

Dagvatten & skyfallsutredning

Utbyggnad av anstalten Skogome



Figur 1. Visar hur området ser ut innan ombyggnation, Lantmäteriet.

Detaljplanutredning

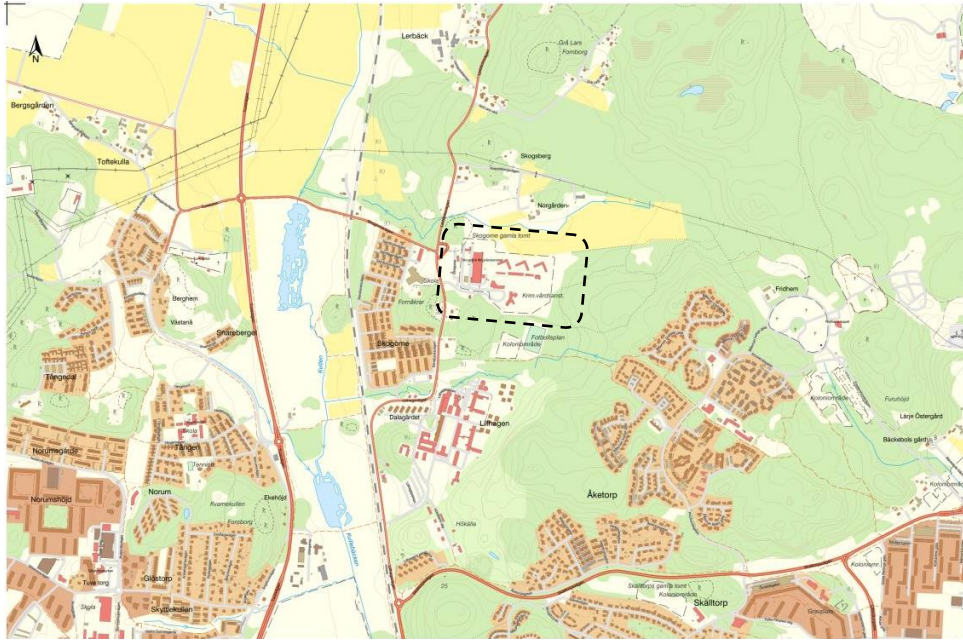
VERSION	UTGIVNINGSDATUM	REV. DATUM	HANDLÄGGARE	GRANSKAD	GODKÄND
2.0	2022-06-22	2023-01-09	Gustav Zachrisson	Jimmie Swahn	Bill Gustafsson

Innehållsförteckning

1 Inledning.....	3
1.1 Uppdragets syfte och mål.....	3
1.2 Planerad byggnation.....	4
2 Förutsättningar.....	5
2.1 Fältbesök/platsbesök	5
2.2 Geologi och markmiljö	6
2.3 Avvattnings- och recipient	7
2.3.1 Kvillen	7
2.3.2 Kvillebäcken.....	10
2.3.3 Samfälligheter	12
2.4 Befintligt dagvattensystem.....	17
2.4.1 Vardagsregn.....	18
2.4.2 Skyfallsanalys.....	19
2.5 Förutsättningar SCALGO.....	21
3 Dagvattensystem efter om- och tillbyggnad	23
3.1 Vardagsregn.....	23
3.2 Skyfallsanalys.....	24
3.2.1 Strukturplansåtgärder	24
3.2.2 Riskområden.....	26
3.3 Fördröjningsbehov dagvatten innanför perimeterskydd	28
3.3.1 Fördröjningsbehov	28
3.4 Fördröjningsbehov dagvatten utanför perimeterskydd.....	32
3.4.1 Fördröjningsbehov	32
4 Föreslagna åtgärder.....	34
4.1. Väsentliga reningsmetoder	35
5 Slutsats och rekommendationer	39
5.1 Föreslagen lösning.....	39
5.1.1 Dagvattenhantering innanför perimeterskyddet	39
5.1.2 Dagvattenhantering utanför perimeterskyddet.....	40
5.1.3 Dike öster om anstalten	41
5.1.4 Markränna väster om B007	42
5.1.5 Magasin väster om B007	43
5.1.6 Skyfallssituation nedströms.....	44
5.2 Slutsats	46

1 Inledning

I uppdrag av Specialfastigheter har Inviatech AB genomfört en dagvatten & skyfalls utredning för fastigheten Skogome 2:2 (delområde). Denna utredning är en del av planhandlingar för expansionen av Skogome Anstalt, som är belägen i nordvästra Göteborg, Göteborgs Stad (se Figur 2).



Figur 2. Orienteringskarta som visar fastighetens lokalisering i staden.

1.1 Uppdragets syfte och mål

Syftet med utredningen är att presentera lämpliga lösningar för hanteringen av dagvatten och skyfall efter om- och tillbyggnad av fastigheten.

Utredningen ska säkerställa att följande krav från Göteborgs Stad (Göteborgs Stad, 2021), i avseende på dagvattenhantering är uppfyllda:

1. Dagvatten inom kvartersmark ska fördröjas motsvarande 10 mm dagvatten per m² hårdgjord reducerad yta.
2. Avledning av dagvatten ska kunna genomföras från fastigheten utan att orsaka översvämning.
3. Genomförandet av dagvattenhanteringen ska bidra till förbättrad eller oförändrad vattenkvalitet i recipienten, i enlighet med miljökvalitetsnormer (MKN), om tillämpligt.

För att säkerställa att kraven för skyfallshantering uppfylls, ska följande aspekter beaktas:

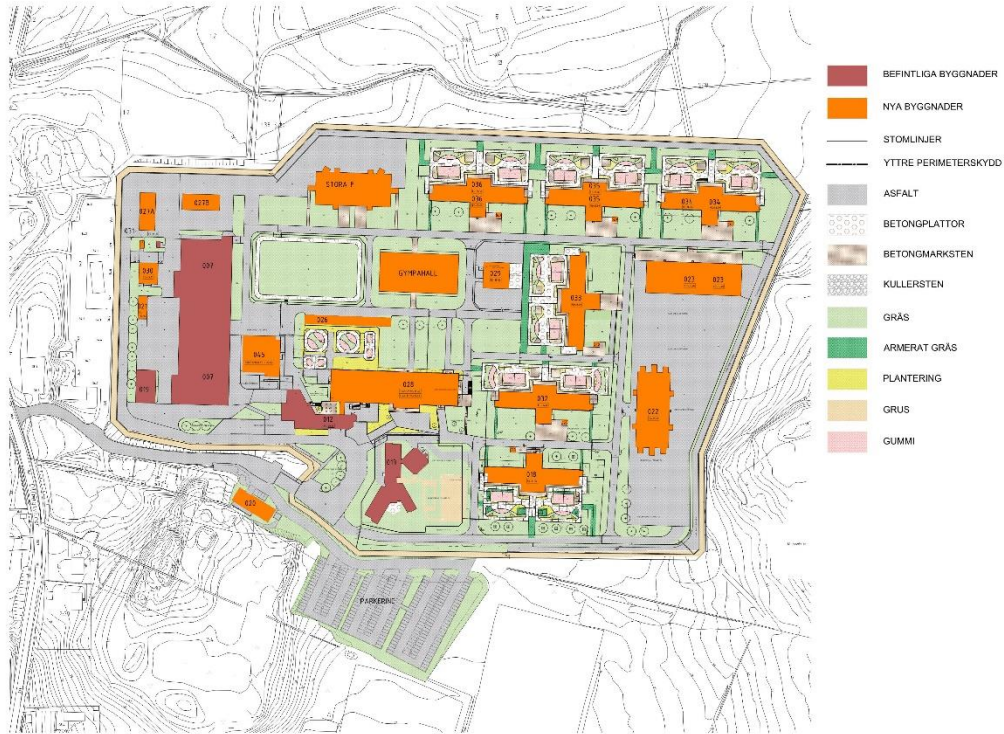
1. Ny byggnation får inte utsättas för skador vid förekomst av skyfall. Samhällsviktiga funktioner och golvnivåer måste ha en säker marginal till den högsta vattennivå som kan uppstå under skyfall.
2. Tillgängligheten till nya byggnaders entréer ska inte påverkas under skyfallssituationer.
3. Möjligheten till framkomlighet till och från fastigheten måste upprätthållas även under skyfall.
4. Översvämningssituationen vare sig den inträffar inom eller utanför fastigheten, skall inte försämrats i något avseende.

Utöver de ovannämnda kraven, bör hanteringen dagvatten och skyfall också sträva efter att främja grönska, estetiska värden samt en positiv upplevelse av regn och vatten i området.

1.2 Planerad byggnation

Planhandlingen omfattar en expansion av Skogome-anstalten för att fördubbla antalet platser för interner. Fastigheten är belägen väster om Göta Älv på Hisingen, i nordvästra delen av Göteborg.

Den totala ytan för området är cirka 16 hektar, och för att möjliggöra den planerade utbyggnaden kommer befintliga byggnader att rivas och ersättas med nya (markerade i orange i figur 3 nedan). De befintliga byggnaderna med beteckningarna 007, 012, 013 och 019 är avsedda att bevaras.



Figur 3. Planerad om- och tillbyggnad av fastigheten.

2 Förutsättningar

I kommande avsnitt kommer plats specifika förhållanden att beskrivas, och dessa faktorer kommer att ha en inverkan på de kommande förslagen för hantering av dagvatten och skyfall. Dessutom presenteras de förutsättningar som utgör grund för den genomförda SCALGO-analysen.

2.1 Fältbesök/platsbesök

Ett platsbesök har genomförts där brunnar och diken norr och öster om området samt innanför perimeterskyddet identifierats.

Fotografering har begränsat på grund av områdets säkerhetsklassning.

I Figur 4 nedan presenteras diket som identifierats öster om samt inom fastigheten, tillsammans med en kupolbrunn.

Markytorna är relativt flacka, och en del av ytvattnets avrinning kunde identifieras vid fastighetsgränsen. Detta redovisas i Figur 4. Öster om området har även ett berg identifierats, från vilket en betydande mängd vatten avrinner.

För en översikt av det befintliga ledningsnätet, se figur 7.



Figur 4. Identifierade diken, brunn samt avrinning från platsbesök.

Blå pilar: Flödesriktning ytvattenavrinning

Blått streck med pilar: Dike med riktningspilar

Grön cirkel: Kupolbrunn

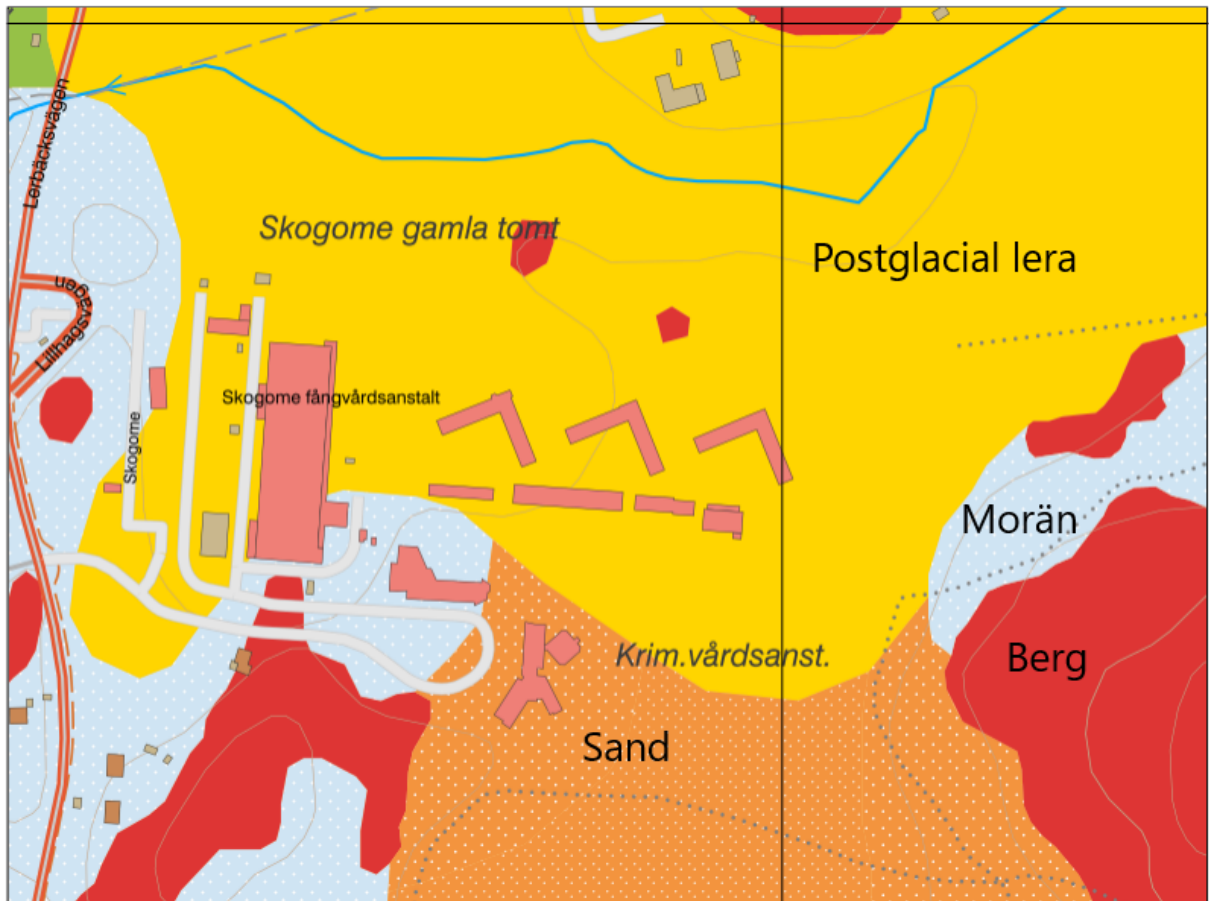
2.2 Geologi och markmiljö

Berggrund och spricksystem

Området består främst av granitoid och i mindre utsträckning syenitoid metamorf berggrund.

Jordartsförhållanden

Jordarterna inom fastigheten presenteras i Figur 5 och utgörs till största del av postglacial lera. Söder om området finns ett större parti med sand. Dessutom finns det mindre mängder morän och några bergpartier i övriga områden.



Figur 5. Jordartskarta från SGU (Sveriges Geologiska Undersökning).

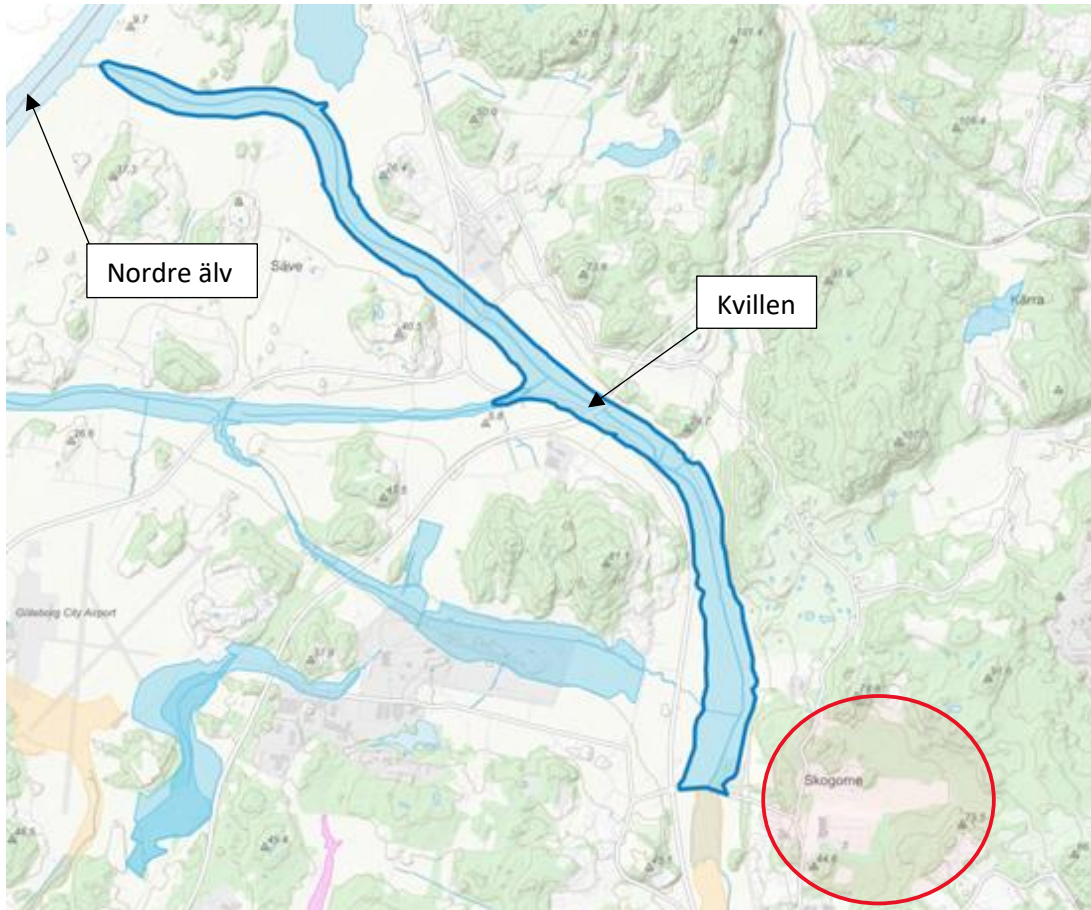
2.3 Avvattning och recipient

2.3.1 Kvillen

Området innanför perimeterskyddet på anstalten Skogome, fastighet 2:2, ligger precis vid den yttre kanten av avrinningsområdet, vars vatten avleds till recipienten Kvillen (se Figur 6). Det angränsande avrinningsområdet avleds till Göta Älv.

