



Dagvatten- och skyfallsutredning

Ändring av detaljplan för Torslandaskolan inom stadsdelen Torslanda

2019-08-26



Göteborgs Stad

Dokumenttitel: Dagvatten- och skyfallsutredning

Underrubrik: Ändring av detaljplan för Torslandaskolan inom stadsdelen Torslanda

Datum: 2019-08-26

Diarienummer: 0393/17

Beställare: Göteborgs stad, Stadsbyggnadskontoret

Kontaktperson: Sirpa Antti-Hilli Stadsbyggnadskontoret

Projektledare: Didrik Almqvist, Kretslopp och vatten

Handläggare: Rita Marques, Suzie Béasse, Ramboll; Lina Ekholm, Kretslopp och vatten

Kvalitetsgranskare: Patrik Gliveson, Ramboll

Sammanfattning

Denna utredning har tagits fram för att utvärdera dagvatten- och skyfallsrelaterade frågor i samband med detaljplanearbetet för Torslandaskolan. Planen omfattar byggnation av en utökad skolverksamhet inom fastigheten Torslanda 96:1.

För att uppnå både reningskrav och stadens krav på fördröjning av 10 mm dagvatten per kvadratmeter hårdgjord yta föreslås dagvattenanläggningar i form av svackdike följt av ett fördröjningsmagasin samt regnbäddar. Minst 186 m³ dagvatten bör fördröjas inom området, ca 116 m³ inom västra delområdet och ca 70 m³ inom östra delområdet.

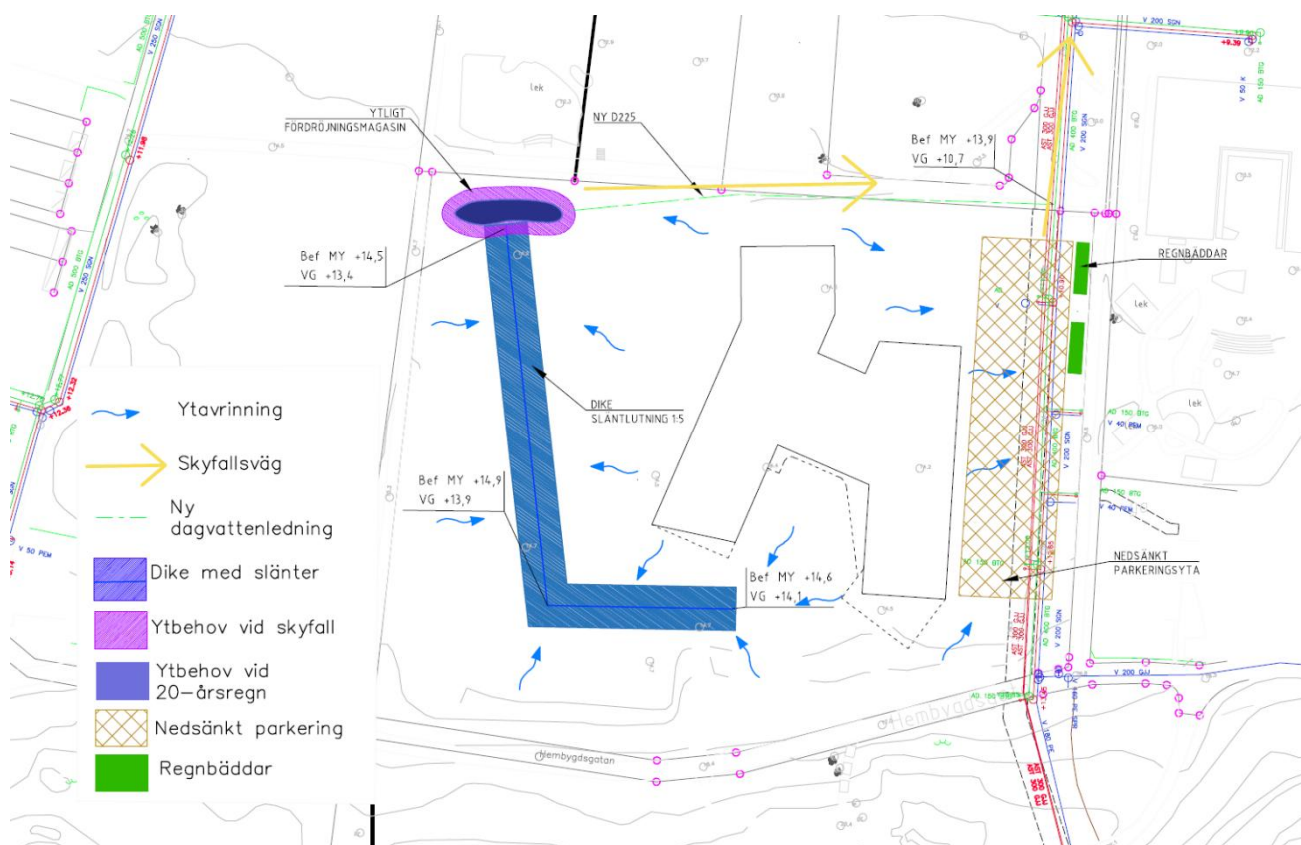
På det västra delavrinningsområdet föreslås att dagvattnet fördröjas och renas genom ett svackdike följt av ett ytligt fördröjningsmagasin. Marken ska höjdsättas så att den följer befintlig mark så långt det går. Dock ska markens nivå vid byggnaden höjas så att vattnet rinner från den och vidare till diket. Svackdiket och fördröjningsmagasinet föreslås placeras på den planerade grönytan. Fördröjningsmagasinet kopplas vidare till utsläppspunkten via en dagvattenledning. Fördröjningsmagasinet föreslås även användas för fördröjning vid skyfall och skulle därför dimensioneras för att rymma en volym på 310 m³. Eftersom en del parkeringsytor planeras till det östra delområdet, föreslås regnbäddar för fördröjning och rening av dagvatten. För att uppfylla reningskrav behövs totalt 75 m² regnbäddar anläggas. Parkeringsplatserna föreslås vara nedsänkta 10 cm för att kunna fördröja skyfallsvattnet som bräddar från regnbäddarna. Nedsänkning skapar ingen risk för att bilarna skadas. Regnbäddarna föreslås kopplas till det befintliga ledningsnätet som ligger öster om planområdet.

Föroreningsberäkningar visar att halter sjunker efter exploatering på det västra delområdet, på grund av en ökad grönyta. Å andra sidan förväntas att föroreningshalter ökar något på det östra delområdet. Med rening i de föreslagna dagvattenanläggningarna uppnås samtliga målvärden samt minskar föroreningsmängderna till värden under de befintliga. Detta innebär att planområdet inte försämrar möjligheterna att uppnå miljö kvalitetsnormerna för vatten.

Om planen genomförs innebär det att flödet minskar på det västra delområdet respektive ökar på det östra delområdet. Kapaciteten i dagvattenledningsnätet bedöms som god.

Dagvattnet från planområdet avleds inte till ett markavvattningsföretag.

Med de åtgärder som föreslås i denna rapport så klarar planen stadens riktlinjer för skyfallshantering.



Innehåll

1	Projektbeskrivning	5
1.1	Planförslag	6
2	Riktlinjer och styrande dokument.....	6
2.1	Funktionskrav på dagvattensystem	7
2.2	Fördröjningskrav.....	7
2.3	Miljökvalitetsnormer.....	8
2.4	Riktvärden och reningskrav	8
2.5	Skyfallssäkring och klimatanpassning	8
2.6	Rain Gothenburg.....	10
3	Förutsättningar.....	11
3.1	Tidigare utredningar och pågående projekt	11
3.2	Geoteknik, grundvatten och markmiljö.....	11
3.3	Avvattning och recipient	12
3.4	Skyfallssituation	14
4	Analys	16
4.1	Skyfallsanalys	16
4.2	Fördröjningsbehov av dagvatten	18
4.3	Föroreningsberäkning	19
5	Föreslagna åtgärder.....	22
5.1	Västra delavrinningsområde (1+2a+3).....	23
5.2	Östra delavrinningsområdet (2b)	23
5.3	Kostnads kalkyl	24
6	Slutsats och rekommendationer	25
7	Referenser	26

Bilaga 1

Beräkningar dimensionerande flöden och fördröjningsvolym

Bilaga 2

Tabeller från föroreningsmodellering

1 Projektbeskrivning

Kretslopp och vatten har fått i uppdrag av Stadsbyggnadskontoret att ta fram en dagvatten- och skyfallsutredning inför en ny detaljplan för en ny och utökad skolbyggnad för Torslandaskolan F-5 inom stadsdelen Torslanda. Området ligger i norra Torslanda, cirka 16 kilometer nordväst om Göteborgs centrum, och tillhör SDN Västra Hisingen. Området avgränsas av Hembygdsgatan i söder och Runskriftsgatan i öster samt av en lokalgata i norr (se Figur 2).



Figur 2. Orienteringskarta som visar planens lokalisering i staden samt ortofoto. Källa: orienteringskarta, Informationskartan Västra Götaland (hämtad: 2019-06-24); ortofoto, Planbeskrivning koncept 190618 – Stadsbyggnadskontoret, Göteborgs Stad.

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

1.1 Planförslag

Planområdet omfattar cirka 1,9 hektar och ägs av Göteborgs stad (se markerade yta i Figur 3). Idag är det hela ytan, inkl. marken som inte får bebyggas i gällande plan, ianspråktagen av lägre bebyggelse. I övrigt utförs större delen av området av hårdgjord yta.

Genomförande av detaljplanen innebär att nuvarande skolbebyggelse inom fastigheten ersätts med ny skolbyggnad. Ändring av detaljplan upprättas med anledning att utöka byggrätten inom fastighet 96:1 Torslanda. Detta för att möjliggöra utökad skolverksamhet för Torslandaskolan, men också för att möjliggöra för en förbättrad utemiljö/skolgård.



