

# Förstudie – dagvatten och skyfall

Detaljplan för skola och bostäder m.m. vid  
Önneredsvägen inom stadsdelen Önnered i  
Göteborg

2019-11-29



**Göteborgs Stad**  
Kretslopp och vatten

Utveckling och projektavdelningen  
Enheten för regn, rening och recipient



## **Göteborgs Stad**

Dokumenttitel: Dagvatten- och skyfallsförstudie

Underrubrik: Detaljplan för skola och bostäder m.m. vid Önneredsvägen inom stadsdelen  
Önnered i Göteborg

Datum: 2019-11-29

Diarienummer SBK: 15/0645

Beställare: Göteborgs Stad, Stadsbyggnadskontoret

Kontaktperson: Agneta Runevad, Stadsbyggnadskontoret

Projektledare: Axel Flodin Vacher, Kretslopp och vatten

Handläggare: Sofia Polo Ruiz de Arechavaleta, Kretslopp och vatten (Skyfall)

Linn Wahlgren, Kretslopp och vatten (Dagvatten)

Kvalitetsgranskare: Linnéa Lundberg och Jonas Persson, Kretslopp och vatten

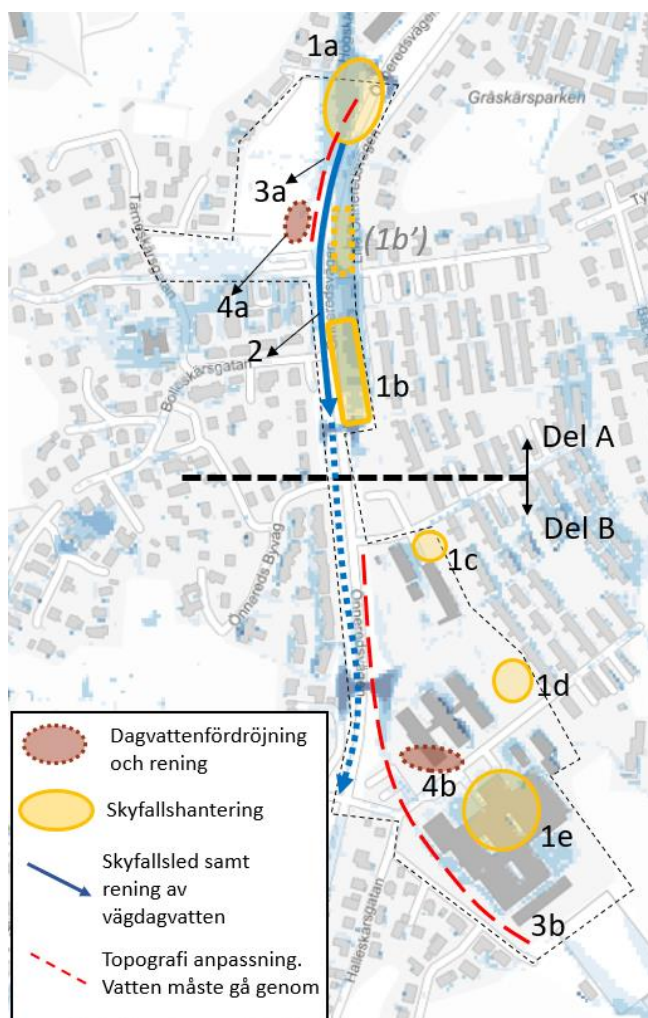


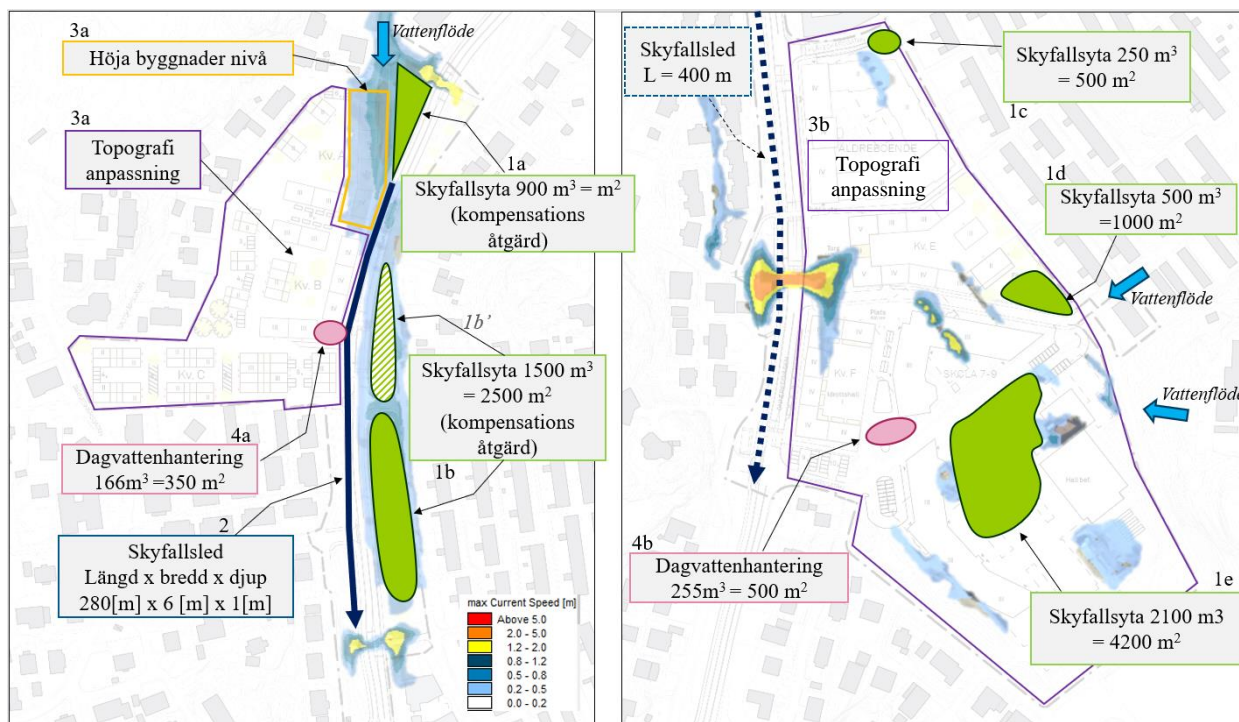
## Sammanfattning

Denna utredning har tagits fram för att utvärdera dagvatten- och skyfallsrelaterade frågor i samband med detaljplan för skola och bostäder m.m. vid Önneredsvägen inom stadsdelen Önnered i Göteborg.

Ett förslag på hantering av dagvatten och skyfall inom planområdet efter planerade förändringar har tagits fram. Förutsättningarna har diskuterats vid möten med övriga tekniska förvaltningar. Startmötet hölls 6 september 2019 vid vilket Trafikkontoret, Fastighetskontoret och Stadsbyggnadskontoret var representerade.

Området har i rapporten delats upp i två delar, A och B. Baserat på översvämningskarta och strukturplanen, ligger planförslaget i norra delen (del A) på en skyfallsyta och det finns behov av att analysera placeringen av en del av byggnaderna. De planerade byggnaderna i söder (del B) kan byggas som planerat men det behöver finnas plats lokalt för att hantera skyfallsvolymer. I bilden nedan visas en sammanfattning av alla dagvatten- och skyfallsåtgärder som föreslås för detaljplanen. För de definierade områdena för dagvatten eller skyfall kan olika alternativ väljas. Begränsningar i fortsatt planeringsarbete kan påverka vilket handlingsalternativ som är bäst. Följande dagvatten- och skyfallsåtgärder föreslås för planområdet:





- Lösning 1a:** skyfallsyta i norra delen som kan hantera skyfall. Arean blir 900 m<sup>2</sup>.
- Lösning 1b:** skyfallsyta i nordöstra delen som kan kompensera vattenvolym som samlas i tunneln och som kan hantera skyfall som kommer från öster och norr. Ytan blir 2500 m<sup>2</sup>.
- Lösning 1c:** skyfallsyta i södra delen syftar till att kompensera vattenvolymer som idag samlas i området och att fördröja vatten och undvika skador på de nya äldreboendebyggnaderna. Om dammens djup blir 0,5 m, behövs 500 m<sup>2</sup>.
- Lösning 1d:** skyfallsyta syftar till att utgöra en första barriär mot vattnet som kommer från öster. Om dammens djup blir 0,5 m, behövs 1000 m<sup>2</sup>.
- Lösning 1e:** skyfallsyta syftar till att kompensera volymerna som idag samlas runt befintliga byggnader och undvika skador på den nya skolan. Om dammens djup blir 0,5 m, behövs 4200 m<sup>2</sup>.
- Lösning 2:** skyfallsled från norra delen till mitten av området syftar till att hantera skyfall och att rena vatten från del A av området. Diken i södra delen syftar till att kompensera volymerna från tunnelarna som ska tas bort (C, D Figur 15) och att leda vattnet nedströms till havet.
- Lösning 3 a, b:** anpassning av höjdsättning innebär att vatten behöver få plats och ytliga stråk för att rinna nedströms. Det är viktigt att inte blockera dessa områden.
- Lösning 4 a, b:** fördröjning och rening av dagvatten syftar till att fördröja vatten på allmän plats som kommer från exploaterat område. Under förutsättning att vattendjupet i skyfallsytorna kan bli 0,5 m behöver yta 4a vara ca 350 m<sup>2</sup> och yta 4b vara 500 m<sup>2</sup>.

Förutom ovanstående nämnda lösningar på allmän platsmark ska fördröjning och rening ske på respektive fastighet.



Det är viktigt att i tidigt skede säkerställa att tillräcklig yta för dagvattenhantering finns för att inte riskera att försämra miljö kvalitetsnormerna. Allt dagvatten från planområdet ska genomgå någon form av rening.

Om detaljplanen genomförs enligt denna dagvatten- och skyfallsutredning kommer anlagda utjämningsvolymerna att minska översvämningsrisken vid dimensionerande regn samt minska föroreningsmängderna och därigenom möta gällande krav, bland annat gällande skyfallshantering och miljö kvalitetsnormer.

För att uppfylla riktlinjerna i översiktsplanens tillägg för översvämningsrisker (förkortat "TÖP") (Göteborgs Stad, Stadsbyggnadskontoret, 2019) är det också nödvändigt att låta vattnet rinna nedströms via en skyfallsled för att säkerställa tillgänglighet, säkerhet och undvika översvämningsrisker på vägen.

I tabellen nedan sammanställs ansvar och kostnader för investering samt drift och underhåll av respektive åtgärd.

ID	Åtgärd	Investeringskostnad (kr)	Drift & underhåll (kr/år)	Ansvar
1a	Skyfallshantering	855 000	22 500	KoV / TK
1b	Skyfallshantering	1 425 000	37 500	KoV / TK
1c	Skyfallshantering	237 500	6250	Fastighetsägare
1d	Skyfallshantering	475 000	125 000	Fastighetsägare
1e	Skyfallshantering	1 995 000	52 500	Fastighetsägare
2	Skyfallsled (Dike)	2 000 000	100 000	KoV + TK
3a	Topografianpassning	-	-	Fastighetsägare
3b	Topografianpassning	-	-	Fastighetsägare
4a	Dagvattenhantering	262 500	8750	KoV
4b	Dagvattenhantering	375 000	12 500	KoV
	SUMMA	<b>7 625 000</b>	<b>365 000</b>	

Fastighetsägarna är ansvariga för och betalar fördröjning och rening på kvartersmark.

När ett förslag finns framme på höjdsättning och placering av byggnader ska förslaget kontrolleras ur ett skyfallsperspektiv för att säkerställa att marken är lämplig för byggnation samt att föreslagna lösningar går att genomföra.



## Innehåll

1. Projektbeskrivning	7
1.1. Områdesbeskrivning	7
1.2. Planförslag	10
2. Riktlinjer och styrande dokument	11
2.1. Funktionskrav på dagvattensystem	11
2.2. Fördröjningskrav	12
2.3. Miljö kvalitetsnormer	12
2.4. Riktvärden och reningskrav	12
2.5. Skyfallssäkring och klimatanpassning	13
2.6. Rain Gothenburg	15
3. Befintliga förhållanden	16
3.1. Pågående utredningar och projekt	16
3.2. Geologi och markmiljö	17
3.3. Topografi och avrinning	17
3.4. Avvattning och beräknade dagvattenflöden	17
3.5. Ledningsnät och recipient	18
3.6. Skyfallsituation	20
4. Föreslagna dagvatten- och skyfallshantering	22
4.1. Dagvattenanalys	22
4.2. Skyfallsanalys	25
4.3. Föreslagna åtgärder	26
4.4. Kostnader och ansvar	28
5. Slutsats och kommandationer	29
Referenser	30
Bilaga 1. Ledningsnätanalys	32
Bilaga 2. Dikegeometri	37
Bilaga 3. Topografianpassning	39



# 1. Projektbeskrivning

Kretslopp och vatten har fått i uppdrag av Stadsbyggnadskontoret att ta fram en dagvatten- och skyfallsutredning inför en ny detaljplan för bostäder och verksamheter längs Önneredsvägen.

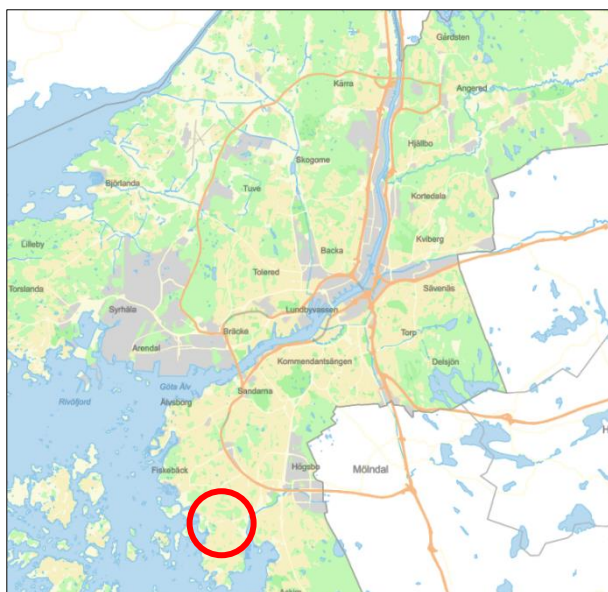
Dagvatten- och skyfallsutredningen är en av de utredningar som ligger till grund för samrådshandlingen som tas fram inför samrådet i kommunens detaljplanearbete. I samrådet ges alla intressenter möjlighet att yttra sig och kunskap om planområdet samlas in. Om förändringar eller frågor uppstår görs en uppdaterad eller kompletterande dagvatten- och skyfallsutredning som går ut i granskningsskedet. Efter granskningsskedet kan mindre ändringar av planförslaget göras. Därefter går det till byggnadsnämnden för antagande.

