdgjord yta enligt Göteborg Stads krav.

Avloppsnätet inom kvartersmark skall utformas som duplikatsystem med skilda ledningar för dag- och dräneringsvattnet respektive spillvatten.

Dagvattnet ska uppfylla Miljöförvaltningens krav gällande föroreningshalter.

2.2 Förutsättningar för beräkningar

Dimensionering av dagvattenlösning har utförts enligt Svenskt Vattens publikation P90. Kapitel om val av nederbörd i P90 har ersatts av Svenskt Vattens publikation P104.

Enligt P90 är dimensionerande regn för aktuellt område ett 5-årsregn. När inga utarbetade intensitet- eller varaktighetssamband finns för området kan man också enligt P104 utgå från Dahlströms ekvation, se även bilaga 2. En klimatkoefficient på 1,25 används även på det dimensionerande regnet efter rekommendationer från Svenskt Vatten. Planområdet är inte särskilt stort så beräkningar görs endast för 10 minuters varaktighet.

2.3 Underlag och källor

- Grundkarta med nivåkurvor och befintliga ledningar, erhållet: 2015-10-29
- Illustration nya byggnader, erhållet vid startmöte: 2015-10-21 och dwg erhållet 2015-10-29
- Projektmöten: 2015-10-21 och 2015-11-26
- Fältbesök: 2015-11-11 och 2015-12-04
- Bygglövsritningar från fastighetsägare: 2015-11-30 erhållna i pdf och där redovisas höjder i GH 88.
- Dagvatten inom planlagda områden, Göteborg Vatten
- Miljöförvaltningens riktlinjer och riktvärden för utsläpp av förorenat vatten till recipient och dagvatten (Göteborg Stad, först utkommen 2008, reviderad 2013).
- P90 Dimensionering av allmänna avloppsledningar (Svenskt Vatten)
- P104 Nederbördsdata vid dimensionering och analys av avloppssystem (Svenskt Vatten)
- P105 Hållbar dag- och dränvattenhantering (Svenskt Vatten)

Det underlag för dag- och dränvattenledningar på befintlig fastighet som har erhållits för detta projekt består av ritningarna för bygglovshandlingar från 1972 så det kan ha skett ändringar som ej framgår av dessa ritningar. Vid fältbesök med inventering konstaterades dock att inga större förändringar verkar ha skett så bygglovshandlingarna har legat till grund för denna dagvattenutredning.

2.4 Koordinat- och höjdsystem

Denna rapport redovisas i SWEREF 991200 och höjder i RH2000.

Noterbart är att de bygglovsritningarna som erhållits från fastighetsägare redovisar höjder i GH 88 (Göteborg lokala) och därför har omräkningar gjorts till det aktuella höjdsystemet som används av Göteborg Stad, RH 2000 (-9,953) vid redovisning i denna dagvattenutredning.

3. Befintliga förhållanden

3.1 Planområdet idag

Planområdet är beläget i centrala Göteborg i stadsdelen Landala, se figur 1. Gränsen för planområdet är i dagsläget ej helt fastställd, men förväntas att ligga tätt inpå fastighetsgränsen och detta innebär att den omfattar ca 6000 m².



Figur 1. Översikt planområdet.

Källa: www.vattenkartan.se

Området är relativt högt beläget jämfört med omgivande bebyggelse. Det finns en klar höjdskillnad och lutning från områdets sydvästra hörn (55 m.ö.h.) till dess nordöstra hörn (28 m.ö.h.).

Planområdet består idag till största delen av ett åttavåningars bostadshus i vinkel.

Innergården är asfalterad men det finns två upphöjda planteringar och en lekplats som bryter av (se figur 2). Under hela innergården finns idag ett parkeringsgarage. Enligt ritningar är det idag ett asfaltslager på ca 12,5 cm (2,5 cm asfalt + 10 cm flis) som ligger på parkeringsgaraget. Troligen varierar tjockleken något eftersom en svag lutning från befintligt hus mot motstående sida finns. Närmst det befintliga huset finns det några kullerstenslagda rabatter (se figur 2). Ett mindre hus för avfallshantering finns även i södra delen av innergården.

Väster om innergården ligger ett grönområde med skog och bitvis berg i dagen som lutar ner mot innergården.



Figur 2. Befintligt bostadshus samt innergården. Bilden tagen från planområdets sydvästra del i riktning norrut. I vänsterkanten kan befintligt avfallshus ses.

Det har inte gjorts några geotekniska, hydrogeologiska eller hydrologiska undersökningar inom ramen för detta projekt. Jordartskartor från Sveriges Geologiska Undersökningar (SGU), se figur 3, visar att det är berg täckt med ett tunt jordlager i sydväst. Under befintliga byggnader finns det glacial lera. Det anses därmed att möjligheten till infiltration i omgivande mark är starkt begränsad.



Figur 3. Jordartskarta från SGU, där planområdet är inringat. Röd färg visar berg med tunt jordtäckte och mörkare gult är glacial lera. Källa: www.sgu.se

3.1.1 Befintliga ledningar och avrinningsområde

Det finns ett allmänt VA-ledningsnät i både Föreningsgatan och Karl Gustavsgatan som redovisas i bilaga 1.

Dag- och dräneringsvatten från planområdet ansluts till det allmänna avloppsnätet via en dagvattenbrunn (DN 1000) i nordöstra hörnet av planområdet, se bilaga 1 (benämnd beräkningspunkt 1). Allt dag- och dräneringsvatten inom planområdet verkar ledas i befintligt ledningssystem till denna brunn. Brunnen ansluts, via en 225 dagvattenledning av betong, till en dagvattenbrunn (NB 1000) i korsningen mellan Föreningsgatan och Karl Gustavsgatan.

Enligt ritningarna verkar dräneringsvattnet från parkeringsgaraget vara kopplat till de dagvattenledningar som går under parkeringsgaraget. Vattnet som kommer från parkeringsgaraget ska inte betraktas som drän- eller dagvatten och borde därmed vara kopplat till spillvattenledningarna. Stämmer tolkningen av ritningarna kommer det behöva kopplas om. Därför ingår heller inte vattnet från parkeringsgaraget i de flödes- eller föroreningsberäkningar som gjorts.

Det totala avrinningsområdet för beräkningspunkt 1 följer höjdryggen ovanför planområdet och omfattar ett område på ca 8300 m².

På höjdryggen i grönområdet ligger en byggnad (Fjäderborgen) som släpper en fjärdedel av sitt takvatten ner mot innergården. Stora delar av grönområdet lutar in mot innergården och ytvavrinningen sker därmed dit. På innergården finns det en dagvattenrännan längs med den uppbyggda muren mot grönområdet som ska samla upp allt dagvatten, se figur 4. Innergårdens asfaltsyta lutar mycket svagt från befintligt bostadshus mot dagvattenrännan.

Dagvattenrännan är i sin tur ansluten till brunnar och dagvattenledningar som leder dagvattnet under parkeringsgaraget och bostadshuset för att sedan anslutas till brunnen vid beräkningspunkt 1.

Takvattnet från befintligt bostadshus samlas upp i stuprör och ansluts till dräneringsledningar runt om bostadshuset. Dräneringsledningarna ansluts även de i slutändan till dagvattenledningar och brunnen i beräkningspunkt 1.

Området i nordväst som består av trappor, planteringar samt en transformatorstation (som ska flyttas), ligger lägre än innergården i höjd. Här samlas dagvattnet upp i spygatter och ansluts till en dagvattenledning som följer med runt husets norra sida och ansluts till brunnen i beräkningspunkt 1.



Figur 4. Bild från innergården som visar befintliga brunnar och dagvattenränna mot den upphöjda muren och grönområdet. Bilden är tagen från innergården i riktning söderut. Även innergårdens lekplats och en plantering kan ses i vänsterkanten.

3.2 Beräknade flöden för befintligt område

En beräkning på ett 5 års regn med 10 minuters varaktighet ger ett flöde ut från området på 85 l/s, se bilaga 2.