Figur 3. Gällande detaljplan med planområdesgräns (rödmarkerad ytan). Hämtad från plankarta, Ändring av till detaljplan II-3301 för Torslandaskolan inom stadsdelen Torslanda - Koncept 190701, Stadsbyggnadskontoret, Göteborgs Stad.

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* (Svenskt vatten, 2016). I och med denna publikation ökar funktionskraven (säkerheten) i det allmänna dagvattensystemet jämfört med tidigare. Enligt P110 ska även tillkommande dagvattensystem (=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.

	VA-huvudmannens ansvar		Kommunens ansvar
	Återkomsttid för regn vid fylld ledning	Återkomsttid för trycklinje i marknivå	Återkomsttid för marköversvämning med skador på byggnader
Nya duplikatsystem			
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

För aktuellt planområde som bedöms motsvara en *tät bostadsbebyggelse* ska således dagvattensystemen 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 områden och nedströms tillkommande system är Kretslopp och vattens bedömning att funktionskraven enligt den tidigare publikationen P90 *Dimensionering av allmänna avloppsledningar* (2004) ska vara uppfyllda.

2.2 Fördröjningskrav

Göteborgs stad ställer krav 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. Syftet med fördröjningslösningar är i första hand för att jämna ut belastningen på ledningsnätet och i recipienter. Det ger även möjlighet för dagvattnet att renas genom infiltration eller sedimentering innan vattnet når recipienten.

På allmän plats ska fördröjning eftersträvas så att kapaciteten i ledningsnätet inte överskrids vid dimensionerande regn alternativt att befintligt flöde inte överskrids. Om dagvattnet från utredningsområdet avleds till ett dikningsföretag kan det finnas bestämmelser som reglerar hur mycket dagvatten som får avledas dit och följaktligen hur mycket som måste fördröjas från utredningsområdet. I detta fall ska nödvändig fördröjning eftersträvas på allmän plats.

Fördröjning ska även ske med hänsyn till ledningsnätets kapacitet för dimensionerande regn enligt bilaga 10.6 i P110.

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.

En lämplig dagvattenhantering med fokus på reningslösningar kan reducera fysikalisk-kemiska föroreningar, som näringsämnen, turbiditet och pH, samt kemiska miljögifter, som metaller och TBT, som påverkar vattenförekomstens ekologiska respektive kemiska vattenstatus.

2.4 Riktvärden och reningskrav

Dagvatten förorenas av bl.a. utsläpp från trafik, byggnadsmaterial och luftburna föroreningar. Dagvatten från parkeringsytor, industriområden och högt trafikerade 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* (2017-03-02) där bl.a. styrande målvärden och riktvärden anges beroende av recipientens känslighet. Varje fastighet ska kunna visa att reningskraven följs.

2.5 Skyfallssäkring och klimatanpassning

Skyfall är ett ovanligt 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 vara klimatanpassat efter 100-årsregn, d.v.s. ett regn med 100 års återkomsttid.

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

Det tematiska tillägget syftar till att få stadens samlade uppfattning politiskt beslutad utifrån följande punkter:

- Ny bebyggelse ska säkras mot översvämning via planläggning. Se Tabell 2
 - o I första hand ska det ske genom byggande på säker nivå, avsteg från detta ska motiveras
 - o I andra hand genom tekniska skydd

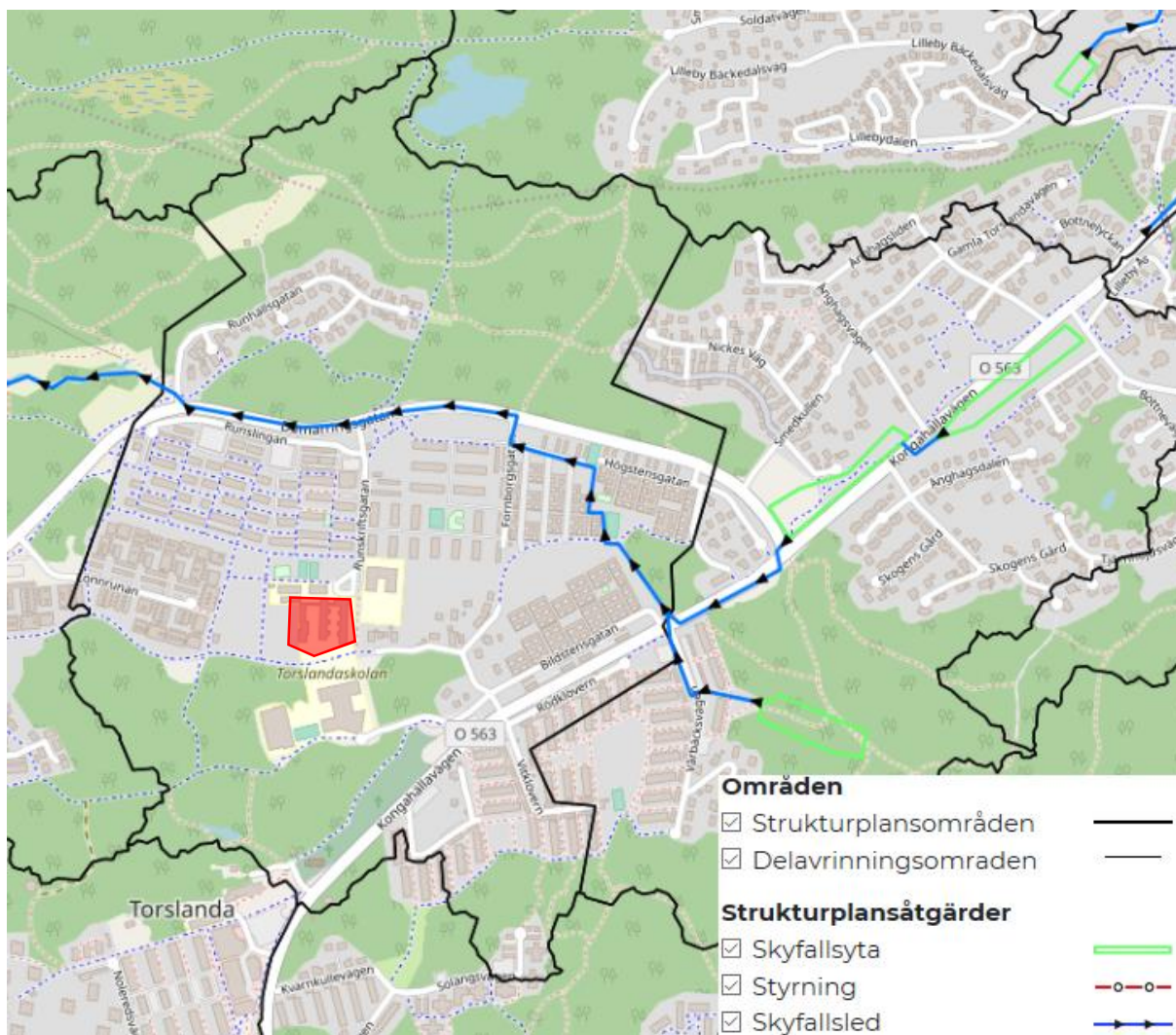
- I egenskap av staden som fastighetsägare och verksamhetsutövare ska samhällsviktiga anläggningar, högprioriterade stråk och utrymningsvägar skyddas

I Tabell 2 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 2 Underlag för föreslagna planeringsnivåer vid dimensionerade händelser för att minska översvämningsrisk (Göteborgs Stad, Stadsbyggnadskontoret, 2019). Angivna höjder i tabellen är relativa höjder. Relevant höjdsättning för denna detaljplan är markerad.

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 - nyläggning högprioriterade vägnät stråk och utrymningsvägar	Max djup 0,2 meter		

I staden drivs ett långsiktigt arbete för att minska stadens sårbarhet mot översvämningar orsakade av extrema väderhändelser. Som ett led i klimatsäkringsarbetet har Göteborg stad tagit fram ett geografiskt planeringsunderlag, även kallade strukturplan för översvämningar. Metoden beskrivs i *Strukturplan för hantering av översvämningsrisker - Metodbeskrivning* (Göteborgs Stad, Kretslopp och vatten, 2018). Planområdet ligger inom ett delavrinningsområde som ingår i strukturplansområde för Torslanda. Inga strukturplansåtgärder är utpekade inom planområde, dock norr om planområdet ska finnas en skyfallsled som fortsätter i Madbäcken och mynnar i Björköfjorden (se Figur 4). Detaljplanen får därför ej försämma förutsättningarna för genomförandet av utpekade strukturplansåtgärder.



Figur 4. Översikt strukturplansåtgärder för området med planområdet markerat i rött. Källa: Vatten i staden, Göteborgs stad 2019-09-11.

2.6 Rain Gothenburg

Jubileumssatsningen Rain Gothenburg ingår i Göteborgs Stads fyrahundraårsfirande 2021. Det regnar i snitt var tredje dag i Göteborg, och med klimatförändringen 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. Dagens sätt att ta hand om vattnet med dagvattenbrunnar räcker inte utan behöver förnyas. (Göteborgs Stad, 2018).

3 Förutsättningar

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

3.1 Tidigare utredningar och pågående projekt

Inga tidigare dagvattenutredningar är genomförda för aktuellt detaljplanområde. Det finns två geotekniska utredningar utförda för området (Tellstedt 2016-01-26, Ramboll 2019-03-06) samt en markmiljöutredning (Relement 2019-02-28).

Inget utredningar som berör planen pågår parallellt med dagvatten- och skyfallsutredningen.

3.2 Geoteknik, grundvatten och markmiljö

Det aktuella området är näst intill plant med undantag för fastmarkspartiet i söder. Uppmätta marknivåer varierar mellan ca +14 och +15 (*PM Geoteknik Torslandaskolan F-5 – Geoteknisk undersökning*, Ramboll 2019-03-06).