Dagvattnet från fastigheten avleds via diket i öst och dagvattenledningar som har utlopp i ett dike norr om området, vilket sedan leder till Kvillen.

Se "5.1.1 Dagvattenhantering innanför perimeterskyddet"



Figur 6. Aktuellt avrinningsområde samt båtudsområde med Skogome markerat i rött. Vattendragen Kvillen och Nordre Älv är markerat med text i figuren. (Göteborgs Stad, 2021)

Enligt "Reningskrav för dagvatten, 2021-03-11" av Göteborgs Stad är Kvillen under kategorin *känslig*. Området inom fastigheten kan antas vara en *medelbelastad yta*, vilket enligt Tabell 1 nedan innebär ett krav om *enklare rening* inom fastigheten. (Göteborgs Stad, 2021)

Tabell 1. 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

Enklare rening innebär främst partikelavskiljning, särskilt genom översilning via växtlighet eller hydraulisk fördröjning.

Exempel på sådana metoder kan vara översilning, gräsdiken, användning av brunnsfilter, anläggning av torra dammar och olika typer av magasin med väldimensionerade sandfång och driftmöjligheter.

För att redovisa ytterligare att miljö kvalitetsnormen inte har påverkats negativt har en StormTac analys utförts, se "2.3.4 Föroreningsberäkning StormTac".

Fastställd miljö kvalitetsnorm

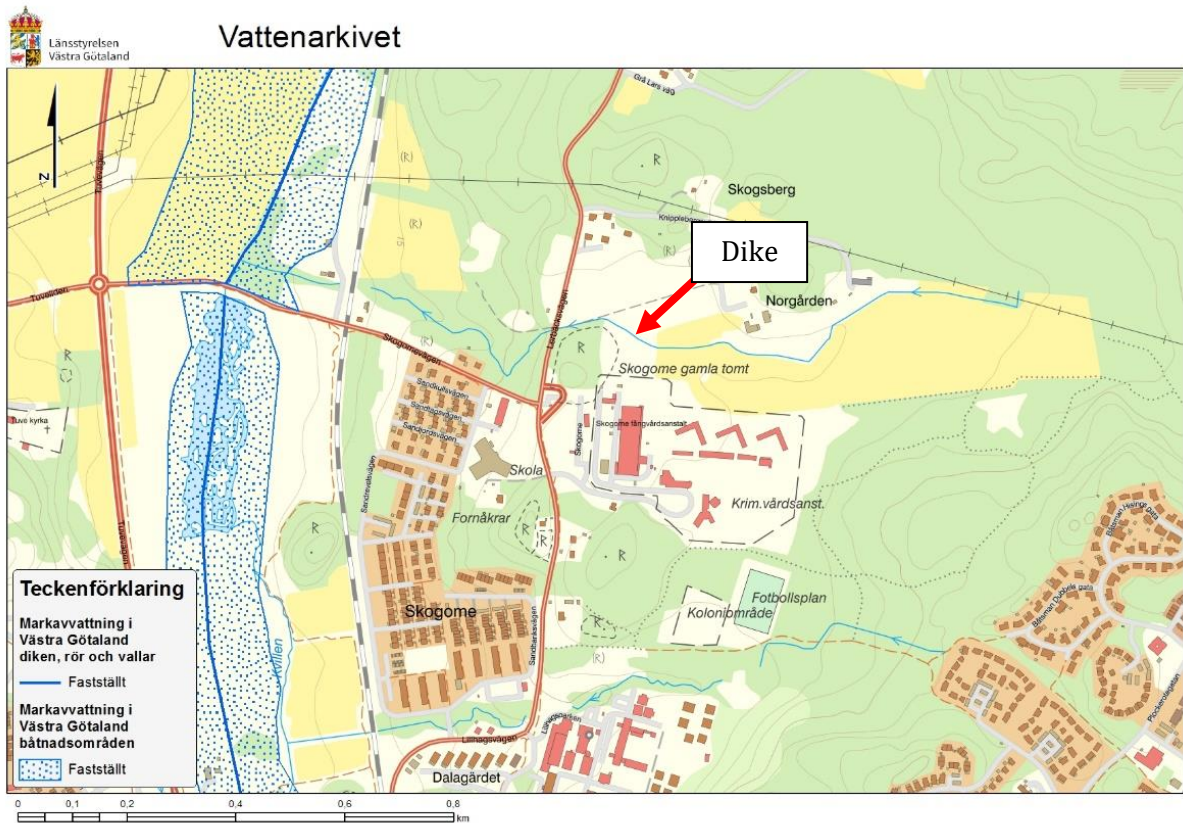
Recipienten är klassad enligt miljö kvalitetsnormer. Kvillen har problem med övergödning och hydromorfologisk påverkan samt miljögifter (VISS, 2020).

År 2020 hade Kvillen ej god kemisk status och den ekologiska statusen klassades som måttlig år 2019. Målet är att uppnå god kemisk ytvattenstatus med undantag för bromerad difenyleter samt kvicksilver och kvicksilverföreningar (år saknas) och god ekologisk status 2033 enligt den nya miljö kvalitetsnormen som beslutades 2023.

Hydrologisk regim och morfologiskt tillstånd har klassificerats till "Dålig status" genom påverkan från jordbruk, vilket har lett till försämrade förutsättningar för fisk. De här faktorerna bedöms dock inte påverkas av planerade verksamheten från Skogome anstalten.

Markavvattningsföretag

Dagvattenledningen mynnar ut i diket som ligger norr om anstalten. Detta dike fungerar som avrinning och leder vattnet vidare till Kvillen som är belägen väster om området, som visas i Figur 7.



Figur 7. Karta som visar befintlig markavvattning i anslutning till Skogome fastighet (Vattenarkivet, 2021).

2.3.2 Kvillebäcken

Området utanför perimeterskyddet på anstalten Skogome, fastighet 2:2, ligger precis vid den yttre kanten av avrinningsområdet, vars vatten avleds till recipienten Kvillebäcken (se Figur 8). Det angränsande avrinningsområdet avleds till Göta Älv.

Dagvattnet från fastigheten avleds via dagvattenledningar som har utlopp i ett dike sydost om området, vilket sedan leder till Kvillebäcken.

Se ”5.1.2 Dagvattenhantering utanför perimeterskyddet”

Enligt ”Reningskrav för dagvatten, 2021-03-11” av Göteborgs Stad är Kvillebäcken under kategorin känslig. Området inom fastigheten kan antas vara en medelbelastad yta, vilket enligt Tabell 2 nedan innebär ett krav om enklare rening inom fastigheten. (Göteborgs Stad, 2021)

Tabell 2. 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

Enklare rening innebär främst partikelavskiljning, särskilt genom översilning via växtlighet eller hydraulisk fördröjning.

Exempel på sådana metoder kan vara översilning, gräsdiken, användning av brunnsfilter, anläggning av torra dammar och olika typer av magasin med väldimensionerade sandfång och driftmöjligheter.

För att redovisa ytterligare att miljö kvalitetsnormen inte har påverkats negativt har en StormTac analys utförts, se ”2.3.4 Föroreningsberäkning StormTac”.

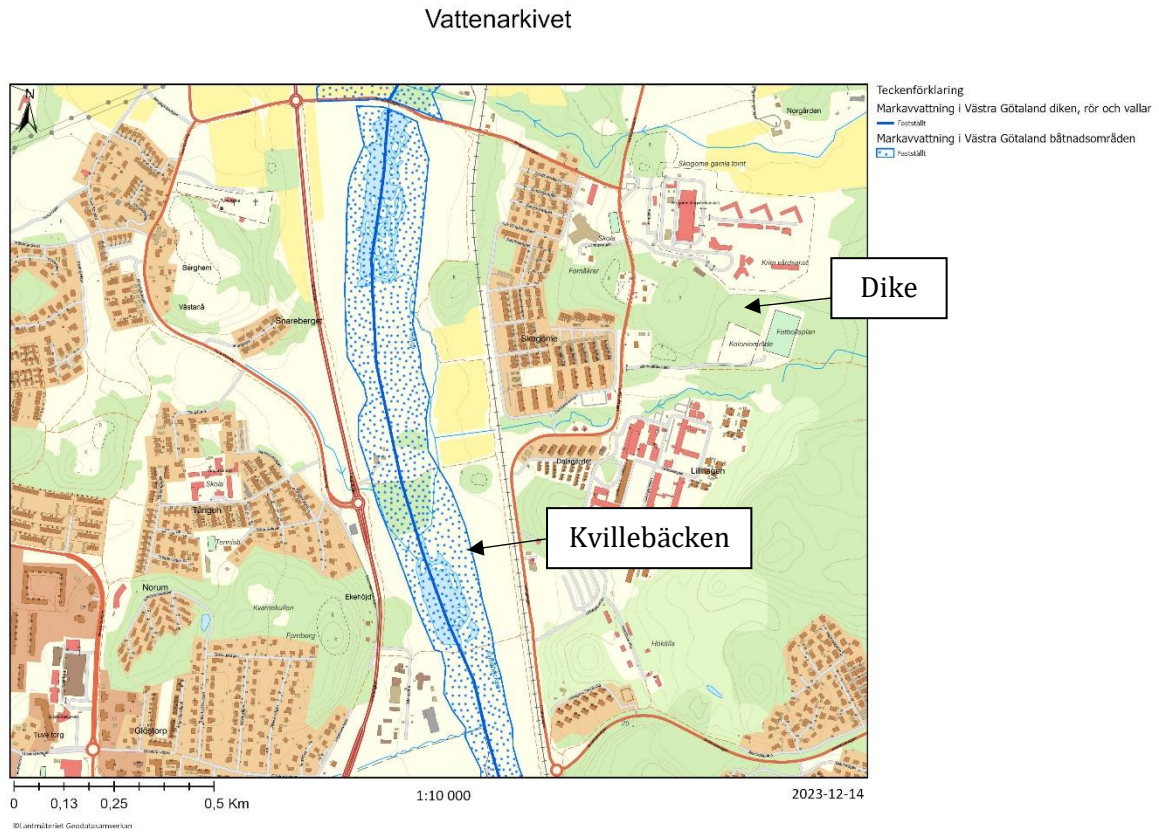
Fastställd miljö kvalitetsnorm

Recipienten är klassad enligt miljö kvalitetsnormer. Kvillebäcken har problem med övergödning och hydromorfologisk påverkan samt miljögifter (VISS, 2020).

År 2021 hade Kvillebäcken ej god kemisk status och den ekologiska statusen klassades som måttlig. Målet är att uppnå god kemisk ytvattenstatus med undantag för bromerad difenyleter samt kvicksilver och kvicksilverföreningar (år saknas) och god ekologisk status 2027 enligt den nya miljö kvalitetsnormen som beslutades 2023.

Markavvattningsföretag

Dagvattenledningen mynnar ut i diket som ligger söder om anstalten. Detta dike fungerar som avrinning och leder vattnet vidare till Kvillebäcken som är belägen väster om området, som visas i Figur 8.



Figur 8. Karta som visar befintlig markavvattning i anslutning till Skogome fastighet (Vattenarkivet, 2021).

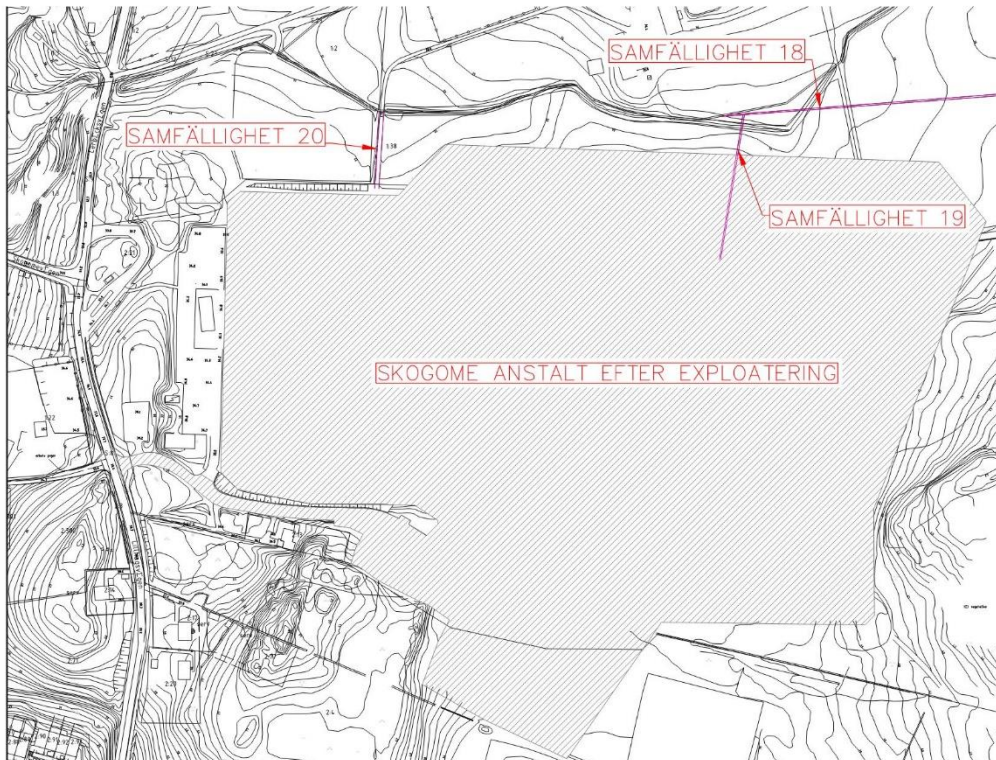
2.3.3 Samfälligheter

Norr om anstalten är tre samfälligheter lokaliserade. (Se figur 9)

Då det endast är Skogome 2:2 som nyttjar samfällighet 19 i dagsläget, så kommer den att behöva upplösas inom det skrafferade området för den planerade exploateringen, men bevaras utanför för att kunna nyttjas i framtiden.

Samfällighet 18 påverkas ej och kan bevaras.

Samfällighet 20 kommer att fortsätta att nyttjas likt den gör i dagsläget.



Figur 9. Samfälligheter norr om området.

2.3.4 Föroreningsberäkning StormTac

Beräkningarna har utförts i StormTac Web med årsnederbörd och föroreningsläckage från olika markslag som underlag. Beräkningarna utgår enligt systemprincipen i Figur 10.

För fullständig rapport, se Bilaga A och B.

Innan exploatering så har området innanför perimeterskyddet modellerats som "Industrimark" och utanför som "Skogs- och ängsmark". Efter exploatering så har "Industrimark" antagits för båda områdena.

Reningsmetoden innanför perimeterskyddet är brunnar med sandfång samt kassettmagasin, och utanför perimeterskyddet översilningsytor följt av gräsdike.

I tabell 3 och 4 så har ytor efter exploaterings föroreningshalter ($\mu\text{g/l}$) med och utan rening jämförts med Göteborg Stads riktvärden. (Göteborgs Stad, 2021)

I tabell 5 och 6 så redovisas föroreningsmängder (kg/år) med och utan rening.

Inga riktvärden finns specificerade för PAH16, och pH finns ej i StormTacs arkiv.

Tabell 2 och 4 redovisar området innanför perimeterskyddet med utlopp norr om fastigheten, som har recipienten Kvillen. Kvillen går under kategorin känslig, så är de riktvärdena för *övriga recipienter* som gäller.

Tabell 3 och 5 redovisar området utanför perimeterskyddet med utlopp söder om fastigheten, som har recipienten Kvillebäcken. Även den går under kategorin känslig, så är de riktvärdena för *övriga recipienter* som gäller.



