

2018-11-23

Dagvattenutredning/skyfallsutredning



Projekt: Detaljplan för bostäder vid Brettegatan

<i>Beställare:</i>	<i>Sirpa Antti-Hilli, SBK Handläggare</i>
<i>Projektledare</i>	<i>Elin Andersson, Projektledare</i>
<i>Handläggare:</i>	<i>Isabella Viking, UPR Dagvatten (konsult)</i>
	<i>Quentin Robin Barbier, UPR, Skyfall</i>
<i>Kvalitetsgranskare:</i>	<i>Emily Margossian, UPR, Dagvatten</i>
	<i>Jonas Persson, UPR, Skyfall</i>



Göteborgs Stad
Kretslopp och vatten



Utveckling och projektavdelningen
Enheten för Regn, Rening, Recipient

Sammanfattning

Denna utredning har tagits fram för att utvärdera dagvatten- och skyfallsrelaterade frågor i samband med detaljplanearbetet vid Brettegatan. Planen omfattar byggnation av en bostadsbebyggelse av bostadsbebyggelse i 4 våningar inom fastighet 34:3 samt komplementbyggnad för sophantering och cykelparkering inom fastighet 30:2. Planområdena ligger inom område som riskerar att översvämmas vid skyfall. För att uppnå både erforderligt reningskrav och stadens krav på fördröjning av 10 mm dagvatten per kvadratmeter hårdgjord yta föreslås följande för kvartersmarken på dom två fastigheterna inom planområdet:

Fastighet 34:3 - På ytan utreds möjligheten för bostadsbebyggelse med parkering. För att uppnå reningskraven och fördröjningsvolym på 10m^3 rekommenderas ett krossdike på minst 84 m^2 . Krossdiket kan då förslagsvis vara 56 m lång och 1,5 m bred och bör placeras i anslutning till parkeringsplatsen där störst andel föroreningar förekommer. Om gårdssidan kommer vara på motsatt sida av bostadshuset från parkeringen rekommenderas exempelvis en växtbädd för rening och fördröjning. Linjeavvattnings söder om Brettegatan leder dagvattnet mot rening och fördröjning i krossdikena. Höjdsättning av området bör ske så att ytlig avledning kan ske till avsatta ytor som placeras i lågpunkt. Vid eventuella skyfall och då kapaciteten på anläggningarna är fulla rinner dagvattnet bort från området och ut mot innergårdsgator.

Fastighet 30:2 - Möjlighet för byggnation av komplementbyggnad för sophantering och cykelparkering utreds på denna yta. För att uppnå reningskraven rekommenderas ett krossdike på minst $8,3\text{ m}^2$. För att även uppfylla kravet på minst 3 m^3 i fördröjningsvolym rekommenderas krossdiket dimensioneras med en bredd på 1 m och en längd på 15 m. Höjdsättningen har justerats för att markavrinningen ska ske bort från byggnaden till krossdiket och utloppspunkten öster om fastigheten. Marken från byggnaderna bör luta mot de föreslagna dagvattenåtgärderna med ca 2-5 %.

Planområdet ligger inom ett problemområde ur skyfallshändelse och behöver åtgärdas uppströms. En förstudie pågår i nuläge för att kartlägga genomförbarhet för att magasinera vatten vid skyfall inom en fotbollsplan som är belägen uppströms. Inför granskning av detaljplanen för exploateringen bedöms genomförbarheten av en sådan skyfallslösning vara utredd. Föroreningsberäkningar visar att halter ökar efter exploatering. Med rening uppnås angivna rikt- och målvärden på båda fastigheterna, bortsatt från en marginell ökning av fosfor på fastighet 30:2, som anses vara försumbar. Detta innebär att planområdet inte försämrar möjligheterna att uppnå miljö kvalitetsnormerna för vatten och belastningen på recipienten Göta älv via Sävåån. Dagvattenflödet från området är idag 31 l/s för fastighet 34: och 2 l/s för fastighet 30:2 vid ett regn med 10 min varaktighet med 20 års statistisk återkomsttid. Om planen genomförs skulle flödet öka till 36 l/s och 11 l/s vid samma regn med en klimatfaktor på 1.25 utan föreslagna åtgärder. Med föreslagna åtgärder kommer flödet sänkas till 24 l/s och öka till 8 l/s med klimatfaktor. Dagvattnet från planområdet avleds inte till ett markavvattningsföretag. Båda fastigheterna föreslås anslutas till befintliga kommunala kombinerade spill- och dagvattenledningar.



Innehållsförteckning

1.	Projektbeskrivning.....	4
1.1	Syfte och Huvuddrag.....	4
1.2	Områdesbeskrivning.....	4
2.	Förutsättningar.....	5
2.1	Geoteknik, markmiljö och hydrologi	9
2.2	Grundvatten	9
2.3	Recipient.....	9
2.3.1	Dikningsföretag	11
2.3.2	Föroreningar i mark.....	11
3.	Planförslaget	12
4.	Skyfallsanalys.....	13
4.1	Analys av planförslag	13
4.2	Skyfallshantering.....	15
4.3	Föreslagna åtgärder	16
5.	Dagvattenavledning.....	18
5.1	Dimensionerande flöden.....	18
5.2	Påverkan på nedströms vattendrag	19
6.	Fördröjning och rening av dagvatten.....	20
6.1	Förutsättningar för dagvattenrening	20
6.1.1	Fördröjningskrav	20
6.1.2	Reningskrav.....	20
6.2	Åtgärder för flödesutjämning och kvalitet vid dimensionerande regn	20
6.2.1	Fastighet Gamlestaden 34:3	21
6.2.2	Fastighet Gamlestaden 30:2	22
6.2.3	Funktion, drift och underhåll.....	23
6.2.4	Investerings- och driftkostnad.....	24
6.3	Resultat från föroreningsmodellering.....	25
6.4	Miljökvalitetsnormer	27
7.	Sammanställning av dag- och skyfallshantering	30
8.	Fortsatt arbete	31
9.	Referenser.....	32

Bilaga 1 – Ledningsnät inom kvartersmark

Bilaga 2 – Dimensionerande dagvattenflöden och föroreningsmodellering

Bilaga 3 – Skyfall- och Dagvattenhantering



1. Projektbeskrivning

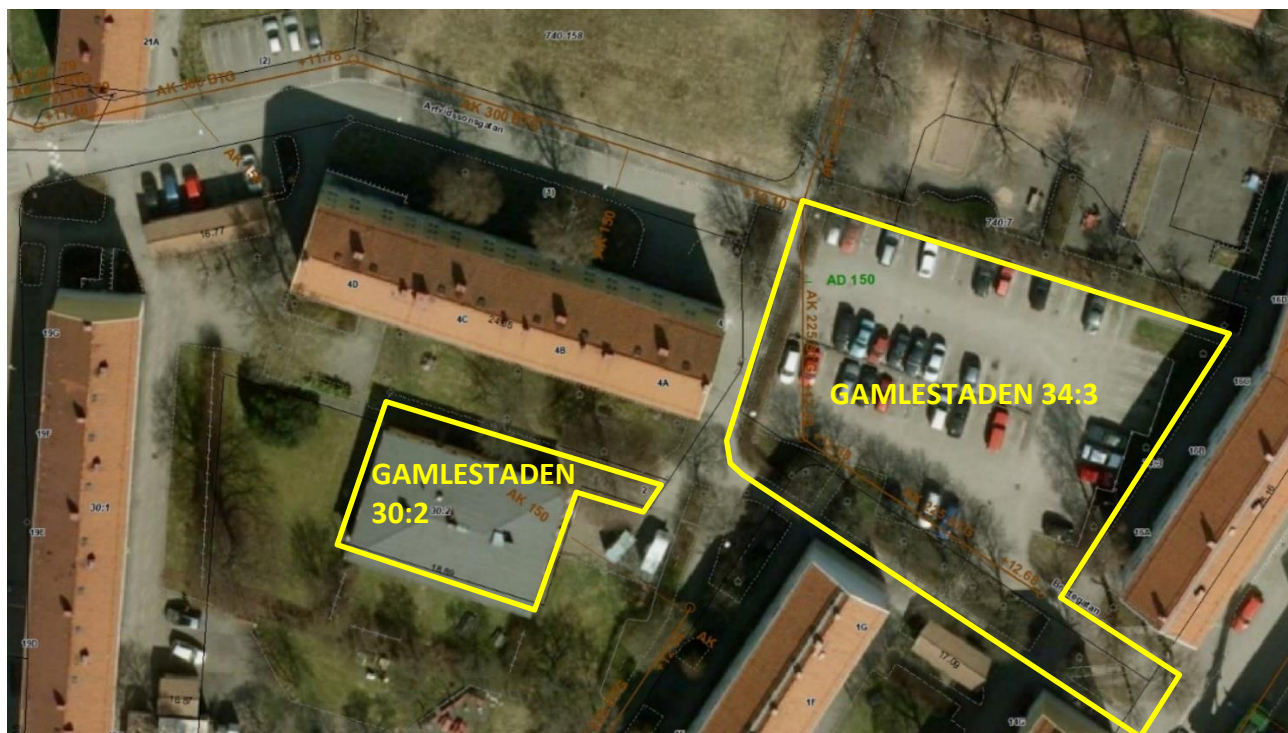
1.1 Syfte och Huvuddrag

Syftet med detaljplanen är att möjliggöra utförandet av en bostadsbebyggelse i 4 våningar inom befintligt bostadskvarter. Planområdet ligger inom område som riskeras att översvämmas vid skyfall.

1.2 Områdesbeskrivning

Planområdet ligger i anslutning till Lars Kaggsgatan i öster. Området aktuellt för ny bostadsbebyggelse ligger inom befintlig parkeringsplats i östra delen av bostadsgården som avgränsas av Nylösegratan i norr, Arfvidssonsgatan och Brettegatan i söder och Lars Kaggsgatan i öster. Komplementbyggnader för sophantering och cykelparkering planeras på gården som angränsar till området i söder, strax söder om Måns Bryntessonsplatsen 4, inom fastigheten Gamlestaden 30:2.

Planområdet omfattar cirka 2050 m² och marken ägs av Framtiden. Idag är det en parkeringsyta inom planområdet. Efter exploatering kommer planområdet att bestå av bostäder. Detaljplanen innebär 24 antal tillkommande bostäder.



Figur 1: Planområdet utgörs av kvartersmark på två fastigheter som visas enligt bild.



Orienteringskartan (figur 2) visar planområdets lokalisering i staden Göteborg.



Figur 2. Orienteringskarta som visar planens lokalisering i staden. Källa: Samrådshandling, Göteborgs stad Stadsbyggnadskontoret (2018-09-04).

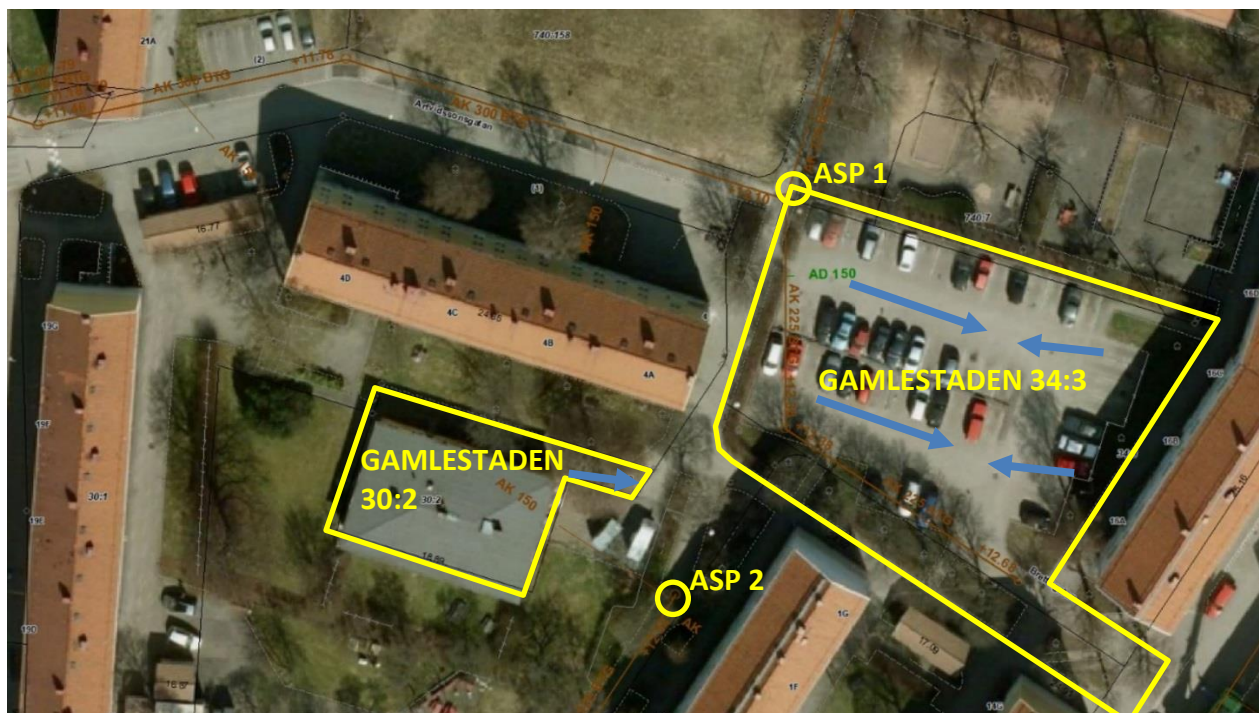
2. Förutsättningar

Topografi

Planområde för fastighet Gamlestaden 34:3 lutar från norr till söder med en höjdskillnad på cirka 0,2 m. Planområde för fastighet Gamlestaden 30:2 lutar från väst till öst med en höjdskillnad på cirka 0,4 m. Därefter fortsätter marken luta mot syd där en gångväg registrerades under en fältstudie (2018-10-03) som en skyfallsled bort från båda planområdena.