Huvudsyftet med dagvatten- och skyfallsutredningen är att avgöra om marken är eller kan göras lämplig för bebyggelse (Boverket, 2015).

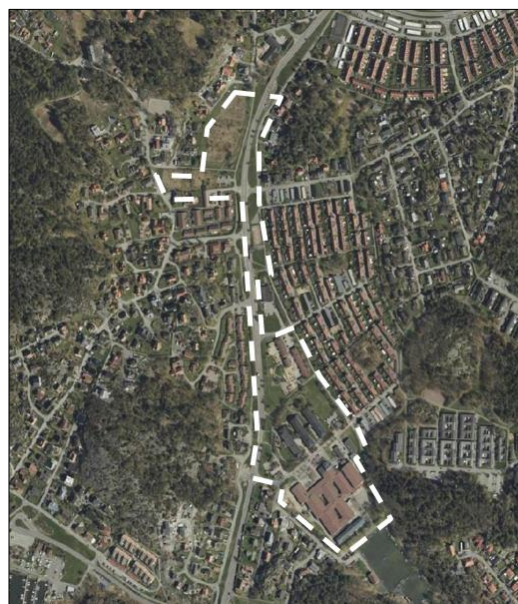
## 1.1. Områdesbeskrivning

Planområdet är beläget i stadsdelen Önnered, ca 10 km sydväst om Göteborg centrum och 2,5 km sydväst om Frölunda torg. Planområdet omfattar cirka 10 ha och ägs av Göteborgs stad och markanvisning för bostäderna har skett till Månsson Fastigheter och Stena Fastigheter. Området avgränsas av linje utmed Önneredsvägen mot befintlig bebyggelse i väster och av befintlig radhusbebyggelse i öster. Se figur 1 och 2 för lokalisering och avgränsning.

Idag är det i den norra delen av området obebyggt och marken består av ett före detta odlingslottsområde. Den södra delen består av en förskola, Åkerhus äldreboende med 100 lägenheter samt Önneredsskolan.



**Figur 1.** Orienteringskarta som visar planens lokalisering i staden.



**Figur 2.** Planområdets avgränsning.



Platsbesök gjordes i september 2019. Bilder från detta tillfälle kan ses i Figur 3 (1–6) nedan. Vid besöket noterades bland annat att grönytan i norra delen var mycket blöt och bevuxen med bland annat vass.







*Figur 3. Foton från planområdet ur sex olika perspektiv  
(i Figur 4 syns varifrån bilderna är tagna) (Foto: Sofia Polo).*



*Figur 4. Översikt över planområdet (markerat med svart streckad linje).  
Pilarna anger varifrån fotona i Figur 3 är tagna (Källa: GoKart).*



## 1.2. Planförslag

Planens syfte är att ersätta befintligt äldreboende med nytt samt att skapa nya utbildningslokaler i form av en ny skola samt att på sikt ersätta befintliga Önneredsskolan med en utökning för ca 300 elever. Äldreboendet planeras utökas med ca 30 lägenheter. Planens syfte är även att förtäta området med fler bostäder samt att förbättra tillgänglighet för fotgängare och cyklister, förbättra möjligheterna att resa kollektivtrafik och att öka trafiksäkerheten utmed Önneredsvägen. Totalt beräknas ett tillskott av ca 225 bostäder.

En målsättning med planen är att smalna av Önneredsvägen för att förbättra tillgängligheten och trafiksäkerheten för oskyddade trafikanter. Inom planområdet finns det tre befintliga gång- och cykeltunnlar. Det kan i samband med det arbetet att bli aktuellt att bygga bort någon eller några av dessa.



*Figur 5. Planförslag från Stadsbyggnadskontoret som illustrerar framtida exploatering (Illustration: Semrén & Månsson, 191121).*



## 2. Riktlinjer och styrande dokument

De två viktigaste dokumenten för dagvatten- och skyfallshantering utgår från är TTÖP (Förslag till översiktsplan för Göteborg – Tillägg för översvämningsrisker) (Göteborgs Stad, Stadsbyggnadskontoret, 2019) och Svenskt vattens publikation P110 (Svenskt vatten, 2016). Utöver dessa rapporter är ett flertal riktlinjer styrande i arbetet med dagvatten- och skyfallsfrågor inom och i anslutning till utredningsområdet. Dessa sammanställs i efterföljande stycken.

### 2.1. Funktionskrav på dagvattensystem

Dagvatten är tillfälligt förekommande, avrinnande vatten på markytan med ursprung i regn, smältvatten eller framträngande grundvatten.

Funktionskraven för nya dagvattensystem regleras i Svenskt Vattens publikation P110 (Avledning av dag-, drän- och spillvatten). I och med denna publikation ökar funktionskraven (säkerheten) i det allmänna dagvattensystemet jämfört med tidigare. Enligt P110 ska även tillkommande dagvattensystem, d.v.s. förtätning av befintligt, ha samma funktionskrav som nya system, vilket medför att tillkommande system behöver ta mer ytor i anspråk än tidigare. Dessutom måste planering ske för framtida klimatförändringar eftersom nederbörden och därmed belastningen på dagvattensystemen förväntas öka. Funktionskraven för dagvattensystem vid förtätning och/eller nybyggnation sammanfattas i Tabell 1.

**Tabell 1.** Minimikrav för återkomsttider för regn vid dimensionering av nya dagvattensystem enligt P110 (Svenskt vatten, 2016), med markerat dimensioneringskrav för planområdet. Planområdet likas med tätbebyggt bostadsområde.

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

Det aktuella planområdet bedöms motsvara ett tätt bostadsbebyggelseområde och ska således kunna avleda ett regn med 20 års återkomsttid utan att marköversvämning sker (trycklinjen i dagvattensystemet stiger till marknivå). Vidare ska ledningar kunna avleda ett regn med 5 års återkomsttid utan att kapaciteten i ledningen överskrids, d.v.s. utan att det dämmer bakåt i systemet.

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



## 2.2. Fördröjningskrav

VA-systemen är hårt belastade. Ökad exploatering och framtida klimatförändringar kommer att öka belastningen ytterligare, med fler översvämningar till följd av att befintliga ledningar inte klarar av att leda bort de stora vattenmassorna. Att dimensionera upp hela ledningssystemet är varken tekniskt eller ekonomiskt möjligt.

För att minska flödestopparna och belastningen på befintligt ledningssystem ställer Göteborgs stadkrav på att dagvatten från hårdgjorda ytor inom kvartersmark ska fördröjas motsvarande 10 mm dagvatten per kvadratmeter reducerad yta. Den reducerade ytan är den yta som bidrar till att generera dagvatten vid en regnhändelse. Avvattningen ska dessutom göras trög och reningskrav enligt Vattenplanen ska följas.

På allmän plats ska fördröjning eftersträvas så att kapaciteten i ledningsnätet inte överskrids vid dimensionerande regn alternativt att befintligt flöde inte överskrids.

## 2.3. Miljökvalitetsnormer

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

I Sverige har Vattenmyndigheterna, Länsstyrelserna samt Havs och vattenmyndigheten utarbetat MKN för de vattenförekomster som är definierade inom vattenförvaltningsarbetet. Arbetet med vattenförvaltningen drivs i förvaltningscykler om sex år, vilket bl.a. innebär att en ny statusklassning genomförs vart sjätte år. Den första cykeln avslutades år 2009, den följande år 2015 och nästkommande cykel avslutas följaktligen år 2021.

## 2.4. Riktvärden och reningskrav

Dagvatten förorenas av bl.a. utsläpp från trafik, byggnadsmaterial och luftburna föroreningar. Dagvatten från parkeringsytor, industriområden och högratifierade vägar är särskilt förorenat. För att minska dagvattnets miljöpåverkan på våra vattendrag har Miljöförvaltningen i Göteborg tagit fram särskilda riktlinjer och riktvärden för utsläpp av förorenat vatten och dagvatten (2013). Dessa riktvärden uttrycks generellt som årsmedelhalter i form av föroreningsmängd per liter dagvatten. Som ett komplement till dessa riktlinjer har Göteborgs Stad utarbetat vägledningen Reningskrav för dagvatten, där bl.a. styrande målvärden och riktvärden anges beroende av recipientens känslighet. Varje fastighet ska kunna visa att reningskraven följs.

Sett till reningsbehov utifrån befintlig situation och framtida, framgår följande utifrån de riktlinjer som tagits fram av Göteborgs Stad. Kustvattnet som är recipient för dagvattnet från planområdet klassas som mycket känsligt och ska därför skyddas från påverkan av föroreningar från dagvatten. De flesta områdena inom aktuell detaljplan kan kategoriseras som medelbelastade ytor vad gäller föroreningsgrad (vägar med <8000 ÅDT, parkeringsplatser, flerfamiljhusområde, skola/förskola



etc.) före såväl som efter exploatering. Detta innebär att riktlinjerna förespråkar rening av dagvattnet, se Tabell 2 nedan. Detta innebär att dagvattnet ska genomgå sedimentering och någon form av infiltration eller filtrering. Exempel på lämpliga anläggningar är kross-/makadamdiken, regnbäddar och magasin med filter. Enligt riktlinjerna ska dock reningsmetoderna även utformas i linje med de behov som uttrycks i VISS, och en föroreningsberäkning ska göras för att avgöra ett mer exakt och platsspecifikt reningsbehov. Dagvattenanläggningarna behöver anmälas till Miljöförvaltningen.

*Tabell 2. Matris för dagvattenrening. Blå celler markerar de fall som behöver anmälas till Miljöförvaltningen. Avstämt med Miljöförvaltningen 161027 (Göteborg Stad, Miljöförvaltningen, 2013) (Göteborg Stad, Miljöförvaltningen & Kretslopp och Vatten, 2017).*

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

## 2.5. Skyfallssäkring och klimatanpassning

Skyfall är ett regn vars höga intensitet överstiger belastningen som dagvattensystemet är dimensionerat för. Regnens storlek beskrivs bäst med begreppet "Återkomsttid" (Svenskt vatten, 2018) som avspeglar hur ofta en händelse inträffat historiskt. Enligt Göteborgs riktlinjer (Göteborgs Stad, Stadsbyggnadskontoret, 2019) ska ny bebyggelse anpassas efter 100-årsregn, d.v.s. ett regn med 100 års återkomsttid.

När dagvattensystemet är fullt innebär det i praktiken att avrinningen av regnöverskottet beror av marknivån. Vatten samlas i sänkor och när dessa är fulla rinner vattnet vidare mot nästa sänka. Markanvändningen har viss påverkan eftersom det styr både infiltration och vattnets hastighet. Avdunstning har marginell påverkan.

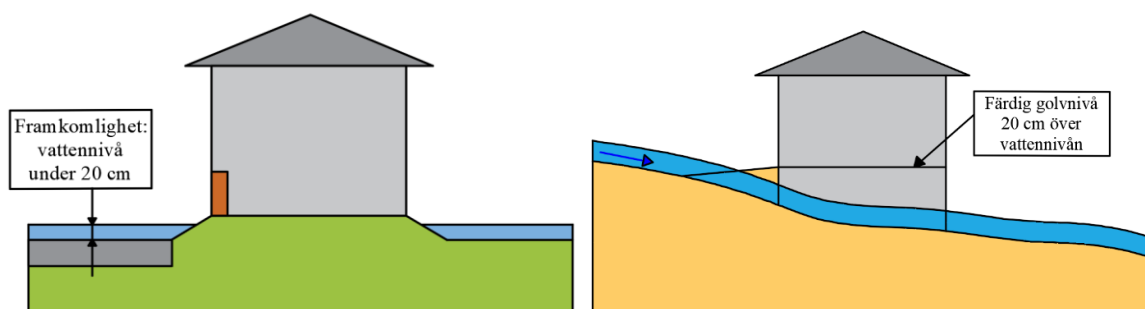
Det finns idag inga nationella bestämmelser kring vem som är ansvarig vid skyfall. Kommunen är enligt Plan- och bygglagen (PBL) ansvarig för att bebyggelse anläggs på mark lämplig för ändamålet, och därmed översvämningssrisker vid nyplanering. Allt ansvar för översvämningssäkring ligger dock inte på kommunen utan fastighetsägare och verksamhetsutövare har ansvar att skydda sin egendom.

Det tematiska tillägget, TTÖP, (Göteborgs Stad, Stadsbyggnadskontoret, 2019) presenterar förslag till mål och övergripande strategier för hur staden ska bemöta dagens och framtidens översvämningssrisker i sin planering.

I Tabell 3 visas kraven på vattendjup i relation till höjdsättning av samhällsviktiga anläggningar, nyanlagda byggnader och prioriterade stråk och utrymningsvägar enligt TTÖP (Göteborgs Stad, Stadsbyggnadskontoret, 2019).

Tabell 3. Krav på höjdsättning för att minska översvämningsrisk (2019).

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 (HBF)	0,5 meter marginal till vital del
Samhällsviktig anläggning - befintlig	0,5 meter marginal till vital del för funktion		
Byggnad och byggnadsfunktion - nyanläggning	0,5 meter marginal till färdigt golv och vital del nödvändig för byggnadsfunktion	0,2 meter marginal till färdigt golv och vital del nödvändig för byggnadsfunktion	
Framkomlighet prioriterade stråk och utrymningsvägar	Max djup 0,2 meter		



Figur 6. Visualisering av Tabell 3. Vänster bild: max djup 0,2 meter. Höger bild: 0,2 meter marginal till färdigt golv över vattennivå och vital del nödvändig för byggnadsfunktion.

