

2016-11-18

Förtätning vid Prospect Hillgatan

Dagvattenutredning



Göteborgs Stad
Kretslopp och vatten



Utveckling och projektavdelningen
Stadsbyggnadsenheten
Cecilia Lundqvist

Sammanfattning

Den här dagvattenutredningen har tagits fram till en detaljplan vars syfte är att möjliggöra en förtätning på Prospect Hillgatan inom stadsdelen Gårda i centrala Göteborg. Planen omfattar nybyggnad och utbyggnad av ca åtta fristående hus på sex olika fastigheter, Gårda 33:11, 33:12, 33:39, 33:48, 36:3 och 36:4.

Planområdet är ett villaområde som ligger högt, i kraftig sluttning med grönområde och mycket berg i dagen, vilket innebär kraftig avrinning vid skyfall. Området är försörjt med kombinerat ledningsnät för dag- och spillvatten vilket innebär att dagvattnet från planområdet leds till Ryaverket för rening innan det släpps ut i Göta Älv. Vid stora skyfall bräddas vattnet i det kombinerade ledningsnätet till Mölndalsån. Föreslagen utbyggnad innebär att dagvattenflödet i det kombinerade ledningsnätet kommer öka på grund av ökad andel hårdjord yta.

För ett regn med återkomsttid 20 år och regnvaraktighet 10 minuter blir medelvärde av dagvattenflödet från fastigheterna 15 l/s. Om planen genomförs skulle flödet öka till ca 20 l/s vid samma regn. Enligt Kretslopp och vattens fördröjningskrav på 10 mm fördröjt dagvatten per kvm hårdjord yta måste i genomsnitt 6 m³ dagvatten fördröjas inom varje fastighet. I slutet av denna utredning presenteras rekommenderade dagvattenlösningar som för den här detaljplanen är vattenfall i trappsteg, regnträdgård, samt makadaminfiltreringsmagasin. Avslutningsvis presenteras en alternativ gemensam öppen dagvattenlösning för fastigheterna Gårda 33:11, 33:12 och 33:39 med dagvattendammar och vattenfall i trappsteg. Dagvattenlösningarna uppfyller reningsbehovet enligt Miljöverkets riktvärden. Vid skyfall bör vattnet som faller inom fastigheterna samlas upp, detta kan förslagsvis ske genom avskärande diken i fastighetsgränserna.



Innehållsförteckning

1.	Uppdraget	4
2.	Befintliga förhållanden	5
2.1.	Inventering	6
2.2.	Recipient och avrinningsområde	8
2.3.	Geologi och markföroreningar	8
2.4.	Befintligt dimensionerande flöde och kapacitet	8
2.5.	Skyfall	9
3.	Framtida förhållanden	9
3.1.	Framtida dimensionerande flöde och kapacitet dagvatten	10
3.2.	Krav på dagvattenfördröjning	10
3.3.	Föroreningsbelastning	11
3.3.1	Resultat föroreningsutredning	11
3.4.	Höjdsättning	11
3.5	Förslag på fördröjningsmetoder	12
3.5.1	Vattenfall i trappsteg	12
3.5.2	Regnträdgård	13
3.5.3	Underjordiska magasin	13
4.	Rekommenderade dagvattenlösningar	14
4.1.	Dagvattenlösning för fastighet Gårda 33:48	14
4.2.	Dagvattenlösning för fastighet Gårda 36:3 och Gårda 36:4	15
4.3.	Dagvattenlösning för fastighet Gårda 33:12	16
4.4.	Dagvattenlösning för fastighet Gårda 33:11 och Gårda 33:39	16
4.5.	Alternativ lösning	17
4.5.1	Gemensam dagvattenhantering för fastigheterna Gårda 33:11, 33:12, 33:39	17
5.	Slutsats	18
6.	Appendix I - Kartor	19
7.	Appendix II - Tabeller	22
8.	Appendix III – Föroreningsundersökning	25



1. Uppdraget

På uppdrag av Stadsbyggnadskontoret har Kretslopp och vatten tagit fram denna dagvattenutredning för aktuell detaljplan Förtätning vid Prospect Hillgatan. Syftet med utredningen är att ta fram planeringsförutsättningar för utbyggnad vad gäller dagvattenrelaterade frågor.

Detaljplanens syfte är att förtäta villaområdet vid Prospect Hillgatan i stadsdelen Gårda. Planen omfattar nybyggnad och utbyggnad av ca åtta fristående hus på sex olika fastigheter, se Figur 1. Byggnaderna ska ges möjlighet att inrymma bostäder och bostadsanknuten verksamhet.



Figur 1. Planerad utbyggnad vid Prospect Hillgatan. Gula hus avser nybyggnad/utbyggnad och brunt hus avser befintlig byggnad. Berörda fastigheter norr till söder, Gårda 33:48, 36:4, 36:3, 33:12, 33:11 och 33:39.

Underlag som används vid framställandet av denna dagvattenutredning är:

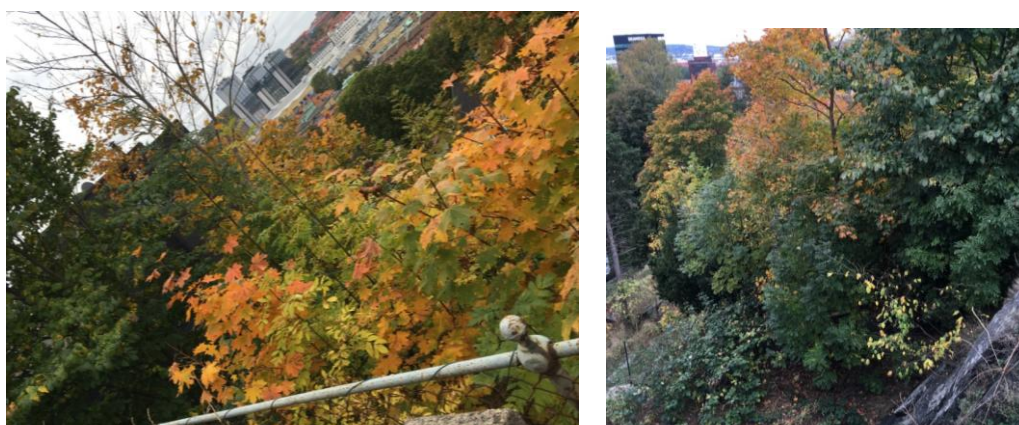
- Ärendepresentation, tillhandahållen av Stadsbyggnadskontoret.
- Kartor från Kartverket Solen
- Infovisaren (Geologi, föroreningar och info från MF och PoN som är relevant och som påverkar hur marken får användas)
- Vatten såklart – Vattenplan för Göteborg
- Svenskt Vattens publikation P104 och P110
- Rapporten ”Dagvatten inom planlagda områden”
- Rapporten ”Dagvatten, så här gör vi!”