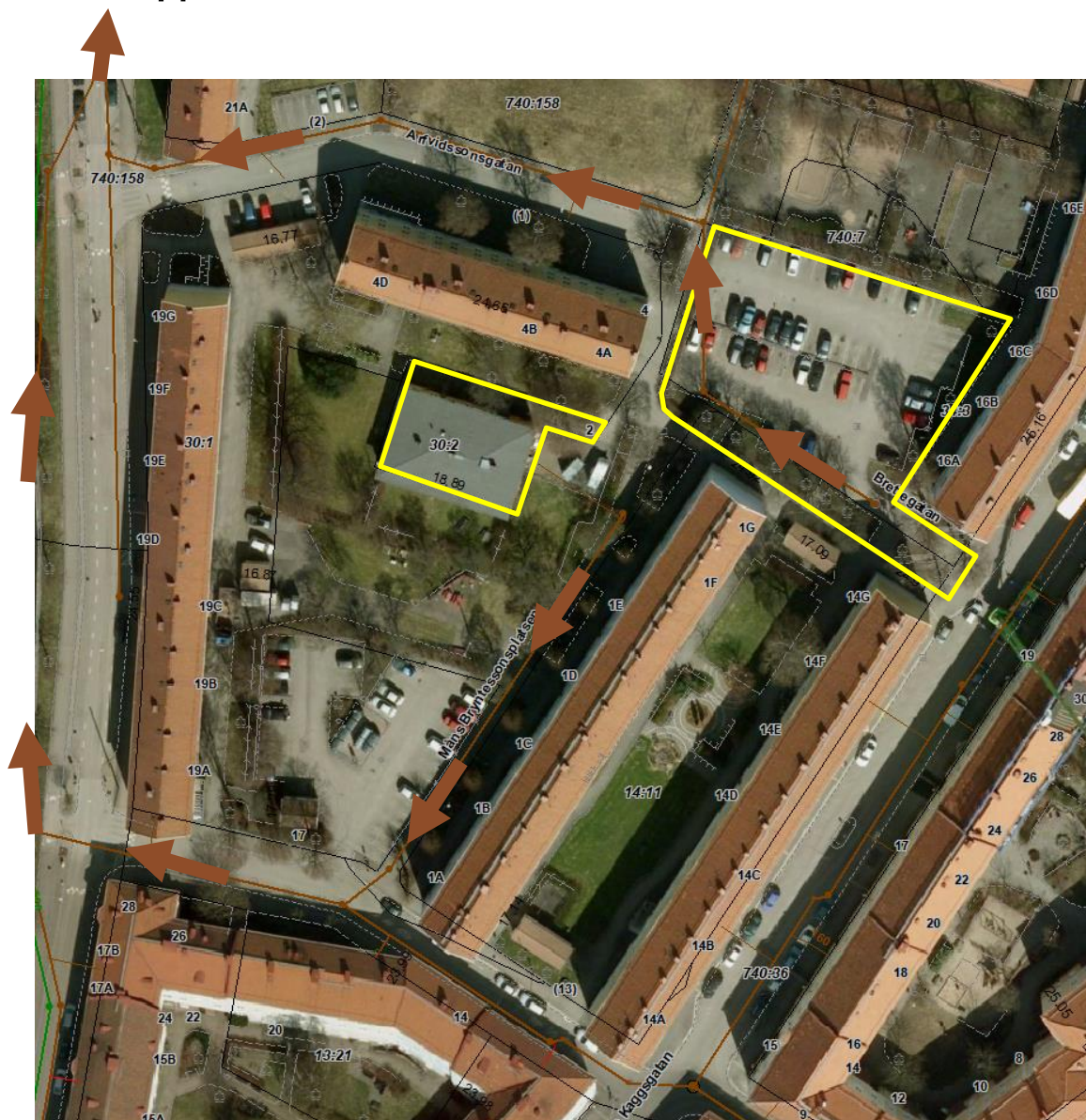
Avledning av avlopp och dricksvatten

Kommunalt ledningsnät för vatten och avlopp finns utbyggt i området kring Brettegatan. Fastigheterna inom planområdet är idag anslutna till det allmänna VA-nätet, via rännstensbrunnar på parkeringsplatsen på fastighet 34:3 och via servisanslutning öster om fastighet 30:2. Den sistnämnda anslutningen är idag inte aktiv utan har använts för en byggnad som idag har rivits. Det två anslutningspunkterna som valts för planområdet till de allmänna dagvattensystemen redovisas i figur 3, båda anslutningspunkterna ligger i anslutning till gångvägen mellan fastigheterna inom planområdet, se figur 3 - 4.



Figur 3. Ledningskarta på ortofoto med planområdet för fastighet Gamlestaden 34:3 och 30:2 (gul), lågstråk på hårdgjorda ytor (blå pilar samt anslutningspunkter (gul ring)). Bildkälla: Stadsbyggnadskontoret, VA-verket. Göteborg, 2002.

Anslutningspunkt 1 utgörs av en servisanslutning med kombinerad spill- och dagvattenledning av betong med dimensionen 225 mm, se figur 3. På samma ledning finns en servis som mest troligt är ansluten till rännstensbrunnar som avvattnar parkeringen idag enligt underlag av ledningsnätet inom kvartersmark, se bilaga 1. Det går inte heller att utesluta att det kan finnas ytligare avvattning till denna servis då ledningsmaterialet för kvartersmarken inte är fullständig. Anslutningspunkt 2 utgörs av en tillsynsbrunn med kombinerad spill- och dagvattenledning av betong med dimensionen 225 mm, se figur 3. Denna anslutningspunkt ansluts via en servis av kombinerat spill- och dagvattenledning med dimensionen 150 mm av betong. Den kombinerade ledningssystemet övergår senare till en AK600BTG i Gamlestadsvägen, väster om planområdet som leds vidare till Ryaverket, se figur 4.



Figur 4: Ledningskarta på ortofoto med planområdet(gul) och riktning för det kombinerade spill- och dagvattensystemet till Ryaverket (brun pil). Bildkälla: Stadsbyggnadskontoret, VA-verket. Göteborg, 2002.

Avvattning

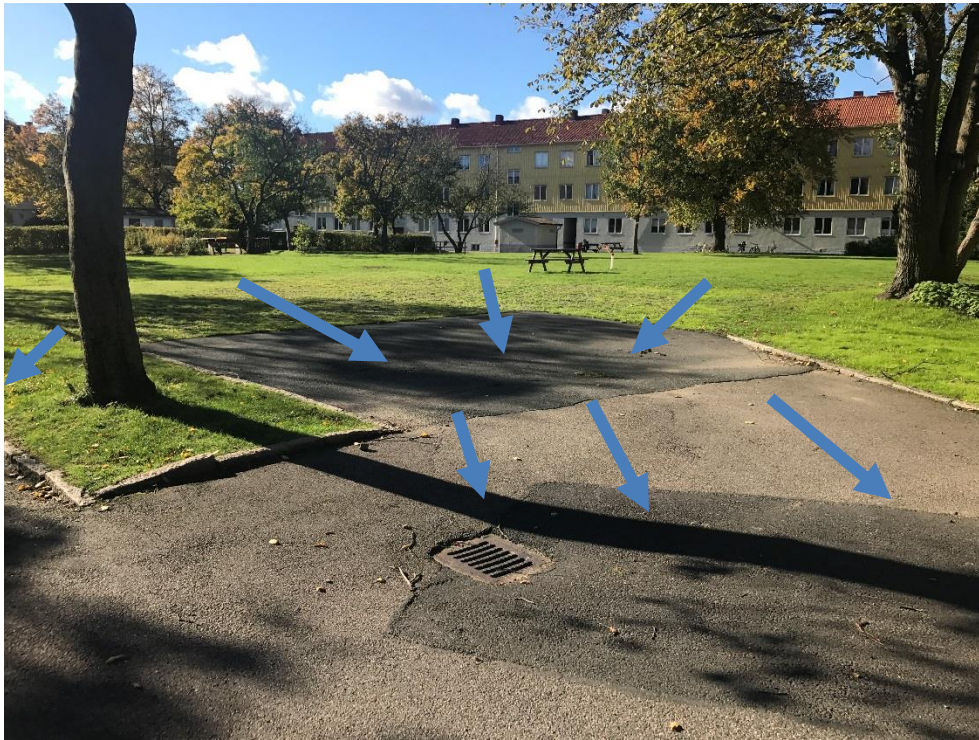
Följande figurer (5-7) visar lutningen på planområdet med blåa flödespilar. Fotona är tagna under ett fältstudie 2018-10-03. Marken inom fastighet 34:3 utgörs främst av asfalterade ytor med även flack naturmark, medan marken inom fastighet 30:2 främst utgörs av flack naturmark och en mindre del asfalterad yta mot gångvägen. Byggnaden på fastighet 30:2 har som tidigare nämnts rivits ned, se figur 4.



Figur 5: Foto taget i sydvästlig riktning mot parkeringen inom fastighet 34:3. Parkeringsplatserna i mitten av området fungerar som en höjdrygg med lågpunkter på vardera sida.



Figur 6: Foto taget i östlig riktning mot parkeringen och passagen mot Lars Kaggsgatan med lågpunkt mellan parkeringsplatserna.



Figur 7: Foto taget i sydöstlig ritning mot fastigheten 30:2. Den flacka naturmarken är en upphöjd yta i förhållande till asfalterade ytan och gångvägen.

2.1 Geoteknik, markmiljö och hydrologi

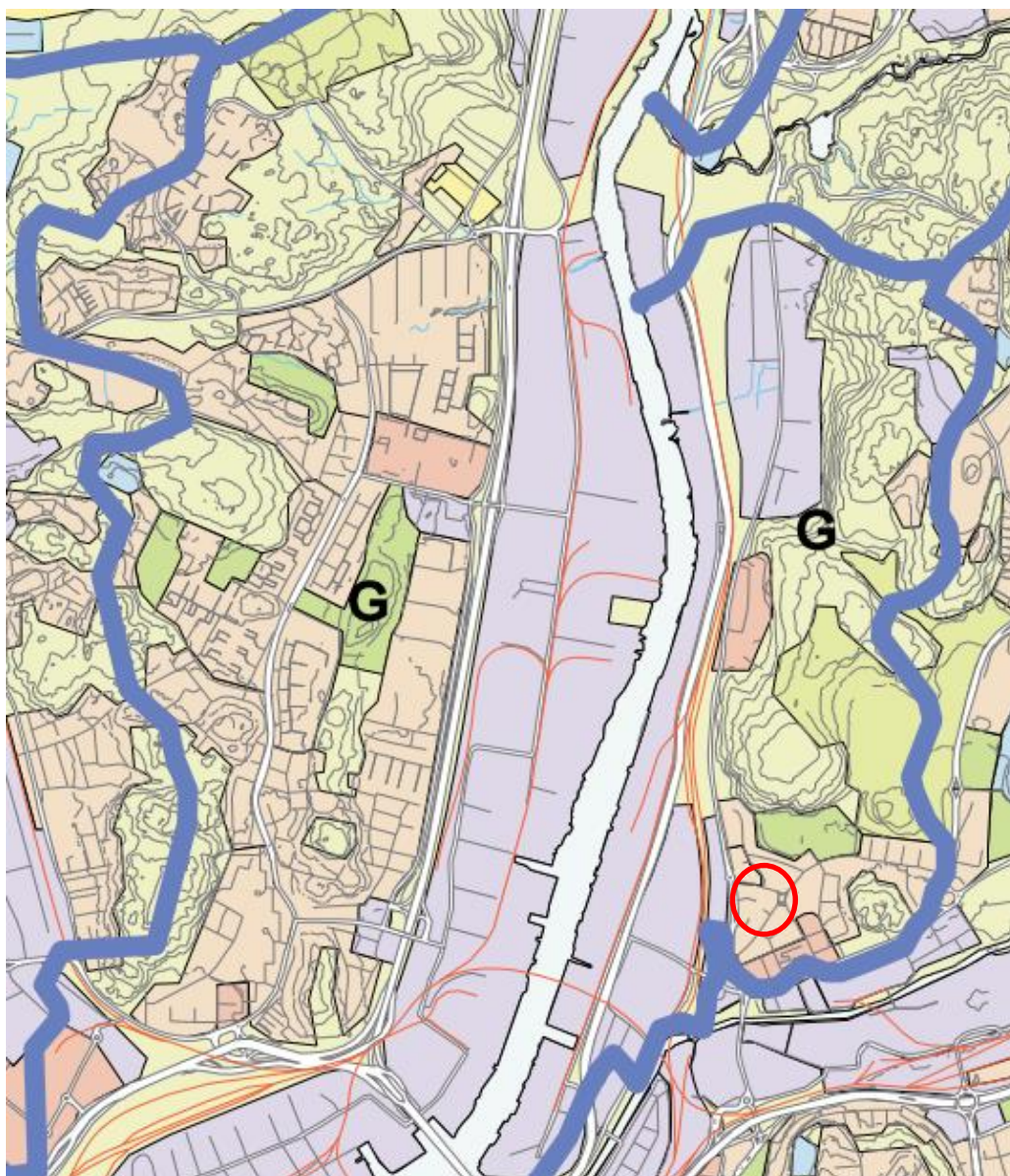
Enligt en geoteknisk utredning utförd av Norconsult (2018-02-23) består jordlagren från markytan i huvudsak av sand (till ca 1,0-1,6 m djup), Torrskorpelera (till ca 1,0-1,7 m djup), Lera (till ca 40-50 m djup), Friktionsjord (till ca 64-70 m djup) och berg. Det mindre jorddjupet finns nordöst om planområdet medan djupet till berg varierar mellan 63 m och djupare än 70 m (släntberg). Sanden är mullhaltig, grusig och siltig och innehåller tegel- och asfaltrester. Torrskorpeleran är sulfidprickig- och rostfläckig siltig och innehåller sandskikt. Markytan vid planområdet varierar på nivåer mellan ca + 4 till + 5 meter över havet.

2.2 Grundvatten

En fri grundvattennivå kan förväntas ca 2-2,5 meter under markytan enligt en geoteknisk utredning genomförd av Norconsult (2018-02-23). Grundvattennivån för fastigheten 30:2 är + 3,79 meter över havet och motsvarande +3,09 & 4,00 för fastighet 34:3 enligt en miljöteknisk utredning genomförd av Norconsult (2018-04-18).