Figur 10. Systemprincipen för föroreningsberäkningarna.

Tabell 3. Föroreningshalter i µg/l för olika ämnen och scenarion, med grön markering för godkänt resultat, innanför perimeterskyddet.

Ämne	Riktvärden Göteborg Stad (Mycket känslig recipient)	Riktvärden Göteborg Stad (Övriga recipienter)	Innan exploatering	Efter exploatering (Utan rening)	Efter exploatering (Med rening)
Arsenik	16		1,6	1,6	1,1
Bly	28		2,9	4,4	1,9
Kadium	0,9		0,19	0,3	0,16
Koppar	10	22	11	14	6,9
Krom	7		2,3	4,2	2
Kvicksilver	0,07		0,014	0,027	0,014
Nickel	68		1,9	3,2	1,9
Zink	30	60	26	34	17
Oljeindex	1000 µg/ 500 µg/l inom Göta älvs vattenskyddsområde 100 µg/l nära råvattenintag (ca 1-2 km uppströms)		200	390	58
Suspenderat material	25 000	60 000	13 000	11 000	7100
pH	6,5-9		-	-	-
Fosfor (P)	50	150	90	76	37
Kväve (N)	1250	2500	1300	1500	1400
BaP	0,05		0,0086	0,018	0,099
PAH16	-	-	0,11	0,17	0,087

Tabell 4. Föroreningshalter i µg/l för olika ämnen och scenarion, med grön markering för godkänt resultat, utanför perimeterskyddet.

Ämne	Riktvärden Göteborg Stad (Mycket känslig recipient)	Riktvärden Göteborg Stad (Övriga recipienter)	Innan exploatering (Befintlig skogsmark)	Efter exploatering (Utan rening)	Efter exploatering (Med rening)
Arsenik	16		-	-	-
Bly	28		1,7	23	0,015
Kadium	0,9		0,062	0,38	0,065
Koppar	10	22	4,2	34	3,4
Krom	7		1,2	12	1,2
Kvicksilver	0,07		0,0054	0,073	0,025
Nickel	68		1,8	12	0,61
Zink	30	60	11	110	12
Oljeindex	1000 µg/ 500 µg/l inom Göta älvs vattenskyddsområde 100 µg/l nära råvattenintag (ca 1-2 km uppströms)		62	720	36
Suspenderat material	25 000	60 000	9 000	120 000	5800
pH	6,5-9		-	-	-
Fosfor (P)	50	150	15	130	45
Kväve (N)	1250	2500	270	2200	160
BaP	0,05		0,0031	0,047	0,0094
PAH16	-	-	-	-	-

Tabell 5. Föroreningsmängder i kg/år för olika ämnen och scenarion, innanför perimeterskyddet.

Ämne	Innan exploatering	Efter exploatering (Utan rening)	Efter exploatering (Med rening)
Arsenik	0,13	0,24	0,13
Bly	0,24	0,51	0,22
Kadium	0,015	0,034	0,018
Koppar	0,86	1,6	0,78
Krom	0,19	0,48	0,23
Kvicksilver	0,0011	0,003	0,0016
Nickel	0,16	0,36	0,22
Zink	2,2	3,8	1,9
Oljeindex	16	44	6,6
Suspenderat material	1000	1300	810
pH	-	-	-
Fosfor (P)	7,4	8,6	4,2
Kväve (N)	100	180	150
BaP	0,00071	0,002	0,0011
PAH16	0,0091	0,02	0,0099

Tabell 6. Föroreningsmängder i kg/år för olika ämnen och scenarion, utanför perimeterskyddet.

Ämne	Innan exploatering (Befintlig skogsmark)	Efter exploatering (Utan rening)	Efter exploatering (Med rening)
Arsenik	-	-	-
Bly	0,0057	0,16	0,015
Kadium	0,00021	0,0027	0,00046
Koppar	0,014	0,24	0,024
Krom	0,0042	0,089	0,0089
Kvicksilver	0,000019	0,00052	0,00018
Nickel	0,0063	0,087	0,0043
Zink	0,038	0,79	0,085
Oljeindex	0,21	5,2	0,26
Suspenderat material	31	830	42
pH	-	-	-
Fosfor (P)	0,053	0,91	0,32
Kväve (N)	0,94	16	1,1
BaP	0,000011	0,00034	0,000067
PAH16	-	-	-

2.4 Befintligt dagvattensystem

Här beskrivs det befintliga dagvattensystemet utifrån ett 10 års regn, dvs. vardagsregn samt ett 100 års regn, dvs. ett skyfalls-scenario. SCALGO har använts för att analysera var vattensamlingar bildas samt dess vattendjup utifrån den befintliga marken.

Nedan i Figur 11 presenteras befintlig dagvattenhantering för området med de två utloppen i norr markerat i rött, fastigheten saknar en anslutningspunkt till det kommunala dagvattennätet.



Figur 11. Befintlig dagvattenhantering i området där de två utloppen i norr är markerat i rött.

2.4.1 Vardagsregn

Nedan i Figur 12 presenteras vattensamlingar som bildas på grund av ett 10 års regn.

Vattenmassorna presenteras i skalan grön-gul-röd som motsvarar vattendjupet där grönt är 0-5 cm, gult är 5-20 cm och rött är djupare än 20 cm.



Figur 12. Vattendjup i vattensamlingar som bildas av ett 10 års regn, befintliga förhållanden. Figur skapad i SCALGO.
Grönt område: 0-5 cm, Gult område: 5-20 cm, Rött område: >20 cm

2.4.2 Skyfallsanalys

Nedan i Figur 13 presenteras vattensamlingar som bildas på grund av ett 100 års regn, dvs ett skyfall. Det visar att mycket vatten samlas runt byggnad 007 i väster. Det framgår också att vatten upp till 20 cm kan bli stående inom tomten. Här kan problematik uppstå, vilket behöver beaktas i en höjdsättning för att undvika instängda områden.



Figur 13. Vattendjup i vattensamlingar som bildas av ett 100 års regn, befintliga förhållanden.
Figur skapad i SCALGO.

Grönt område: 0-5 cm, Gult område: 5-20 cm, Rött område: >20 cm

Nedan i Figur 14 presenteras hur lång tid det tar för drabbade funktioner att återhämta sig efter en översvämning orsakad av ett 100 års regn, hämtad från Vatten i Göteborg (Göteborgs Stad, 2021).



Figur 14. Översvämnings varaktighet för området

Baserat på punkterna i Kapitel 1.1 har följande risker före om- och tillbyggnad identifierats:

- Det finns risk att vatten ansamlas och blir stående kring byggnad 007, både väster och öster om samt norr om det avsedda området, vid skyfall. Denna risk kopplas till punkten om att ny bebyggelse inte ska skadas vid översvämning. Ytan öster om området är ett dike, så där planeras vatten bli stående.
- Det finns risk att vatten blir stående med mer än 20 cm vattendjup vid B007. Denna risk kopplas till punkterna om att tillgängligheten till nya byggnaders entréer inom fastigheten ska säkerställas.
- Både figur 13 och 14 visar att det finns risk att vatten ansamlas på vägen öster och väster om byggnad 007 nämnd i föregående punkt. Denna risk kopplas till punkten om att framkomlighet till och inom tomten ska uppfyllas.

2.5 Förutsättningar SCALGO

SCALGO används till lågpunktskartering, flödesvägar samt beräknar utbredningen av en översvämning utifrån en definierad vattenmängd som faller över området, given i millimeter. Begränsningarna i denna modell är bland annat att man endast kan lägga till en mängd vatten i millimeter, dvs. att varaktighet inte inkluderas. En annan begränsning är att det inte är en dynamisk modell och därmed inte tar hänsyn till tid.

Nedan presenteras förutsättningar som använts för att skapa modellen i SCALGO. För att inkludera fördröjning i magasin, ledningsnät samt infiltration kan man lägga till en direkt infiltration till modellens olika ytskikt definierade av användaren. Det innebär att den mängd infiltration som bestämts direkt utsluts från det definierade regnet i beräkningen.

1. Höjdsättning av ny mark för att kunna skapa en yta (xml-fil). Här inkluderas byggnader, ytans höjder, murar och ramper.
2. De regn som analyseras är ett 10 års regn för vardagsregn (utifrån kravet från Göteborgs stad) och 100 års regn för att skapa ett skyfallsscenario.
3. Kapacitet i ledningsnät och magasin:
Enligt Göteborgs stad ska 10 mm fördröjas per kvm hårdgjord yta inom varje fastighet. Det innebär en direkt infiltration på 10 mm i SCALGO-modellen.
4. Ytskikten är definierade enligt Figur 15 nedan där direkt infiltration är inlagd för att ta hänsyn till ledningsnät och magasin.



Figur 15. Definierade ytskikt för området i SCALGO. (Se tabell 4)

Nedan i Tabell 7 presenteras egenskaperna för de olika ytskikten. Takets färg är satt till mörkröd. Hårdgjorda ytor (asfalt och betong) är gråa, grus är brun och gräs/plantering är ljus grönt. Utegårdarna är definierade som ett medelvärde på avrinningen då det är svårt att få en bra noggrannhet i SCALGO på så små ytor.

Ytorna runt omkring det analysera området utgörs för det mesta av grönytor och åkermark. Dessa är definierade som "Gräs/plantering". Övriga ytor som ligger utanför området är definierade som "glass". Detta innebär att 100% rinner av från ytan och att 0 mm infiltreras i marken. Det gör att resultatet presenterar ett värre scenario än vad verkligheten är. I och med att största delen av marken uppströms är grönyta/åkermark bedöms det i detta fall inte ha så stor inverkan att resterande ytor är definierade som "glass".

Tabell 7. Definition av använda ytskikt för modellen i SCALGO.

Ytskikt	Färg	Avrinning [%]	Direkt infiltration [mm]
Asfalt/betongmarksten	Grå	80	20
Tak	Mörkröd	90	20
Gräs/plantering	Ljusgrön	10	10
Grus	Brun	20	10
Utegård	Gul	66	20
Armerat gräs	Mörkgrön	20	10

3 Dagvattensystem efter om- och tillbyggnad

I detta avsnitt beskrivs dagvattensystemet efter om- och tillbyggnad utifrån ett 10 års regn, dvs. ett vardagsregn samt ett 100 års regn, dvs. ett skyfalls-scenario. SCALGO har använts för att analysera var vattensamlingar bildas samt dess vattendjup utifrån den projekterade höjdsättningen.

3.1 Vardagsregn

Nedan i Figur 16 presenteras vattensamlingar som bildas på grund av ett 10 års regn.

Vattenmassorna presenteras i skalan grön-gul-röd som motsvarar vattendjupet där grönt är 0-5 cm, gult är 5-20 cm och rött är djupare än 20 cm.



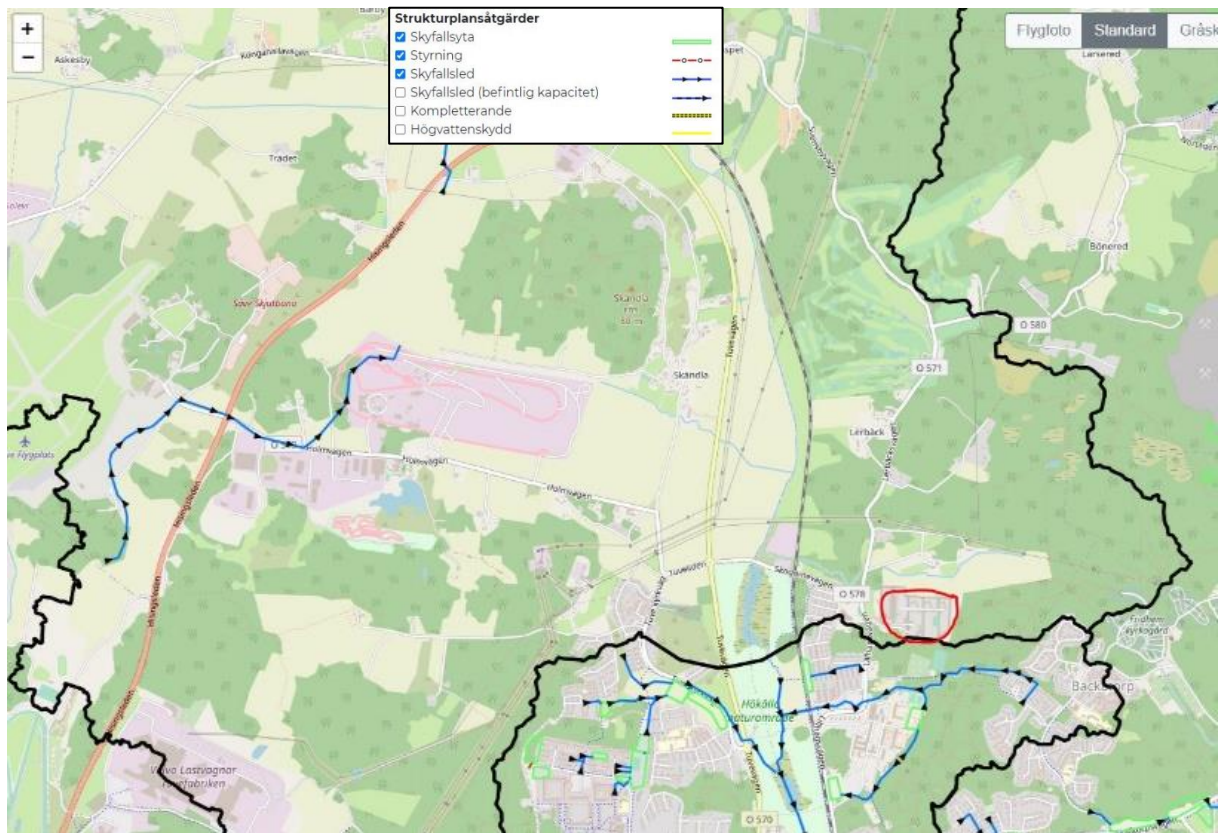
Figur 16. Vattendjup i vattensamlingar som bildas av ett 10 års regn, efter om- och tillbyggnad. Figur skapad i SCALGO. Grönt område: 0-5 cm, Gult område: 5-20 cm, Rött område: >20 cm

3.2 Skyfallsanalys

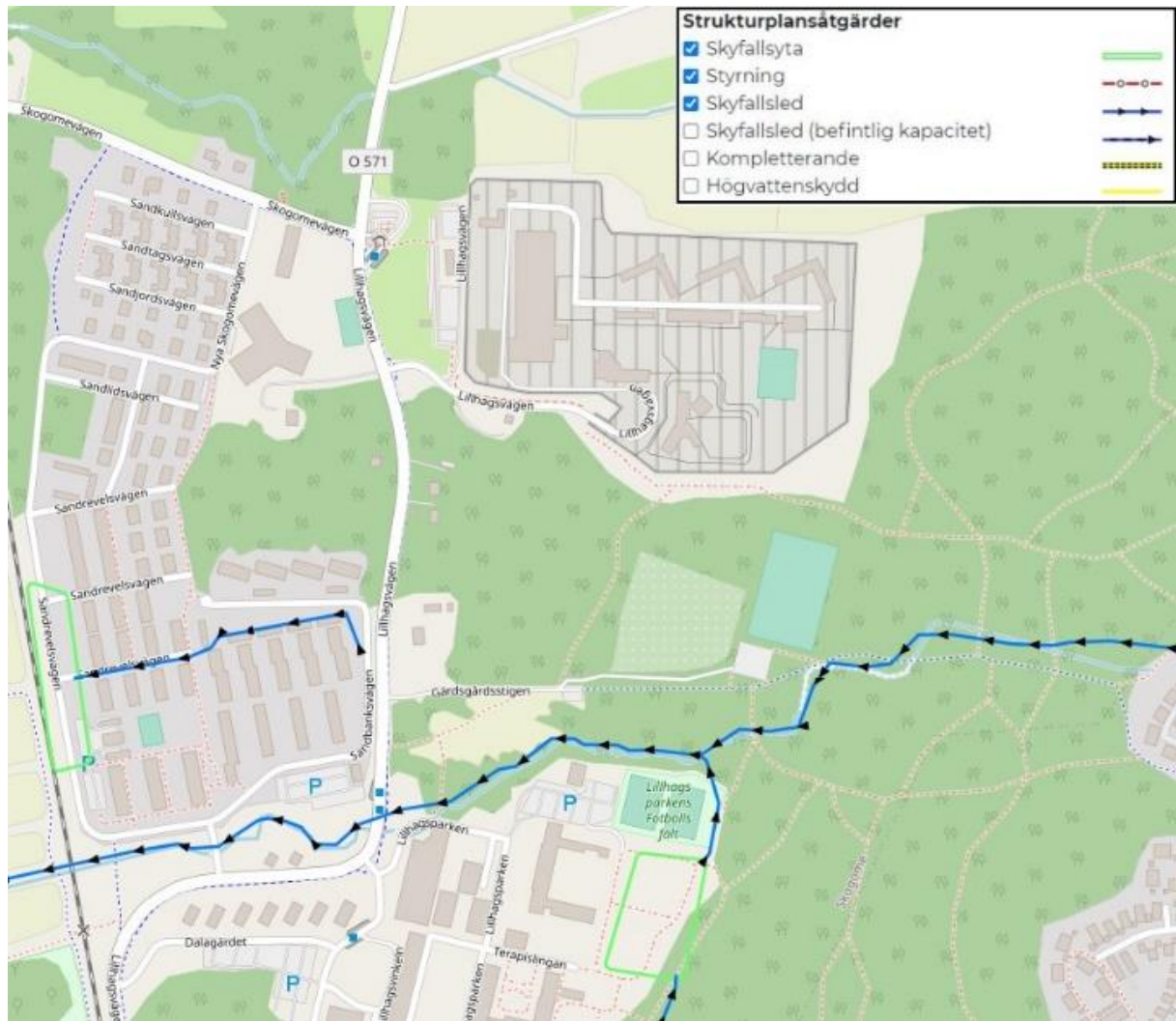
Strukturplan för hantering av skyfallsåtgärder finns tillgängligt för området och presenteras nedan i stycke 3.2.1 Strukturplansåtgärder. Där beskrivs även om den planerade bebyggelsen påverkar strukturplanen och i så fall på vilket sätt samt hur detta ska beaktas i planen. Fortsättningsvis presenteras vattensamlingar med dess vattendjup för ett skyfalls-scenario.