De viktigaste punkterna som ska uppfyllas för att följa TÖP:en är:

1. **Säkerställa framkomlighet:** finns möjlighet att göra planen framkomlig? Det ska gå att ta sig till alla fastigheter utan att behöva köra igenom ett vattendjup större än 0,2 m.
2. **Marginal golv:** Från vattenytan som uppstår vid ett skyfall måste det finnas 0,2 m marginal till golv.
3. **Inte försämra situationen.** Planen får inte utformas på ett sätt som gör att situationen förvärras för omkringliggande bebyggelse.

I staden drivs ett långsiktigt arbete för att minska stadens sårbarhet mot översvämnningar orsakade av extrema väderhändelser. Som ett led i klimatsäkringsarbetet har Göteborg stad tagit fram ett geografiskt planeringsunderlag, även kallat strukturplan för översvämnningar. Metoden beskrivs i Strukturplan för hantering av översvämningsrisker – Metodbeskrivning (Göteborgs Stad, Kretslopp och vatten, 2018).

Strukturplanen innehåller åtgärder som syftar till att fördröja och avleda det överskottsvatten som inte är avsett att hanteras av stadens dagvattensystem. Åtgärderna i strukturplanen är övergripande och ur ett avrinningsområdesperspektiv. Om planen ska byggas på en skyfallsyta som föreslås i strukturplanen, det innebär det att den framtida möjligheten att lösa eller minska översvämningsrisken i extrem regnhändelse kommer att minska eftersom de utpekade lösningarna



troligen är de mest effektiva att implementera ur ett samhällsekonomiskt perspektiv. Eftersom skyfallsytan ligger på platsen dit vattnet rinner idag, så innebär det en stor översvämningrisk att exploatera på den här platsen och kostsamma åtgärder behöver implementeras för att göra planen byggbar.

Strukturplanens föreslagna åtgärder beskrivs i avsnitt 3.6.

## **2.6. Rain Gothenburg**

Jubileumssatsningen Rain Gothenburg ingår i Göteborgs Stads fyrahundraårsfirande 2021. Det regnar i snitt var tredje dag i Göteborg, och med klimatförändringarna kommer de svåra skyfallen att öka. Därför satsar Göteborg på att bli en internationell förebild som regnstad, både i att bygga en hållbar stad som tar hand om stora regnmängder och att ta tillvara regnets möjlighet till att ge unika upplevelser (Göteborgs Stad, 2018). Projektet inbegriper tre huvudområden där dagvatten- och skyfallshantering är ett av dem. De två andra fokuserar på konst och design samt individens upplevelse. Tanken är att genom konst, arkitektur, stadsplanering, lek, multifunktion och pedagogik kopplat till regnvattnet locka människor till utevistelse, upplevelser och möten i en stad som är levande även när det regnar. Detta perspektiv kan med fördel användas vid projekteringen av nya lösningar för dagvatten och skyfall i planområdet.



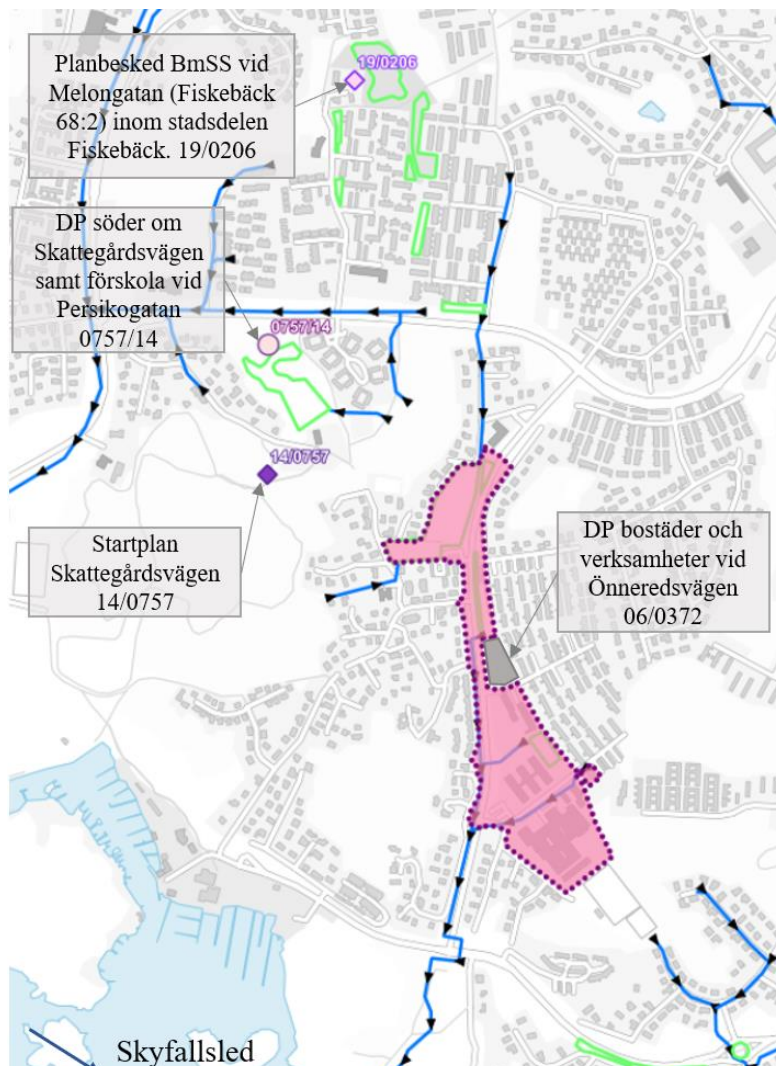
## 3. Befintliga förhållanden

I följande avsnitt beskrivs platsspecifika förutsättningar som påverkar framtida förslag till dagvatten- och skyfallshantering.

### 3.1. Pågående utredningar och projekt

Det finns tre viktiga utredningar som pågår samtidigt som dagvatten och skyfallsutredningen: trafikutredning, markmiljöutredning och geoteknisk utredning. Resultat från de tre utredningar kan påverka dagvatten och skyfallsanalysen.

I området kring planområdet pågår flera detaljplaner av olika storlek. I Figur 7 visas en kartöversikt av utredningens analysområde i rosa färg, detaljplaner och startplaner.

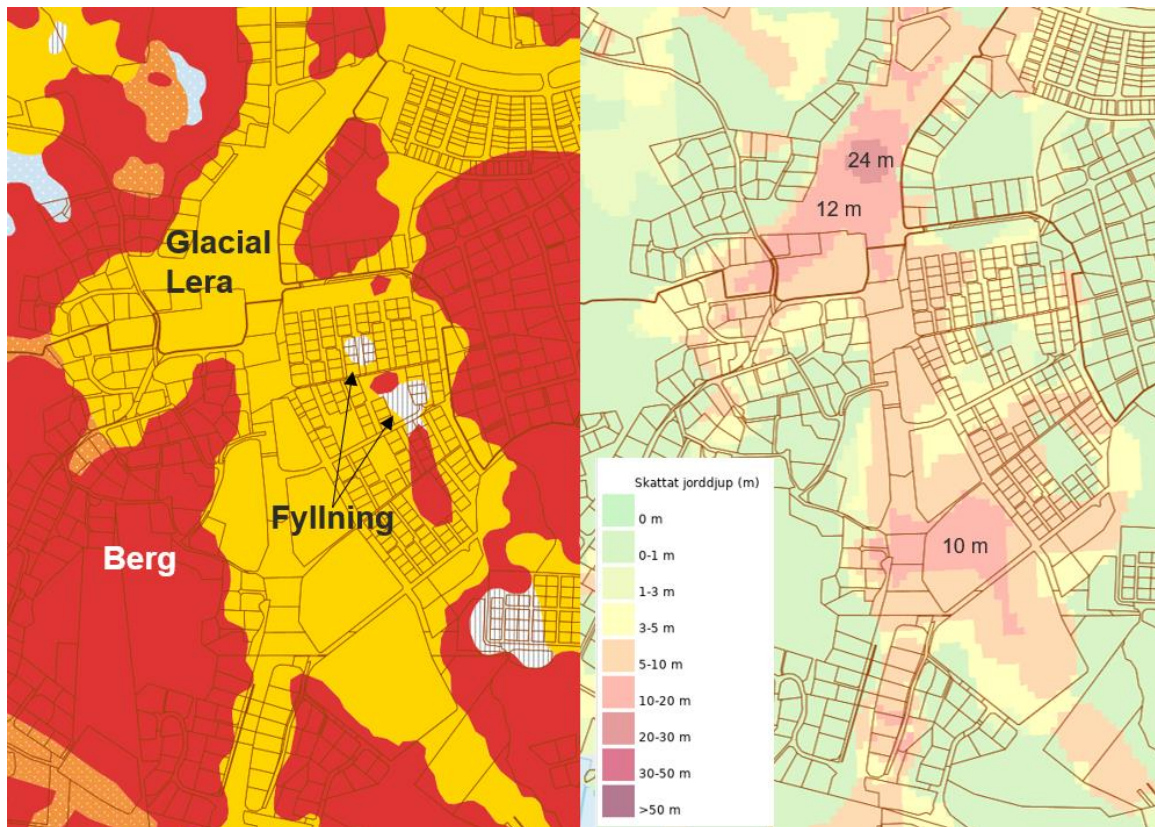


**Figur 7.** Pågående och föreslagna planer runt aktuellt dp-område (Källa: GoKart & VA-Banken).



### 3.2. Geologi och markmiljö

Geoteknisk utredning och markmiljöutredning är ett pågående arbete. Enligt jordartskartan består marken i området av berg, glacial lera och fyllning, se Figur 8 (GOkart). I området finns inget Natura 2000-område eller andra skyddade naturområden. Det finns inte heller någon information om att förorenad mark skulle förekomma i området.



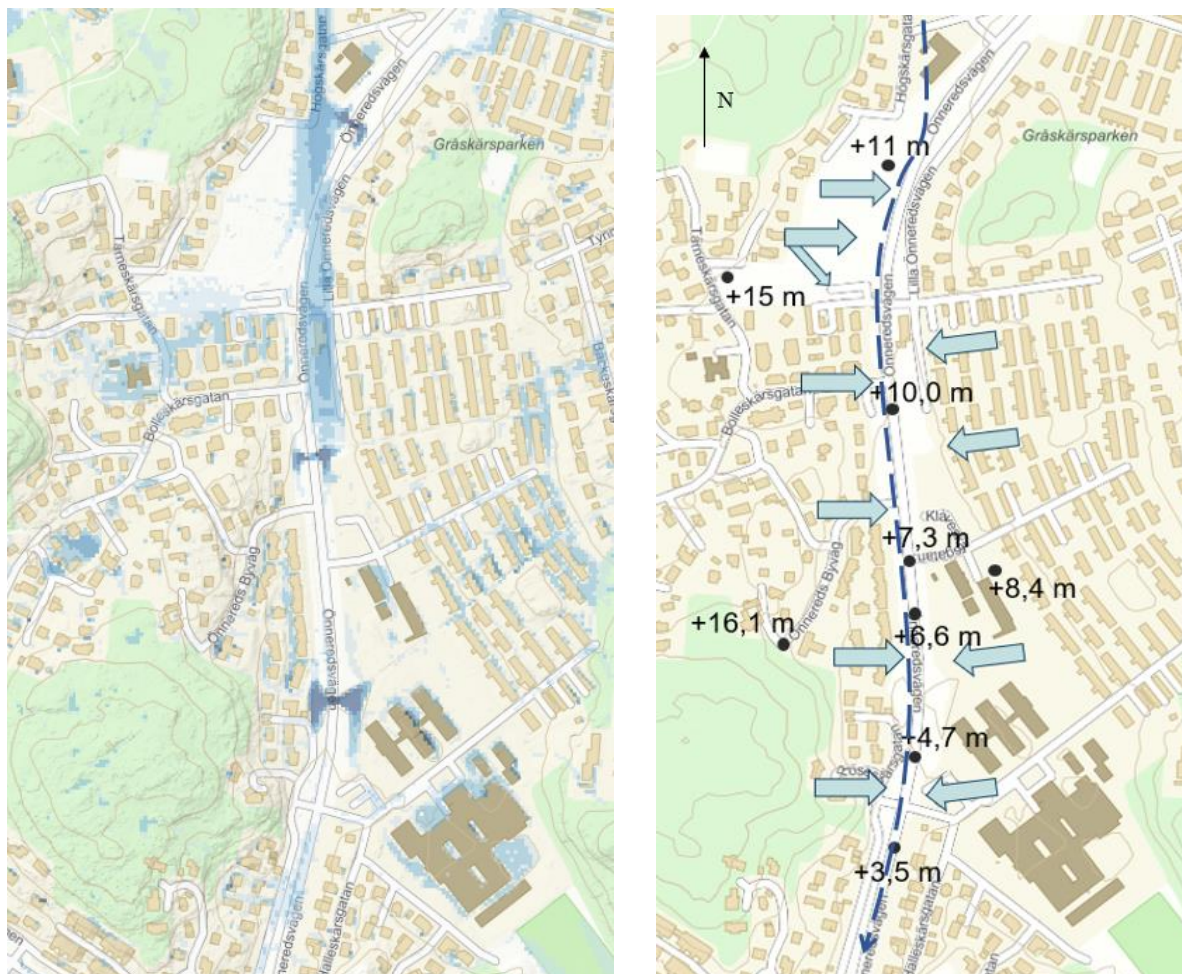
Figur 8. Jordartskarta t.v. och jorddjup t.h. (Källa: GoKart).

### 3.3. Topografi och avrinning

Planområdet omfattar ca 10 ha och är till viss del obebyggt. Området består av gräsytor, vägar samt byggnader varav samtliga planeras att rivas och ersättas av nya. Planområdets högsta punkt ligger på runt +15 m, i den nordvästra delen. Den lägsta punkten ligger i södra delen av området, på ca +5 m.