4. Planområdets föreslagna utformning

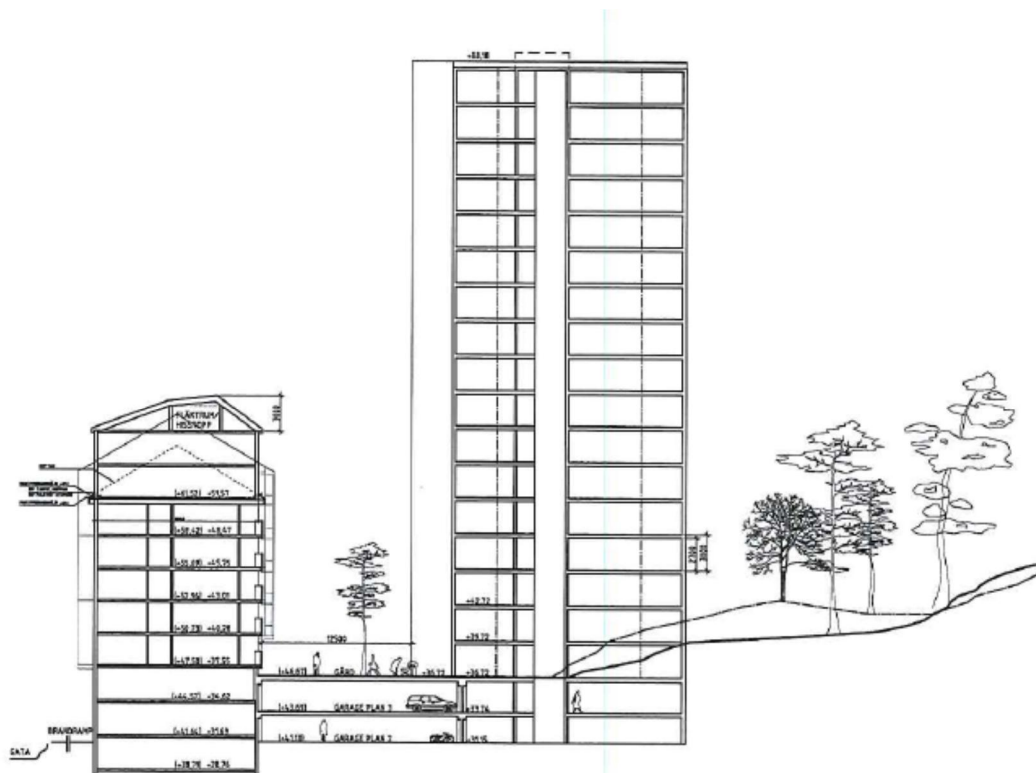
Målet med detaljplanen för området är att möjliggöra en förtätning. Ett punkthus på om 15 – 17 våningar med underliggande nytt parkeringsgarage planeras på innergården, se figur 5 och 6. Det nya parkeringsgaraget byggs ihop med det befintliga under innergården. Befintligt bostadshus byggs till med två våningar på höjden och vid husets nordvästra del byggs det till med en ny byggnad om 8 – 10 våningar. Denna tillbyggnad förväntas byggas ihop med befintligt hus. En passage med trappor eller liknande förväntas dock finnas kvar i ungefär samma läge som idag för att underlätta tillgängligheten.

Inga stora förändringar i höjd förväntas ske på den asfalterade innergården. Dock har det framkommit att ett visst läckage av vatten idag sker in i det underliggande parkeringsgaraget. Det kan därför bli aktuellt att lägga om delar av asfaltytan när innergården ändå delvis behöver byggas om på grund av förtätning. Befintliga planteringar och lekplats kan behöva tas bort eller i alla fall ändras/flyttas för att ge plats åt det nya punkthuset. Befintligt avfallshus på innergården förväntas vara kvar likaså den södra av de upphöjda planteringarna som även innefattar ett skärmtak.

Nya spill- och vattenledningar kommer att krävas till de nya byggnaderna. Dessa ledningar behöver troligen dras ut i nordväst mellan befintlig byggnad och ny byggnad ut mot Föreningsgatan beroende på hur passagen mellan dessa hus utformas. Är det ej möjligt att dra fram ledningar här kommer det även att gå att lägga ledningarna i berget väster om det nya huset men det kommer att innebära högre schaktkostnader. Ett annat alternativ är att punkthuset ansluts med spill- och vattenledningar under eller via parkeringsgaraget. Det kan finnas en möjlighet till samförläggning med dagvattenledningar om de dras i samma ledningsdragning.



Figur 5. Föreslagen utformning av förtätning i plan. Uppåt på bilden är norrut.
Befintligt bostadshus markerat med brunt. Källa: Stadsbyggnadskontoret



Figur 6. Föreslagen utformning av planområde i profil.

Källa: Stadsbyggnadskontoret

5. Föreslagen dagvattenhantering

5.1 Struktur/princip för dagvattenhantering

Delar av det dagvattensystem som finns idag kommer att behöva förändras vid en förtätning av planområdet. Områdena närmast ut mot Föreningsgatan och Karl Gustavsgatan, där inga förändringar sker som påverkar dagvattenhanteringen, kan fortsatt ledas som idag.

Dagvattenledningen som leder ut från innergården ligger rakt under det planerade punkthuset och underliggande parkeringsgaraget. Dagvattenrännan på innergården skärs av på grund av punkthuset och en ny lösning behövs därmed för att leda ut dagvattnet från innergården.

Det är ett problem för dagvattenhanteringen att det finns ett parkeringsgarage under innergården och det begränsar möjligheterna som finns för fördröjning och rening av dagvatten lokalt nära källan.

Det är positivt om så mycket som möjligt av dagvattnet kan samlas upp i öppna dagvattensystem eftersom de i regel ger större rening och har högre fördröjningskapacitet än magasin och ledningar under mark. Eftersom det är ont om plats för öppna dagvattenlösningar inom planområdet förespråkas också andra lösningar.

5.2 Beräknade flöden efter exploatering

En beräkning på ett 5 års regn med 10 minuters varaktighet ger ett flöde ut från området på 115 l/s (med klimatfaktor), se bilaga 2. Detta innebär alltså att efter exploatering ger den förändrade markanvändningen en ökning på 30 l/s på flödet ut från området.

5.3 Fördröjningsbehov av flöden efter exploatering

Fördröjningsbehovet i området är enligt Göteborg Stads krav 10 mm regn per m² hårdgjorda yta.

Beräkningar för innergårdens dagvatten visar att detta innebär att 28 m³ behöver fördröjas innan det släpps på utloppssystemet, se tabell 1.

Tabell 1. Fördröjningsbehov för innergårdens dagvatten.

Typ av hårdgjord yta	Yta (m ²)	Fördröjningsvolym (m ³)
Asfalt	1520	16
Tak	1120	12
Totalt för innergården		28

Det dagvatten som kommer från den befintliga fastighetens tak leds ner till dräneringen och därefter direkt mot utloppsbrunnen. Att lägga in ett fördröjningskrav för detta takvatten, även om det anläggs ett nytt tak men med samma area, är tufft. Beräkningar har gjorts för att vissa hur stor fördröjningsvolym det i så fall kräver, se tabell 2.

Tabell 2. Fördröjningsbehov för befintlig fastighets dagvatten från taket.

Typ av hårdgjord yta	Yta (m ²)	Fördröjningsvolym (m ³)
Tak	1860	19
Totalt		19

En möjlig lösning är att ställa krav på att även dagvattnet från detta tak leds om in mot innergården och därmed läggs ihop med resterande dagvatten från innergården. Det totala fördröjningsbehovet skulle då bli 47 m³.

5.4 Föroreningsberäkningar

Det sker ingen regelbunden trafikering av fordon genom planområdet ovan mark. Innergården trafikeras på sin höjd av någon enstaka bil och/eller uttryckningsfordon vid enstaka tillfällen. Dagvattnet från grönområdet och takvattnet får även de anses innehålla låga föroreningshalter. Därför får dagvattnet från innergården antagas innehålla låga halter av föroreningar.

Föroreningsberäkningar har ändå utförts med dagvattenmodellen StormTac för att kunna göra jämförelser med Göteborg Stads riktvärden i utsläppspunkt. I modellen anges avrinningsområdets, eller delavrinningsområdets, olika markanvändning för vilka schablonvärden på dagvattenföroreningarnas årsmedelkoncentrationer finns angivna.

Föroreningsberäkning har gjorts utifrån följande förutsättningar:

- Årsnederbörd 800 mm/år
- Grönområdet med mestadels skog och berg har angetts som skogsmark
- Ingen hänsyn har tagits till typ av takmaterial
- Innergården har angetts som torg
- Lekplats, upphöjda rabatter och kullerstensrabatter har på grund av begränsningar i beräkningsprogrammet klassificerats som stenrabbatt med avrinningskoefficienten satt till 0,1

Föroreningsberäkningarna, se tabell 3, indikerar att halten total-fosfor, koppar, zink, kadmium, PAH 16 och TBT överskrider Göteborgs Stads riktvärden i utsläppspunkt efter exploatering.

Det kommer inte att ske några stora förändringar av markanvändningen som nämnvärt kommer att påverka planområdet när det gäller föroreningskällor före respektive efter exploatering.

Områdets dagvatten kräver alltså någon form av rening innan utsläppspunkten enligt Göteborgs Stads riktvärden.

Tabell 3. Jämförelse av föroreningsberäkningar gjorda före och efter exploatering samt riktvärdena från Göteborg Stad. Överskridna riktvärden efter exploatering är fetmarkerade.

Föroreningsämne	Beräkning före exploatering (µg/l)	Beräkning efter exploatering (µg/l)	Förändring före och efter exploatering	Riktvärde från Göteborg Stad (µg/l)
P (Total fosfor)	100	110	+10	50
N (Total kväve)	1200	1100	-100	1250
Pb	2.5	2.4	-0.1	14
Cu	12	13	+1	10
Zn	70	81	11	30
Cd	0.39	0.44	0.05	0.40
Cr	2.7	2.9	0.2	15
Ni	2.5	2.8	0.3	40
Hg	0.016	0.014	-0.002	0.05
Suspenderat material (SS)	17000	18000	+1000	25000
Olja	130	120	-10	1000
PAH16	0.45	0.46	0.01	(0.05)
BaP	0.0066	0.0071	0.0005	0.05
TBT	0.0018	0.0019	0.0001	0.001

* Riktvärdet för PAH är taget ifrån Stockholms läns förslag till riktvärden för dagvattenutsläpp.

5.5 Höjder

Eftersom det är en stor höjdskillnad inom planområdet går det bra att leda dagvattnet med självfall genom området och vidare mot brunnen vid beräkningspunkt 1. Det kritiska området finns på innergården där inga stora höjdskillnader finns idag och heller inte kommer att skapas.