3.2.1 Strukturplansåtgärder

I Figur 17 kan strukturplanen runtom planområdet ses (Göteborgs Stad, 2021). Likt avrinningsområdet delar detta sig precis vid tomtgränsen söder om fastigheten. Skyfallsleder presenteras med blåa linjer med riktningspilar, skyfallsytor presenteras med gröna linjer och styrningsåtgärder med streckad röd linje. I Figur 18 presenteras en närmare figur. Inga skyfallsleder eller ytor kommer att påverkas av om- och tillbyggnaden.



Figur 17. Geografisk lokaliseringskarta av planområdet (markerat i rött). Svarta linjer presenterar avgränsningen av strukturplanområdet.



Figur 18. Föreslagna strukturplansåtgärder för området. Översvämningsytor i grönt, skyfallsleder i blått, samt styrningsåtgärder i rött. Planområdet är markerat med streckad röd linje.

3.2.2 Riskområden

Nedan i Figur 19 presenteras var vattensamlingar finns vid skyfall samt vad vattendjupet blir.



Figur 19. Vattendjup i respektive vattensamling vid ett 100 års regn. Figur skapad i SCALGO.
Grönt område: 0-5 cm, Gult område: 5-20 cm, Rött område: >20 cm

Baserat på punkterna i Kapitel 1.1 har följande risker efter om- och tillbyggnad identifierats:

1. Det ansamlas en mängd vatten sydväst om byggnad 018. En del av ytan utgörs av väg och marken bör planeras så att vattenansamlingen hamnar på gräsytor runt omkring. Denna risk kopplas till punkten om att framkomlighet till och inom tomten ska uppfyllas. Det mesta av vägen ligger i vattendjupet 5-15 cm. Därmed bedöms att denna väg går att korsa även vid ett skyfall. På det röda området är en brunn placerad och vid kortare kraftiga regn bedöms detta vatten rinna undan relativt fort efter att regnet avtagit, vilket innebär att vattnet bara blir stående en kort stund.
2. På lastgården mellan byggnad 022 och 023 identifieras också två lågpunkter där vatten riskerar att bli stående vid ett skyfall, dock inga större mängder. Då SCALGO inte tar hänsyn till att vatten rinner undan under tiden kan man anta att denna mängd rinner undan och inte utgör någon skada.
3. Det finns risk att vatten blir stående med mer än 20 cm vattendjup norr om byggnad 028. Denna yta utgörs av gräs och är okej att översvämmas under kortare perioder.

5. Ytan väster om den befintliga byggnaden 007 ser ut att ansamla stora mängder vatten både vid vardagsregn och vid ett skyfall. De mindre byggnaderna väster om byggnad 007 är elanläggningar/teknikbyggnader och måste ha en säker marginal till den högsta vattennivå som kan uppstå under skyfall. Denna risk kopplas till punkten om att ny byggnation inte får utsättas för skador vid förekomst av skyfall. Detta beskrivs i kapitel "5 Slutsats och rekommendationer".
6. Övriga ytor med stora vattenansamlingar utgörs av gräsytor och är skapade för att fungera som översvämningssyta.
7. Planerad byggnation riskerar att orsaka ökad avrinning till närliggande områden. Denna risk kopplas till punkten om att översvämningssituationen inom eller utanför fastigheten inte skall försämrats. Detta åtgärdas genom att fördröja den ökade volym som beräknas och presenteras i kapitel "5 Slutsats och rekommendationer".

3.3 Fördröjningsbehov dagvatten innanför perimeterskydd

Nedan presenteras fördröjningsbehovet av fastigheten för det område som planhandlingen avser innanför perimeterskyddet.

3.3.1 Fördröjningsbehov

För att beräkna fördröjningsbehovet behöver markanvändningen före och efter om- och tillbyggnad definieras. Figur 20 nedan visar en uppskattning av hur områdets markanvändning ser ut innan utbyggnad av anstalten.



Figur 20. Markanvändning före om- och tillbyggnad.

Vid skyfall finns behov av översvämningsytor för att inte öka flödena nedströms.

Figur 21 nedan visar en uppskattning av hur områdets markanvändning ser ut efter om- och tillbyggnad av anstalten.



Figur 21. Markanvändning efter om- och tillbyggnad.

Före utbyggnad antas området till största del bestå av grönytor. Om- och tillbyggnaden av marken innebär en ökning av hårdgjorda ytor vilket innebär att den reducerade arean ökar, se markanvändning före och efter utbyggnad nedan i Tabell 8.

Den reducerade arean beräknades genom att multiplicera arean för varje delområde med avrinningskoefficienten för det delområdet.

För att beräkna volymen av 10 mm fördröjning på kvartersmark används ekvation 1 nedan.

$$\text{Fördröjningsvolym (m}^3\text{)} = (\text{red. hårdgjord area efter byggnation/ombyggnation (m}^2\text{)}) * 0,01\text{m (1)}$$

Tabell 8 Markanvändning före och efter om- och tillbyggnad för området samt beräkning av reducerad area.

Markanvändning	φ	Före utbyggnad		Efter utbyggnad	
		A (ha)	A _{red} (ha)	A (ha)	A _{red} (ha)
Tak	0,9	1,06	0,95	2,69	2,43
Asfalt/Betongplattor	0,8	1,51	1,21	6,35	5,08
Grus	0,2	1,38	0,37	0,65	0,13
Grönområde	0,1	10,52	1,05	4,60	0,46
Armerat gräs	0,2			0,18	0,04
Totalt		14,47	3,49	14,47	8,13

Den hårdgjorda arean före om- och tillbyggnaden är ungefär 39500 m² och efter ca 76800 m².

Kravet som Göteborgs kommun ställer är att 10 mm ska fördröjas per m² reducerad hårdgjord area.

Kravet innebär att 768 m³ dagvatten behöver fördröjas inom aktuell fastighet (fördröjning=(76800)*0,01).

För beräkning av befintligt dagvattenflöde har återkomsttiden 10 år valts, enligt P110.

Dimensionerande regnvaraktighet är 10 min. Dimensionerande regnintensitet för beräkning av flöden med rationella metoden blir därmed 228 l/s • ha.

Det dimensionerande flödet beräknades enligt ekvation 2 nedan. Före om- och tillbyggnaden används en klimatkfaktor på 1 och efter används 1,25 (enligt P110) för att kompensera för förhöjda regnintensiteter på grund av klimatförändringar.

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

	Intensitet (l/s*ha)	Flöde nuläge (l/s)	Flöde efter (l/s)	Flöde efter med kf (l/s)
10 år	228	795,7	1751,0	2188,8
30 år	328	1144,7	2519,0	3148,8
100 år	489	1706,61	3755,52	4694,4

Dimensionerande flöde vid 10års regn, 30års regn och 100års regn för området före och efter om- och tillbyggnaden redovisas i tabell 9-11.

Tabell 9 Dimensionerande flöde för fastigheten vid ett 10års regn (regnintensitet 228 l/s*ha). En jämförelse mellan nuläge och efter om- och tillbyggnad, med och utan klimatkfaktorn 1,25.

Totalt	10 årsregn
Flöde nuläge (l/s)	795,7
Flöde efter om- och tillbyggnad (l/s)	1751,0
Flöde efter om- och tillbyggnad inkl KF (l/s)	2188,8

Tabell 10 Dimensionerande flöde för fastigheten vid ett 30års regn (regnintensitet 328 l/s*ha). En jämförelse mellan nuläge och efter om- och tillbyggnad, med och utan klimatkfaktorn 1,25.

Totalt	30 årsregn
Flöde nuläge (l/s)	1144,7
Flöde efter om- och tillbyggnad (l/s)	2519,0
Flöde efter om- och tillbyggnad inkl KF (l/s)	3148,8

Tabell 11 Dimensionerande flöde för fastigheten vid ett 100års regn (regnintensitet 489 l/s*ha). En jämförelse mellan nuläge och efter om- och tillbyggnad, med och utan klimatkfaktorn 1,25.

Totalt	100 årsregn
Flöde nuläge (l/s)	1706,61
Flöde efter om- och tillbyggnad (l/s)	3755,52
Flöde efter om- och tillbyggnad inkl KF (l/s)	4694,4

Det finns olika typer av magasin som kan användas, dessa beskrivs mer i stycke "4.1 Väsentliga reningsmetoder". Beroende på viken typ man väljer blir magasinet olika stort. Se Tabell 12 nedan för erforderlig storlek för respektive magasintyp.

Tabell 12. Erforderliga fördröjningsvolym.

Fördröjnings-anläggning	Fördröjningsvolym [m ³]	Magasinsvolym [m ³]
Kassettmagasin	768	808
Rörmagasin	768	768
Makadammagasin	768	2560

I dagsläget så är det befintliga flödet ut från fastigheten ca 984 l/s, fördelat på två 500 btg ledningar vilket kommer att fortsätta att nyttjas av de projekterade systemet.

Det nya systemet stryps till ca 548 l/s innan det ansluter på de befintliga utloppen, som blir det nya flödet ut från fastigheten.

3.4 Fördröjningsbehov dagvatten utanför perimeterskydd

Nedan presenteras fördröjningsbehovet av fastigheten för det område som planhandlingen avser utanför perimeterskyddet för parkeringen som är framtaget i en separat entreprenad.

3.4.1 Fördröjningsbehov

För att beräkna fördröjningsbehovet behöver markanvändningen före och efter om- och tillbyggnad definieras. Figur 22 nedan visar en uppskattning av hur områdets markanvändning ser ut innan utbyggnad av anstalten.



Figur 22. Markanvändning före tillbyggnad.

Figur 23 nedan visar en uppskattning av hur områdets markanvändning ser ut efter tillbyggnad av parkeringen.



Figur 23. Markanvändning efter tillbyggnad.

Före utbyggnad antas området till största del bestå av grönytor. Tillbyggnaden av marken innebär en ökning av hårdgjorda ytor vilket innebär att den reducerade arean ökar. (Se markanvändning före och efter utbyggnad i figur 22 och 23)

Inom den östra delen av området avvattnas väg och parkering, totalt ca 9100 m².

Fördröjningsvolymen som skapas på ca 135 m³ beräknas kunna magasinera ett 10 års regn med 10 minuters varaktighet och en klimatfaktor på 1,25.

Inom den västra delen av området avvattnas tak och hårdgjorda ytor kring byggnaden där ledningssystemet dimensioneras efter ett 10 års regn med 10 minuters varaktighet och en klimatfaktor på 1,25.

Tömningsflödet från området är strypt till ca 17 l/s.

4 Föreslagna åtgärder

Dagvattnet från aktuellt område inom fastigheten ska fördröjas och dessutom genomgå enklare rening. Öppna dagvattenlösningar är att föredra som fördröjningsmetod då systemet blir mer robust och rening av dagvattnet sker via infiltration. Detta bör endast tillämpas utanför perimeterskyddet i enlighet med specialfastigheters riktlinjer. Dagvattenlösningarna ska planeras med hänsyn till geologin där infiltrationen är bäst.

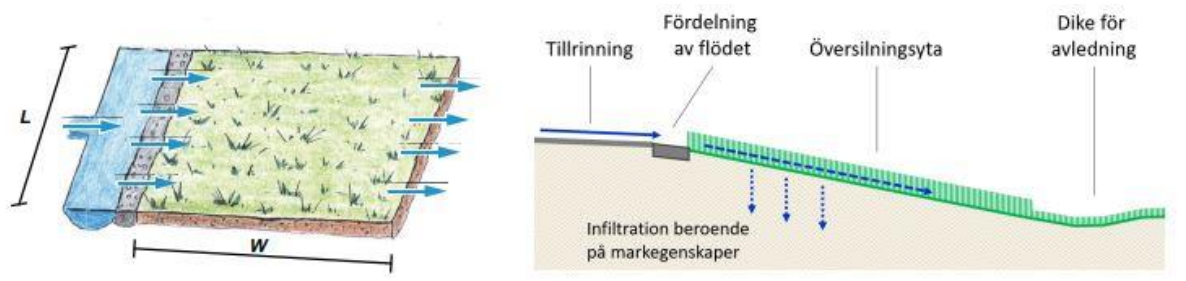
Avvattningen inom fastighet Skogome 2:2 - Anstalten Skogome, kommer efter om- och tillbyggnationen främst bestå av avrinning från takyta samt annan hårdgjord yta via brunnar i lågpunkter till ett fördröjningsmagasin för att uppfylla enklare rening. Enklare rening innebär avskiljning av partiklar företrädesvis översilning genom växtlighet eller fördröjning. Det kan till exempel vara översilning och gräsdike, brunnsfilter, torra dammar, olika typer av magasin med väl dimensionerade sandfång och driftmöjligheter. Vid kraftigare regn kommer vatten att ledas till översvämningssytor på gräsytor där vattnet kan fördröjas för att sedan avledas via ledningssystemet.

4.1. Väsentliga reningsmetoder

I följande stycken kommer väsentliga reningsmetoder beskrivas. Därefter görs en bedömning för vad som passar den specifika delen av fastigheten. Fördröjningsmagasinets storlek utgår från kravet om att 10 mm ska fördröjas per m² reducerad hårdgjord area.

Översilning

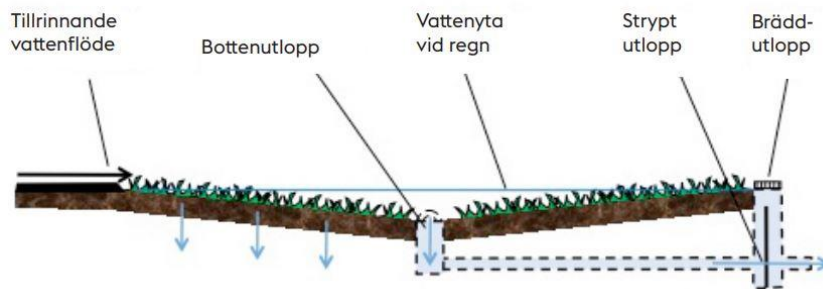
En översilningsyta är en anlagd eller befintlig grässlänt som utformas för att skapa ett långsamt flöde som tillåter att en del infiltreras och tas upp av växter och en del rinner på ytan. Syftet är att sprida ut dagvattenflödet över en stor yta i stället för att koncentrera inflödet till en punkt (Larm, Blecken, StormTac AB, & Luleå tekniska universitet, 2019). Markens lutning bör vara 2-5%. Denna dagvattenlösning är en enkel och billig konstruktion i förhållande till dess yta och fungerar primärt för att hantera vardagsregn. I och med infiltrationen har lösningen god rening för olja och suspenderade partiklar. För drift och underhåll krävs inspektion 2 gånger om året och att man rensar sediment vart 10-20 år. Tillgängligheten för underhåll är hög vilket gör detta till en lösning med liten skötselinsats (Göteborgs Stad, 2017). Nedan i Figur 24 visas en principskiss för en översilningsyta.