### 3.4. Avvattning och beräknade dagvattenflöden

Aktuellt planområde bedöms motsvara tät bostadsbebyggelse, i vilket dagvattensystemet ska kunna avleda ett regn med 5 års återkomsttid utan att kapaciteten i ledningen överskrids, d.v.s. att trycklinjen inte når ledningens hjässa. Vidare ska ledningar kunna avleda ett regn med 20 års återkomsttid utan att marköversvämning sker (trycklinjen i dagvattensystemet stiger till marknivå). I Figur 9 visas avrinningen på mark i huvudsak går. Största flödet går i nord-sydlig riktning.



*Figur 9. Topografi inom planområdet och principiell riktning för avrinning (Källa: GoKart).*

### 3.5. Ledningsnät och recipient

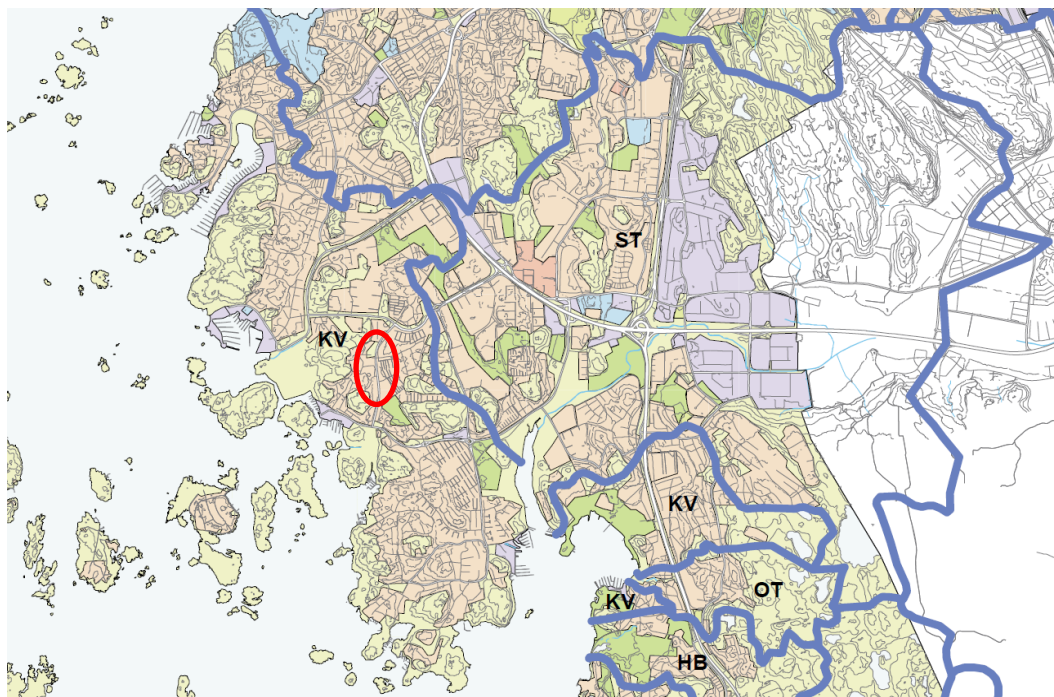
Det befintliga VA-ledningsnätet som avleder områdets spill- och dagvatten är ett separat system. Enligt Göteborgs stads totalmodell över ledningsnätet uppfyller den södra delen av dagvattensystemet inom planområdet kraven för ett 20-årsregn. Däremot visar modellen att norra delen av systemet kan översvämmas. Ledningsnätet är översvämmat uppströms planområdet (ses i Figur A, Bilaga 1) och likaså ledningarna i det grenade systemet inom norra delen av planområdet som har små diametrar (225–300 mm). Dessa kopplar till en huvudledning med diameter 1000 mm som löper i nord-sydlig riktning genom planområdet. Resten av ledningsnätet söderut, som enligt modellen inte har någon översvämningsrisk vid dimensionerande regn, visas i Bilaga 1.

Huvudledningen i dagvattensystemet som ligger under Önneredsvägen har en storlek på 1000 mm som ökas till 1400 mm längre söderut (2000 mm i sista delen av systemet till utsläppspunkten). I norra delen, är lutningen på ledningarna ganska små, men efter det blir de högre vilket ger en större kapacitet. Medellutningen till utsläppspunkt är 6,4 %.



**Figur 10.** Ledningskarta över norra delen av planområdet. Dagvattenledningar och ledningsdimensioner redovisas. Ledningar markerade med röd linje har översvämningsrisk vid dimensionerande regn. (Källa: Solen).

Drygt 500 m söder om planområdet mynnar den större dagvattenledningen ut i recipienten, Askims fjord. Avrinningsområdet visas i Figur 11 nedan. Recipienten är klassad som mycket känslig enligt miljö kvalitetsnormer och har enligt VISS problem med miljögifter. Vid de senaste mätningarna år 2017 respektive 2013 hade Askims fjord ej god kemisk status och måttlig ekologisk status. Målet är att uppnå god kemisk status år 2021 med undantag för kvicksilver och kvicksilverföreningar samt PBDE.



Figur 11. Karta över avrinningsområde. Röd cirkel markerar planens lokalisering.

### 3.6. Skyfallsituation

I dagsläget kommer en stor del av planområdet (mest i norra delen) att översvämmas vid 100-årsregn (Figur 12). För att säkerställa tillgängligheten är det viktigt att situationen inte förvärras av nybyggnation. Skyfall bör hanteras på de öppna ytor såsom grönytor som föreslås för planområdet.

Hela norra delen av planförslaget ligger på en skyfallsyta och strukturplanen rekommenderar att det ska ha kapacitet för att hantera 10 000 m<sup>3</sup>. Strukturplanen är ett långsiktigt arbete för att minska stadens sårbarhet mot översvämmingar orsakade av extrema väderhändelser.

Vattenvolymer representerar ett problem relaterat till tillgänglighet och möjlighet att exploatera området. Figur 12 visar att norra delen av området påverkas mest av skyfall och tillgängligheten säkerställs inte idag. Enligt modellresultat i GoKart är översvämningsens varaktighet mellan 1,5 och 5 timmar. I lågpunkter är varaktigheten längre men i medel runt 2 timmar, vilket kan påverka trafik och tillgänglighet.

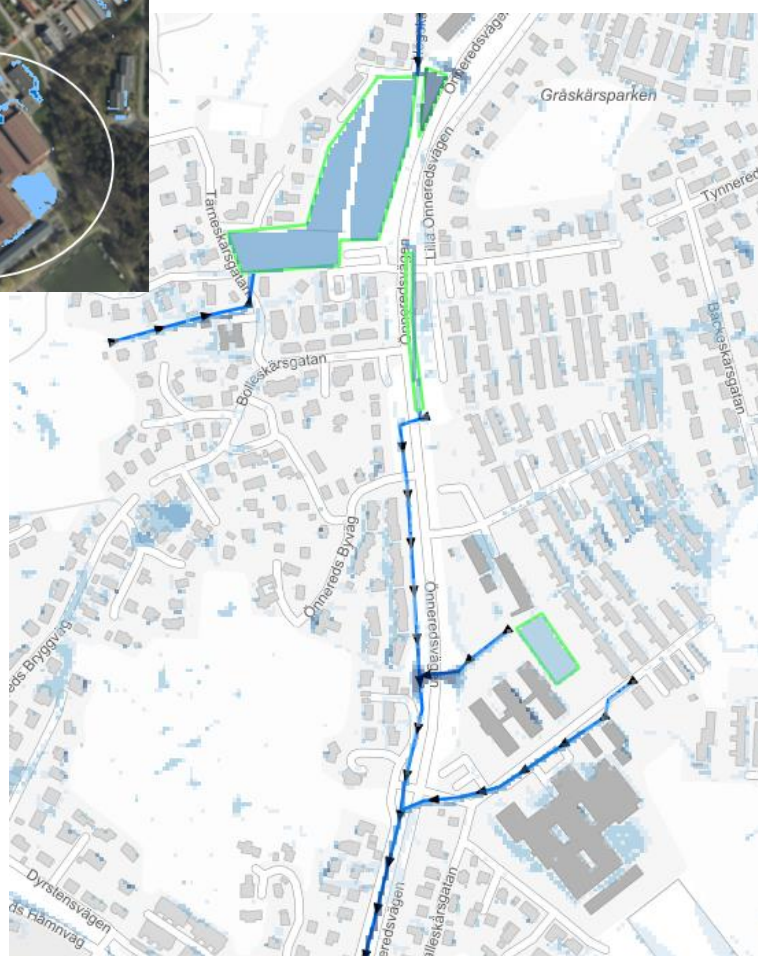
För att uppfylla TÖP:en (se avsnitt 2.5), finns framför allt tre punkter som behöver hanteras (Göteborgs Stad, Stadsbyggnadskontoret, 2019):

1. Säkerställa framkomlighet
2. Marginal golv 0,2 m
3. Inte försämra situationen

Dessa krav uppfylls inte med befintlig situation.



**Figur 12.** Skyfallsssituation för planområdet. Bild visar vattendjup vid skyfall med 100 års återkomsttid och med klimatfaktor (Källa: Översvämningsmodell resultat, 2019).



**Figur 13.** Strukturplan förslag. Gröna markeringar är skyfallsstyror och blå linjer är skyfallsleder (Källa: GoKart).



## 4. Föreslagen dagvatten- och skyfallshantering

### 4.1. Dagvattenanalys

#### 4.1.1. Dimensionerande flöde

För beräkning av dagvattenflöde efter exploatering har återkomsttiden 20 år valts enligt P110. Dimensionerande regnvaraktighet är 10 min. Räknat med rationella metoden blir regnintensiteten 286,7 l/s • ha.

Den reducerade arean beräknades genom att multiplicera arean för varje delområde med avrinningskoefficienten för det delområdet. För befintligt flöde uppskattas ytan bestå av 1,9 ha, se Tabell 4.

Tabell 4. Beräkning av reducerad area, före och efter exploatering.

Delområde	Area före [ha]	Area efter [ha]	Avrinningskoefficient	Reducerad area före [ha]	Reducerad area efter [ha]
Norra					
Hårdjordyta*	0	1	0,85	0,19	0,94
Grön yta**	1,9	0,9	0,1		
Södra					
Hårdjordyta*	3,2	4,3	0,85	3,34	4,1
Urbant område***	3,1	2	0,2		

\*Tak + väg

\*\* Gräs

\*\*\*Gröna ytor + grusvägar

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

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

I Tabell 5 visas dimensionerade flöden före och efter exploatering.

Tabell 5. Dimensionerade flöde, före och efter exploatering.

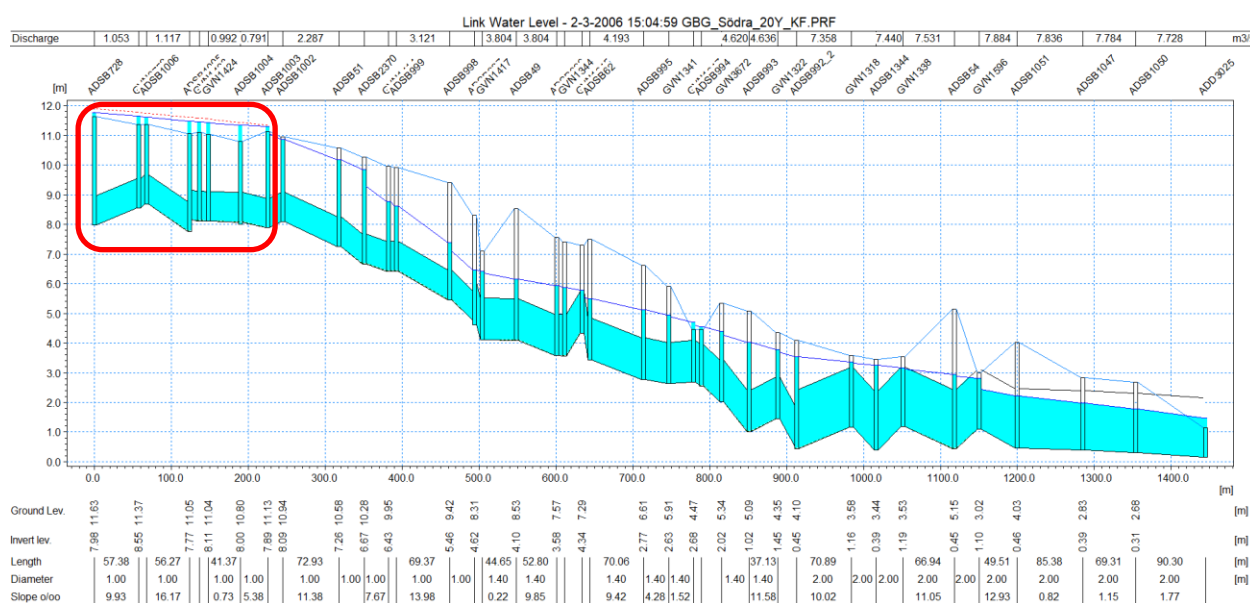
Område	Dimensionerade flöde före exploatering (l/s)	Dimensionerade flöde efter exploatering (l/s)	Skillnad (l/s)
Norra	44	337	293
Södra	761,4	1470	709



#### 4.1.2. Fördröjning av dagvatten

Som man kan se i Figur 14 (markerat med rött) finns det i nuläget en översvämningsproblematik i den norra delen av planområdet. För att inte förvärra denna situation behövs fördröjning av dagvatten på allmän plats, det skulle också minska belastningen nedströms. Denna yta (4a) behöver kunna hantera 166 m<sup>3</sup> och är framräknad för att situationen inte ska bli värre med ett 10-årsregn efter exploatering och klimatfaktor, än ett 10-årsregn i befintlig situation.

En reducerad yta om 9400 m<sup>2</sup> innebär att ca 94 m<sup>3</sup> dagvatten behöver fördröjas inom fastigheterna på kvartersmark (10mm/m<sup>2</sup>).



Figur 14. Profil från norra delen till södra delen av planområdet som visar att största problem ligger i norra delen där systemet är redan överbelastat. (Källa: Totalmodell).

I södra delen är inte skillnaden mellan andelen hårdgjorda ytor och grönytor i nuläge och i planförslaget så stor som i norra delen. Utformningen av området ändras, men den hårdgjorda ytan ökas inte så mycket. En reducerad yta om 41 000 m<sup>2</sup> innebär att ca 410 m<sup>3</sup> dagvatten behöver fördröjas inom fastigheterna på kvartersmark (10 mm/m<sup>2</sup>). I kvartersmark kan fastighetsägare fördela magasinering på olika placeringar så länge som en totalt av 410 m<sup>3</sup> hanteras.