Ombyggnation av innergården kommer att behövas. Detta för att göra plats för punkthuset men några stora förändringar av markytans nivå är svåra att skapa. Befintlig täckning på asfaltslagret ovanför parkeringsgaraget förväntas endast vara 10 – 15 cm. Det finns källarfönster i det befintliga huset som idag ligger ca 10 cm över befintlig asfaltkant. Närmst dessa fönster ligger det oftast en kullerstensrabatt. Endast mindre justeringar av markhöjder skulle alltså vara möjlig även om större delar av innergårdens asfalt och kullerstensrabatter läggs om.

Det är fördelaktigt att dagvattnet rinner bort från husen och samlas upp i ett mittstråk mellan husen. Risken för översvämning in i husen minskar då och det

finns en liten säkerhetsmarginal vid extrem nederbörd. Ett alternativt är att låta hela innergården luta mot det nya punkthuset och längs punkthuset anlägga ett avvattningsstråk men detta ökar riskerna för översvämningar in i punkthuset.

Innergården skulle kunna var en risk för att ses som ett instängt område men inga större mängder vatten kan ansamlas här eftersom det skulle rinna över kanterna i söder och i nordväst och vidare ytledes mot Föreningsgatan och Karl Gustavsgatan.

I övrigt kommer slänten ner mot innergården och punkthuset att förändras eftersom en stor del berg behöver tas bort vid byggnationen men för dagvattnet skapar detta inga problem utan snarare möjligheter för bättre plats för dagvattenlösningar.

5.6 Teknisk utformning och lösningar för dagvattenhantering

Ett förslag på systemlösning för dagvattenlösningar har tagits fram, se även bilaga 3. Platsbrist och dålig marktäckning på grund av parkeringsgaraget på innergården begränsar antal lösningar som kan tillämpas.

Med det nya punkthuset på innergården och underliggande parkeringsgarage kommer slänten ner mot innergården att förändras. Berg kommer att behöva tas bort för att möjliggöra byggnationen och då bör det även kunna skapas utrymme för dränering och ett öppet dike eller makadamdike. Ett veck eller någon form av stopp krävs innan grönområdet för att inte dagvattnet ska rinna rakt in i punkthuset.

Det kommer att krävas omläggning av vissa befintliga dagvattenledningar när nya byggnader skall uppföras eftersom befintliga dagvattenledningar kommer att skäras av. Det kommer även att tillkomma nya spill- och vattenledningar till de nya byggnaderna och de kommer även kräva att nya schakter görs fram till de nya byggnaderna. Detta bör innebära att även nya dagvattenledningar kan anläggas utan allt för stora merkostnader.

Det finns en befintlig fastighetsgräns idag som förväntas ändras för att tillkommande byggnader också ska ligga inom samma fastighet. Detta bör innebära att stora delar av de dagvattenlösningar som föreslås kommer att lösas inom kvartersmark. Annars bör det även tas med i beaktning när fastighetsgränsen fastslås att dagvattenlösningarna på allmän mark kommer att behöva servitut.

Det har även uppkommit om det behövs en begränsning på andelen hårdgjord yta inom planområdet. Med den tänkta utformningen kommer det mesta av fastigheten vara hårdgjort. Därför anses ingen begränsning nödvändig att skriva in. Om fastighetsgränsen skulle flyttas ut och innefatta mer grönområde kan denna fråga bli aktuell igen.

Nedan beskrivs dagvattenlösningarna kort efter hur de kan användas i detta fall. Mer omfattande beskrivningar och bilder på de olika dagvattenlösningarna som nämns finns att läsa om i bilaga 4.

5.6.1 Dagvattenhantering på kvartersmark

För att samla upp dagvatten från den asfalterade innegården föreslås att ett avvattningsstråk skapas i mitten mellan husen. Avvattningsstråket kan till exempel bestå av en ny dagvattenränna. Beroende på exakt placering och höjd mellan ny asfaltsyta och underliggande tak till parkeringshuset kan denna dagvattenränna se lite olika ut, se även bilaga 4. En dagvattenränna som är övertäckt med galler och har en inre längdleds lutning på 5 ‰ skulle innebära att en vattengång ut från rännan och innergården på +36,15, se även bilaga 3. Detta är ca 35 cm under asfaltskanten på innergården i denna punkt. Alltså kommer det innebära att taket på parkeringsgaraget kommer påverkas. Att skapa någon form av hängränna i taket på parkeringsgaraget anses dock enklare och ger mindre ingrepp i parkeringsgaraget än alternativen. Ett alternativ skulle vara att lägga in dagvattenbrunnar på innergården. De skulle gå ner och ta upp plats i parkeringsgaraget. Det skulle dessutom vara dyrare att anlägga.

I de södra delarna av innergården bör inga ändringar behöva ske av dagvattenhanteringen utan befintlig dagvattenränna mot grönområdet kan vara kvar och istället endast ledas om så det ansluts via en brunn till det makadamdike som föreslås väster om punkthuset.

På de nya tak som anläggs på både det befintliga och de nya husen kan det vara möjligt att anlägga gröna tak. Gröna tak bidrar med en viss fördröjning vid korta regn men när de blir fulla med vatten rinner vattnet rakt av och ingen fördröjning sker. Enligt Svenskt Vattens publikation P105 så kan tunna gröna tak minska den totala mängden avrunnet vatten per år med upp till 50 % och tjockare tak med upp till 75 %. Rekommenderad avrinningskoefficient från P105 är också satt till 0,7. Som jämförelse på hur stora påverkan gröna tak skulle ha i detta område gjordes en beräkning, se bilaga 2. Resultat redovisas även i tabell 4.

Tabell 4. Jämförelse på flödet ut från området efter exploatering, med och utan gröna tak.

Flöde ut från området <u>utan</u> gröna tak efter exploatering	Flöde ut från området <u>med</u> gröna tak	Minskning
115 l/s	100 l/s	15 l/s

Om det krävs att även det befintliga fastighetens nya tak ska ledas via fördröjningsmagasin kan stuprörsutkastare transportera dagvattnet ut från stuprören och mot innergården och via ytterligare dagvattenrännor transportera

det vidare mot fördröjningsmagasinet. Även här blir marktäckningen på parkeringsgaraget en kritisk faktor.

För att kunna ta omhand den fördröjningsvolym som krävs kommer ett fördröjningsmagasin behöva anläggas. En lämplig placering för detta är väster om punkthuset, nedanför innergården, och söder om den nya byggnaden ut mot Föreningsgatan, se bilaga 3.

5.6.1.1 Fördröjningsmagasin allmänt

För att ett fördröjningsmagasin ska fungera som det är tänkt måste fördröjningsvolymen rymmas mellan inloppet, eller den högsta nivån vattnet får stiga till, och utloppsnivån.

I ett ytligt fördröjningsmagasin finns marginaler för att mer vatten ska kunna rymmas jämfört med ett underjordiskt magasin där man endast kan tillskaffa sig extra volym om ytan ovan magasinet också kan få översvämma. Underjordiska fördröjningsmagasin kan vara av olika typ, så som kassettmagasin eller rörmagasin eller krossfyllda magasin. I de sistnämnda ska dock fördröjningsvolymen rymmas i fyllningsmaterialets porvolym, vilket gör att endast ca 1/3 av materialets volym kan fyllas med vatten.

Utloppsflödet från fördröjningsmagasinet måste vara mindre än inloppsflödet. Den enklaste formen av flödesreglering görs genom att en ledning med en liten dimension läggs som utloppsledning. Det är dock viktigt att ledningens dimension inte är så liten att den snabbt kommer att sätta igen, då får man istället hitta en annan lösning för flödesregleringen. En dräneringsledning kan vara utlopp ur ett underjordiskt magasin där ledningens kapacitet att både ta in och leda bort vattnet avgör utloppsflödet. Vill man ha exakta utloppsflöden som inte varierar med vattentrycket när vattennivån i magasinet stiger kan en flödesregulator sättas på utloppet.

När större nederbörd än den dimensionerande kommer måste bortledning och bräddning av vattnet kunna ske så att vattnet aldrig kan stiga så högt att byggnader kommer till skada. I ett ytligt magasin kan bräddning utgöras av en större ledning eller en dagvattenbrunn som ligger på den tillåtna högsta vattennivån. För bräddning av extrem nederbörd måste nivån på markens yta vara sådan att vattnet kan rinna bort från t ex byggnader.

I detta fall är inte exakt grundvattennivå känd. Med stora höjdskillnader vid placeringen av fördröjningsmagasinet antas en bra volym ovan grundvattennivån relativt enkelt kunna uppnås.

Platsbristen gör att de volymeffektiva dagvattenkassetterna ses som det lämpligaste alternativet, se bilaga 3.

Ett rörmagasin skulle dock också vara ett fullgott alternativ. Om det utförs med ett rör med en inre diameter på 1000 mm (snittarea = 0,79 m²) skulle volymen 30 m³ uppnås med ett 38 meter långt magasin. Detta är fullt möjligt att utföra väster om punkthuset och underliggande parkeringsgarage. Ett viktigt påpekande är att det anläggs plant så att hela rörets kapacitet kan användas. Brunnar kan läggas in så att riktningsförändringar kan ske. Detta är ett klart dyrare alternativ sett till investeringskostnad men kräver mindre underhåll och har en längre livslängd.

För att igensättningsrisken och därmed underhållet ska minska i valt magasin föreslås att brunnar med sandfång läggs in innan inlopp till magasin, se även bilaga 3.

På gränsen till grönområdet behöver dagvattnet samlas upp för att inte rinna in på och belasta innergården med mer dagvatten. Beroende på hur slänten ner mot det nya punkthuset utformas kan ett dike anläggas i kanten mellan grönområde och fastighet.