Figur 24. Principskiss översilningsyta, tagen från Svenskt Vatten AB (Larm, et. al., 2019).

Torra dammar

Torra dammar är nedsänkta gröna ytor som kan användas för att fördröja och i viss mån rena höga dagvattenflöden. Vid höga flöden bildas en tillfällig vattenspegel. Vattnet försvinner successivt då tillrinningen avtar och vattnet infiltrerar ner genom markytan, alternativt leds bort via ett dike eller annat strypt utlopp (se Figur 25 nedan). Rening sker framför allt genom att partikelbundna föroreningar genom sedimentation. Om vattnet kan infiltrera genom markytan ökar reningsförmågan. Överdämningsytor kan anläggas som komplement till andra dagvattenlösningar där kapacitet för att hantera mer extrema flöden saknas (Stockholm vatten och avfall, 2017).



Figur 25. Principskiss för överdämningsyta/torr damm. Vattnet tillförs ytlades eller via rörledning. Är marken tät kan ytan dräneras via ett bottenutlopp. Ett strypt utlopp ger långsam avtappning, flödesutjämning och bättre rening. Om marken har god infiltrationsförmåga behövs ingen utloppsbrunn.

Utformning

Överdämningsytor/torra dammar utformas som nedsänkta gröna ytor och används som en del i trög avledning, i kombination med andra lösningar, till exempel dammar. Det är en fördel om vattnet kan spridas på hela ytan då flödes hastigheten sjunker vilket gynnar sedimentation av partikelbundna föroreningar. En täckande vegetation gör ytan mindre exponerad för erosion. Ytan kan utformas som en vanlig gräsmatta eller med en blandning av gräs och halvgräs där oljeföroreningar kan fastna och sedan brytas ner när ytan blir torr och exponeras för sol. Ytan behöver dimensioneras så att den hinner torka mellan regntillfällena och utifrån de behov som finns på platsen (Stockholm vatten och avfall, 2017).

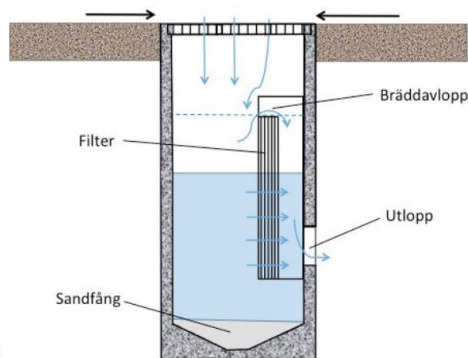
För att underlätta mekanisk skötsel är det viktigt att slänterna är flacka. Lutningen bör inte vara större än tio grader. Vattnet måste effektivt kunna dräneras bort mellan fyllningstillfällena. Om marken är genomsläpplig kan tillfört vatten infiltrera ner genom marken. Det förbättrar även anläggningens reningsförmåga (Stockholm vatten och avfall, 2017).

Mervärden

Överdämningsytor/torra dammar kan under torrperioder ofta användas som parkmark eller annan mångfunktionell grönyta (Stockholm vatten och avfall, 2017).

Brunnsfilter

Brunnsfilter är reningsinsatser som kan monteras direkt i befintliga dagvattenbrunnar eller efter en fördröjningsvolym. De kan bidra med rening nära källan, både i nya och i befintliga dagvattensystem. Filtermaterialet avgör vilka föroreningar som kan avskiljas. Flödet genom filtret påverkar reningsförmågan. De flesta modeller är försedda med förbiledning så att flödet genom filtret kan hållas på en lagom nivå även i samband med flödestoppar. Brunnsfilter passar bäst i befintlig, tätbebyggd miljö där föroreningsbelastningen är måttlig till hög och det saknas plats och möjlighet för andra dagvattenlösningar. Parkeringsplatser, industriområden och bensinstationer i befintlig miljö är exempel på platser där det kan vara lämpligt att installera brunnsfilter. En principskiss visas nedan i Figur 26 (Stockholm vatten och avfall, 2017).



Figur 26. Principskiss för ett brunnsfilter (Stockholm vatten och avfall, 2017). Det kan hängas eller monteras direkt i en befintlig dagvattenbrunn, i detta fall före utloppet till en dagvattenledning. Vid höga flöden stiger nivån i brunnen och vattnet bräddar över filtret.

Höjdsättning

Höjdsättningen är en viktig del i utformningen för att undvika att lågpunkter och instängda områden bildas för att undvika att vatten blir stående. En annan viktig aspekt är att gator och fastigheter harmoniserar med varandra så gott det går för att skapa en trivsamt miljö med god tillgänglighet.

Rörmagasin

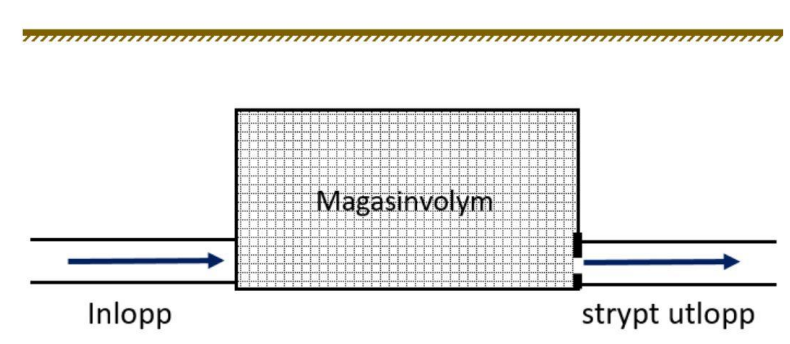
I områden där en öppen fördröjning inte kan anläggas kan underjordisk magasinering ske i rörmagasin och kassetmagasin, beskrivs utförligare nedan. Rören överdimensioneras för att skapa möjlighet till fördröjning i dem (Larm, Blecken, StormTac AB, & Luleå tekniska universitet, 2019). När man anlägger ett underjordiskt magasin är det viktigt att beakta grundvattennivån. Om man placerar det under grundvattennivån finns det risk för en grundvattensänkning om det inte görs tätt. I sin tur måste man utreda att lyftkraften från vattnet inte blir större än vikten av ett tomt magasin. Detta kan åtgärdas genom att förankra magasinet i underliggande jordlager. Fördelarna med rörmagasin är bland annat en lång livslängd och goda möjligheter till inspektion och sanering. Dock medges ingen möjlighet till infiltration och dagvattenreningen är begränsad.

Makadammagasin

Makadammagasin kan användas för både magasinering och avledning om ett strypt utflöde erfordras. Den effektiva volymen för ett makadammagasin är ca 30% vilket innebär att det upptar en större yta än rör- eller kassetmagasin. En fördel är att det kan anläggas under en genomsläpplig yta för att låta vatten infiltrera genom markytan till magasinet. En nackdel är att möjligheten till inspektion och spolning är begränsad (Larm, Blecken, StormTac AB, & Luleå tekniska universitet, 2019).

Kassettmagasin

Kassettmagasin kan användas som ett alternativ eller komplement till fördröjning, i första hand inom kvartersmark. Kassetterna anläggs under mark och kan vara täta eller ha möjlighet till infiltration in till kassetten och exfiltration från kassetten, dvs att vatten kan perkolera till grundvattnet. Dess effektiva volym är ca 95% vilket gör lösningen väldigt yteffektiv. Fördelar med dagvattenkassetter jämfört med stenkistor och makadammagasin är, förutom att kassettmagasinen inte kräver lika stor plats, att möjligheterna till inspektion, rensning och spolning är större. Magasinen bör anläggas ovan grundvattenytan men kan ligga lägre om grundvatten förhindras att tränga in i magasinet (exempelvis genom att de omges med en vattentät duk). Detta omöjliggör dock infiltration och vidare perkolation till grundvattnet. Vidare krävs att överliggande fyllnadsmaterial motverkar lyftkraften som grundvattnet ger upphov till. Nedan i Figur 26 presenteras en principskiss från Svenskt Vatten för ett kassettmagasin (Larm, Blecken, StormTac AB, & Luleå tekniska universitet, 2019).



Figur 27. Principskiss av underjordiskt kassettmagasin (modulsystem) (Larm, Blecken, StormTac AB, & Luleå tekniska universitet, 2019)

Oljeavskiljare

En oljeavskiljare installeras för att förhindra utsläpp av oönskade partiklar som tex. olja och bensen i spill- och dagvattenledningar. Partiklarna som i värsta fall kan förstöra den biologiska processen i reningsverk eller hamna i sjöar i vattendrag.

5 Slutsats och rekommendationer

5.1 Föreslagen lösning

5.1.1 Dagvattenhantering innanför perimeterskyddet

Föreslagen lösning (Figur 28) för fördröjning och enklare rening av dagvatten är användning av slutet kassetmagasin då det finns relativt liten yta för placering samt att det finns risk att magasinet hamnar under grundvattennivån. På lastgården kommer det pågå industriverksamhet. Där behöver det utredas om oljeavskiljare behövs med hänsyn till den industriverksamhet som ska pågå där.



Figur 28. Föreslagen lösning för dagvattenhantering innanför perimeterskyddet med pilar som redovisar flödesriktning.

5.1.2 Dagvattenhantering utanför perimeterskyddet

Dagvattnet från tak, vägen och parkeringen leds till översilningsytor och vidare till gräsdiken där dagvattnet infiltreras, renas och fördröjs. Förhöjda kupolbrunnar sitter i diken för breddning.

(Se figur 29 nedan)

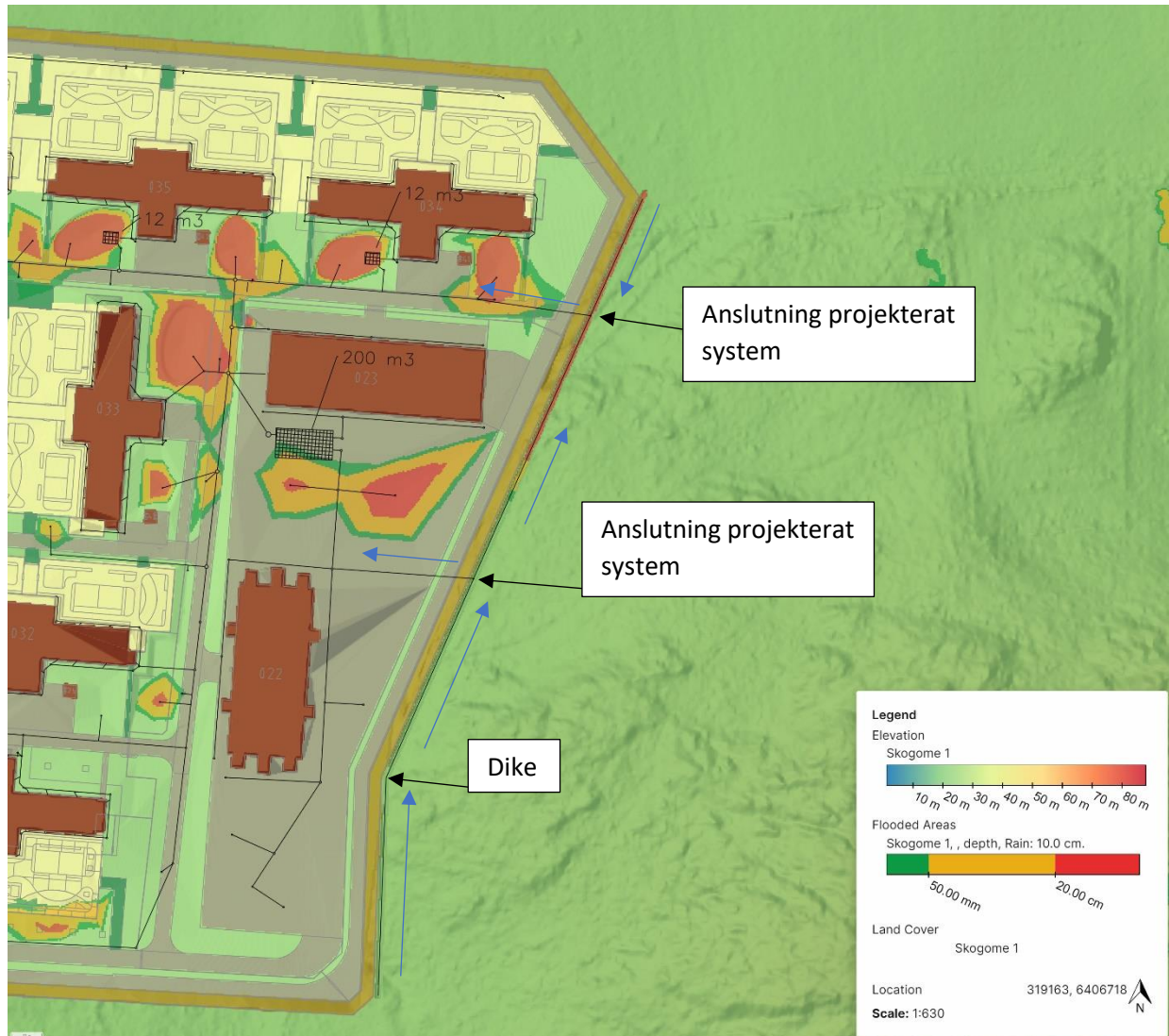


Figur 29. Föreslagen lösning för dagvattenhantering utanför perimeterskyddet med pilar som redovisar flödesriktning.

5.1.3 Dike öster om anstalten

För att stora mängder vatten från berget i öst ska hanteras och ej ta sig in på området så ska vattnet kunna avledas, till exempel via ett dike.

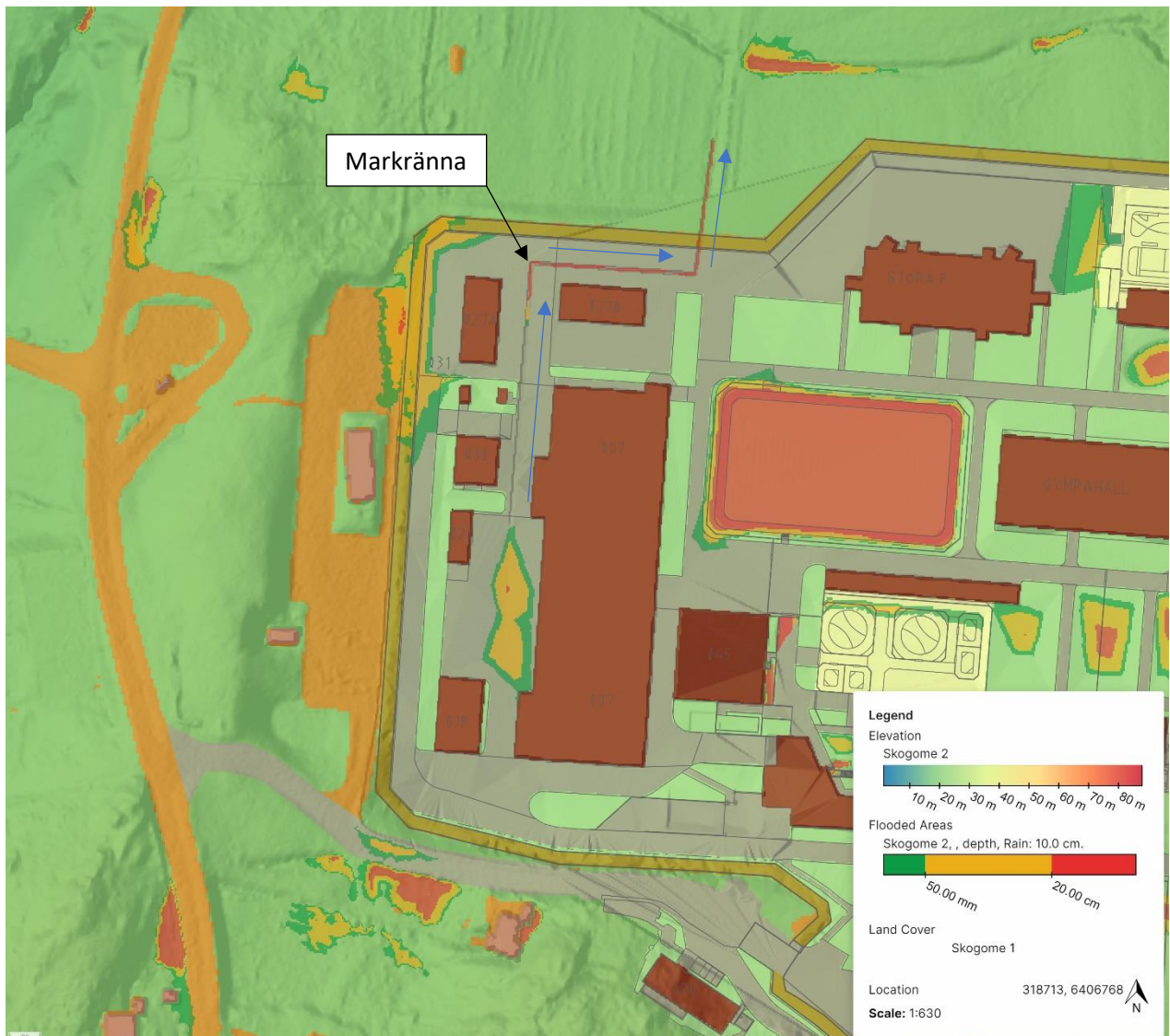
Diket ansluts till dagvattensystemet på fastigheten. (Se figur 30 nedan)



Figur 30. Redovisat dike med pilar för flödesriktning öster om anläggningen i ett skyfallscenario.