Utöver detta ska översvämningsyta för 255 m<sup>3</sup> finnas på allmän plats och är framräknad för att situationen inte ska bli värre med ett 10-årsregn efter exploatering och klimatfaktor, än ett 10-årsregn i befintlig situation.

#### 4.1.3. Reningsbehov dagvatten

En betydande andel av befintliga grönytor i framför allt norra delen av planområdet kommer att tas i anspråk av nya exploateringar. Detta, i kombination med eventuella ökade trafikmängder, innebär att föroreningsmängderna i dagvattnet ökar avsevärt jämfört med nuläget. Eftersom recipienten är mycket känslig kan åtgärder för att hålla föroreningshalter och -mängder på nuvarande nivåer därför bli omfattande. En noggrann utredning med föroreningsberäkningar ska göras i samband med anmälan av dagvattenanläggningarna till Miljöförvaltningen.



I samband med denna utredning har en översiktlig beräkning av föroreningshalter före och efter exploatering gjorts. Nedan följer en beskrivning av befintlig föroreningssituation, men även hur höga föroreningshalter föreslagen byggnation ger samt effekten från de dagvattenlösningar som föreslås ovan. Resultaten är framtagna genom programmet StormTac där standardlösningar för olika åtgärder använts och beräknade halter relaterats till riktvärden. Resultaten är ungefärliga, och ska ses som en fingervisning om vilka föroreningshalter- och mängder som kan förväntas i en verklig situation.

För beräkningarna av reningseffekt har makadamdiken motsvarande 2,5% av den reducerade ytan i det norra bostadsområdet simulerats, samt 3% av den reducerade ytan av verksamheterna i södra delen av planområdet. För allmän plats (Önneredsvägen med kringliggande grönytor) antogs en reningsanläggning i form av gräs-/svackdike motsvarande 15% av den reducerade arean.

**Tabell 6.** Föroreningshalter (dagvatten + basflöde) µg/l. Jämförelse mot riktvärde där gråmarkerade celler visar överskridet riktvärde. Totala fraktioner avses där inget annat anges.

	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	Hg	SS	Oil	BaP	Benz	TBT	TOC
Före expl.	200	1500	9.8	21	68	0.46	8.3	6.6	0.030	56 000	540	0.032	0.96	0.0017	15000
Efter expl.	200	1500	9.5	21	68	0.46	7.7	6.8	0.029	53 000	540	0.033	0.96	0.0017	14000
Med rening	130	970	3.8	11	23	0.16	3.9	3.5	0.022	24 000	120	0.018	0.52	0.0011	8600
Riktvärde	50	1300	14	10	30	0.40	15	40	0.050	25 000	1000	0.050	10	0.0010	12000

**Tabell 7.** Summa av belastning kg/år.

	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	Hg	SS	Oil	BaP	Benz	TBT	TOC
Före expl.	10	76	0.49	1.1	3.4	0.023	0.42	0.33	0.0015	2815	27	0.0016	0.048	0.000088	763
Efter expl.	10.0	78	0.48	1.1	3.4	0.023	0.39	0.34	0.0015	2600	27	0.0017	0.048	0.000088	710
Med rening	6.3	49	0.19	0.54	1.1	0.0080	0.20	0.18	0.0011	1190	6.3	0.00093	0.026	0.000054	433

Beräkningarna visar att halterna av flera typer av föroreningar överstiger riktvärdena redan idag. Med föreslagen rening minskar dock koncentrationerna avsevärt, och de flesta riktvärden uppnås. Om reningsgraden behöver ökas ytterligare kan de ytliga anläggningar som föreslås på allmän platsmark förses med ett avskiljande lager med makadam. Om detta görs för vattnet som avrinner från Önneredsvägen kan även riktvärdet för koppar nås. Makadamfyllda anläggningar kan även göra så att ytbehovet minskar något, samtidigt som beräknad reningseffekt bibehålls.

Med avseende på miljö kvalitetsnormerna görs bedömningen att planens genomförande inte kommer att påverka statusen för Askims fjord negativt. Detta grundar sig i att de totala föroreningsmängderna blir betydligt lägre än befintliga, om föreslagna reningslösningar anläggs.

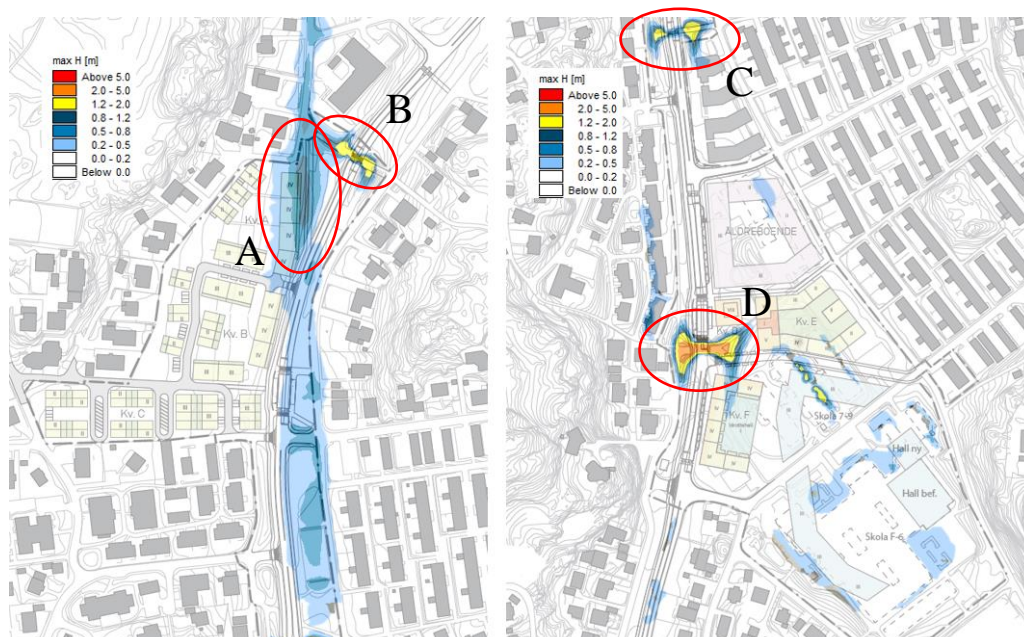


## 4.2. Skyfallsanalys

Figur 15 visar vattendjupet vid ett 100-årsregn i kombination med planförslaget. Hela norra delen ligger inom en yta som föreslagits i strukturplanen att användas för skyfallshantering enligt sektion 3.6. Det innebär att hela den norra ytan är tänkt att användas för vattenlagring vid skyfall (10 000 m<sup>3</sup>) för att förbättra situationen i området. Strukturplanen är inte bindande men det är viktigt att beakta att en förbättringsmöjlighet byggs bort. Däremot måste TÖP:en (se sektion 2.5) uppfyllas vilket innebär att det finns 3 punkter som behöver hanteras:

1. **Säkerställa framkomlighet:** Det ska gå att ta sig till alla fastigheter utan att behöva köra igenom ett vattendjup större än 0,2 m. Detta uppfylls inte idag då det finns djupare vatten på Önneredsvägen.
2. **Marginal golv:** Från vattenytan som uppstår vid ett skyfall måste det finnas 0,2 m marginal till golv. Vid befintlig höjdsättning uppfylls inte detta för ett flertal byggnader enligt bild nedan.
3. **Inte försämra situationen.** Det innebär att samma volym som idag skulle samlas inom området vid ett skyfall måste finnas kvar även efter planens genomförande. Det innebär att alla volymer som ska tas bort behöver få plats någon annan stans inom planområdet. Det måste finnas utrymme för detta på allmän plats för att planen ska uppfylla riktlinjen.

Åtgärder krävs för att planförslaget ska uppfylla Göteborgs riktlinjer för (Göteborgs Stad, Stadsbyggnadskontoret, 2019). De områdena som markeras med röd cirkel representerar vattenvolymer som behöver kompenseras när planen exploateras. Vatten som samlas där byggnader ska byggas (A), behöver kompenseras. Om Trafikkontoret beslutar att ta bort gångtunnlarna under vägen, se punkt B, C och D, måste också vattenvolymer som samlas där kompenseras.



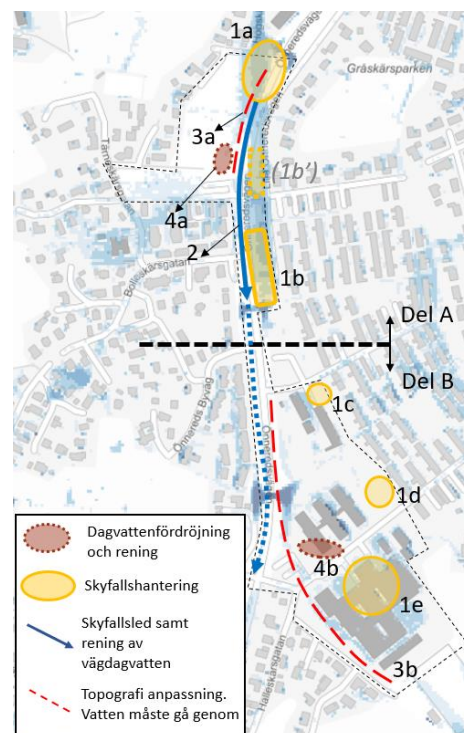
**Figur 15.** Karta med vattendjup vid skyfall befintlig situation och framtidens planförslag. Norra delen av planområdet till vänster och södra delen till höger (Källa: Översvämningsmodellresultat & SBK). A=700 m<sup>3</sup>; B=1500 m<sup>3</sup>; C=810 m<sup>3</sup>; D=2850 m<sup>3</sup>.

### 4.3. Föreslagna åtgärder

Förslaget är delat i 4 grupper som visas i Figur 16: ytor för hantering av dagvatten och skyfall, skyfallsleder, anpassningar av höjdsättningen. Området delas upp om 2 delar, A och B. Planförslaget i norra delen ligger på en skyfallsyta och det finns ett stort problem med skyfallsvolymer.

Dagvatten- och skyfallsytor beskrivs som multifunktionella ytor: syftet är att de ska fördröja båda skyfalls- och dagvattenvolymer och rena dagvattnet. En skyfallsled är i detta fall föreslaget att vara ett öppet vattenstråk som ska leda vattnen nedströms. För att undvika skador på byggnader vid skyfall bör omgivande mark höjdsättas för att leda vattnet runt byggnader.

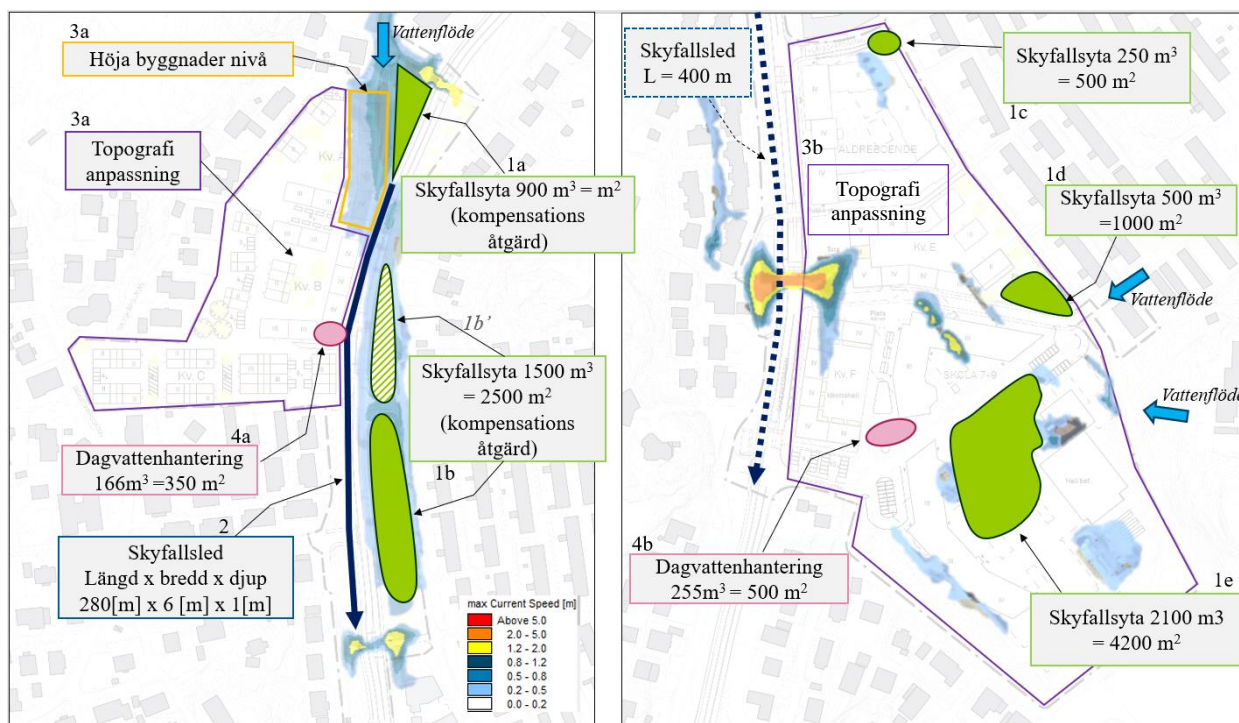
- a) **Lösning 1a: skyfallsyta** i norra delen som kan hantera skyfall. För att uppfylla riktlinjerna (Göteborgs Stad, Stadsbyggnadskontoret, 2019) (max 0,2m på gatan för att säkerställa tillgänglighet och säkerhet längs Önneredsvägen), rekommenderas skyfallsytan att utformas som en barriär, för att undvika vägöversvämning. Den ytan behöver också fungera som en kompensationsåtgärd ((A, B); Figur 15) för att kompensera befintlig yta som tas bort där vatten samlas upp idag. Det finns 900 m<sup>2</sup> på plats (1m djup).
- b) **Lösning 1b: skyfallsyta** i nordöstra delen som kan kompensera vattenvolym som samlas i tunneln och som kan hantera skyfall som kommer från öster och norr (1500 m<sup>3</sup> = 2500 m<sup>2</sup>). Ytan är även en kompensationsåtgärd ((A, B, C); Figur 15) för att kompensera befintlig yta som tas bort där vatten samlas upp idag och där 4 byggnader planeras att bygga.
- c) **Lösning 1c: skyfallsyta** i södra delen syftar att kompensera vattenvolymer som idag samlas i området för att fördröja vatten och undvika skador på de nya äldreboendebyggnaderna. Totalt volym som samlas i området idag är ca 250 m<sup>3</sup>. Om djupet av dammen blir 0,5 m, behövs en 500 m<sup>2</sup> stor skyfallsyta.
- d) **Lösning 1d: skyfallsyta** utgör en första barriär mot vattnet som kommer från öster. Volym som samlas på plats idag är runt 500 m<sup>3</sup>. Om djupet av dammen blir 0,5 m, behövs en 1000 m<sup>2</sup> stor skyfallsyta.
- e) **Lösning 1e: skyfallsyta** syftar att kompensera volymerna som idag samlar runt befintliga byggnader och undvika skador på den nya skolan. Vattenvolym som samlas på plats idag är ca 2100 m<sup>3</sup>. Om djupet av dammen blir 0,5 m, behövs en 4200 m<sup>2</sup> stor skyfallsyta.
- f) **Lösning 2: skyfallsled** från norra delen till mitten av området syftar att hantera skyfall och att rena vatten från del A av området. Diken behövs för att kompensera volymerna från tunnarna som ska tas bort (C, D Figur 15) och att leda vattnet nedströms till havet. Diken behöver kunna avleda 2800 l/s vilket möjliggörs av ett 6 m brett, 0,5 m djupt dike. Det kan planeras på olika sätt:



**Figur 16.** Förslag av dagvatten och skyfallsåtgärder (Källa: GoKart).

- a. Gräsbeklätt dike mellan väg och cykelbana/gångbana
  - b. Gräsbeklätt dike mellan cykelbana/gångbana och hus
- Beroende på acceptabel hastighet och djup, det finns olika geometri som kan användas för diket (triangelform eller parallelltrapetsform) (se Bilaga 2 för förklaring).
- g) Lösning 3 a, b: anpassning av höjdsättning** är en påminnelse till planerare att vatten behöver ha plats och ytliga stråk för att rinna nedströms. Närmast byggnaden bör marken ges 5 % lutning från byggnaden. Några meter bort bör marken luta minst 1 % (se Bilaga 3). Då är det viktigt att inte blockera dessa områdena. Om byggnader ska byggas längs markerat områdena, rekommenderas att alltid ha öppna lägre vägar mellan byggnaderna så att vatten kan rinna nedströms. Det är viktigt att anpassa topografin för att leda bort vattnet så att det inte blir stående och skadar nya byggnader.
- h) Lösning 4 a, b: fördröjning och rening av dagvatten** syftar att fördröja vatten på allmän plats som kommer från exploaterat område. Flödet som kommer från planområdet efter exploatering ska inte vara högre än befintligt flöde vilket innebär att det behöver implementeras en fördröjningsyta för att kompensera den volym som ökas. Området kan också användas för rening. Markerade ytor är grova förslag på lämplig placering. Under förutsättning att vattendjupet i skyfallsytorna kan bli 0,5 m behöver yta 4a vara ca 350 m<sup>2</sup> och yta 4b vara 500 m<sup>2</sup>.

För vissa dagvatten- eller skyfallsfunktioner kan olika alternativ väljas och placering kan i viss mån ändras. Begränsningar i fortsatt planarbete kan komma att påverka vilket åtgärdsalternativ som blir bäst. Figur 17 visar förslag på specifika placeringar av lösningar i norra delen.



Figur 17. Specifika placering av förslagna lösningar.



## 4.4. Kostnader och ansvar

I tabell nedan visas kostnader för alla föreslagna åtgärder.

**Tabell 8.** Översiktliga ytbehov och kostnader för föreslagna åtgärder på allmänplats (Göteborg Stad, 2015) (Rosén, 2019).

Föreslagen åtgärd						
ID	Åtgärd	Ytbehov*	Enhets-kostnad	Investerings kostnad (kr)	Enhets-Kostnad (kr/enhet/år)	Drift & underhåll (kr/år)
1a	Skyfallshantering	900* m <sup>3</sup>	950 kr/m <sup>3</sup>	855 000	25	22 500
1b	Skyfallshantering	1500 m <sup>3</sup>		1 425 000		37 500
1c	Skyfallshantering	250 m <sup>3</sup>		237 500		6250
1d	Skyfallshantering	500 m <sup>3</sup>		475 000		125 000
1e	Skyfallshantering	2100 m <sup>3</sup>		1 995 000		52 500
2	Skyfallsled (Dike)	4000 m <sup>2</sup>	500 kr/m <sup>2</sup>	2 000 000	25	100 000
3a	Topografianpassning	Baserat på konstruktion process och plan				
3b	Topografianpassning					
4a	Dagvattenhantering	350 m <sup>2</sup>	750 kr / m <sup>2</sup>	262 500	25	8750
4b	Dagvattenhantering	500 m <sup>2</sup>		375 000		12 500
	SUMMA			<b>7 625 000</b>		<b>365 000</b>

\* Siffra i strukturplan

Fastighetsägarna betalar fördröjning och rening på kvartersmark.

**Tabell 9.** Förslag till fördelning av ansvar.

ID	Åtgärd	Ansvar
1a	Skyfallshantering	KoV / TK
1b	Skyfallshantering	KoV / TK
1c	Skyfallshantering	Fastighetsägare
1d	Skyfallshantering	Fastighetsägare
1e	Skyfallshantering	Fastighetsägare
2	Skyfallsled (Dike)	KoV + TK
3a	Topografianpassning	Fastighetsägare
3b	Topografianpassning	Fastighetsägare
4a	Dagvattenhantering	KoV
4b	Dagvattenhantering	KoV
	Fördröjningsmagasin på kvartersmark	Fastighetsägare



## 5. Slutsats och kommandationer

Området har utmaningar när det gäller skyfallsfrågor. Planerat bostadsområde i norra delen ligger på en yta som föreslagits användas för skyfall i strukturplanen. Åtgärderna som presenteras i rapporten är förutsättningar för att uppfylla TÖP, miljö kvalitetsnormerna och att göra marken lämplig för bebyggelse. Höjdsättning spelar en stor roll i planen och anpassning av befintlig topografi är viktigt för att undvika översvämningar runt planerade byggnader. En del av byggnaderna i det norra hörnet av planen placeras i huvudvägen som vattnet följer hela vägen till havet. Det rekommenderas att höja marknivån eller att placera byggnader annorlunda så att vatten kan passera.

Vissa utmaningar finns även när det gäller dagvattenhantering. Det är viktigt att i tidigt skede säkerställa att tillräcklig yta för dagvattenhantering finns för att kunna fördröja och rena vattnet innan det når recipient. Allt dagvatten från planområdet ska genomgå någon form av rening. Den dagvattenhantering som föreslås för planområdet, framför allt i form av makadamdiken/-magasin, gör att föroreningsmängderna minskar och planen försämrar inte möjligheten att uppnå recipientens miljö kvalitetsnormer.

Total investeringskostnad för föreslagna åtgärder är ca 7,6 miljoner kronor och drift- och underhållskostnader uppskattas till ca 365 000 kr/år.

När ett förslag finns framme på höjdsättning och placering av byggnader ska förslaget kontrolleras ur ett skyfallsperspektiv för att säkerställa att marken är lämplig för byggnation, samt att lösningarna går att genomföra.



## Referenser

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

### Modeller

- Scalgo Live
- Solen
- Totallmodell
- StormTac
- VA-Banken
- GoKart

### Publikationer

Boverket. (2015). *Dagvatten vid detaljplaneanläggning*. Retrieved from PBL kunskapsbanken: <https://www.boverket.se/sv/PBL-kunskapsbanken/planering/detaljplan/temadelar-detaljplan/dagvatten-i-detaljplan/dagvatten-vid-detaljplanelaggnig/>

Boverket. (2015, 06 10). *Dagvatten vid detaljplaneanläggning*. Retrieved from PBL kunskapsbanken: <https://www.boverket.se/sv/PBL-kunskapsbanken/planering/detaljplan/temadelar-detaljplan/dagvatten-i-detaljplan/dagvatten-vid-detaljplanelaggnig/>

Göteborg Stad. (2015, 10 12). *Ekonomiska konsekvenser av grönytefaktor – park och dagvatten*. Retrieved from [http://www4.goteborg.se/prod/intraservice/namndhandlingar/samrumportal.nsf/5823BCC0F0107FAFC1257F060044A7FE/\\$File/LN\\_%2020151130\\_9.1\\_%20.pdf?OpenElement](http://www4.goteborg.se/prod/intraservice/namndhandlingar/samrumportal.nsf/5823BCC0F0107FAFC1257F060044A7FE/$File/LN_%2020151130_9.1_%20.pdf?OpenElement)

Göteborg Stad, Miljöförvaltningen & Kretslopp och Vatten. (2017, 03 02). *Reningskrav för dagvatten*. Retrieved from [goteborg.se: https://goteborg.se/wps/wcm/connect/58de86c4-be7d-421c-b186-2cdcea811c6/Reningskrav+för+dagvatten++Göteborgs+Stad+2017-03-02.pdf?MOD=AJPERES](https://goteborg.se/wps/wcm/connect/58de86c4-be7d-421c-b186-2cdcea811c6/Reningskrav+för+dagvatten++Göteborgs+Stad+2017-03-02.pdf?MOD=AJPERES)

Göteborg Stad, Miljöförvaltningen. (2013). *goteborg.se*. Retrieved from Miljöförvaltningens riktlinjer och riktvärden för utsläpp av förorenat vatten till recipient och dagvatten : [https://goteborg.se/wps/wcm/connect/fee9bd22-ed19-43ed-907c-14fc36d3da16/N800\\_R\\_2013\\_10.pdf?MOD=AJPERES](https://goteborg.se/wps/wcm/connect/fee9bd22-ed19-43ed-907c-14fc36d3da16/N800_R_2013_10.pdf?MOD=AJPERES)

Göteborgs Stad. (2018, 11 20). *Frågor och svar om Rain Gothenburg*. Retrieved from [goteborg.se: https://goteborg.se/wps/portal/press-och-media/aktuelltarkivet/aktuellt/9c9519c9-48a9-498b-9e78-a6e5d7f7e27b!/ut/p/z1/pZFbS8NAEIV\\_Sx\\_ymOxkc9v1LREprY2JDdE0L7Kpmws0m7BZLfXXuy0UFIsWnIcDA-d8B2ZQiQpUCvbeNUx1g2A7vW9K\\_wVH8EgiO4TkKb2DxerexdnawfMMo-eTibfPhiT1YbFMc](https://goteborg.se/wps/portal/press-och-media/aktuelltarkivet/aktuellt/9c9519c9-48a9-498b-9e78-a6e5d7f7e27b!/ut/p/z1/pZFbS8NAEIV_Sx_ymOxkc9v1LREprY2JDdE0L7Kpmws0m7BZLfXXuy0UFIsWnIcDA-d8B2ZQiQpUCvbeNUx1g2A7vW9K_wVH8EgiO4TkKb2DxerexdnawfMMo-eTibfPhiT1YbFMc)

Göteborgs Stad, Kretslopp och vatten. (2018). *Strukturplan för hantering av översvänningsrisker - Metodbeskrivning*. Göteborg: Göteborgs Stad.

Göteborgs Stad, Stadsbyggnadskontoret. (2019, 04 25). *Förslag till översiktsplan för Göteborg, Tillägg för översvänningsrisker*. Retrieved from [Goteborg.se: https://goteborg.se/wps/portal/start/byggande--lantmaterioch-planarbete/kommunens-planarbete/oversiktlig-planering/fordjupningar-och-tillagg/oversvanningsrisker---](https://goteborg.se/wps/portal/start/byggande--lantmaterioch-planarbete/kommunens-planarbete/oversiktlig-planering/fordjupningar-och-tillagg/oversvanningsrisker---)