2.3 Recipient

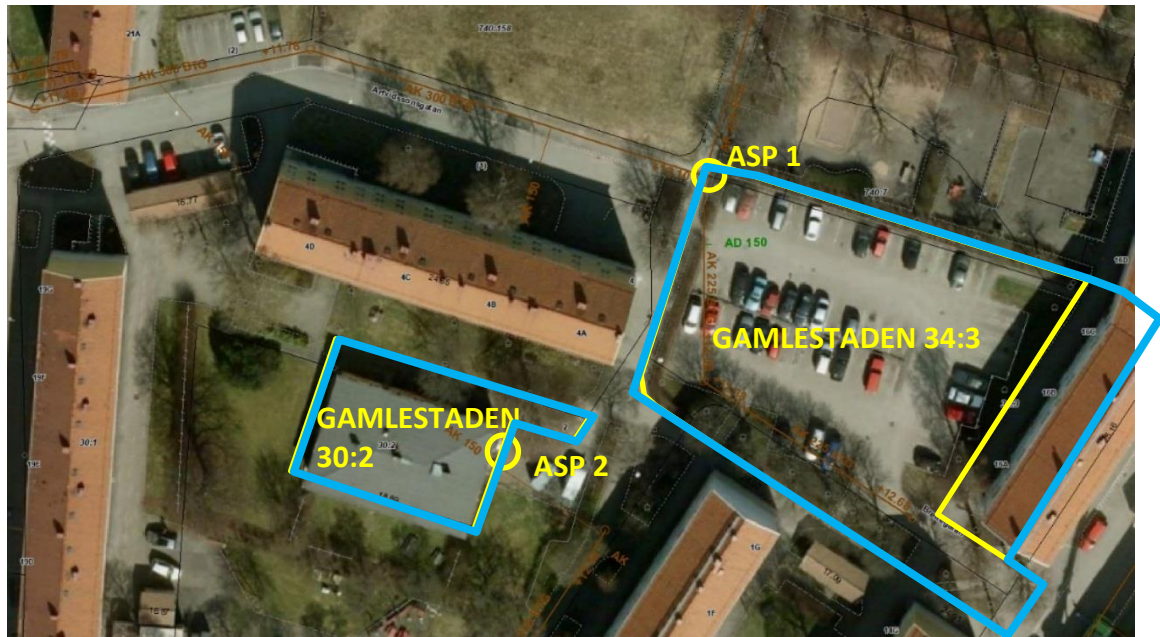
Planområdet ligger inom avrinningsområdet för Göta älv. Delar av avrinningsområdets utbredning framgår området markerat med G i figur 8 nedan. Planområdet är anslutet till ett kombinerat system och dagvatten från området går i första hand till Ryaverket för rening och sedan Göta älv. Dock bräddas dagvatten från området via en dagvattenledning i Göta älv, sydväst om planområdet.



Figur 8: Karta över delar av Göta älvs avrinningsområde markerat med G. Planområdet är inringat med rött. Bildkälla: Stadsbyggnadskontoret, VA-verket, Göteborg, 2002.

Planområdet ingår inte i något natura 2000 område, däremot bedöms recipienten som mindre känslig, se även under rubrik 5.1.2. reningskrav.

Avrinningsområdet som påverkar utloppspunkterna för de två fastigheterna har också identifierats, se figur 9. De utgörs i stort sätt enbart fastigheterna på planområdet men kan vara större om stuprören från bostadshuset öster om fastighet 34:3 ansluts till servisen på fastigheten. Dessa går dock inte att fastställa i nuläget i brist på underlag och är baserade efter information av befintliga brunnar på innergården enligt bilaga 1.



Figur 9: Avrinningsområdena för fastigheternas utloppspunkter.

2.3.1 Dikningsföretag

Dagvattnet från planområdet avleds enligt underlag från Länsstyrelsen i Västra Götalands län inte till ett dikningsföretag

2.3.2 Föroreningar i mark

Enligt en miljöteknisk utredning av Norconsult (2018-04-18) finns föroreningar i mark på båda fastigheterna inom planområdet.

Inom fastighet 34:3 påträffades förhöjda halter av PAH och metaller ca 1,5 meter under parkeringen. Dessa halter är över riktvärdena för känslig markanvändning. Halter av PCB är också över riktvärdena för mindre känslig markanvändning. Föroreningarna är ytliga och risken för exponering anses förhöjd. Risken för spridning av PCB anses dock vara liten då den binds hårt till mulljord. Det bedöms heller inte ligga någon akut hälsorisk i nuläget eller vid en framtida markanvändning motsvarande parkeringsyta.

Inom fastighet 30:2 påträffades Alifater, bly och PAH över riktvärdet för känslig markanvändning. Ytliga föroreningar utgör idag ingen akut hälsorisk, men risk för långtidsexponering från gräsytan föreligger.

Detta innebär att ytterligare åtgärder bör vidtas vid exploatering av fastigheterna. Föroreningarna bör avgränsas, schackats upp och tas omhand inför eller under planerad bostadsbyggnation.



3. Planförslaget

Utformningen och placeringen av ny bebyggelse har illustrerats av Tyréns, enligt figur 10. Enligt illustrationen kommer ett bostadshus samt ett sophus placeras på kvartersmarken inom fastighet 34:3. På kvartersmarken inom fastighet 30:2 har en tvättstuga kombinerat med ett cykelhus placerats ut. Bakom gårdssidan av bostadshuset byggs en parkering mot öst, vilket utgör den största hårdgjorda ytan inom planområdet. Förutom parkeringen byggs några gångvägar inom fastighet 34:3 som också utgör delar av den hårdgjorda ytan, se figur 10.



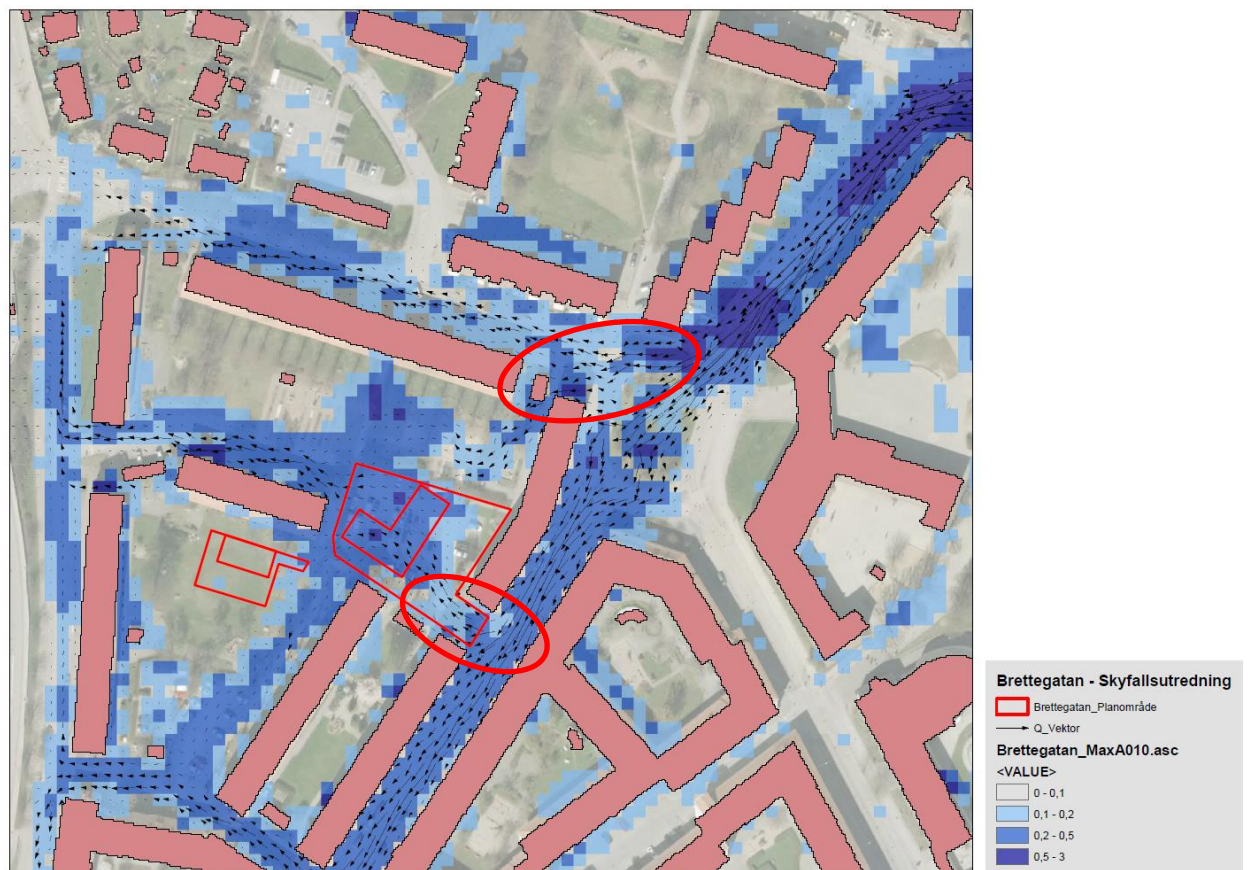
Figur 10: Illustrationer och planförslag av planområdet. Källa: Tyréns 2018-04-11 och 2018-04-25.



4. Skyfallsanalys

Under kraftiga skyfall överskrids ledningssystemets kapacitet tillsammans med markens infiltrationsförmåga vilket medför att avrinning på markytan sker. Markavrinningen kan komma att orsaka stora materiella skador och medföra risk för hälsa och liv. Det är därför av stor vikt att analysera markavrinningen vilket simuleras i en skyfallsmodell.

Enligt skyfallsmodellen över befintliga förhållanden (figur 11) ansamlas vatten med ett djup på över 0,5 meter där framtida bostadshus kommer stå samt på gårdssidan. Strax utanför planområdet på Lars Kaggsgatan och Nylösegratan avleds ytvatten. Delar av ytvattnet går genom planområdet via två öppningar mellan husen. Dessa har markerats i figur 11 med röda ringar. Det stora flödet som kommer från områden uppströms har ett maxflöde på 4,21 m³/s från den norra inloppsområdet och 0,89 m³/s från det södra. Fastighet 34:3 fungerar idag som en fördröjningsyta vid skyfall, medan fastighet 30:2 är relativt opåverkad. Dagvattnet rinner vidare från planområdet åt väst och syd.



Figur 11 Utdrag ur skyfallsmodellen, planområdet markerat.

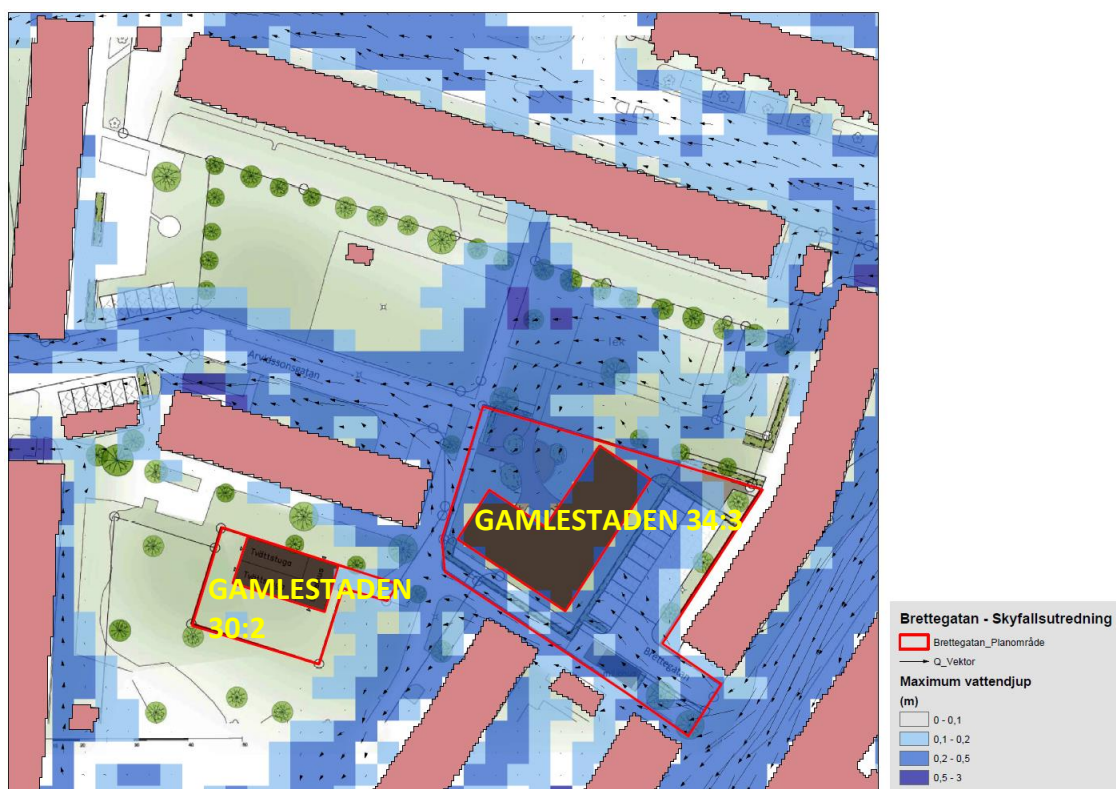
4.1 Analys av planförslag

Ytvatten ansamlas efter exploatering enligt skyfallsmodellen (figur 12). Ytvatten blir stående upp till 0,5 m djupt kring den nya byggnaden. Resultatet liknar resultatet för skyfallsmodellen före exploatering (se figur 11). Skillnaden är dock att den djupaste delen för ansamlat ytvatten nu ligger söder om parkeringsplatsen på fastighet 34:3. Mer vatten har också ansamlats på denna plats i förhållande till skyfallsmodellen före



exploatering. Det finns därmed en ökad risk för översvämning mot intilliggande fastighet.

Vid skyfall och då marken är mättad bedöms markavrinningen från gårdssidan av bostadsbyggnaden på fastighet 34:3 rinna mot väst längs med en gångväg på innergården. Markavrinningen från parkeringen på samma fastighet bedöms rinna längs med gångvägen på innergården i sydlig riktning. För markavrinning från fastighet 30:2 bedöms denna rinna vidare längs med samma gångväg på innergården som för parkeringen på fastighet 34:3, se figur 12.