Marken inom området utgörs av ett tunt ytlager av asfalt eller grus överst av ett lager fyllning som består huvudsakligen av grus, silt och sand (0,3–0,8 m). Fyllningen underlagras av stundtals siltig torrskorplera (0,7–1,6 m), som i sin tur underlagras av lera (2–16,5 m). Mellan 4–15 m djup under markytan kan leran klassas som kvicklera. Leran bedöms vila på friktionsjord ovan berg (Ramboll 2019-03-06).

Infiltrationsförmågan i området antas vara mycket begränsade eftersom grundlagret i marken består av lera.

Fria vattenytor har noterats på ca 1–2,5 m djup, dock varierar grundvattenytan med årstid och nederbörd.

Enligt utförd geoteknisk undersökningen (Ramboll 2019-03-06) har inga sättningsskador observerats på befintliga byggnader. Dock är kvickleran i området mycket störningskänslig och kan vid störning tappa nästan hela sin hållfasthet samt orsaka stora sättningar.

Enligt markmiljöundersökningen ligger föroreningshalter i marken under eller i nivå med KM och de smärre haltförhöjningar som finns beror främst på naturliga förekomster av grundämnen i lera och berg.

3.3 Avvattning och recipient

Dagvattnet från området avleds via kommunala dagvattenledningar som mynnar ut i Madbäcken som ligger ca 400 m nordväst om planområdet (Figur 5). Madbäcken klassas enligt Göteborgs stads Reningskrav för dagvatten (2017-03-02) som mindre känslig recipient. Väster om planområdet finns en gräsyta med ett dike som visas i Figur 6 och med en blå linje i Figur 5.

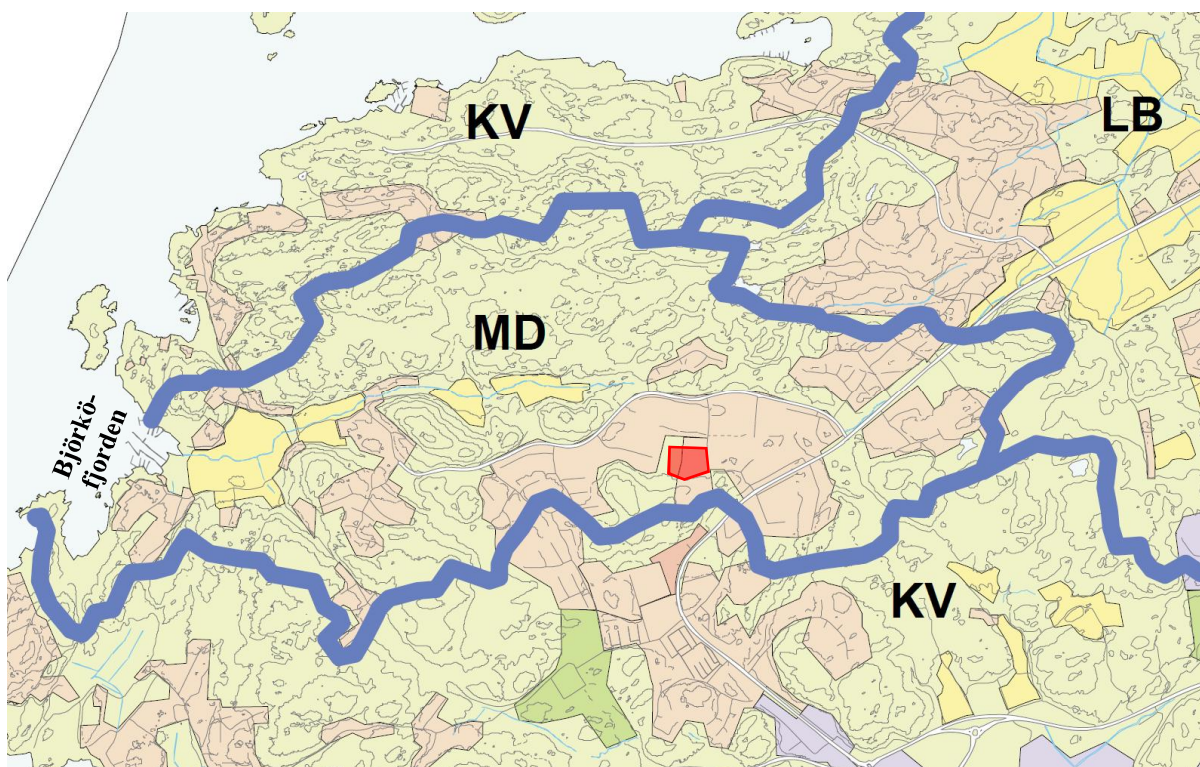


Figur 5. Befintligt spillvatten- och dagvattensystem inom området. Planområdesgräns markerad med svartsträkt linje, diket visas i blå.



Figur 6. Diket i åkern väster om planområdet.

Planområdet ligger inom avrinningsområdet för Madbäcken. Avrinningsområdets utbredning framgår av Figur 7.



Figur 7. Madbäckens (MD) avrinningsområde utbredning samt planområdet markerat i rött (källa: Stadsbyggnadskontoret, VA-verket, Göteborg, oktober 2002).

3.3.1 Dikningsföretag

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

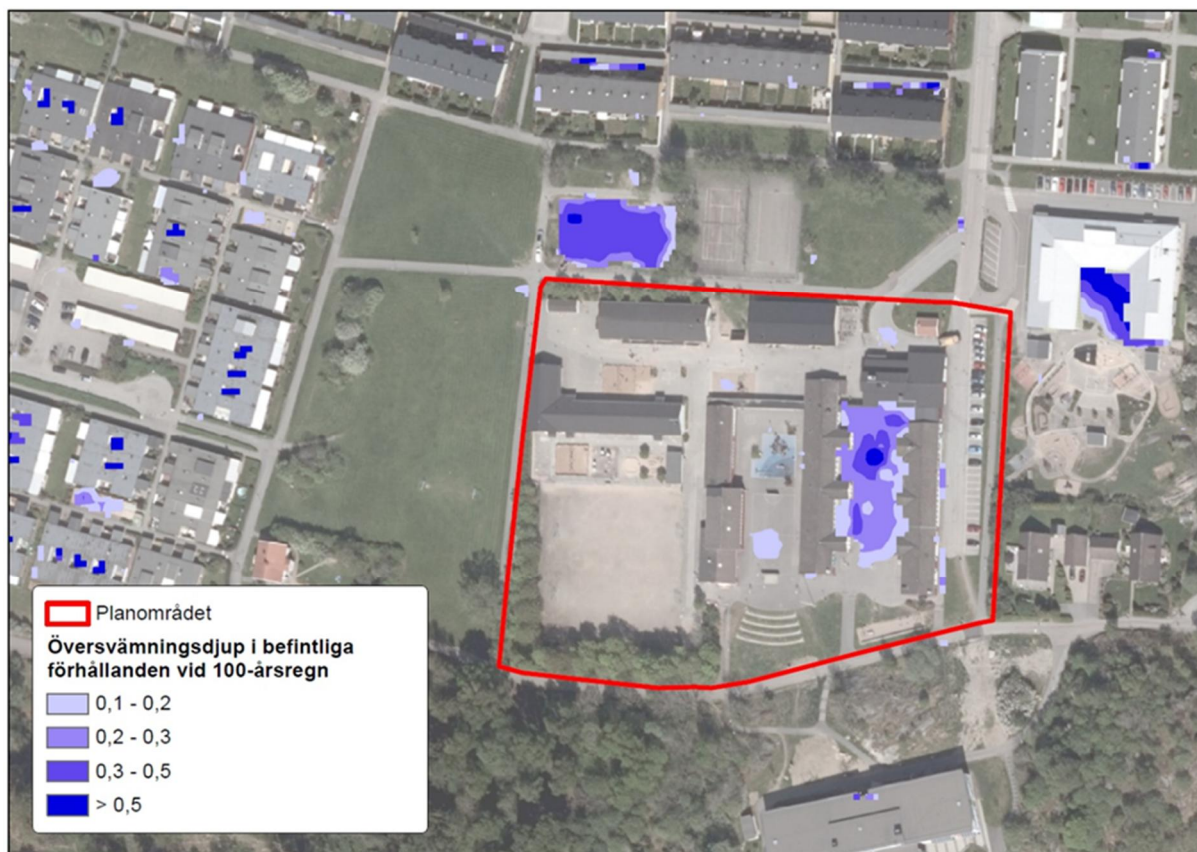
3.3.2 Fastställd miljökvalitetsnorm

Madbäcken är inte klassad enligt miljökvalitetsnormer (MKN). Dock mynnar Madbäcken västerut i Björköfjorden som i sin tur är klassad enligt MKN. Björköfjorden har problem med höga halter bromerade difenyletrar (PBDE), kvicksilver och kvicksilverföreningar samt tributyltenn (TBT) föreningar (VISS, 2017). År 2019 hade Björköfjorden *ej god* kemisk status och den ekologiska statusen klassades som *god*.

Gränsvärdena för PBDE samt kvicksilver överskrider i alla Sveriges undersökta ytvattenförekomster och i dagsläget saknas tekniska förutsättningar att åtgärda det. De nuvarande halterna (december 2015) brukar dock inte få öka. Överskridande halterna TBT har hittats på sediment vilket gör att statusklassningen har låg tillförlitlighet och därför behöver föroreningsgraden i övriga delar av vattenförekomsten samt källor till TBT utredas ytterligare. Inga kvalitetskrav är därför fastställda för denna recipient.