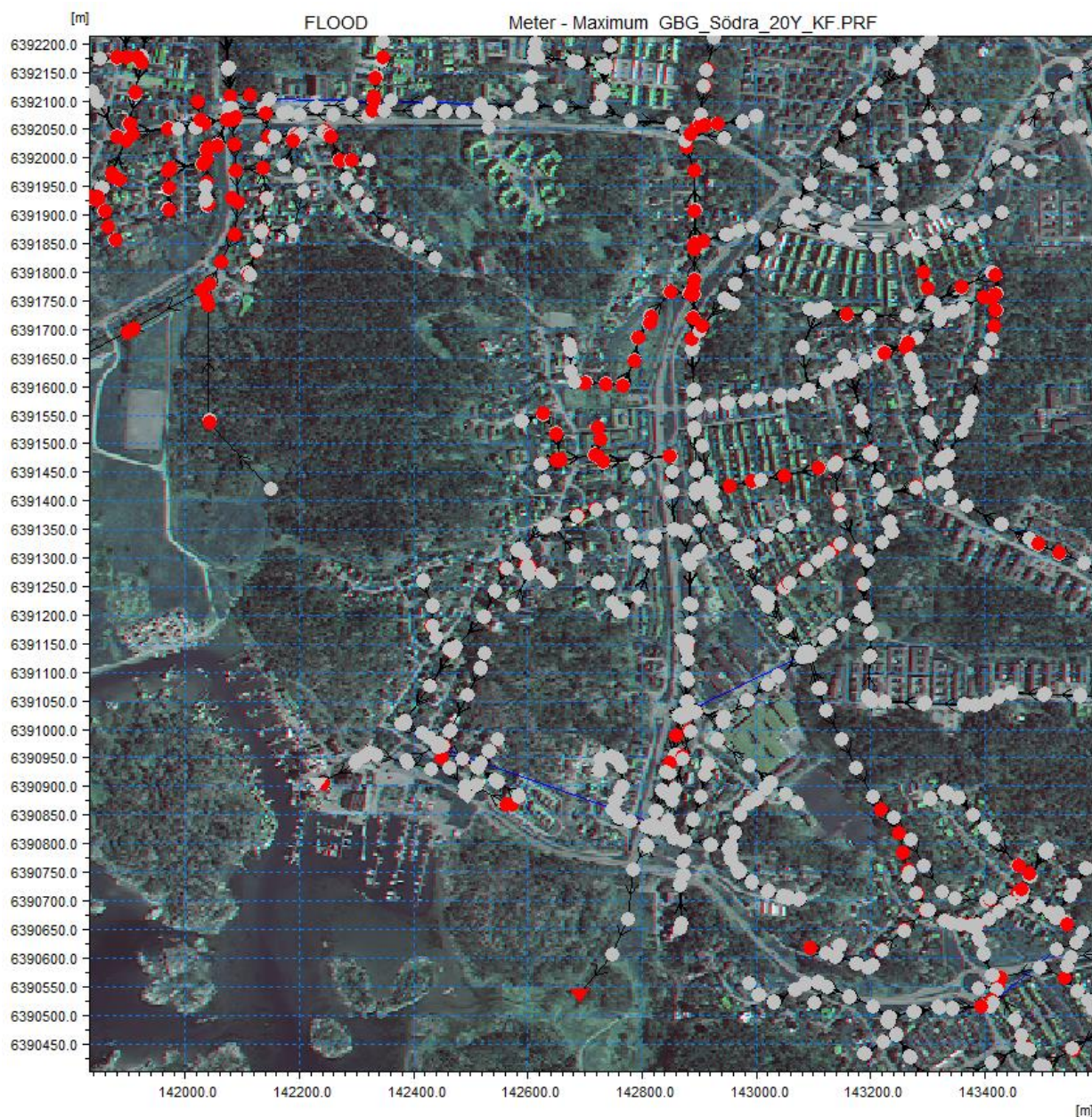


tematisk-tillagg-till-  
översiktsplanen!/ut/p/z1/04\_Sj9CPykssy0xPLMnMz0vMAfIjo8ziTYzcDQy9TAy9  
Göteborgs Stad, Stadsbyggnadskontoret. (2019, 04 25). *Översvämningsrisker - tematiskt tillägg till översiktsplanen*. Retrieved from Goteborg.se:  
[https://goteborg.se/wps/portal/start/byggande--lantmaterioch-planarbete/kommunens-planarbete/oversiktig-planering/fordjupningar-och-tillagg/oversvamningsrisker---tematisk-tillagg-till-översiktsplanen!/ut/p/z1/hY49D4IwGIR\\_DWvft9hCcaufCerABHYxYGohAUqg2sRf](https://goteborg.se/wps/portal/start/byggande--lantmaterioch-planarbete/kommunens-planarbete/oversiktig-planering/fordjupningar-och-tillagg/oversvamningsrisker---tematisk-tillagg-till-översiktsplanen!/ut/p/z1/hY49D4IwGIR_DWvft9hCcaufCerABHYxYGohAUqg2sRf)  
Rosén, L. (2019). FloodMan Modell. Sweco.  
Svenskt vatten. (2016). *Avledning av dag -, drän- och spillvatten P110*. Stockholm: Svenskt vatten AB.  
Svenskt vatten. (2018, 2). *Skyfallens ABC*. Retrieved from Tema Stadsmiljö:  
[http://www.svensktvatten.se/globalassets/romnat-och-klimat/skyfallensabc-sartryck-stadsbyffnad\\_2\\_2018.pdf](http://www.svensktvatten.se/globalassets/romnat-och-klimat/skyfallensabc-sartryck-stadsbyffnad_2_2018.pdf)

Svenskt Vattens publikation P104, 105 och P110 (2016)



## Bilaga 1. Ledninsnätanalys

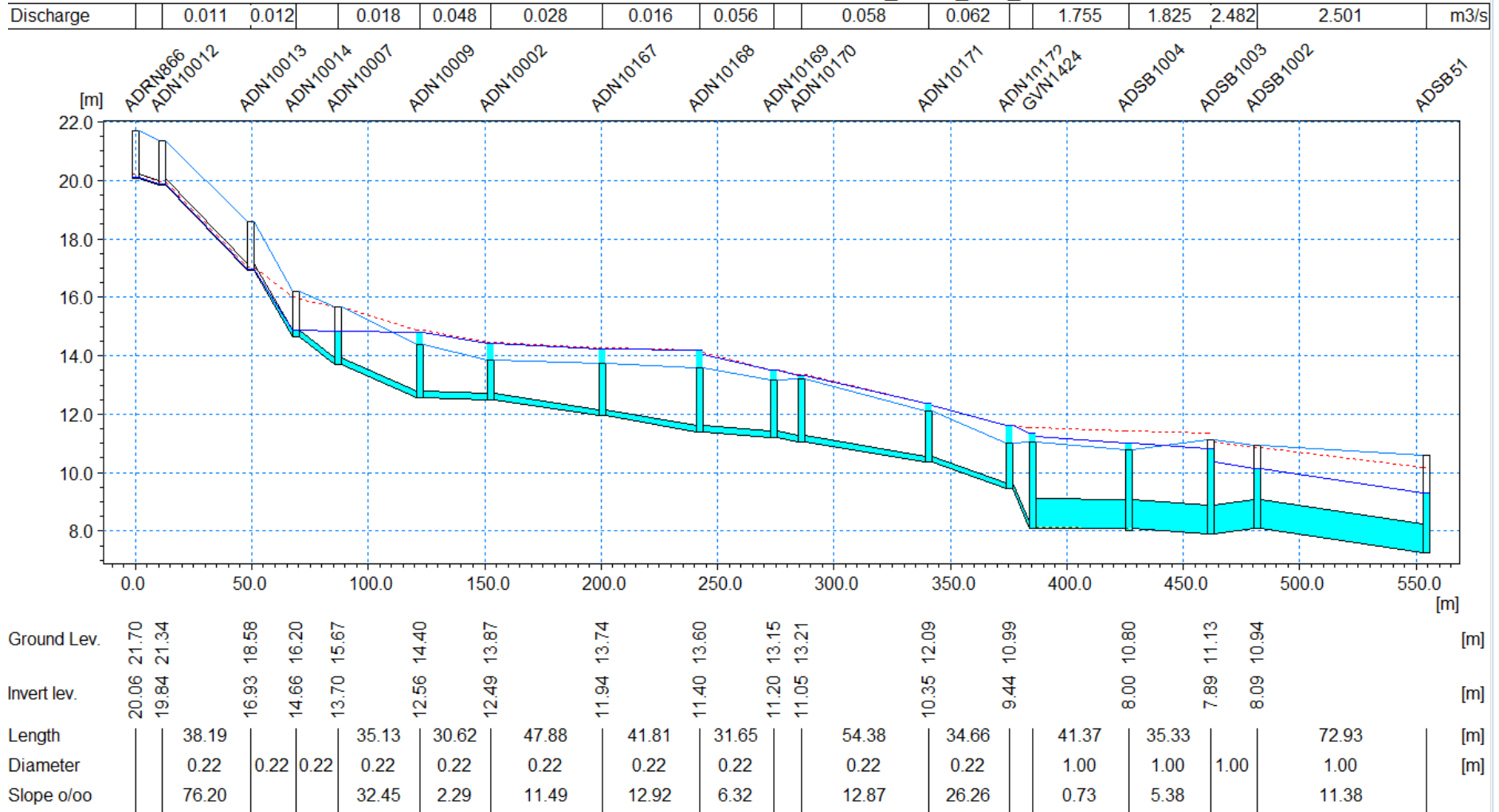


*Figur A. Översvämmade brunnar vid 20-årsregn och kf 1,25, markerade med röda punkter.*

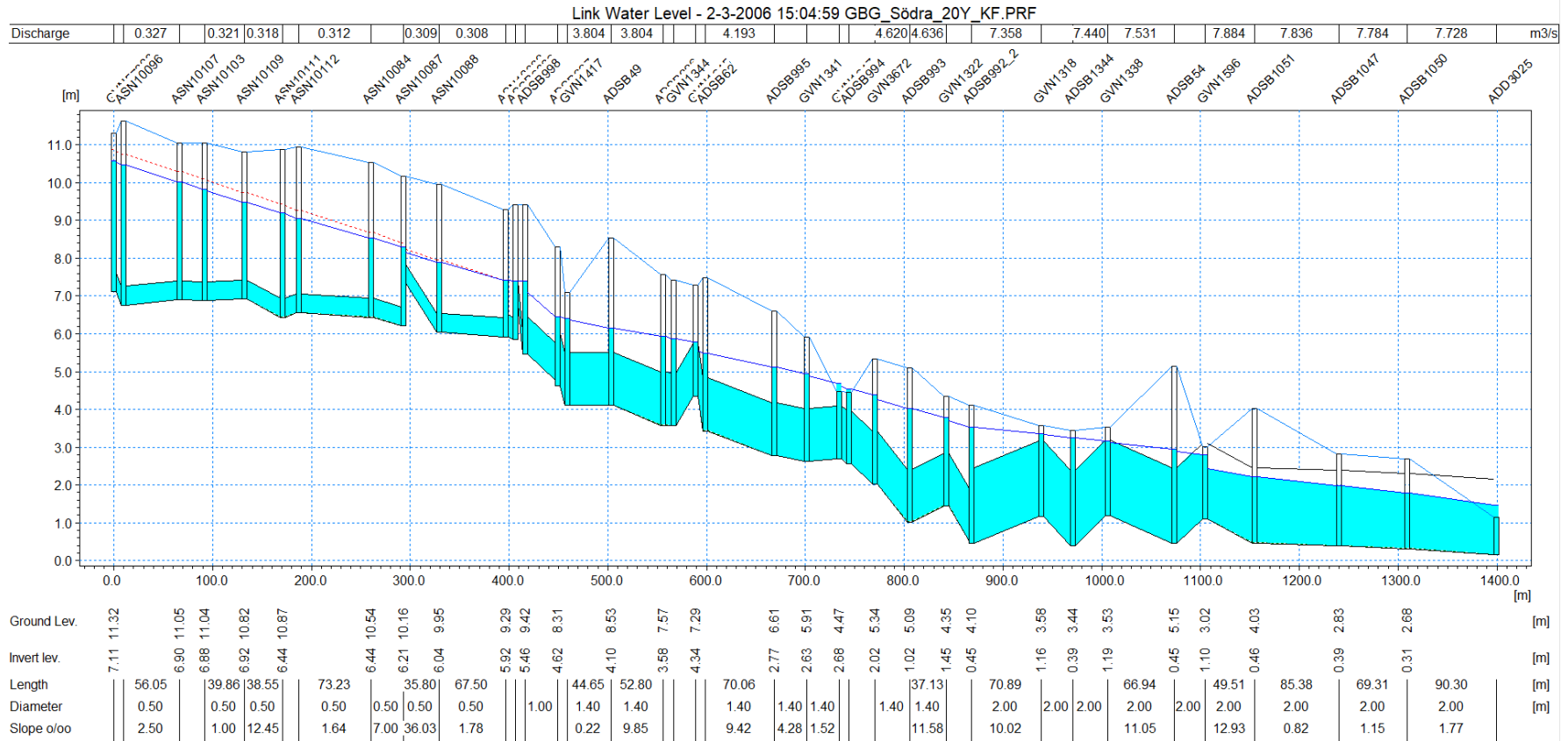




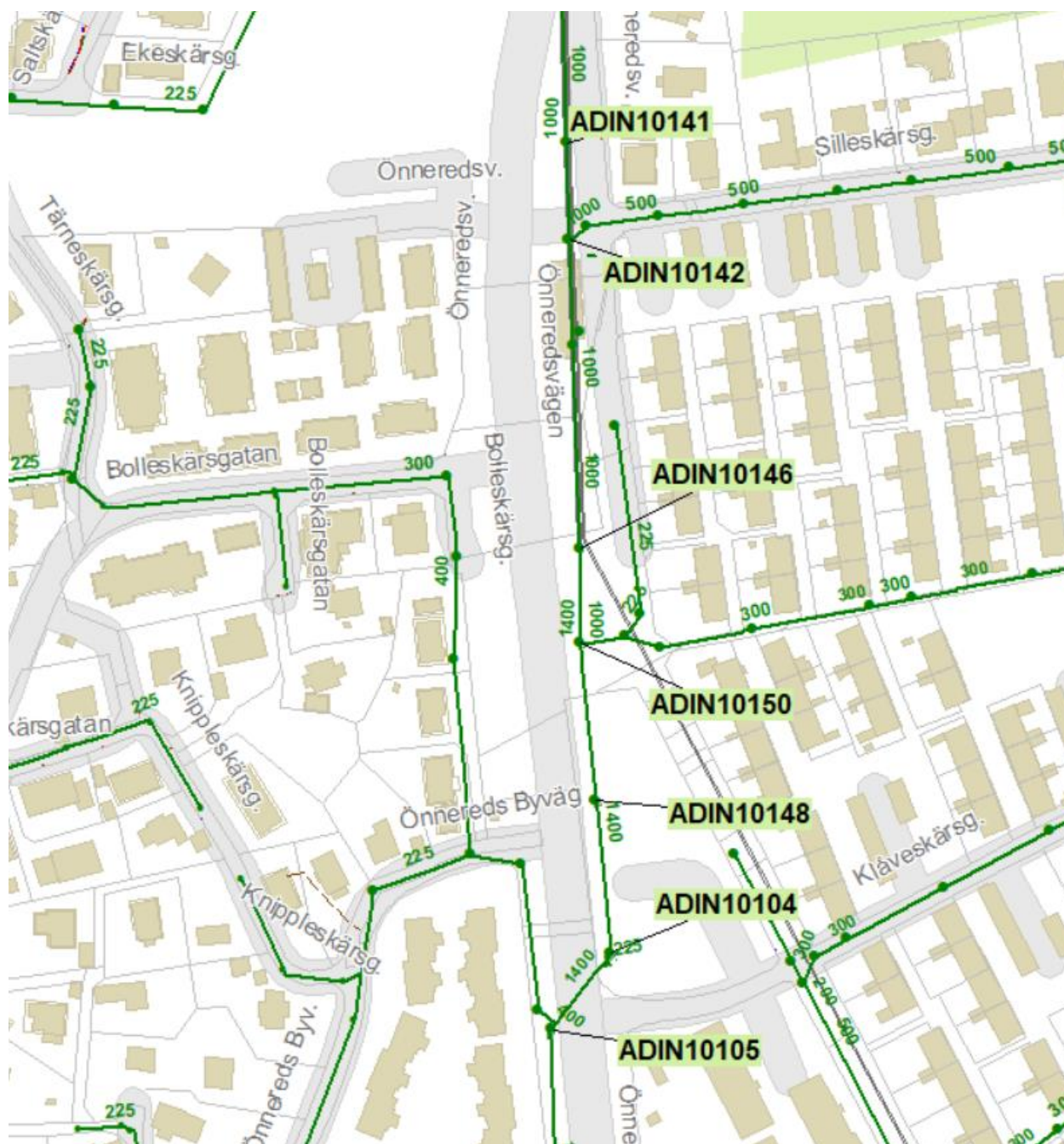
Link Water Level - 2-3-2006 15:15:00 GBG\_Södra\_20Y\_KF.PRF