Figur 12: Skyfallskartering av ett 100-års regn med scenario av utplacerade byggnader efter exploatering. Redovisar lågpunkter eller instängda områden olämpliga för byggnation.

För att minimera risk för översvämning har Göteborgs stad tagit fram krav för höjdsättning, se tabell 1. Risk för förhindrad framkomlighet anses förekomma då vattendjupet vid ett 100-års regn är på utrymningsvägar inom planområdet är över 0,2 meter på vitala ytor vid skyfall enligt tabellen. Vattendjupet är **mellan** 0,1 till över 0,5 meter enligt skyfallsmodellen, se figur 12.

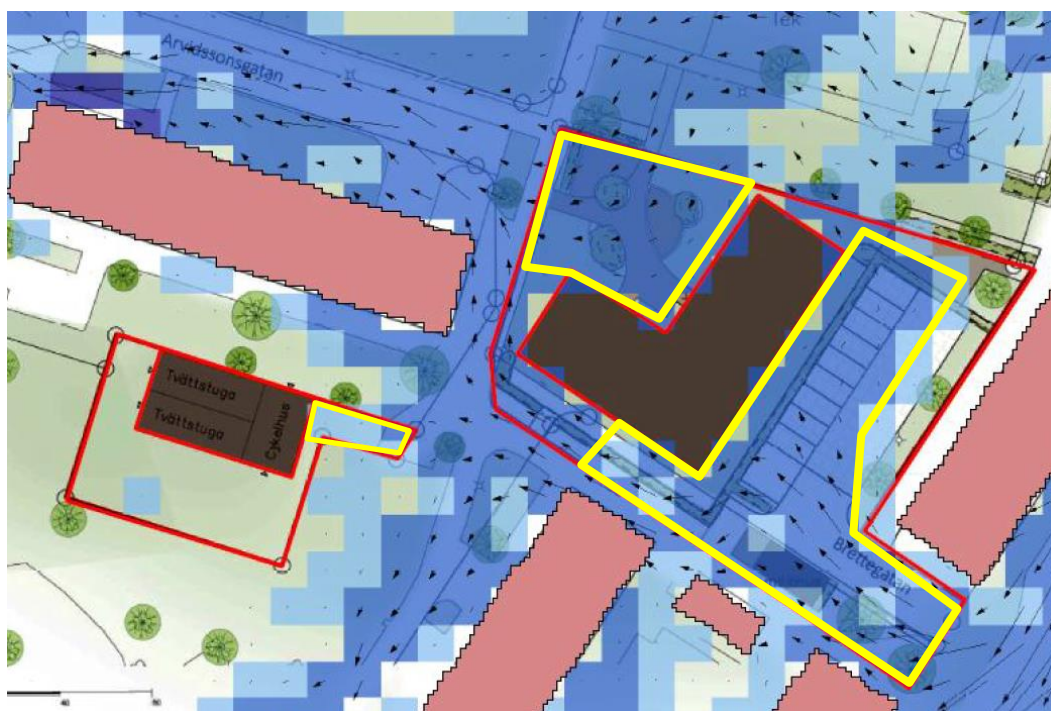


Tabell 1 Krav på höjdsättning för att minska översvämningsrisk

FUNKTION/ SKYDDSOBJEKT	DIMENSIONERANDE HÄNDELSE/PLANERINGSNIVÅ		
	Högvatten Återkomsttid 200 år	Höga flöden Återkomsttid 200 år	Skyfall Återkomsttid 100 år
Samhällsviktig anläggning – nyanläggning	1,5 meter marginal till vital del	Över nivå för Beräknat Högsta Flöde (BHF)	0,5 meter marginal till vital del
Samhällsviktig anläggning – befintlig	0,5 meter marginal till vital del för funktion		
Byggnad och byggnads- funktion - nyanläggning	0,5 meter marginal till underkant golvbjälklag och vital del nödvändig för byggnadsfunktion	0,2 meter marginal till underkant golvbjälklag och vital del nödvändig för byggnadsfunktion	
Framkomlighet prioriterade stråk och utrymningsvägar	Max djup 0,2 meter		

4.2 Skyfallshantering

Skyfallsmodellen identifierades främst lågpunkter på fastighet 34:3. Planområdet behöver höjdsättas på ett sådant sätt att lågpunkterna inte skapar risk för framkomlighet vid krissituationer. Risk förekommer också enligt planförslaget då byggnaden kommer bli en barriär för avrinningen till skyfallsleder på gångvägen inom innergården, se figur 13. Områden markerade i figuren är därför ur ett skyfallsperspektiv av vikt att vidareutveckla för att förhindra olägenheter enligt ovan angivna krav i tabell 1 vid översvämningsrisk.

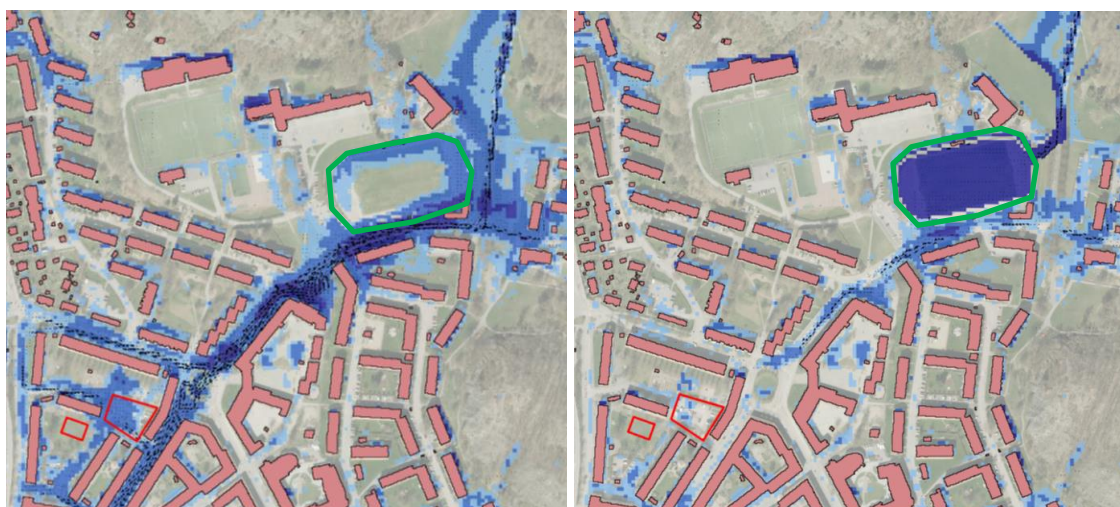


Figur 13: Planförslaget med områden med risk för översvämnning enligt skyfallsmodellen samt områden som behöver åtgärdas p.g.a. risk för framkomlighet (gul markering)



4.3 Föreslagna åtgärder

Då vattnet kommer röra sig mellan byggnaderna förekommer risk för framkomlighet och översvämning. För att minimera denna risk behöver åtgärder vidtas med krav på att inte försämra nedströmssituation för andra fastigheter. Vattenvolymen som genereras vid ett skyfall bedöms inte kunna hanteras enbart inom planområdet. Således måste uppströmsåtgärder, utanför planområdet, implementeras. Enligt strukturplanen för skyfall föreslås en fotbollsplan vid korsningen Varnhemsgatan-Lars Kaggsgatan nyttjas som skyfallsyta. Effekten av detta har undersökts i en skyfallsmodell och redovisas enligt figur 14.



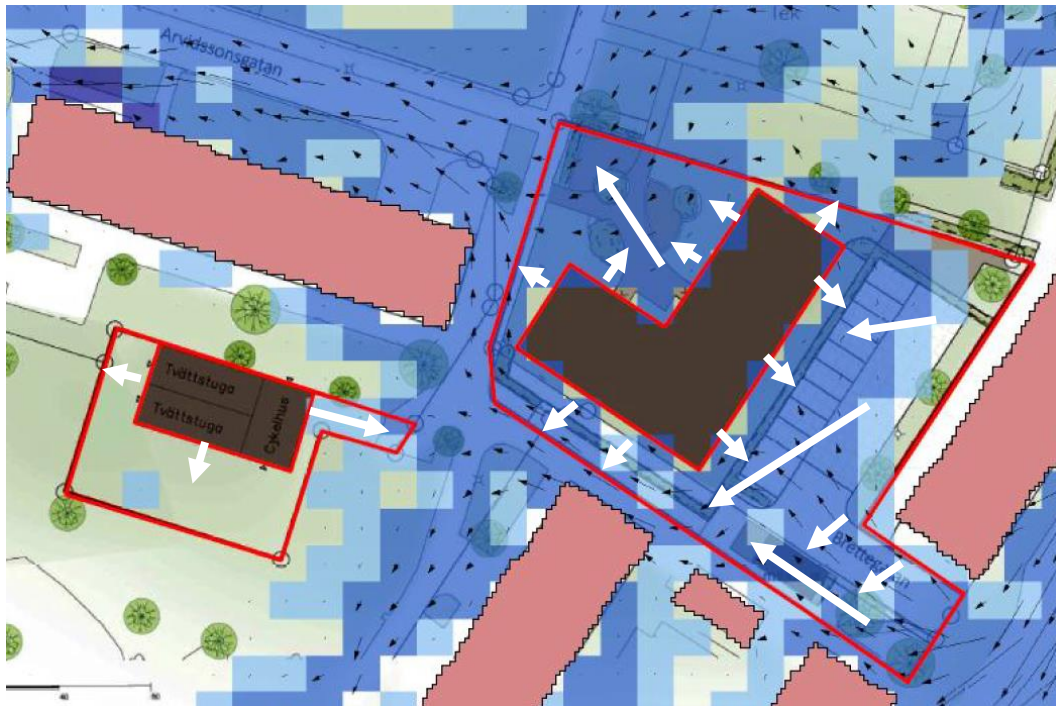
Figur 14: Resultat av skyfallsmodell med fotbollsplan (grön markering) som skyfallsyta, nordväst om planområdet (röd markering).

Vid mindre regn finns det dock åtgärder som kan minimera risken i form av höjdsättning och avledning av dagvatten från så kallade instängda områden.

Höjdsättning

För att säkerställa en effektiv skyfallshantering efter exploatering krävs en genomtänkt höjdsättning där ytvatten vid extrema regn avleds till befintliga skyfallsvägar i form av gångvägar inom innergårdar och till platser där det kan fördröjas. I detta fall handlar det om att skapa ytvattenvägar till föreslagna dagvattenanläggningar mellan parkeringen och det nya bostadshuset (se punkt 6.2 för mer information). Föreslagna ytvattensvägar och höjdsättning finns markerade med pilar enligt figur 15.

Under riktigt kraftiga skyfall kommer föreslagna åtgärder på fastigheterna inte hinna med att avleda ytvattnet då systemen blir fulla och det kommer därför att rinna på markytan. Ny höjdsättning bör därför säkerställa att dagvattnet rinner bort från byggnader, marken bör därför luta 2 % i ca 3 m ut från fasaden. Höjdsättningen bör också se till att vattnet rinner mot dagvattenanläggningar (exempelvis krossdiken, fördröjningsytor och -magasin etc.) innan det leds vidare till recipienten via dagvattenledningar.



Figur 15: Föreslagna åtgärder vid skyfall .

Instängda områden

Parkeringsytan öster om fastighet 34:3 är idag ett instängt område där dagvattnet ansamlas och ockuperar vitala stråk för framkomlighet. Även gårdssidan för det nya bostadshuset översvämmas via en flödesväg (nordväst om fastighet 34:3). Då flödena är stora går det inte att enbart ta hand om skyfallet inom planområdet. De instängda områdena kommer därför endast kunna avlastas genom uppströms magasinering, se figur 14. De större flödespilarna enligt figur 15 visar dagvattnets möjlighet att först rinna mot föreslagna dagvattenanläggningar för att sedan bräddas mot gångvägar på innergården när kapaciteten för anläggningarna är fulla.



5. Dagvattenavledning

Kapaciteten beräknades till 47 l/s i befintlig kombinerad spill- och dagvattenledning (AK225BTG) vid utloppspunkt 1 för fastighet 34:3. Sträckan på ledningen som använts vid beräkningen är ca 28 meter, en lutning på 1 % samt en råhet i ledningen på 1. För kapaciteten för den kombinerade spill- och dagvattenledning (AK225BTG) vid utloppspunkt 2 för fastighet 30:2 beräknades flödet till 15 l/s. Sträckan på betongledningen som används vid beräkningen är ca 70 meter, en lutning på 0,1 % samt en råhet i ledningen på 1. Vid beräkningar av dimensionerande flöden har en andel på 50% asfalt och 25% tak används efter exploatering. Dessa andelar har valts som ett *Worst case scenario* för planområdet efter exploatering då risk för att illustrationen för planområdet kan förändras föreligger. Flödet har beräknats efter *Colebrooks* formel för sannolika flöden.

5.1 Dimensionerande flöden

För beräkning av befintligt dagvattenflöde har återkomsttiderna 5 och 20 år valts, enligt P110. Dimensionerande regnvaraktighet är 10 min både före och efter exploatering. Räknat med rationella metoden blir regnintensiteten därmed 181 respektive 287 l/s • ha.

Den reducerade arean beräknades genom att multiplicera arean för varje delavrinningsområde med avrinningskoefficienten för det delområdet. Delavrinningsområdenas area fås av planområdet (delas upp i fastighet 34:3 och 30:2), se tabell 2.

Vid behov redovisas mer utförliga beräkningar i bilaga 2.

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

Delområde	Area [m ²]	Avrinnings- koefficient före	Avrinnings- koefficient efter	Reducerad area före [m ²]	Reducerad area efter [m ²]
Fastighet 34:3	1560	0,6	0,7	1200	1100
Fastighet 30:2	490	0,6	0,7	56	330
Totalt	2050	0,6	0,7	1256	1430

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

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

Dimensionerande flöde före och efter exploatering för båda delavrinningsområdena; fastighet 34:3 och 30:2 finns redovisade i tabeller 3 - 4 enligt ekvation ovan.



Tabell 3: Dimensionerande regnintensitet och flöde vid en återkomsttid på 5 år och regnintensitet inklusive klimatfaktor (226 l/s*ha) enligt formel (1).