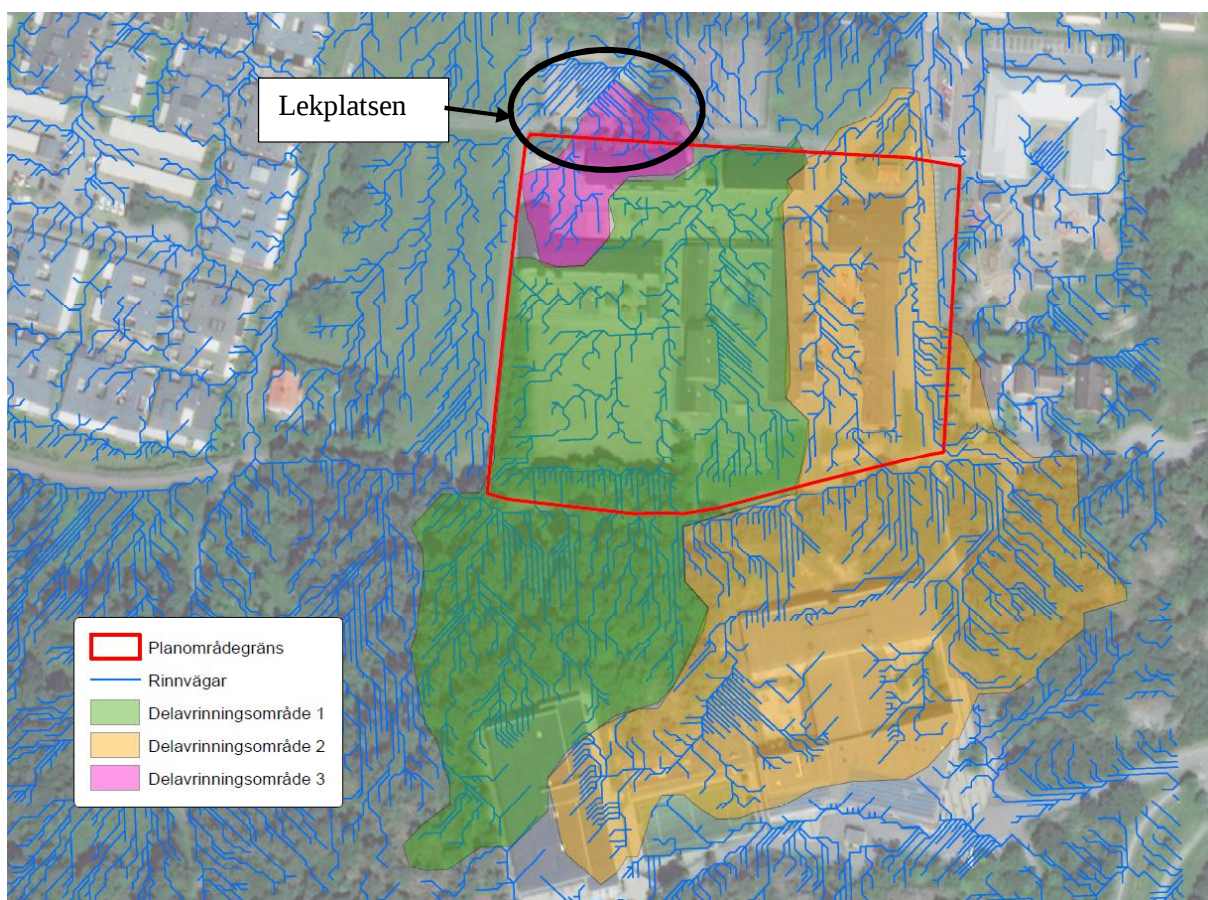
3.4 Skyfallssituation

Resultat av skyfallsberäkning av befintlig situation visas i Figur 8 . Resultat har tagits fram med SCALGO Live beräkningsverktyg, se kapitel 4.1. Resultat visar på ytlig avrinning vid 6 timmars regn med 100 års återkomsttid och 1,25 klimatfaktor.



Figur 8. Översvämningsdjup vid befintliga förhållanden vid ett 100-årsregn med 1,25 klimatfaktor, framtaget med SCALGO. Planområdet markerat i rött

I befintliga förhållanden kan avrinningsområdet delas i tre delavrinningsområden, som visas i Figur 9.



Figur 9. Delavrinningsområden och rinnvägar i planområdet

Det första delavrinningsområdet som visas i grönt ligger mitt i området och är 2,2 ha stort, varav 0,9 ha ligger utanför planområdet. Vattnet rinner mellan byggnader till en gräsmatta som ligger norr om planområdet, öster om tennisplanerna och sedan till Rundskriftsgatan.

Det andra som visas i orange ligger i östra delen av området och är 2,5 ha stort, varav 1,68 ha ligger utanför planområdet. En del av vattnet samlas mellan de två byggnaderna i den östra delen av planområdet medan resten rinner till Rundskriftsgatan norr om området.

Det sista som visas i rosa ligger i den nordvästra delen av planområdet och är 0,2 ha stort. Det avvattnas till en nedsänkt lekplats som ligger norr om planområdet och väster om tennisplanerna. Dessutom ligger en stor skyfallsväg precis på nordvästra kanten av planområdet som avvattnar skogen, åkern, och en del fastigheter väster om området. Den stora skyfallsvägen leder också till den nedsänkta lekplatsen.

Området planeras luta från syd till norr med en skyfallsväg som ska leda vattnet från planområdet till den nedsänkta lekplatsen norr om området.

4 Analys

Vid planförslaget minskar antalet hårdgjorda ytor inom planområdet, vilket leder till att planförslaget påverkar både dagvatten och skyfall positivt inom området.

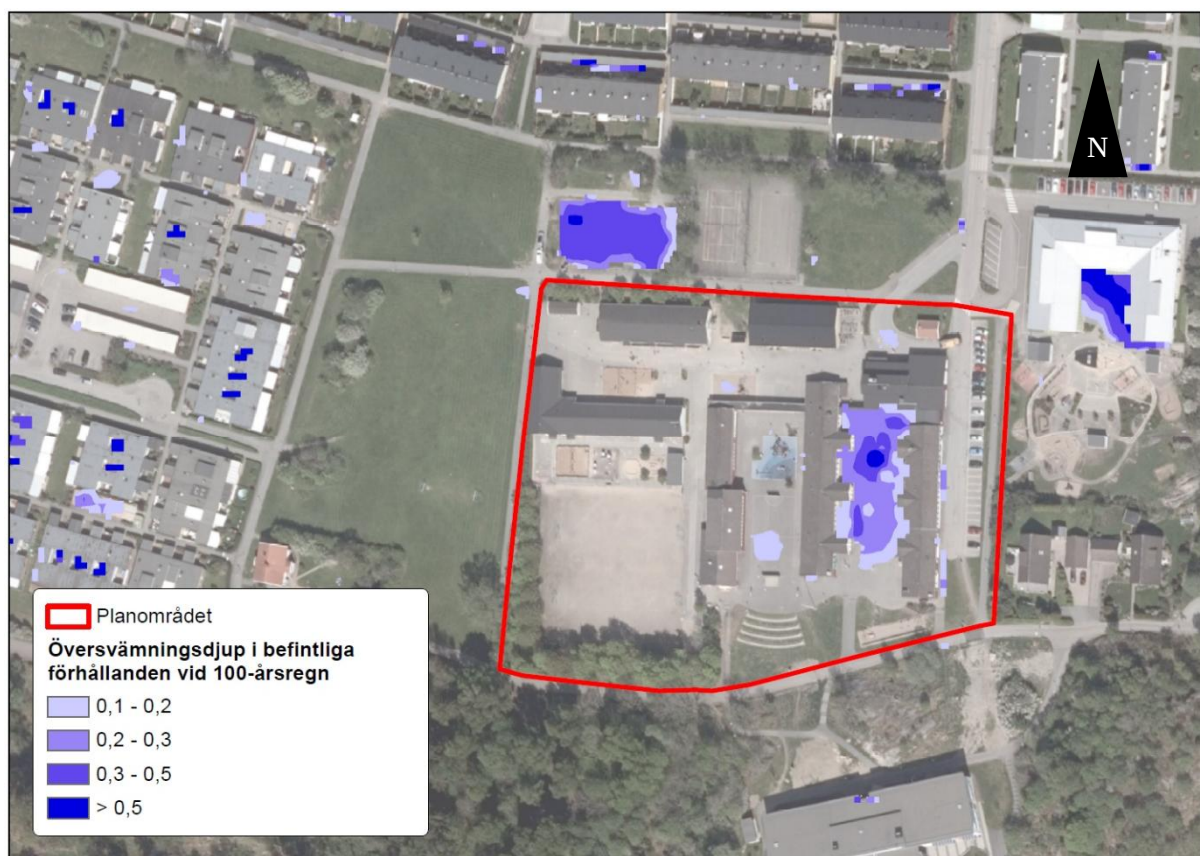
4.1 Skyfallsanalys

Skyfall har modellerats översiktligt med SCALGO Live. SCALGO Live är ett webbaserat beräkningsverktyg som används för att kartlägga, förstå och förebygga översvämningar. Verktögets terrängmodell baseras på den nationella höjdmodellen från Lantmäteriet med en upplösning på 2x2 m. Programmet används med fördel i tidiga skeden för att göra översiktliga analyser av rinnvägar, lågpunkter och potentiellt översvämningsskänliga områden i samband med skyfall. En begränsning i programmet är att det inte tar hänsyn till någon tidsaspekt. Dessutom är ledningsnät inte med i SCALGO beräkningar heller.

Två scenarier har utretts och jämförts vid ett 100-årsregn med 6 timmar varaktighet, befintlig situation och framtida situation. Vid framtida förhållanden har terrängmodellen utgått ifrån befintliga höjder, eftersom höjdsättning för område är inte färdig ännu.

Först har översvämning i befintlig situationen beräknats vid 100-årsregn utan klimatfaktor.

Resultatbild med översvämningdjup visas i Figur 10. Då blir totala vattenvolymer av 370 m³ stående i planområdet.