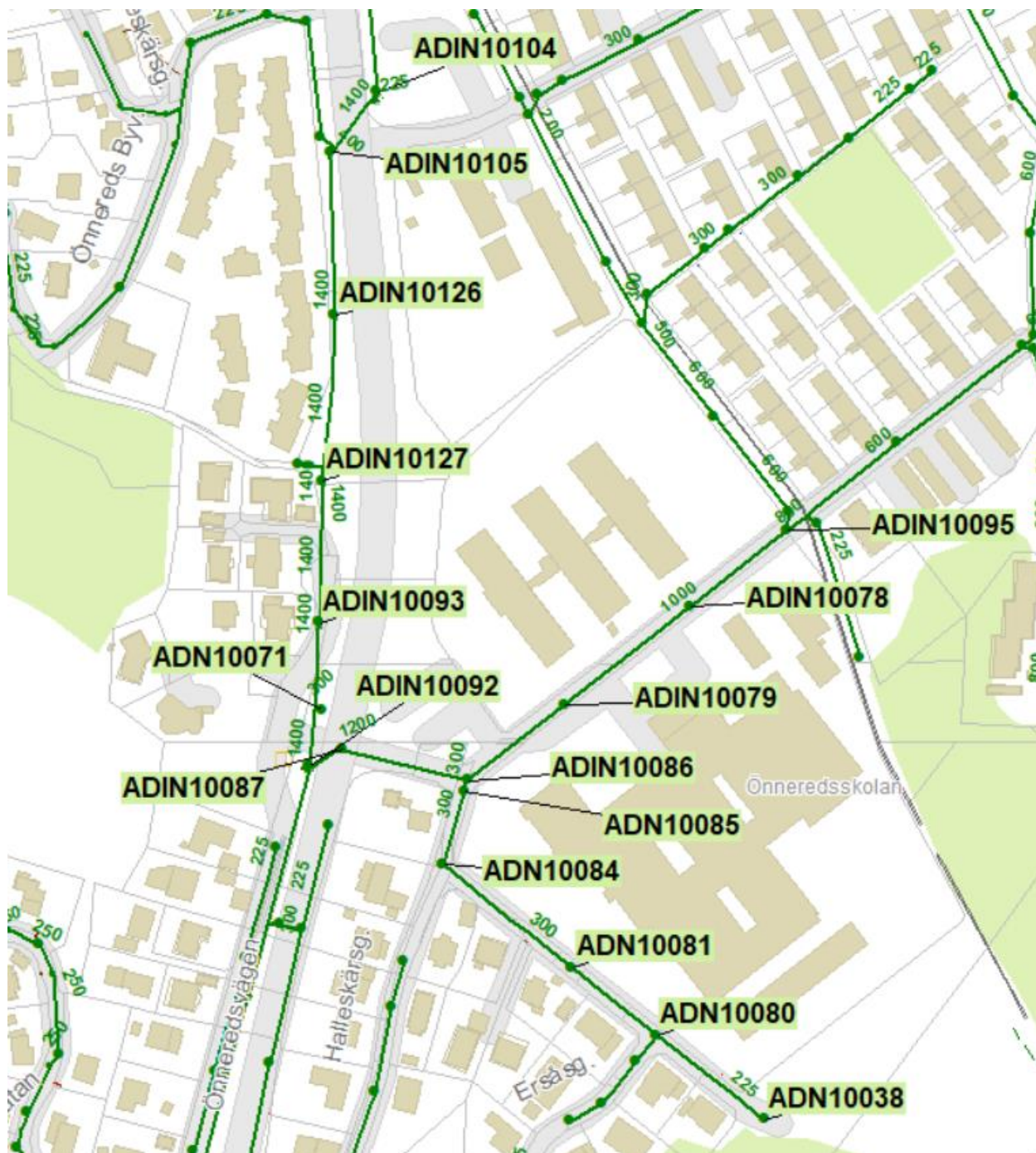
Figur B. Översvämning i dagvattensystem i norra delen med 20-årsregn och klimatfaktor 1,25.



*Figur C. Profil för huvudledning norr-söder.*



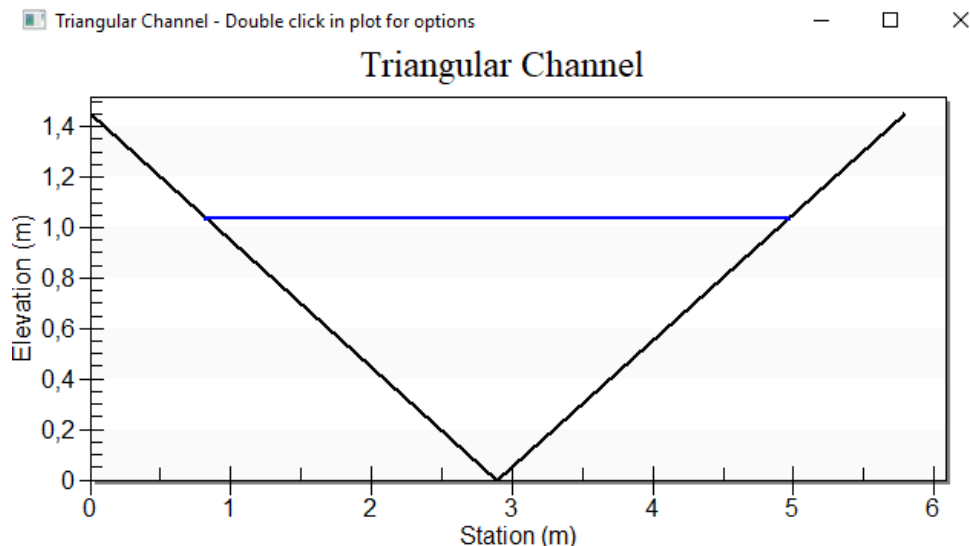
**Figur D.** Ledningskarta för mitten av planområdet. Dagvattenledningar och brunnar (med etiketter) samt ledningsdimensioner visas.



**Figur E.** Ledningskarta för södra delen av planområdet. Dagvattenledningar och brunnar (med etiketter) samt ledningsdimensioner visas.



## Bilaga 2. Dikegeometri



Figur F. Tvärsnitt av dike med triangelsektion (Källa: Hydraulic Toolbox).

Channel Analysis 2

Type: **Triangular** Define...

Side Slope 1 (Z1): 2.0 H : 1V  
Side Slope 2 (Z2): 2.0 H : 1V  
Channel Width (B): 0.0 (m)  
Pipe Diameter (D): 0.0 (m)  
Longitudinal Slope: 0.012 (m/m)

Override Default  
Manning's Roughness: 0.0500  
 Use Lining  
Lining Type: Woven Paper Net

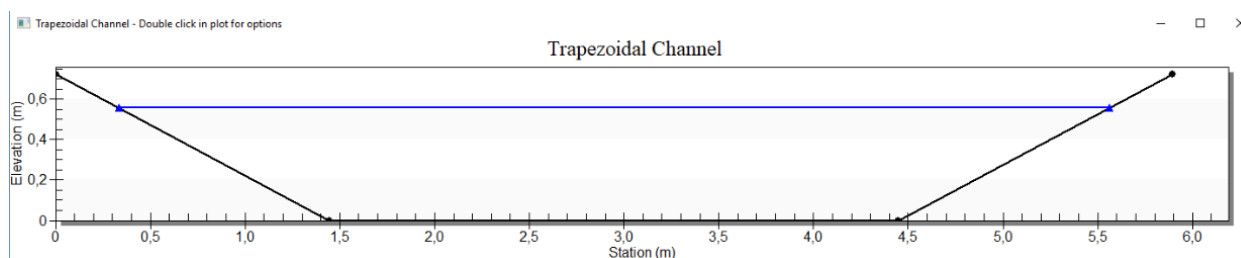
Enter Flow: 2.800 (cms)  
 Enter Depth: 1.034 (m)

Calculate

Plot... Compute Curves... OK Cancel

Parameter	Value	Unit
Flow	2.800	cms
Depth	1.034	m
Area of Flow	2.137	m <sup>2</sup>
Wetted Perimeter	4.623	m
Hydraulic Radius	0.462	m
Average Velocity	1.310	m/s
Top Width (T)	4.135	m
Froude Number	0.582	
Critical Depth	0.832	m
Critical Velocity	2.021	m/s
Critical Slope	0.03813	m/m
Critical Top Width	3.329	m
Calculated Max Shear Stress	121.600	N/m <sup>2</sup>
Calculated Avg Shear Stress	54.381	N/m <sup>2</sup>

Figur G. Parametrar av dike med triangelsektion (Källa: Hydraulic Toolbox).



Figur H. Tvärsektion av dike med parallelltrapetssektion (Källa: Hydraulic Toolbox).

Channel Analysis

Type: Trapezoidal [Define...]

Side Slope 1 (Z1): 2.0 H : 1V  
Side Slope 2 (Z2): 2.0 H : 1V  
Channel Width (B): 3.0 (m)  
Pipe Diameter (D): 0.0 (m)  
Longitudinal Slope: 0.012 (m/m)

Override Default  
Manning's Roughness: 0.0500  
 Use Lining  
Lining Type: Woven Paper Net

Enter Flow: 2.800 (cms)  
 Enter Depth: 0.556 (m)

Calculate

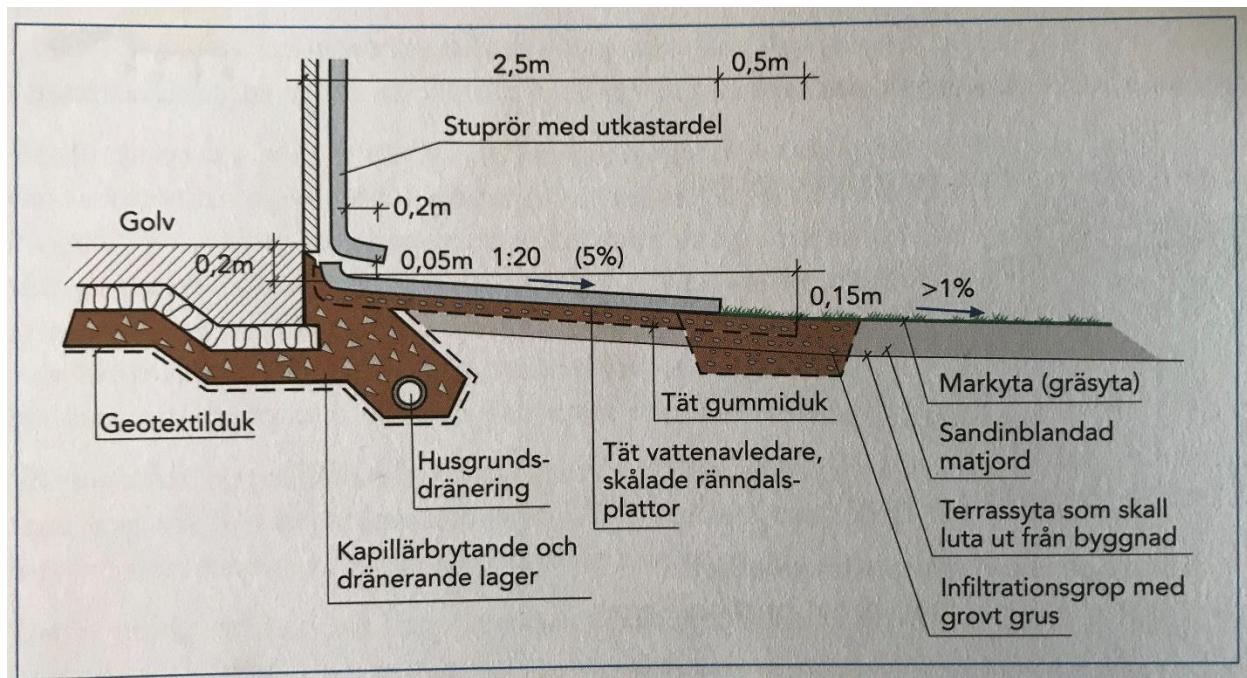
Plot... Compute Curves... OK Cancel

Parameter	Value	Unit
Flow	2.800	cms
Depth	0.556	m
Area of Flow	2.289	m <sup>2</sup>
Wetted Perimeter	5.489	m
Hydraulic Radius	0.417	m
Average Velocity	1.223	m/s
Top Width (T)	5.226	m
Froude Number	0.590	
Critical Depth	0.406	m
Critical Velocity	1.811	m/s
Critical Slope	0.03728	m/m
Critical Top Width	4.623	m
Calculated Max Shear Stress	65.459	N/m <sup>2</sup>
Calculated Avg Shear Stress	49.052	N/m <sup>2</sup>

Figur I. Parametrar av dike med parallelltrapetssektion (Källa: Hydraulic Toolbox).



## Bilaga 3. Topografianpassning



**Figur J.** Sektionsskiss på stuprörsutkastare med tät vattenavledare, tätskikt och marklutning (Källa: Figur 9.7; P105).