2.1. Inventering

För att skapa en bild över området gjordes en översiktlig inventering under oktober 2016, foton från inventeringen presenteras i Figur 4-8. På grund av fastigheternas placering i förhållandet till allmän platsmark dokumenterades inte hela planområdet utan enbart de platser som nåddes och som bedömdes viktiga ur dagvattensynpunkt.

Planområdet avvattnas idag av rännstensbrunnar i Prospect Hillgatan. De fastigheter som gränsar mot bergssluttningen får ytterligare ytavrinning från berget, österifrån. Det dagvatten som inte leds ner i ledningsnätet i Prospect Hillgatan fortsätter väster ut mot fastigheterna på Carlbergsgatan. Eftersom planområdet är beläget högt, i stark sluttning och med mycket berg i dagen kommer mycket av ytavrinningen rinna ut ur planområdet.



Figur 4. Planerad mark för bebyggelse. Starkt sluttande bergsida. Ytavrinning sker väster ut mot fastigheter på Carlbergsgatan. Foto till vänster: Gårda 36:4 och foto till höger: Gårda 36:3.



Figur 5. Planerad mark för bebyggelse, brant lutning med mycket berg i dagen. Fastigheter Gårda 33:11 och 33:39



Figur 6. (ovan) Rännstensbrunn vid fastighet Gårda 33:1. Avrinningsområde för rännstensbrunnen är öster ifrån.



Figur 7. (nedan) Rensbrunn vid Gårda 33:48. Ledning för kombinerat dag- och spillvattennät. Avrinning söder- och österifrån.



Figur 8. Fastighet Gårda 33:12. Flackare mark och grönare ytor än planområdets södra delar, endast bitvisa partier med berg i dagen.



2.2. Recipient och avrinningsområde

Planområdet ligger inom avrinningsområdet för Mölndalsån. Dock avleds största delen av dagvattnet till det kombinerade ledningsnätet och renas senare i Ryaverket. Vid bräddning släpps vattnet i det kombinerade nätet direkt ut i Mölndalsån. Avrinningsområdet för Mölndalsån framgår av Figur A1 i Appendix I - Kartor.

Mölndalsån når inte upp till Länsstyrelsens normer i sju fall av nio gällande miljömässig status. Enligt Viss (2015) är det brister avseende höga halter tungmetaller, övergödning, syrefattighet och akvatisk ekologi mm.

2.3. Geologi och markföroreningar

Enligt den geotekniska undersökningen av området består största delen av berggrunden amfibolit med inslag av gnejs, mark med mycket låg infiltrationskapacitet. Befintliga bergsslänter bedöms vara stabila. Utanför planområdet, nedanför berget, är jordarten morän och finlera. Utdrag ur jordartskartan visas i Figur B1, Appendix I - Kartor.

Enligt Stadsbyggnadskontorets ”infovisaren” finns det ingen information om föroreningar inom planområdet, se Figur C1, Appendix I – Kartor.

2.4. Befintligt dimensionerande flöde och kapacitet

Tre av sex av de aktuella fastigheterna har serviser för dricksvatten och kombinerad ledning. Servisen till det kombinerade systemet och anslutande ledningar visas i Figur D1, Appendix I - Kartor. Befintlig vattengång i förbindelsepunkt för VA-ledningar (0,5 m utanför fastighet) uppskattas ligga på ca 55 m för fastigheterna i de södra delarna av planområdet och ca 50 m för fastigheterna i norra delarna, om regler för höjdsättning av serviser har tillämpats.

För beräkning av befintligt dagvattenflöde har Svenskt Vattens publikation P104 och P110 använts. Dimensionerande regn för dämning till marknivå för öppna lösningar och dämning till hjässa för ledningar med återkomsttiden 10 år har valts. Dimensionerande regnvaraktighet är 10 minuter och regnintensiteten blir därmed 186,83 l/s • ha. Den reducerade arean beräknades genom att multiplicera avrinningskoefficienterna med arean av varje delområde. Delområden uppskattades bestå av grönområden, tak och berg/betong. Avrinningskoefficienten för tak är satt till 0,9, för berg i dagen och betong till 0,8 och grönområde till 0,1. Beräkningar presenteras i Tabell A2, Appendix II - Tabeller.

Det dimensionerande flödet beräknades enligt ekvation (1) nedan.

$$Q_{dim} [l/s] = regnintensitet [l/s ha] \cdot reducerad area [ha] \quad (1)$$

Reducerad area och dimensionerande flöde presenteras i Tabell 1.



Tabell 1. Beräkning av ytvavrinning för respektive fastighet.

Fastighet	Reducerad area [ha]	Qdim [l/s]
Gårda 33:48	0,0361	6,7
Gårda 36:4	0,0340	6,4
Gårda 36:3	0,0435	8,1
Gårda 33:12	0,0506	9,5
Gårda 33:11	0,0866	16,2
Gårda 33:39	0,0565	10,6
Totalt befintligt flöde vid 10-årsregn		57,5

2.5. Skyfall

Resultat av Göteborgs stads skyfallsmodell visas i Figur E1, Appendix I - Kartor. Modellen visar på ytlig avrinning, inräknat ledningssystemets fyllda volym vid regn med 100 års återkomsttid. Fastighet Gårda 33:48 och Gårda 33:11 översvämmas till ett djup av upp till 0,5 m vid ett skyfall med återkomsttid 100 år. Det är viktigt att höjdsättning och bebyggelse genomförs så att inga instängda områden uppstår så att ytvavrinnande vatten från högre punkter inte blir stående vid byggnader. En ökad dagvattenavrinning från planområdet leder till att vattendjupet vid skyfall ökar på den redan hårt belastade Kungsbackaleden som dessutom är en prioriterad väg av räddningstjänsten.