5 år	Flöde befintliga förhållanden [l/s]	Flöde efter exploatering med klimatfaktor [l/s]	Skillnad i flöde före och efter exploatering [l/s]	Flöde efter fördröjning 10 mm/m ² A _{red}
Fastighet 34:3	20	23	3	15
Fastighet 30:2	1	7	6	5

Tabell 4: Dimensionerande regnintensitet och flöde vid en återkomsttid på 20 år och regnintensitet inklusive klimatfaktor (359 l/s*ha) enligt formel (1)..

20 år	Flöde befintliga förhållanden [l/s]	Flöde efter exploatering med klimatfaktor [l/s]	Skillnad i flöde före och efter exploatering [l/s]	Flöde efter fördröjning 10 mm/m ² A _{red}
Fastighet 34:3	31	36	5	24
Fastighet 30:2	2	11	9	8

Flödet ökar efter exploateringen för båda fastigheterna. Åtgärder för att minska flödet på båda fastigheterna är alltså oundvikligt. Största faktorn till att flödet ökar är klimatfaktorn på 25%.

5.2 Påverkan på nedströms vattendrag

Vid exploatering kommer flödet från planområdet samt belastningen på befintligt dagvattensystem att öka om ingen fördröjning anläggs. Därför krävs fördröjning av dagvatten på båda fastigheterna. Vid erforderlig fördröjning (10 mm/m² per A_{red}) minskar flödet från fastighet 34:3 inom planområdet jämfört med befintliga förhållanden (se tabeller 3 - 4) men ökar för fastighet 30:2. Däremot anses befintliga ledningar med kapaciteter på 47 l/s och 15 l/s ändå vara tillräcklig om man bara ser till belastningen från planområdena.



6. Fördröjning och rening av dagvatten

6.1 Förutsättningar för dagvattenrening

Följande förutsättningar påverkar valet av dagvattenåtgärder efter exploatering för fördröjning och rening av dagvatten efter exploatering:

- Grundvattennivån anses ligga ca 0,7 meter under marknivån för fastighet 30:2 och ca 0,2 - 1,4 meter under fastighet 34:3 vilket bör beaktas. Infiltrationsmöjligheten anses dock dålig då marken till största del består av lera.
- Markföroreningar förekommer inom planområdet. Ytliga föroreningar bör beaktas om inte marken saneras helt på ytor som bibehåller sin nuvarande funktion, exempelvis parkering.

6.1.1 Fördröjningskrav

Göteborgs stad ställer krav på att 10 mm dagvatten per kvadratmeter hårdgjord yta ska fördröjas inom kvartersmark. En uppskattning av vilken volym det motsvarar med nuvarande planförslag redovisas i kapitel 6.

6.1.2 Reningskrav

Planområdet är en medelbelastad yta vad gäller de avvattnande ytornas föroreningsbelastning. Tillsammans med klassningen för Göta älv som en mindre känslig recipient visar matrisen i tabell 5 att enklare rening ska användas.

Tabell 5. Matris för dagvattenrening. Blå celler markerar de fall som behöver anmälas till Miljöförvaltningen. Röd ring markerar fallet för planområdets förhållande till recipienten. Avstämt med Miljöförvaltningen 161027.

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

Med enklare rening avses enligt ”Reningskrav för dagvatten” avskiljning av partiklar med förslagsvis översilning genom växtlighet eller fördröjning. Exempel på dessa kan vara översilning och gräsdiken, brunnfilter, torra dammar, olika typer av magasin med väl dimensionerande sandfång och driftmöjligheter.

6.2 Åtgärder för flödesutjämning och kvalitet vid dimensionerande regn

En reducerad yta om 1014 m² innebär att ca 10 m³ dagvatten behöver fördröjas inom den fastighet 34:3, för att inte öka flödet efter exploateringen. På fastighet 30:2 ska en reducerad yta om 310m² behöva fördröja ca 3 m³. Som tidigare nämnts ska dagvattnet från planområdet genomgå rening. 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.

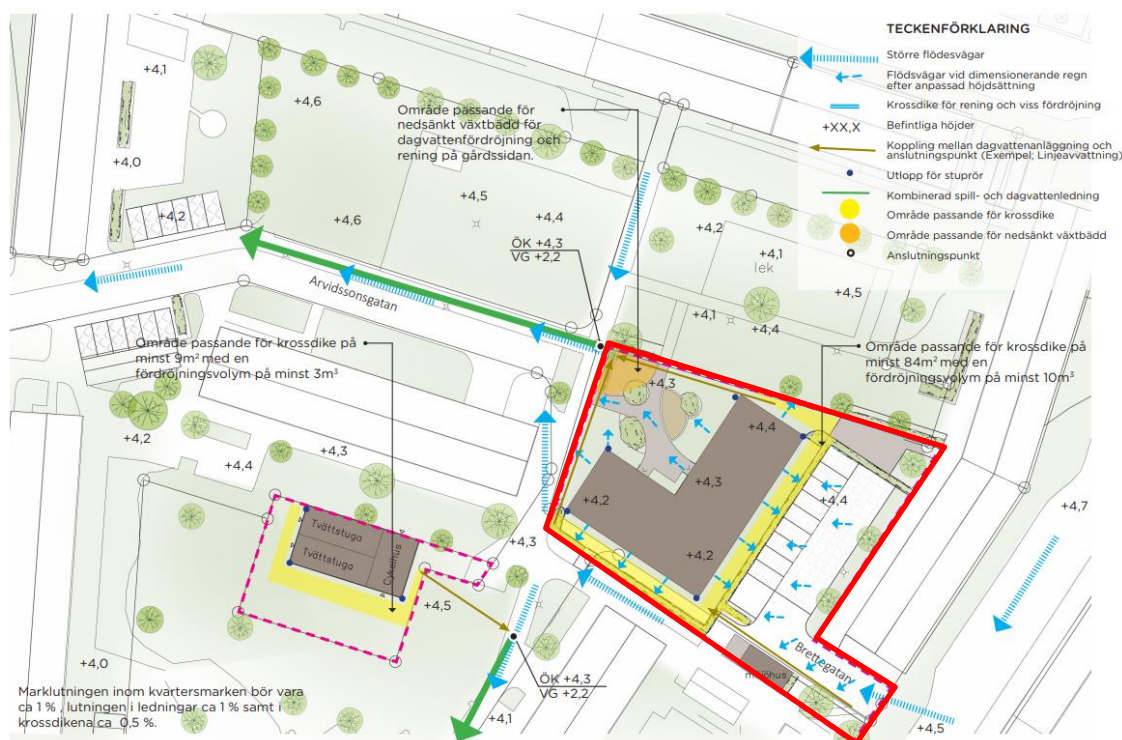


Höjdsättningen för båda fastigheterna har redovisats genom flödespilar. Föreslagna åtgärder för dagvattenhantering redovisas enligt figur 16 med lämpliga ytor, då detaljplanen för planområdet kan komma att ändras. Anledningen är att det befintliga ledningar ligger under den nya bostadsbebyggelsen och det faktum att dagvattensystemet inte är kartlagt och andra system kan vara kopplade till dagvattensystemet som idag är beläget under parkeringen.

6.2.1 Fastighet Gamlestaden 34:3

För att uppnå reningskraven och fördröjningsvolym på 10m^3 föreslås ett krossdike som rymmer hela fördröjningsvolymen på minst 84m^2 samt en nedsänkt växtbädd för rening och fördröjning för området från bostadshusets gårdssida, se figur 16. En lutning på ca 2-5 % dom tre första metrarna till dagvattenanläggningarna från fasaden på bostadshuset rekommenderas. Taket bör avvattnas med stuprör och utkastare som leds via rännor till föreslagna dagvattenanläggningar. För mer information om dagvattenåtgärder nedan, se skriften *Göteborg när det regnar En exempel- och inspirationsbok för god dagvattenhantering*.

Då den framtida byggnaden planeras ovanpå bland annat befintlig huvudledning för avlopp (se figur 1) måste huvudledningen flyttas eller placeringen av den framtida byggnaden ses över. Det är även oklart hur detta påverkar befintlig servis. Om huvudledningen behöver läggas om till följd av byggnadens läge krävs att en ny servis anläggs. Förslagsvis sker anslutningen i befintlig brunn (anslutningspunkt) enligt figur 16.



Figur 16: Föreslagna åtgärder för rening och fördröjning av dagvatten inom exploaterade ytor på fastighet 34:3 inom planområdet (röd markering).



Krossdiken

Höjdsättningen anpassas så marken sluttar med ca 1% mot krossdiken från parkering och avvattning från stuprör på bostadshuset. En lutning på minst 0,5 % i diket ger självfall för avvattning från dessa ytor. Placering av diken redovisas enligt figur 18. En längd på ca 56 meter och 1,5m bred resulterar med en fördröjningsvolym på minst ca 17,8 m³. Vilket innebär att fördröjningsvolymen på 10 m³ är uppfylls mer än väl samtidigt som anläggningen uppfyller rekommendationen för 84 m² för rening. Krossdiket har då en porvolym på ca 40 % för krossmaterial, 25 % för sand och filtermaterial för att uppfylla kraven för rening som redovisas mer utförligt i kapitel 6.3. Valet av krossdiken har valts för att dagvattnet ska kunna renas och fördröjas från den fastigheten innan det leds vidare mot utloppspunkt, Ryaverket och recipienten.

Nedsänkt växtbädd

För att rena och fördröja dagvatten efter exploateringen på gårdssidan av bostadshuset föreslås en nedsänkt växtbädd. Markens lutning har justerats för att det dimensionerande regnet från markytorna och stuprören från huset med självfall lutar ner mot anläggningen för att sedan anslutas till utloppspunkten via ny servisledning.

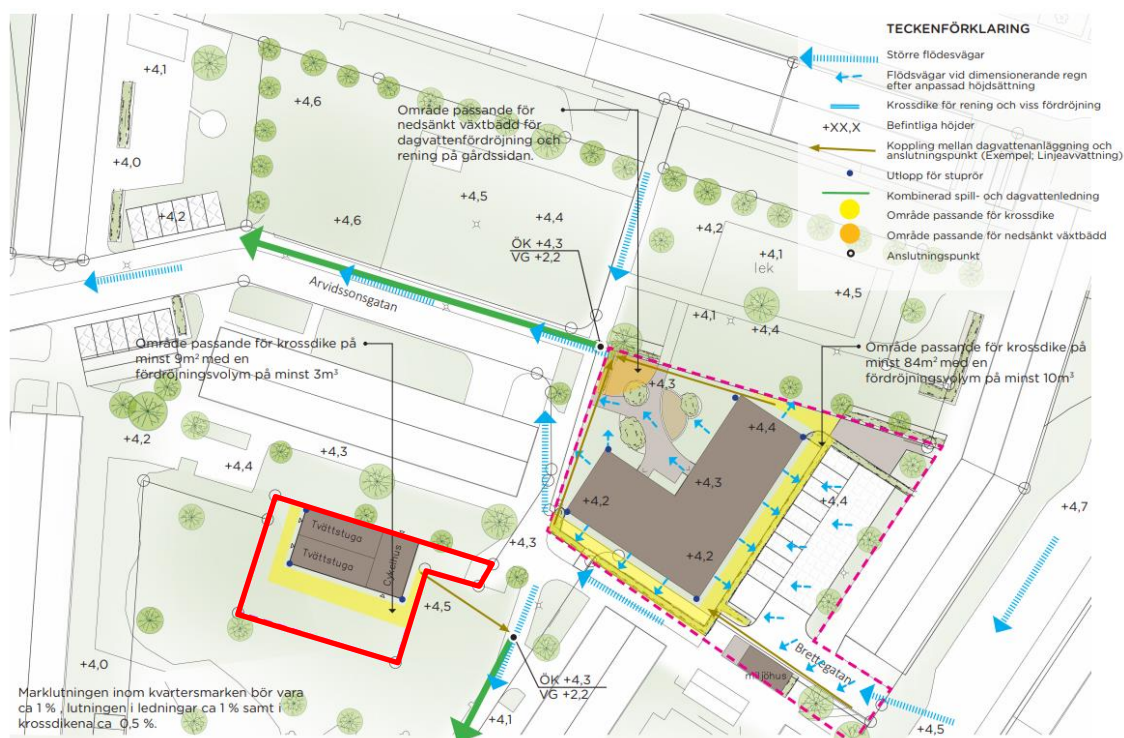
Storleken av anläggningen bör anpassas och beräknas efter den utformning som beslutas för fastigheten med val av markytor. Om exempelvis en tredjedel av avvattningen sker på denna del av fastigheten bör även en tredjedel av fördröjningsvolymen ske på detta område. Med samma förutsättningar för rening som för krossdiket ovan behövs en area på ca 7m² för att fördröja ca 3,5m³ av den totala fördröjningsvolymen.

Linjeavvattning

Linjeavvattning är ett uppsamlings- och avvattningssystem som har en hög hydraulisk kapacitet, där dagvattnet genom en inloppsöppning rinner ner i en slitsöverdel till en avvattningsränna och vidare till ett fördröjningsmagasin. Denna åtgärd rekommenderas söder om Brettegatan. Dagvattnet rinner med självfall vidare till krossdiket under marken på den hårdgjorda ytan. Exempel på linjeavvattning är ACO dränledning. Valet av anläggningen är för att fördröja och avleda dagvattnet mot rening och fördröjning samt avlasta Brettegatan vid behov av framkomlighet om skyfallslösningen på fotbollsplanen inte implementeras.

6.2.2 Fastighet Gamlestaden 30:2

För att uppnå reningskraven och fördröjningsvolym på 3m³ rekommenderas ett krossdike som rymmer hela fördröjningsvolymen på fastigheten, se figur 17. För mer information om dagvattenåtgärder nedan, läs skriften *Göteborg när det regnar En exempel- och inspirationsbok för god dagvattenhantering*.



Figur 17: Föreslagna åtgärder för rening och fördröjning av dagvatten inom exploaterade ytor på fastighet 30:2 inom planområdet (röd markering).