Ett öppet dike skulle möjligen kunna vara möjligt att anlägga här men det tar en viss yta i anspråk. Öppna lösningar som synliggör vattnet kan annars vara att föredra inte bara ur reningssynpunkt utan även estetiskt men eftersom det antagligen blir svårt att få till en bra slänt ner mot området med ett öppet dike är den bästa lösningen troligen ett makadamdike.

Diket behöver dimensioneras för att ta emot en del vatten från innergården men även från grönområdet. Beräkningarna visar att efter exploatering och med klimatfaktor inräknad skulle 20 l/s komma från grönområdet vid ett 5 års regn. Vid ett 100 års regn skulle motsvarande siffra vara 40 l/s. Flödet skulle komma utspridd längs sträckan.

5.6.2 Dränering

Dräneringsledningar runt parkeringsgaraget kommer att behöva göras om efter exploatering. Precis som dagvattenledningarna bör de kunna dras runt mellan befintlig byggnad och ny byggnad i nordväst. Höjdskillnader ger goda möjligheter till bra lutning på ledningar. Det är möjligt att dräneringsledningarna inte kommer att behövas beroende på vilka krav man ställer på inläckage i parkeringshuset eller om parkeringsgaraget byggs tätt så att inget vatten ska komma in. Ett förslag på hur de kan kopplas ihop med befintlig dränering redovisas dock i bilaga 3.

5.7 Konsekvenser av extrem nederbörd

Vid extrem nederbörd, t ex ett 100 års regn, kommer dagvattensystemet inte kunna leda bort vattnet. Beräkningar har gjorts för att se vilken skillnad ett regn med en återkomsttid på 100 år skulle ge för planområdet mot det regn systemet annars dimensioneras för, se bilaga 2. Resultaten visar att flödet före exploatering

är 225 l/s vid 100 års regn jämfört med 85 l/s vid 5 års regn. Efter exploatering blir motsvarande siffror 310 l/s jämfört med 115 l/s. Alltså ökar flödet ut från området med 195 l/s efter exploatering vid ett 100 års regn jämfört med vid 5 års regn.

Att dimensionera ledningar eller ett fördröjningsmagasin för 100 års regn är dock ej aktuellt ur ett samhällsekonomiskt perspektiv. Vid extrem nederbörd behöver ytliga vägar skapas för dagvattnet så att inga instängda områden bildas där vattnet kan skada byggnaderna.

Det finns goda förutsättningar för att vattnet även vid extrem nederbörd kan rinna ut från planområdet.

5.8 Föreslagna åtgärders påverkan på föroreningar

Programvaran StormTac, som beräknar halter av föroreningar i dagvatten, erbjuder ännu inte ett verktyg som visar reningseffekten av olika dagvattenlösningar. Den besitter däremot redan nu en databas som innehåller en sammanställning av forskning inom området. Även VISS presenterar i sin databas funktion och effekt på olika dagvattenlösningar. Liknande information finns sammanställd i Stockholm Vattens rapport Rening av dagvatten.

Partiklar är ofta föroreningsbärare. För att minska halterna av suspenderat material (SS, alltså partiklar) bör införandet av ett trögt system, som tillåter sedimentation, bidra starkt till att förbättra vattenkvaliteten med avseende på flertalet studerade ämnen. Reningseffekten för olika typer av dagvattenlösningar är dock svår att fastslå.

Rännalar och dagvattenrännor ses främst som transporter av dagvatten och har därmed ingen större reningseffekt när det gäller föroreningar i sig själv. Viss sedimentering kan anläggas längs dagvattenrännor men i detta fall finns det ingen bygghöjd för det.

För att gröna tak ska växa och utvecklas som det är tänkt krävs gödsling. Detta innebär att gröna tak faktiskt höjer förekomsterna av kväve och fosfor i dagvattnet som lämnar taket med så mycket som 100-200%. Även förekomsterna av kvicksilver ökar något, 30 – 40 % med gröna tak. Andra metaller förekomster minskar dock. Bly, kadmium och zink med så mycket som 60 – 90 % enligt StormTac.

Makadamdiken har en god förmåga att rena dagvatten. Diket tillåter viss sedimentering och därmed minskar halterna av suspenderat material och metaller med så mycket som 85 -90 %. Även oljeförekomsten minskar med 90 %. Kväve och fosfor minskar med 60 -55 %. I detta fall kommer ingen större infiltration ske i omgivande jordarter så det kan vara svårt att nå upp i den reningsförmågan som anges i StormTac.

För fördröjningsmagasin med dagvattenkassetter finns det ännu inga framtagna siffror från StormTac när det gäller deras reningseffekt. Detsamma gäller rörmagasin. Sedimentation sker i både kassetterna och rörmagasinen så det finns en reningseffekt. Det finns framtagna siffror på underjordiska makadammagasin som visar att reningseffekten för dessa är upp till 80 % när det gäller suspenderat material och 55 – 75 % för metaller.

Generellt gäller att med de lösningar som föreslås i denna rapport anses en god dagvattenkvalitet i området nås. Som tidigare nämnts sker det ingen regelbunden trafikering av fordon genom planområdet ovan mark. Därför får dagvattnet inom området anses som att det innehåller låga föroreningshalter.

6. Investeringskostnader

Entreprenadkostnaderna har beräknats utifrån à-priserna från prissatta mängdförteckningar från tidigare projekt. Entreprenadkostnaderna har även beräknats utifrån Norconsults à-prislista för markarbeten, januari 2012. Eftersom det är främst uppgifter från 2012 som använts som indata i kalkylen har en procentsats på 10 % lagts till slutsumman för uppräknings mot 2015 års prisnivå. En procentsats på 20 % för oförutsedda kostnader har även lagts till.

Byggherrekostnader, som exempelvis projekteringskostnader och bygglidningskostnader, ingår inte i entreprenadkostnaderna.

Schakt för ledningar har antagits att ske främst i berg. Det är möjligt att viss samförläggning av ledningar (spill- och vattenledningar) kan ske vilket skulle påverka kostnaderna något men det har inte tagits hänsyn till det i denna kalkyl. Inte heller en eventuell omläggning av asfalt som kan behöva göras på innergården.

Beräkningar redovisas i tabell 5. Totalsumma förväntas bli ca 410 000 kr. Kostnaderna ska dock ses som en grov uppskattning. Det finns många parametrar som kan ändras och påverka summan.

För jämförelse är kostnaderna för rörmagasin beroende på val av rör, utformning, antal brunnar m.m men en grov uppskattning är att det ligger på ca 6000 – 10000 kr/m.

Tunna gröna tak går att utföra för ca 600 kr/m² medan de lite tjockare taken kostar ca 1000 kr/m².

Tabell 5. Uppskattade kostnader för föreslagen utformning av dagvattenhanteringen.

Dagvattenlösning	Volym / Enheter	Inkluderar	Total kostnad
Ledningar			
Dagvattenränna, höjd:100 mm	60 m	Ledning, fräsning i befintlig asfalt (Antaget 400 kr/m)	24000
Dagvattenledning, D 200	80 m	Ledning, schakt, ledningsbädd, kringfyllning, anslutning till befintliga ledningar (Antaget 500 kr/m)	40000
Dräneringsledning, DR 110	80 m	Ledning, schakt, ledningsbädd, kringfyllning, anslutning till befintliga ledningar (Antaget 300 kr/m)	24000
Brunnar			
Dagvattenbrunn med sandfång	4 st	Brunn (Antaget 5000 kr/st)	20000
Dike			
Makadamdike	60 m	Schakt, ledning, fyllnad, geotextil, grässådd (Antaget 1000 kr/m)	60000
Dagvattenmagasin			
Dagvattenkassetter	30 m ³	Anläggningskostnad (kassett, geotextil, schakt/återfyllning) (4600 kr/m ³) (källa: Wavin, 2012)	138000
SUMMA			306000
Uppräkning till 2015 års prisnivå (10 %)			30600
Diverse oförutsedda utgifter (20 %)			67320
NY TOTALSUMMA			403920

7. Drift- och underhållsaspekter

Kostnad för skötsel uppgår årligen till ca 5-8 % av anläggningskostnaderna. Kostnaderna för skötsel baseras på grova uppskattningar. En bedömning görs för varje enskilt fall och kostnaderna varierar från år till år. Nyanlagda anläggningar kräver utökad skötsel de tre första åren. För alla typer av anläggningar ska man

vid planeringen tänka på åtkomst för skötsel, såsom angöring med gräsklippare, snöröjningsfordon, övriga maskiner etc.

Dagvattenrännor och dagvattenbrunnar behöver underhållas med grovrensning ca en gång per år för att inte riskera igensättning. Efter skyfall kan det vara speciellt lämpligt att genomföra en inspektion.

För att minska risken för igensättning i en underjordisk dagvattenanläggning är det viktigt att sedimentering sker i så stor utsträckning det är möjligt innan vattnet leds in i anläggningen. Genom att sopa ytorna som avrinner mot anläggningen ofta minskar man delen sediment som rinner ner i anläggningen. Det är lämpligt att in- och utlopp till underjordiska magasin inspekteras en gång per år för att se att de inte sätts igen.

Makadamdiken och övriga magasin bestående av makadam behöver grävas om efter ca 10 – 15 år eftersom de hydrauliska förutsättningarna ändras med tiden till följd av olika grad av igensättning.