3. Framtida förhållanden

Föreslagna byggnader visas i planförslaget i Figur 9. Byggnadernas sammanlagda yta mäter ca 1230 m² och planområdet totalt 6875 m².



Figur 9. Preliminär skiss över planområdets utbredning.



3.1. Framtida dimensionerande flöde och kapacitet dagvatten

För utbyggnad medges en bygggrätt på 150 m² takyta för huvudbyggnad och komplementbyggnader på 40 m² per fastighet. Den totala ytan tak blir då 1140 m². Beräkning av reducerad area för varje fastighet presenteras i Tabell B2, Appendix II – Tabeller. Det dimensionerande flödet beräknas enligt ekvation 2 nedan. En klimatfaktor på 1,25 används för att kompensera för förhöjda regnintensiteter på grund av klimatförändringar.

$$Q_{dim} \left[\frac{l}{s} \right] = \text{regnintensitet} \left[\frac{l}{s \cdot ha} \right] \cdot \text{reducerad area} [ha] \cdot \text{klimatfaktor} \quad (2)$$

Tabell 2. Beräkning av framtida markavrinnande dagvatten och ökning från befintlig markavrinning.

Fastighet	Reducerad area [ha]	Qdim [l/s]	Ökning från befintligt flöde [l/s]
Gårda 33:48	0,0569	10,6	3,9
Gårda 36:4	0,0408	7,6	1,2
Gårda 36:3	0,0471	8,8	0,7
Gårda 33:12	0,0626	11,7	2,2
Gårda 33:11	0,0885	16,5	0,3
Gårda 33:39	0,0633	11,8	1,2
Totalt framtida flöde vid 10-årsregn		67,1	

I detta scenario ökas det totala flödet med ca 85 % jämfört med befintligt flöde. Ett 10 minuter långt 10-årsregn med flödet 186,83 l/s • ha genererar ungefär 21 m³ dagvatten per fastighet. Översatt till l/s innebär det att en servislutning av 10 promille behöver en dimension av 225 mm, vilket ger kapaciteten 60 l/s. En servisledning med lutning 5 promille har en kapacitet av 42,8 l/s.

3.2. Krav på dagvattenfördröjning

Kretslopp och vatten ställer krav på att 10 mm vatten per kvadratmeter hårdgjord yta ska fördröjas, se ekvation 3. Avvattningen ska dessutom göras trög och reningskrav enligt Vattenplanen ska följas.

$$\text{Reducerad area} [m^2] \cdot 0,01 [m] = \text{Krav på fördröjd volym} [m^3] \quad (3)$$

Nedan följer en tabell över hur mycket dagvatten som ska fördröjas inom respektive fastighet.



Tabell 3. Kretslopp och vattens krav på fördröjning för varje fastighet.

Fastighet	Reducerad area [m ²]	Krav på fördröjning [m ³]
Gårda 33:48	569	5,7
Gårda 36:4	408	4,1
Gårda 36:3	471	4,7
Gårda 33:12	626	6,3
Gårda 33:11 och Gårda 33:39*	1518	15,2

*på grund av osäker framtida fastighetsfördelning mellan Gårda 33:11 och Gårda 33:39 presenteras fastigheterna tillsammans.

3.3.Föroreningsbelastning

Den tillkommande föroreningsbelastning som planen innebär uppskattas vara liten. Kretslopp och vatten bedömer därför att enklare reningssteg är tillräckliga. Dagvattenreningen rekommenderas att bestå av gröna öppna dagvattenlösningar så som gräsdiken, eller översilningsytor men även magasin som föregås av djupa sandfång och makadam är acceptabla. En dagvattenanmälan är inte nödvändig förutsatt att planen inte ökar i omfattning. Det är dock viktigt att materialvalet för byggnationer görs så att kvaliteten på vattnet som når recipienten inte försämras.

Området är försörjt med kombinerat ledningsnät. Om ledningarna i området i framtiden ska separeras har modellering över föroreningshalter efter rening gjorts, de presenteras inte i denna rapport men resultatet visade att föroreningshalterna är relativt låga efter rening.

3.3.1 Resultat föroreningsutredning

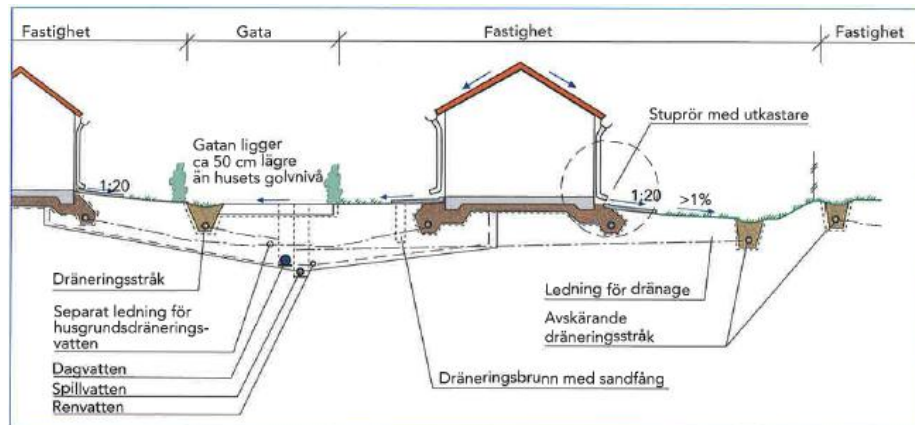
Resultatet från föroreningsutredningen finns i Appendix III - Föroreningsutredning. Där presenteras resultatet av modellerade föroreningar i området, utan rening. Miljöförvaltningens riktvärden har eftersträvat och överskridna värden är markerade i grått.