Krossdiken

Höjdsättningen anpassas så marken sluttar mot krossdiket söder om byggnaden. En lutning på minst 0,5 % i diket ger självfall för avvattning från fastigheten. Placering av diket redovisas enligt figur 16. En längd på 15 meter och en bredd på ca 1 meter resulterar i en fördröjningsvolym på minst ca 3 m³. Vilket uppfyller den totala fördröjningsvolymen på 3m³. Valet av krossdiken har valts för att dagvattnet ska kunna renas och fördröjas från fastigheten innan det leds vidare mot Ryaverket.

6.2.3 Funktion, drift och underhåll

Nyanlagda anläggningar kräver utökad skötsel de tre första åren. För alla typer av anläggningar ska man vid planeringen tänka på återkomst för skötsel, såsom angöring med gräsklippning, snöröjningsfordon, övriga maskiner för exempelvis slamsugning etcetera.

Krossdike

Vid generella skötselråd av dike rekommenderas regelbunden klippning av gräsyta vid behov och tillsyn 1-2 gånger per år, om sådan gräsyta anläggs. För diken som är anslutna till hårdgjorda ytor som parkering och vändplats, bör diket anläggas lägre. Anledningen till detta är att gräsytan höjer sig några millimeter per år och efter hand hindrar dagvattnet att rinna ut över ytan. För att få vattnet att rinna ut över ytan kan det vara nödvändigt att skära bort och sänka gräsytan utmed den hårdgjorda ytan.

Om det finns lågpunkter och planeras dagvattenbrunnar som intag av dagvattnet bör dessa rengöras ca 1 gång om året, för att minimera risken av igensättning av exempelvis



löv, skräp, större gruskorn, smuts etcetera från kringliggande miljöer som parkeringsplatsen, gångvägen, bilvägen och grönområdet.

Rensning och slamsugning av dräneringsledningen kan behövas och beslutas om vid tillsynstillfällen. En inspektion kan vara lämplig att genomföra för dagvattenbrunnen vid skyfall.

Livslängden för diken uppskattas till några årtionden men i och med att de är igensättningsrisk som är den största avgörande faktorn ökar livslängden om anläggningen sköts regelbundet.

Växtbädd

Vid generella skötselråd av växtbäddar rekommenderas en tillsynsfrekvens 2 ggr per år. Vid kontroll bör följande undersökas; in- och utloppsanordningar, sandfång, sugning vid behov, eventuella erosionsskador åtgärdas, eventuella dämningar eller annat anläggningsspecifikt. Det bör även göras en funktionskontroll av drän- och bräddledningar samt spolning vid behov. Om skräp eller andra föremål finns i anläggningen bör detta rensas.

I övrigt bör växtligheten ses över och eventuellt bytas vid behov.

6.2.4 Investering- och driftkostnad

En översiktlig bedömning av investeringskostnader för de föreslagna dagvattenanläggningarna har genomförts. Kostnaderna är framtagna med hjälp av å-prislista markarbeten 2012 Norconsult med indexreglering, tidigare erfarenhet från liknande projekt samt insamlad kostnadsinformation från olika VA-produktleverantörer och entreprenörer. Vid kostnadsberäkningar, om inget annat nämns, har nedanstående antaganden gjorts. Tabell 6 - 7 ger en överskådlig bild av alla olika investeringskostnader för respektive fastighet på planområdet.

Ingår i uppskattade investeringskostnader:

- Beräkningar har gjorts utifrån antal, löpmeter, kvadratmeter eller kubikmeter av dagvattenanläggning
- Schakt för ledningar har antagits ske främst i berg i dagen.
- Arbets- och materialkostnader är inkluderade i priset.

Ingår ej i uppskattade investeringskostnader:

- Omkostnader (30 %) som omfattar av administration, försäkringar, vinst, risk, over-head kostnader, allmänna hjälpmedel och småmaskiner ingår ej.
- Byggherrekostnader, som exempelvis projekterings- och byggledningskostnader ingår ej.
- Rivning av befintligt dagvattensystem är inte heller kostnadsberäknat. Detta på grund av att samtliga ytor planeras göras om i samband med ombyggnaden i planområdet och därför har heller inte kostnader för markarbeten tagits med.
- Bortforsling av material är inte medräknat.



Kostnader för skötsel av dagvattenanläggningar baseras på grova uppskattningar. En bedömning bör göras för varje enskilt fall och kostnaderna kan variera från år till år. Kostnad för skötsel kan uppskattas till ca 5–8 % av anläggningskostnaderna.

Driftkostnaderna för föreslagna dagvattenanordningar kommer vara högre de första åren för att sedan minska när växter med mera har etablerat sig, om sådana anläggs i anslutning till anläggningarna. Kostnaden är en årlig uppskattning men kommer att variera kraftigt beroende på om det förekommer skyfall och stormar, se tabeller 6-7.

Drift- och underhållskostnader för öppna dagvattenanläggningar varierar stort beroende på de lokala förutsättningarna och vilken typ av anläggning som byggts. Sannolikt ligger den årliga drift- och underhållskostnaden runt 5-15 % av anläggningens investeringskostnad. Skötseln kan handla om allt från att klippa gräs en eller två gånger om året.

Tabell 6: Uppskattade drift- och investeringskostnader för fastighet 34:3.

Fastighet 34:3	Tillsyn per år (grr)	Underhåll per år (grr)	Underhåll pris Å	Längd (m)	Area (m ³)	Investering ca pris Å	Underhåll ca pris (kr/år)	Investering ca pris (kr)
Krossdike	1-2	8	400kr/h	56	-	1000- 2500kr/m	6 400	112 000
Växtbädd	1	1	750kr/h	-	7	2500- 4000kr/m ²	1 500	22 000
Linjeavvattning	1	2	400kr/h	20	-	1500- 2500kr/m	2 000	40 000
Totalt ca							8 900	174 000

Tabell 7: Uppskattade drift- och investeringskostnader för fastighet 30:2.

Fastighet 30:2	Tillsyn per år (grr)	Underhåll per år (grr)	Underhåll pris Å	Längd	Area	Investering ca pris Å	Underhåll ca pris (kr/år)	Investering ca pris (kr)
Krossdike	1-2	8	400kr/h	20	-	1000- 2500kr/m	2 000	40 000
Totalt ca							2 000	40 000

6.3 Resultat från föroreningsmodellering

Schablonhalter av föroreningar för dagvattnet på kvartersmarkerna och fastigheterna inom planområdet har beräknats med hjälp av Stormtac. Föroreningshalterna har beräknats för P, N, Cu, Zn, Dc, Cr, Ni, Hg, SS, olja, BaP, Bensen (benz), TBT, As och TOC. Marktytor som identifierades och avrinningskoefficienter som används före och efter exploatering i Stormtac för de olika områdena redovisas nedan i tabell 8-9.



Tabell 8: Markytor och avrinningskoefficienter som används i Stormtac för fastighet 34:3.

	Avrinningskoefficient	Area före (ha)	Area före (%)	Area efter (ha)	Area efter (%)
Parkering	0,8	0,134	86	0,078	50
Takyta	0,9	0,021	14	0,039	25
gräsyta	0,1	-	-	0,039	25
Totalt		0,156	100	0,156	100

Tabell 9: Markytor och avrinningskoefficienter som används i Stormtac för fastighet 30:2.

	Avrinningskoefficient	Area före (ha)	Area före (%)	Area efter (ha)	Area efter (%)
Gång- och cykelväg	0,9	0,001	2	0,0245	50
Takyta	0,8	-	-	0,0123	25
gräsyta	0,1	0,048	98	0,0123	25
Totalt		0,049	100	0,06	100

Tabeller 10-11 visar om halter före och efter exploatering samt efter exploatering med rening överstiger riktvärden för Göteborgs stad. Då recipienten klassas som en mindre känslig recipient används Göteborgs målvärdena tillsammans med riktvärdena. Efter rening i krossdiken uppnås alla riktvärden och målvärden för båda fastigheterna.

Tabell 10: Föroreningshalter (dagvatten+basflöde) efter rening på fastighet 34:3. Föroreningshalter (ug/l). Jämförelse mot riktvärde där gråmarkerade celler visar överskridande av riktvärde.

34:3	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	Hg	SS	Oil	BaP	TBT	TOC
	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l
Före exploatering	130	2200	26	36	130	0,4	13	13	0,071	120000	710	0,053	0,0019	20000
Efter exploatering	120	1800	17	25	87	0,48	9,5	9,5	0,046	86000	450	0,06	0,0019	15000
Efter rening	51	800	2,8	8,7	14	0,068	2,4	1,9	0,022	14000	200	0,012	0,00082	6600
Riktvärden & målvärden	150	2500	14	22	60	0.40	15	40	0.050	60 000	1000	0.050	0.0010	20 000



Tabell 11: Föroreningshalter (dagvatten+basflöde) efter rening på fastighet 30:2. Föroreningshalter (µg/l). Jämförelse mot riktvärde där gråmarkerade celler visar överskridande av riktvärde.

30:2	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	Hg	SS	Oil	BaP	TBT	TOC
	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l
Före exploatering	120	1100	2,3	906	18	0,12	1,7	1,2	0,0098	18000	150	0,0038	0,0014	6000
Efter exploatering	86	1500	2,9	16	21	0,4	5,1	3,6	0,029	13000	430	0,0086	0,0017	15000
Efter rening	59	910	2,9	16	21	0,13	5,1	2,1	0,021	13000	200	0,005	0,0011	9800
Riktvärde & Målvärden	150	2500	14	22	60	0.40	15	40	0.050	60000	1000	0.050	0.0010	20000

Föroreningshalten som ökar efter exploatering och rening är Krom (Cr), Nickel (Ni), Olja (Oil) och Total organiskt material (TOC) på fastighet 30:2. Detta kan bero på att fastigheten kommer att belastas av föroreningsläckage från fordon som kan vistas på den hårdgjorda ytan. Ökningen av TOC kan komma från oss människor vid ämnesomsättning och avsöndring av slaggprodukter. Alla värden är dock efter exploatering och rening under målvärdena enligt Stormtac.

Erforderlig rening har uppnåtts genom att beräkna hur stor andel yta av krossdiken som behövt utifrån en generell sektion. Generellsektion som använts är med en släntlutning på 1:2 samt ett djup på 1,3 m på båda fastigheterna. Enligt beräkningarna krävs en yta på 84 m² på fastighet 34:3 och 8,3 m² för fastighet 30:2 med krossdiken för att uppnå erforderlig rening, se bilaga 2.

6.4 Miljökvalitetsnormer

Recipienten är klassad enligt miljökvalitetsnormer. Göta älv och förgreningen mellan Nodre älv till Sävåns mynning har problem med miljögifter, flödesförändringar, morfologiska förändringar och kontinuitet samt andra betydande miljöproblem som lokal vattenpest.

Kemisk ytvattenstatus

År 2017 uppnådde Göta älv med aktuell sträckning *ej god* kemisk status. Likaså de överallt överskridande halterna av kvicksilver och polybromberade difenyletrar, PBDE.

Målet är att uppnå *God* kemisk status ska uppnås. Halterna av kvicksilver och PBDE (industrikemikalie som främst används som flamskyddsmedel) bedöms ha sådan omfattning och karaktär att det i dagsläget saknas tekniska förutsättningar att åtgärda det. Ett undantag i form av mindre strängt krav har utfärdats då det bedömts vara teknisk omöjligt att sänka halterna av till de nivåer som motsvarar *God* kemisk ytvattenstatus. De nuvarande halterna (december 2015) av kvicksilver och PBDE får dock inte öka.



När det kommer till de överskridande halterna av PFOS så anses åtgärder vara möjliga dock bör föroreningskällan först fastställas.

Ekologisk potential

Den ekologiska potentialen klassas 2014 som Otillfredställande då vattenförekomstens fysiska karaktär är kraftigt modifierad på grund av vattenkraftsverksamhet vilket resulterat i att hydromorfologiska kvalitetsfaktorer som konnektivitet och morfologiskt tillstånd bedöms som *Otillfredställande*. Detta på grund av att akvatiska och landlevande organismer inte kan förflytta i sidled i älven, samt saknar naturliga livsmiljöer i strandzonen på grund av bebyggelse, är uppodlad, har strandskoningar eller andra hinder som människan har anlagt. Även det naturliga svämplanet för älven påverkas negativt av detta. Den hydrologiska regimen med flödesregleringen har även gjort att flödesförändringen och volymavvikelsen frångår den naturligt reglerade vilket medför att kvalitetsfaktorn för denna parameter klassas som *Otillfredställande*.

Vattenförekomsten bedöms inte kunna nå *God* ekologisk potential till 2021 utan att det sker en betydande negativ påverkan på verksamheten eller miljön i stort och ett tidsundantag till 2027 har satts.

Detaljplanens påverkan på MKN

Den kvalitetsfaktor som vi potentiellt skulle kunna påverka med exploatering Brettegatan är halten av kvicksilver. Denna får enligt MKN, från och med december 2015 inte öka.

Föreslagna åtgärder som ger rening enligt punkt 6.2 försämrar inte chanserna till att den ekologiska statusen i Göta älv och till att MKN uppfylls till år 2025.

Med avseende på miljökvalitetsnormerna görs bedömningen att planen sannolikt inte kommer påverka statusen för recipienten Göta älv. Denna bedömning grundar sig i att totalhalter som släpps ut per år för fastigheterna minskar efter exploateringen (se tabeller 12-14). Det är bra att ta i beaktning att beräkningarna grundade på ett *worst case scenario* och fastigheten kommer troligtvis inte byggas med samma hårdgörandegrad. Planområdet är också mycket litet i förhållande till det totala avrinningsområdet som belastar recipienten, dessutom avleds vattnet till kombinerade ledningar till Ryaverket. Krossdiken med en större area än vid beräkningarna har även föreslagits för att klara fördröjningsvolymen vilket kommer rena föroreningarna ytterligare än redovisat.

Tabell 12: Föroreningsmängder från kvartersmarken på fastighet 34:3 i kg/år.