Livslängd på dagvattenkassetter varierar med hur arbetet med tätningen kring kassetterna är utförd. Blir detta fel utfört kan sediment tränga in och uppta volym eller ännu värre, på sikt sätta igen magasinet. För mindre magasin fungerar dessa utmärkt då de är billiga och enkla att montera.

Rörmagasin kräver relativt lite underhåll när de väl har blivit installerade och livslängden är lång, uppåt 100 år.

Underhåll för gröna tak innebär framförallt gödning, 1 gång per år under våren om det alls behövs.

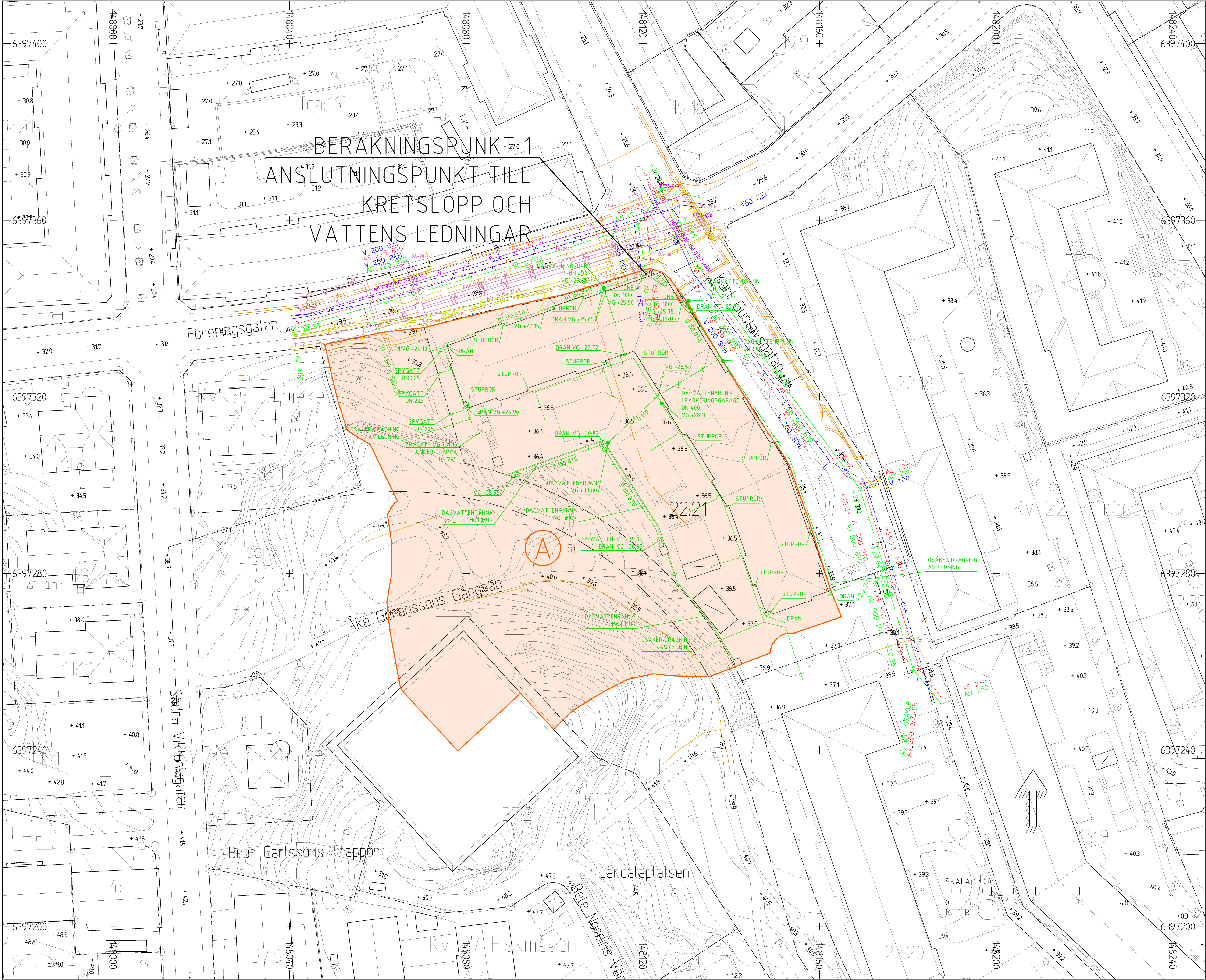
8. Slutsatser

Med föreslagna åtgärder förväntas en bra dagvattenhantering kunna ske för planområdet utefter de förutsättningar som finns och ges i och med en förtätning av området.

9. Fortsatt arbete

För att säkerställa att underlaget för de befintliga ledningar på fastigheten verkligen fungerar som det är tänkt i denna dagvattenutredning kan det behövas vidare undersökningar. Framförallt bör det undersökas vidare om tolkningen att vatten från parkeringsgaraget kopplas på dagvattenledningarna är rätt. Är det verkligen så behöver ledningarna kopplas om så att vattnet från parkeringsgaraget kommer till spillvattensystemet istället.

Dagvattenlösningarna framtagna här är också bara att se som en systemhandling och vidare detaljprojektering behövs för att se exakt hur dagvattenhantering ska utformas.



ANMÄRKNING

KOORDINATSYSTEM: SWEREF 99 12 00
HÖJDSYSTEM: RH2000

BETECKNINGAR BEFINTLIGHETER

- TRAKTGRÄNS
- FASTIGHETSGRÄNS
- BEFINTLIG VATTENLEDNING
- BEFINTLIG SPILLVATTENLEDNING
- BEFINTLIG DAGVATTENLEDNING
- BEFINTLIG FJÄRRVÄRMELEDNING
- BEFINTLIG GASLEDNING
- BEFINTLIG ELKABEL I MARK
- BEFINTLIG TELEKABEL I MARK
- BEFINTLIG OPTIKABEL I MARK
- BEFINTLIGA BRUNNAR OCH ANORDNINGAR
- BEFINTLIGA MARKNIVÅER

FÖRKLARINGAR

AVRINNINGSOMRÅDE, AREA: 0,83 HA

ANMÄRKNING

REDOVISADE LÄGEN FÖR BEFINTLIGA LEDNINGAR ÄR I OSÄKERT LÄGE

KARL GUSTAVSGATAN **RAMBOLL**

DAGVATTENUTREDNING
BEFINTLIGA FÖRHÅLLANDEN
Skala: 1:400 (A1)/1:800 (A3)
Göteborg 2016-01-20
www.ramboll.se

BILAGA 1

Beräkningar

Dagvattenutredning Karl Gustavsgatan

Bilaga 2

2016-01-20

1. Beräkning av dimensionerande regnintensitet

Beräkningarna bygger på Svenskt Vattens publikation P90, Dimensionering av allmänna avloppsledningar samt publikation P104, Nederbördsdata vid dimensionering och analys av avloppssystem.

Om det saknas korrekt utarbetade egna intensitets-varaktighetssamband för undersökningsområdet kan ekvationen (1), enligt Dahlström (2010), användas.

$$i_A = 190 \times \sqrt[3]{A} \times \frac{\ln(T_R)}{T_R^{0,98}} + 2 \quad (1)$$

Där,

i_A = regnintensitet, l/s, ha

T_R = regnvaraktighet, minuter

A = återkomsttid, månader

Vid bestämning av regnets varaktighet för området har följande rinntider använts: Ledning i allmänhet 1,5 m/s, stor ledning 1,0 m/s, makadamdiken 0,7 m/s, öppet dike och rännsten 0,5 m/s, svackdiken 0,3 m/s, Berg i dagen i svag lutning 0,3 m/s och naturmark 0,1 m/s. Planområdets varaktighet sätts till 10 minuter.

$T_R = 10$ min

$A = 60$ månader

Ger $i_A = 181$ l/s, ha

$T_R = 10$ min

$A = 1200$ månader

Ger $i_A = 489$ l/s, ha

2. Beräkning av dimensionerande dagvattenflöde

Beräkningarna bygger på Svenskt Vattens publikation P90, Dimensionering av allmänna avloppsledningar.

För beräkning av dagvattenflödet (q) har rationella metoden använts, ekvation 2.

$$q_{d \text{ dim}} = A \times \varphi \times i_A \quad (2)$$

Där,

$q_{d \text{ dim}}$ = dimensionerade flöde, l/s

A = avrinningsområdets area, ha

φ = avrinningskoefficient

i_A = dimensionerande regnintensitet, l/s och ha

A_R = reducerad area, $A \times \varphi$

Avrinningskoefficienten för olika typer av ytor är hämtade från P90.

Beräkningar har gjorts för återkomsttider på 5 år enligt rekommendationer för tätortsbebyggelse från Svenskt Vatten samt Göteborg Stads krav på fördröjning av 10 mm/m² hårdgjord yta. Det har även gjorts beräkningar på 100 års återkomsttid för jämförelse vid extrema flöden.

För att ta höjd för framtida ökad nederbörd har en klimatfaktor (säkerhetsfaktor) på 25 % lagts till beräkningarna enligt rekommendationer från P104 och Svenskt Vatten.

2.1 Innan exploatering

Beräkning av dimensionerande flöden innan exploatering vid återkomsttid 5 år:

Avrinningsområde A, varaktighet: 10 min, deltagande area: 0,83 ha.