3.4.Höjdsättning

Marken närmast huset ska sluta från byggnaden. Färdigt golv ska vara minst 0,3 m över marknivå i förbindelsepunkt för att anslutning med självfall ska tillåtas. Förbindelsepunkten påverkar därmed också höjdsättningen av huset.

Generellt skall höjdsättningen göras så att byggnaden så långt som möjligt ligger högre än omgivande gator så att vattnet ytligt rinner bort från byggnaden, se Figur 10. I övrigt ska permeabla ytor eftersträvas i så stor grad som möjligt, exempelvis permeabla parkeringar, gröna tak och gräsytor.

Alla fastigheter bör kunna ta hand om dagvattnet som genereras på den egna fastigheten vid skyfall för att inte fastigheter nedströms ska påverkas. Förslagsvis kan detta göras genom att ett avskärande dike placeras vid varje fastighets lägsta del.



Figur 10. Sektion med föreslagna marklutningar (Svenskt Vatten P105, 2011).

3.5 Förslag på fördröjningsmetoder

I Tabell 3 presenteras den mängd dagvatten som ska fördröjas inom varje fastighet. Öppna dagvattenlösningar är att föredra som fördröjningsmetod då systemet blir mer robust och rening av dagvattnet sker via infiltration. Dagvattenlösningarna ska planeras med hänsyn till geologin där infiltrationen är bäst. På grund av ytlig täckning av urberg i området föreslås även andra typer av dagvattenhantering. En sammanfattning av dagvattenlösningarna beskrivs nedan.

3.5.1 Vattenfall i trappsteg

Vattenfall i trappsteg skapar en reningsprocess som efterliknar naturen genom variation av syrerika och syrefattiga förhållanden. Varje trappsteg fungerar som en behållare vilken fördröjer en viss andel av dagvattnet och ger möjlighet till avdunstning. När trappsteget blir fullt svämmar det över och fyller trappsteget nedanför varför trappstegen ska utformas med en ökning av volym för varje trappsteg. Vattenfall i trappsteg kan utformas som vackert inslag i trädgården.



Figur 11. Vattenfall i trappsteg. (Pinterest 2014)



3.5.2 Regnträdgård

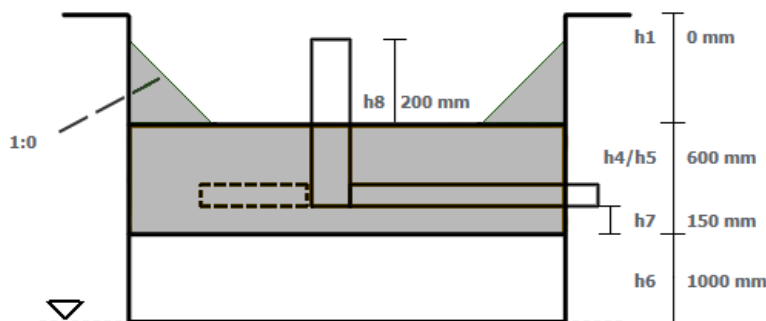
Regnträdgårdar är genomsläppliga bäddar och anläggs med växter för fördröjning och rening av dagvatten. Jordar med stor andel porer och därtill hög kapacitet att hålla vatten väljs och vattentåliga växter planteras. En regnträdgård kan uppskattas hålla ca 25 % av totala volymen i vatten. Regnträdgårdar kan anläggas i jämnhöjd med marken eller upphöjas, regnträdgården blir då som en upphöjd rabatt.



Figur 12. Regnträdgård i upphöjd behållare, här anslutet direkt till stuprör (Kretslopp och vatten, 2016)

3.5.3 Underjordiska magasin

Underjordiska magasin kan utformas som kassetmagasin, rörmagasin eller makadammagasin. Magasinen renar och fördröjer dagvatten innan dagvattnet ansluts till allmänna ledningsnätet. Magasinet bör utformas med bräddavlopp för indikation om igensättning. Ett underjordiskt magasin i makadam håller ca 35 % vatten av den totala volymen.



Figur 13. Makadamdike i tvärsektion (StormTac 2016)



4. Rekommenderade dagvattenlösningar

Planens genomförande innebär en ökning av avrinningen med 24 m³ vatten för ett regn med varaktighet 10 min och återkomsttid 20 år.

Dagvattenfördröjning inom fastigheterna är ett krav från Kretslopp och vatten.

Indelningen av fastigheterna 33:39 och 33:11 är i dagsläget (läs okt 2016) inte gjord varför dagvattenhanteringen för dessa fastigheter måste ordnas internt mellan fastigheterna. Krav på fördröjning samt förslag på gemensam dagvattenhantering för fastigheterna presenteras nedan.

4.1. Dagvattenlösning för fastighet Gårda 33:48

Kretslopp och vatten förespråkar ett underjordiskt makadammagasin med effektiv volym av 5,7 m³, vilket ger en total volym av 16 m³. Ett djup på 0,6 m ger ett totalt ytbehov av 27 m².

Placering av makadammagasinet blir i fastighetens västra del. Förslagsvis anläggs ett makadammagasin som är 11 meter långt och 2,5 meter brett. Figur 14 (nedan) visar förslag på placering av underjordiska makadammagasin. Anslutning till allmänna ledningsnätet framgår av inritad linje. Figur 13 (ovan) visar måtten i tvärsnitt för ett makadammagasin.

Det är viktigt att parkeringsplatsen utformas så att markavrinningen från parkeringsplatsen leds ner i magasinet för rening och fördröjning.



Figur 14. Föreslagen placering av makadammagasin för fastighet 33:48 (för djup 0,6 m, längd 11 m och bredd 2,5 m).