34:3	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	Hg	SS	Oil	BaP	TBT	TOC
Före exploatering	0,14	2,4	0,029	0,040	0,14	0,00044	0,015	0,015	0,000078	140	0,78	0,000058	0,0000021	22
Efter exploatering	0,12	1,9	0,018	0,026	0,091	0,00050	0,0098	0,0099	0,000047	89	0,47	0,000037	0,0000020	16
Efter rening	0,053	0,83	0,0029	0,0067	0,014	0,000070	0,0025	0,0020	0,000023	14	0,21	0,000012	0,00000085	6,8



Tabell 13: *Föroreningsmängder från kvartersmarken på fastighet 30:2 i kg/år.*

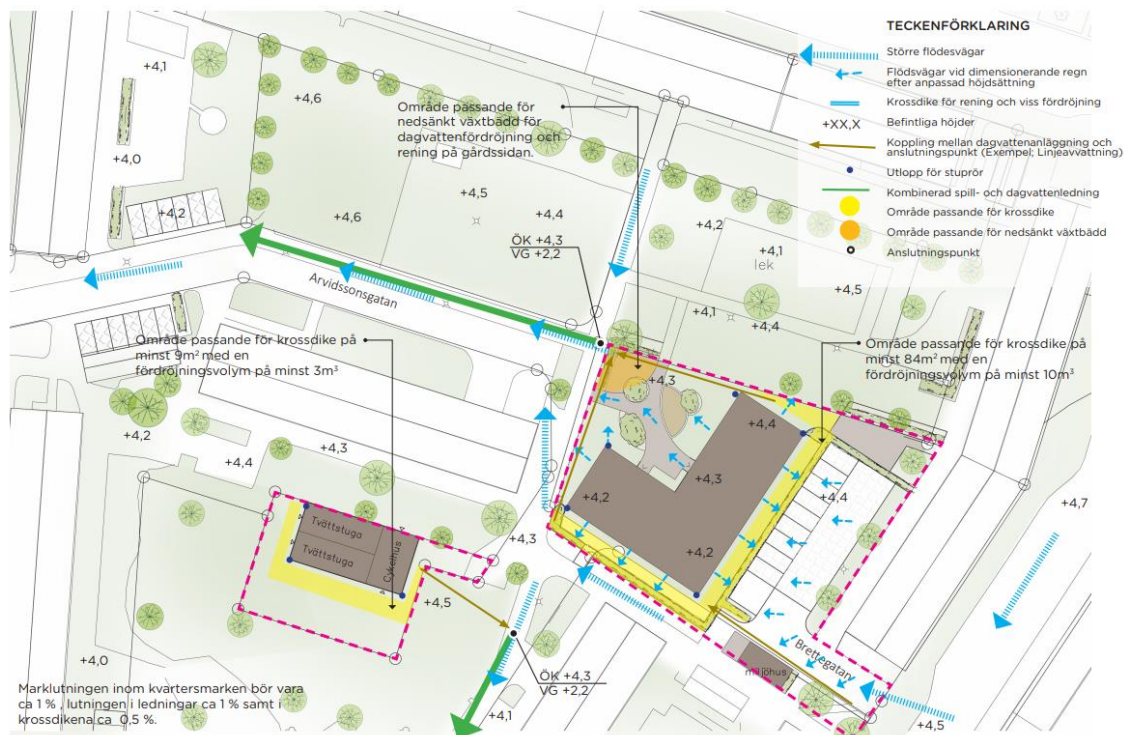
30:2	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	Hg	SS	Oil	BaP	TBT	TOC
Före exploatering	0,018	0,16	0,00035	0,0015	0,0027	0,000018	0,00026	0,00019	0,0000015	2,7	0,023	0,00000058	0,00000022	0,91
Efter exploatering	0,028	0,48	0,00094	0,0051	0,0070	0,00013	0,0017	0,0012	0,0000093	4,3	0,14	0,0000028	0,00000054	4,8
Efter rening	0,019	0,30	0,00042	0,0026	0,0024	0,000042	0,00091	0,00069	0,0000067	2,2	0,065	0,0000016	0,00000036	3,2

Tabell 14: *Föroreningsmängder från båda fastigheterna i kg/år.*

Totalt	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	Hg	SS	Oil	BaP	TBT	TOC
Före exploatering	0,158	2,56	0,02935	0,0415	0,0167	0,000458	0,01526	0,01519	0,000008	142,7	0,803	0,000059	0,0000023	22,91
Efter exploatering	0,148	2,38	0,01894	0,0311	0,098	0,00063	0,0115	0,0111	0,0000056	93,3	0,61	0,00004	0,0000025	20,8
Efter rening	0,072	1,1	0,0033	0,0097	0,017	0,00011	0,0034	0,0027	0,000037	16	0,27	0,000014	0,0000012	10



7. Sammanställning av dag- och skyfallshantering



Figur 18: Föreslagna åtgärder för avvattning inom exploaterade ytor på kvartersmark och allmän platsmark inom planområdet.

Alla dagvattenåtgärder finns samlade på figur 18 samt på bilaga 3. fastställs först i samband med detaljprojektering och när detaljplanen är fastställd, för att minimera risk för komplikationer med självfall till utloppspunkten.



8. Fortsatt arbete

Denna bedömning visar att det finns möjligheter att tillämpa lösningar för en hållbar och lokal hantering av dagvatten inom det nya planområdet, med hänsyn till planerad byggnation av omgivningar. Däremot finns det flera aspekter som bör beaktas vid fortsatt arbete för att säkerställa dagvattenåtgärdernas möjlighet att fungera optimalt i förhållande till rening, fördröjning och flödesutjämning till recipienten.

När den planerade bebyggelsen blir aktuell att anlägga, bör området detaljprojekteras med avsikt att hantera och säkerställa att dagvattenanläggningarna uppförs på lämpligt sätt. Detta för att kunna göra en rimlig höjdsättning av nya marknivåer som sammanfaller med föreslagen avvattning, dimensionering av föreslagna dagvattenanläggningar (inkl. storlek på diken, ledningar och släntlutningar) samt beräkning av föroreningsnivåer.

Det går inte att utesluta att det kan finnas dagvattenledningar utanför planområdet men inom samma fastighet som ansluts till servisen på fastigheten 34:3. För att säkerställa att dessa områden fortfarande har fungerande avvattning efter exploateringen inom planområdet bör ledningssystemet för dagvattnet utredas.

Föreslagna åtgärder har tagits fram utifrån de hydrologiska förutsättningar som idag råder vid nederbörd inom och uppströms planområdet. Det bör poängteras att eventuella åtgärder eller andra typer av förändringar utanför planområdet kan påverka hydrologin inom aktuellt planområde, vilket i ett sådant läge kan behöva utredas vidare.

Vid exploatering inom fastighet 34:3 finns en ökad risk för översvämning på närliggande befintlig bebyggelse vid en skyfallssituation. Detta då den nya byggnaden på den befintliga parkeringsplatsen blockerar flödet från uppströms områden. Om ytvattnet inte magasineras uppströms som på fotbollsplanen är exploatering på parkeringsplatsen ej lämplig. Genomförbarheten av skyfallslösningen på fotbollsplanen måste därför utredas för att säkerställa att risk inte föreligger för kringliggande fastigheter på grund av utformningen av exploateringen. Utöver en utredning för fotbollsplanens genomförbarhet som skyfallsyta ska ett investeringsbeslut av denna vara på plats innan detaljplanen går ut på granskning.

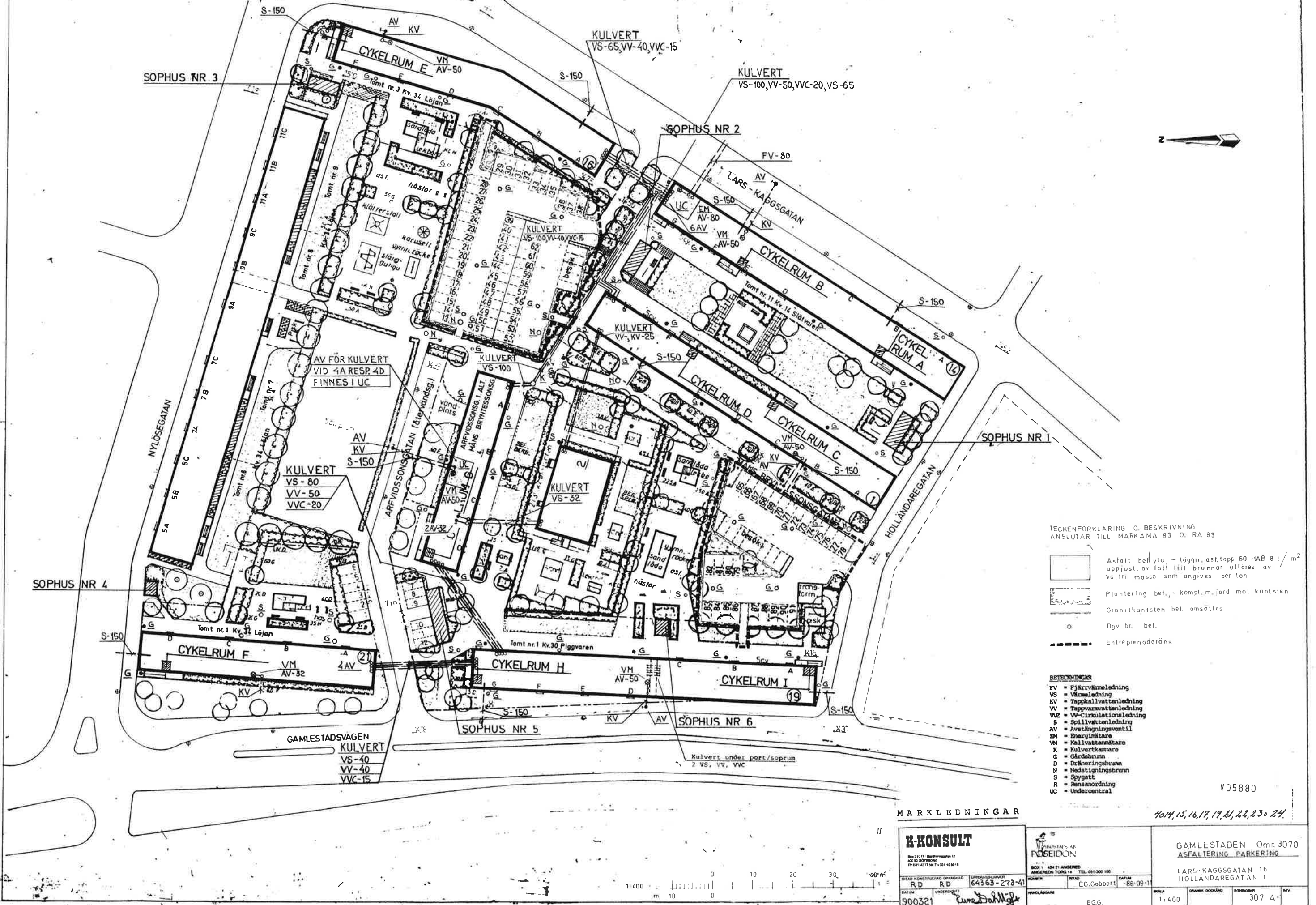


9. Referenser

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

- Geoteknisk utredning, Norconsult (2018-02-23).
- Miljöteknisk utredning, Norconsult (2018-04-18).
- Kartor från Kartverket SolenX
- Dokumentet "Reningskrav för dagvatten".
- Svenskt Vattens publikation P104, 105 och P110
- Riktlinjer och krav för rening av dagvatten, PM Reningskrav för dagvatten, Kretslopp och vatten, Göteborgs stad (2016-10-31).
- MKN för Göta älv, Vattenmyndigheternas förvaltningsplan 2016-2021, VISS (2017-06-20).
- Illustration av planförslag, Tyrens (2018-04-11).
- Perspektiv av planförslag, Tyrens (2018-04-25).
- Samrådshandling, Göteborgs stad stadsbyggnadskontoret (2018-09-04).
- Infokarta i webbgis, Länsstyrelsen (2018-08-30).

BILAGA 1 - Ledningsnät inom kvartersmark





Bilaga 2 – Dimensionerande dagvattenflöden och föroreningsmodellering

1. Dagvattenflöden

Beräkningar för dagvattenflöden inom delavrinningsområdet har gjorts enligt Svenskt Vattens publikationer P110 "Avledning av dag-, drän- och spillvatten", P104 "Nederbördsdata vid dimensionering och analys av avloppssystem" samt P105 "Hållbar dag- och dränvattenhantering".

1.1 Dimensionerande dagvattenflöden

Vid beräkningar av dimensionerande dagvattenflöden (q_{dim}) har rationella metoden använts. Rationella metoden ges av formeln nedan:

$$q_{dim} = i_A \cdot A_{red}$$

där:

i_A = regninintensitet vid vald återkomsttid och varaktighet [l/s, ha]

A_{red} = reducerad area, $A_{red} = \varphi \cdot A$ [ha]

φ = avrinningskoefficient

A = avrinningsområdets storlek [ha]

Dimensionerande flöde beräknas för avrinningsområdet, alltså för den markyta som avvattnas till beräkningspunkten vid planområdets östra kant. De avrinningskoefficienter som har använts vid dimensionering är uppskattade enligt P110 och kan ses nedan i Tabell 1.

Tabell 1. Avrinningskoefficienter för olika typer av ytor.