Figur 10. Översvämningdjup vid befintliga förhållanden vid ett 100-årsregn, framtaget med SCALGO

Framtida höjdsättning inom planområdet är inte ännu färdig och då har framtida förhållanden studerats genom att lägga till planerad bebyggelse på befintlig mark. Översvämningdjupet på befintlig mark med framtida byggnader visas i Figur 11 så väl som skyfallsvägar.



Figur 11. Översvämningsdjup på befintlig mark utan byggnader och med planerad byggnad.

Skyfallsvägen som i befintliga förhållanden leder till lekplatsen nordväst om området inte finns längre vid framtida förhållanden. Då leder alla skyfallsvägar till nordöstra hörnet av planområdet.

Vattenvolym stående i området blir 170 m³ vid befintlig mark med planerad bebyggelse. I detta fall samlas vattnet söder om planerad byggnad. Då måste det området dräneras så att vattnet rinner ut från huset och fördröjs längre från byggnaden innan det släpps vidare. Markhöjdsättningen bör beaktas noga för att undvika vattenackumulering längs byggnaden. Åtgärdsförslag redovisas vidare i kapitel 5.

Stående vattenvolymer inom planområdet för de olika scenarier visas i Tabell 3.

Tabell 3. Vattenvolymer inom planområdet

Scenario	Vattenvolym inom planområde (m ³)
Befintlig situation	370
Befintlig mark med planerad byggnad	170

Eftersom 370 m³ fördröjs inom planområdet vid befintliga förhållanden måste samma volym fördröjas vid framtida förhållanden så att situation inte försämras vid framtida läge.

4.1.1 Identifierade riskområden

Enligt skyfallsanalysen samlas vattnet söder om det planerade huset. Enligt kraven i TTÖP måste det finnas 0,2 meter marginal från översvämningsytan till färdigt golv. Då måste området höjdsättas så att vattnet rinner av bort från huset.

Skyfall påverkar inte framkomlighet till planområdet enligt modelleringsresultatet som visas i Figur 11.

4.2 Fördröjningsbehov av dagvatten

Den framtida exploaterade marken inom planområdet utgörs endast av kvartersmark. För befintligt flöde har tre delavrinningsområden identifierats (se Figur 9). Efter exploatering kommer delområden 1, 3 samt västra delen av delområde 2 att bli ett delavrinningsområde, med samma utloppspunkt; östra delen av delområde 2 blir det andra delavrinningsområdet (se vidare i Figur 1 i Bilaga 1).

För beräkning av befintligt dagvattenflöde har återkomsttider på 5 respektive 20 år valts, enligt P110. Dimensionerande regnvaraktighet är 30 min för delavrinningsområde 1+2a+3 respektive 10 min för delavrinningsområde 2b. Beräknade regnintensiteter redovisas i bilaga 1 kapitel 1.2

Den reducerade arean beräknades genom att multiplicera arean för varje delområde med avrinningskoefficienten för det delområdet. I Tabell 4 redovisas den totala beräknade reducerade arean för varje delavrinningsområde, före och efter exploatering. Markanvändningsfördelning samt respektive avrinningskoefficient redovisas i bilaga 1.

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

Delområde	Area före [m ²]	Area efter [m ²]	Reducerad area före [m ²]	Reducerad area efter [m ²]
Delområde 1+2a+3	34 150	34 150	14 610	13 460
Delområde 2b	15 040	15 040	6980	7650
Totalt	49 190	49 190	21 590	21 110

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

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

Vid befintliga förhållanden blir det dimensionerande flödet för delavrinningsområde 1+2a+3 respektive 2b enligt ekvation ovan 361 l/s respektive 200 l/s, vid ett 20-årsregn.

Vid framtida förhållanden blir det dimensionerande flödet för delavrinningsområde 1+2a+3 respektive 2b enligt ekvation ovan 245 l/s respektive 274 l/s, vid ett 20-årsregn och klimatfaktor på 1,25. Inom delområde 1+2a+3 förväntas andelen gröna ytor öka efter exploatering jämfört med befintliga förhållanden. Detta innebär att flödet efter exploatering minskar med ca 120 l/s, vid ett 20-årsregn, jämfört med befintligt flöde. Inom delområde 2b förväntas andelen hårdgjord yta öka efter exploatering, vilket innebär att flödet ökar med ca 74 l/s jämfört med befintligt flöde vid ett 20-årsregn.

En reducerad area på hårdgjorda ytor om 18 580 m² innebär att ca 186 m³ dagvatten behöver fördröjas inom fastigheten, 116 m³ inom delområde 1+2a+3 respektive 70 m³ inom delområde 2b. Utöver detta ska översvämningssyta för 370 m³ skyfall finnas på plats.

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

4.3 Föroreningsberäkning

Enligt Göteborgs stads klassning av markanvändning, klassas området för förskolan som en medelbelastad yta (skola/förskola). Recipienten Madbäcken är klassad som mindre känslig. I enlighet med Göteborgs stads reningskrav krävs därför att dagvattnet genomgår enklare rening innan det når recipienten, se Tabell 5.

Tabell 5. Matris för dagvattenrening. Blå celler markerar de fall som behöver anmälas till miljöförvaltningen. Avstämt med miljöförvaltningen 161027.

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

Markanvändning inom planområdet vid befintliga förhållanden har klassats enligt StormTac som skolområde. Vid exploatering har markanvändning inom planområdet delats upp i grönyta, parkering och skolområde, se Figur 12.



Figur 12. Markanvändning efter exploatering vid föroreningsberäkningar. Röda strecken visar vattendelaren som skiljer de två delområden.

Tabell 6 visar föroreningshalter före och efter exploatering samt med reningsåtgärder.

Före exploatering överstiger halten fosfor (P), zink (Zn), kadmium (Cd) samt TBT respektive målvärde. Efter exploatering överstiger halten fosfor (P), zink (Zn) samt TBT i delområde 1+2a+3, respektive fosfor (P), bly (Pb), koppar (Cu), zink (Zn), kadmium (Cd), susp. material (SS) samt TBT i delområde 2b. Samtliga målvärden uppnås efter rening.

Med avseende på miljökvalitetsnormerna görs bedömningen att planen inte kommer påverka statusen för Björköfjorden negativt. Denna bedömning grundar sig i att totalhalterna som släpps ut per år minskar (se Tabell 6).

Föroreningsmängderna före och efter exploatering samt efter rening redovisas i Tabell 7. Mängderna föroreningar förväntas minska till värden under befintliga förhållanden om dagvattnet renas i de föreslagna anläggningarna.

Tabell 6. Föroreningshalter (dagvatten+basflöde) efter rening (ug/l). Jämförelse mot riktvärde där gråmarkerade celler visar överskridande av riktvärde.

	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
Delområde 1+2a+3														
Före exploatering	240	1500	11	22	81	0.52	9.2	7.8	0.025	55000	540	0.038	0.0018	16000
Efter exploatering	200	1400	8.4	18	61	0.39	6.7	5.7	0.019	43000	400	0.027	0.0017	12000
Efter rening	150	950	3.4	9.2	26	0.20	3.2	3.1	0.017	20000	90	0.012	0.00092	6800
Delområde 2b														
Före exploatering	240	1500	11	22	81	0.52	9.2	7.8	0.025	55000	540	0.038	0.0018	16000
Efter exploatering	200	1800	17	28	100	0.48	11	10	0.044	84000	610	0.045	0.0018	17000
Efter rening	110	1200	4.1	15	25	0.089	5.5	2.0	0.023	25000	240	0.0089	0.00096	9100
Riktvärde	150	2500	14	22	60	0.40	15	40	0.050	60000	1000	0.050	0.0010	20000

Tabell 7. Föroreningsmängder från planområdet (kg/år).

	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	Hg	SS	Oil	BaP	TBT	TOC
	kg/år	kg/år	kg/år	kg/år	kg/år	kg/år	kg/år	kg/år	kg/år	kg/år	kg/år	kg/år	kg/år	kg/år
Delavrinningsområde 1+2a+3														
Före exploatering	1.8	12	0.087	0.17	0.63	0.0040	0.071	0.060	0.00019	420	4.1	0.00029	0.000014	120
Efter exploatering	1.2	8.5	0.052	0.11	0.38	0.0024	0.041	0.035	0.00012	270	2.5	0.00017	0.000010	76
Efter rening	0.93	5.9	0.021	0.057	0.16	0.0012	0.020	0.019	0.00010	130	0.56	0.000076	0.0000057	42
Delavrinningsområde 2b														
Före exploatering	0.65	4.2	0.031	0.059	0.22	0.0014	0.025	0.021	0.000068	150	1.5	0.00010	0.0000048	42
Efter exploatering	0.60	5.5	0.053	0.084	0.31	0.0015	0.033	0.031	0.00013	260	1.9	0.00014	0.0000056	53
Efter rening	0.34	3.7	0.013	0.044	0.075	0.00027	0.017	0.0062	0.000070	75	0.73	0.000027	0.0000029	28

Vid föroreningsmodellering har använts svackdike som reningsanläggning för delområde 1+2a+3, respektive biofilter som reningsanläggning för delområde 2b. I Tabell 8 redovisas det nödvändiga ytanspråk för att rena dagvattnet inom området till de värdena i Tabell 6 och Tabell 7.