5.1.4 Markränna väster om B007

För att hantera mängden vatten som tillrinne och samlas väster om byggnad 7 i ett skyfallsscenario ska vattnet kunna avledas norr ut, till exempel via en markränna. (Se figur 31 nedan)



Figur 31. Markränna med pilar som redovisar flödesriktning väster om byggnad 7 i ett skyfallsscenario.

I ett vardagsregn leder markrännan vattnet till dagvattensystemet där det fördröjs innan det rinner vidare till diket. I ett skyfallsscenario så bräddar vattnet förbi systemet och rinner direkt till diket för att förhindra översvämning.

5.1.5 Magasin väster om B007

Det har även utredds en alternativ lösning med ett fördröjningsmagasin placerad mellan byggnad 21 och 19, dimensionerat för att klara av att fördröja ett skyfall.

För att magasinet ska klara av att fördröja ett skyfall så behöver det ha en volym på ca 1200 m³, samt pumpstationer som klarar av de höga flödena som uppstår. (Se figur 32)



Figur 32. Magasin dimensionerat för ett skyfallsscenario.

Markrännen som beskrivs tidigare är en hållbarare lösning både tekniskt och ekonomiskt.

5.1.6 Skyfallssituation nedströms

För att uppfylla kravet på att inte förvärra situationen nedströms, så får tömningsflödet innan exploatering vid ett 100 års regn inte öka.

Innan exploatering så är 3,49 ha_{red} hårdgjord, och efter exploatering 8,13 ha_{red} hårdgjord.

Befintligt tömningsflöde är 1705 l/s, vilket blir det dimensionerande flödet när fördröjningsvolymen bestäms.

Den totala fördröjningsvolymen blir ca 2565 m³ som fördelas på flertalet magasin samt översvämningsytor enligt figur 33 och 34.

Översvämningsytor

Totalt så är åtta översvämningsytor planerade på området med en total volym på ca 2410 m³.

(Se figur 33 nedan)



Figur 33. Översvämningsytor dimensionerade för ett skyfallsscenario.

Dagvattenmagasin

Totalt så är nio dagvattenmagasin planerade på området med en total volym på ca 768 m³.

(Se figur 34 nedan)



Figur 34. Magasinsvolym

5.2 Slutsats

Genom föreslagna lösningar uppfylls stadens krav på fördröjning så väl som krav om höjdsättning för att säkerställa att inga framtida problem uppstår.

Ytan på fastigheten Skogome 2:2 där om- och tillbyggnaden planeras ligger idag lågt och har lågpunkter med betydande vattensamlingar vid skyfall, främst i översilningsytor så som gräsytor.

Analysen av om- och tillbyggnaden visar att höjdsättningen och nivåerna på de nya byggnaderna är tillräckliga för att avleda de vatten som uppstår vid vardagsregn (10 års regn).

Enligt de utförda beräkningarna behöver 768 m³ vatten fördröjas innanför, samt 135 m³ utanför perimeterskyddet. Det blir totalt ca 903 m³ vatten inom fastigheten innan det släpps vidare till recipient utifrån kravet att fördröja 10 mm per m² reducerad hårdgjord area.

För fördröjningen innanför perimeterskyddet rekommenderas användning av täta kassettmagasin och ett dike öster om B022 och 23 innan det rinner in på fastigheten. Utanför perimeterskyddet används översilningsytor samt gräsdiken.

Vid ett skyfall scenario så behöver fastigheten kunna ta hand om ca 2565 m³ vatten för att inte försämra situationen nedströms. Den volymen delas upp runt om på området på nio magasin samt åtta översvämningssytor med en total volym på ca 3180 m³.

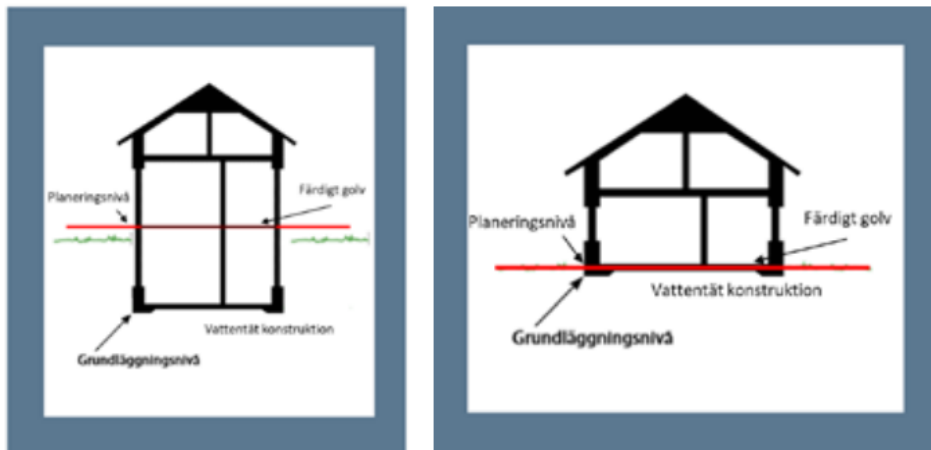
Eftersom Skogome ligger inom verksamhetsområdet för VA men saknar en anslutningspunkt till det kommunala dagvatten nätet, så kommer dagvattnet att fortsätta rinna ut till den befintliga samfälligheten som det gör i dagsläget.

Höjdsättningen och hantering av dagvatten väster om byggnad 7 behöver ses över för att inte riskera att bli stående i vatten under en längre tid vid större regn. Då inte marken ska projekteras om i det här området har fler dagvattenbrunnar lagts till.

Vid ett skyfalls scenario så krävs det att FG nivån på de projekterade byggnaderna är 0,5 m ovanför översvämningssnivån enligt figur 35 nedan. (SBK, 2019)

Det gäller även grundkonstruktionen. Antigen är den placerad ovan gällande planeringsnivå eller så ska byggnaden konstrueras på så sätt att den klarar en översvämning upp till planeringsnivån. (SBK, 2019) (Se figur 36)

På grund av de befintliga höjderna som uppstår vid byggnad 7 och fastighetsgränsen gör att marken är låst och de här kraven kommer inte att kunna uppfyllas. Det gör att alternativa lösningar behöver utforskas som beskrivs i tidigare kapitel "5.1 Föreslagen lösning".

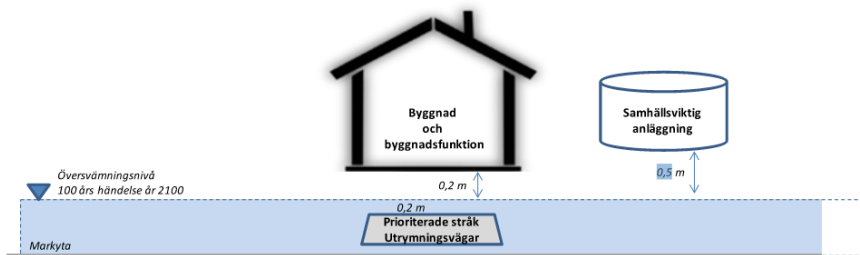


Figur 35. Planeringsnivåer för olika konstruktioner. (SBK, 2019)

Planeringsnivå: Lägsta nivå för FG.

Grundläggningsnivå: Lägsta nivå för grunda eller platta.

Planeringsnivåer skyfall



Figur 36. Planeringsnivåer för olika funktioner/skyddsobjekt vid ett dimensionerande skyfall. (SBK, 2019)

Översvämningsnivå: Uppmått vattennivå vid ett skyfallsscenario.

Inviatech AB

VA-teknik

gustav.zachrisson@inviatech.se

jimmie.swahn@inviatech.se

bill.gustafsson@inviatech.se

Litteraturförteckning

- Göteborgs Stad. (2017). *Göteborg när det regnar - En exempel- och inspirationsbok för god dagvattenhantering*. Göteborg: Göteborgs Stad Grafiska gruppen. Hämtat den 10 September 2021
- Göteborgs Stad. (2021). *Reningskrav för dagvatten*. Göteborg: Göteborgs Stad.
- Göteborgs Stad. (den 23 September 2021). *Vatten i Göteborg*. Hämtat från www.vattenigoteborg.se:
<https://www.vattenigoteborg.se/Downpour/ScenarioResult>
- Larm, T., Blecken, G., StormTac AB, & Luleå tekniska universitet. (2019). *Utformning och dimensionering av anläggningar för rening och flödesutjämnning av dagvatten*. Bromma: Svenskt Vatten AB. Hämtat den 21 September 2021
- SBK. (2019). *Tematiskt tillägg för översvämningsrisker*. Göteborg.
- Stockholm vatten och avfall. (den 30 Juni 2017). www.stockholmvattenochavfall.se. Hämtat från Stockholm vatten och avfall:
http://www.stockholmvattenochavfall.se/globalassets/dagvatten/pdf/overdamning_h.pdf
- Svenskt vatten. (2016). *Avledning av dag -, drän- och spillvatten P110*. Stockholm: Svenskt vatten AB.
- Vattenarkivet. (den 6 September 2021). Markavvattning. Skogome, Västra Götaland, Sverige.
- Vatteninformationssystem Sverige. (den 6 September 2021). VISS. Hämtat från Vattenkartan:
<https://ext-geoportal.lansstyrelsen.se/standard/?appid=1589fd5a099a4e309035beb900d12399>
- VISS. (den 27 03 2020). *Vatteninformation i sverige*. Hämtat från Länsstyrelsen:
<https://viss.lansstyrelsen.se/Waters.aspx?waterMSCD=WA90268780>

BILAGA A

StormTac Web

Föroreningsberäkning före och efter exploatering innanför
perimeterskydd



Resultatrapport StormTac Web

I denna resultatrapport redovisas in- och utdata (resultat) från simulering med StormTac Web.

1. Avrinning

1.1 Indata

				Relativ osäkerhet (%)	Absolut osäkerhet (+/-)
Nederbörd		1000	mm/år	10	100
Dimensionerande regnvaraktighet vid studerat flöde	$t_{r,Qstudy}$	6.0	h		
Avrinningsområde	A	14	ha	10	1.4
Rinnsträcka	s	800	m	0	0
Dim.vattenhastighet	v	0.50	m/s	0	0
Återkomsttid	N	10	år		
Klimatfaktor	f_c	1.00			
Studerat flöde *		12	l/s		
Koefficient för basflöde	K_x	0.70		20	0.14

* Studerat flöde, t.ex. ingående flöde till en anläggning om ett delflöde bräddas förbi eller pumpat flöde till en anläggning.

Delavrinningsområde

	Vol.avr.koeff. (φ_v)	Dim.avr.koeff. (φ_d)	Dagvatten (ha)	Grundvatten (ha)	Utredn. omr. (dim. flöde) (ha)
			ha	ha	ha
Grusyta	0.40	0.40	1.4	1.4	1.4
Takyta	0.90	0.90	1.1	1.1	1.1
Gräsyta	0.10	0.10	10.5	10.5	10.5
Asfaltyta	0.80	0.85	1.5	1.5	1.5
Totalt	0.26	0.27	14	14	14
Relativ osäkerhet (%)	20	20	10	10	10
Absolut osäkerhet (+/-)	0.052	0.053	1.4	1.4	1.4
Reducerat avrinningsområde			3.8		3.8

Urban area *	4.0	ha _{urbant}
(Volym) avrinningskoefficient för beräkning av årligt flöde och föroreningsbelastning, endast urbana areor *	0.69	
Urbant reducerad avrinningsyta *	2.7	ha _{red,urbant}

1.2 Utdata

				Relativ osäkerhet (%)	Absolut osäkerhet (+/-)
Basflöde, årsmedel	Q_b	1.3	l/s	24	0.33
Dagvattenflöde, årsmedel	Q_r	1.3	l/s	24	0.31
Tot. avrinning, årsmedel	Q_{tot}	2.6	l/s	17	0.45
Basflöde, årsmedel	Q_b	42000	m ³ /år	24	10402
Dagvattenflöde, årsmedel	Q_r	40000	m ³ /år	24	9677
Tot. avrinning, årsmedel	Q_{tot}	82000	m ³ /år	17	14207
Medelavrinning	Q_m	11	l/s		
Dim. flöde	Q_{dim}	480	l/s	20	96
Dim. varaktighet vid Q_{dim}	t_r	27	min		
Rinnhastighet	v	0.50	m/s		
Dimensionerande regndjup vid Q_{study}	$r_{d,Qstudy}$	6.9	mm		
Reducerat flöde (studerat flöde / reducerad area)	Q_{red}	3.2	l/s/ha _{red}		
Det studerade flödets andel av den totala årliga avrinningsvolymen		65	%		



2. Transport och flödesutjämning

2.1 Indata

Dagvattenledning

Lutning	0
Material	Plast (PE, PVC)

Flödesutjämning

Maximalt utflöde	Q_{out2}	200	l/s
Relativ osäkerhet (%)		0	%
Absolut osäkerhet (+/-)		0	l/s
Magasinfyllning, andel av porer	p	1	
Reducerad flödesfaktor	f_{Qred}	0.67	
Klimatfaktor	f_c	1.00	
Reducerad infiltrationsområde		1	
Exfiltrationshastighet		0	mm/h
Anläggningens längd		60	m
Anläggningens bredd		32	m
Anläggningens djup		1.5	m

2.2 Utdata

Dagvattenledning

Innerdiameter dagv.ledning	\varnothing	1400	mm
Ledningskapacitet	Q_{cap}	4200	l/s
Säkerhetsfaktor	f_s	8.78	

Flödesutjämning

Erforderlig anläggningsvolym	V_d	430	m^3
Relativ osäkerhet (%)		20	%
Absolut osäkerhet (+/-)		85	m^3
Total erforderlig anläggningsvolym	$V_{d,tot}$	430	m^3
Utformad anläggningsvolym		2900	m^3
Exfiltrationsutflöde		0	l/s
Dim. varaktighet vid dim. V_d	t_r	40	min



3. Föroreningstransport

3.1 Indata

- Årligt basflöde och dagvattenflöde enligt 1. Avrinning.
- Schablonhalter för basflöde resp. dagvattenflöde enligt uppdaterade tabeller på www.stormtac.com.

Markanvändning	Faktor *
Grusyta	
Takyta	5.0
Gräsyta	5.0
Asfaltyta	5.0

* Vägar: faktor = trafikintensitet = 0-200. Enhet: x 1000 fordon/dygn. Annan markanvändning: faktor = 5 (1-10).

Enhet: -. 5 = standard schablonhalt från databasen för den specifika markanvändningen, 0 = minimum schablonhalt, 10 = maximum schablonhalt.