4.2. Dagvattenlösning för fastighet Gårda 36:3 och Gårda 36:4

På grund av kraftig lutning och bergdominerad geologi förespråkar Kretslopp och vatten anläggning av vattenfall i trappsatser för fastigheterna Gårda 36:3 och Gårda 36:4. Trappstegen placeras med lägsta till högsta storlek i nord-sydlig riktning. Figur 15 och Figur 16 visar placeringen av trappan. Vid höga skyfall kommer trappsteg översvämmas och markavrinningen sker mot byggnaderna västerut. Anslutning till allmänt ledningsnät sker till den kombinerade ledningen i Carlbergsgatan. Anslutning sker enligt överenskommelse mellan de aktuella fastigheterna, likaså omhändertagande om översvämmande dagvatten från fastighet uppströms.

Totalt fördröjs 4,1 m³ för Gårda 36:4 och 4,7 m³ för Gårda 36:3. Dimensioner för varje trappsteg samt antal trappsteg för varje fastighet återfinns i Appendix II – Tabeller, Tabell C2 där finns också av en förklarande bild.



Figur 15. Dagvattenlösning för Fastighet Gårda 36:4. Den svarta linjen visar placeringen av vattenfall med störst volym i söder och minst i norr med verklig längd av 22 m.



Figur 16. Dagvattenlösning för Fastighet Gårda 36:4. Den svarta linjen visar föreslagna placeringen av vattenfall med störst volym i söder och minst i norr med verklig längd av 20 m.



4.3. Dagvattenlösning för fastighet Gårda 33:12

Kretslopp och vatten förespråkar regnträdgårdar längs med fastighetens sydöstra gränser, se Figur 17. Regnträdgårdarna förstärks i brant sluttning så att erosion inte uppstår. Det ger intrycket av upphöjda regnträdgårdar nerifrån och plan mark ovanifrån. Regnträdgårdarna utformas som en 60 m lång upphöjd rabatt, 1 m bred och 0,5 – 1 m hög. Ett dräneringsrör samlar in dränerat vatten och leder ut det på det allmänna ledningsnätet.



Figur 17. Föreslagen dagvattenlösning för fastighet Gårda 33:12. Regnträdgårdar med förstärkning för att klara den sluttande marken. Förslagna dimensioner: 1 m bred, 0,5 m djup och totalt 60 m lång. Lutande dräneringsrör som sedan kopplas på det allmänna ledningsnätet.

4.4. Dagvattenlösning för fastighet Gårda 33:11 och Gårda 33:39

På grund av osäkerheter i framtida fastighetsindelning föreslås här en gemensam dagvattenhantering för fastigheterna Gårda 33:11 och Gårda 33:39. Totalt för de båda fastigheterna behövs en fördröjning om 15,2 m³. Kretslopp och vatten förespråkar ett makadammagasin längs med fastighetens sydöstra gräns, se Figur 18. Dagvattnet inom området i planens sydliga del behöver avledas mot makadammagasinet (vit triangel i Figur 18).



Figur 18. Föreslagen dagvattenlösning för fastigheterna Gårda 33:11 och 33:39. Bilden visar placering av makadammagasin och anslutning till allmänna ledningsnätet. Förslagna dimensioner för magasinet är: djup 0,6 m, längd 30 m och bredd 3 m. Området innanför den vita triangeln behöver avledas till makadammagasinet.

4.5. Alternativ lösning

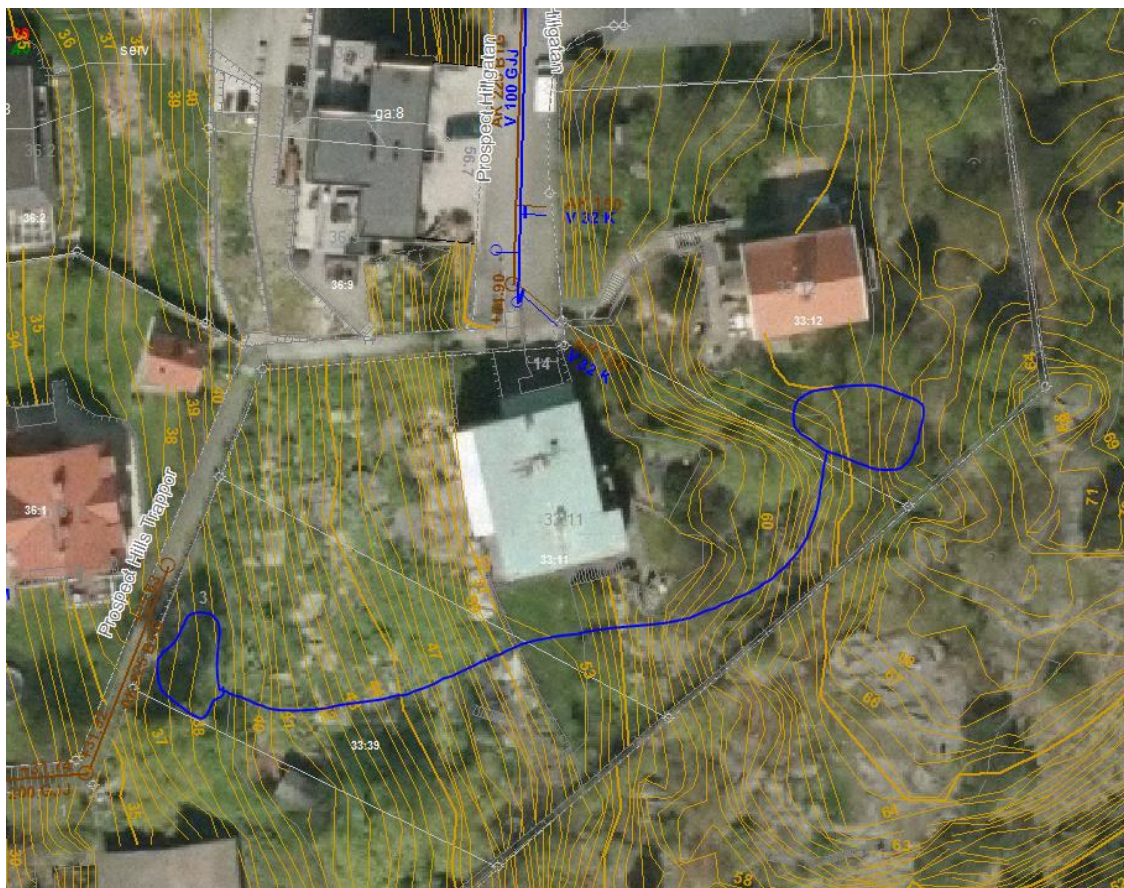
4.5.1 Gemensam dagvattenhantering för fastigheterna Gårda 33:11, 33:12, 33:39