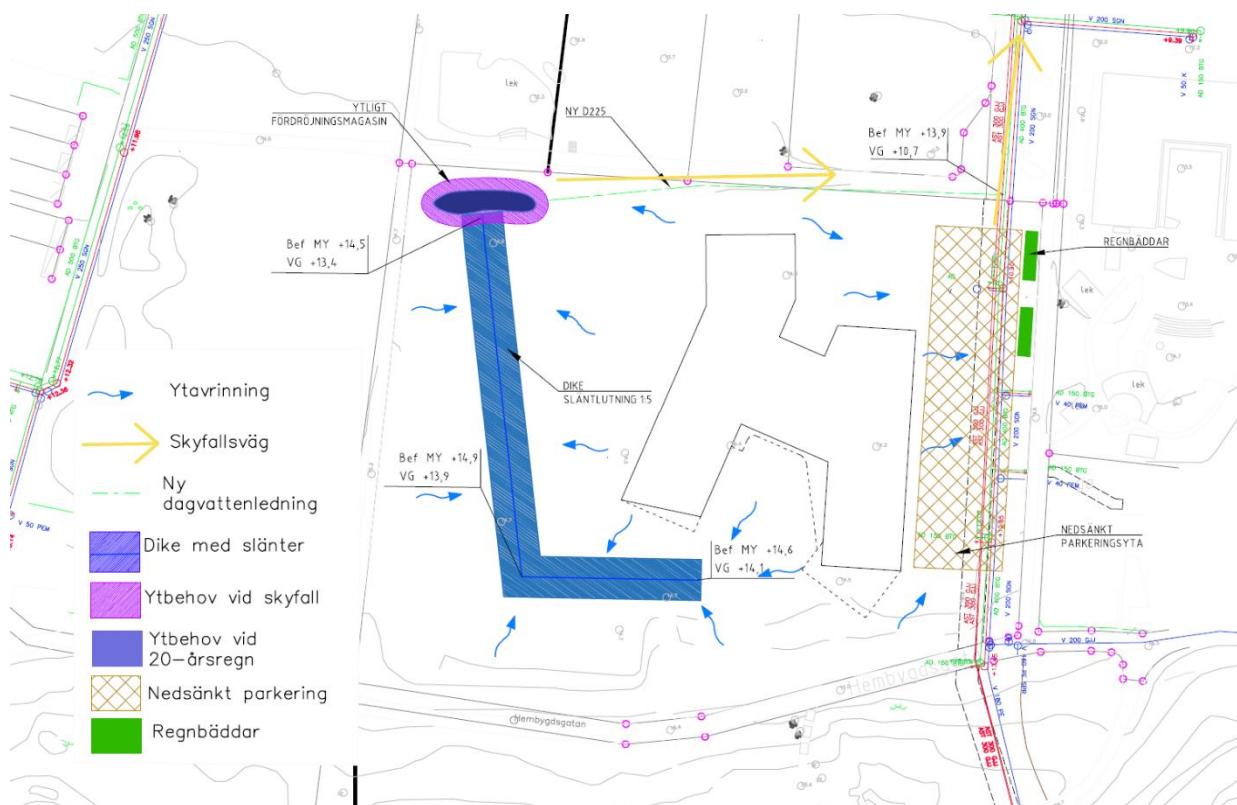
Tabell 8. Reningsanläggning samt respektive ytanspråk från StormTac.

Delområde	Reningsanläggning	Ytanspråk m ²
Delområde 1+2a+3	Svackdike	340
Delområde 2b	Biofilter	72

Tabellerna från föroreningsmodelleringen redovisas i bilaga 2.

5 Föreslagna åtgärder

Översiktlig princip för dagvatten- och skyfalls-hantering inom planområdet visas i Figur 13. Planområdet delas i två delavrinningsområden och vattendelare visas i lila i Figur 13. Blå pilar visar riktningen för ytavrinning, samt gula pilar visar skyfallsvägar. Ytanspråk för fördröjningsvolymen inom västra delavrinningsområde visas i mörkblå för ett 20-årsregn och i lila för ett 100-årsregn om fluktueringnivå är 1 m. Ett avskrandande stråk i form av ett dike leder vattnet till dammen. Diket visas i blå medan streckade blåa områden visar slänterna.



Figur 13. Översiktlig princip för dagvatten och skyfall hantering inom planområdet. Blå pilar visar riktningen för ytavrinning, samt gula pilar visar skyfallsvägar. Ytanspråk för fördröjningsvolymen inom västra delavrinningsområde visas i

mörkblå för ett 20-årsregn och i lila för ett 100-årsregn om fluktueringarnivå är 1m. Ett avskärande stråk i form av ett dike leder vattnet till dammen. Diket visas i blå medan streckade blåa områden visar slänter. Gult hackat område visar nedsänkta parkeringsytor. Regnbäddar visas i grön.

5.1 Västra delavrinningsområde (1+2a+3)

Principen för dagvatten- och skyfallshantering i det västra delavrinningsområdet (del 1+2a+3) föreslås vara att vattnet leds via ett dike till ett fördröjningsmagasin i det sydvästra hörnet av planområdet.

Diket är ganska grunt (0,5 m till 1 m djup vid befintlig mark) och har en 5‰ bottenslutning för att kunna leda vattnet med självfall. Ytanspråk som behövs för diket vid 1:5 släntlutning är ungefär 1400m² och visas i Figur 13.

Marken höjdsätts så att den följer befintlig mark så långt det går. Förändring av markens nivå behövs dock vid byggnaden så att vattnet inte rinner emot den utan ut från den och vidare till diket. Föreslagen översiktlig höjdsättning redovisas genom flödespilarna i Figur 13.

Fördröjningsmagasinet föreslås vara ytligt, till exempel i form av en torr damm. Magasinet måste rymma 120 m³ vid ett 20-årsregn och 310 m³ vid skyfall. Det kan byggas så att det rymmer både 20-årsregn och skyfall, så att det rymmer totalt 310 m³. Nödvändigt ytanspråk vid ett magasin med ett djup på 1m, både vid ett 20-års regn och vid skyfall, visas i blått respektive lila i Figur 13

Dagvattnet leds vidare från magasinet till anslutningspunkten via en D300 ledning, som visas i grönt i Figur 13.

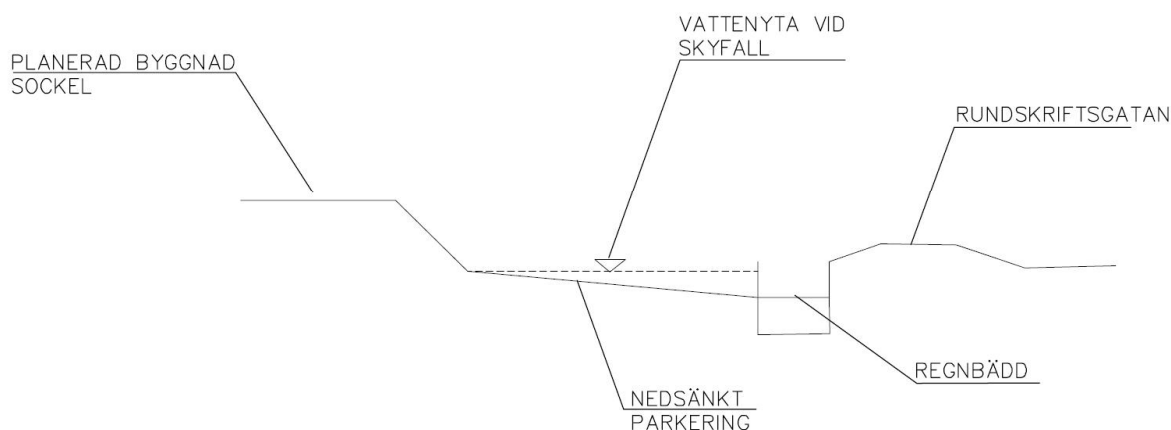
Vid skyfall ska vattnet kunna brädda från fördröjningsmagasinet till skyfallsvägen som ligger längs norra planområdesgränsen (se Figur 11).

5.2 Östra delavrinningsområdet (2b)

Principen för dagvatten- och skyfallshantering i det östra delavrinningsområdet (del 2b) föreslås vara att dagvattnet leds ytligt till regnbäddar, som visas i grönt i Figur 13. Stora delar av detta delområde består av hårdgjorda ytor och parkeringsplatser, vilket innebär att dagvattnet innehåller högre föroreningshalter. Därför föreslås en reningsanläggning i form av regnbäddar. För att uppfylla reningskrav behövs totalt 75 m² regnbäddar anläggas.

Vid skyfall behövs 60 m³ fördröjas inom området. Parkeringsplatser föreslås vara nedsänkta så att skyfallsvattnet kan brädda från regnbäddarna till parkeringsplatserna och fördröjas där. Nedsänkta området visas i orange i Figur 13. Om orange området sänks ner 10 cm blir fördröjningsvolymen 180 m³. En bräddning till skyfallsvägen längs Rundskriftgatan läggs söder om nedsänkta området. Då blir fördröjningsvolymen vid skyfall inom området större än vad som behövs för att uppfylla TTÖP kraven. Det betyder att situationen nedströms förbättras.

I Figur 14 visas en schematisk sektion av lösningen. När regnbäddet blir fullt vid skyfall tippas vattnet över kanten på den nedsänkt parkeringsyta. Eftersom parkeringsytor bara sänks ner 10 cm påverkas inte framkomlighet till byggnader.



Figur 14. Schematisk sektion av åtgärder i östra delavrinningsområde

5.3 Kostnadskalkyl

En översiktlig bedömning av investeringskostnader för föreslagna dagvattenanläggningarna har genomförts. Kostnaderna är framtagna med hjälp av Göteborgs stads kostnadsbilaga (2016-02-18), å prislista för markarbeten 2012 Norconsult, schablonkostnader i StormTac, 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 9 ger en överskådlig bild av alla olika investerings- och driftskostnader för föreslagna dagvattenanläggningar på planområdet.

I uppskattade investeringskostnader ingår följande:

- 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.

I uppskattade investeringskostnader ingår ej:

- 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.
- Bortforsling av material är inte medräknat.

Drift- och underhållskostnader för öppna dagvattenanläggningar varierar stort beroende på de lokala förutsättningarna och vilken typ av anläggning som byggts, samt varierar kraftigt beroende på om det förekommer skyfall och stormar. 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. Sannolikt ligger den årliga drift- och underhållskostnaden runt 5 – 15 % av anläggningens investeringskostnad. I Tabell 9 har underhåll beräknats efter 5 % av investeringskostnaden.