Basflödeshalt (µg/l) per markanvändning

Markanvändning	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	Hg	SS
Grusyta	21	880	0.50	5.0	10	0.025	0.50	1.0	0.0020	1200
Takyta	21	880	0.50	5.0	10	0.025	0.50	1.0	0.0020	1200
Gräsyta	100	990	0.76	6.7	14	0.036	1.0	1.0	0.0060	7100
Asfaltsyta	21	880	0.50	5.0	10	0.025	0.50	1.0	0.0020	1200
Markanvändning	Oil	PAH16	BaP	As						
Grusyta	50	0.010	0.0010	0.23						
Takyta	50	0.070	0.0035	0.23						
Gräsyta	87	0.010	0.0010	0.23						
Asfaltsyta	50	0.010	0.17	0.23						



Dagvattenhalt (µg/l) per markanvändning

Markanvändning	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	Hg	SS
Grusyta	42	2000	2.2	12	33	0.11	1.0	0.85	0.019	9700
Takyta	53	1700	5.0	22	80	0.65	2.5	4.5	0.0030	22000
Gräsyta	160	1100	6.0	10	28	0.30	2.5	1.3	0.013	36000
Asfaltsyta	85	1800	6.0	15	23	0.27	7.0	4.0	0.050	7400
Markanvändning	Oil	PAH16	BaP	As						
Grusyta	96	0.25	0.010	3.0						
Takyta	0	0.44	0.010	3.0						
Gräsyta	200	0.10	0.010	4.0						
Asfaltsyta	770	0.13	0.010	2.4						

Klassificering av osäkerhet

Hög säkerhet

Medel säkerhet

Låg säkerhet



3.2 Utdata

Basflödeshalt (µg/l) utan rening

	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	Hg	SS	Oil	PAH16	BaP	As
Basflödeshalt	89	980	0.73	6.5	13	0.035	0.93	1.0	0.0055	6300	82	0.011	0.0073	0.23
Absolut osäkerhet (%)	26	310	0.34	2.0	6.4	0.012	0.29	0.30	0.0023	2400	33	0.0053	0.0035	0.076

Dagvattenhalt (µg/l) utan rening

	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	Hg	SS	Oil	PAH16	BaP	As
Dagvattenhalt	92	1600	5.2	15	40	0.35	3.7	2.9	0.023	19000	320	0.22	0.010	3.1
Absolut osäkerhet (+/-)	27	510	2.4	4.6	19	0.12	1.2	0.89	0.0097	7300	130	0.10	0.0048	1.0

Basflödesmängd (kg/år) utan rening

	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	Hg	SS	Oil	PAH16	BaP	As
Basflödesmängd	3.8	41	0.031	0.27	0.57	0.0015	0.040	0.042	0.00023	270	3.5	0.00047	0.00031	0.0098
Absolut osäkerhet (+/-)	1.4	17	0.016	0.11	0.31	0.00061	0.016	0.017	0.00011	120	1.7	0.00025	0.00017	0.0040

Dagvattenmängd (kg/år) utan rening

	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	Hg	SS	Oil	PAH16	BaP	As
Föreningensmängd	3.6	64	0.21	0.59	1.6	0.014	0.15	0.11	0.00092	770	13	0.0086	0.00040	0.12
Absolut osäkerhet (+/-)	1.4	25	0.11	0.23	0.85	0.0058	0.059	0.045	0.00044	340	6.0	0.0046	0.00021	0.050



Föroreningshalter (µg/l) (dagvatten+basflöde) utan rening

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

		P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	Hg	SS	Oil	PAH16	BaP	As
Beräkning	C	90	1300	2.9	11	26	0.19	2.3	1.9	0.014	13000	200	0.11	0.0086	1.6
Riktvärde	C _{gr,sw}	160	2000	8.0	18	75	0.40	10	15	0.030	40000	400		0.030	
Absolut osäkerhet (+/-)	C	26	410	1.3	3.3	13	0.063	0.72	0.58	0.0058	4700	80	0.053	0.0041	0.53
Relativ osäkerhet (%)	C	29	32	47	31	48	34	31	30	42	38	41	48	48	33

Föroreningsmängder (kg/år) (dagvatten+basflöde) utan rening

	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	Hg	SS	Oil	PAH16	BaP	As
Föroreningsmängd	7.4	100	0.24	0.86	2.2	0.015	0.19	0.16	0.0011	1000	16	0.0091	0.00071	0.13
Absolut osäkerhet (+/-)	2.8	42	0.12	0.34	1.2	0.0064	0.074	0.061	0.00055	460	7.6	0.0049	0.00038	0.054
Relativ osäkerhet (%)	38	40	53	40	54	42	40	39	48	45	48	54	54	41

Föroreningsmängder (kg/ha/år) (dagvatten+basflöde) utan rening

P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	Hg	SS	Oil	PAH16	BaP	As
0.51	7.3	0.016	0.060	0.15	0.0011	0.013	0.011	0.000079	72	1.1	0.00063	0.000049	0.0091



Föroreningshalter (µg/l) per markanvändning med dagvatten+basflöde utan rening

Markanvändning	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	Hg	SS
Grusyta	34	1588	1.6	9.4	25	0.079	0.82	0.91	0.013	6570
Takyta	51	1644	4.7	21	75	0.61	2.4	4.3	0.0029	20572
Gräsyta	114	1015	2.0	7.5	17	0.097	1.3	1.1	0.0076	13771
Asfaltsyta	78	1698	5.4	14	22	0.24	6.3	3.7	0.045	6713
Markanvändning	Oil	PAH16	BaP	As						
Grusyta	79	0.16	0.0067	2.0						
Takyta	3.4	0.41	0.0096	2.8						
Gräsyta	113	0.031	0.0031	1.1						
Asfaltsyta	690	0.12	0.028	2.2						



Föroreningsmängder (kg/år) per markanvändning med dagvatten+basflöde utan rening

Markanvändning	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	Hg	SS
Grusyta	0.31	15	0.014	0.086	0.22	0.00072	0.0075	0.0083	0.00012	60
Takyta	0.55	18	0.050	0.22	0.81	0.0065	0.025	0.046	0.000031	221
Gräsyta	5.4	49	0.094	0.36	0.82	0.0046	0.064	0.051	0.00036	658
Asfaltsyta	1.1	24	0.077	0.20	0.31	0.0035	0.089	0.052	0.00064	96
Markanvändning	Oil	PAH16	BaP	As						
Grusyta	0.72	0.0015	0.000061	0.018						
Takyta	0.037	0.0045	0.00010	0.030						
Gräsyta	5.4	0.0015	0.00015	0.053						
Asfaltsyta	9.8	0.0017	0.00040	0.031						



Basflödesbelastning (kg/år) per markanvändning utan rening

Markanvändning	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	Hg	SS
Grusyta	0.071	3.0	0.0017	0.017	0.034	0.000084	0.0017	0.0034	0.0000068	4.1
Takyta	0.015	0.65	0.00037	0.0037	0.0074	0.000018	0.00037	0.00074	0.0000015	0.89
Gräsyta	3.7	36	0.028	0.25	0.51	0.0013	0.037	0.037	0.00022	261
Asfaltsyta	0.033	1.4	0.00079	0.0079	0.016	0.000039	0.00079	0.0016	0.0000032	1.9
Markanvändning	Oil	PAH16	BaP	As						
Grusyta	0.17	0.000034	0.0000034	0.00078						
Takyta	0.037	0.000052	0.0000026	0.00017						
Gräsyta	3.2	0.00037	0.000037	0.0085						
Asfaltsyta	0.079	0.000016	0.00027	0.00036						



Dagvattenbelastning (kg/år) per markanvändning utan rening

Markanvändning	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	Hg	SS
Grusyta	0.24	12	0.013	0.069	0.19	0.00064	0.0058	0.0049	0.00011	56
Takyta	0.53	17	0.050	0.22	0.80	0.0065	0.025	0.045	0.000030	220
Gräsyta	1.8	12	0.066	0.11	0.31	0.0033	0.028	0.014	0.00014	397
Asfaltsyta	1.1	23	0.076	0.19	0.29	0.0034	0.089	0.051	0.00063	94
Markanvändning	Oil	PAH16	BaP	As						
Grusyta	0.56	0.0014	0.000058	0.017						
Takyta	0	0.0044	0.00010	0.030						
Gräsyta	2.2	0.0011	0.00011	0.044						
Asfaltsyta	9.8	0.0016	0.00013	0.030						



Resultatrapport StormTac Web

I denna resultatrapport redovisas in- och utdata (resultat) från simulering med StormTac Web.

1. Avrinning

1.1 Indata

				Relativ osäkerhet (%)	Absolut osäkerhet (+/-)
Nederbörd		1000	mm/år	10	100
Dimensionerande regnvaraktighet vid studerat flöde	$t_{r,Qstudy}$	6.0	h		
Avrinningsområde	A	14	ha	10	1.4
Rinnsträcka	s	800	m	0	0
Dim.vattenhastighet	v	0.50	m/s	0	0
Återkomsttid	N	10	år		
Klimatfaktor	f_c	1.25			
Studerat flöde *		12	l/s		
Koefficient för basflöde	K_x	0.70		20	0.14

* Studerat flöde, t.ex. ingående flöde till en anläggning om ett delflöde bräddas förbi eller pumpat flöde till en anläggning.

Delavrinningsområde

	Vol.avr.koeff. (φ_v)	Dim.avr.koeff. (φ_d)	Dagvatten (ha)	Grundvatten (ha)	Utredn. omr. (dim. flöde) (ha)
Grusyta	0.40	0.40	0.65	0.65	0.65
Takyta	0.90	0.90	2.7	2.7	2.7
Gräsyta	0.10	0.10	4.6	4.6	4.6
Asfaltsyta	0.80	0.85	6.4	6.4	6.4
Permeabel beläggning	0.40	0.20	0.18	0.18	0.18
Totalt	0.57	0.59	14	14	14
Relativ osäkerhet (%)	20	20	10	10	
Absolut osäkerhet (+/-)	0.11	0.12	1.4	1.4	0
Reducerat avrinningsområde			8.3		8.6

Urban area *	9.9	ha_{urbant}
(Volym) avrinningskoefficient för beräkning av årligt flöde och föroreningsbelastning, endast urbana areor *	0.79	
Urbant reducerad avrinningsyta *	7.8	$ha_{red,urbant}$



1.2 Utdata

				Relativ osäkerhet (%)	Absolut osäkerhet (+/-)
Basflöde, årsmedel	Q_b	0.84	l/s	24	0.21
Dagvattenflöde, årsmedel	Q_r	2.8	l/s	24	0.68
Tot. avrinning, årsmedel	Q_{tot}	3.6	l/s	20	0.71
Basflöde, årsmedel	Q_b	27000	m ³ /år	24	6521
Dagvattenflöde, årsmedel	Q_r	87000	m ³ /år	24	21309
Tot. avrinning, årsmedel	Q_{tot}	110000	m ³ /år	20	22285
Medelavrinning	Q_m	25	l/s		
Dim. flöde	Q_{dim}	1300	l/s	20	270
Dim. varaktighet vid Q_{dim}	t_r	27	min		
Rinnhastighet	v	0.50	m/s		
Dimensionerande regndjup vid Q_{study}	$r_{d,Qstudy}$	3.1	mm		
Reducerat flöde (studerat flöde / reducerad area)	Q_{red}	1.4	l/s/ha _{red}		
Det studerade flödets andel av den totala årliga avrinningsvolymen		43	%		



2. Transport och flödesutjämning

2.1 Indata

Dagvattenledning

Lutning	0
Material	Plast (PE, PVC)

Flödesutjämning

Maximalt utflöde	Q_{out2}	140	l/s
Relativ osäkerhet (%)		0	%
Absolut osäkerhet (+/-)		0	l/s
Magasinfyllning, andel av porer	p	1	
Reducerad flödesfaktor	f_{Qred}	0.67	
Klimatfaktor	f_c	1.25	
Reducerad infiltrationsområde		1	
Exfiltrationshastighet		0	mm/h
Anläggningens längd		60	m
Anläggningens bredd		32	m
Anläggningens djup		1.5	m

2.2 Utdata

Dagvattenledning

Innerdiameter dagv.ledning	\varnothing	1400	mm
Ledningskapacitet	Q_{cap}	4200	l/s
Säkerhetsfaktor	f_s	3.15	

Flödesutjämning

Erforderlig anläggningsvolym	V_d	2600	m^3
Relativ osäkerhet (%)		20	%
Absolut osäkerhet (+/-)		530	m^3
Total erforderlig anläggningsvolym	$V_{d,tot}$	2600	m^3
Utformad anläggningsvolym		2900	m^3
Exfiltrationsutflöde		0	l/s
Dim. varaktighet vid dim. V_d	t_r	180	min



3. Föroreningstransport

3.1 Indata

- Årligt basflöde och dagvattenflöde enligt 1. Avrinning.
- Schablonhalter för basflöde resp. dagvattenflöde enligt uppdaterade tabeller på www.stormtac.com.

Markanvändning	Faktor *
Grusyta	
Takyta	5.0
Gräsyta	5.0
Asfaltsyta	5.0
Permeabel beläggning	5.0

* Vägar: faktor = trafikintensitet = 0-200. Enhet: x 1000 fordon/dygn. Annan markanvändning: faktor = 5 (1-10).

Enhet: -. 5 = standard schablonhalt från databasen för den specifika markanvändningen, 0 = minimum schablonhalt, 10 = maximum schablonhalt.



Basflödeshalt (µg/l) per markanvändning

Markanvändning	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	Hg	SS
Grusyta	21	880	0.50	5.0	10	0.025	0.50	1.0	0.0020	1200
Takyta	21	880	0.50	5.0	10	0.025	0.50	1.0	0.0020	1200
Gräsyta	100	990	0.76	6.7	14	0.036	1.0	1.0	0.0060	7100
Asfaltsyta	21	880	0.50	5.0	10	0.025	0.50	1.0	0.0020	1200
Permeabel beläggning	29	570	3.6	9.4	6.6	0.041	2.5	2.2	0.020	13000
Markanvändning	Oil	PAH16	BaP	As						
Grusyta	50	0.010	0.0010	0.23						
Takyta	50	0.070	0.0035	0.23						
Gräsyta	87	0.010	0.0010	0.23						
Asfaltsyta	50	0.010	0.17	0.23						
Permeabel beläggning	110	0.14	0.010	0.23						



Dagvattenhalt (µg/l) per markanvändning.

Markanvändning	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	Hg	SS
Grusyta	42	2000	2.2	12	33	0.11	1.0	0.85	0.019	9700
Takyta	53	1700	5.0	22	80	0.65	2.5	4.5	0.0030	22000
Gräsyta	160	1100	6.0	10	28	0.30	2.5	1.3	0.013	36000
Asfaltsyta	85	1800	6.0	15	23	0.27	7.0	4.0	0.050	7400
Permeabel beläggning	56	400	6.0	9.4	6.6	0.13	4.2	2.1	0.041	14000
Markanvändning	Oil	PAH16	BaP	As						
Grusyta	96	0.25	0.010	3.0						
Takyta	0	0.44	0.010	3.0						
Gräsyta	200	0.10	0.010	4.0						
Asfaltsyta	770	0.13	0.010	2.4						
Permeabel beläggning	130	0.063	0.014	1.8						

Klassificering av osäkerhet

Hög säkerhet

Medel säkerhet

Låg säkerhet



3.2 Utdata

Basflödeshalt (µg/l) utan rening

	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	Hg	SS	Oil	PAH16	BaP	As
Basflödeshalt	69	940	0.71	6.1	12	0.032	0.84	1.0	0.0047	5000	73	0.016	0.043	0.23
Absolut osäkerhet (%)	20	300	0.34	1.9	6.1	0.011	0.26	0.31	0.0020	1700	30	0.0080	0.021	0.076

Dagvattenhalt (µg/l) utan rening

	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	Hg	SS	Oil	PAH16	BaP	As
Dagvattenhalt	78	1700	5.6	17	40	0.38	5.2	3.9	0.033	13000	490	0.22	0.010	2.7
Absolut osäkerhet (+/-)	23	560	2.7	5.2	20	0.13	1.6	1.2	0.014	4600	200	0.11	0.0049	0.88

Basflödesmängd (kg/år) utan rening

	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	Hg	SS	Oil	PAH16	BaP	As
Basflödesmängd	1.8	25	0.019	0.16	0.33	0.00085	0.022	0.027	0.00013	130	2.0	0.00044	0.0012	0.0061
Absolut osäkerhet (+/-)	0.71	10	0.010	0.064	0.18	0.00035	0.0089	0.011	0.000061	56	0.93	0.00024	0.00063	0.0025

Dagvattenmängd (kg/år) utan rening

	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	Hg	SS	Oil	PAH16	BaP	As
Föroreningsmängd	6.8	150	0.49	1.4	3.5	0.033	0.45	0.34	0.0029	1200	42	0.019	0.00087	0.23
Absolut osäkerhet (+/-)	2.6	61	0.26	0.57	1.9	0.014	0.18	0.13	0.0014	490	20	0.011	0.00048	0.095



Föroreningshalter (µg/l) (dagvatten+basflöde) utan rening

Jämförelse mot gränsvärde där gränsmärkade/fetstilla cellerna visar överskridelse av gränsvärde. Totala fraktioner avses där inget annat anges.