Öppna dagvattenlösningar ger vackra inslag i trädgårdsmiljön och bidrag till ekologisk mångfald. På grund av lutningen genom fastigheterna finns möjlighet till gemensam öppen dagvattenlösning. Det skulle innebära en dagvattendamm på fastighet Gårda 33:12 som sakta släpper sitt vatten genom ett vattenfall i etapper. Vattenfallet fortsätter genom fastighet Gårda 33:11 till fastighet Gårda 33:39 där slutligen en dagvattendam samlar upp och fördröjer dagvattnet ytterligare. Det fördröjda dagvattnet släpps sedan på det kombinerade ledningsnätet. För placering av dagvattenhantering se Figur 19.

För Gårda 33:12 innebär lösningen anläggning av en damm på förslagsvis 5 m³ och totalt 1,3 m³ i trappsteg.

För Gårda 33:11 innebär lösningen anläggning av 20 trappsteg med fördröjningskapacitet på 7,6 m³ totalt.

För Gårda 33:39 innebär lösningen anläggning av 10 trappsteg med sammanlagda volymen 2,6 m³ och en dagvattendam i fastighetens västra ände med fördröjningskapacitet på 5 m³.



Figur 19. Förslagen gemensam dagvattenlösning för fastigheterna 33:12, 33:11 och 33:39.

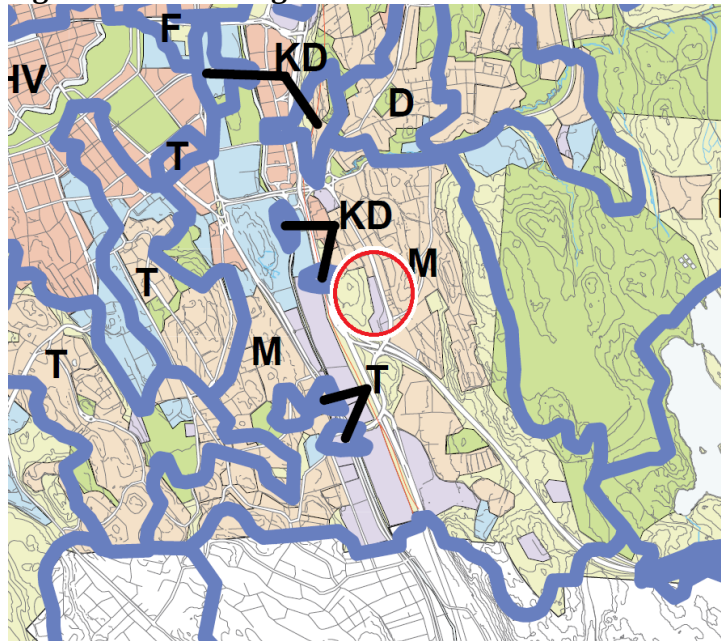
5. Slutsats

Enligt Kretslopp och vattens fördröjningskrav ska i genomsnitt 6 m³ dagvatten fördröjas inom varje fastighet. Denna dagvattenutredning visar att det är möjligt att genomföra en fördröjning av dessa volymer. De rekommenderade lösningarna för fördröjning är vattenfall i trappsteg, makadammagasin, regnträdgårdar och dagvattendammar. Eftersom planområdet ligger i brant lutning är det mycket viktigt att höjdsättningen görs på ett sådant sätt att inga instängda områden uppstår och att exempelvis avskärande diken i fastigheternas lågpunkter som kan samla upp skyfall anläggs.



6. Appendix I - Kartor

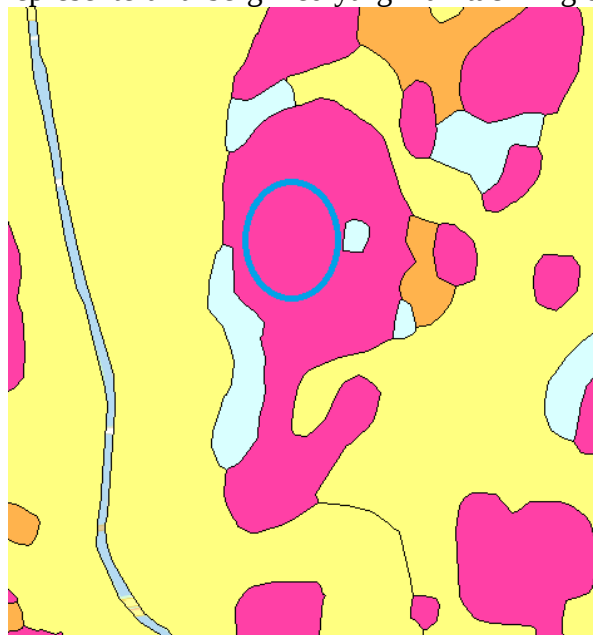
Figur A1: Avrinningsområdet Mölndalsån



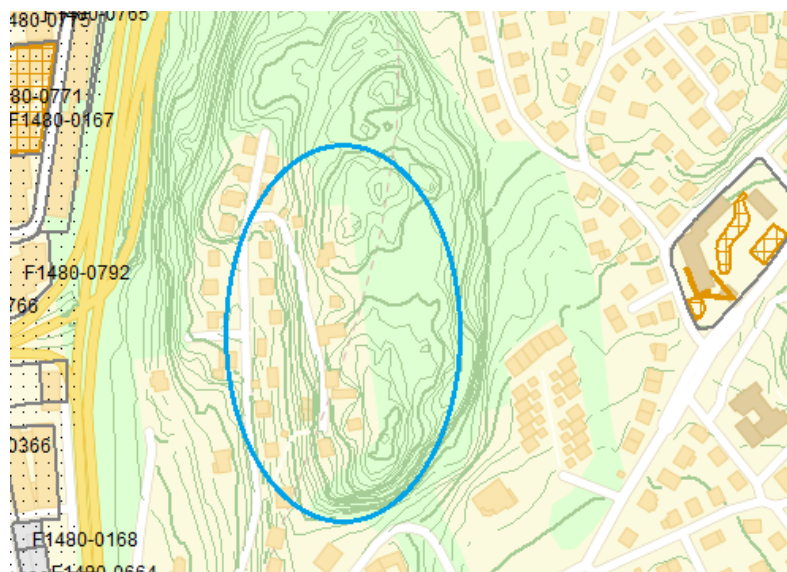
Figur A1. Karta över avrinningsområde. Cirkelmarkeringen visar var planområdet ligger, M står för avrinningsområdet Mölndalsån. (Bildkälla: Stadsbyggnadskontoret, VA-verket, Göteborg, 2002)