Investeringskostnaden för anläggningarna uppgår till ca 1 375 000 kr. Årlig drift och underhållskostnad uppskattas till ca 69 000 kr, se Tabell 9.

Eftersom alla föreslagna åtgärder ligger inom kvartersmark, ligger ansvaret för genomförande samt investerings-, drift- och underhållskostnader hos respektive exploatör/fastighetsägare.

Tabell 9. Uppskattade drift- och investeringskostnader för föreslagna dagvattenanläggningar.

Kvartersmarken inom planområdet	Längd m	Area m ²	Volym m ³	Investering ca pris Å	Underhåll ca pris kr/år	Investering ca pris kr
Regnbäddar		72		1000-2000 kr/m ²	5 400	108 000
Svackdike	90			600-800 kr/m	3 150	63 000
Torr damm			120	500-900 kr/m ³	4 200	84 000
Dagvattenledning	112			5000-15000 kr/m	56 000	1 120 000
Total					68 750	1 375 000

6 Slutsats och rekommendationer

Vid föreslagen situationsplan blir andelen hårdgjord yta mindre jämfört med befintliga förhållanden, vilket innebär en förbättring i miljöpåverkan av planområdet vid planerad exploatering.

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.

För att säkerställa att dagvattenanläggningarna uppförs på lämpligt sätt bör en rimlig höjdsättning av nya marknivåer utföras under detaljprojekteringen som sammanfaller med föreslagen avvattning och dimensionering av föreslagna dagvattenanläggningar (inkl. storlek på fördröjningsmagasinet, diket, ledningar och släntlutningar samt regnbäddarna).

Vid skyfall behövs 370 m³ fördröjas inom planområdet för att inte försämra situationen nedströms och uppfylla TTÖP krav. I åtgärder som visas i Figur 13 rymms 490 m³ inom planområdet vid skyfall vilket betyder att situationen nedströms faktiskt förbättras.

I det fortsatta arbetet med planeringen av området föreslås följande:

- Höjdsättnings- och masshanteringsutredning i kombination med dagvattenutredning
- Skyfallsanalys av åtgärder med framtid höjdsättning i hydraulisk modell

7 Referenser

- Boverket. (den 10 06 2015). *Dagvatten vid detaljplaneanläggning*. Hämtat från PBL kunskapsbanken: <https://www.boverket.se/sv/PBL-kunskapsbanken/planering/detaljplan/temadelar-detaljplan/dagvatten-i-detaljplan/dagvatten-vid-detaljpanelaggnig/>
- Cowi. (den 10 03 2016). *Riskhänsyn vid hantering av översvämningsrisker*. Hämtat från Goteborg.se: https://goteborg.se/wps/wcm/connect/fdc9cd9f-123a-4852-a24b-d9f4af8973a5/Slutrapport_160426.pdf?MOD=AJPERES
- DHI. (2018). *Strukturplan för hantering av översvämningsrisker - Metodbeskrivning*. Göteborgs Stad.
- Göteborgs Stad. (den 20 11 2018). *Frågor och svar om Rain Gothenburg*. Hämtat från goteborg.se: https://goteborg.se/wps/portal/press-och-media/aktuelltarkivet/aktuellt/9c9519c9-48a9-498b-9e78-a6e5d7f7e27b!/ut/p/z1/pZFbS8NAEIV_Sx_ymOxkc9v1LREprY2JDdE0L7Kpmws0m7BZLfXXuy0UFIswNlcDA-d8B2ZQiQpUCvbeNUx1g2A7vW9K_wVH8EgiO4TkKb2DxerexdnawfMMo-eTIbfPhiT1YbFMc
- Göteborgs Stad. (den 31 07 2018). U107K48 - D003 Ö k om samverkan dagvatten Göteborgs stad B.doc.
- Göteborgs Stad, Stadsbyggnadskontoret. (den 25 09 2018). *Förslag till översiktsplan för Göteborg, Tillägg för översvämningsrisker*. Hämtat från Goteborg.se : [https://www5.goteborg.se/prod/fastighetskontoret/etjanst/planbygg.nsf/vyFiler/Översiktsplan%20-%20Tillägg%20för%20översvämningsrisker-Översiktsplan%20-%20inför%20antagande-Översiktsplan%20-%20Tillägg%20för%20översvämningsrisker/\\$File/01%20Planhandling.pd](https://www5.goteborg.se/prod/fastighetskontoret/etjanst/planbygg.nsf/vyFiler/Översiktsplan%20-%20Tillägg%20för%20översvämningsrisker-Översiktsplan%20-%20inför%20antagande-Översiktsplan%20-%20Tillägg%20för%20översvämningsrisker/$File/01%20Planhandling.pd)
- Kretslopp och vatten. (2016). *Reningskrav för dagvatten*.
- MSB. (08 2017). *Vägledning för skyfallskartering, Tips för genomförande och exempel på användning*. Hämtat från MSB: <https://www.msb.se/RibData/Filer/pdf/28389.pdf>
- Stadsbyggnadskontoret. (u.d.). *GOkart*. Hämtat från <http://gokart.sbk.goteborg.se/>
- Sweco. (den 26 03 2018). *Konceptversion FloodMan. Sustainable Flood management Assessment Tool*.
- Svenskt vatten. (2011). *Hållbar dag- och dränvattenhantering P105*. Svenskt vatten.
- Svenskt vatten. (2011). *Nederbördsdata vid dimensionering analys av avloppsystem*. Solna: Svenskt vatten.
- Svenskt vatten. (2016). *Avledning av dag -, drän- och spillvatten*. Stockholm: Svenskt vatten AB.
- Svenskt vatten. (2 2018). *Skyfallens ABC*. Hämtat från Tema Stadsmiljö: http://www.svensktvatten.se/globalassets/rornat-och-klimat/skyfallensabc-sartryck-stadsbyffnad_2_2018.pdf
- VISS. (den 20 06 2017). *Vatteninformation i sverige*. Hämtat från Länsstyrelsen: <https://viss.lansstyrelsen.se/Waters.aspx?waterMSCD=WA33908756>

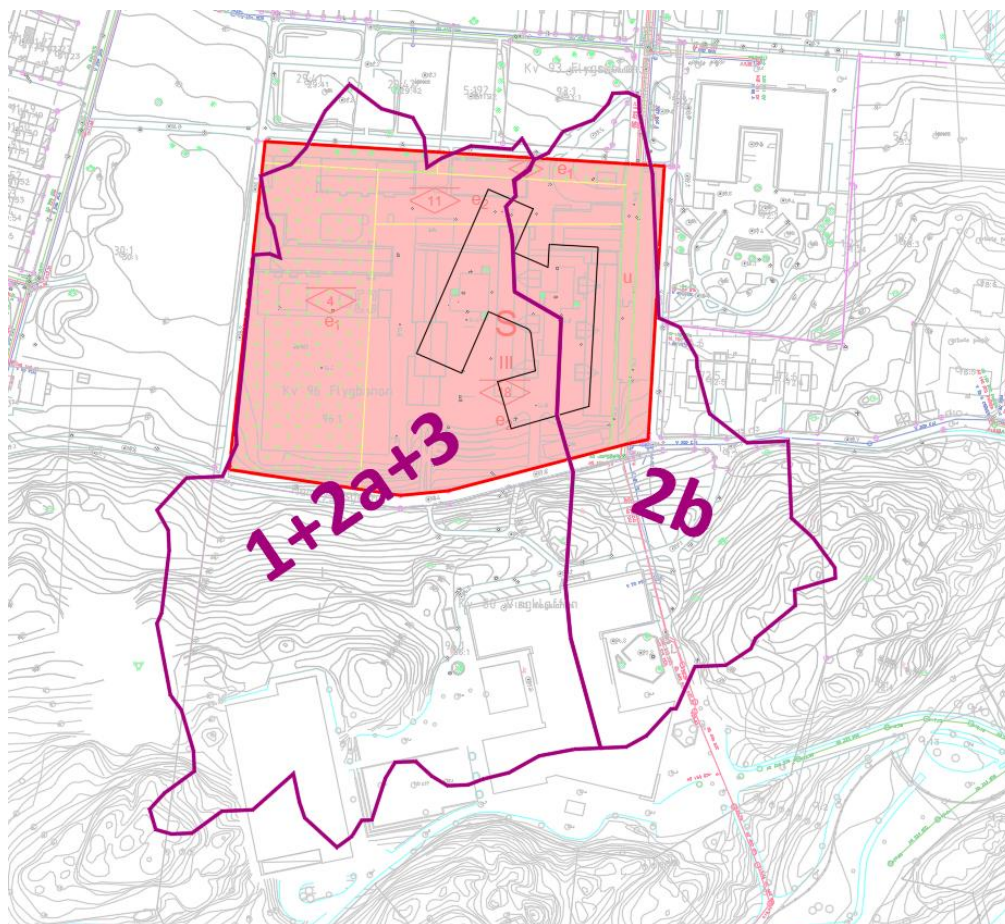


Bilaga 1 – Beräkningar dimensionerande flöden och fördröjningsvolym

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".

Avrinningsområdet som påverkar planområdet vid befintliga flöden har delats upp i tre delavrinningsområden – 1, 2 respektive 3 (se Figur 8 i *PM Dagvatten- och skyfallsutredning Torslandaskolan*). Planerad exploatering kommer att påverka hur dagvatten rinner inom planområdet. Därför har delavrinningsområde 1, 3 samt västra delen av delavrinningsområde 2 samlats ihop i ett delavrinningsområde; östra delen av delområde 2 blir det andra delavrinningsområdet, se Figur 1.



Figur 1. Uppdelning av avrinningsområdet efter exploatering.