Delyta	A, ha	φ	A_{red} , ha	i_A (l/s och ha)	$q_{d\ dim}$ (l/s)
Tak	0,24	0,9	0,22	181	39,10
Asfalterade ytor	0,20	0,8	0,16	181	28,96
Berg i stark lutning med tunt jordtäck	0,36	0,2	0,07	181	13,03
Plantering (lekplats/innergård)	0,03	0,1	0,00	181	0,54
TOTALT	0,83		0,45		81,63

Avrundning uppåt ger ett flöde ut från området: 85 l/s

2.2 Efter exploatering

Beräkning av dimensionerande flöden efter exploatering vid återkomsttid 5 år:

Avrinningsområde A, varaktighet: 10 min, deltagande area: 0,83 ha.

Delyta	A, ha	φ	A_{red} , ha	i_A (l/s och ha)	$q_{d\ dim}$ (l/s)	Säkerhetsfaktor, f (*1,25)
Tak	0,31	0,9	0,28	181	50,50	63
Asfalterade ytor	0,20	0,8	0,16	181	28,96	36
Berg i stark lutning med tunt jordtäck	0,30	0,2	0,06	181	10,86	14
Plantering (lekplats/innergård)	0,02	0,1	0,00	181	0,36	0
TOTALT	0,83		0,50		90,68	113

Avrundning uppåt ger ett flöde ut från området: 115 l/s

Ökning efter exploatering: 30 l/s

2.3 Efter exploatering med gröna tak

Som en jämförelse har en beräkning också gjorts för att se vad för effekt det skulle ha om de nya tak som anläggs utförs med tunna gröna tak (10-15 cm) istället för med vanligt hårdgjort tak. Avrinningskoefficienten för gröna tak beror mycket på hur taket anläggs och i vilken lutning. För denna beräkning har ett tunnare tak (10-15 cm) antagits och avrinningskoefficienten har satts till 0,7 med stöd från rekommendationer från P105.

Delyta	A, ha	ϕ	A_{red} , ha	i_A (l/s och ha)	$q_{d\ dim}$ (l/s)	Säkerhets- faktor, f (* 1,25)
Gröna tak (10-15 cm)	0,31	0,7	0,22	181	39,28	49
Asfalterade ytor	0,20	0,8	0,16	181	28,96	36
Berg i stark lutning med tunt jordtäck	0,30	0,2	0,06	181	10,86	14
Plantering (lekplats/innergård)	0,02	0,1	0,00	181	0,36	0
TOTALT	0,83		0,44		79,46	99

Avrundning uppåt ger ett flöde ut från området: 100 l/s

Minskning jämfört med utan gröna tak efter exploatering: 15 l/s

2.4 Extrema flöden

Beräkning av dimensionerande flöden innan exploatering vid återkomsttid 100 år:

Avrinningsområde A, varaktighet: 10 min, deltagande area: 0,83 ha.

Delyta	A, ha	ϕ	A_{red} , ha	i_A (l/s och ha)	$q_{d\ dim}$ (l/s)
Tak	0,24	0,9	0,22	489	105,62
Asfalterade ytor	0,20	0,8	0,16	489	78,24
Berg i stark lutning med tunt jordtäck	0,36	0,2	0,07	489	35,21
Plantering (lekplats/innergård)	0,03	0,1	0,00	489	1,47
TOTALT	0,83		0,45		220,54

Avrundning uppåt ger ett flöde ut från området: 225 l/s

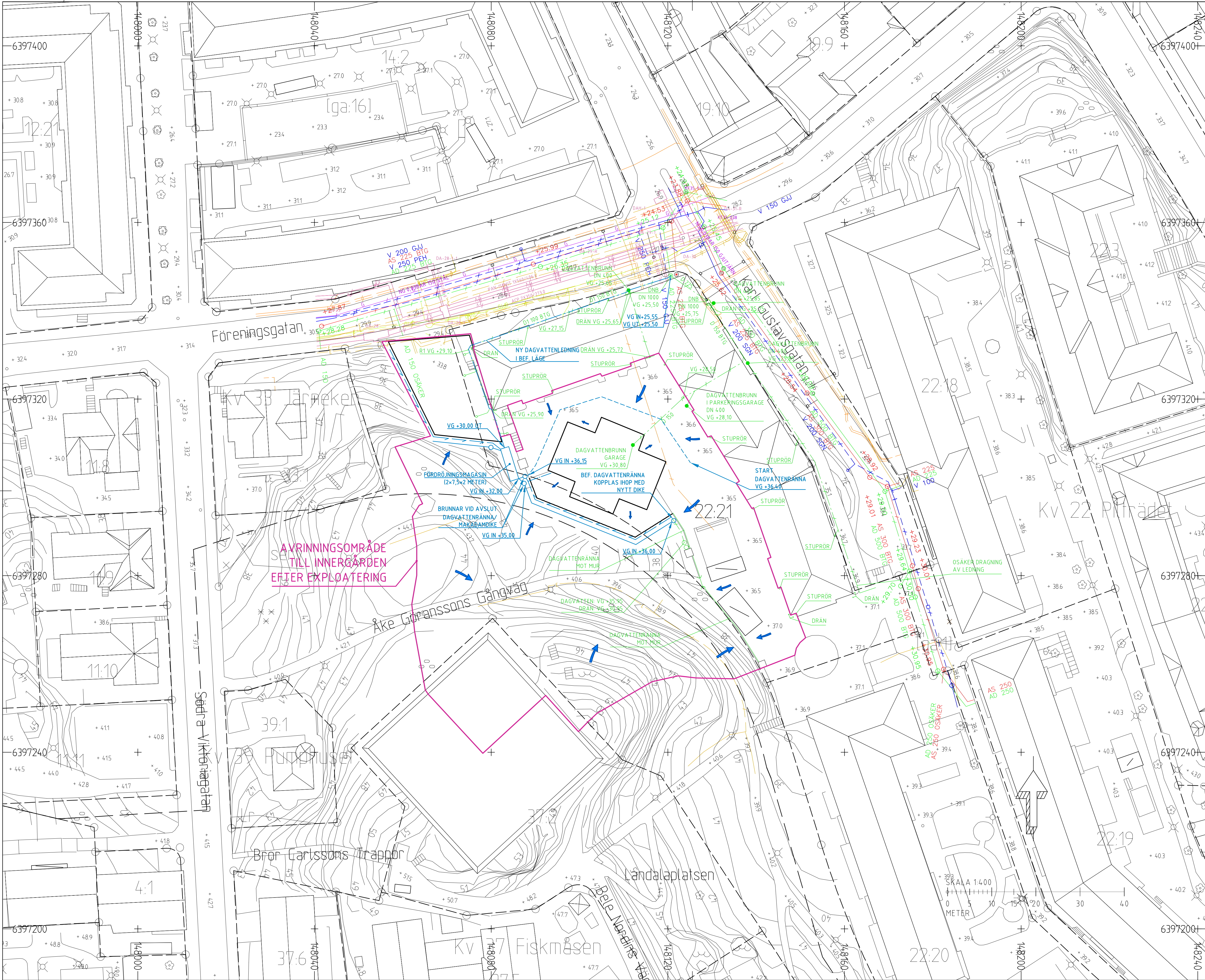
Beräkning av dimensionerande flöden efter exploatering vid återkomsttid 100 år:

Avrinningsområde A, varaktighet: 10 min, deltagande area: 0,83 ha.

Delyta	A, ha	φ	A_{red} , ha	i_A (l/s och ha)	$q_{d\ dim}$ (l/s)	Säkerhets- faktor, f (* 1,25)
Tak	0,31	0,9	0,28	489	136,43	171
Asfalterade ytor	0,20	0,8	0,16	489	78,24	98
Berg i stark lutning med tunt jordtäck	0,30	0,2	0,06	489	29,34	37
Plantering (lekplats/innergård)	0,02	0,1	0,00	489	0,98	1
TOTALT	0,83		0,50		244,99	306

Avrundning uppåt ger ett flöde ut från området: 310 l/s

Ökning efter exploatering: 85 l/s



ANMÄRKNING

KOORDINATSYSTEM: SWEREF 99 12 00
HÖJDSYSTEM: RH2000

BETECKNINGAR BEFINTLIGHETER

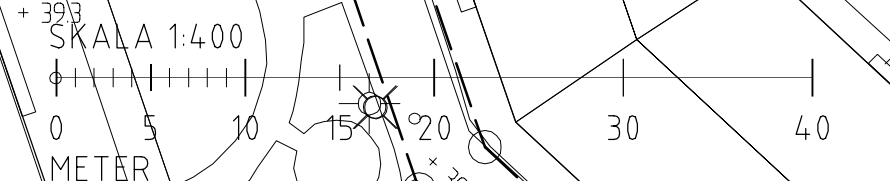
- TRAKTGRÄNS
- FASTIGHETSGRÄNS
- BEFINTLIG VATTENLEDNING
- BEFINTLIG SPILLVATTENLEDNING
- BEFINTLIG DAGVATTENLEDNING
- BEFINTLIG FJÄRRVÄRMELEDNING
- BEFINTLIG GASLEDNING
- BEFINTLIG ELKABEL I MARK
- BEFINTLIG TELEKABEL I MARK
- BEFINTLIG OPTIKABEL I MARK
- BEFINTLIGA BRUNNAR OCH ANORDNINGAR
- BEFINTLIGA MARKNIVÅER

FÖRKLARINGAR

- FÖRESLAGET DAGVATTENMAGASIN
- FÖRESLAGET DAGVATTENRÄNNA
- FÖRESLAGET MAKADAMDIKE/ÖPPET DIKE
- FÖRESLAGEN DAGVATTENLEDNING
- FÖRESLAGEN DRÄNERINGSLEDNING
- FLÖDESRIKTHET
- FÖRESLAGEN DAGVATTENBRUNN MED SANDFÄNG

ANMÄRKNING

REDOVISADE LÄGEN FÖR BEFINTLIGA
LEDNINGAR ÄR I OSÄKERT LÄGE



KARL GUSTAVSGATAN **RAMBOLL**

DAGVATTENUTREDNING
FÖRESLAGNA DAGVATTENLÖSNINGAR
Skala: 1:400 (A1)/1:800 (A3)
Göteborg 2016-01-20
www.ramboll.se

BILAGA 3

Information om dagvattenlösningar

1. Dagvattenrännor / ränn达尔

Öppna dagvattenrännor eller ränn达尔 fungerar främst som en transportväg för dagvatten men bidrar även till en viss fördröjning. De kan utföras på en mängd olika sätt (figur 1 och 2). De kan vara gjorda av betong, plast, gatsten eller stål. De kan utföras öppna men även förses med galler och på så vis göras körbara. Vanligen anläggs de på tomtmark i direkt anslutning till stuprörsutkastare för att minska erosionsrisken och undvika infiltration nära husgrunden (figur 3).