Figur B1 och C1: Geologi och markföroreningar

Planområdet är markerat med en blå oval innanför det rosa området. Den rosa färgen representerar urberg med ytlig marktäckning enligt SGUs jordartskarta.

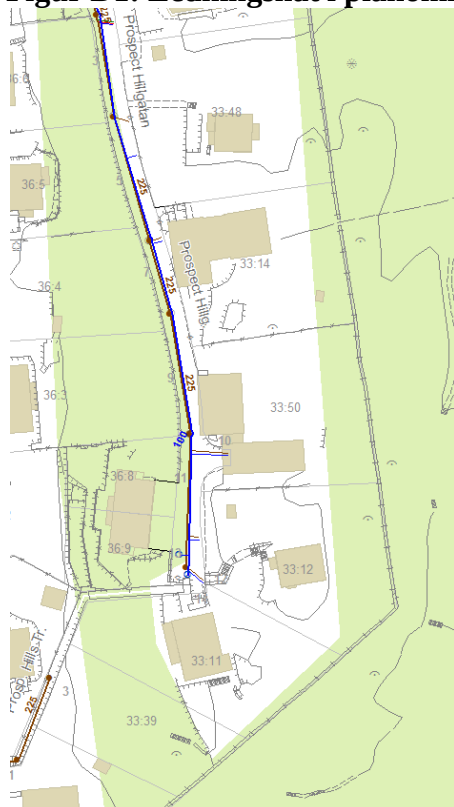


Figur B1. Utdrag ur jordartskartan med planområdet markerat med blå oval. Rosa är urberg med ytlig marktäckning, ljusgrön är morän, ljusgult lera och mörkare gul sand. (Bildkälla: Infovisaren)



Figur C1. Förorenade områden i anslutning till planområdet. Ej markerade ytor ska tolkas som att information saknas, föroreningar kan dock finnas ändå. Förorenade områden är markerade i prickigt lager. Planområdets utsträckning är markerat med blå oval. (Bildkälla: Infovisaren)

Figur D1: Ledningsnät i planområdet



Figur D1. Ledningssystem planområdet.



Figur E1: Skyfall och höga vattennivåer

Modellen visar på ytlig avrinning, inräknat ledningssystemets volym vid regn med 100-års återkomsttid. De blåa områdena visar vatten som blir stående i instängda områden på grund av lokala lågpunkter.



Figur E1. Modellen visar ytlig avrinning, inräknat ledningssystemets volym vid regn med 100-års återkomsttid. De blåa områdena visar vatten som blir stående i instängda områden på grund av lågpunkter.



7. Appendix II - Tabeller

Tabell A2. Avrinning innan bebyggelse. Beräkning av reducerad area av befintlig yta för varje delområden inom varje fastighet.

Fastighet	Delområde	Area [m ²]	Avrinningskoefficient	Red. area [m ²]
Gårda 33:48				
	Delområde 1; grönområde	1633	0,1	163
	Delområde 2; tak	120	0,9	108
	Delområde 3; berg/betong	113	0,8	90
Totalt red. area [m ²]				361
Gårda 36:4*				
	Delområde 1; grönområde	120	0,1	12
	Delområde 2; tak	-	-	-
	Delområde 3; berg/betong	410	0,8	328
Total red. area [m ²]				340
Gårda 36:3*				
	Delområde 1; grönområde	190	0,1	19
	Delområde 2; tak	-	-	-
	Delområde 3; berg/betong	520	0,8	416
Total red. area [m ²]				435
Gårda 33:12				
	Delområde 1; grönområde	1000	0,1	100
	Delområde 2; tak	130	0,9	117
	Delområde 3; berg/betong	361	0,8	289
Total red. area [m ²]				506
Gårda 33:11				
	Delområde 1; grönområde	339	0,1	34
	Delområde 2; tak	205	0,9	185
	Delområde 3; berg/betong	809	0,8	647
Total red. area [m ²]				866
Gårda 33:39				
	Delområde 1; grönområde	250	0,1	25
	Delområde 2; tak	-	-	-
	Delområde 3; berg/betong	675	0,8	540
Total red. area				565

*areorna för fastigheterna 36:4 och 36:3 är uppskattade



Tabell B2. Avrinning efter bebyggelse. Beräkning av reducerad area av framtida ytor för varje delområden och fastigheterna.

Fastighet	Delområde	Area [m ²]	Avrinnings-koefficient	Red. area [m ²]
Gårda 33:48				
	Delområde 1; grönområde	1373	0,1	137
	Delområde 2; tak	380	0,9	342
	Delområde 3; berg/betong	113	0,8	90
Totalt red.				569
Gårda 36:4*				
	Delområde 1; grönområde	45	0,1	4,5
	Delområde 2; tak	150	0,9	135
	Delområde 3; berg/betong	335	0,8	268
Total red.				408
Gårda 36:3*				
	Delområde 1; grönområde	160	0,1	16
	Delområde 2; tak	150	0,9	135
	Delområde 3; berg/betong	400	0,8	320
Total red.				471
Gårda 33:12				
	Delområde 1; grönområde	850	0,1	85
	Delområde 2; tak	280	0,9	252
	Delområde 3; berg/betong	361	0,8	289
Total red.				626
Gårda 33:11				
	Delområde 1; grönområde	324	0,1	32
	Delområde 2; tak	300	0,9	270
	Delområde 3; berg/betong	729	0,8	583
Total red.				885
Gårda 33:39				
	Delområde 1; grönområde	175	0,1	17,5
	Delområde 2; tak	150	0,9	135
	Delområde 3; berg/betong	600	0,8	480
Total red.				633