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, vägar och parkering	0,8
Tak	0,9
Lekplats (sand/grus)	0,2
Gräsyta	0,1
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:

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

där:

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

T_R = regnvaraktighet [min]

A = 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 delavrinningsområde 1+2a+3 har beräknats till 13 min före exploatering respektive 30 min efter exploatering. För delavrinningsområde 2b har rinntiden beräknats till 10 minuter både före och efter exploatering.

Beräkningar har utförts för dimensionerande regn med återkomsttiden 5-, 20- och 100 år. Återkomsttiderna är hämtade från P110 och Tabell 2.1.



Dimensionerande regnintensitet före och efter exploatering för respektive delavrinningsområde redovisas nedan.

Avrinningsområde AR 1+2a+3			
Före exploatering			
Å (år)	Å (mån)	Tr	IÅ
5	60	13	156,5
20	240	13	247,2
100	1200	13	421,2
Efter exploatering			
Å (år)	Å (mån)	Tr	IÅ
5	60	30	92,3
20	240	30	145,3
100	1200	30	247,0

Avrinningsområde AR 2b			
Före exploatering			
Å (år)	Å (mån)	Tr	IÅ
5	60	10	181,3
20	240	10	286,6
100	1200	10	488,7
Efter exploatering			
Å (år)	Å (mån)	Tr	IÅ
5	60	10	181,3
20	240	10	286,6
100	1200	10	488,7

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



2. Dimensionerande flöden före exploatering

2.1 Dimensionerande flöden före exploatering för de två delavrinningsområden inom utredningsområdet

FÖRE EXPLOATERING				5 år		20 år		100 år	
DELYTA	A, ha	Φ	A _{red} , ha	i ₅ , l/s.ha	q _{dim} , l/s	i ₂₀ , l/s.ha	q _{dim} , l/s	i ₁₀₀ , l/s.ha	q _{dim} , l/s
AO 1+2a+3									
Vägar, Parkering, Asfalt	0,87	0,8	0,70	156,5	109	247,2	173	421,2	
Takytor	0,58	0,9	0,52	156,5	82	247,2	130	421,2	294
Lekplats	0,43	0,2	0,09	156,5	13	247,2	21	421,2	221
Gräsytor	0,22	0,1	0,02	156,5	3	247,2	5	421,2	36
Naturmark	1,31	0,1	0,13	156,5	21	247,2	32	421,2	9
Totalt	3,42		1,5		229		361		55
AO 2b									615
Vägar, Parkering, Asfalt	0,42	0,8	0,34	181,3	61	286,6	96	488,7	164
Takytor	0,32	0,9	0,28	181,3	51	286,6	81	488,7	139
Lekplats	0,01	0,2	0,00	181,3	0,4	286,6	0,6	488,7	1
Gräsytor	0,15	0,1	0,01	181,3	3	286,6	4	488,7	7
Naturmark	0,61	0,1	0,06	181,3	11	286,6	18	488,7	30
Totalt	1,50				126		200		341



2.2 Dimensionerande flöden efter exploatering för utredningsområdet med klimatfaktor 1,25

FÖRE EXPLOATERING				5 år		20 år		100 år	
DELYTA	A, ha	Φ	A _{red} , ha	i ₅ , l/s.ha	q _{dim} , l/s	i ₂₀ , l/s.ha	q _{dim} , l/s	i ₁₀₀ , l/s.ha	q _{dim} , l/s
AO 1+2a+3									
Vägar, Parkering, Asfalt	0,95	0,8	0,76	92,3	88	145,3	139	247,0	236
Takytor	0,40	0,9	0,36	92,3	41	145,3	64	247,0	111
Lekplats	0,19	0,2	0,04	92,3	4	145,3	7	247,0	12
Gräsytor	0,72	0,1	0,07	92,3	8	145,3	13	247,0	22
Naturmark	1,16	0,1	0,12	92,3	13	145,3	21	247,0	36
Totalt	3,42		1,35		155		245		416
AO 2b									
Vägar, Parkering, Asfalt	0,57	0,8	0,46	181,3	104	286,6	164	488,7	280
Takytor	0,27	0,9	0,24	181,3	54	286,6	86	488,7	147
Lekplats	0,00	0,2	0,00	181,3	0	286,6	0	488,7	0
Gräsytor	0,10	0,1	0,01	181,3	2	286,6	4	488,7	6
Naturmark	0,56	0,1	0,06	181,3	13	286,6	20	488,7	34
Totalt	1,50		0,8		173		274		467



3. Fördröjningsvolym och sektion av damm vid beräkningar i Stormtac

3.1 Krav av Fördröjningsvolym:

Fördröjningskrav på 10 mm/m2			
Delavrinningsområde	AR1+2a+3	AR2b	TOTAL
Andel som hårdgörs			
Hårdgjord yta / Reducerad area (m2)	11591	6985	18576
Krav av vattenvolym (mm/m2)	10	10	10
Fördröjningsvolym (m3)	116	70	186



Bilaga 2 – Tabeller från föroreningsmodellering

1. Föroreningsmodellering

1.1 Resultat av föroreningsberäkningar i Stormtac vid befintliga förhållanden för delområde 1+2a+3 och 2b inom utredningsområdet till recipienten.

Föroreningshalter (dagvatten+basflöde) utan rening

Jämförelse mot riktvärde där gråmarkerade/fetstilta cellerna visar överskridelse av riktvärde. Totala fraktioner avses där inget annat anges.

#	Kommentar	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	Hg	SS	Oil	BaP	TBT	TOC
A1	AO 1+2a+3	240	1500	11	22	81	0.52	9.2	7.8	0.025	55000	540	0.038	0.0018	16000
A2	AO 2b	240	1500	11	22	81	0.52	9.2	7.8	0.025	55000	540	0.038	0.0018	16000
	Total	240	1500	11	22	81	0.52	9.2	7.8	0.025	55000	540	0.038	0.0018	16000
Riktvärde		150	2500	14	22	60	0.40	15	40	0.050	60000	1000	0.050	0.0010	20000

Föroreningsmängder (dagvatten+basflöde) utan rening

Föroreningsmängder (kg/år).

#	Kommentar	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	Hg	SS	Oil	BaP	TBT	TOC
A1	AO 1+2a+3	1.8	12	0.087	0.17	0.63	0.0040	0.071	0.060	0.00019	420	4.1	0.00029	0.000014	120
A2	AO 2b	0.65	4.2	0.031	0.059	0.22	0.0014	0.025	0.021	0.000068	150	1.5	0.00010	0.0000048	42
	Total	2.5	16	0.12	0.23	0.85	0.0054	0.096	0.082	0.00026	580	5.6	0.00040	0.000018	160



1.2

Resultat av föroreningsberäkningar i Stormtac efter exploatering utan rening med klimatfaktor.

Föroreningshalter (dagvatten+basflöde) utan rening

Jämförelse mot riktvärde där gråmarkerade/fetstilta cellerna visar överskridelse av riktvärde. Totala fraktioner avses där inget annat anges.

#	Kommentar	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	Hg	SS	Oil	BaP	TBT	TOC
A1	AO 1+2a+3	200	1400	8.4	18	61	0.39	6.7	5.7	0.019	43000	400	0.027	0.0017	12000
A2	AO 2b	200	1800	17	28	100	0.48	11	10	0.044	84000	610	0.045	0.0018	17000
	Total	200	1500	11	21	74	0.42	8.1	7.1	0.027	57000	470	0.033	0.0017	14000
Riktvärde		150	2500	14	22	60	0.40	15	40	0.050	60000	1000	0.050	0.0010	20000

Föroreningsmängder (dagvatten+basflöde) utan rening

Föroreningsmängder (kg/år).

#	Kommentar	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	Hg	SS	Oil	BaP	TBT	TOC
A1	AO 1+2a+3	1.2	8.5	0.052	0.11	0.38	0.0024	0.041	0.035	0.00012	270	2.5	0.00017	0.000010	76
A2	AO 2b	0.60	5.5	0.053	0.084	0.31	0.0015	0.033	0.031	0.00013	260	1.9	0.00014	0.0000056	53
	Total	1.8	14	0.11	0.19	0.68	0.0039	0.075	0.066	0.00025	520	4.4	0.00030	0.000016	130



1.3

Resultat av föroreningsberäkningar i Stormtac efter exploatering utan rening med klimatfaktor.

Summa föroreningshalt ug/l efter rening

#	Kommentar	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	Hg	SS	Oil	BaP	TBT	TOC
A1	AO 1+2a+3	150	950	3.4	9.2	26	0.20	3.2	3.1	0.017	20000	90	0.012	0.00092	6800
A2	AO 2b	110	1200	4.1	15	25	0.089	5.5	2.0	0.023	25000	240	0.0089	0.00096	9100
	Total	140	1000	3.6	11	26	0.16	4.0	2.8	0.019	22000	140	0.011	0.00093	7500
Riktvärde		150	2500	14	22	60	0.40	15	40	0.050	60000	1000	0.050	0.0010	20000

Summa belastning kg/år efter rening

Jämförelse mot acceptabel belastning där gråmarkerade celler visar överskridelse.

#	Kommentar	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	Hg	SS	Oil	BaP	TBT	TOC
A1	AO 1+2a+3	0.93	5.9	0.021	0.057	0.16	0.0012	0.020	0.019	0.00010	130	0.56	0.000076	0.0000057	42
A2	AO 2b	0.34	3.7	0.013	0.044	0.075	0.00027	0.017	0.0062	0.000070	75	0.73	0.000027	0.0000029	28
	Total	1.3	9.6	0.034	0.10	0.24	0.0015	0.037	0.026	0.00017	201	1.3	0.00010	0.0000086	69

Reningseffekter (%)

#	Kommentar	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	Hg	SS	Oil	BaP	TBT	TOC
A1	AO 1+2a+3	25	31	59	48	57	49	52	45	14	53	78	55	45	45
A2	AO 2b	43	32	76	47	75	81	50	80	48	70	61	80	48	48



1.4

Sektioner i Stormtac