Rätt utformade dagvattenrännor uppfyller sin funktion men kan även tillföra en ökad trivsel i området. En typ av rännor är försedda med en skålformad botten med bulor som dagvatten kan avledas i (figur 4). Bulorna i botten på rännan ökar vattnets strömning och syresättning. I områden där marken har liten lutning i längdled är det möjligt att med bra tvärfall avvattna dessa ytor med hjälp av dagvattenrännorna försedda med en gallerbetäckning och utformade så att det finns ett inbyggt fall eller trappning i botten.

Det finns vissa nackdelar med öppna rännor. Grus, löv, skräp och sediment har en tendens att samlas i rännorna. Det innebär att extra skötselinsatser behövs i form av rensning. Det är viktigt att tänka på att rännorna ska utformas så att de inte försvårar framkomligheten för bland annat barnvagnar, rullator, rullstolar med mera.

Bygghöjd för rännor beror på vilken typ av dagvattenränna man väljer. På bjälklag gäller förutsättningar att tätskikt och dräneringsskikt utförs under konstruktionen med rännor. Öppna dagvattenrännor kan byggas med olika typer av rännaldsplattor eller gjutna konstruktioner, höjder från ca 100 mm och uppåt. Bredd på rännor varierar beroende på hur mycket vatten man vill ansluta hit. Linjeavvattning med gallerförsedda dagvattenrännor, typ Aco-drain, varierar bygghöjden för beroende på storleken på ytan som ska avvattnas och om den ska trafikeras. Bygghöjden kan variera mellan 150-400 mm.



Figur 1 och 2. Exempel på utformning av stuprörsutkastare tillsammans med dagvattenränna och rännald med gatsten.

Källa: Uppsala vattens exempelsamling på dagvattenlösningar



Figur 3. Stuprören ansluter till rännor för avledning av takvatten.

Källa: www.vasyd.se.



Figur 4. Gångarna mellan husen kantas av rännor i betong med bulor på botten.

Källa: www.steriks.se.

2. Gröna tak

För att minska avrinningen av dagvatten från takytor kan byggnader förses med så kallade gröna tak (figur 5).



Figur 5. Parhus med sedumtak i västra hamnen, Malmö.

Källa: www.vegtech.se

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

Man har beräknat att 10 m² takyta täckt av till exempel torktålig takvegetation tar upp samma mängd koldioxid som ett träd. Takvegetation med blandade sedum och mossarter behåller dessutom sin bladmassa året om. De är därför aktiva som partikel renare när de gör som mest nytta, det vill säga under vinterhalvåret när föroreningsbelastningen är som högst.

Förutsättningar:

- Inte allt för brant lutning på tak. Finns dock sedumtak som klarar upp till 45 grader.
- Takkonstruktionen måste tåla extra last.

Fördelar:

- Kan ha en ljud- och värmeisolerande verkan på byggnader
- Kan även ha en kylningseffekt på sommaren
- Förbättrar stadsklimatet (t.ex. mindre buller, renare luft)
- Kan öka den biologiska mångfalden i en stadsmiljö

Nackdelar:

- Kräver gödsling och underhåll för att bibehålla sin funktion. Gödsling ökar tillförseln av fosfor och kväve till dagvattnet.

Exempel på bygghöjder och förutsättningar från en leverantör av gröna tak:

Sedumtak:

Taklutning(°)	Bygghöjd (cm)	Vikt vattenmättad (kg/m ²)
0-4	50	55
2-27	40	50

Sedum-örtgräs tak:

Taklutning(°)	Bygghöjd (cm)	Vikt vattenmättad (kg/m ²)
0-5	120	130
5-14	110	130

Biotoptak (beroende på plantval):

Taklutning(°)	Bygghöjd (cm)	Vikt vattenmättad (kg/m ²)
0-5	120	130
0-5	170	180

Gröna gårdar och Takträdgårdar:

Växtlighet	Bygghöjd (cm)	Vikt vattenmättad (kg/m ²)
Perenner	252-292	292-334
Mindre buskar	342-382	393-435

3. Diken

För att avleda avrinning kan olika avrinningsstråk användas (avrinningsstråk kan även syfta på infiltrationsstråk och dräneringsstråk). Ofta utgörs avrinningsstråken av olika typer av diken, till exempel öppna gräsbeklädda diken, svackdiken, eller underjordiska diken, makadamdiken.

3.1 Öppna diken och svackdiken

Öppna diken kan se ut på många olika sätt. Med olika slänlutning, bredd och olika djup kan kapaciteten för öppna diken variera kraftigt. Svackdikena är ytliga avrinningsstråk där dagvattnet visualiseras, renas och fördröjs. Svackdiken (figur 6) avser grunda, öppna avrinningsstråk med flacka slänter.



Figur 6. Svackdiken i Fjärilsparken, Malmö.

Källa: VA SYD.

Avbördningsförmågan i ett dike påverkas i hög grad av friktion mellan vattnet och gräsytan, den så kallade råheten samt lutningen i flödesriktningen. Råheten påverkas av växtval och skötsel av grönytan. När dagvattnet rinner i öppna diken och svackdikena reduceras hastigheten på grund av vegetationen och därmed avskiljs föroreningar genom sedimentering. Avrinningshastigheten minskar avsevärt jämfört med transport i ledningar. Flödestopparna nedströms minskar. Är lutningen större än 2 % bör diken förses med fördämningar för att på så sätt minska vattenhastigheten och öka fördröjningseffekten. Dikena bör göras flacka och breda för att få högsta reningseffekt genom att få så lång uppehållstid som möjligt så att föroreningar hinner suspendera. Vid höga flöden bör det finnas bräddningsmöjligheter från diken för att minimera risken att bundna föroreningar slammar upp och sprids.

Även under vinterförhållanden och i samband med snösmältning har det konstaterats att smältvattnet infiltreras i gräsytor. Vintertid kan diken användas som snöupplag vilket lämpar sig då snö som röjs från gator och vägar anses innehålla föroreningar som delvis renas i diken.

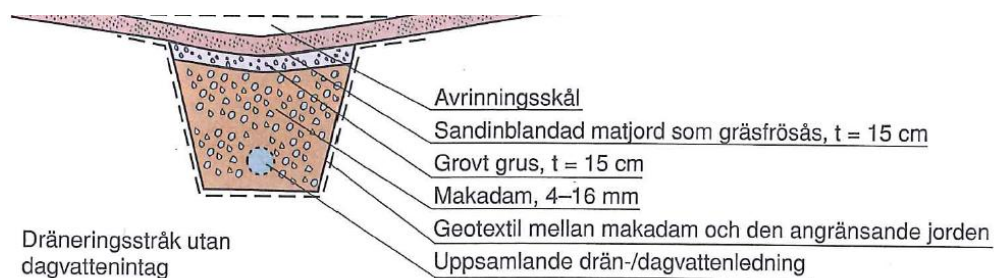
Fördelen med öppna diken och svackdiken är att dagvattnet renas till viss del, hastigheten på vattnet reduceras och att det är ett trevligt inslag med kombinationen vatten och grönyta i området. En nackdel är att de är ytkrävande och kräver ett visst underhåll.

3.2 Makadamdiken

Ett alternativ till svackdiken är makadamfyllda diken, så kallade makadamdiken. Fördelar med makadamfyllda diken jämfört med svackdiken är att makadamdiken inte kräver lika stor plats.

Makadamdike kan utföras under en skålad gräsyta där dagvattnet samlas. Under gräsytan görs ett cirka 1 meter djupt dike fyllt med genomsläppligt material, typ makadam. Magasinerings- eller fördröjningvolymen i makadamdiken utgörs av porvolymen (hålrumsvolymen) i fyllningsmassorna, cirka 30 % av den totala volymen. Ett lager geotextil skyddar makadammen från det gräsbevuxna jordlagret. I botten av diket läggs en dränerande ledning. Bräddintag, i form av brunnar med kupolsil, kan placeras ovan den skålade gräsytan.

Avtappningen av makadamdiket utförs med en dräneringsledning som läggs nära botten i fyllningen (figur 7). För att tömningen inte skall bli för snabb av magasinet bör dräneringsledningens kapacitet strypas. På så vis säkerställs att inte föreskrivet maximalt utflöde överskrids. Makadamdiken kan även utföras under tät beläggning så som vägar eller parkeringar.