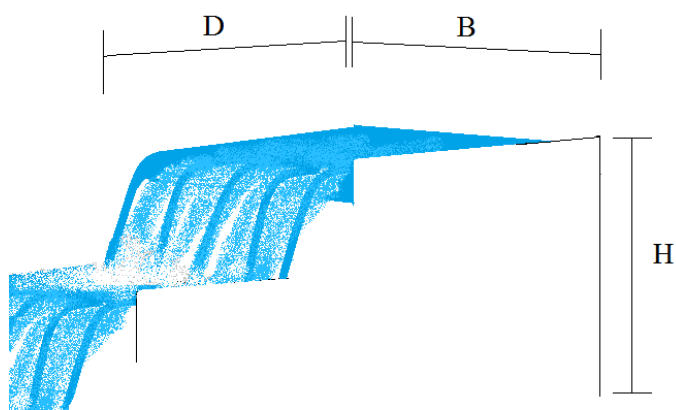
*areor för fastigheterna 36:3 och 36:4 är uppskattade



Nedan presenteras antal steg och förslagna dimensioner för vattenfall i trappsteg för fastigheterna Gårda 36:3 och Gårda 36:4.

Tabell C2. Dimensioner och volym för varje trappsteg i det stegvisa vattenfallet. För varje trappsteg ökar volymen med 0,02 m³. (B = bredd, D = djup, H = höjd Vol. = volym. Se Figur 13 för förtydligande)

Trappsteg [nr]	B [m]	D [m]	H [m]	Vol. [m ³]	
1	0,4	0,5	0,6	0,1	
2	0,5	0,5	0,6	0,1	
3	0,5	0,5	0,6	0,1	
4	0,6	0,5	0,6	0,2	
5	0,7	0,5	0,6	0,2	
6	0,8	0,5	0,6	0,2	
7	0,8	0,5	0,6	0,2	
8	0,9	0,5	0,6	0,2	
9	1,0	0,5	0,6	0,3	
10	1,1	0,5	0,6	0,3	
11	1,1	0,5	0,6	0,3	
12	1,2	0,5	0,6	0,3	
13	1,3	0,5	0,6	0,4	
14	1,4	0,5	0,6	0,4	
15	1,4	0,5	0,6	0,4	
16	1,5	0,5	0,6	0,4	Gäller för Gårda 36:4
17	1,5	0,5	0,6	0,4	Gäller för Gårda 36:3



Vattenfall i Trappsteg. Dagvattenlösningen vattenfall i trappsteg. Förtydligande bild över förkortningar i Tabell C2. (Kretslopp och vatten, 2016)



8. Appendix III – Föroreningsundersökning

Föroreningsundersökning för varje fastighet. Avrinning avser obehandlat dagvatten.

Fastighet 33:48 Modellerade föroreningar avrinning dagvatten. UTAN rening

Föroreningshalter (dagvatten+basflöde) utan rening

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

		P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	Hg	SS	Oil	BaP	Benz	TBT
		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
Beräkning	C	150	1400	5.8	16	71	0.19	2.2	4.3	0.0068	30000	260	0.014	0.54	0.0017
Riktvärde	C _{cr,sw}	50	1300	14	10	30	0.40	15	40	0.050	25000	1000	0.050	10	0.0010

Fastighet 36:4 Modellerade föroreningar avrinning dagvatten. UTAN rening

Föroreningshalter (dagvatten+basflöde) utan rening

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

		P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni
		ug/l	ug/l	ug/l	ug/l	ug/l	ug/l	ug/l	ug/l
Beräkning	C	170	1500	6.7	18	79	0.22	2.5	4.6
Riktvärde	C _{cr,sw}	50	1250	14	10	30	0.40	15	40
		Hg	SS	Oil	BaP	Benz	TBT		
		ug/l	ug/l	ug/l	ug/l	ug/l	ug/l		
Beräkning	C	0.0044	34000	300	0.016	0.35	0.0019		
Riktvärde	C _{cr,sw}	0.050	25000	1000	0.050	10	0.0010		

Fastighet 36:3: Modellerade föroreningar avrinning dagvatten. UTAN rening

Föroreningshalter (dagvatten+basflöde) utan rening

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

		P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni
		ug/l	ug/l	ug/l	ug/l	ug/l	ug/l	ug/l	ug/l
Beräkning	C	150	1400	5.8	16	71	0.19	2.2	4.3
Riktvärde	C _{cr,sw}	50	1250	14	10	30	0.40	15	40
		Hg	SS	Oil	BaP	Benz	TBT		
		ug/l	ug/l	ug/l	ug/l	ug/l	ug/l		
Beräkning	C	0.0068	30000	260	0.014	0.54	0.0017		
Riktvärde	C _{cr,sw}	0.050	25000	1000	0.050	10	0.0010		

Fastighet 33:12: Modellerade föroreningar avrinning dagvatten. UTAN rening

Föroreningshalter (dagvatten+basflöde) utan rening

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

		P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	Hg	SS	Oil	BaP	Benz	TBT
		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
Beräkning	C	150	1400	5.8	16	71	0.19	2.2	4.3	0.0068	30000	260	0.014	0.54	0.0017
Riktvärde	C _{cr,sw}	50	1300	14	10	30	0.40	15	40	0.050	25000	1000	0.050	10	0.0010



Fastighet 33:11 och 33:39

Föroreningshalter (dagvatten+basflöde) utan rening

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

		P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	Hg	SS	Oil	BaP	Benz	TBT
		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
Beräkning	C	180	1500	7.0	19	82	0.24	2.7	4.7	0.0035	36000	310	0.017	0.29	0.0019
Riktvärde	C _{cr,sw}	50	1300	14	10	30	0.40	15	40	0.050	25000	1000	0.050	10	0.0010