		P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	Hg	SS	Oil	PAH16	BaP	As
Beräkning	C	76	1500	4.4	14	34	0.30	4.2	3.2	0.027	11000	390	0.17	0.018	2.1
Riktvärde	C _{gr,sw}	160	2000	8.0	18	75	0.40	10	15	0.030	40000	400		0.030	
Absolut osäkerhet (+/-)	C	23	500	2.1	4.4	17	0.098	1.3	0.98	0.011	3900	160	0.085	0.0087	0.69
Relativ osäkerhet (%)	C	30	32	48	31	50	33	32	30	42	35	41	49	49	33

Föroreningsmängder (kg/år) (dagvatten+basflöde) utan rening

	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	Hg	SS	Oil	PAH16	BaP	As
Föroreningsmängd	8.6	180	0.51	1.6	3.8	0.034	0.48	0.36	0.0030	1300	44	0.020	0.0020	0.24
Absolut osäkerhet (+/-)	3.3	71	0.27	0.64	2.1	0.014	0.19	0.14	0.0015	550	21	0.011	0.0011	0.098
Relativ osäkerhet (%)	39	41	54	40	55	41	40	39	48	42	48	55	55	41

Föroreningsmängder (kg/ha/år) (dagvatten+basflöde) utan rening

P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	Hg	SS	Oil	PAH16	BaP	As
0.60	12	0.035	0.11	0.26	0.0023	0.033	0.025	0.00021	90	3.1	0.0014	0.00014	0.017



Föroreningshalter (µg/l) per markanvändning med dagvatten+basflöde utan rening

Markanvändning	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	Hg	SS
Grusyta	34	1588	1.6	9.4	25	0.079	0.82	0.91	0.013	6570
Takyta	51	1644	4.7	21	75	0.61	2.4	4.3	0.0029	20572
Gräsyta	114	1015	2.0	7.5	17	0.097	1.3	1.1	0.0076	13771
Asfaltsyta	78	1698	5.4	14	22	0.24	6.3	3.7	0.045	6713
Permeabel beläggning	46	463	5.1	9.4	6.6	0.097	3.6	2.1	0.033	13632
Markanvändning	Oil	PAH16	BaP	As						
Grusyta	79	0.16	0.0067	2.0						
Takyta	3.4	0.41	0.0096	2.8						
Gräsyta	113	0.031	0.0031	1.1						
Asfaltsyta	690	0.12	0.028	2.2						
Permeabel beläggning	123	0.091	0.013	1.2						



Föroreningsmängder (kg/år) per markanvändning med dagvatten+basflöde utan rening

Markanvändning	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	Hg	SS
Grusyta	0.15	6.9	0.0068	0.041	0.11	0.00034	0.0035	0.0039	0.000055	28
Takyta	1.4	45	0.13	0.57	2.1	0.017	0.064	0.12	0.000080	561
Gräsyta	2.4	21	0.041	0.16	0.36	0.0020	0.028	0.022	0.00016	288
Asfaltsyta	4.7	102	0.32	0.83	1.3	0.015	0.38	0.22	0.0027	402
Permeabel beläggning	0.055	0.55	0.0061	0.011	0.0079	0.00012	0.0043	0.0026	0.000040	16
Markanvändning	Oil	PAH16	BaP	As						
Grusyta	0.34	0.00070	0.000029	0.0085						
Takyta	0.094	0.011	0.00026	0.077						
Gräsyta	2.4	0.00064	0.000064	0.023						
Asfaltsyta	41	0.0070	0.0017	0.13						
Permeabel beläggning	0.15	0.00011	0.000015	0.0015						



Basflödesbelastning (kg/år) per markanvändning utan rening

Markanvändning	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	Hg	SS
Grusyta	0.033	1.4	0.00079	0.0079	0.016	0.000040	0.00079	0.0016	0.0000032	1.9
Takyta	0.039	1.6	0.00094	0.0094	0.019	0.000047	0.00094	0.0019	0.0000037	2.2
Gräsyta	1.6	16	0.012	0.11	0.23	0.00058	0.016	0.016	0.000096	114
Asfaltsyta	0.14	5.8	0.0033	0.033	0.066	0.00017	0.0033	0.0066	0.000013	8.0
Permeabel beläggning	0.013	0.25	0.0016	0.0041	0.0029	0.000018	0.0011	0.00097	0.0000088	5.7
Markanvändning	Oil	PAH16	BaP	As						
Grusyta	0.079	0.000016	0.0000016	0.00037						
Takyta	0.094	0.00013	0.0000066	0.00043						
Gräsyta	1.4	0.00016	0.000016	0.0037						
Asfaltsyta	0.33	0.000066	0.0011	0.0015						
Permeabel beläggning	0.048	0.000062	0.0000044	0.00010						



Dagvattenbelastning (kg/år) per markanvändning utan rening

Markanvändning	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	Hg	SS
Grusyta	0.11	5.5	0.0060	0.033	0.090	0.00030	0.0027	0.0023	0.000052	26
Takyta	1.3	43	0.13	0.56	2.0	0.017	0.063	0.11	0.000076	559
Gräsyta	0.77	5.3	0.029	0.048	0.14	0.0014	0.012	0.0063	0.000063	174
Asfaltsyta	4.5	96	0.32	0.80	1.2	0.014	0.37	0.21	0.0027	394
Permeabel beläggning	0.042	0.30	0.0045	0.0071	0.0050	0.000098	0.0032	0.0016	0.000031	11
Markanvändning	Oil	PAH16	BaP	As						
Grusyta	0.26	0.00068	0.000027	0.0082						
Takyta	0	0.011	0.00025	0.076						
Gräsyta	0.97	0.00048	0.000048	0.019						
Asfaltsyta	41	0.0069	0.00053	0.13						
Permeabel beläggning	0.098	0.000048	0.000011	0.0014						



4. Föroreningsreduktion

4.1 Indata

Obligatorisk indata

Anläggningstyp	2. Underjordiskt sedimentationsmagasin
----------------	--

Mer detaljerad indata

Dim. regndjup 2	r_{d2}	10	mm
Dimensionerande inflöde	Q_{dim}	1300	l/s
Absolut osäkerhet (+/-)		270	l/s
Maximalt utflöde	Q_{out}	140	l/s
Absolut osäkerhet (+/-)		0	l/s
Permanent vattendjup	h_p	0.90	m
Längd:bredd-förhållande		1.0	

4.2 Utdata

Allmänna resultat

Reningsvolym, för permanent volym upp till vattengång utlopp	V_p	830	m^3
Dimensionerande uppehållstid vid medelavrinning.	$t_{d,mean}$	9.2	h
Hydraulisk effektivitet. (0-1). Översiktlig beräknad från längd:bredd	e_h	0.29	
Innerbredd	W	30	m
Innerlängd	L	30	m
Reglerdjup	h_r	2.9	m
Total innerdjup	h_{tot}	3.8	m
Total volym	V_{tot}	3500	m^3
Erforderlig utjämningsvolym	V_d	2600	m^3
Absolut osäkerhet (+/-)		530	m^3

Reningseffekter (%)

Ämne	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni
Uträknat	51	12	57	52	51	46	51	41
Absolut osäkerhet (+/-)	3.6	6.8	2.5	1.9	3.6	2.9	1.5	6.1
Relativ osäkerhet (%)	7.0	56	4.4	3.6	7.1	6.2	2.9	15
Ämne	Hg	SS	Oil	PAH16	BaP	As		
Uträknat	48	37	85	50	45	46		
Absolut osäkerhet (+/-)	16	3.0	8.4	6.5	30	170		
Relativ osäkerhet (%)	33	7.9	9.9	13	67	380		

Ämne: Parametern Minsta möjliga utloppshalt har minskat beräknad reningseffekt.	Minsta möjliga
Ämne: Max reningseffekt har uppnåts (röd kantlinje)	Max reningseffekt
Klassificering av osäkerhet	Hög säkerhet
	Medel säkerhet
	Låg säkerhet

Föroreningshalter ($\mu\text{g/l}$) (dagvatten+basflöde) efter rening

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



		P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni
Beräkning	C _{re}	37	1400	1.9	6.9	17	0.16	2.0	1.9
Riktvärde	C _{cr,sw}	160	2000	8.0	18	75	0.40	10	15
Absolut osäkerhet (+/-)	C _{re}	11	880	0.92	2.1	8.3	0.054	0.65	0.64
Relativ osäkerhet (%)	C _{re}	31	65	48	31	50	34	32	34
		Hg	SS	Oil	PAH16	BaP	As		
Beräkning	C _{re}	0.014	7100	58	0.087	0.0099	1.1		
Riktvärde	C _{cr,sw}	0.030	40000	400		0.030			
Absolut osäkerhet (+/-)	C _{re}	0.0073	2500	25	0.044	0.0082	4.3		
Relativ osäkerhet (%)	C _{re}	53	35	42	50	83	380		

Föroreningsmängder (kg/år) (dagvatten+basflöde) efter rening

		P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni
Föroreningsbelastning	L _{out}	4.2	150	0.22	0.78	1.9	0.018	0.23	0.22
Avskiljd mängd		4.4	21	0.29	0.83	1.9	0.015	0.24	0.15
Absolut osäkerhet (+/-)	L _{out}	1.7	110	0.12	0.31	1.1	0.0076	0.093	0.090
Relativ osäkerhet (%)	L _{out}	39	69	54	40	56	42	40	42
		Hg	SS	Oil	PAH16	BaP	As		
Föroreningsbelastning	L _{out}	0.0016	810	6.6	0.0099	0.0011	0.13		
Avskiljd mängd		0.0015	480	38	0.0098	0.0009 1	0.11		
Absolut osäkerhet (+/-)	L _{out}	0.0009 1	350	3.2	0.0056	0.0009 7	0.49		
Relativ osäkerhet (%)	L _{out}	58	43	49	56	86	380		



4.3 Sediment

4.3.1 Indata

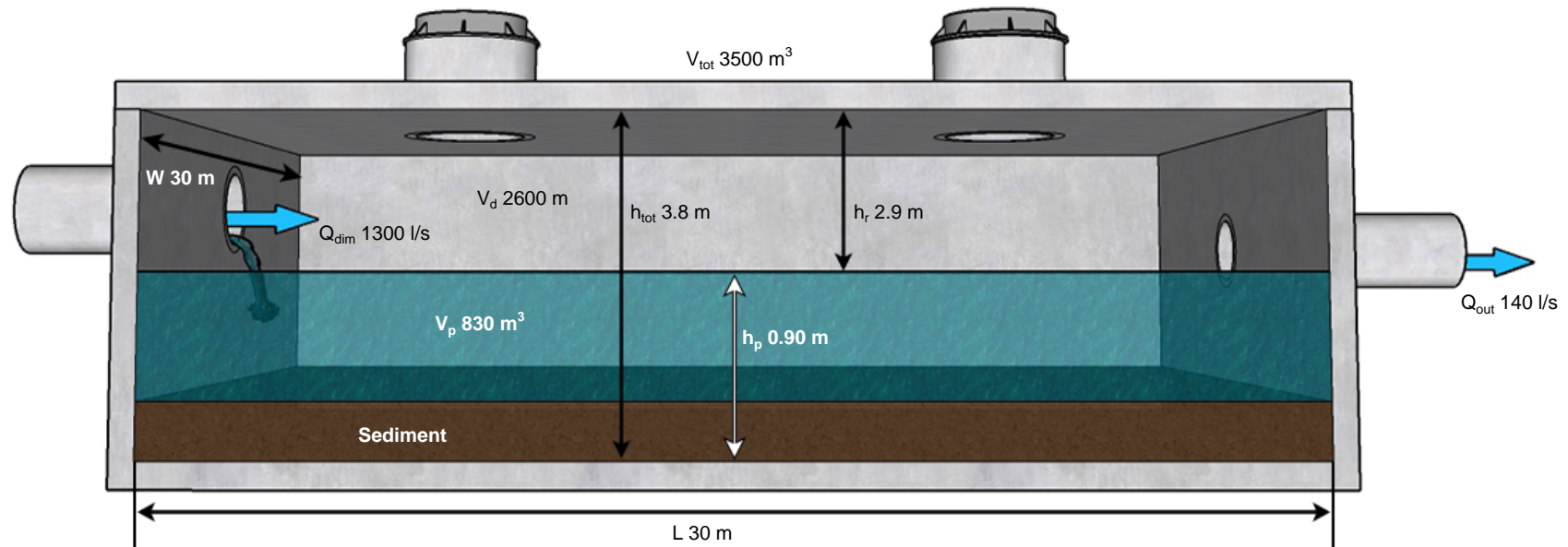
Avskiljd mängd SS (ackumulerad på bottenarean)	484	kg/år
Bottenarea	921	m ²
Andel TS	29	%
Sedimentets densitet	1350	kg/m ³
Max sedimentdjup före borttagning	200	mm

4.3.2 Utdata

Sedimentets tillväxthastighet (normalt 10-40)	1.3	mm/år
Antal år till borttagning av sediment	149	år



2. Underjordiskt sedimentationsmagasin



V_{tot}	Total volym
V_d	Erforderlig utjämningsvolym
V_p	Reningsvolym
h_{tot}	Total innerdjup
h_r	Reglerdjup
h_p	Permanent vattendjup
L	Inre längd
W	Inre bredd
Q_{dim}	Dimensionerande flöde
Q_{out}	Maximalt utflöde

BILAGA B

StormTac Web

Föreningensberäkning utanför perimeterskydd

UTFÖRD AV WSP 2022-08-16

VERSION
1.0

UTGIVNINGSDATUM *REV. DATUM*
2022-11-17

HANDLÄGGARE
Gustav
Zachrisson

GRANSKAD
Jimmie
Swahn

GODKÄND
Bill
Gustafsson

Föroreningsberäkningar
Skogome

	<u>Area,</u> <u>ha</u>	<u>Avr koeff</u>	<u>Ared,ha</u>		<u>Area,</u> <u>m2</u>		<u>Ared,</u> <u>m2</u>
GC	0,027	0,8	0,0216				
Väg	0,1	0,8	0,08				
Parkering	0,63	0,8	0,504				
S:a	0,757		0,6056		7570		6056
Rinnsträcka, ca 40 m			<u>m2</u>				
Yta för fördröjning (blått)			490				
Yta för översilning (grönt)			460				
	S:a		950				

Översilningsyta, exempel

m2/ha ared

regressionskonstant 760

r-konstant all yta 1569

Resultat, reningseffekter 460 m2 översilningsyta:

Mängder, utan rening

P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	Hg	SS	Oil	BaP
0.91	16	0.16	0.24	0.79	0.0027	0.089	0.087	0.00052	830	5.2	0.00034

Halter, utan rening

P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	Hg	SS	Oil	BaP
130	2200	23	34	110	0.38	12	12	0.073	120000	720	0.047

Reningseffekter, %

P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	Hg	SS	Oil	BaP
20	9.9	36	35	34	42	33	34	11	55	74	61

Mängder , efter rening, kg/år

P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	Hg	SS	Oil	BaP
0.72	14	0.10	0.16	0.52	0.0016	0.059	0.058	0.00046	370	1.3	0.00013

Halter efter rening, µg/l

P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	Hg	SS	Oil	BaP
100	2000	15	22	73	0.22	8.3	8.1	0.065	52 000	190	0.018
50 (150)	1250	28	10	30	0,9	7	68	0,07	25 000	1000	0,27
160	2000	8.0	18	75	0.40	10	15	0.030	40000	400	0.030

RiktvärdeGBG

Riktvärde Stac

Skelettjordlösning
 Regressionskonstant 16%
 Resultat

Mängder, efter rening, kg/år

P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	Hg	SS	Oil	BaP
0.32	1.1	0.015	0.024	0.085	0.00046	0.0089	0.0043	0.00018	42	0.26	0.000067

Halter efter rening, µg/l

P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	Hg	SS	Oil	BaP
45	160	2.1	3.4	12	0.065	1.2	0.61	0.025	5800	36	0.0094
50 (150)	1250	28	10	30	0,9	7	68	0,07	25 000	1000	0,27

RiktvärdeGBG

Reningseffekter, %

P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	Hg	SS	Oil	BaP
64	93	91	90	89	83	90	95	65	95	95	80

Översilning, följt av gräsdike

Resultat

Mängder & halter utan rening är samma
Minsta möjliga utloppshalt slår in - borttaget

Översilning, följt av gräsdike:

Reningseffekter, %

P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	Hg	SS	Oil	BaP
35	27	64	51	59	62	55	61	21	81	94	66

Mängder , efter rening, kg/år

P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	Hg	SS	Oil	BaP
0.58	11	0.060	0.12	0.32	0.0010	0.040	0.034	0.00041	160	0.30	0.00011

Halter efter rening, µg/l

P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	Hg	SS	Oil	BaP
82	1600	8.4	17	45	0.15	5.6	4.7	0.058	22000	42	0.016
50 (150)	1250	28	10	30	0,9	7	68	0,07	25 000	1000	0,27