Figur 7. Makadamdike med dräneringsledning i botten. Källa: Svenskt Vatten P105.

4. Underjordiska fördröjningsmagasin

Där det inte finns utrymme för öppna fördröjningsmagasin kan underjordiska magasin anläggas och förläggas till exempel inom parkeringsytor. Det finns flera olika typer av underjordiska magasin för dagvatten på marknaden idag, t.ex. rörpaket av plast eller betong, infiltrationsmagasin, magasin av betong, dagvattenkassetter eller stenkistor fyllda med makadam för infiltration.

Gemensamt för alla typer är att det är viktigt att veta vilka markförhållandena är på platsen där de ska utföras för att de ska uppfylla sin funktion på ett bra sätt. Omgivande jordart, infiltrationskapacitet och grundvattennivå är särskilt viktigt. Vid hög grundvattennivå måste fördröjningsmagasin som anläggs under mark sannolikt utgöras av täta magasin som till exempel rörpaket. Om magasinerna utförs som en otät konstruktion som till exempel plastkassetter måste grundvattennivån vara känd. Den bör vara under magasinets botten annars kan inte hela volymen utnyttjas till magasinering. Magasinen behöver också dimensioneras för aktuell last, exempelvis trafik och vid täta magasin och hög grundvattennivå även för lyftkrafter.

4.1 Dagvattenmagasin av plast, till exempel polyetenrör

Polyeten är korrosions- och kemikaliebeständigt vilket innebär att rören har en lång livslängd. Dessutom har materialet låg densitet om det jämförs med exempelvis betong.

För att skapa ett magasin av rördelar i polyeten (figur 8) krävs det att de sammankopplas och det görs antingen genom att de gängas eller svetsas samman eller att de både gängas och svetsas. I och med att varje rördel anpassas utifrån beställarens krav kan magasinet utformas efter de topografiska förutsättningar som finns på den aktuella platsen.

Installationstiden exklusive schaktning är vid den här magasinystypen kort jämfört med andra magasinystyper. Detta tack vare att rördelarna är lätta, prefabricerade och kan göras längre än betongrör. Samt att de snabbt och enkelt kan monteras samman.

Ett magasin av polyeten beräknas hålla i cirka 100 år och kräver, förutom eventuell spolning, i stort sett inget underhåll. Livslängden baseras på kunskap om materialets beständighet samt skicket på de rör som tagits upp ur marken efter att varit i bruk i ca 50 år (www.kwhpipe.se).



Figur 8. Dagvattenmagasin av Weholite dubbelväggiga lättviktsrör, polyeten.

Källa: www.kwhpipe.se

4.2 Dagvattenmagasin av betongrör

Dagvattenmagasin gjorda av armerade betongrör (figur 9) fungerar på samma sätt som de dagvattenmagasinen av polyetenrör.

Skillnaden är de egenskaper som materialen har. Tyngden av betongen gör att rörsektionerna blir svårare att hantera vid montering och dyrare att transportera. Det går inte heller att göra lika långa längder av betongrör som med polyetenrör vilket medför fler skarvar mellan rördelarna. Fler skarvar ger en längre installationstid. Armerad betong kan dock bära större laster än polyetenrörsmagasin vid till exempel ytligt liggande dagvattenmagasin.



Figur 9. Dagvattenmagasin av betongrör.

Källa: www.steriks.se.

Betongrörens ungefärliga livslängd är 100 år. Bara i undantagsfall är mark- och vattenförhållandena sådana att kemiska angrepp förkortar livslängden (www.alfaror.se).

4.3 Dagvattenmagasin i betong

Dagvattenmagasin gjorda av betong kan ha olika former och tillverkningssätt. Det finns både cirkulära och rektangulära magasin. Magasinen går både att platsgjuta (figur 10) och att prefabricera.



Figur 10. Plastgjutet dagvattenmagasin som är beläget under en parkeringsyta.

Källa: Svenskt vattens publikation P105: hållbar dag- och dränvattenplanering.

Att installera ett fördröjningsmagasin i betong kan variera i tid beroende på vilka förutsättningar som finns på platsen, vilken typ av magasin som skall installeras och magasinets storlek.

4.4 Infiltrationsmagasin eller Stenkistor

Infiltrationsmagasin används främst då dagvatten från takytor inte kan avledas till någon yta med vegetation där det kan infiltrera ner i marken. Infiltrationskapacitet varierar starkt mellan olika jordarter där morän och sand har 2-3 gånger större kapacitet än silt respektive anlagda grönytor (matjord). Lera har en nästan försumbar infiltrationskapacitet. Viktigt är grundvattenytans nivå. Den bör vara under magasinets botten annars kan inte hela volymen utnyttjas till magasinering. Det är även viktigt att de omkringliggande fastigheterna inventeras noga så att de inte skadas om det skulle komma så mycket nederbörd att infiltrationsanläggningen inte kan klara flödet utan att vatten blir stående och rinner av längs marken.

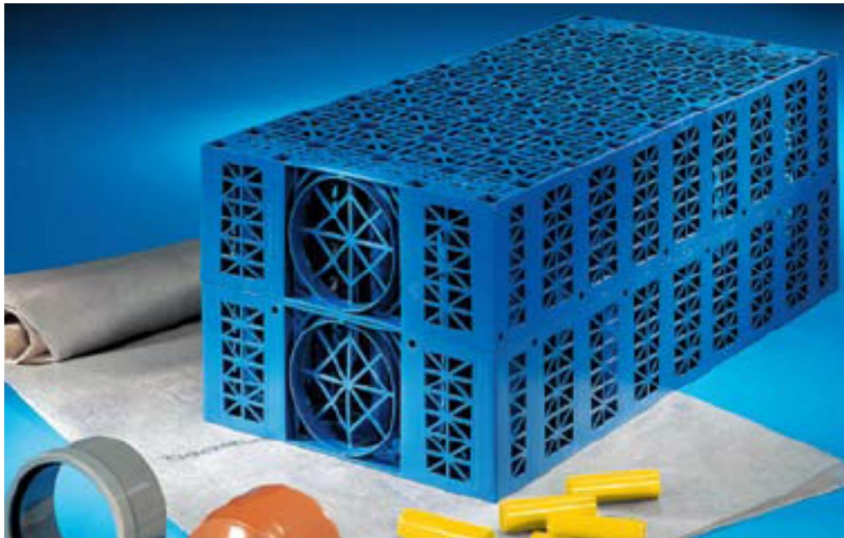
Infiltrationsmagasin är i princip en grop i marken som täcks in av en geotextilduk och fylls med ett grovt material (makadam) som dagvattnet leds till. Duken ska förhindra smuts och finare fraktioner från omgivande material att ta sig in i magasinet och minska porvolymen och därmed kapaciteten för magasinet. Hållrumsvolymen för makadam som används i infiltrationsmagasin brukar vara cirka 30 %. Infiltrationsmagasinet samlar upp dagvattnet och låter det sedan infiltrera i marken, magasinet kan även utrustas med en perkolationsbrunn. Magasinet ska förses med en bräddning till dagvattennätet eller dike för bortledning av avrinnande vatten som inte infiltreras för att förhindra översvämningar vid mycket kraftiga regn.

Ett infiltrationsmagasin räknas ha en livslängd på ett par årtionden beroende hur skötseln är på magasinet. Skulle en längre period vara aktuellt bör fyllningsmaterialet och duken som kan sättas igen bytas ut.

4.5 Dagvattenkassetter

Ett alternativ till att anlägga ett infiltrationsmagasin fyllt med ett grovt material är dagvattenkassetter av plast. Dagvattenkassetternas (figur 11) hållrumsvolym är

95 % vilket innebär att man sparar mer än 2/3 av ytbehovet jämfört med en traditionell anläggning av makadam.



Figur 11. Dagvattenkassetter. Källa: www.wavin.se.

Kassetterna kan användas för avledning av dagvatten från tak och hårdgjorda ytor. De bör förses med bräddanslutning för indikation på framtida igensättning. Volymen fylls upp genom ett strypt utlopp och töms långsamt under en längre tid. Sediment och föroreningar knutna till sediment läggs fast. Magasinen måste rensas med jämna mellanrum.

Fördelar med dagvattenkassetter jämfört med makadamfyllda infiltrationsmagasin är att kassettmagasinen inte kräver lika stor plats och möjligheterna till inspektion, rensning och spolning är större. Utformningen och vikten på modulerna gör att transportkostnader kan minskas med upp till 75 % jämfört med makadamfyllda infiltrationsmagasin.

Noteras bör att kassettmagasin måste anläggas ovan grundvattenytan. Annars kan inte hela volymen utnyttjas till magasinering.

Kassetterna har olika utseende och storlek beroende på vilken typ av kassett det är och vilken leverantör som den kommer från. Gemensamt för de olika kassettyperna är att en geotextilduk måste placeras runt kassetterna för att hålla smuts och jord utanför magasinet annars kan sediment tränga in och minska fördröjningsvolymen och sätta igen magasinet (figur 12). Denna magasinystyp har en lägre bärighetsförmåga än magasin av polyetenrör och dess livslängd varierar med hur väl arbetet med tätningen kring kassetterna är utförd. Till mindre magasin fungerar dessa utmärkt eftersom de är billiga och enkla att montera. Till större fördröjningsmagasin blir arbetet mer omfattande med monteringen av kassetterna.



Figur 12. Visar montering av kassetter för dagvattenhantering med geotextil. Källa: www.rehau.com