Typ av yta	Avrinningskoefficient (φ)
Asfaltyta	0,8
Tak	0,9
Flack naturmark	0,1

1.2 Dimensionerade regnintensitet

För beräkning av dimensionerande regnintensitet (i_A) har Dahlström (2010) ekvation använts. Dimensionerande regnintensitet har beräknats ur formeln:

$$i_A = 190 \cdot \sqrt[2]{\frac{\ln(T_R)}{T_R^{0,98}}} + 2$$

där:

i_A = regninintensitet vid vald återkomsttid och varaktighet [l/s, ha]

T_R = regnvaraktighet [min]

Δ = återkomsttid [mån]

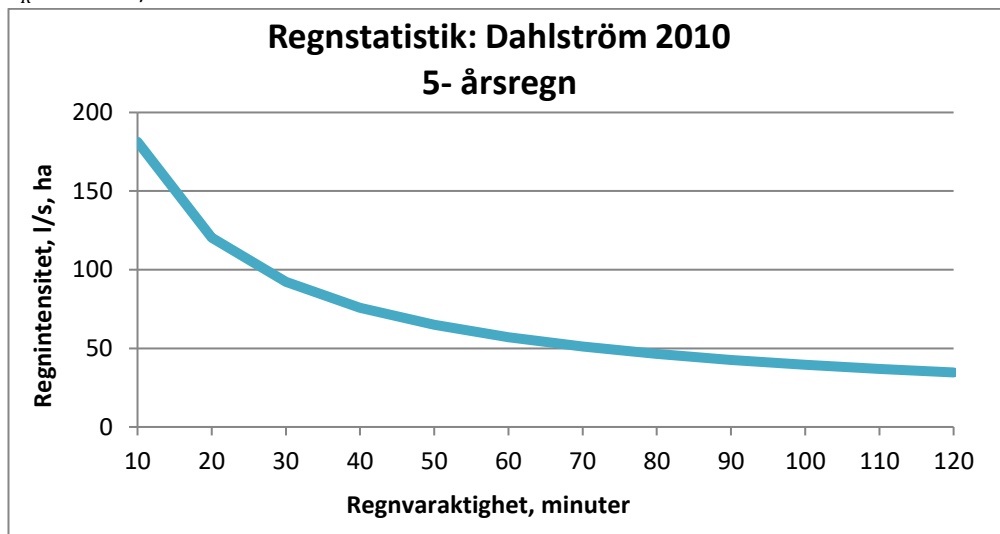


Regnvaraktigheten är lika med den tidsmässigt längsta rinnvägen genom delavrinningsområdet fram till beräkningspunkten och är beräknad med hjälp av P110 och Tabell 4.5. I tabellen finns olika vattenhastigheter som är beroende av om dagvattnet leds i ledning, dike eller mark med flera. Vattenhastigheten dividerat med den sträcka som dagvattnet avleds bestämmer rinntiden.

Rinntiden för fastighet 34:3 är ca 10 minuter. Från den mest avlägsna hårdgjorda ytan till utloppet som är början av Brettegatan mot Lars Kaggsatan. Vattnet avleds först genom markavrinning asphalt till utloppspunkten, därefter avleds vattnet och genom ett rörsystem till recipienten. Det innebär att regnvaraktigheten/rinntiden som används i vidare beräkningar därför är på 10 minuter för hela avrinningsområdet. Rinntiden för den fastighet 30:2 är också ca 10 min. Dagvattnet avleds här genom infiltration i mark och på asphalt till utloppspunkten. Vid vidare beräkning används 10 minuter.

Beräkningar har utförts för dimensionerande regn med återkomsttiden 5-, 20- och 100 år. Återkomsttiderna är hämtade från P110 och Tabell 2.1 med antagandet att avrinningsområdet består av asphalt, tak och flack naturmark.

$$T_R = 10 \text{ min}, \text{Å} = 5 \text{ år} = 60 \text{ mån}$$



Figur 1. Intensitet-varaktighetsdata enligt Dahlström (2010) ekvation. Figuren visar regnvaraktigheter från 10 minuter upp till 2 timmar. Återkomsttiden är 5 år och regnvaraktigheten 10 min. Regnintensiteten blir då 181 l/s, ha.

Dimensionerande regnintensitet före exploatering blir 181 l/s hektar med en återkomsttid på 5 år, 287 l/s hektar och 489 l/s hektar med en återkomsttid på 20 respektive 100 år för hela avrinningsområdet och samma värden har använts för beräkningarna inom planområdet.

För att ta hänsyn till framtida klimatförändringar och ökade nederbördsmängder ansätts en klimatfaktor på 1,25 enligt Svenskt Vattens Publikation P110. Klimatfaktorn har lagts på dimensionerande regnintensiteten efter exploatering.



2. Dimensionerande flöden före och efter exploatering

2.1 Dimensionerande flöden efter exploatering för Kvartersmarken på fastighet Gamlestaden 34:3 (0,156 ha)

INNAN EXPLOATERING				5 år		20 år		100 år	
DELYTA	A, ha	φ	A_{reg} , ha	i5, l/s och ha	Q_{ddim} , l/s	i20, l/s och ha	Q_{ddim} , l/s	i100, l/s och ha	Q_{ddim} , l/s
Asfalterade ytor	0,134	0,8	0,107	181	19	287	31	489	52
Fläck naturmark	0,021	0,05	0,001	181	0	287	0	489	1
TOTALT	0,156		0,108		20		31		53
EFTER EXPLOATERING				5 år		20 år		100 år	
DELYTA	A, ha	φ	A_{reg} , ha	i5, l/s och ha	Q_{ddim} , l/s	i20, l/s och ha	Q_{ddim} , l/s	i100, l/s och ha	Q_{ddim} , l/s
Asfalterade ytor	0,078	0,8	0,06	181	11	287	18	489	31
Tak, hårdgjord yta	0,039	0,9	0,04	181	6	287	10	489	17
Markplattor	0,000	0,8	0,00	181	0	287	0	489	0
Fläck naturmark	0,039	0,10	0,00	181	1	287	1	489	2
TOTALT	0,156		0,1014		18		29		50
Ökning efter exploatering					-1		-2		-48
EFTER EXPLOATERING + KLIMATFAKTOR 1,25				5 år		20 år		100 år	
DELYTA	A, ha	φ	A_{reg} , ha	i5, l/s och ha	Q_{ddim} , l/s	i20, l/s och ha	Q_{ddim} , l/s	i100, l/s och ha	Q_{ddim} , l/s
Asfalterade ytor	0,078	0,8	0,06	226	14	359	22	611	38
Tak, hårdgjord yta	0,039	0,9	0,04	226	8	359	13	611	21
Markplattor	0,000	0,8	0,00	226	0	359	0	611	0
Fläck naturmark	0,039	0,05	0,00	226	0	359	1	611	1
TOTALT	0,156		0,10		22		36		61
Ökning efter exploatering					3		5		8



2.2 Dimensionerande flöden efter exploatering för Kvartersmarken på fastighet Gamlestaden 30:2 (0,049 ha)

INNAN EXPLOATERING				5 år		20 år		100 år	
DELYTA	A, ha	φ	A_{reg} , ha	i5, l/s och ha	Q_{ddim} , l/s	i20, l/s och ha	Q_{ddim} , l/s	i100, l/s och ha	Q_{ddim} , l/s
Asfalterade ytor	0,001	0,800	0,001	181	0	287	0	489	0
Fläck naturmark	0,048	0,050	0,002	181	0	287	1	489	1
TOTALT	0,049		0,003		1		1		2
EFTER EXPLOATERING				5 år		20 år		100 år	
DELYTA	A, ha	φ	A_{reg} , ha	i5, l/s och ha	Q_{ddim} , l/s	i20, l/s och ha	Q_{ddim} , l/s	i100, l/s och ha	Q_{ddim} , l/s
Asfalterade ytor	0,025	0,8	0,02	181	4	287	6	489	10
Tak, hårdgjord yta	0,012	0,9	0,01	181	2	287	3	489	5
Markplattor	0,000	0,8	0,00	181	0	287	0	489	0
Fläck naturmark	0,012	0,05	0,00	181	0	287	0	489	0
TOTALT	0,049		0,031		6		9		15
Ökning efter exploatering					5		8		15
EFTER EXPLOATERING + KLIMATFAKTOR 1,25				5 år		20 år		100 år	
DELYTA	A, ha	φ	A_{reg} , ha	i5, l/s och ha	Q_{ddim} , l/s	i20, l/s och ha	Q_{ddim} , l/s	i100, l/s och ha	Q_{ddim} , l/s
Asfalterade ytor	0,025	0,8	0,02	226	4	359	7	611	12
Tak, hårdgjord yta	0,012	0,9	0,01	226	2	359	4	611	7
Markplattor	0,000	0,8	0,00	226	0	359	0	611	0
Fläck naturmark	0,012	0,05	0,00	226	0	359	0	611	0
TOTALT	0,049		0,03		7		11		19
Ökning efter exploatering					6		10		19



3. Föroreningsmodellering

3.1 Resultat av föroreningsberäkningar i Stormtac vid befintliga förhållanden inom avrinningsområden.

Pollutant concentrations (stormwater + base flow) without treatment

Comparison against target value where the greyed cells show exceeding target value.

#	Comment	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	Hg	SS	Oil	BaP	TBT	TOC
A1	30:2	120	1100	2.3	9.6	18	0.12	1.7	1.2	0.0098	18000	150	0.0038	0.0014	6000
A3	34:3	130	2200	26	36	130	0.40	13	13	0.071	120000	710	0.053	0.0019	20000
	Total	130	2100	23	33	110	0.36	12	12	0.064	110000	640	0.047	0.0018	18000
Criteria		150	2500	14	22	60	0.40	15	40	0.050	60000	1000	0.050	0.0010	20000

Pollutant loads (stormwater + base flow) without treatment

Pollutant loads (kg/year).

#	Comment	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	Hg	SS	Oil	BaP	TBT	TOC
A1	30:2	0.018	0.16	0.00035	0.0015	0.0027	0.000018	0.00026	0.00019	0.0000015	2.7	0.023	0.00000058	0.00000022	0.91
A3	34:3	0.14	2.4	0.029	0.040	0.14	0.00044	0.015	0.015	0.000078	140	0.78	0.000058	0.0000021	22
	Total	0.16	2.6	0.029	0.041	0.14	0.00046	0.015	0.015	0.000080	140	0.80	0.000059	0.0000023	23



3.2 Resultat av föroreningsberäkningar i Stormtac efter exploatering med klimatfaktor.

Pollutant concentrations (stormwater + base flow) without treatment

Comparison against target value where the greyed cells show exceeding target value.

#	Comment	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	Hg	SS	Oil	BaP	TBT	TOC
A1	30:2	86	1500	2.9	16	21	0.40	5.1	3.6	0.029	13000	430	0.0086	0.0017	15000
A3	34:3	120	1800	17	25	87	0.48	9.5	9.5	0.046	86000	450	0.036	0.0019	15000
	Total	110	1700	14	23	72	0.46	8.4	8.1	0.041	68000	440	0.029	0.0018	15000
Criteria		150	2500	14	22	60	0.40	15	40	0.050	60000	1000	0.050	0.0010	20000

Total concentration ug/l after treatment

#	Comment	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	Hg	SS	Oil	BaP	TBT	TOC
A1	30:2	59	910	2.9	16	21	0.13	5.1	2.1	0.021	13000	200	0.0050	0.0011	9800
A3	34:3	51	800	2.8	6.5	14	0.068	2.4	1.9	0.022	14000	200	0.012	0.00082	6600
	Total	53	826	2.8	8.7	15	0.082	3.1	2.0	0.022	13673	200	0.010	0.00089	7355
Criteria		150	2500	14	22	60	0.40	15	40	0.050	60000	1000	0.050	0.0010	20000



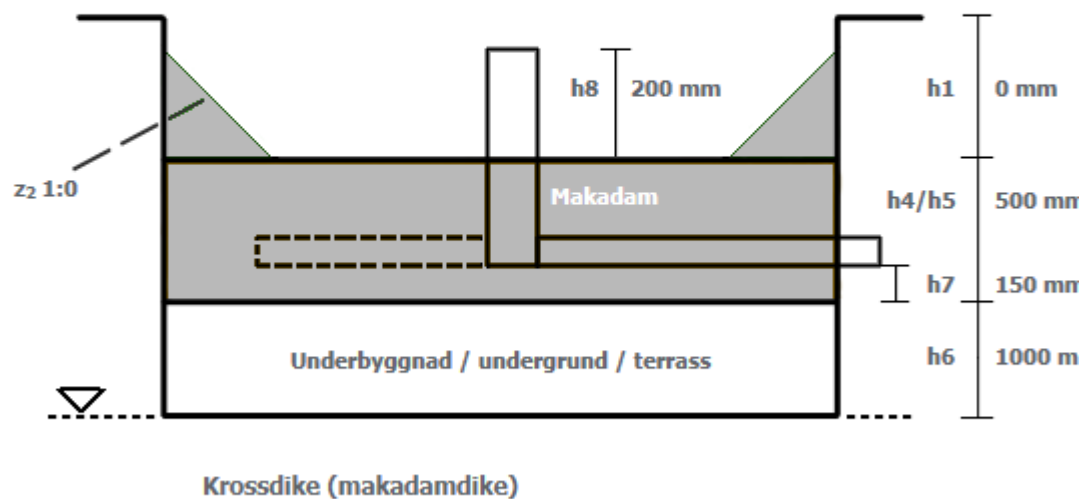
4. Fördröjningsvolym och sektion av krossdike vid beräkningar i Stormtac

4.1 Krav av Fördröjningsvolym:

Delavrinningsområde	Fastighet 34.3		Fastighet 30.2	
Andel som hårdgörs		-0,11		0,73
Hårdgjord yta / Reducerad area (m2)		1014		320
Krav av vattenvolym (mm/m2)		10		10
Fördröjningsvolym (m3)		10		3



4.2 Sektion av krossdike vid beräkning i Stormtac



Fastighet 34:3

För rening enligt Stormtac behövs en yta på minst 84 m^2

Krav på fördröjningsvolym (se punkt 3.1) = 10 m^3

Uppskattad bredd av krossdike = $1,5 \text{ m}$

Beräknad längd för krossdike med erforderlig fördröjningsvolym:

$10 / (1,5 * 0,5 * 0,4) = 33 \text{ m}$



Resultatet uppfyller ej yta för rening på 84m² enligt beräkning:

$$1,5\text{m} * 33\text{ m} = 49,5\text{ m}^2$$

Istället föreslås en längd på minst 56 m, vilket rymmer erforderlig fördröjningsvolym och minsta yta för rening på 84 m²:

$$84\text{m}^2/1,5\text{m} = \mathbf{56\text{ m}}$$

Fastighet 30:2

För rening enligt Stormtac behövs en yta på minst 8,3 m²

$$\text{Krav på fördröjningsvolym (se punkt 3.1)} = 3\text{ m}^3$$

$$\text{Uppskattad bredd av krossdike} = 1\text{ m}$$

Beräknad längd för krossdike med erforderlig fördröjningsvolym:

$$3 / (1*0,5*0,4) = \mathbf{15\text{ m}}$$

Resultatet uppfyller även minsta yta för rening på 8,3m² enligt beräkning:

$$1\text{ m} * 15\text{ m} = 15\text{ m}^2$$

BILAGA 3 - Åtgärdsförslag

